Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

FUNDACION GEOS

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA · CARACAS





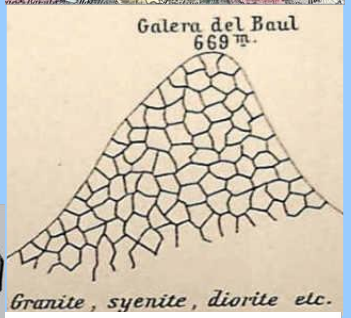


Geología de la Región Septentrional de Venezuela.

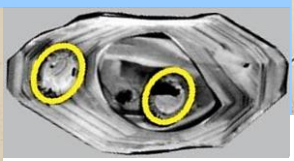
Volumen 1: Evolución del conocimiento geológico y síntesis de los terrenos tectonoestratigráficos

Franco URBANI PATAT
(Editor)





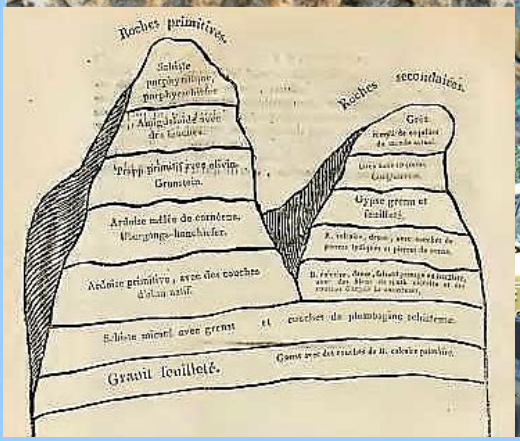














Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat

FUNDACION GEOS

UNIVERSIDAD CENTRAL CARACAS - VENEZUELA

GEOLOGÍA DE LA REGIÓN SEPTENTRIONAL DE VENEZUELA. VOLUMEN 1. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO Y SÍNTESIS DE LOS TERRENOS TECTONOESTRATIGRÁFICOS

Franco URBANI PATAT (Editor)

ISBN: 978-980-18-3816-6
Depósito Legal: MI2023000618



© Franco URBANI PATAT (Editor)

Se permite la reproducción de esta obra siempre que se cite la fuente:
URBANI PATAT Franco (Editor). 2025. *Geología de la Región Septentrional de Venezuela. Volumen 1. Evolución del conocimiento geológico y síntesis de los terrenos tectonoestratigráficos*. Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y Fundación Geos – UCV. xxvi + 1.091 pp.

Coedición:

Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH)
Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas 1010, Venezuela.
www.acading.org.ve

Fundación Geos
Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria. Caracas 1053.

La ANIH y la Fundación Geos-UCV hacen constar que las publicaciones que propician, se realizan respetando el derecho constitucional a la libre expresión del pensamiento y manifiestan expresamente, que no se hacen solidarios del contenido de las obras, ni de las ideas y opiniones que allí se emitan, las cuales son de responsabilidad de los autores, cuanto en derecho se refiere.
El autor manifiesta su compromiso con los derechos establecidos en el marco legal venezolano y normativas internacionales sobre propiedad intelectual, por lo cual para cualquier solicitud o sugerencia hacer contacto con el autor por el correo electrónico: acadingven@gmail.com

Caracas, Venezuela. Noviembre 2025

ÍNDICE GENERAL

PARTE 1

PRESENTACIONES
Gustavo CORONEL, Peter BARTOK y Víctor RAMOS vi

PREFACIO xxi

1. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA. *Franco URBANI PATAT* 1

2. LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, UNA PROYECCIÓN DE VENEZUELA AL CARIBE. HISTORIA DE SU GEOLOGÍA.
Franco URBANI PATAT y David MENDI F. 374

3. LAS GALERAS DE EL BAÚL, LAS MONTAÑAS DE LOS LLANOS OCCIDENTALES: HISTORIA DE SU GEOLOGÍA.
Patxi VISCARRET y Franco URBANI PATAT 572

4. LOS TERRENOS TECTONOESTRATIGRÁFICOS DEL NORTE DE VENEZUELA. *Franco URBANI PATAT* 676

AGRADECIMIENTOS 1084

LOS AUTORES 1089

PARTE 2
APÉNDICE DOCUMENTAL

ÍNDICE DETALLADO

PARTE 1

PRESENTACIONES
Gustavo CORONEL vii
Peter BARTOK xiv
Víctor RAMOS xvi

PREFACIO xxvii

1. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA. *Franco URBANI PATAT* 1
Introducción 3
La Cordillera de la Costa a través del tiempo 5
Siglos XVI a XVIII 6
Siglo XIX 21
Siglo XX, primera mitad 80
Siglo XX, segunda mitad 137
Siglo XXI 230
Principales discusiones geológicas 246
Tectónica de placas 263
Ideas globales del origen del Caribe 271
Tectónica de placas aplicada a la Cordillera de la Costa 286
Literatura citada 330

2. LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, UNA PROYECCIÓN DE VENEZUELA AL CARIBE. HISTORIA DE SU GEOLOGÍA.
Franco URBANI PATAT y David MENDI F. 374
Introducción 375
Geología de superficie 378
Abastecimiento de agua 492
Geología de subsuelo 498
Exploración geofísica 498

Perforaciones exploratorias 514
Comentarios 533
Literatura citada 538

3. Las Galeras de El Baúl, las Montañas de los Llanos Occidentales: Historia de su Geología. *Patxi Viscarret y Franco Urbani Patat* 572
Introducción 574
Siglo XIX 576
Primera mitad del siglo XX 579
Segunda mitad del siglo XX 590
Siglo XXI 643
Agradecimientos 666
Literatura citada 667

4. Los Terrenos Tectonoestratigráficos del Norte de Venezuela. *Franco Urbani Patat* 676
Introducción 677
Cordillera de la Costa 680
Generalidades 680
Serranía del Litoral 688
Serranía del Interior 825
Penínsulas de Araya 920
Península de Paria 927
Península de Paraguaná 937
Península de Guajira 966
Galeras de El Baúl 977
Falcón oriental 985
Falcón central 992
Territorios insulares 999
Los Monjes 999
Isla de Toas 1005
Gran Roque 1012

La Orchila 1026
La Blanquilla 1040
Los Hermanos 1043
Margarita 1044
Los Frailes 1052
Los Testigos 1053
Farallón Centinela 1055
Literatura citada 1056

AGRADECIMIENTOS 1084

LOS AUTORES 1089

PARTE 2

APÉNDICE DOCUMENTAL

Puede descargarse en *https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2025/12/Urbani-2025-Libro-Geologia-Venezuela-septentriobal-Apendice-documental-.pdf*

Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes, con énfasis en la petrología de las rocas graníticas. *Patxi VISCARRET*. 2009. 1

Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isotópicos. *Marvin BAQUERO*. 2013. 203

Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el noroccidente de Venezuela. *Sebastián GRANDE*. 2013. 465

Petrogénesis del depósito de cromita en la Península de Paraguaná, Venezuela: Implicaciones económicas. *David MENDI*. 2016. 738

Petrogenesis of the chromitite body from the Cerro Colorado Ophiolite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *D. MENDI, J. M. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, A. PROENZA, F. URBANI y F. GERVILLA*. 2020. 788

Petrología de las unidades metamórficas de la región de Yumare, estados Yaracuy y Falcon, Venezuela. *F. URBANI, S. GRANDE, M. BAQUERO, F. LOZANO, A. MUSSARI, D. MENDI, J. E. WRIGHT, N. ORIHUELA*. 2015. 815

Los diques de basalto de la quebrada Yaracuybare, municipio Silva, estado Falcon, Venezuela. *F. URBANI, S. GRANDE, M. BAQUERO, D. MENDI, H. FOURNIER, A. ALEMÁN, L. CAMPOSANO e I. BARITTO*. 2015. 843

Presence of a High Grade Rocks in NW Venezuela of possible Grenvillian affinity. *S. GRANDE y F. URBANI*. 2009. 861

The tectonothermal evolution of the Venezuelan Caribbean Mountain System: 40Ar/39Ar age insights from a Rodinian-related rock, the Cordillera de la Costa and Margarita Island. *H. W. FOURNIER, J. K.W. LEE, F. URBANI y S. GRANDE*. 2017. 877

Mapas geológicos del norte de Venezuela. 902

A

Venezuela,
el más bello país tropical [1]

[1] Anton Goering, *Vom tropischen Tieflande zum ewigen Schnee. Eine malerische Schilderung des schönsten Tropenlandes, Venezuela*, Leipzig, 1893.

PRESENTACIONES

1

GUSTAVO R. CORONEL
Oklahoma, EEUU

Franco Urbani Patat y colaboradores han elaborado una extraordinaria contribución al estudio de la geología de Venezuela, guía sobre cuatro regiones claves para la comprensión del inmenso escenario geológico de Venezuela:

-Evolución del conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa.

-La Península de Paraguaná, una proyección de Venezuela al Caribe. historia de su geología.

-Las Galeras de El Baúl. Las montañas de los Llanos Occidentales: Historia de su geología.

-Los Terrenos Tectonoestratigráficos del norte de Venezuela.

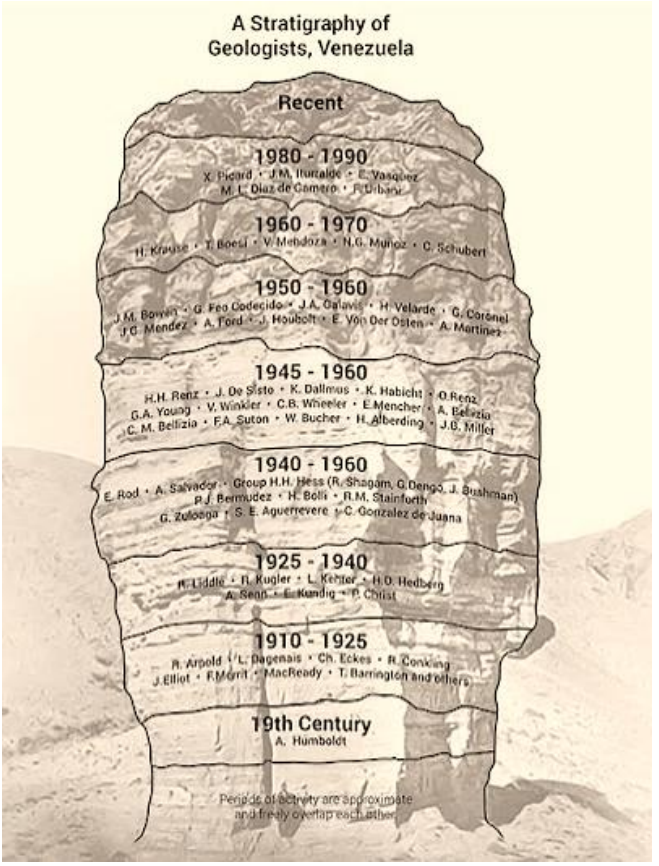
Esta obra de 1.060 páginas dedicadas a la síntesis del conocimiento geológico de estas cuatro importantes áreas, está caracterizada por una esmerada cronología de las contribuciones hechas por múltiples geólogos al conocimiento de la historia geológica de Venezuela. Representa, por decirlo así, una muy bien documentada historia -en su dimensión humana– de la historia en su dimensión geológica.

Así como los sedimentos se van depositando unos sobre los otros, de manera incesante, formando eventualmente los estratos estudiados por los geólogos, así las observaciones de los geólogos se van "depositando" unos sobre los otros, para aumentar la precisión y el detalle del conocimiento, ayudados por técnicas cada vez más sofisticadas de observación.

De esta manera la historia del conocimiento geológico es similar a una sección de rocas. Así como las rocas forman una sección geológica, la acumulación de observaciones geológicas va creando una "estratigrafía" del conocimiento, similar a la estratigrafía geológica, con lo más antiguo en la base. Siguiendo esta analogía es posible visualizar a Alexander Humboldt como el equivalente histórico del Cámbrico geológico, hasta

llegar a un Reciente representado por los grupos de tesistas de nuestras universidades, trabajo coordinado por profesores entre quienes destaca Urbani Patat.

No he resistido la tentación de establecer este símil al leer el imponente trabajo coordinado por Franco Urbani Patat, uno más en su ya extraordinaria lista de contribuciones históricas y geológicas sobre nuestro país, el cual incluye una detallada "sección estratigráfica" de los geólogos quienes han ido sedimentando en el tiempo sus observaciones sobre la geología de la Venezuela septentrional. En orden cronológico desfilan Karsten, Sievers, Palacios, Eliot, Arnold, Rutten, Liddle, Kehrer, Santiago Aguerrevere, Guillermo Zuloaga, Gabriel Dengo y muchísimos más, todos añadiendo nuevos hallazgos y refinamientos a nuestra comprensión de la historia geológica del país.



Cordillera de la Costa

En la estratigrafía de geólogos pertenezco al "Mesozoico", mediados de la década de 1950. En esa época pude compartir días de campo con Harry Hess y algunos de sus alumnos de la Universidad de Princeton, quienes llevaron a cabo levantamientos geológicos de la Cordillera de la Costa y zonas adyacentes, incluyendo la isla de Margarita, la península de la Guajira y hasta las islas cercanas a Venezuela. De los miembros de este excelente grupo recuerdo en especial a Reginald Shagam y Jess Bushman, con quienes tuve contacto personal, en especial Bushman, quien trabajó las mismas áreas de Lara en las cuales tuve oportunidad de trabajar. Los resultados de estas tesis doctorales, todas publicadas por el ministerio de Minas y Petróleo de Venezuela, traducidas por Cecilia Kavanach de Petzal, fueron posteriormente integrados en una visión geológica orgánica de la Cordillera de la Costa, síntesis que contribuyó significativamente al desarrollo de las teorías sobre tectónica de placas.

Los nombres de los geólogos que participaron en esta sedimentación de conocimientos viven en mis recuerdos: Hans Laubscher, Rudolph Beck, Hendrick Brouwer, Foster Smith, Gustavo Feo Codecido, Raúl Laforest, Alirio y Cecilia Bellizzia, Pedro J. Bermúdez y otros. Urbani Patat considera a Alirio Bellizzia, junto con Clemente González de Juana como los dos geólogos más influyentes de la segunda mitad del siglo XX. Bellizzia, en particular, publicó un trabajo en el VI Congreso Geológico Venezolano titulado "*Sistema Montañoso del Caribe. Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur*" (1986), el cual fue una completa síntesis de la geología del norte de Venezuela, introduciendo conceptos relacionados con tectónica de placas.

La numerosa presencia de geólogos suizos en Venezuela, llegados a trabajar con la empresa Shell y los trabajos paralelos de los geólogos estadunidenses del sector académico y de las empresas petroleras, le imprimió por algún tiempo un carácter un tanto polémico a la interpretación de la historia geológica de Venezuela, algo casi inevitable al considerarse la influencia de los Alpes sobre el pensamiento geológico de los geólogos suizos. Estas discrepancias sobre geología estructural llegaron a zanjarse gracias al concepto unificador de tectónica de placas.

De particular significación para el estudio de la región ha sido el programa académico de la UCV, el cual se inició en 1942 pero adquirió mucho ímpetu en los últimos 50 años, con la elaboración de unas 150

tesis de grado, coordinadas principalmente por Clemente González de Juana, Mario Vignali, Nicolas Gerardo Muñoz, Enrique Navarro y Franco Urbani Patat. A este importante grupo siguen los estudiantes de la Universidad de Rice, Texas, quienes estudian la geología del norte de Venezuela, con énfasis en sus rocas metamórficas.

En este siglo los trabajos sobre la región incluyen, de manera prominente, la elaboración de 147 hojas a escala 1:25k publicadas en el "*Atlas geológico de la Cordillera de la Costa"* (2004) coordinado por Urbani Patat y Rodríguez, así como el nuevo mapa geológico de Venezuela, el cual incorpora los trabajos de Alirio Bellizzia de 1976, el Atlas de Urbani Patat y Rodríguez y los mapas de Guayana preparados conjuntamente por la U. S. Geological Survey y la empresa TECMIN.

En los años más recientes el conocimiento de la región se ha acelerado, gracias a los trabajos de integración llevados a cabo por la UCV y su equipo académico.

La multiplicidad de estudios sobre la región ha llevado, de manera inevitable, a diferencias de interpretación y a discusiones científicas sobre algunos de los componentes geológicos de la región, entre otros: las rocas volcánicas de Villa de Cura; las rocas volcánicas de la región de Tiara; la Formación Tacagua y sobre el concepto de "foliación", si es aplicable o no a las rocas metamórficas de la Isla de Margarita.

Este capítulo incluye una discusión sobre la tectónica de placas y la aplicación de este concepto al origen del Caribe y de la región septentrional de Venezuela. También se presenta una excelente síntesis de la historia geológica de Venezuela, en especial la zona del escudo guayanés y su contribución en el tiempo a la formación de las cuencas sedimentarias al norte y de los Andes, lo cual sirve de introducción a una discusión sobre el origen del Caribe y sobre la historia de la región montañosa del norte de Venezuela en el contexto de la teoría de tectónica de placas.

Urbani Patat describe las diferentes teorías sobre la existencia del Caribe, las cuales divide en dos grupos, las que postulan un origen estático y las que hablan de un origen dinámico. La teoría más aceptada hoy es la de un origen dinámico, tectónica de placas de proveniencia lejana. Esta teoría ganó progresiva aceptación desde la década de 1950 debido a las perforaciones llevadas a cabo en el fondo marino y el estudio

de sismos, los cuales refuerzan la hipótesis de esparcimiento oceánico postulada por Harry Hess.

Apoyándose en esta teoría de placas, Alirio Bellizzia postuló un origen alóctono para las rocas que forman la Cordillera de la Costa. Basa esta idea en la existencia de unidades tipo flysch al sur de la cordillera y en la yuxtaposición de rocas de diferentes orígenes y grados de metamorfismo de también diferente intensidad. En 1982, Suhas Talukdar y Daniel Loureiro presentaron el primer modelo de tectónica de placas específicamente referido a la Cordillera de la Costa, en la cual se observa la compleja relación entre del borde norte del continente americano con rocas volcánicas provenientes del norte.

En el resto del capítulo, Urbani Patat describe en detalle la evolución geológica de la región en base al modelo del Pacifico, hasta llegar al más reciente trabajo de James L. Pindell, Walter Maresch, Franco Urbani Patat, Erik Scherer, Hans-Peter Schertl, Klaus Stanek, Wenyong Duan y Diego Villagómez, publicado este año en el Journal of the Geological Society de Londres, se definen las condiciones geológicas del norte de Venezuela como "*la zona límite de placas del Caribe sur, una región compleja de orogénesis flotante, cuencas sedimentarias y sistemas de fallas de diferentes edades*".

Península de Paraguaná.

El estudio geológico de la Península de Paraguaná es objeto de un detallado recuento histórico, el cual se inicia con la mención al mapa de Agustín Codazzi de 1840 y a las primeras observaciones directas de Hermann Karsten, 1844-1846. Durante el siglo XIX los principales visitantes a la península fueron los geólogos alemanes Richard Ludwig y William Sievers. En los albores del siglo XX la península fue visitada por los geólogos liderados por Ralph Arnold, en especifica búsqueda de petróleo. Durante el siglo XX la presencia de geólogos en la península, provenientes del sector académico y de las empresas petroleras fue incesante. El sector académico se concentró en la historia geológica de las rocas de la Mesa de Cocodite y de Santa Ana, mientras que las empresas petroleras estudiaron su posible relación geológica con el Golfo de Venezuela, el cual permaneció esencialmente inexplorado durante todo el siglo debido a las tensiones fronterizas entre Venezuela y Colombia. En 1967, el suscrito presentó una síntesis de las posibilidades

petrolíferas de esta zona en el VI Congreso Mundial de Petróleo, celebrado en Ciudad de México.

La relación que hace Urbani Patat de los estudios hechos en la Península es exhaustiva. Han sido literalmente docenas de informes que hacen de la Península de Paraguaná sea uno de los lugares de Venezuela mejor estudiados desde el punto de vista geológico.

Durante el siglo XXI el interés geológico por la península se ha concentrado en el sector académico, especialmente por el grupo dirigido por David Mendi, con el apoyo de Franco Urbani Patat y otros geólogos, el cual produjo un mapa de la zona central de la península que refina el mapa generado a mediados del siglo XX por Otto Renz. En 2015, en estudio financiado por FONACIT-FUNVISIS, coordinado por Urbani Patat, se incluyó una integración de la información geológica de la península en 31 hojas a escala 1: 25k.

El capítulo contiene una sección sobre la Hidrogeología de la Península y otra sobre los resultados de los pozos exploratorios y de los trabajos geofísicos llevados a cabo en la península y zonas adyacentes.

Las Galeras del Baúl

El tercer capítulo de esta obra se refiere a la geología de las Galeras del Baúl y de los llanos occidentales, elaborado por Patxi Viscarret Valero y Franco Urbani Patat. Estas galeras conforman un alto topográfico cercano a la población de El Baúl, un macizo de rocas ígneas, volcánicas y metasedimentarias que ha llamado la atención de los geólogos por el papel que ha jugado en la evolución de las cuencas sedimentarias adyacentes y en las acumulaciones de petróleo en esas cuencas.

Las primeras observaciones geológicas de este alto corresponden al incansable Herman Karsten, alrededor de 1858, incluyendo un primer mapa de la zona. En 1935 la zona es visitada por el geólogo Rolf Engleman, quien habla por primera vez del alto del Baúl como una el límite occidental de la cuenca oriental de Venezuela y del Arco del Baúl - Paraguaná. Leuzinger y luego Feo Codecido llevan a cabo análisis petrográficos de las rocas del alto estableciendo la presencia de un complejo basal Precámbrico de Gneis, rocas metasedimentarias del Triásico al Jurásico inferior, granitos y rocas volcánicas probablemente pre-cretacicas. Emile Rod estudio el alto en 1955 y encontró trilobites en filitas grises de la Formación Mireles, identificados por E. Decker, de la

Universidad de Oklahoma como del Cámbrico inferior. En 1955 el geólogo John Black encontró amonitas pertenecientes al género *Paradoxides*, de edad Cámbrico medio. En 1959 la geóloga Cecilia Martín de Bellizzia presentó en el II Congreso Geológico Venezolano el levantamiento más completo del Alto del Baúl, incluyendo amonitas del género *Parabolina*, de edad Cámbrico superior.

En la segunda mitad del siglo XX el interés por la zona ha sido mantenido desde el sector académico, especialmente por el grupo del Instituto de geoquímica de la UCV, coordinado por el profesor Ramon S. Sifontes. En 1985 los geólogos Don Kiser e Ian Bass, de CORPOVEN, interpretaron los resultados de un levantamiento aeromagnético de alta resolución, volado sobre Venezuela en 1981, permitiendo una mejor interpretación de la configuración estructural del basamento adyacente a El Baúl. Este estudio sirvió para abrir nuevas perspectivas en la búsqueda de crudos livianos medianos en las cuencas Barinas-Apure y oriental de Venezuela. Hacia fines de siglo y durante el siglo XXI se ha seguido refinando el conocimiento de la zona, gracias a los trabajos de las nuevas generaciones de estudiantes de geología de las universidades de Los Andes y Central de Venezuela.

Los Terrenos Tectonoestratigráficos del Norte de Venezuela

El cuarto capítulo de esta obra es dedicado a los terrenos tectonoestratigráficos del norte de Venezuela, ese conjunto de áreas en las cuales la geología de las rocas existentes no guarda correlación histórica o genética con las rocas adyacentes. Estos terrenos forman parte del Sistema Montañoso del Caribe, que va desde las penínsulas de Paraguaná y Guajira en el oeste a las penínsulas de Araya y Paria en el este, la llamada cordillera de la costa, conjuntos de rocas ígneo-metamórficas cuyo origen e historia geológica están asociados con la tectónica de placas, la cual genera abundantes alóctonos, similar – en expresión de los geólogos – al material dejado al borde de la carretera por el tractor, cuando remueve el terreno.

2

PETER BARTOK
Texas, EEUU

El proceso científico es una metodología de estudio establecida desde el siglo XVII. El actual libro lo resalta en el contexto histórico que en su secuencia cumple con los criterios del proceso. El método se inicia con copias de documentos y observaciones de los primeros exploradores a partir del siglo XVI. En su segunda etapa se establecen las características que permiten repetir y mejorar la evolución de la exploración. Desde la edad media en Europa la meta de todos los jefes de gobierno se enfocó en la búsqueda de oro como fuente de riqueza, estaño y cobre para la elaboración de bronce y plata para la elaboración de utensilios finos. Pero para los españoles en el nuevo mundo el objetivo central era la búsqueda de oro.

El Dr. Urbani y colaboradores documentan el proceso desde el inicio de la conquista española. Lo interesante son las observaciones descritas por los primeros exploradores de la región septentrional de Venezuela. La elaboración de informes (geológicos, en este caso) han sido esencial para que aquellos que los siguen logren mejorar su metodología de exploración. Los fundamentos de la ciencia de geología no habían sido establecidos hasta el siglo XIX; por consiguiente, anteriormente sólo se documentaban ciertas relaciones elementales. En la obra se muestra este aspecto en detalle. Posteriormente, con nuevas capacidades de observación y herramientas mejoraron los detalles asociados de los descubrimientos previos. Como ejemplo, los textos descritos por Humboldt resaltaron los avances a principio del siglo XVIII.

Al definirse los criterios básicos de la ciencia de geología y posteriormente de geofísica, el enfoque se complementó con análisis petrográficos de las rocas asociadas con los descubrimientos y redefiniéndolas mediante analogías con similares ejemplos mundiales. De tal manera se logró aplicar procesos geológicos a la geología de la región septentrional de Venezuela. Adicionalmente, el Dr. Urbani reveló quienes fueron los investigadores y cuáles fueron sus respectivos aportes científicos. Una vez definidos los conceptos geológicos se entró en la

segunda etapa del proceso científico, que es el análisis y experimentación que permiten explicar las observaciones de campo.

En la última etapa de análisis, que denomino la etapa dinámica de geología, se demuestra como los estudios ejemplares realizados por los estudiantes de la universidad de Princeton (EEUU) bajo la dirección del Prof. Harry Hess, iniciaron las bases de todos los estudios modernos de la Cordillera de la Costa. Los análisis sucesivos fueron seguidos por múltiples cursos y presentaciones dictados por los investigadores que permitió sembrar las semillas para quienes los siguieron. Un ejemplo que puedo relatar fue mi propia experiencia con Dr. Hans Laubscher (mencionado en el texto), cuando le pedí que me explicara el contexto de las deformaciones andinas, tomó varias hojas de papel maché y los corto y con tijeras para mostrar el efecto de desplazamiento a lo largo de las rampas laterales andinas. Poder visualizar el proceso y luego analizar la observación fue muy ilustrativo.

El libro está escrito de una manera, que permite no sólo a los especialistas en geociencias conocer el proceso de investigación, sino también a todos interesados en la historia del análisis científico, para demostrar la dependencia de tomar en cuenta los estudios anteriores para mejorar sus conclusiones. Como geólogo con más de 50 años en la práctica, fue una grata experiencia leer el presente libro.

3

VÍCTOR RAMOS

Buenos Aires

Es realmente muy grato tener la oportunidad de presentar una obra que va a marcar un antes y un después en la Geología del Norte de Venezuela. No hay duda de que se convertirá en una obra de consulta no solamente para los interesados en las características geológicas de esta compleja área de Venezuela, sino para todos aquellos que se interesen en la historia del conocimiento de esta región. La comarca costera venezolana fue una de las primeras en ser visitada por los exploradores y conquistadores españoles que dejaron la impronta de sus descripciones durante los primeros años.

Este minucioso trabajo realizado es una actualización del presentado en su incorporación en 2009 como Individuo de Número a la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, pero enriquecida con una exhaustiva reconstrucción histórica de cómo se fue formando el conocimiento de la Cordillera de la Costa y con nuevos datos geológicos de estos últimos años. Al analizar la vasta obra anterior de Franco Urbani se hace evidente su pasión por identificar en forma bien documentada el avance del conocimiento y su profunda dedicación a reconstruir la historia de Venezuela. Esta la realiza con solvencia por su comprensión de primera mano de los procesos geológicos, lo que nos permite augurar que se convertirá en una obra maestra y preciado legado para las próximas generaciones.

Evolución del conocimiento

Es ampliamente conocida la expedición de Alonso de Ojeda donde participó Américo Vespucio, afamado cartógrafo, quien acompañaba a Juan de la Cosa. Este último no solo brindó las primeras vistas de la costa, sino que acuñó el nombre de Venezuela para estas tierras. Sin embargo, no es tan conocida la novedosa vista de la Cordillera de la Costa desde el Cabo Codera realizada casi un siglo después por Vellerino de Villalobos.

El autor nos brinda con precisión en su introducción la representación facsimilar de su explicación y título de la obra.

Una parte interesante de este avance del conocimiento la dan las numerosas minas de oro y algunas de cobre trabajadas desde el siglo XVI hasta el XVIII, que narra con probada capacidad y buena documentación. Llama la atención del lector que Urbani no solo registra su historia, sino que a través de sus trabajos de campo ha podido ilustrar en sus mapas con exactitud la ubicación de estos antiguos laboreos.

Una destacada mención recibe los trabajos de Alejandro de Humboldt, al que correctamente reconoce como iniciador de las Ciencias Geológicas en Venezuela. No solo destaca sus pioneras investigaciones, sino que ellas han servido a numerosos naturalistas y geólogos que a través de los años se han abocado al análisis de la región. Es realmente excepcional la evaluación que hace de los trabajos y mapas de Alcide d´Orbigny, Amí Boué, Franz Foetterle, Jules Marcou y Jean Antoine Víctor Martin de Moussy. Estos autores que no han visitado Venezuela y que se han guiado en los aportes de von Humboldt, son presentados en forma amena con sus respectivos mapas.

Introduce a Agustín Codazzi, un genio de la cartografía cuyo *Atlas físico y político de la República* de 1841 sirvió de base a numerosos estudios geológicos posteriores. Entre ellos, enfatiza las contribuciones de Hermann Karsten y George P. Wall a mediados del siglo XIX, quienes produjeron los primeros mapas y secciones geológicas de Venezuela, en especial de la Cordillera de la Costa, complementadas por las observaciones de Wilhelm F. Sievers de fines de ese siglo junto a los primeros estudios petrográficos de Jovan Žujović.

La historia del conocimiento avanza en la primera mitad del siglo XX con interesantes anécdotas como las de los trilobites silúricos de Valencia, cuyos ejemplares resultaron tener una procedencia norteamericana. En esos años describe los primeros estudios petroleros con énfasis en las rocas sedimentarias mesozoicas, llevados a cabo por diversas compañías, hasta la elaboración del mapa geológico del ingeniero venezolano Alfredo Jahn de 1921. En esos años, los principales aportes proceden de geólogos extranjeros contratados por compañías petroleras, hasta el Primer Congreso Geológico Venezolano de 1937, donde en el mapa del país presentado en la ocasión, comienzan las primeras contribuciones de geólogos venezolanos como las de Santiago

Aguerrevere y Guillermo Zuloaga. Estos introducen los primeros nombres formales de una estratigrafía moderna de la Cordillera de la Costa.

Los trabajos continúan en la segunda mitad del siglo XX, en gran parte encarados a conocer sus rocas sedimentarias, apareciendo los primeros hallazgos paleontológicos de megafauna y microfósiles que permiten conocer fehacientemente la edad de los estratos portadores.

Es importante destacar que, en el análisis de todas estas contribuciones, Franco Urbani se preocupa por rescatar a sus autores, a través de fotos personales, algunas de ellas inéditas, junto a reproducciones de mapas geológicos y sus aportes detallados a la Cordillera de la Costa. Esto permite valorar objetivamente el avance del conocimiento y conocer a sus autores que dejan así de ser una cita más en una extensa lista de referencias.

Los estudios tectónicos de este sector septentrional del país se inician con los aportes de Víctor M. López en 1942, geólogo venezolano de amplia experiencia internacional formado en Estados Unidos. A López se debe el haber invitado a Walter H. Bucher, afamado tectonista norteamericano en 1950, quien produjo el primer mapa tectónico de Venezuela. De esos años es el reconocimiento en la Cordillera de la Costa de las primeras rocas ofiolíticas sobre la base de los estudios de Heinrich M. E. Schürmann.

La segunda mitad del siglo XX, de acuerdo con Franco Urbani, estuvo marcada por los estudios de la Universidad de Princeton dirigidos por Harry Hess, que tuvieron como objetivo principal analizar las relaciones de la región del Caribe con este sector de la Cordillera de la Costa. Una pléyade de estudiantes realiza sus tesis doctorales en esta universidad sobre los problemas tectónicos de la región. Uno de los pioneros es Gabriel Dengo, geólogo costarricense que se destacó por sus estudios tanto en Venezuela como en Colombia, quien realizó en 1950 su tesis en la región de Caracas, por el interés de Harry Hess en investigar la anomalía gravimétrica del Caribe identificada por debajo de la Cordillera de la Costa. Entre más de una decena de tesis valoriza los resultados de la tesis de Alfredo Menéndez, quien sintetiza y revisa las tesis anteriores y produce una novedosa interpretación de la Cordillera de la Costa y sus corrimientos en 1966. Destaca las investigaciones de S. R. M. Harvey, quien no terminó su tesis por desavenencias con Harry Hess, que

interpretaba estas estructuras como producto de la gravedad, publicando sus ideas comprensivas en 1972. El análisis que presenta Franco Urbani permite reconocer paso a paso la evolución de las ideas a través del tiempo de las interrelaciones entre el sistema del Caribe y la Cordillera de la Costa hasta su interpretación actual.

En esa segunda mitad del siglo XX, en forma casi simultánea a los anteriores, Heinrich Gerth presenta en 1955 su síntesis de la Geología de América del Sur, donde, basado en trabajos anteriores, realiza interpretaciones novedosas de la Cordillera de la Costa que se anticipan al conocimiento actual. Estas interpretaciones son complementadas ese mismo año por los trabajos del geólogo suizo Hans P. Laubscher, quien describe correctamente la deformación y los megaclastos tectónicos producidos por la imbricación compresiva de diferentes tipos de rocas. Ambos trabajos se diferencian de los trabajos doctorales de Princeton y son más cercanos a las hipótesis actuales.

En esos años fueron relevantes los trabajos de exploración que se dan a conocer en el Primer Congreso Venezolano del Petróleo de 1962, donde se presenta la información aportada por seis compañías para producir un excelente mapa geológico tectónico del país a cargo de Foster D. Smith. En este mapa se reúne la información de las compañías y las tesis de la Cordillera de la Costa con una completa identificación de las rocas volcánicas de Villa del Cura. Además, se realiza una correlación entre las unidades de la isla Trinidad y las de tierra firme.

Un paso importante de acuerdo con Franco Urbani, es la creación del Ministerio de Minas e Hidrocarburos que reunió en la Dirección de Geología tareas que hacían anteriormente otros organismos. Es así como se compila el primer Mapa Geológico de Venezuela que incluye novedosos datos de la región de Guayana en 1955 a cargo de Raúl Laforest. En esos años también se inició el levantamiento hidrogeológico del país.

La década de los ’60 fue una “época dorada” para la cartografía geológica de la Cordillera de la Costa que incorpora las cartas levantadas por los tesistas de Princeton, donde tuvo especial protagonismo Alirio Bellizzia junto a otros geólogos del ministerio. Años después publica su *Sistema montañoso del Caribe, borde sur de la placa Caribe: ¿Es una cordillera alóctona?*, que marcó un hito en 1972 sobre su interpretación tectónica. Bellizzia junto a Nelly Pimentel y Rosario Bajo de Osuna publican un

nuevo mapa geológico estructural que junto a la Geología de Venezuela de González de Juana constituye, siempre de acuerdo con Franco Urbani, una piedra fundamental de la Geología de ese país.

La tectónica de placas fue introducida en estas interpretaciones por Suhas Talukdar y Daniel Loureiro en 1982 al estudiar asociaciones de alta presión y baja temperatura adyacentes a granitos en facies de anfibolita. Estos autores explican la variedad de rocas de la Cordillera de la Costa por la interacción de un arco de islas asociado a otras rocas oceánicas que se emplazan en la faja de Villa del Cura. Estos modelos siguen evolucionando y Franco Urbani nos muestra estas sucesivas propuestas con mapas paleogeográficos que permiten seguir los cambios en el conocimiento a través de los años.

Marino Ostos en su tesis doctoral de 1990 introdujo el modelo de la "Escuela del Pacífico", que permitió explicar que no solo la faja de Villa del Cura es alóctona, sino también las otras fajas asociadas. Este mismo autor dató los gneises de Peña de Mora demostrando una inesperada edad Mesoproterozoico, en rocas procedentes del basamento continental sudamericano, que confirmó anteriores interpretaciones que postulaban la posibilidad de que hubiese rocas precámbricas junto a metamorfitas más jóvenes.

Los años siguientes, de acuerdo con Franco Urbani, permitieron caracterizar mejor las ofiolitas, datar por Ar/Ar en rocas de alta presión y baja temperatura la edad de 35 Ma para el emplazamiento oligoceno de estas rocas.

La Península de Paraguaná

En esta segunda parte, Franco Urbani, conjuntamente con su distinguido alumno David Mendi Fernández, analizan la evolución de esta compleja península, que vincula como una proyección de Venezuela hacia el Caribe.

Analizan desde las primeras vistas de la expedición de Alonso de Ojeda a principios del siglo XVI, la evolución de su geografía a través de una serie de mapas que muestran cómo ha ido cambiando nuestra percepción de la Península.

Los estudios geológicos posteriores se vuelcan en el preciso mapa de Agustín Codazzi de 1840, donde se destacan nuevamente los aportes de

los alemanes Hermann Karsten, Richard Ludwig y Walter Bergt, que concluyen con los aportes de Wilhelm Sievers hacia fines del siglo XIX.

El siglo XX se inicia con el interés en la exploración con los estudios realizados por geólogos petroleros, donde se destaca Thomas A. Bendrat, aunque no encuentran rastros de petróleo. Corresponde a J. B. Burnett extender la exploración y en su informe de 1913 reporta corales impregnados de petróleo. Le siguen en esas primeras décadas un gran número de estudios a cargo de geólogos de exploración hasta que en 1920 la flamante *North Venezuelan Petroleum Company* liderada por Hans G. Kugler desarrolló los primeros campos petroleros en el sector oriental de la cuenca de Falcón.

Los autores narran numerosos estudios sobre diferentes aspectos petrográficos, estratigráficos y nuevos hallazgos paleontológicos que permiten poco a poco conocer la compleja geología de la Península. Entre ellos se destaca la tesis de Parke A. Dickey en 1932, quien ya ese año ilustra una sección estructural donde las rocas básicas y ultrabásicas del Cerro Santa Ana no tendrían raíces, anticipando las interpretaciones actuales. Los aportes de Otto Renz de 1948 sobresalen por sus precisiones, con levantamientos detallados y excelente información estructural, parte de ellos mantenidos inéditos hasta años más tarde, pero que han tenido una marcada influencia en los estudios posteriores.

Un hito importante en este conocimiento son las primeras dataciones del Plutón El Amparo que con su edad pérmica permite una correcta asignación estratigráfica de las unidades posteriores, así como la de las rocas de caja de edad proterozoica. Los autores muestran la importancia de una cartografía detallada y completa de la península que permite presentar las diferentes unidades con sus actuales edades estratigráficas.

El capítulo de abastecimiento de agua, de vital importancia para la industria petrolera, junto con el de la geología del subsuelo, que reúne datos magnéticos con líneas sísmicas, permitió identificar cuatro dominios estructurales en la península. Las precisas interpretaciones de Carlos Macellari de fines del siglo XX ilustran finalmente la estructura dominante de la cobertura de la región. Sobre la base de esta información se esbozan los esquemas tectónicos que ilustran las relaciones entre la isla de Aruba y la península, dentro del sistema caribeño, como los presentados por Marvin Baquero en 2017.

Esta parte culmina con la descripción de la historia y las columnas estratigráficas de los distintos pozos petroleros realizados en la comarca con sus principales protagonistas. Los comentarios finales del capítulo hacen una excelente descripción del conocimiento actual y presentan una exhaustiva lista de referencias sobre la península de Paraguaná.

Las Galeras de El Baúl

Este capítulo es presentado con la colaboración de Patxi Viscarret Valero en el que reconstruyen la historia del conocimiento del Macizo de El Baúl. Estas rocas de basamento en el medio de la llanura, cuyo nombre procede de mitos antiguos según los cuales su perfil topográfico era interpretado como antiguas galeras que navegaron mares del pasado, tienen una geología muy interesante y distinta a lo que las rodea.

Los autores comienzan con una detallada cronología de las primeras descripciones con figuras ya conocidas como Herman Karsten y Wilhelm Sievers del siglo XIX que culminan con síntesis como las de Alfredo Jahn y Ralph Liddle a mediados del siglo XX. Estas se complementaron con observaciones de geólogos de las compañías petroleras, entre las que se destaca la propuesta de Rolf Engleman en 1935, quien interpreta a El Baúl como límite entre la cuenca de Oriente y la de Barinas.

Las observaciones culminaron en la segunda mitad del siglo XX con los aportes de Paul Leuzinger y Gustavo Feo-Codecido que en 1954, quienes reconocen y nombran diferentes tipos de granito y riolita asociadas a filitas y pizarras. El mérito de encontrar los primeros trilobites en estas rocas al año siguiente corresponde a Emile Rod. Estos trilobites, años más tarde, se determinaron como *Parabolina argentina*, que corresponde a un fósil guía de los mares tremadocianos, presente desde Colombia al sur de Bolivia y norte de Argentina.

Los estudios petroleros permitieron mejorar el conocimiento de la estructura a través de las primeras líneas sísmicas donde participaron numerosos geólogos de diferentes compañías que culminaron con precisas secciones estructurales presentadas por John Miller y Aníbal Martínez en 1972, que muestran una secuencia de semigrábenes extensionales.

Los estudios paleomagnéticos de William MacDonald y Neil Opdyke produjeron las primeras edades de las rocas volcánicas asignándolas al

Triásico y determinando uno de los primeros polos de América del Sur para esa edad en 1974.

Franco Urbani y colaboradores muestran el importante incremento del conocimiento que producen los levantamientos aeromagnéticos y las líneas sísmicas para delimitar las relaciones en el subsuelo de las rocas del El Baúl con las secuencias sedimentarias de las cuencas de Barinas y Guárico, en especial para reconstruir su historia de levantamiento y la barrera que ejerció para la migración del petróleo entre las dos cuencas.

Durante el siglo XXI se presenta una completa estratigrafía de las rocas aflorantes en El Baúl, formalizando las propuestas previas de Cecilia Martín, primera geóloga venezolana. Esta propuesta viene acompañada de precisas edades SHRIMP U-Pb en zircones determinadas en la tesis doctoral de Patxi Viscarret, que permitieron finalmente asignar las riolitas y los granitos de Piñero y Mata Oscura al Pérmico temprano, mientras que el granito del Mogote arrojó una inesperada edad cámbrica tardía. La edad obtenida de 495 Ma indicaría que, si este granito afecta a las filitas, estas no podrían contener trilobites tremadocianos.

El conocimiento geológico de El Baúl culmina con el levantamiento geológico de once hojas a escala 1: 25.000 supervisado por uno de los autores que muestran el estado actual de su geología.

Los Terrenos Tectonoestratigráficos

En esta última parte, Franco Urbani nos presenta una completa síntesis con una descripción robusta y pormenorizada de las distintas fajas tectonoestratigráficas del norte de Venezuela, cuya solidez se basa en más de cuatrocientos mapas geológicos a una escala 1: 25.000.

El análisis de estas fajas en la Cordillera de la Costa que representan la interacción del Sistema del Caribe y la placa sudamericana sigue un orden cronológico, en parte basado en la historia previamente descrita del conocimiento geológico. A partir de las iniciales definiciones de estas fajas por Alfredo Menéndez y Sebastián Bell, se llega a la interpretación de Walter Maresch en el marco de la tectónica de placas. Esta es corroborada por los estudios de Jean-François Stephan y Christian Beck al reconocer fajas con asociaciones de alta presión y baja temperatura. Estos autores introducen en sus tesis el concepto de napas para enfatizar el contacto tectónico e imbricación de las distintas unidades.

El levantamiento de los mapas geológicos realizados por docentes y estudiantes de la Universidad Central de Venezuela, donde el autor ha tenido importante protagonismo, permitió establecer con precisión los límites de estas fajas, identificar nuevas y, a través de detallados estudios de su estructura, mostrar su alta complejidad.

La caracterización petrográfica y mineralógica de estos terrenos tanto en la Serranía del Litoral como en la Serranía del Interior, con sus bloques colindantes, permite apreciar el avance en el conocimiento de la compleja geología de la Cordillera de la Costa. Las diferentes unidades aparecen ilustradas con mapas de detalle de los sectores más complicados y que son clave para la comprensión de su geología. Los tipos litológicos principales y su estructura mesoscópica son presentados con detalladas fotografías de campo que permiten percibir la intensa deformación que los ha afectado.

Los estudios geocronológicos de estos últimos años, nos enfatiza Franco Urbani, no solo permiten establecer su edad de emplazamiento, sino caracterizar los diferentes pulsos de deformación desde el Oligoceno al Mioceno. En esos estudios ha sido fundamental la presencia de fengita que permitió obtener edades precisas de 35,1±0,4 Ma, que ubica la iniciación de estos procesos en el Eoceno tardío.

En los últimos años, a partir de los estudios de James Pindell y su grupo de trabajo, se pudo identificar en estas rocas la presencia de ultrametamorfismo mediante dataciones Lu-Hf en granate. Esto permitió establecer con precisión las trayectorias de presión y temperatura de estas rocas metamórficas.

Estos estudios complementados con los de Daniel Viete, quien reconoció en las eclogitas edades heredadas desde 1.800 a 1.120-970 Ma, junto a edades paleozoicas y jurásicas, permitió entender que en el proceso de subducción de la placa protocaribeña debajo de América del sur no sólo produjo erosión cortical de rocas del basamento cristalino, sino también de los depósitos del margen pasivo de este sector del continente sudamericano.

Estas edades geocronológicas le permiten al autor descartar que las rocas de estos terrenos se hayan formado en el occidente sudamericano mediante una subducción pacífica y que con posterioridad por transcurrencia hayan llegado a su posición actual, como ocurre de acuerdo con Walter Maresch en la Isla Margarita. Estas rocas

ultrametamórficas se han exhumado a través de fallas muy profundas durante el proceso de extrusión asociado a la colisión de la placa del Caribe. Es interesante destacar como lo hace el autor, que en ciertos sectores estas rocas eclogíticas y glaucofánicas aparecen asociadas con rocas ofiolíticas y granulitas.

Se presenta después de estos rasgos generales una detallada descripción de cada faja de metamorfismo, llamando la atención el sector occidental del terreno Ávila de rocas con edades desde proterozoicas a cambro-ordovícicas, varias de ellas con valores típicos de la orogenia caledoniana (o famatiniana del sector protoandino). En el bloque oriental se obtienen edades más antiguas hasta paleoproterozoicas, coherentes con los trends observados en los orógenos del cratón amazónico. Estas variaciones a lo largo de los diferentes terrenos son observadas en distintas fajas, como se infiere de las edades de los circones detríticos. Llama la atención cómo los terrenos del sector occidental tienen zircones detríticos en los que predominan dos picos, uno de edad grenvilliana y otro de edades ordovícicas, que muestran en sus fuentes la participación del orógeno Putumayo y rocas pertenecientes al orógeno famatiniano de amplia distribución en Colombia y en la Cordillera de Mérida. Estos alternan con picos menores de edad neopaleozoica.

La descripción de estos terrenos es complementada con una actualizada síntesis de la geología, petrografía y geocronología del sector insular, que completa el conocimiento de la región estudiada.

Toda la obra se caracteriza por una importante lista bibliográfica que invita a los interesados a consultar los documentos originales, donde también se mencionan y rescatan informes inéditos, parte de ellos preservados en los archivos de las compañías petroleras.

Como síntesis final de esta presentación, es necesario destacar que esta obra reúne en sus casi más de mil páginas más de cincuenta años de labor del autor principal, tanto de trabajos de campo, gabinete como de análisis de la frondosa literatura sobre el norte de Venezuela. No hay duda en que la documentada información que exhibe es fruto de observaciones a través de toda la región en forma casi personal, que muestra la familiarización del autor con los diferentes afloramientos a través de sus estudios o de la supervisión de trabajos de sus estudiantes, tesistas y colaboradores procedentes de diferentes partes del mundo.

Cuando se observa en forma retrospectiva toda la obra, el lector se sorprende de la forma exhaustiva y pormenorizada, con la que es analizada cada región, cada terreno, desde los inicios del conocimiento hasta las más actualizadas interpretaciones de su evolución tectónica.

Solo queda felicitar al autor y sus colaboradores por tan enjundiosa síntesis de la Geología del Norte de Venezuela, la que durante muchos años será de obligada consulta para aquellos que quieran incursionar en su geología o estudiar una de las áreas más complejas de la geología sudamericana.

PREFACIO

Este es el primer volumen[2] de una serie dedicada a la geología del norte de Venezuela, especialmente en las regiones donde afloran rocas metamórfica e ígneas, con el siguiente plan:

Este *Volumen 1* comnsta de cuatro capítulos independientes, donde los tres primeros son esencialmente de contenido histórico, con detalles de cómo ha evolucionado el conocimiento geológico en la Cordillera de la Costa, la Península de Paraguaná y las Galeras de El Baúl. El cuarto capítulo es técnico y contiene una síntesis actualizada de los terrenos tectonoestratigráficos[3] aflorantes en los cinturones orogénicos del norte del país.

El *Volumen 2* contendrá las fichas elaboradas en el formato tradicional del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, de todas las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela, como un aporte de quien edita este libro, para alguna edición futura de esta importante obra para la geología venezolana, que desafortunadamente no se ha actualizado desde 1997.

El *Volumen 3* será un *Atlas Geológico* con 430 cartas geológicas elaboradas originalmente a escala 1:25k. Ver la distribución geográfica en el la Tabla 1 del Capítulo 4.

---

[2] Hay un libro previo en este mismo tema, que se publicó antes de concebir esta nueva trilogía, se trata de *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*, 2021:
Vol. 1. Franco URBANI, ed., https://www.researchgate.net/publication/355164656
Vol. 2. Atlas Geológico. Franco URBANI y Alí GÓMEZ.
https://www.researchgate.net/ publication/352771220.

[3] Un terreno tectonoestratigráfico, o simplemente terreno, es un fragmento de material cortical con una historia geológica distintiva que difiere significativamente de las áreas circundantes. Los terrenos suelen estar delimitados por fallas y han sido yuxtapuestos tectónicamente en un margen continental.

El material de los volúmenes 2 y 3 se encuentra completo, faltando las correcciones técnicas, de estilo y diagramación. Así mismo, se encuentra en gestación otro tomo con información petrológica, con un *Atlas Petrográfico*, donde el Prof. Sebastián Grande será el autor principal.

Los cuatro capítulos que conforman esta obra derivan de publicaciones previas difundidas entre 2009 y 2018, las cuales han sido revisadas, actualizadas y sustancialmente ampliadas.

En los tres primeros capítulos, se ha incluido información biográfica de los profesionales mencionados, procurando aportar, al menos, los datos esenciales de su trayectoria y, cuando ha sido posible, elementos personales como retratos o reproducciones de sus firmas. Este esfuerzo busca reconocer el aporte de numerosos investigadores que, más allá de constituir una simple cita bibliográfica del tipo "*Apellido (año)*", representan personas reales, de carne y hueso —en su mayoría hoy casi olvidadas—, cuyo trabajo y dedicación contribuyeron a edificar, paso a paso, la extensa y pausada construcción del conocimiento que ha permitido alcanzar el nivel actual del saber geocientífico.

El cuarto capítulo es de carácter técnico y presenta una descripción detallada de los terrenos tectonoestratigráficos que contienen rocas ígneas y metamórficas pertenecientes a los cinturones orogénicos del norte de nuestro país. Abarca desde la Península de Paria, en el extremo oriental, hasta la Península de la Guajira, adyacente a Colombia, incluyendo las islas. Este capítulo en particular, ha sido ampliado de manera significativa mediante la incorporación de toda la información geocronológica —publicada o inédita— disponible desde 2009 hasta la actualidad.

Notas metodológicas y observaciones

* Las comisiones encargadas de las tres ediciones del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, 1956, 1970 y 1997, han utilizado el código norteamericanas de nomenclatura[4]. El año pasado en acuerdo con las

[4] e.g., NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 1983. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bulletin,* 67(5): 841-875.

sociedades geológicas de Latinoamérica[5], se publicó una traducción al español del *Código Estratigráfico de Norteamérica*, que aplicamos en la presente obra[6]. A efectos prácticos los dos cambios más importantes son:

-Dentro de las unidades litodémicas, el término "Suite" en inglés, previamente se había traducido en Venezuela como "Asociación"; ahora se cambia por "Ensamble". Por ejemplo, "Asociación Granítica El Baúl" se sustituye por "Ensamble Granítico El Baúl".

-En los nombres de unidades se desecha el uso de la preposición "de", por ejemplo: "Esquito de Las Brisas" se sustituye por "Esquisto Las Brisas".

* Esta obra refleja en cierta medida las preferencias del editor, un sesgo particularmente evidente en los tres primeros capítulos, que abarcan las regiones donde ha desarrollado con mayor profundidad sus investigaciones. En el Capítulo 4, dedicado a los terrenos tectonoestratigráficos de los orógenos del norte de Venezuela, algunos terrenos son descritos con mayor detalle que otros, en correspondencia a las experiencias en campo del autor.

* En las unidades metamórficas de muy bajo grado -sub-esquisto verde-[7], donde no se ha generado foliación, ni deformación apreciable que haya borrado las estructuras primarias, no se emplean nombres específicos de rocas metamórficas (e.g.: mármol, filita, cuarcita), ni el prefijo "meta".

---

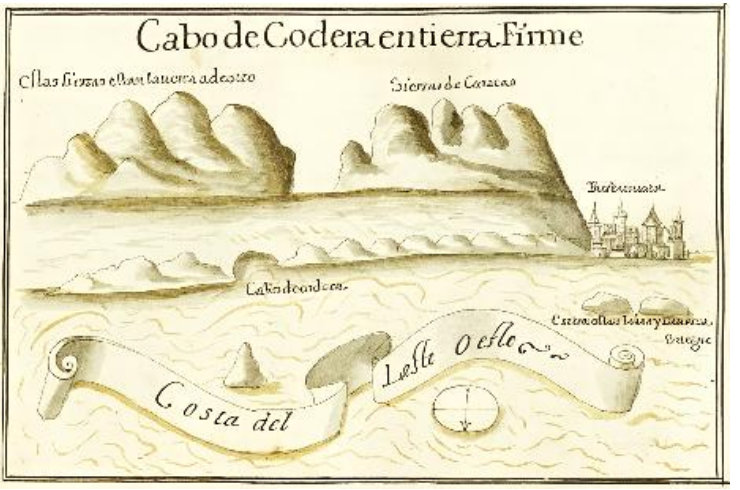
[5] COMISIÓN NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA. 2024. Código Estratigráfico Norteamericano. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 76(1): A240124 http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/7601/A240124_CEN.pdf

[6] Estos cambios se han realizado en el texto. Cuando la palabra "Asociación" aparece dentro de figuras, no se ha cambiado por no tener acceso al dibujo original.

[7] Ver Figura 16F del Capítulo 4 donde se muestra el diagrama P-T de las facies sub-esquisto verde.

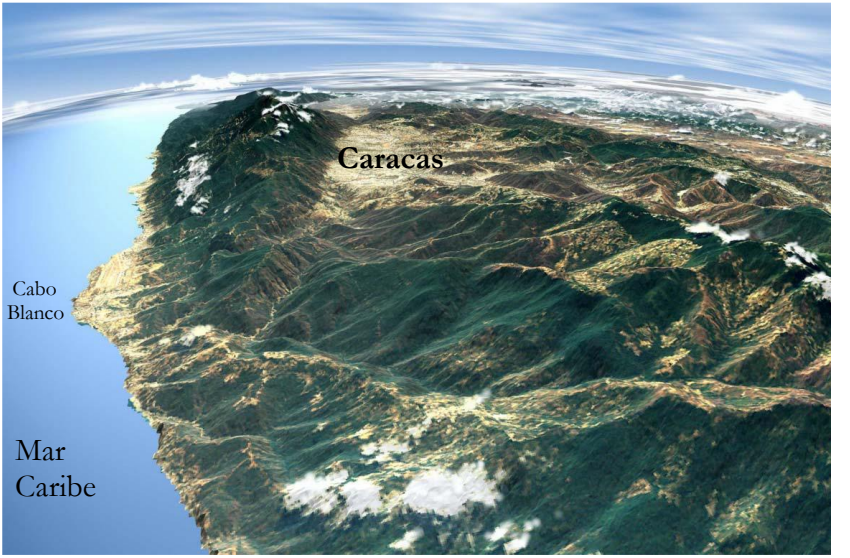
1

EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA[1]



*"**Cabo de Codera en tierra Firme**"*
Primera representación de la Cordillera de la Costa (Baltasar de VELLERINO 1592)

[1] La primera versión de este capítulo formó parte del Trabajo de Incorporación del autor, como Individuo de Número de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (Sillón XXVI, 2009); luego publicado en el *Boletín de Geología*, 37: 4-117, 2018 <https://www.researchgate.net/publication/ 326834888>. La presente es una versión actualizada y considerablemente aumentada.


Caracas
Cabo
Blanco
Mar
Caribe


Pico Oriental
Pico Naiguatá
Caracas



[2]

Figura 1. *Vistas de la Cordillera de la Costa en la región de Caracas.*

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo damos una perspectiva histórica de la evolución del conocimiento y estudios geológicos de la Cordillera de la Costa (Fig. 1). Se expone como fue vista la Cordillera por los hombres que la han estudiado y descrito. Se describe el sucesivo perfeccionamiento de la cartografía geológica, que constituye la actividad básica generadora del conocimiento geológico, e inclusive de descubrimiento geográfico del territorio. El capítulo se dispone en forma cronológica, comenzando con los escasos datos del período colonial, continuando hasta hoy día, pero sin duda los principales avances ocurren en la segunda mitad del siglo XX, con el establecimiento de programas sistemáticos de estudios regionales, e introducción de nuevas técnicas analíticas. También se discute, cómo se han interpretado las rocas y geoformas; cómo ha cambiado la manera de entender el origen y el

[2] Fotografías de autores desconocidos tomados de Google Images.

desarrollo de estas montañas. En fin, en el siglo XX con el advenimiento de la teoría de la Tectónica de Placas hubo una marcada explosión del conocimiento en todas las disciplinas geológicas. La Cordillera de la Costa no escapa del notable avance en la comprensión de su evolución es espacio-tiempo de los distintos tipos de rocas que la constituyen, permitiendo una mejor lectura de ellas desde su remoto origen hasta su exposición actual.

A los efectos de este trabajo, nos restringimos a las montañas que se inician en Cabo Codera, culminando en las elevaciones ubicadas a ambos lados del gran valle de Yaritagua - San Felipe en el estado Yaracuy (Fig. 1), solo con algunas excepciones de menciones a la Ofiolita de Siquisique en el estado Lara y la Isla de Margarita.

Conviene señalar qué desde un punto de vista geográfico, la Cordillera de la Costa aparece claramente dividida en dos serranías, Litoral e Interior (Fig. 2), ambas con características geológicas distintivas, como se verá en el curso de este trabajo, principalmente en el Capítulo 5.



***Figura 2**. Subdivisión de la Cordillera de la Costa en un modelo digital de elevación elaborado a partir de la misión SRTM-NASA adquirida en febrero 2000 (GARRITY* et al. *2004).*

2. LA CORDILLERA DE LA COSTA A TRAVÉS DEL TIEMPO

SIGLOS XVI a XIX

La primera navegación por la costa del Litoral Central de Venezuela fue la realizada por Alonso de Ojeda en 1499, donde también viajaban Américo Vespucio y, Juan de la Cosa como Piloto Mayor. Estos viajeros pudieron vislumbrar la fortaleza del relieve de la Cordillera de la Costa. De esta expedición nace el nombre de Venezuela y a su regreso al puerto de Santa María en España, **Juan de la Cosa**[3] (c.1450-1509) en 1500 prepara un mapa donde por primera vez aparece en nombre de nuestro país y el contorno de su costa norte (DE LA COSA 1500) (Fig. 3).

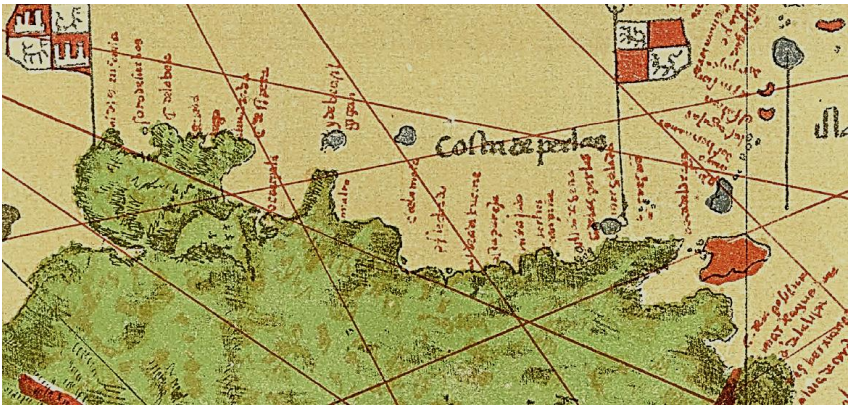


Figura 3. *Fragmento del* mapamundi *de Juan de la Cosa, 1500, donde se representa el norte de Sur América: Trinidad, Venezuela y Colombia.*

[3] Información biográfica en https://dbe.rah.es/biografias/5183/juan-de-la-cosa

Posteriormente, los viajes continúan ininterrumpidamente, pero nos detendremos casi un siglo después, cuando **Baltasar Vellerino de Villalobos** (1592)[4] presenta un dibujo (Fig. 4) que representa la primera expresión visual de la Cordillera, con una perspectiva de la parte costera desde Cabo Codera hasta Borburata, abarcando también las dos serranías, la del Litoral que denomina "*Sierra de Caracas*" y las montañas de la Serranía del Interior, como las podríamos avizorar desde el frente de Barlovento y en ellas escribe que "*estas tierras están tierra adentro*". Incluye además las islas de Puerto Cabello y una roca puntiaguda que debe corresponder al Farallón Centinela. Esta obra tiene la primicia de ser la primera ilustración de la Cordillera de la Costa.

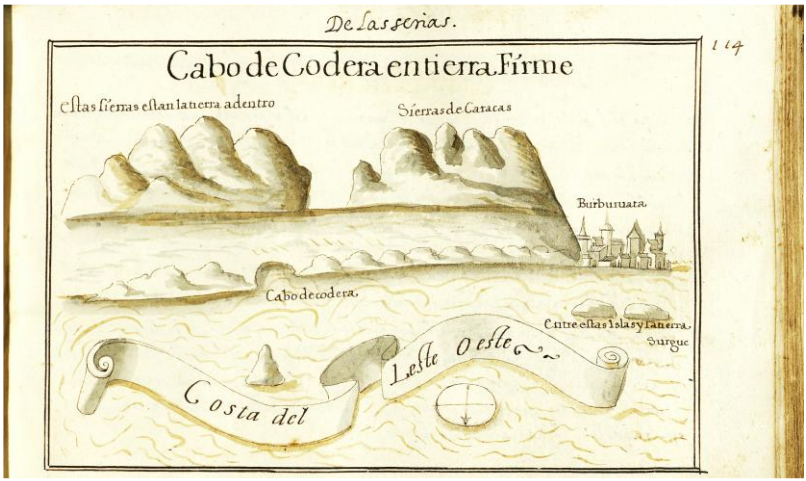
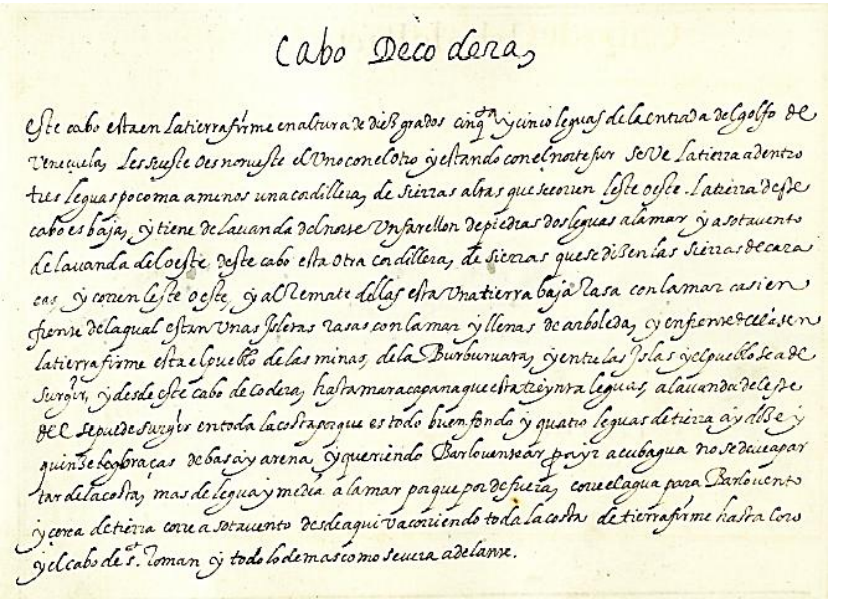


***Figura 4**. Primera representación de la Cordillera de la Costa desde Cabo Codera hasta Borburata (VELLERINO DE VILLALOBOS 1592).*

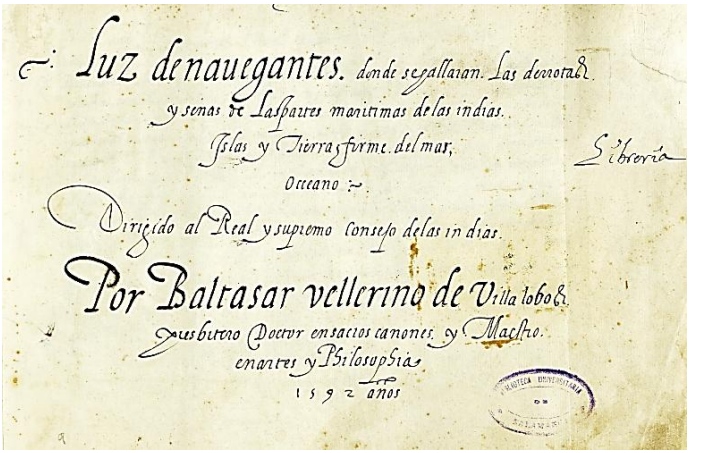
[4] Según FERNÁNDEZ (2002) la fuente descriptiva de las ilustraciones de Vellerino proceden del "*Itinerario...*" entonces inédito de Juan ESCALANTE DE MENDOZA (1575, 1985). Además, nos dice que la obra de Vellerino "*es un calco de la parte de navegación del* 'Itinerario*', al que tuvo acceso como mayordomo del arzobispo de México don Pedro Moya de Contrera. Presidente del Real Consejo de Indias*".



Cabo Decodera

Este cabo estaen la tierra firme en altura de diez grados cinq.ta y cinco leguas de la entrada del golfo de Venezuela. Es rueste oes nornueste del Vno con el otro y estando con el norte ser ve la tierra adentro tres leguas poco mas a menos una cordillera de sierras altas que seorren este oeste. La tierra deste cabo es baja, y tiene de lauanda dolnorse Vnsarellon de piedras dos leguas a la mar y a sotauento de lauanda dal oeste deste cabo esta otra cordillera de sierras que se dicen las sierras de caracas y corren este oeste, y al remate dellas esta vna tierra baja rasa con la mar a trauesia de la qual estan vnas islas rasas con la mar y llenas de arboleda, y enfrente de esta en la tierra firme esta el cuello de las minas de la Burburuata, y entre las islas y el cuello se ha de surgir, y desde este cabo de Codera hasta maracapana que estra treynta leguas, a lauanda de este dho. Sepude surgir en toda la costa ragoneste es todo buen fondo y quatro leguas de tierra ay dos de y quinse lobraças de basa y arena, y queriendo Barlouentear por ir acubagua no se ha de apartar mas de la costa de legua y media a la mar porque por de fuera, corre la agua para Barlouento y cerca de tierra corre a sotauento desde aqui vaconriendo toda la costa de tierra firme hasta coro y el cabo de S.t Roman y todo lo demas como se cuera adelante.

Texto explicativo de la figura anterior.



Luz de nauegantes. donde se gallaran. Las derrotas
y senas de las partes maritimas de las indias.
Islas y Tierra firme. del mar,
Oceano.

Librería

Dirigido al Real y supremo consejo delas indias.

Por Baltasar vellerino de Villalobos
Dotor en sacros canones. y Maestro
en artes y Filosofia
1592 años

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
SALAMANCA

Figura 4b. *Reproducciones del manuscrito de* VELLERINO DE VILLALOBOS *(1592*

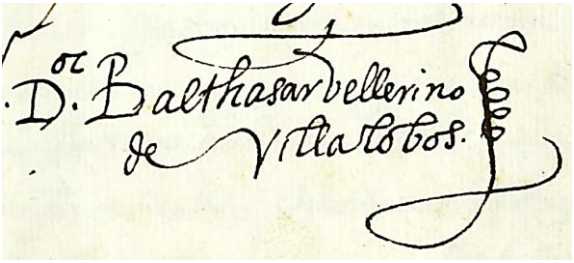


***Figura 4c**. Firma de Baltasar Vellerino de Villalobos. VELLERINO DE VILLALOBOS (1592).*

Los conocimientos geológicos de la Cordillera de la Costa comienzan con la incipiente actividad minera de mediados del siglo XVI. Esto ocurre cuando ya había una población establecida en la isla de Margarita y Cumaná, así como en El Tocuyo y el puerto de Borburata, lugares que sirven de base para realizar expediciones tierra adentro en búsqueda de oro. En un principio las exploraciones en el occidente son organizadas por la empresa de los Welser basados en Coro, mientras que aquellas de la parte central fueron realizadas por los habitantes de Cumaná y Margarita. Las localidades que recibieron mayor interés son las siguientes:

- **1551**. Oro en **Buria**, Yaracuy.

En 1551 Damián del Barrio sale a explorar por orden de Juan de Villegas y descubre las minas de Buria en la serranía ubicada entre Yaritagua y Nirgua, este descubrimiento incentiva la fundación de la ciudad de Barquisimeto. Estos yacimientos fueron sucesivamente labrados y abandonados. En 1553 bajo el liderazgo del Negro Miguel ocurre el alzamiento de los esclavos, esto junto al poco rendimiento y las continuas hostilidades de los indígenas Jiraharas, hace que las labores terminaran en la primera década del siglo XVII. De estas actividades mineras hay mucha información histórica (e.g.: GROSSHAUPT 1991, CORPOVIRTUAL 1998), de manera que hasta se conocen los nombres de algunos mineros alemanes que fueron

enviados por la compañía de los Welser para su laboreo (URBANI 1992b). En los libros de historia se reseña el alzamiento de los esclavos de las minas al mando del negro Miguel (e.g.: AGUDO 2001). La ubicación de las labores mineras aparece señalada en URBANI *et al.* (2017, hoja 126 Buria de Londres), dentro de la unidad Esquisto Las Mercedes.

- **1560**. Oro en **Los Teques**, Miranda.

En 1560 Francisco Fajardo realiza su primera expedición a la zona central en búsqueda de oro, y con el apoyo de los indígenas descubre aluviones auríferos en la zona de Los Teques. Oviedo y Baños narra la historia de estas minas, donde después de Fajardo estuvieron involucrados Pedro de Miranda y Juan Rodríguez Suárez. En esos tiempos ocurren incesantes encuentros con los indígenas comandados por el cacique Guaicaipuro, e inclusive mueren los hijos menores de Rodríguez Suárez.

Después de fundada Caracas por Diego de Lozada, se reactiva la actividad minera y para 1570 estaban en explotación con mano de obra indígena. En 1575 vuelven a ser reactivadas por el gobernador Gabriel de Ávila (OVIEDO Y BAÑOS 1723, 1967; NECTARIO MARÍA 1966).

La zona minera se ubica en el fondo del profundo valle que se ubica entre las poblaciones de Carrizal y Los Teques y que drena hacia Paracotos. A mediados del siglo XIX el geólogo alemán Gustav J. Klemm las explota para cobre (KLEMM 1859). La historia de las minas llega hasta 1960. Estudios realizados en esa zona por ZAVATTI (1982), incluyen la geoquímica de sedimentos y se encuentra una concentración de 1,2 a 1,8 g/Tm de oro en el sedimento de la Quebrada Las Minas, que podría sea comercial si hubiere un volumen considerable de material, lo cual no es el caso en los estrechos valles en "V" y con el agua altamente contaminada por las actividades humanas. La geología de superficie de la zona minera fue realizada por HERRERA (1999), mientras que DUPOUY y CRUXENT (1947) y TILLET (2001) realizaron reconocimientos arqueológicos.

Un reciente trabajo sobre las actividades mineras entre los Altos Mirandinos y Petaquire aparece en BARITTO y URBANI (2023).

- **1584**. Oro en **Apa y Carapa**, Miranda.

Esta mina fue descubierta por el Capital Sebastián Díaz de Alfaro quien también fundó la población de San Juan de La Paz -al parecer cerca de la actual Aragüita-, poblado bastante próspero en esos tiempos por el buen rendimiento de las minas, pero fue abandonado a los dos años por la insalubridad del clima (BARALT 1841: 252). La mina de oro fue redescubierta en 1893 por el geólogo alemán Richard Ludwig (1848-1894) contratado por el gobierno de Guzmán Blanco para la evaluación de yacimientos minerales, pero a su regreso a Caracas precisamente de la zona de Apa, cae enfermo y muere en La Guaira el 1 de septiembre de 1894 (RÖHL 1990).

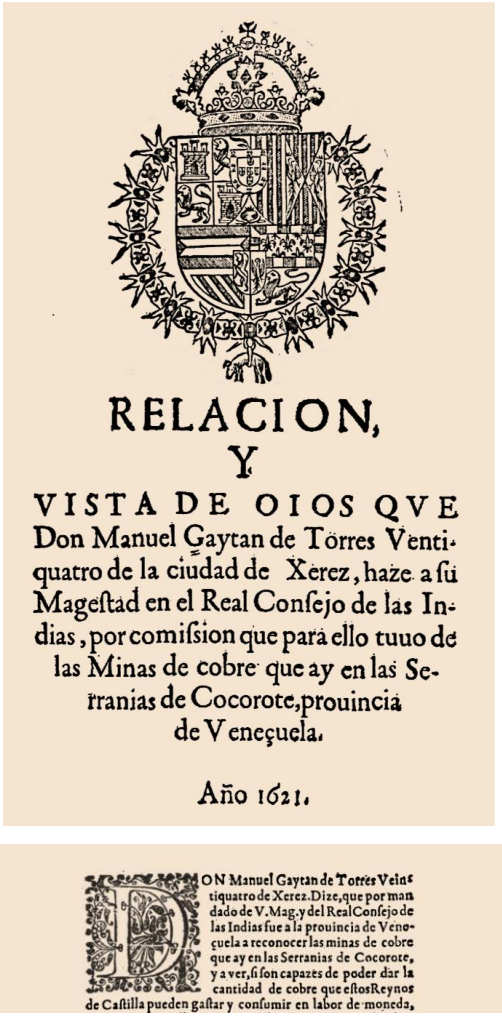
El morro de Apa y el cerro Carapa se encuentran en el Parque Nacional Guatopo, donde las leyendas mineras todavía están vigentes, de manera que entre los pobladores corre la frase "*Entre el Apa y el Carapa, en el medio de las tres tetas, la mina de oro está a tiro de escopeta*". Entre 1982 a 1987 la UCV realizó la cartografía geológica de la zona (ver recopilación en CHIRINOS & MARQUINA 1987), simultáneamente con un estudio geoquímico de los sedimentos del drenaje (ZERPA 1982). En la quebrada Pequeño Apa, que drena el flanco oeste del Morro de Apa, aparecen las más altas concentraciones de toda la región del metal mercurio (110 ppm), un elemento índice trazador de depósitos de oro. La unidad geológica aflorante es el Basalto de Las Hermanas del Cretácico Temprano.

- **1612**. Cobre en **Aroa**, Yaracuy.

En 1612 Alonso Sánchez de Oviedo descubre estas ricas minas de cobre, lo cual es comunicado al rey por el gobernador García Girón. Casi una década después, la Corona envía a Don **Manuel Gaytán de Torres**[5] (1577-1633) para reconocer las minas y recomendar las mejores condiciones de su explotación y uso. A tal respecto elabora un extenso informe (el cual se constituye en la primera publicación minera de Venezuela), que incluye un amplio proyecto con consideraciones tan diversas como el beneficio de las minas, los sitios para agricultura y cría de ganado para la alimentación del personal, la forma de transportar el mineral hasta el puerto de Borburata, el establecimiento allí de un astillero para la fabricación de galeones, así como de las fundiciones necesarias para producir la artillería, utilizando el bronce que se produciría a partir del cobre de Aroa (GAYTÁN DE TORRES 1621, URBANI 1992c) (Fig. 5).

La larga historia de estas minas se encuentra muy bien documentada en la obra de VERNA (1977), con su evolución desde el siglo XVII hasta nuestros días, destacándose el período cuando fue propiedad de la familia del Libertador Simón Bolívar. Desde la independencia hasta comienzos del siglo XX estuvo en manos de empresas británicas (URBANI 1984c, 1998c), habiéndose efectuado los mayores trabajos de explotación a fines del siglo XIX, cuando se construyó el Ferrocarril Bolívar para llevar el mineral desde la mina hasta el puerto de Tucacas.

[5] Información biográfica en https://dbe.rah.es/biografias/59176/manuel-gaitan-de-torres



RELACION,
Y
VISTA DE OIOS QVE
Don Manuel Gaytan de Torres Venti-
quatro de la ciudad de Xerez, haze a ſu
Mageſtad en el Real Conſejo de las In-
dias, por comiſsion que para ello tuuo de
las Minas de cobre que ay en las Se-
ranias de Cocorote, prouincia
de Veneçuela.

Año 1621.

DON Manuel Gaytan de Torres Veinti-
quatro de Xerez. Dize, que por man-
dado de V. Mag. y del Real Conſejo de
las Indias fue a la prouincia de Vene-
çuela a reconocer las minas de cobre
que ay en las Serranias de Cocorote,
y a ver, ſi ſon capazes de poder dar la
cantidad de cobre que eſtos Reynos
de Caſtilla pueden gaſtar y conſumir en labor de moneda,

Figura 5. *Portada de la obra de Manuel Gaitán de Torres referente a las minas de cobre de Aroa, estado Yaracuy (GAYTÁN DE TORRES 1621).*[6]

[6] Disponible en https://books.google.cl/books?id=IEpFAQAAMAAJ&pg=PT3

- Plata en **Tipe**, valle de la quebrada Tacagua, Distrito Capital.

A fines del siglo XVIII durante el período de gobierno del Intendente José de Ávalos, algunos mineros mexicanos realizaron intentos de explotación de plata en esta localidad. Al respecto, HUMBOLDT (1814, 1956: 293) nos informa que una muestra de galena argentífera fue analizada en 1798 por el afamado químico **Joseph-Luis Proust** (1754-1826) (Fig. 6), en el laboratorio de química del Real Colegio de Artillería de Segovia.

En esta localidad hubo actividades de explotación de galena argentífera a través de túneles, en las primeras dos décadas del siglo XX por el ingeniero Cristóbal Dácovich (c.1845-1928)[7], continuada por sus descendientes hasta los años 1950´s (URBANI 2022).



Figura 6. *Joseph-Luis Proust (1754-1826)*[8]

- Oro en **Chacao**, estado Guárico.

En la literatura se ha confundido esta localidad con el pueblo de Chacao del valle de Caracas, pero corresponde al lugar homónimo localizado entre Villa de Cura y San Juan de los Morros. Hoy se conoce como Mina de Santa Isabel, por estar ubicada en la hacienda del mismo nombre. En el siglo XVIII esta zona minera se conoció como el nombre de *Real de Minas de Santa Bárbara* y durante el período de gobierno del Intendente **José de Ábalos**[9], algunos mineros mexicanos (c. 1780) hicieron intentos de explotación (ANÓNIMO 1793, 1999; HUMBOLDT 1819, 1956: 154) (Fig. 7B). Aún en los años 1960´s una de las bocaminas se denominaba "Mina de los Mexicanos" (Fig. 7A).

[7] Cristóbal Dacovich, un ingeniero de minas natural de Montenegro. Semblanza en URBANI (2022).

[8] Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Louis_Proust#/media/Archivo:Proust_joseph.jpg

[9] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/a/abalos-jose-de/



***Figura 7A**. Boca de uno de los túneles de la Mina Santa Isabel, conocida como Mina de los Mexicanos[10] en 1965.*

REPRESENTACION / DE LOS MINISTROS GENERALES DE REAL HACIENDA= Número 112 = Con oficio de 30 de Septiembre último nos remitió el /Administrador de la Villa de Cura Don Diego de Botas veinte y quatro quintales de piedra de la mina del Chacao de San Juan de los Morros, cuyo recibo comunicamos a V.S. bervalmente, y lo retificamos en cumplimiento de la orden de V.S. de hoy = Dios guarde a V.S. muchos años. Caracas 22 de Noviembre de 1.793= Fernando de Echeandia=Lorenzo de Sata y Zubiria=Señor Intendente General de Exercito y Real Hacienda.Es copia de sus contenidos. León. (Rúbrica)

***Figura 7B**. Fragmento del manuscrito referente a la Mina de Chacao (ANÓNIMO 1793).*

[10] Cuando el autor visitó por primera vez esta localidad en 1965, el Sr. Sosa, dueño de la mina nos informó que se llamaba Mina de los Mexicanos. La fotografía fue tomada en 1975 en una excursión de Petrología de la UCV. Hoy día el túnel esta derrumbado. Por la fuerte meteorización de la zona no parece factible que este túnel sea del período colonial, pero probablemente corresponda a la localidad del "Real de Minas de Santa Bárbara" o "Mina del Chacao".

La mina fue visitada por Alejandro de Humboldt en febrero de 1800; allí colectó muestras geológicas y dos de ellas se conservan en el Museo de Historia Natural de Londres y corresponden a la roca caja de la explotación minera[11] (URBANI y MOORE 1984).

En las últimas décadas del siglo XIX destacan los trabajos exploratorios e intentos de explotación para oro dirigidos por el notable químico venezolano **Vicente Marcano** (1848-1891) (Fig. 7C), quien encuentra evidencia de explotación de oro precolombina (MARCANO 1890, 1886, 1887ab; MARCANO y URDANETA 1887, URBANI y PÉREZ-MARCHELLI 2019). A mediados del siglo XX la familia Sosa propietaria de la Hacienda, reactivó las actividades mineras para la explotación de esfalerita y barita (sulfuro de zinc y sulfato de bario, respectivamente) (BRICEÑO 1979).



***Figura 7C**. Vicente Marcano (1848-1891)*

-Oro al oeste de **Valencia**, estado Guárico.

Noticias sobre la ocurrencia de oro al oeste de Valencia se conocen desde la expedición de 1551 de **Juan de Villegas**[12] (1509-1553). La mejor descripción la realiza el teniente Antonio Manzano, quién relata lo acontecido en las "bullas" ocurridas en **1727** y 1768. La última oleada de mineros en la zona ocurrió en 2018, cuando literalmente miles de personas invadieron las quebradas de la cuenca alta del Río El Pao en búsqueda de oro. En URBANI (2018) se presenta una recopilación de lo conocido de esta zona minera (Fig. 8).

[11] Muestras BM74532 y BM76536, "Colección Alejandro de Humboldt", identificadas como "esquisto micáceo" (URBANI y MOORE 1984). Corresponden a la actual unidad "Santa Isabel" del Terreno Villa de Cura.

[12] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/v/villegas-juan-de/



Figura 8. *Imagen satelital de marzo 2018 donde se observan las bocas de decenas de pozos verticales construidos para alcanzar el nivel con grava contentiva de oro. Río Torito, al oeste de Valencia, durante la "bulla" de 2018 (URBANI 2018).*

- Del período colonial venezolano se conocen al menos 16 localidades de la Cordillera de la Costa donde se halló oro (Tabla 1, Fig. 9). Estas localidades con pequeñas ocurrencias de oro se encuentran dispersas en varios terrenos tectonoestratigráficos, compuestos de litologías y edades diferentes, por ello se ha interpretado que corresponden al modelo genético de "oro orogénico" debido a infiltraciones hidrotermales ocurridas durante el proceso de apilamiento de los terrenos en el Eoceno-Oligoceno (URBANI 2018b).

El único trabajo que describe geológicamente una de estas localidades de oro, es el de KLEMM (1859) y corresponde a la Mina de Baruta:

> *"En todos estos lugares la ocurrencia del oro es más o menos la misma, se encuentra en más grandes o más pequeños filones [vetas] de cuarzo atravesando los esquistos cristalinos, probablemente formando parte de pirita, la cual a menudo es muy abundante en estos filones. Expuesta al aire y a la humedad la pirita meteoriza muy rápidamente y deja la cavidad originalmente ocupada por ella, con un material de color ocre marrón, que al lavarlo muestra oro. Sin embargo, yo poseo un pedazo de cuarzo del filón de Baruta contiene oro metálico.*
>
> *De estos filones, el oro llegó a los guijarros y arenas de las quebradas, así como también a los depósitos de aluviones en donde se limita la búsqueda de oro hoy en día.*
>
> *En el pasado cuando la labor todavía era barata, los españoles trabajaban preferencialmente los filones cuarcíferos con oro. En todas estas minas y filones mencionados no se han encontrado piezas de oro de gran tamaño, las más grandes que se conocen no sobrepasan el tamaño de un guisante."*

Tabla 1. Localidades con oro del período colonial (URBANI 2018b).

Localidad	**Unidad**	**Edad**
1. Buria, Ya.	Esq. Las Mercedes	K2
2. Nuestra Señora, Ca.	Filita Tucutunemo	P3
3. Canoabo y Urama, Ca.	Complejo San Julián	NP-PZ
4. Temerla, Ca.		
5. Montalbán, Ca.		
6. Chirgua, Barrera, Torito, Ca.	Esq. Las Mercedes	K2
7. Güigüe, Ca.	Complejo Cachinche	PZ
8. Petaquire, Va.	Complejo Carayaca	J3-K1
9. Guaracarumbo, Va.	Complejo San Julián	NP-PZ
10. Los Teques, Mi.	Esq. Las Mercedes	K2
11. Altos Mirandinos, Mi.	Esq. Las Brisas / Las Mercedes	J3-K1 K2
12. Baruta, Mi.	Esq. Las Brisas	J3-K1
13. Santa Lucía, Mi.	Esq. Las Mercedes	K2
14. Ocumare del Tuy, Mi.	Basalto Tiara	K1
15. Apa y Carapa, Mi.	Basalto Las Hermanas	K1
16, Chacao, Gu.	Granofel Santa Isabel	K1

Abreviaturas: NP: Neoproterozoico, PZ: Paleozoico, P3: Pérmico Tardío, J3: Jurásico Tardío, K1: Cretácico Temprano, K2: Cretácico Tardío. Unidades según URBANI (2018).

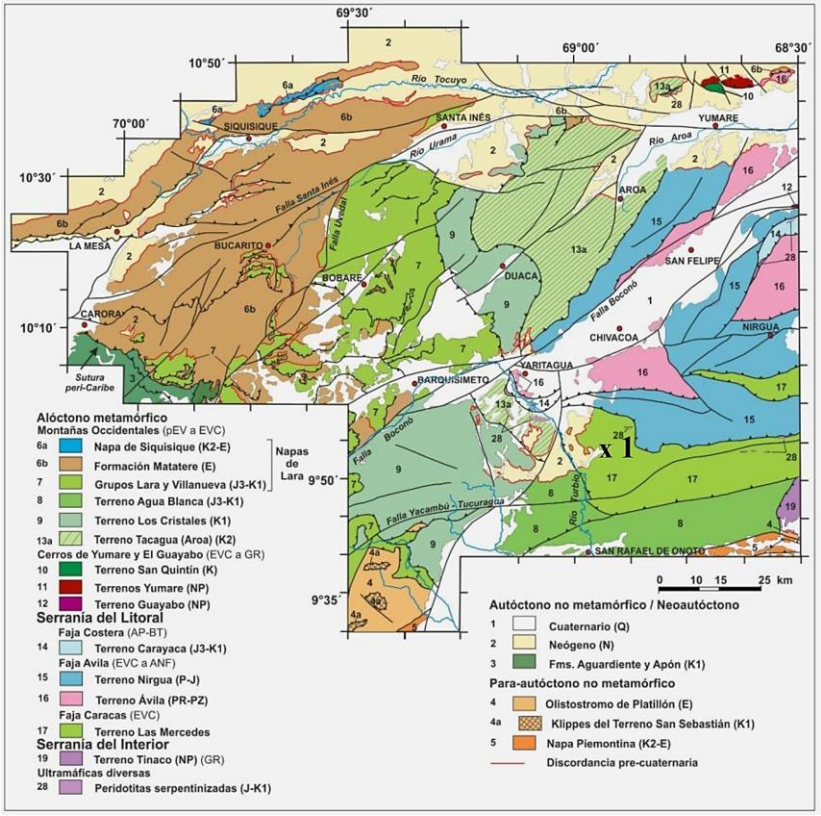


Figura 9*. Mapas geológicos simplificados de la Cordillera de la Costa. Se ubican las localidades donde se halló oro en el período colonial. Los números se identifican en la Tabla 1 (*URBANI *2018b). **A**: Zona occidental.*

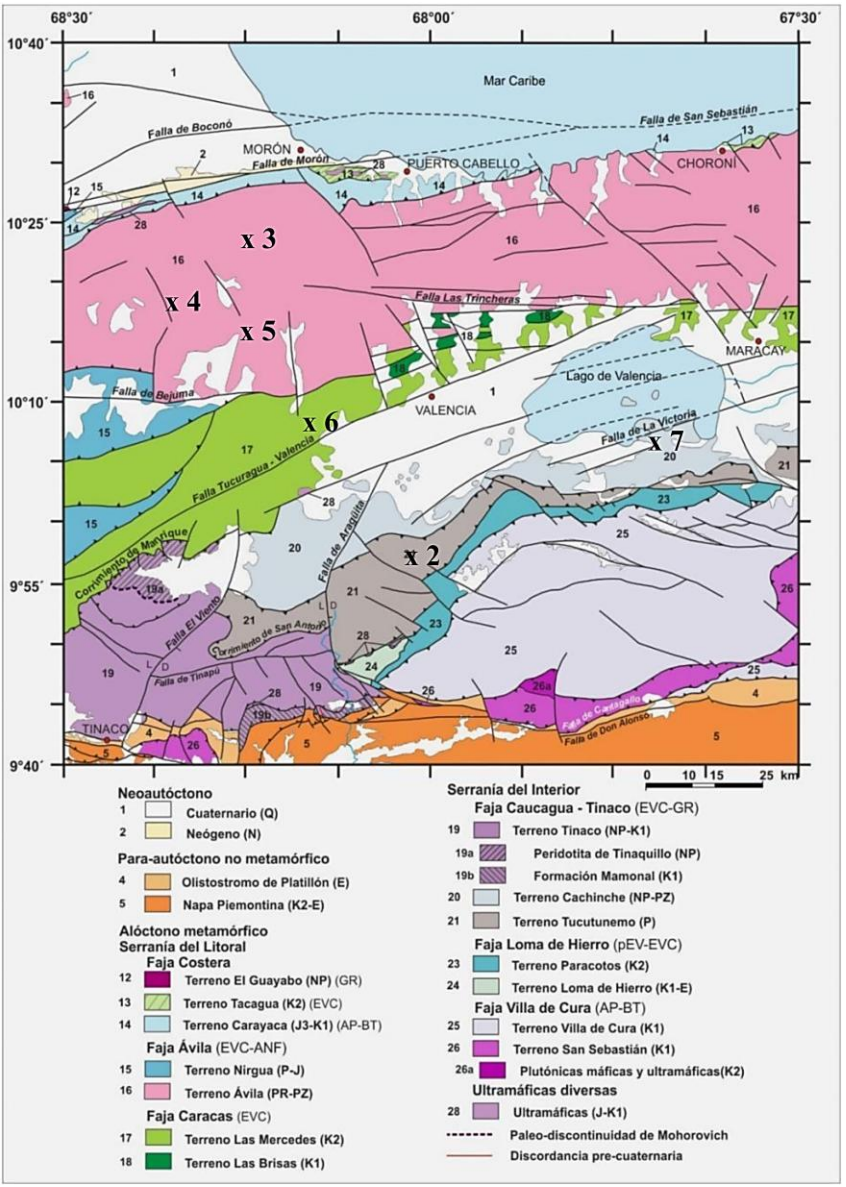


***Figura 9B**. Zona Central.*

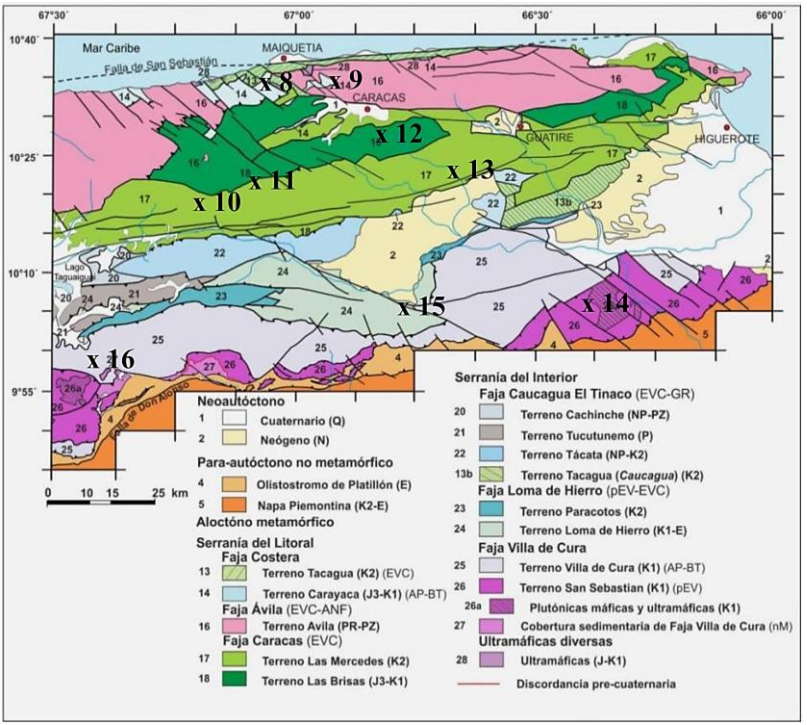


***Figura 9C**. Zona Oriental (URBANI 2018b).*

EL SIGLO XIX

La obra de Alejandro de Humboldt

El inesperado, pero afortunado viaje a Venezuela de **Alejandro de Humboldt**[13] (1769-1859) y **Aimé Bonplant**[14] (1773-1858) (Fig. 10A), resultó en la apertura científica del país. Mucho se ha escrito al respecto, pero sin duda su obra inicia las ciencias geológicas en nuestro territorio (URBANI y FRITSCHER 2000). En sus viajes, los

[13] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/h/humboldt-alejandro-de/

[14] https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/b/bonpland-aime/

exploradores recorren tres regiones geológicas diferentes: Las rocas sedimentarias (cretácicas, terciarias a cuaternarias) de la Península de Araya y la Serranía del Interior Oriental, las ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa y de Guayana.

De sus observaciones y siguiendo su visión mayormente neptunista de la geología, presenta la primera ilustración geológica del país, que representa la sucesión de estratos, tanto de las denominadas rocas "*secundarias*" refiriéndose a las sedimentarias, como a las "*primitivas*" que corresponden a las ígneas y metamórficas (HUMBOLDT 1801) (Fig. 10B).

Humboldt es el primero en mencionar nombres de rocas en el país. De la Cordillera de la Costa, menciona esquisto micáceo, esquisto clorítico, esquisto anfibólico, gneis, granito, roca verde con granate, serpentinita, diabasa y lava piroxénica.

En décadas posteriores, la información geológica contenida en los textos de Humboldt, es utilizada por varios autores para elaborar los primeros mapas geológicos del mundo, de Suramérica y de Venezuela.



Figura 10A. *Alejandro de Humboldt y Aimé Bonplant en la Amazonía venezolana.*[15]

[15] Cuadro de Eduard Ender (c.1883). https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Humboldt_and_Bonplant_in_the_Jungle.jpg

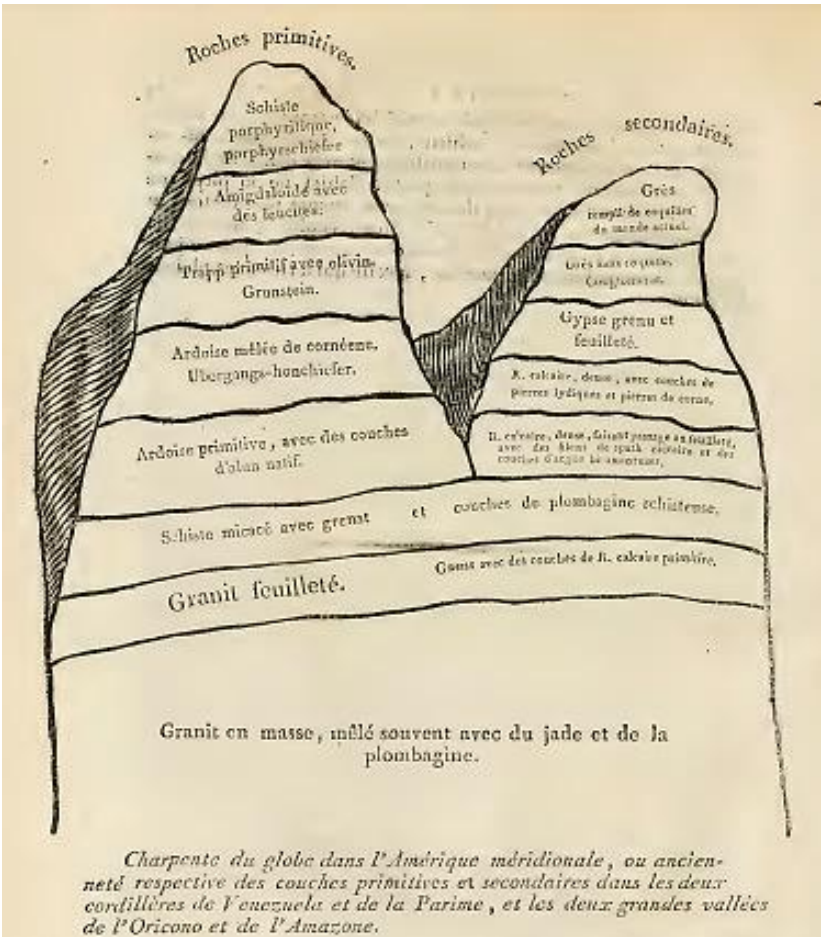
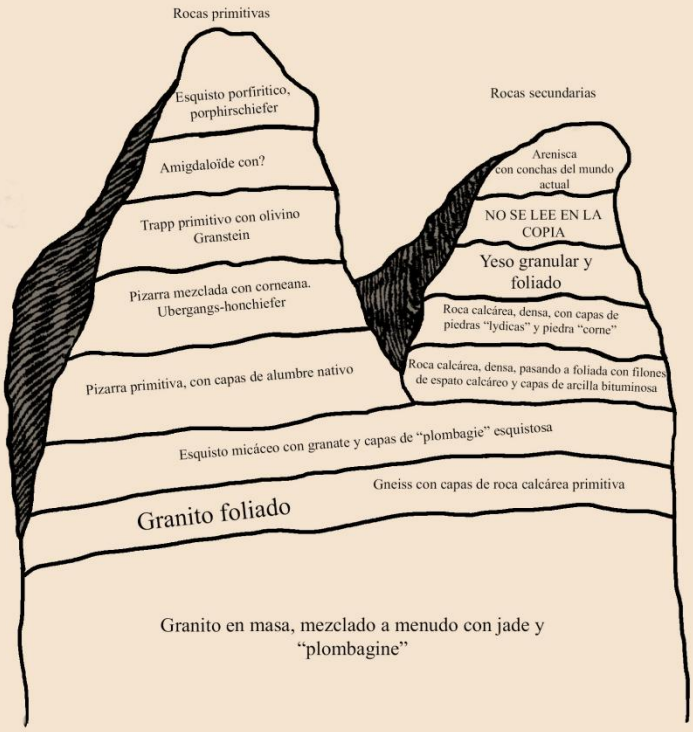


***Figura 10B**. Dibujo de la sucesión de estratos propuesta para Venezuela, tanto de las rocas ígneas y metamórficas (primarias), como de las sedimentarias (secundarias) (HUMBOLDT 1801).*
Esta es la primera "columna estratigráfica" de Venezuela.

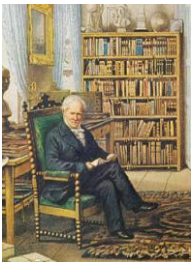


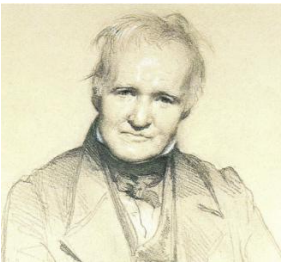
Estructura del globo en América meridional, o antigüedad respectiva de las capas primitivas y secundarias en las dos cordilleras de Venezuela y de la Parima, y los dos grandes valles del Orinoco y del Amazonas.

Nota. El espesor de las capas que presenta este perfil no es de ninguna manera el que ellas tienen en la naturaleza. El perfil indica la forma en la cual las diferentes formaciones están superpuestas (acostadas) unas sobre otras; este indica sus edades y no la altura de las montañas sobre las cuales enviaré un dibujo a continuación.

***Figura 10B**. Traducción al español por el Dr. Enzo Caraballo.*

Alejandro de Humboldt (1769-1859)





"…en la época de mi viaje los mineralogistas no conocían todavía el nombre de una sola roca de Venezuela…"

… será preciso admitir que (estas montañas) *han sido solevantadas como toda la cordillera... que orilla el litoral …*

El 2 de enero de 1800 alcanza la cumbre de la Silla de Caracas



… la Serranía de la Costa está cortada por varias quebradas que se dirigen con mucha uniformidad de sureste a noroeste. Es general este fenómeno desde la quebrada Tócome, entre Petare y Caracas, hasta Puerto Cabello…

… derribando los árboles que cubren la cima y los costados de los montes, los hombres, bajo todos los climas, preparan a las futuras generaciones dos calamidades a un mismo tiempo: falta de combustible y escasez de agua... Cuando se destruyen las selvas, como lo hacen dondequiera en América los colonos europeos con imprudente precipitación, se agotan por entero los manantiales o se hacen menos abundantes …



Fuente termal de **Mariara**. 20 febrero 1800

Fuente termal de **Las Trincheras**.

… 90,3°C ... después de los manantiales de Urijimo, en el Japón, parecen de las más cálidas del mundo ….

La Cordillera de la Costa en los mapas geológicos de Suramérica y del mundo (de autores que no visitaron Venezuela)

En 1815, en Londres ocurre un acontecimiento trascendental para la geología, la publicación por William Smith (1769-1839) del primer mapa geológico (SMITH 1815), el cual abarca los territorios de Inglaterra, Gales y parte de Escocia. Algunos autores lo describen como "*el mapa que cambió el mundo*", ya que es el primer mapa temático que se haya elaborado (WINCHESTER 2001).

Entre los años 1826 y 1832, **Alcide d´Orbigny**[16] (1802-1857) (Fig. 11A) considerado como el fundador de la micropaleontología, realizó un largo viaje de investigaciones por Suramérica, publicando su "*Voyage dans l'Amérique méridionale …"* (Paris, 1824–1847). En el tomo 8 publicado en **1842** aparece el primer mapa geológico de Suramérica, pero sin información para la parte correspondiente a Venezuela (Fig. 11B).



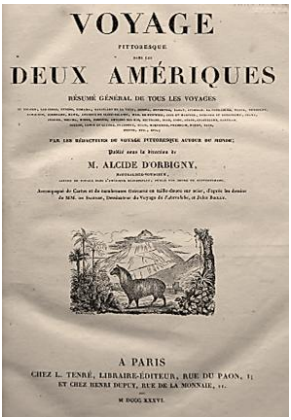


Figura 11A. *Alcide d´Orbigny (1802-1857)*[17].

[16] Información biográfica en https://fr.wikipedia.org/wiki/Alcide_Dessalines_d%27Orbigny

[17] Fuente https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Alcide_Dessalines_d%27Orbigny_1802.jpg

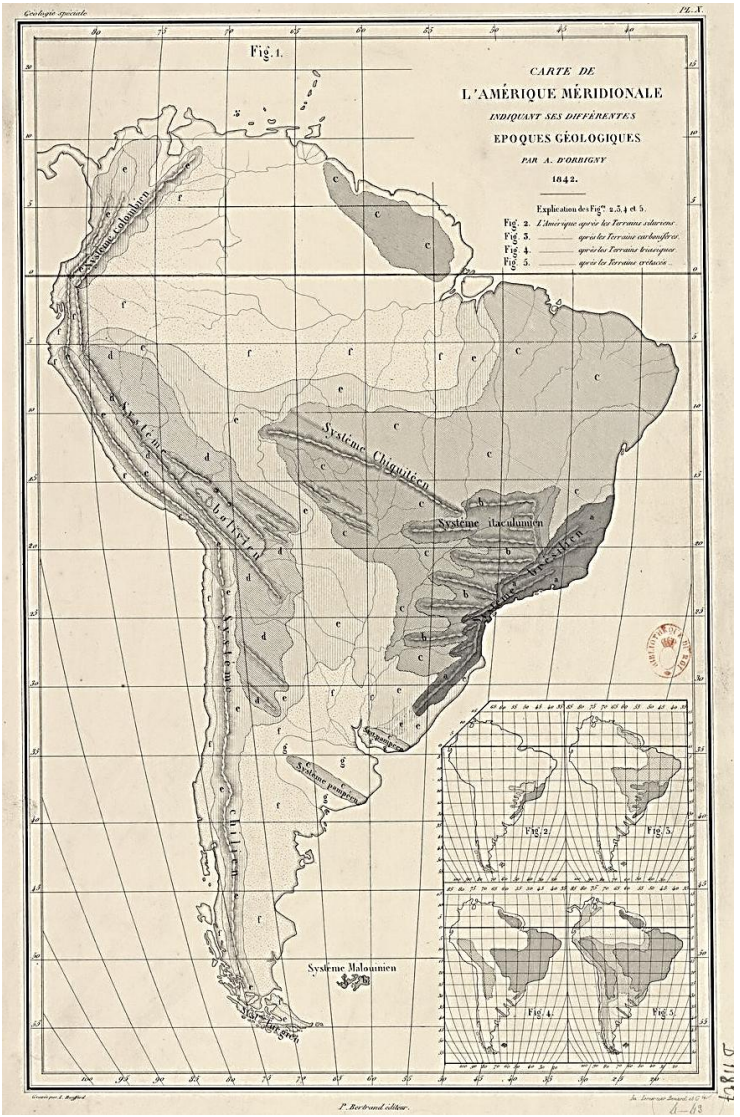


***Figura 11B**. Primer mapa geológico de Suramérica por Alcide d´Orbigny.*

En **1845**, el geólogo francés **Amí Boué**[18] (1794-1881) (Fig. 12A) publica el primer mapa geológico de todo el mundo (BOUÉ 1845). Está realizado en una sola hoja y en él por primera vez aparece Venezuela plasmada en un mapa de esta disciplina científica, subdividiéndola en dos unidades: La mayor parte la incluye en su "*Formación cristalina esquistosa incluyendo rocas graníticas*", mientras que, al sur de las mismas, en lo que sería el piedemonte de la Cordillera, ubica a su "*Formación secundaria, extendiéndose desde el fin de la serie carbonífera hasta el cierre del Cretácico*". Casi en el centro de los llanos, ubica un cuerpo de rocas *volcánicas*, que probablemente correspondan a las rocas volcánicas descritas por Humboldt al Sur de San Juan de los Morros. En el texto explicativo del mapa (BOUÉ 1844), el autor indica que utilizó la obra de Humboldt.

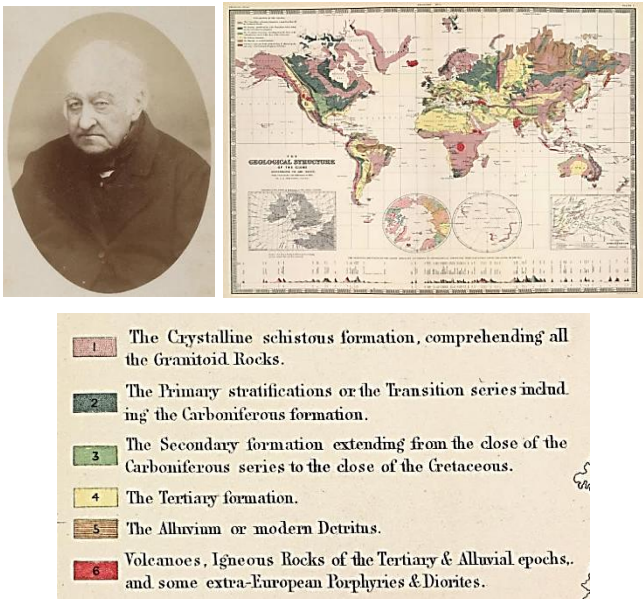


***Figura 12A**. Amí Boué (1794-1881).*

[18] Información biográfica en https://en.wikipedia.org/wiki/Ami_Bou%C3%A9 Retrato de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Ami_Bou%C3%A9_-_F_Kratochwill_Kratochwill_F_btv1b8449898f_%28cropped%29.jpg



***Figura 12B**. Amí Boué (1794-1881) y fragmentos de su mapa geológico del mundo (BOUÉ 1845). Tomado de la traducción al inglés de A. K. Johnston (1804-1871) (JOHNSTON 1856).*

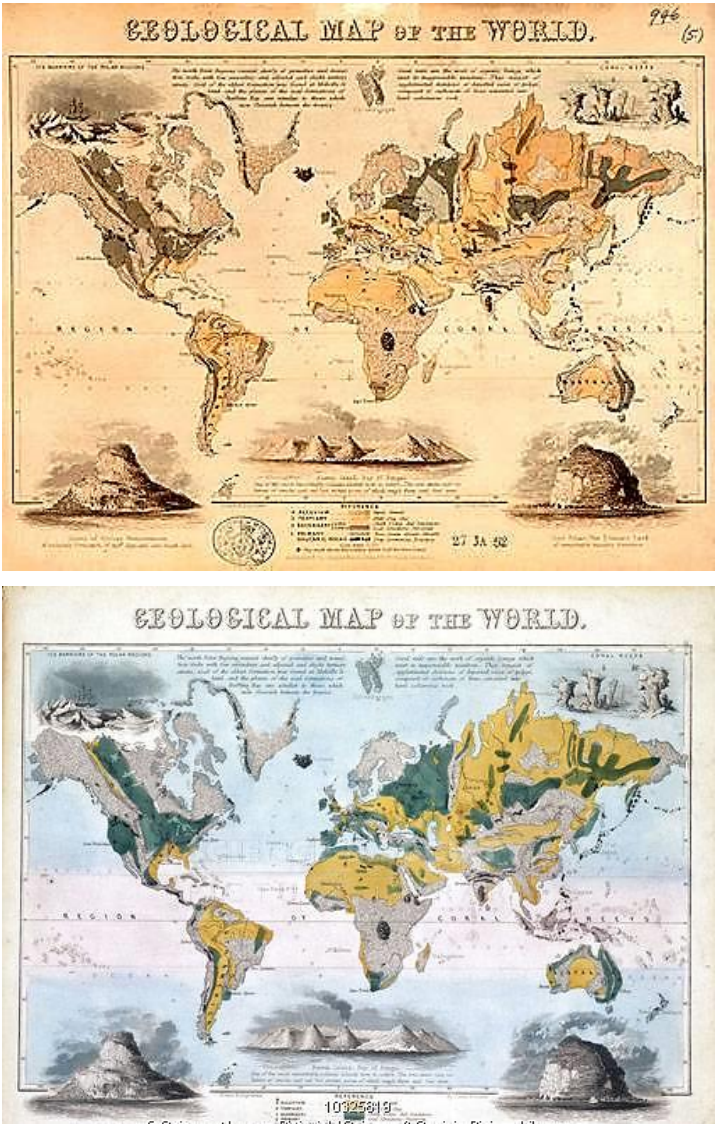


***Figura 12C**. Mapa geológico del mundo de Amí Boué, en ediciones de 1849 y 1850 de James Reynolds and Sons. Londres.*

En **1856**, el geólogo **Franz Foetterle**[19] (1823-1876) (Fig. 13A) que había trabajado en Brasil, publica un mapa geológico de toda América del Sur (FOETTERLE 1856), que a pesar de los mapas previos de d`Orbigny y Boué más de una década antes, se ha considerado como el primer mapa geológico de Suramérica.

De su texto se desprende que para Venezuela utilizó información de Alejandro de Humboldt y de Hermann Karsten. Subdivide la Cordillera de la Costa en la siguiente forma, en la Serranía del Litoral ubica a "*Granito o gneis*" (color rosado), mientras que más al sur, delimita su "*Formación cretácica*" (azul celeste con tramado), con otro pequeño cuerpo de "*Granito o gneis*" (pequeña franja roja), para finalmente pasar a las "*Rocas terciarias*" (verde claro) (Fig. 13B,C).

En la zona limítrofe entre Venezuela y Brasil en la Sierra de Pacaraima, delimita un cuerpo que denomina "Brasilianischer Sandstein" (marrón con tramado), que corresponde a las rocas del actual Supergrupo Roraima. Esta información la toma de las publicaciones de Robert Hermann Schomburgk de 1840-1844.

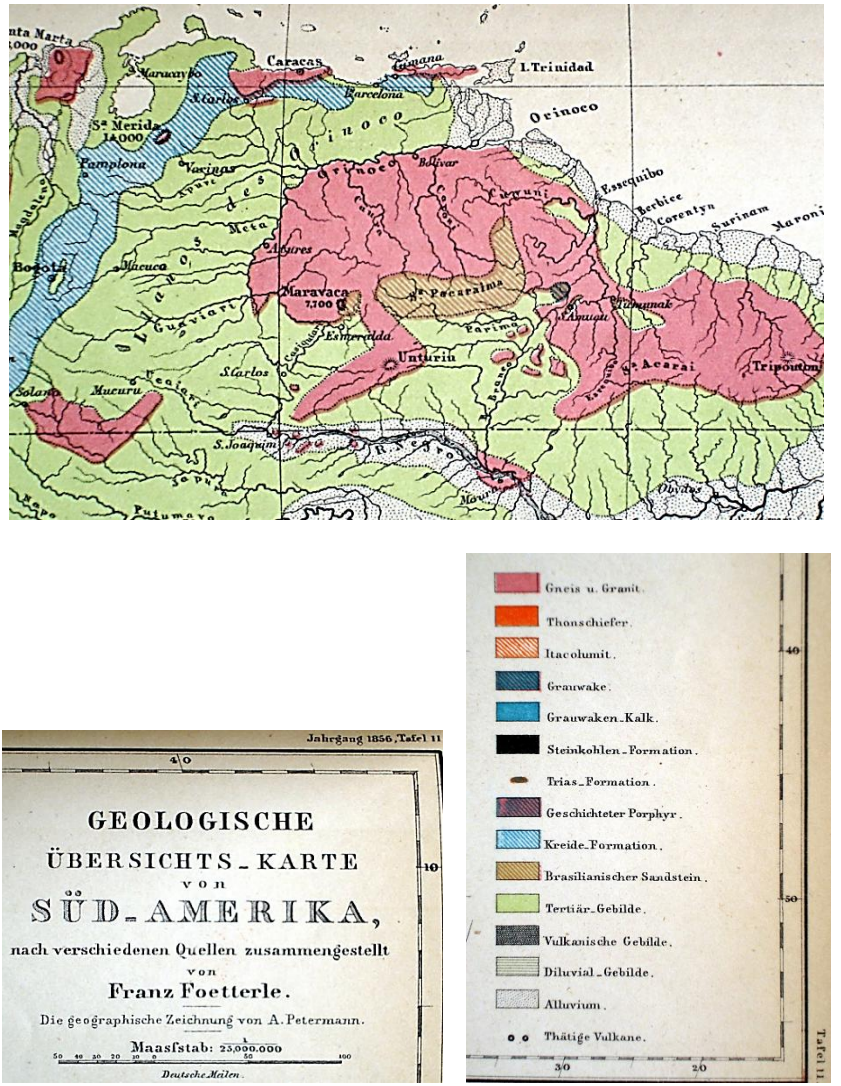


***Figura 13A**. Franz Foetterle (1823-1876).*

[19] Nacido en Mramotice, hoy República Checa, entonces parte de Austria. <http://biography.hiu.cas.cz/Personal/index.php/FOETTERLE_Franz_2.2.1823-5.9.1876> Retrato en <https://fotoarchiv.geology.cz/cz/foto/25884/>



***Figura 13B**. Mapa de Franz Foetterle, 1856, considerado como el primer mapa geológico de Suramérica.*


Caracas
Barcelona
I. Trinidad
Orinoco
Bolivar
Essequibo
Berbice
Surinam
Maroni
Bogotá
Maracaibo
Maracaibo
Maracaibo

En años sucesivos otros autores publican mapas generalizados de Suramérica, a saber:

- En **1861**, el geólogo francés **Jules Marcou**[20] (1824-1898) (Fig. 13D), quien labora en los Estados Unidos de Norteamérica, publica su carta geológica de la Tierra, con una segunda edición en 1875 (MARCOU 1861, 1875). Todo el planeta lo representa en ocho hojas a escala 1:23.000.000 (Fig. 13E,F). Para la Cordillera de la Costa usa las mismas fuentes mencionadas por Foetterle (MARCOU 1866) y la subdivide en tres grandes grupos de rocas: "*Rocas cristalinas*", "*Rocas secundarias. Cretácico*" y "*Rocas modernas. Reciente, Cuaternario*". Este es el primer mapa del subcontinente, en que aparecen representadas rocas ígneas en la Península de Paraguaná, con base a las publicaciones de Karsten.

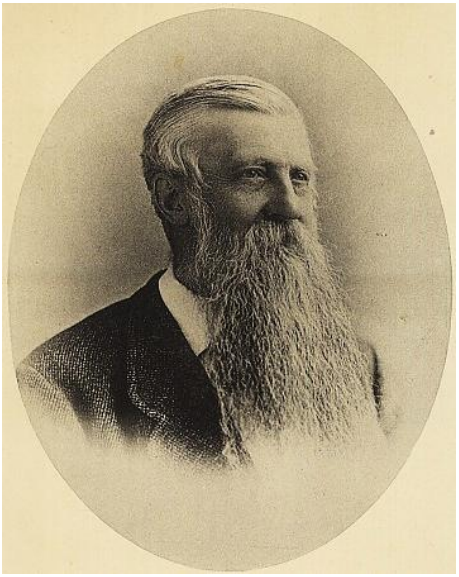
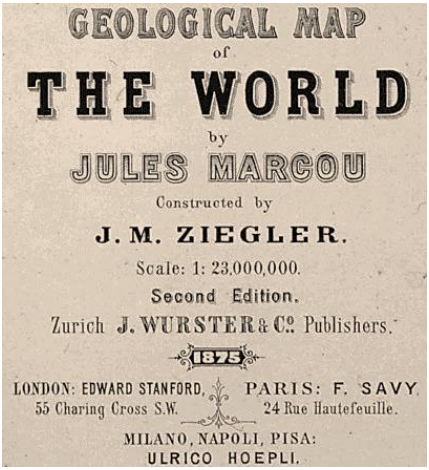


Figura 13D. *Jules Marcou (1824-1898).*

[20] Información biográfica en https://en.wikipedia.org/wiki/Jules_Marcou



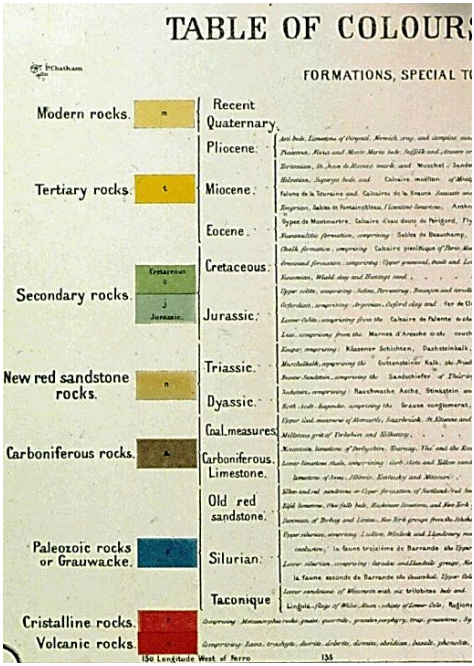
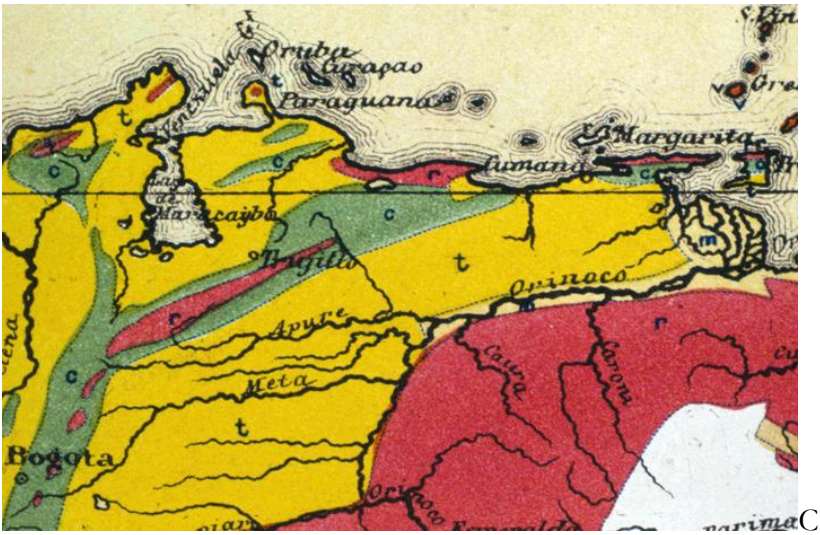
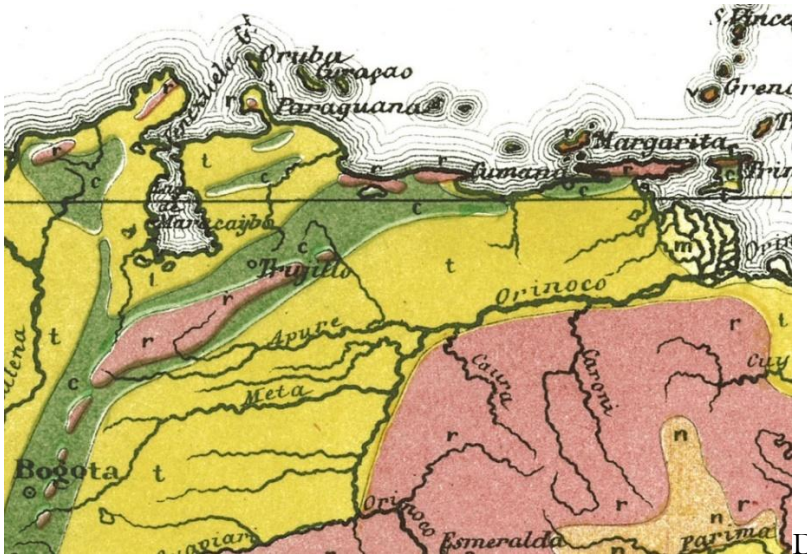


Figura 13E. *Jules Marcou (1824-1898). Mapa geológico del mundo en su edición de 1875.*



C



D

***Figura 13F**. Jules Marcou (1824-1898). Fragmento de la hoja de Suramérica. **C**: 1ra. edición, 1861. **D**: 2da. edición, 1875*

- En la década de 1860s, el geógrafo francés **Jean Antoine Víctor Martin de Moussy**[21] (1810-1869) (Fig. 13G) trabajó para el gobierno argentino en la preparación de una descripción geográfica y atlas del país. La obra es publicada en 1873 e incluye una hoja con el mapa geológico de Suramérica (en cuya leyenda dice **1868**) (MOUSSY 1873). La información de Venezuela es semejante al mapa de Marcou.



***Figura 13G**. Víctor Martin de Moussy (1810-1869). Retrato y fragmento de su mapa geológico de Suramérica (1868).*

[21] Información biográfica en <https://es.wikipedia.org/wiki/Martin_de_Moussy>
Mapa: <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~20547~510073>
Retrato: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Martin_de_Moussy.jpg>

Los primeros levantamientos geológicos

Después de la visita de Humboldt y durante cuatro décadas de guerras e inestabilidad política, no hay trabajos geológicos nuevos, a excepción de algunas pocas menciones e intentos de explotación de minas. Mientras tanto, en Europa se editan las populares obras de Humboldt -casi *Bestsellers*- y con ello se va extendiendo en los ámbitos científicos un interés creciente por Suramérica y en especial Venezuela; de manera que a medida que las condiciones políticas locales se van estabilizando y, siguiendo las huellas de Humboldt e inclusive auspiciados por él, empiezan a llegar otros viajeros que ampliarán los horizontes del conocimiento del territorio venezolano.

Agustín Codazzi, 1841

Para el siglo XIX, debemos comenzar mencionando al coronel **Agustín Codazzi**[22] (Italia, 1793 - Colombia, 1859) (Fig. 13H), quién por encargo gubernamental inicia la elaboración del mapa del país y para ello, por casi diez años viaja por todas las regiones para recabar los datos necesarios. En 1841 publica su *Atlas físico y político de la República de Venezuela* (CODAZZI 1841b), que para las actividades geológicas es lo más relevante de su obra, dado que sus cartas provinciales se convierten en la base topográfica de los mapas geológicos del siglo XIX. Adicionalmente, en su libro *Resumen de la Geografía de Venezuela* (CODAZZI 1841a) menciona algunos tipos de rocas que ocurren en zonas no previamente visitadas por Humboldt.

Quienes han estudiado las obras geográficas de Suramérica, consideran que para su tiempo, los dos libros de Codazzi llegaron a ser los mejores de su tipo para todo el continente americano.

[22] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/c/codazzi-agustin/
Retrato en https://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/codazzi.htm

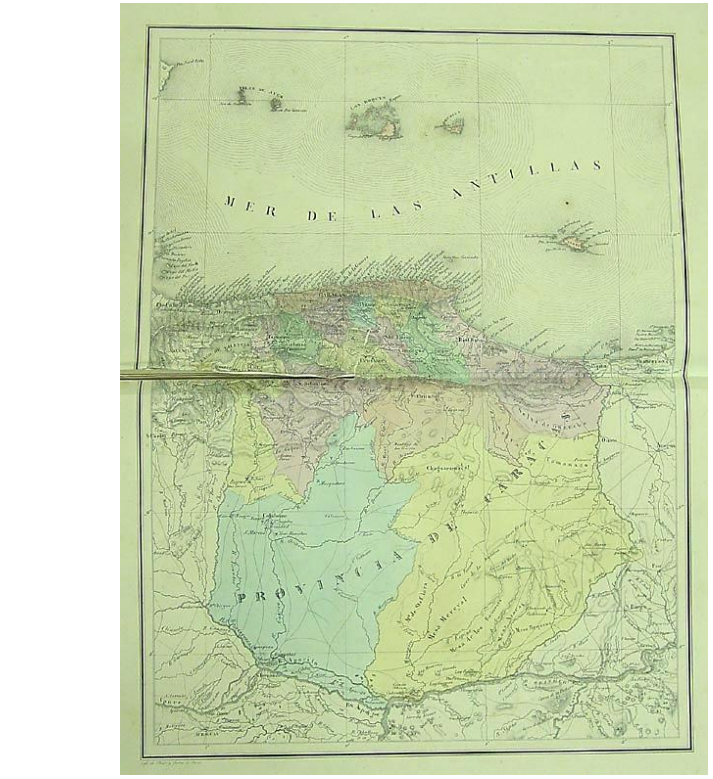




***Figura 13H**. Agustín Codazzi (1793-1859) y su Atlas de 1841.*







***Figura 13H**. Agustín Codazzi (1793-1859) y su Atlas de 1841.*

Hermann Karsten, 1850, 1858

El siguiente personaje de interés es el botánico y geólogo alemán, **Hermann Karsten**[23] (1817-1908) (Fig. 14A) quien visita Venezuela, Colombia y Ecuador entre los años 1844 al 1856, donde se dedica a colectar materiales botánicos para enviar a museos de Europa, con lo cual parcialmente financia sus viajes, pero adicionalmente realiza numerosas observaciones geológicas (RÖHL 1990).

Hermann Karsten ha sido ampliamente reconocido como el principal pionero de la geología del norte de Suramérica (e.g.: HEDBERG 1974, ESPINOSA BAQUERO 2022).

En **1850**, Karsten publica un artículo sobre la geología de Venezuela (KARSTEN 1850), que constituye un verdadero hito, dado que incluye el primer mapa geológico del país realizado con datos propios. La Cordillera de la Costa la divide en las siguientes unidades: Granito-

[23] Información biográfica de Carl Wilhelm Gustav Hermann Karsten en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/k/karsten-hermann/

sienita, Rocas metamórficas, Cretácico inferior, Cretácico superior y Montañas terciarias (Fig. 14C-E).

En las cumbres de la Serranía del Litoral muestra rocas graníticas rodeadas de rocas metamórficas que considera que son mayormente esquisto. Las rocas del Cretácico las ubica al sur de la Serranía del Interior. No distingue separadamente las rocas volcánicas de la región de Villa de Cura (Fig. 14D).

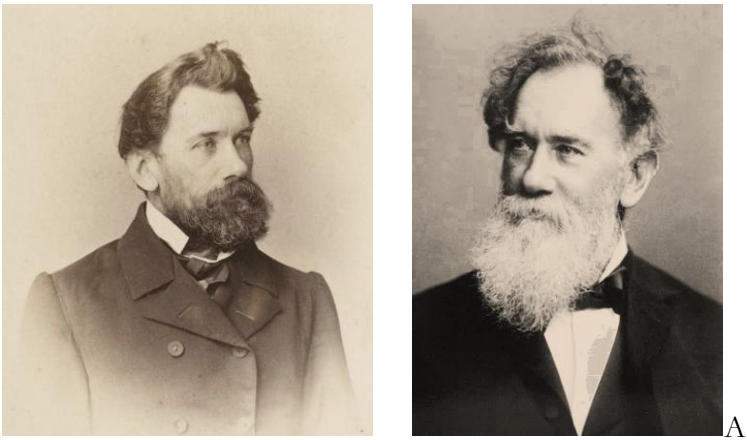


***Figura 14A**. Hermann Karsten (1817-1908)*[24].

En este mapa también sitúa algunas fuentes de aguas termales e indica su temperatura, así, para Las Trincheras (su "Los Grinderos") señala 97°C, la fuente de Onoto (hoy Las Delicias, al norte de Maracay) con 43,75°C, San Juan de los Morros con 30,3°. También ubica los manantiales de Mariara y de Altagracia de Orituco (Taguay) sin indicar su temperatura (Fig. 13E).

[24] Fuentes https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8453295j.item y https://www.researchgate.net/publication/311633790

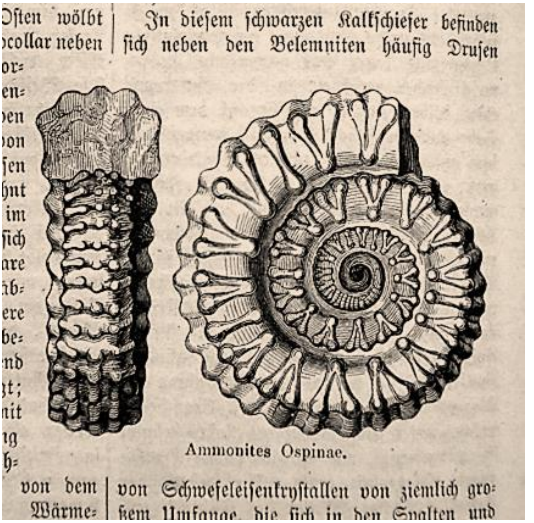


***Figura 17B**. Hermann Karsten (1817-1908).* Ammonites ospinae *descrito por Karsten 1850.*



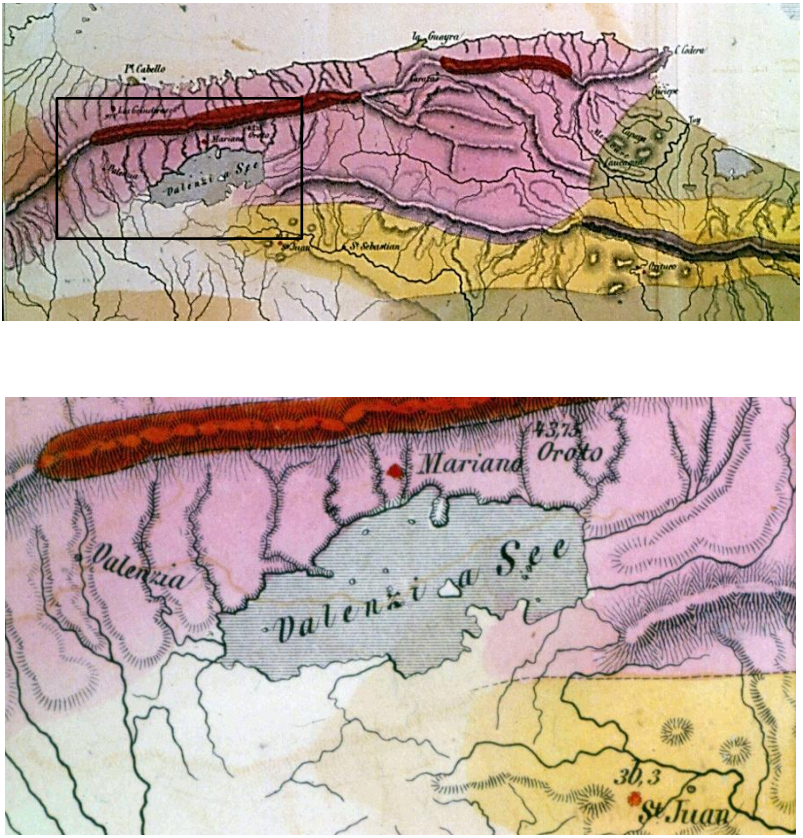


***Figura 14D**. Hermann Karsten (1817-1908). **D**: Primer mapa geológico del norte de Venezuela (Geognostiche Karte des nordöstlichen Venezuela) (KARSTEN 1850). Con ampliación mostrando la ubicación de fuentes termales.*

}En **1858**, H. Karsten publica un nuevo trabajo que abarca el territorio de la antigua Gran Colombia (Venezuela, Colombia y Ecuador), con un mapa geológico generalizado de los tres países (KARSTEN 1858) (Fig. 13F-G), constituyéndose en el primer mapa geológico de las repúblicas de Colombia y Ecuador.

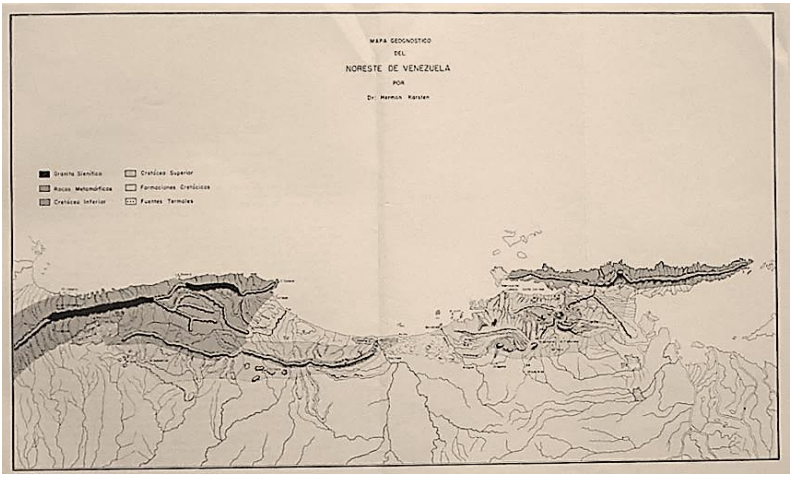


***Figura 14C**. Hermann Karsten (1817-1908). Primer mapa geológico del norte de Venezuela (Geognostiche Karte des nordöstlichen Venezuela) (KARSTEN 1850). Versión traducida al español por Carlos Schubert y Erika Wagner (1979),*

Para la región de Guayana -que él nunca visitó- se basa en las descripciones de Humboldt. En cuanto a la Cordillera de la Costa, este mapa tiene menor detalle que el previo de 1850, pero se representan por primera vez las rocas ígneas del macizo de El Baúl y del cerro Santa Ana en Paraguaná.

Dentro del mapa aparece inserto un croquis que muestra a las montañas que rodean al Escudo de Guayana (Fig. 14H) desde Ecuador hasta Venezuela, como "*Columbien zur zeit der Kreideformation*", es decir como pertenecientes a una franja cretácica. Esta es una visión muy adelantada de la evolución del continente, donde ciertamente el tectonismo formador de los sistemas montañosos tuvieron una fase muy importante durante el Cretácico.

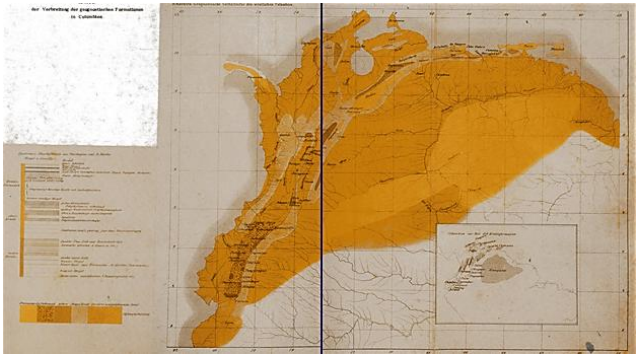


***Figura 14E**. Mapa geológico de la Gran Colombia de KARSTEN (1858) "Die geognostischen Verhältnisse, Neu-Granada´s". Viena. 1:8.000.000*

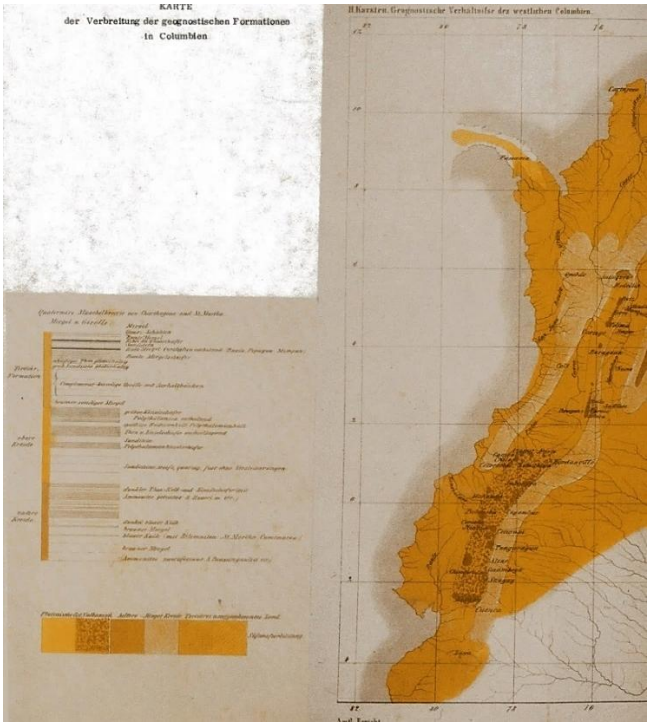


***Figura 14F**. Ampliación del mapa anterior.*



Figura 14G. *Ampliación del mapa anterior.*

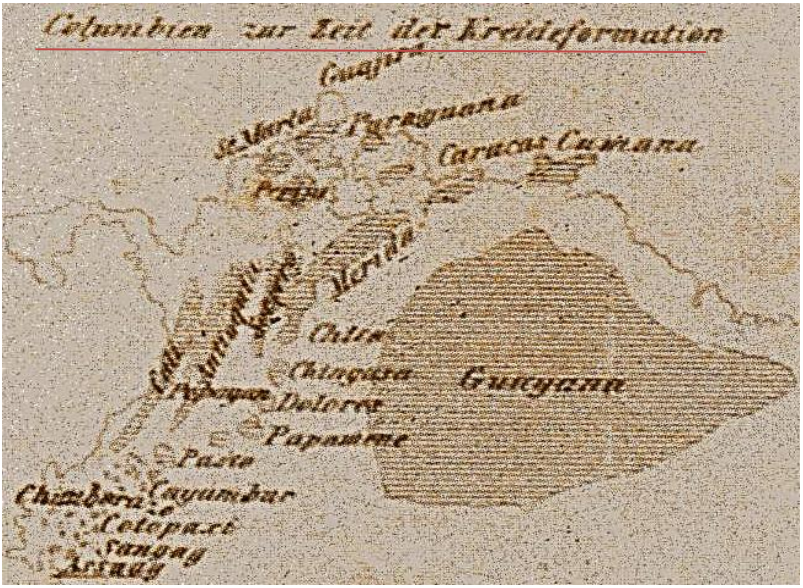


***Figura 14H**. Detalle del croquis inserto en KARSTEN (1858).*

En **1862**, Karsten publica un nuevo trabajo que incluye dos secciones geológicas (KARSTEN 1862) (Fig. 14I). La publicación de estas secciones probablemente haya estado incentivada por la obra de G. P. Wall (1960)[25].

Las secciones de Karsten se extienden desde la fila divisoria de la Serranía del Litoral al norte del lago de Valencia hasta la zona piemontina al sur. Una sección se inicia en las cumbres de Choroní hasta Ortiz y otra, en la cumbre de San Esteban hasta las galeras de El Pao. En la zona de la mayor elevación distingue sienita, gneis cuarzo-feldespático y esquito micáceo, mientras que en la zona de Villa de Cura menciona granulita (hoy denominado granofel), gneis y diorita.

[25] Wall publica dos secciones geológicas norte-sur, una de oriente y otra del centro de Venezuela. En la publicación no se cita a Karsten.

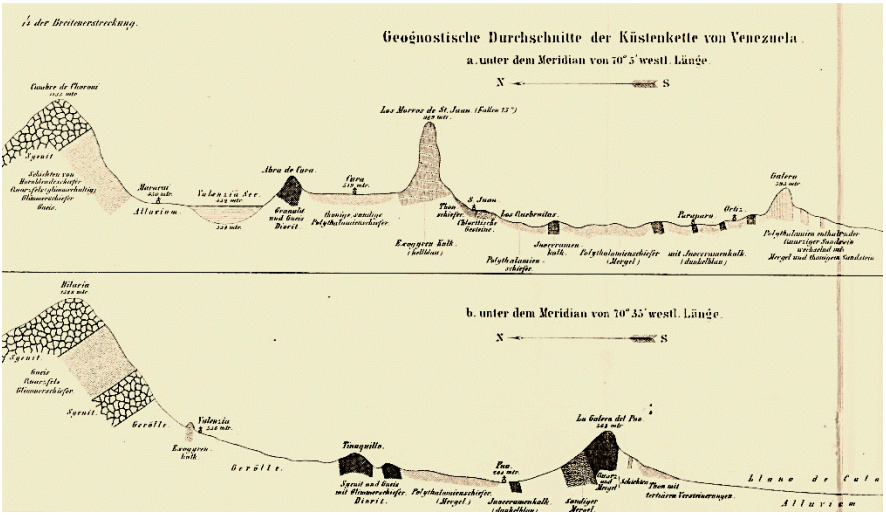


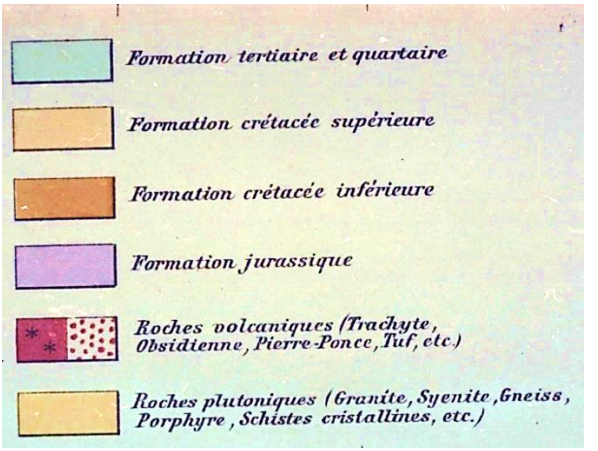
***Figura 14I**. Secciones geológicas de KARSTEN (1862).*

En **1886**, Karsten publica en francés su obra cumbre, un libro sobre la geología de Venezuela, Colombia y Ecuador (KARSTEN 1886)[26], con un mapa (Fig. 13J) y tres secciones geológicas (Fig. 13K,L) semejantes a los de sus trabajos de 1858 y 1862. El texto integra lo contenido en sus trabajos previos publicados en idioma alemán. Para la zona de Villa de Cura describe la presencia de diabasa, serpentinita y esquisto verde con talco y anfibol.

Sus secciones corresponden a:

1- Valencia – Lago de Valencia - Villa de Cura – San Juan
2- Cumbre de Choroní - Maracay – Villa de Cura – Morro de San Juan – Parapara - Ortiz
3- Topo Hilaria – Valencia – Tinaquillo – Galeras de El Pao – Galeras de El Baúl.

[26] Se recomienda ver la traducción al español realizada por el Dr. Armando Espinosa Baquero, publicado en 2022 por el Servicio Geológico de Colombia <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/view/98/88/697>



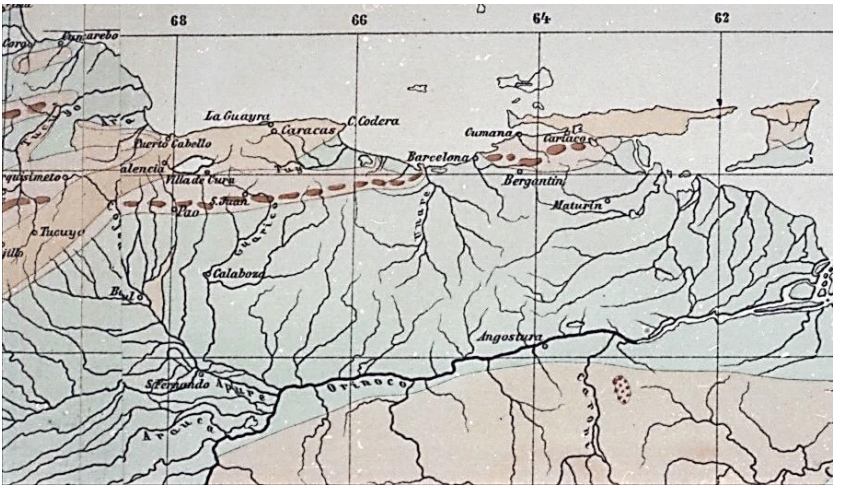


Figura 14J. *Fragmento del mapa geológico de KARSTEN (1886).*

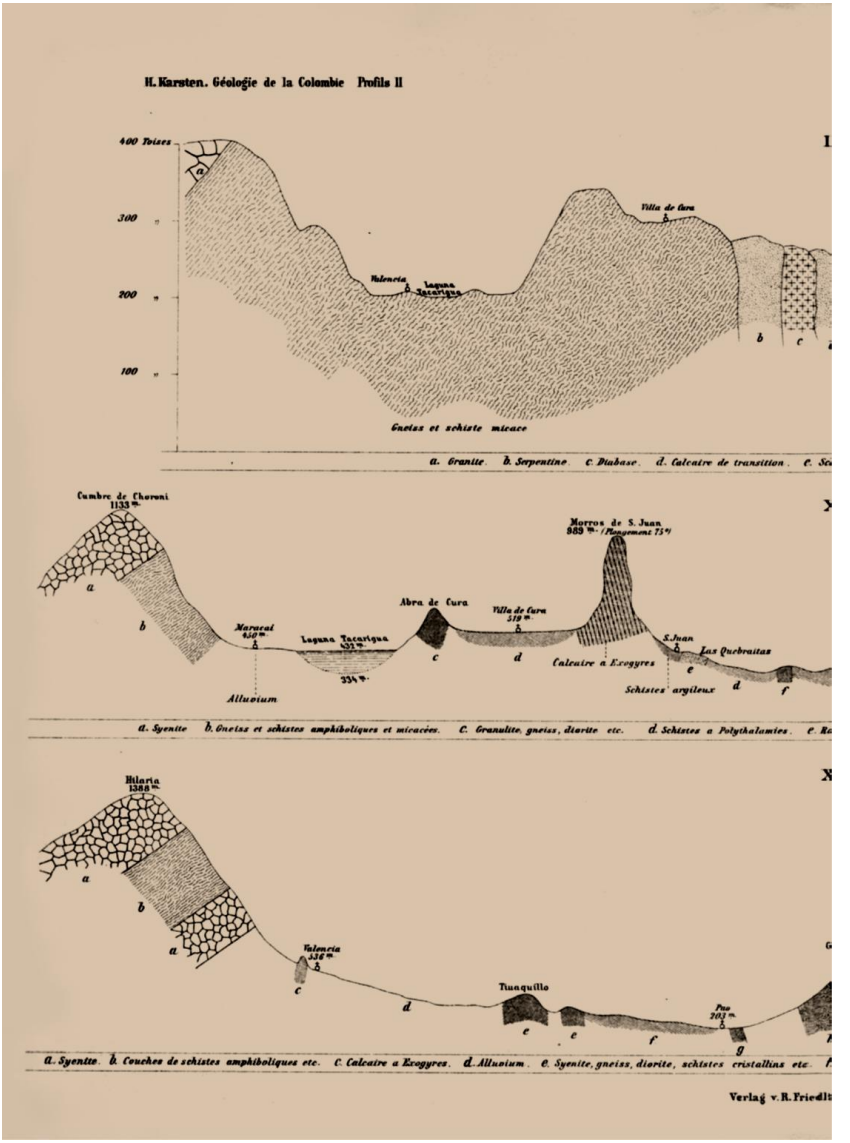


***Figura 14K**. Secciones geológicas de KARSTEN (1886) a través de la Cordillera de la Costa. Mitad septentrional.*

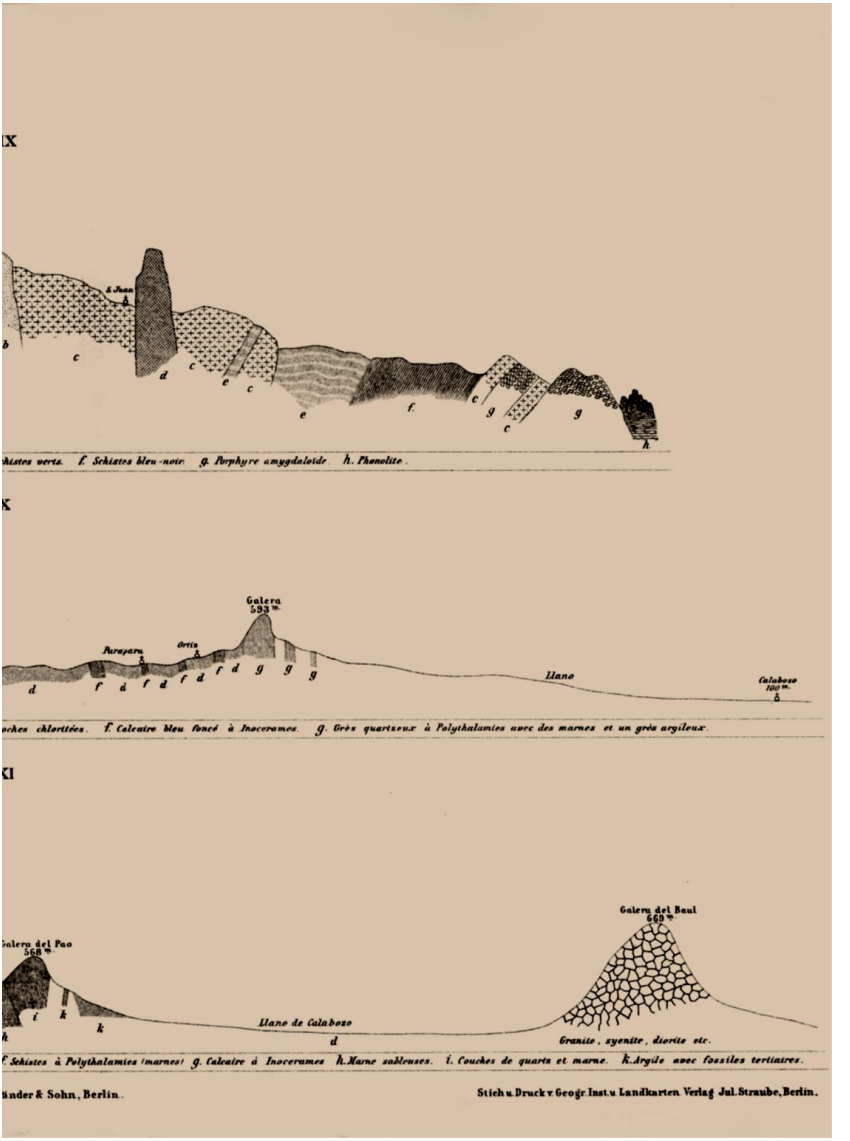


Figura 14L. *Continuación. Secciones geológicas de* KARSTEN *(1886). Mitad meridional.*

George P. Wall, 1860

El geólogo inglés **George Parks Wall**[27] (c.1832-1912) desde 1856 a 1858 se desempeña en el recién creado Servicio Geológico de las Indias Occidentales (West Indies Geological Survey), dependiente del servicio geológico central del imperio británico basado en Londres. Ya de regreso en Inglaterra publica su memoria sobre la geología de la isla de Trinidad, en cuyo mapa incluye la punta oriental de la Península de Paria (WALL 1860a). Durante esos años también visita Venezuela, donde reconoce geológicamente la parte oriental y el centro entre Puerto Cabello y los Llanos en 1859. Esto resulta en una publicación fundamental para la geología venezolana, ya que incluye un mapa geológico (WALL 1860b) de aproximadamente la misma región cubierta previamente por H. Karsten en 1850 (Fig. 15A,B). En el mapa utiliza las siguientes unidades:

1) En la franja norte que abarca la mayor parte de la Cordillera de la Costa, acuña el término *Serie Caribe*, con esquisto micáceo y gneis. Esta es el primer nombre formal utilizado para una unidad geológica del país. Para esta Serie utiliza dos tramados distintos, uno mayoritario correspondiente a esquisto y pizarra y otro en zonas más restringidas para gneis y granito (Fig. 15C).

2) En la franja intermedia ubica a las rocas volcánicas de "*origen pirogénico*" mencionando a los minerales augita y diálaga. Es decir que es el primer autor que representa en un mapa a las rocas metavolcánicas de la faja de Villa de Cura.

3) Finalmente muestra una franja sur con rocas sedimentarias del Cretácico, seguido de depósitos aluviales hacia Calabozo.

[27] George Parkes Wall, geólogo, ingeniero de minas e industrial del acero. Información biográfica en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela,* 63: 1-23, 1998 (F. URBANI) https://venezuelaamericanpetroleumasso.app.box.com/s/ebjqrldmrrug6ph8q44siwpj3jw8ysfv

Otro aporte de este autor es presentar las primeras secciones geológicas del país, una desde Margarita hasta Maturín, y otra desde Puerto Cabello hasta Calabozo. Estas secciones geológicas son muy ricas en detalles que, en algunos aspectos, resultan hasta más importantes que el propio texto del artículo. Entonces la combinación del mapa y secciones, nos muestra un primer esbozo de la orientación este-oeste de los distintos terrenos tectonoestratigráficos de la Cordillera.

En la sección Puerto Cabello - Calabozo distingue las siguientes litologías:

- En la zona costera de Puerto Cabello reconoce caliza y eclogita. Esta es la primera mención en la literatura de la presencia de **eclogita** en nuestro país, un tipo de roca de gran relevancia en nuestros tiempos de Tectónica de Placas, formada por metamorfismo de alta presión y baja temperatura. La palabra eclogita también aparece entre La Guaira y Caracas (Fig. 15C).

- En la parte media de la Serranía del Litoral, señala la existencia de "*Gneis and gneiss slate distinctly bedded other times resembling granite*". Debe notarse que en esa época los términos "*shale*" y "*slate*" se usaban indistintamente para rocas sedimentarias y metamórficas, es decir que en la usanza actual al referirse a metamórficas serían equivalentes a los términos filita y esquisto, respectivamente. Este grupo de rocas corresponde en la actual Terreno Ávila, donde la roca granítica por excelencia de esta sección la constituye el Metagranito de Guaremal.

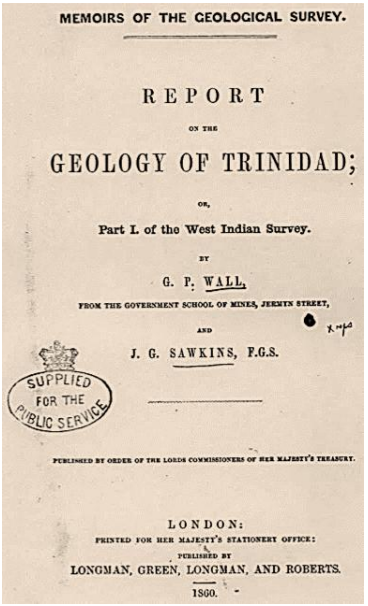
- En el flanco sur aparece "*Micaceous slate and sandstone with ocasional limestone*". Estas son las rocas representadas por los esquistos de Las Mercedes y Las Brisas, con ocasionales cuerpos de mármol, el mayor de ellos cerca de Valencia, hoy visible en el distribuidor San Blas.

- Ya en la Serranía del Interior, al sur del lago de Valencia, en lo que hoy conocemos como Faja Caucagua-El Tinaco, señala la presencia de "*slates and shales micaceous*", efectivamente coincidiendo con las unidades esquistosas de los terrenos Cachinche y Tucutunemo.

- Más al sur describe "*slates and shales with beds of diallage, shale with augite, diabase",* que sería el actual Terreno Villa de Cura, con predominio de rocas metavolcánicas. De seguidas ubica a la prominente caliza de los Morros de San Juan, para más al sur volver a mencionar rocas volcánicas semejantes a las anteriores, que debe corresponder al Cerro Flores.

- De ahí hasta Calabozo, describe una amplia variedad de rocas sedimentarias.

En resumen, de la Serranía del Litoral enumera litologías como el esquisto cuarzo micáceo, que varía desde mica blanca (muscovita) hasta negra (biotita), esquisto grafitoso, mármol blanco y azul, esquisto carbonático. Menciona rocas gnéisicas en la Silla de Caracas y entre Valencia y San Esteban, llamándole la atención la transición entre esquisto y gneis que puede ser gradacional y otras veces abrupto. Menciona la eclogita (con anfíbol y granate), tanto cerca de Taborda en Carabobo, como cerca de Caracas (sin especificar el lugar), una roca de gran importancia actual por su significado geotectónico. Hace la observación adicional, que la eclogita al aumentar el contenido de mica grada a un esquisto granatífero, lo cual todavía puede verse en los taludes de la Autopista cerca de Taborda. También señala que toda la Serie Caribe presenta una gran deformación y contorsión. Es el primer autor que introduce el concepto de foliación para las rocas metamórficas.


MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY.

REPORT

ON THE

GEOLOGY OF TRINIDAD;

OR,

Part I. of the West Indian Survey.

BY

G. P. WALL,

FROM THE GOVERNMENT SCHOOL OF MINES, JERMYN STREET,

AND

J. G. SAWKINS, F.G.S.

SUPPLIED FOR THE PUBLIC SERVICE

PUBLISHED BY ORDER OF THE LORDS COMMISSIONERS OF HER MAJESTY'S TREASURY.

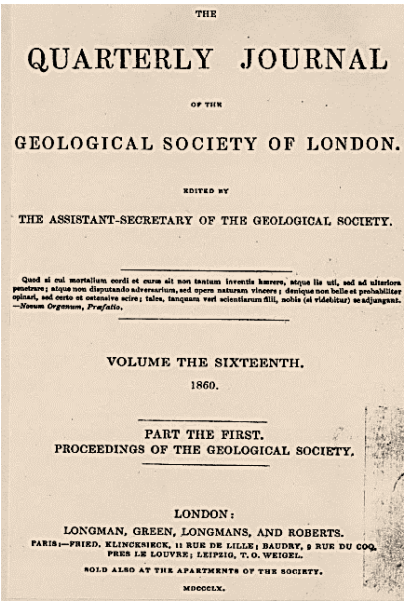
LONDON:

PRINTED FOR HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE:

AND PUBLISHED BY

LONGMAN, GREEN, LONGMAN, AND ROBERTS.

1860.


THE

QUARTERLY JOURNAL

OF THE

GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON.

EDITED BY

THE ASSISTANT-SECRETARY OF THE GEOLOGICAL SOCIETY.

Quod si cui mortalium cordi et curæ sit non tantum inventis hærere, atque iis uti, sed ad ulteriora penetrare; atque non disputando adversarium, sed opere naturam vincere; denique non belle et probabiliter opinari, sed certo et extensive scire; tales, tanquam veri scientiarum filii, nobis (si videbitur) se adjungant.
—*Novum Organum, Præfatio.*

VOLUME THE SIXTEENTH.

1860.

PART THE FIRST.
PROCEEDINGS OF THE GEOLOGICAL SOCIETY.

LONDON:

LONGMAN, GREEN, LONGMANS, AND ROBERTS.

PARIS:—FRIED. KLINCKSIECK, 11 RUE DE LILLE; BAUDRY, 9 RUE DU COQ, PRES LE LOUVRE; LEIPSIG, T. O. WEIGEL.

SOLD ALSO AT THE APARTMENTS OF THE SOCIETY.

MDCCCLX.

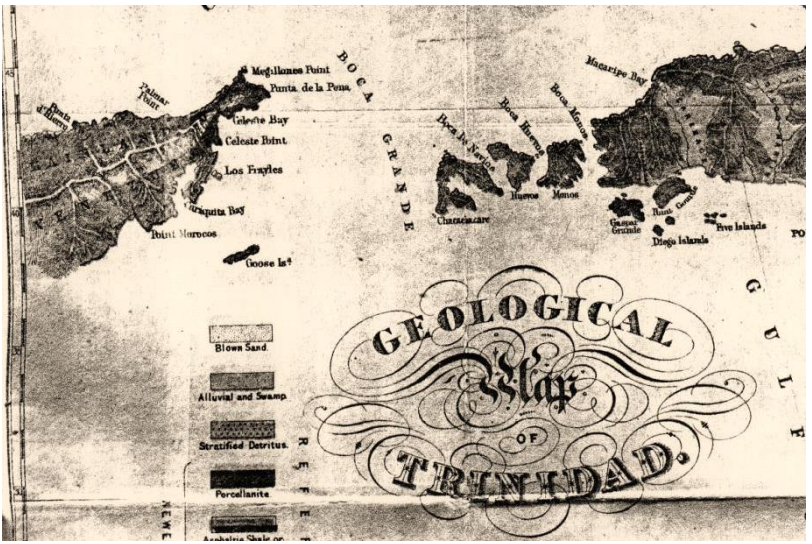


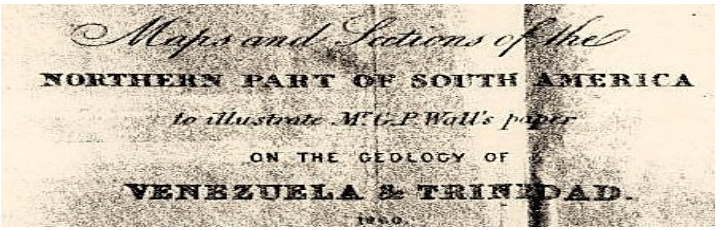
***Figura 15A**. Portadas de las obras de G. P. Wall (1860a,b) y fragmento del mapa geológico de Trinidad, que abarca también el extremo oriental de la Península de Paria.*

1. *On the* GEOLOGY *of a Part of* VENEZUELA *and of* TRINIDAD.
By G. P. WALL, Esq.

[Communicated by Sir R. I. Murchison, V.P.G.S.]

[Plate XXI.]

FOR our earliest distinct notions of the physical conformation and geological structure of this portion of the South American continent, we are indebted to the researches of that illustrious observer, Humboldt, who, on his visit to equinoctial America (1799), first landed on the coast of Venezuela, and prosecuted during a period of sixteen months a series of investigations in several departments of that State, thus rendering the most essential service to all subsequent travellers; for whilst some of his conclusions must be mo-



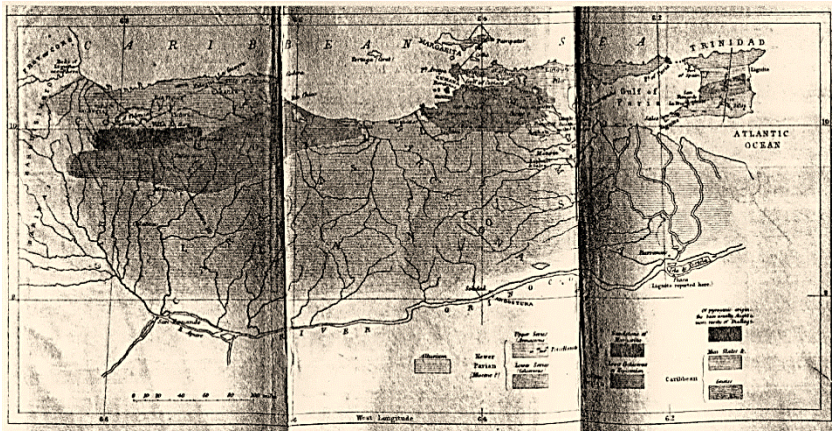


***Figura 15B**. Mapa geológico del norte de Venezuela de WALL (1860b).*

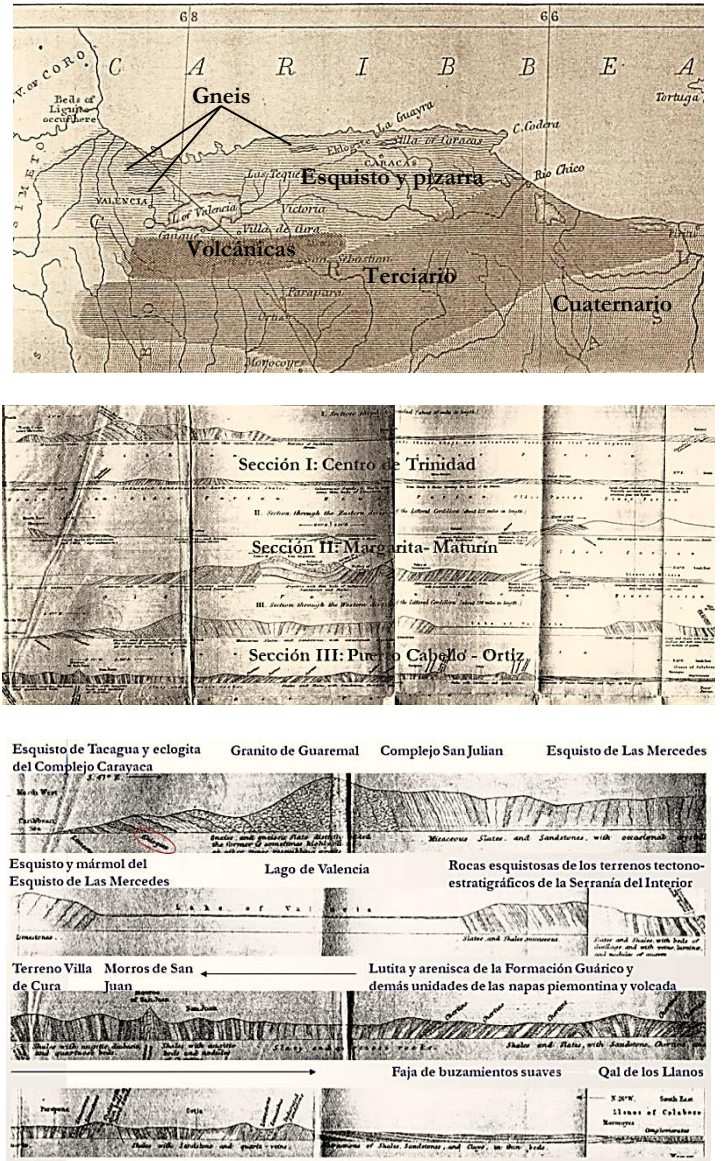


***Figura 15C**. Mapa y secciones geológicas del norte de Venezuela de WALL (1860) y ampliación de la Sección III indicando los nombres actuales de las unidades geológicas.*

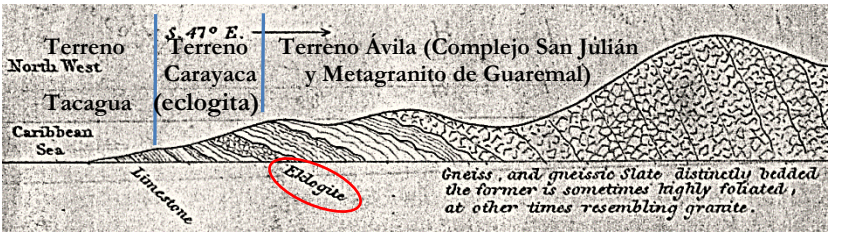


***Figura 15D**. Ampliación de la sección geológica Puerto Cabello – Las Trincheras (WALL 1860), se añade la nomenclatura actual.*

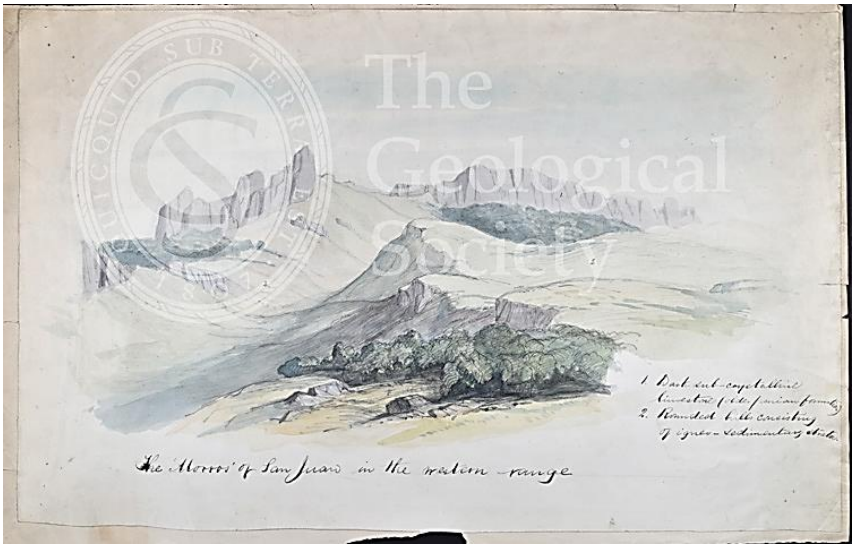


***Figura 15E.** Dibujo en lápiz y acuarela de los Morros de San Juan por G. P. Wall[28], 1859. "The Morros of San Juan in the western range, view of the landscape pointing out areas of limestone and sedimentary strata"*

[28] Fuente: http://geolsocarchives.org.uk/GetImage.ashx?db=Catalog&type=default&fname=95%5c965098-b701-487a-a553-a8f0b8a7a926.jpg



***Figura 15F**. Morros de San Juan. Fotografía de Pál Rosti (1830-1874), mayo de 1857. Primer fotógrafo de los paisajes venezolanos.*[29]

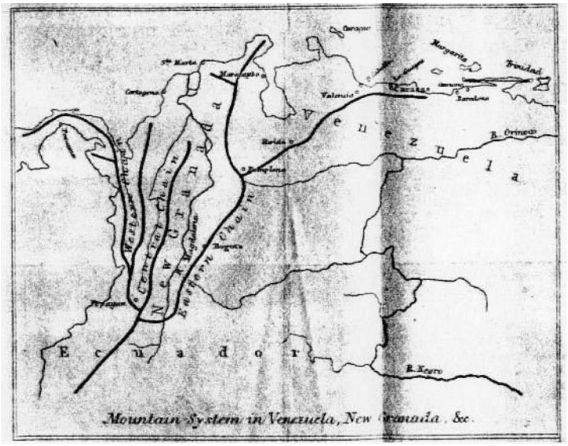


***Figura 15G**. Esquema de los sistemas montañosos de Venezuela, Colombia y Ecuador (WALL 1860).*

[29] Fotografía restaurada y coloreada por Arturo Álvarez 2022. https://www.instagram.com/elcronistadigital/ Semblanza en URBANI (1982).

Wilhelm F. Sievers, 1888, 1896.

El ilustre geógrafo alemán **W. F. Sievers**[30] (1860-1921) (Fig. 16B) visita a Venezuela en dos oportunidades.

Como producto de su **primer viaje entre 1884 y 1885**, destaca el libro *Die Cordillere von Merida* (SIEVERS **1888**), que se constituye en la más completa geografía de la cordillera andina hasta las obras de Marco Aurelio Vila de mediados del siglo XX.

Esta obra incluye un mapa geológico de las zonas recorridas entre Caracas y el estado Táchira (Fig. 16A,C). Casi toda la Cordillera de la Costa la representa como rocas cristalinas, mientras que en San Esteban y Las Trincheras reconoce cuerpos de granito (el hoy Metagranito de Guaremal). Cerca de Villa de Cura y más al sur de San Juan de Los Morros, ubica las metavolcánicas de Villa de Cura. También por primera vez, distingue rocas volcánicas en la zona de Loma de Hierro, Tiara, estado Aragua (hoy Basalto de Tiara de la Ofiolita Loma de Hierro). Las muestras de rocas que lleva a Alemania, son estudiadas por el petrólogo **W. Bergt**[31] (Fig. 16H).



Figura 16A. *"Carta geognóstica de la Cordillera Venezolana", 1888.*

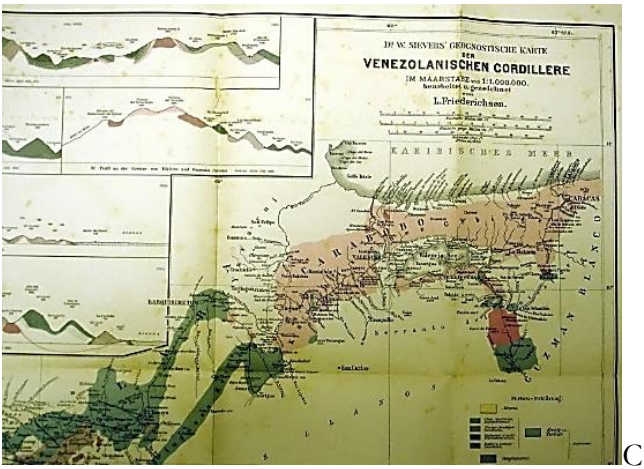
[30] Información biográfica en <https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Sievers> y <https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/s/sievers-wilhelm/> La bibliografía de W. Sievers puede consultarse en F. URBANI. 1985. Bibliografía de Wilhelm Friedrich Sievers (1860-1921). *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 12: 1-11. <https://venezuelaamericanpetroleumasso.app.box.com/s/ebjqrldmrrug6ph8q44siwpj3jw8ysfv>

[31] Walther Adolf Bergt (1864–1941), destacado mineralogista y geólogo alemán, luego profesor de las universidades de Leipzig y de Dresden. https://de.wikipedia.org/wiki/Walther_Bergt



B

Figura 16. *Retratos.*[32] *de Wilhelm F. Sievers (1860-1921).*



C

[32] Fuentes: https://data.bnf.fr/en/15366001/wilhelm_sievers/
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1886_Wilhelm_Sievers_i_Colombia.jpg

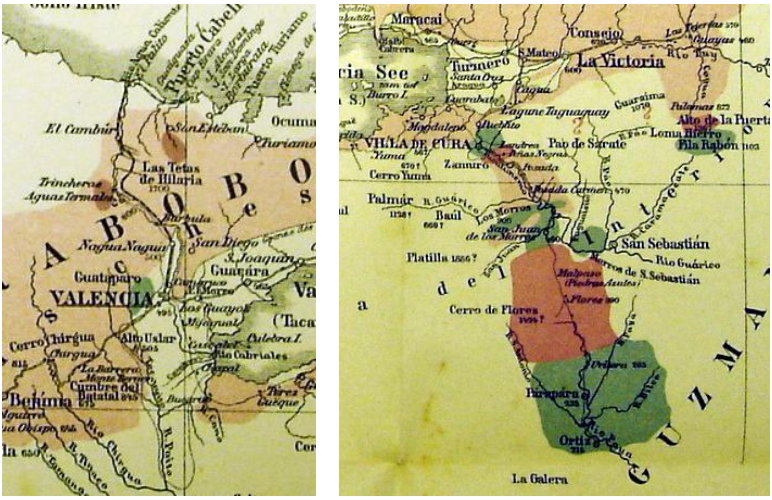


***Figura 16C**. Fragmentos de la "Carta geognóstica de la Cordillera Venezolana", 1888. Cerca de Las Trincheras y San Esteban cartografía dos cuerpos de granito (hoy Metagranito de Guaremal, color marrón). Al sur de Los Morros se muestra un gran cuerpo de roca volcánica (Cerro de Flores, hoy Basalto de Las Hermanas). También ubica rocas volcánicas cerca de Loma de Hierro (Basalto de Tiara).*

En su **segundo viaje** entre **1892** y **1893**, publica varias obras. Una de las más importantes es "*Cartas sobre la geografía física de Venezuela*" (SIEVERS **1896**) (Fig. 16A), que incluye varios mapas temáticos. Uno de ellos titulado "*Venezuela septentrional. Descripción general de las condiciones geológicas y tectónicas*" (Fig. 16B). Allí se muestran estructuras geológicas, con rumbos, buzamientos y anticlinales. También representa las tendencias del grano estructural regional con rumbo NE, si bien en algunas partes, como entre Caracas y Maracay las indica con rumbo NNO.

Este es el primer mapa tectónico de Venezuela. En la sección Puerto Cabello-Ortiz, de norte a sur reconoce las siguientes unidades geológicas (Fig. 16F):

1- Aluvión (verde, al Oeste de Puerto Cabello).

2- Montañas arcaicas, rocas cristalinas esquisto y gneis (anaranjado).

3- Cuaternario (violeta pálido, alrededor del lago de Valencia).

4- Continúa la unidad 2 ya que ésta rodea por completo al Lago.

5- Cretácico medio, caliza cristalina (amarillo, se refiere a los Morros de San Juan y de San Sebastián).

6- Rocas eruptivas, pórfido de augita, diabasa (rosado, corresponde a las metavolcánicas de Villa de Cura).

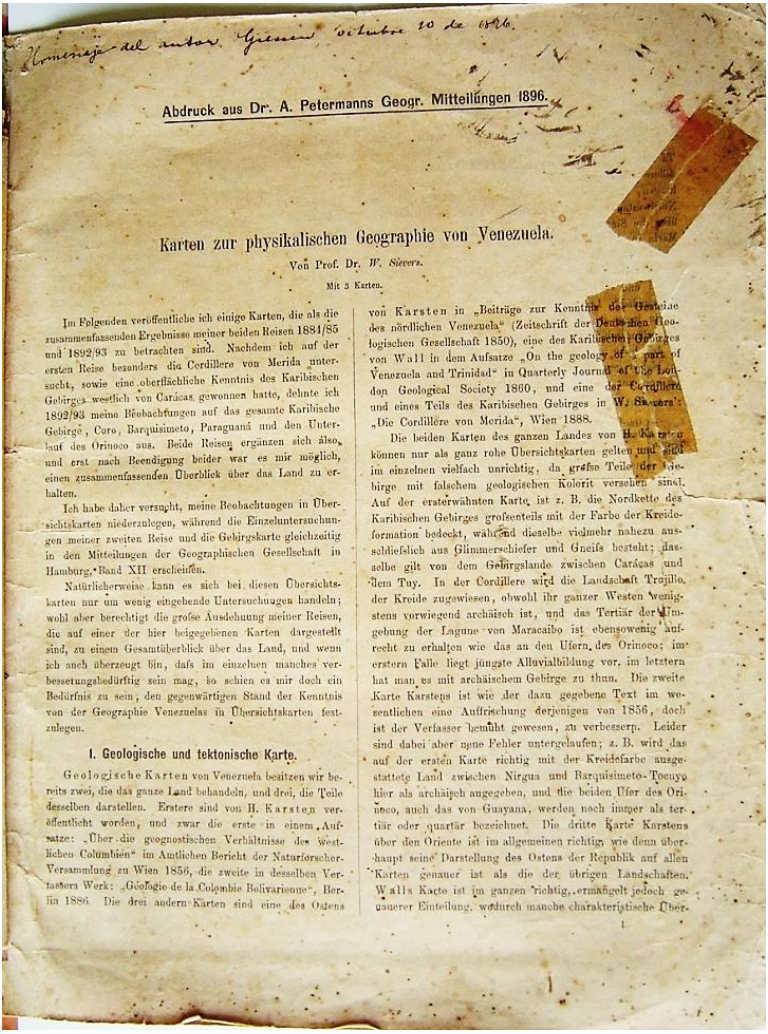
7- Terciario inferior a Cretácico superior (azul).

8- Cretácico inferior. Arenisca, lutita y cuarcita (amarillo).

9- Arenas, aluvión (azul pálido).

La unidad 2 es la mayoritaria y abarca tanto la Serranía del Litoral, como buena parte de la Serranía del Interior, exceptuando la unidad de metavolcánicas de la Faja Villa de Cura. Al sur de San Juan de Los Morros, ubica las volcánicas del prominente cerro Las Flores ya descrito por sus predecesores Humboldt, Karsten y Wall. La unidad volcánica, hoy Terreno Villa de Cura, la extiende hasta el sur de Caucagua en la región de Barlovento, lo cual representa un avance con respecto a los trabajos anteriores.

Las rocas sedimentarias de Charallave - Santa Teresa del Tuy, las extrapola en forma continua hasta Barlovento. Es decir que no conoció la existencia del macizo de rocas metamórficas entre Santa Teresa y Caucagua.



Homenaje del autor. Giessen, Octubre 10 de 1896.

Abdruck aus Dr. A. Petermanns Geogr. Mitteilungen 1896.

Karten zur physikalischen Geographie von Venezuela.

Von Prof. Dr. *W. Sievers.*

Mit 3 Karten.

Im Folgenden veröffentliche ich einige Karten, die als die zusammenfassenden Ergebnisse meiner beiden Reisen 1884/85 und 1892/93 zu betrachten sind. Nachdem ich auf der ersten Reise besonders die Cordillere von Merida untersucht, sowie eine oberflächliche Kenntnis des Karibischen Gebirges westlich von Caracas gewonnen hatte, dehnte ich 1892/93 meine Beobachtungen auf das gesamte Karibische Gebirge, Coro, Barquisimeto, Paraguaná und den Unterlauf des Orinoco aus. Beide Reisen ergänzen sich also, und erst nach Beendigung beider war es mir möglich, einen zusammenfassenden Überblick über das Land zu erhalten.

Ich habe daher versucht, meine Beobachtungen in Übersichtskarten niederzulegen, während die Einzeluntersuchungen meiner zweiten Reise und die Gebirgskarte gleichzeitig in den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg, Band XII erscheinen.

Natürlicherweise kann es sich bei diesen Übersichtskarten nur um wenig eingehende Untersuchungen handeln; wohl aber berechtigt die grosse Ausdehnung meiner Reisen, die auf einer der hier beigegebenen Karten dargestellt sind, zu einem Gesamtüberblick über das Land, und wenn ich auch überzeugt bin, dafs im einzelnen manches verbesserungsbedürftig sein mag, so schien es mir doch ein Bedürfnis zu sein, den gegenwärtigen Stand der Kenntnis von der Geographie Venezuelas in Übersichtskarten festzulegen.

I. Geologische und tektonische Karte.

Geologische Karten von Venezuela besitzen wir bereits zwei, die das ganze Land behandeln, und drei, die Teile desselben darstellen. Erstere sind von H. Karsten veröffentlicht worden, und zwar die erste in einem „Aufsatze: „Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien" im Amtlichen Bericht der Naturforscher-Versammlung zu Wien 1856, die zweite in desselben Verfassers Werk: „Géologie de la Colombie Bolivarienne", Berlin 1886. Die drei andern Karten sind eine des Ostens von Karsten in „Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des nördlichen Venezuela" (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1850), eine des Karibischen Gebirges von Wall in dem Aufsatze „On the geology of a part of Venezuela and Trinidad" in Quarterly Journal of The London Geological Society 1860, und eine der Cordillere und eines Teils des Karibischen Gebirges in W. Sievers: „Die Cordillere von Merida", Wien 1888.

Die beiden Karten des ganzen Landes von H. Karsten können nur als ganz rohe Übersichtskarten gelten und sind im einzelnen vielfach unrichtig, da grofse Teile der Gebirge mit falschem geologischen Kolorit versehen sind. Auf der erstern Karte ist z. B. die Nordkette des Karibischen Gebirges grofsenteils mit der Farbe der Kreideformation bedeckt, während dieselbe vielmehr nahezu ausschliefslich aus Glimmerschiefer und Gneifs besteht; dasselbe gilt von dem Gebirgslande zwischen Caracas und dem Tuy. In der Cordillere wird die Landschaft Trujillo der Kreide zugewiesen, obwohl ihr ganzer Westen wenigstens vorwiegend archäisch ist, und das Tertiär der Umgebung der Lagune von Maracaibo ist ebensowenig aufrecht zu erhalten wie das an den Ufern des Orinoco; im erstern Falle liegt jüngste Alluvialbildung vor, im letztern hat man es mit archäischem Gebirge zu thun. Die zweite Karte Karstens ist wie der dazu gegebene Text im wesentlichen eine Auffrischung derjenigen von 1856, doch ist der Verfasser bemüht gewesen, zu verbessern. Leider sind dabei aber neue Fehler untergelaufen; z. B. wird das auf der ersten Karte richtig mit der Kreidefarbe ausgestattete Land zwischen Nirgua und Barquisimeto-Tocuyo hier als archäisch angegeben, und die beiden Ufer des Orinoco, auch das von Guayana, werden noch immer als tertiär oder quartär bezeichnet. Die dritte Karte Karstens über den Oriente ist im allgemeinen richtig, wie denn überhaupt seine Darstellung des Ostens der Republik auf allen Karten genauer ist als die der übrigen Landschaften. Walls Karte ist im ganzen richtig, ermangelt jedoch genauerer Einteilung, wodurch manche charakteristische Über-

1

***Figura 16D**. Primera página de la obra de SIEVERS (1896).*

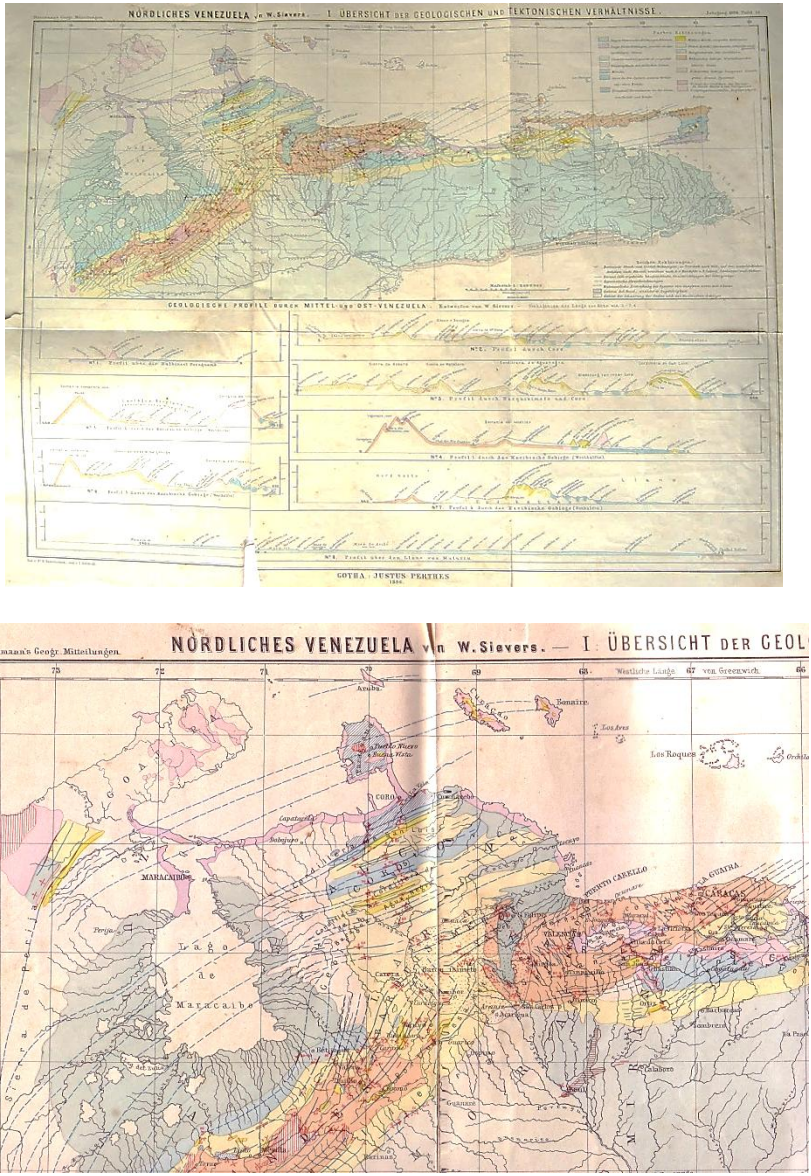


Figura 16E. *Fragmentos del mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela (SIEVERS 1896).*

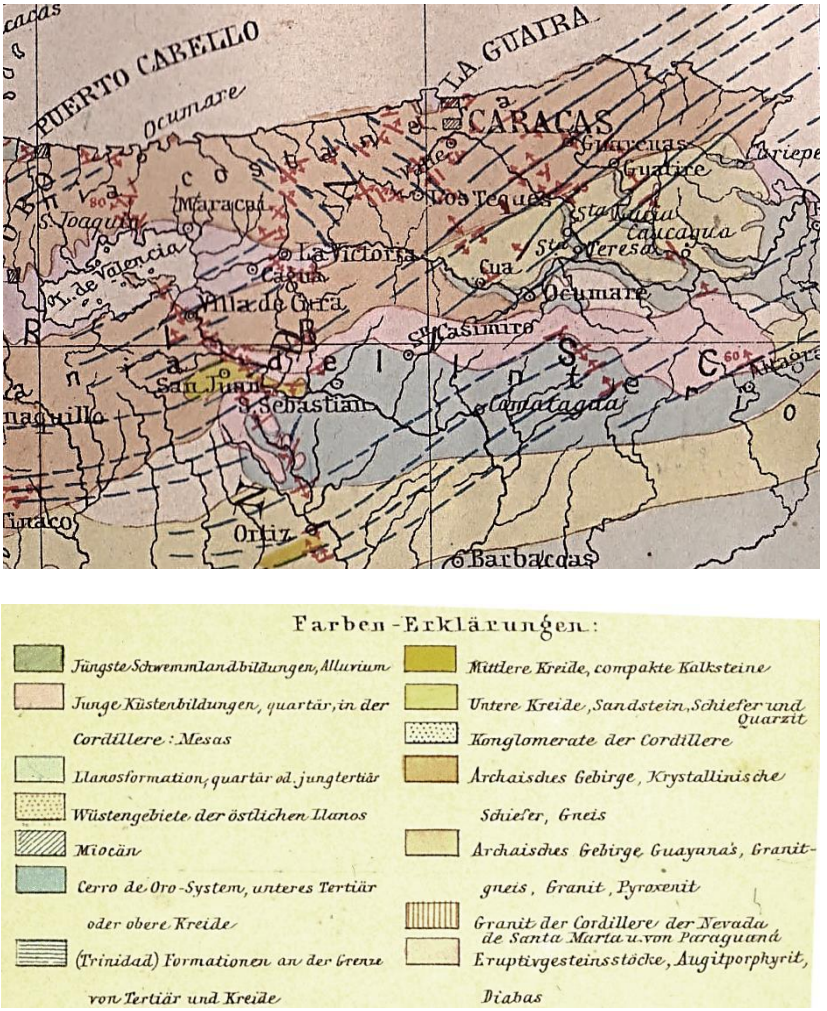


Figura 16F. *Fragmentos del primer mapa geológico-tectónico de Venezuela de Wilhelm SIEVERS (1896).*



***Figura 16D**. Uno de los perfiles generalizados incluidos en SIEVERS (1896), abarca desde los Morros de San Juan hacia cerca de Ortiz.*



***Figura 16G**. Fragmento de uno de los mapas geográficos de SIEVERS (1896). Estos mapas fueron los mejores y más detallados para fines del siglo XIX y fueron utilizados por los geólogos petroleros de comienzos del siglo XX.*

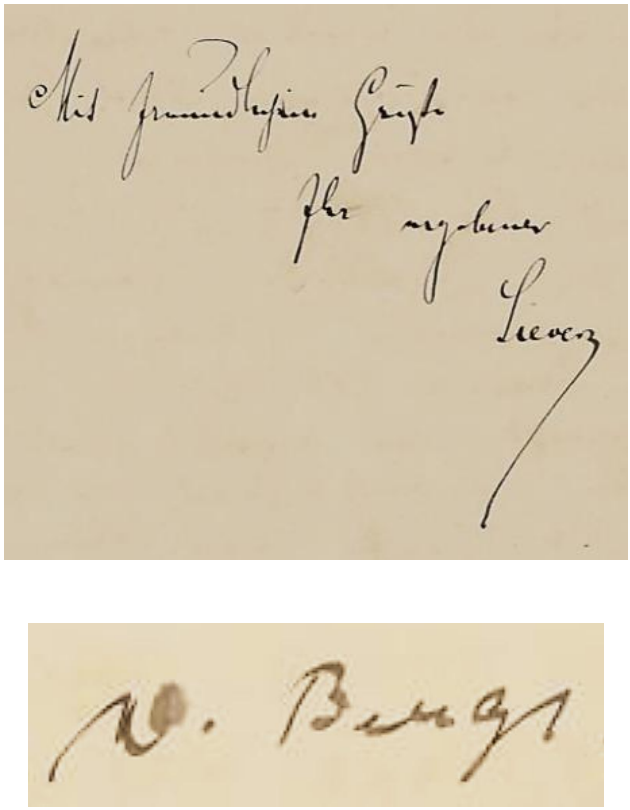


***Figura 16H**. Firmas de Wilhelm F. Sievers y W. Bergt (SIEVERS 1885, p. (276)-137r y (243)-121).*

En 1914, Sievers publica un libro de geografía de Suramérica, en el cual incluye un mapa geológico del subcontinente (SIEVERS 1914) (Fig. 18I).

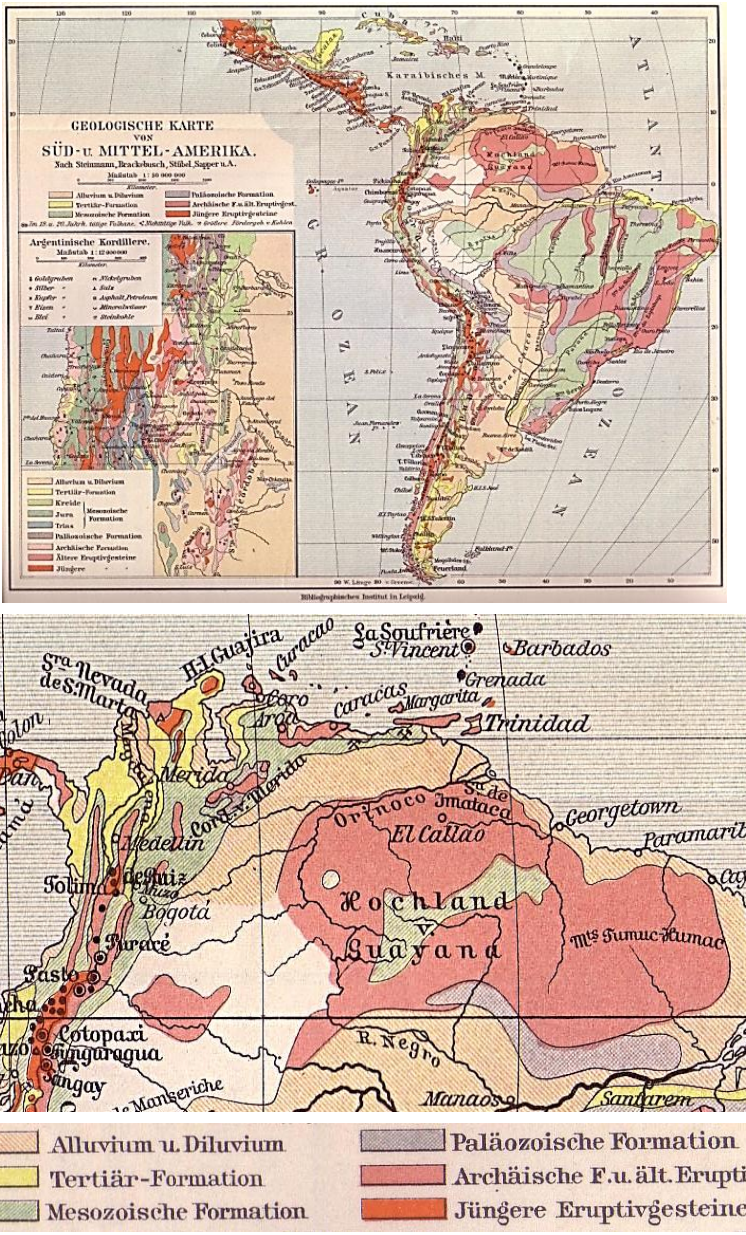


Figura 16I. *Mapa geológico de Suramérica de* SIEVERS *(1914).*

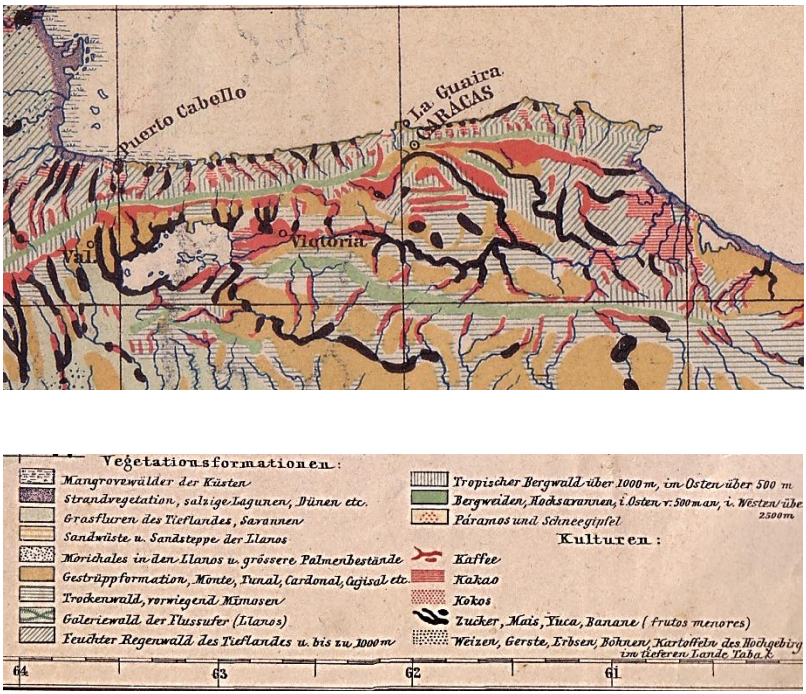


Figura 16J. *Primer mapa de vegetación de Venezuela, otro de los mapas temáticos pioneros publicados por SIEVERS (1896),*

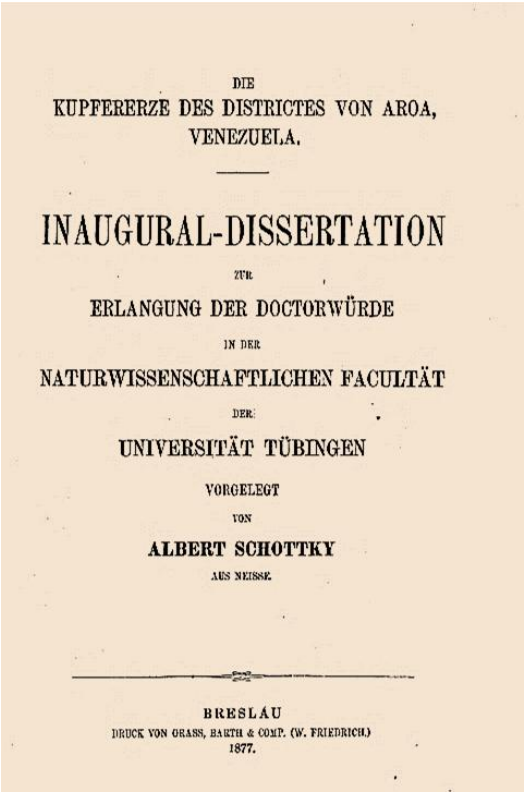
Otros autores

Adicionalmente a los autores principales ya mencionados, en el siglo XIX hay contribuciones geológicas puntuales de muchos autores cuyo análisis escapa de los objetivos de esta obra, pero no podemos dejar de mencionar a cuatro de ellos:

Albert Schottky, 1877

Este geólogo alemán trabajó en las minas de cobre de Aroa entonces propiedad de la empresa inglesa *The Quebrada Railway, Land & Copper*

Company Limited. En 1877 presenta la obra *Die Kupfererze des Districtes von Aroa, Venezuela* (Fig. 17) en la Universidad de Tubinga, Alemania, que resulta ser la primera tesis doctoral realizada en Venezuela en geociencias, que trata sobre geología minera y las técnicas de beneficio mineral (SCHOTTKY 1877).



DIE
KUPFERERZE DES DISTRICTES VON AROA,
VENEZUELA.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
IN DER
NATURWISSENSCHAFTLICHEN FACULTÄT
DER
UNIVERSITÄT TÜBINGEN
VORGELEGT
VON
ALBERT SCHOTTKY
AUS NEISSE.

BRESLAU
DRUCK VON GRASS, BARTH & COMP. (W. FRIEDRICH.)
1877.

***Figura 17**. Portada de la tesis doctoral de Albert Schottky, 1877, referente a las minas de cobre de Aroa.*

En el siglo XX resalta el trabajo sobre las minas de oro de LÓPEZ, DAVEY y RUBIO (1944). Hoy día las instalaciones mineras están vandalizadas. El depósito mineral se encuentra en la unidad Esquisto Aroa del Cretácico Tardío.

Jovan Žujović, 1880-1884.

En 1822, el peruano **Mariano de Rivero y Ustariz**[33] (1798-1857) (Fig. 18B), junto al francés **Jean-Baptiste Boussingault**[34] (1802-1887) (Fig. 18A) viajan por Venezuela, Colombia y Ecuador, encomendados por el Libertador Simón Bolívar para fundar una Escuela de Minas en Bogotá (con recomendación de Alejandro de Humboldt). El proyecto es interrumpido por la guerra independentista (URBANI 1981) y Boussingault se incorpora activamente a las luchas, alcanzando el grado de coronel y sirve como edecán de Simón Bolívar. A pesar de la inestabilidad política realiza una importante labor científica y al retornar a Francia lleva al *Collège de France* una colección de más de 700 muestras de rocas.

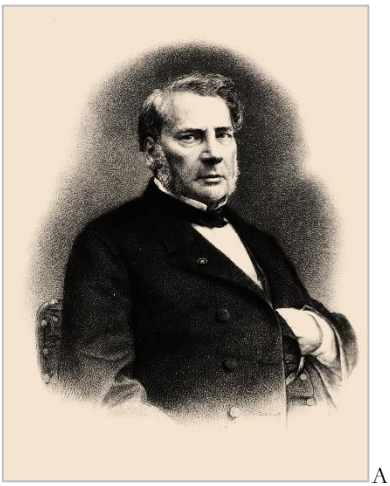
En 1879 el geólogo serbo **Jovan Žujović**[35] (1856-1936) (Fig. 18C) estudiaba geología en París y sus profesores le proponen realizar su tesis doctoral utilizando la colección Boussingault. En ese momento la petrografía era una nueva disciplina que estaba al frente de las ciencias geológicas. Para este proyecto cuenta con la tutoría de prestigiosos petrógrafos como H. Rosenbusch, F. Fouque y A. Michel-Levy. El autor elaboró y estudió 600 secciones finas. En 1880 publica un resumen de su disertación (ŽUJOVIĆ 1880) y luego aparece el texto completo (ŽUJOVIĆ 1884).

---

[33] Información biográfica en URBANI F. 1992. Mariano Eduardo de Rivero y Ustariz (1798-1857): Pionero de la mineralogía y geoquímica de Venezuela. *BHGcV*, 46: 18-38 y <https://es.wikipedia.org/wiki/Mariano_Eduardo_de_Rivero_y_Ust%C3%A1riz>

[34] Información biográfica en <https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Boussingault> <https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/b/boussingault-jean-baptiste/> y URBANI (1981).

[35] Información biográfica en URBANI y GRUBIC (2001) y retratos en <https://mladenovcani.com/jovan-zujovic/>


A


B

***A**: Jean-Baptiste Boussingault (1802-1887) **B**: Mariano de Rivero y Ustariz (1798-1857). Colectores de las muestras.*



***Figura 18C**. Jovan Žujović (1856-1936).*

Žujović es el primero en realizar estudios petrográficos de muestras de nuestro país. Entre Caracas y La Guaira identifica esquisto clorítico, esquisto talcoso, anfibolita, eclogita. De Las Trincheras, estado Carabobo describe un gneis con mica negra.

De la región de Villa de Cura identifica augitita, sienita anfibólica, microgranulita anfibólica, esquisto clorítico con piroxeno. Su mayor novedad es la descripción de la "augitita" (Fig. 18D), que entonces resulta ser un nuevo tipo de roca en el ámbito mundial (URBANI y GRUBIC 2001). La muestra probablemente corresponde a la actual unidad de Metalava de El Carmen.

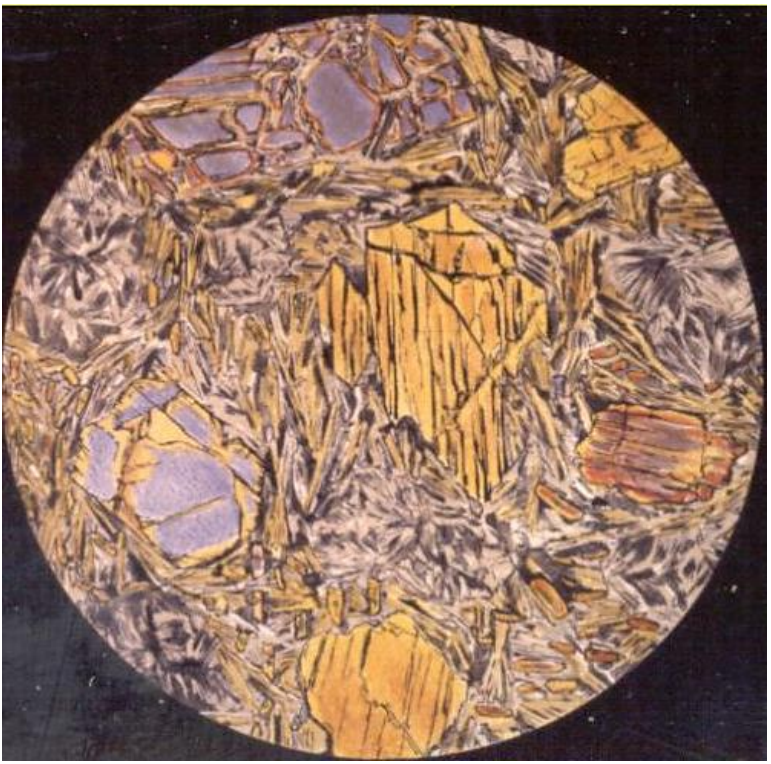


***Figura 18D**. "Augitita" de la región de Villa de Cura. Primera ilustración petrográfica de una muestra venezolana. Sin escala en el original. Fotomicrografía de ŽUJOVIĆ (1884). Corresponde a la unidad Metalava de El Carmen del Terreno Villa de Cura.*

Miguel Emilio Palacio

Miguel Emilio Palacio[36] (1849-1931) (Fig. 19A,B) nació en Calabozo y a corta edad es enviado a Londres donde se graduó de Doctor en Ciencias Exactas e Ingeniería Civil y de Minas. A su regreso, entre 1875 y 1877 revalida cinco títulos en la Universidad Central de Venezuela, él de más alto nivel es "Doctor en Artes: Filosofía". Trabaja en proyectos mineros y de ingeniería en Chile, Argentina y Uruguay. Ya siendo un profesional de gran renombre, en 1890 es llamado por el presidente de la República Raimundo Andueza Palacios, su primo hermano, para encargarse de la Dirección de Riqueza Territorial del Ministerio de Fomento.

En dos años realiza incesantes exploraciones en los depósitos minerales conocidos en los estados Yaracuy, Portuguesa, Guárico, Aragua y Miranda, hasta que se muda definitivamente a Guayana (ALZAIBAR 1937). En la Cordillera de la Costa estudia las mineralizaciones de Baruta (oro), Chacao (oro), Carrizal (cobre) y Aroa (cobre, Fig. 19C) (PALACIO 1891abcd).

[36] Para las ciencias geológicas, Miguel Emilio Palacio es un importante pionero, entre otras razones por:
- Es el primer venezolano en obtener un título universitario (doctor) en ciencias geológicas.
- Funda el *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* donde publica numerosos informes y mapas (véase índice geológico-minero en URBANI 1984a). Esta es la primera publicación periódica especializada en temas de las riquezas territoriales, entre ellas y en forma muy preponderante las mineras.
- Para los fines del citado *Boletín* importa equipos especializados de imprenta que le permiten editar mapas a color de gran formato.
- Estando residenciado en Guasipati, en 1893 funda la *Escuela de Minería de Yuruari*, que permanece activa por ocho años. El cierre de la Escuela se debe a que quedó ciego al salir de una mina. En ese período se gradúan 20 Bachilleres en Filosofía, 12 Agrimensores y 3 Doctores e Ingenieros Civiles y de Minas.

Una bio-bibliografía fue publicada por MARIÑO y URBANI (2022).



Figura 19A. *Miguel Emilio Palacio Vera (1849-1931) (MARIÑO y URBANI 2022).*

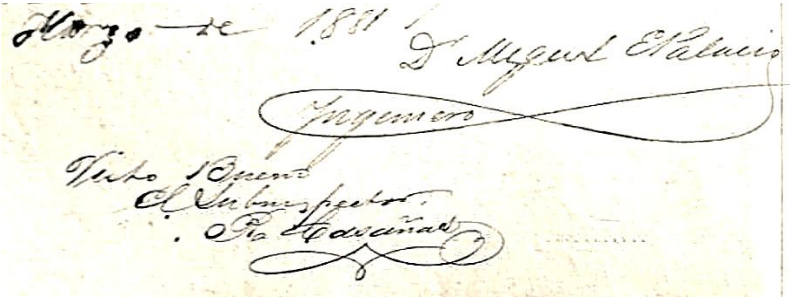


Figura 19B. *Firma de Miguel Emilio Palacio*[37].

[37] Firma cortesía de Noel Mariño Pardo (MARIÑO 2025, Boletín ANIH, en preparación).

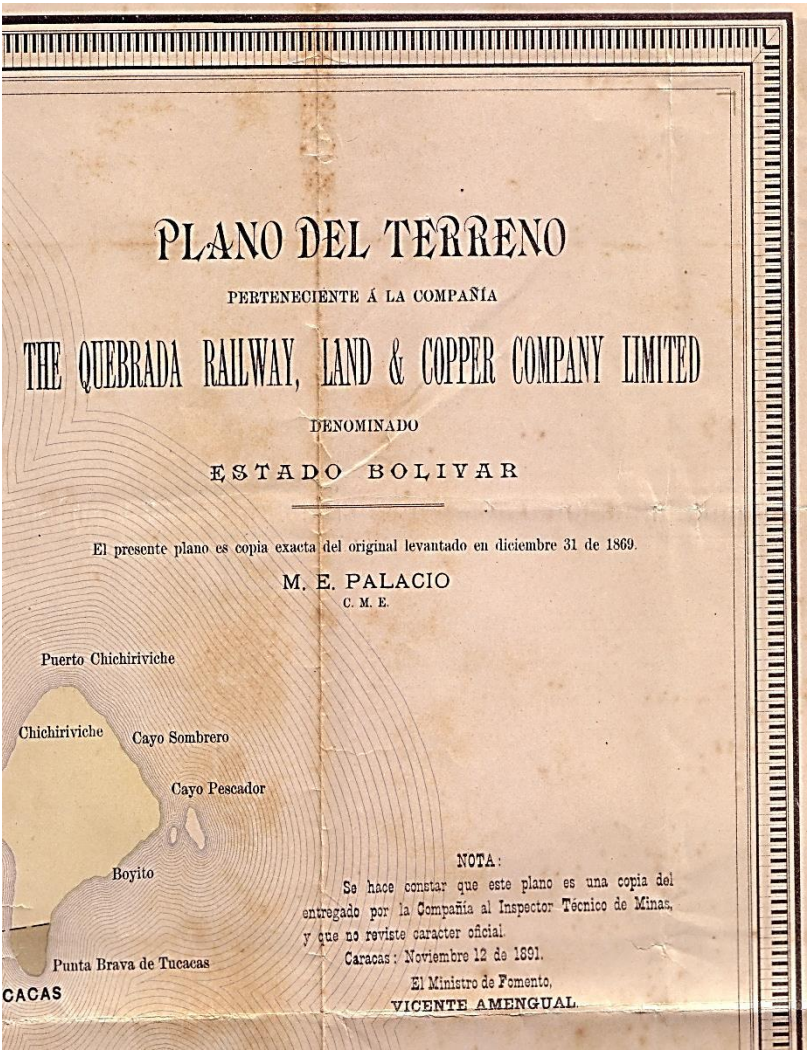


Figura 19C. *Fragmento de uno de los mapas mineros publicados por Miguel Emilio Palacio Vera (MARIÑO y URBANI 2022).*

Resumen de los siglos XVI al XIX

En los siglos **XVI al XVIII** el conocimiento relacionado con las ciencias geológicas de toda Venezuela y de la Cordillera de la Costa en particular, está solamente referido a la búsqueda de recursos minerales, fundamentalmente oro y cobre, lo cual trajo un conocimiento muy limitado y de muy pocas localidades.

1801-1828. Alejandro de **Humboldt**. En los libros publicados por este autor en las tres primeras décadas del siglo XIX, aparecen las primeras identificaciones de rocas y minerales venezolanos, con nombres modernos. Tómese como ejemplo, el caso de uno de los minerales más comunes: el cuarzo, pues es Humboldt el primero en mencionar su presencia en territorio venezolano. Además, realiza observaciones en casi todas las actuales disciplinas de las geociencias, como: petrología, mineralogía, paleontología, geomorfología, sedimentología y otras. En el trabajo de 1801 realiza un intento de interpretar el orden de sucesión de estratos, tanto de las rocas ígneo-metamórficas como de sedimentarias, dando lugar a la primera columna estratigráfica generalizada del país.

1841. Agustín **Codazzi**. Publica el *Atlas* del país con mapas de todas las provincias. Este material cartográfico es el que sirve de base a los futuros geólogos para plasmar sus observaciones.

1845. Amí **Boué**. Publica el primer mapa geológico de todo el mundo. Su aproximación de Venezuela se basa en las observaciones de Humboldt. Igual ocurre en décadas posteriores con otros mapas geológicos generalizados de Suramérica.

1850. Hermann **Karsten**. Publica del primer mapa geológico del país que abarca su cuadrante nororiental. La Cordillera de la Costa la considera constituida casi completamente de rocas metamórficas sin diferenciar, con cuerpos de granito en el centro de la Serranía del Litoral.

1860. George Parkes **Wall**. Presenta un nuevo mapa geológico cubriendo aproximadamente de la misma región del mapa de Karsten, pero incluye algunos avances como:

- Publica la primera sección geológica, que abarca entre Puerto Cabello y Ortiz, indicando las litologías presentes a lo largo de la misma, con lo cual ya se vislumbran las principales fajas hoy día reconocidas en la Cordillera.
- Introduce el nombre de "Serie Caribe", es decir, el primer nombre formal para unidades geológicas venezolana. En dicha serie incluye a las rocas cristalinas de las cordilleras del norte de Venezuela y de Trinidad.
- Por primera vez aparece cartografiada la faja de rocas metavolcánicas de Villa de Cura.

1877. Albert **Schottky**. Realiza un estudio de las minas de Aroa con lo cual obtiene su grado de Doctor en Geología en la Universidad de Tubinga. Esta es la primera tesis doctoral geológica referida a un tema venezolano.

1880-1884. Jovan **Žujović**. Este petrógrafo serbo realiza su tesis doctoral en París utilizando las rocas colectadas por Jean-Baptiste **Boussingault**. Es el primer trabajo petrográfico de muestras venezolanas, e incluye la novedad de describir por primera vez en el mundo una augitita, proveniente del Terreno Villa de Cura.

1896. Wilhelm F. **Sievers**. Publica un mapa geológico, que incluye las tendencias tectónicas de la Cordillera, por lo cual podría considerarse como el primer mapa tectónico del país. No hay mayores avances en cuanto a la distribución de unidades geológicas.

PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

Emilio Cortese, 1901

El geólogo italiano **E. Cortese**[38] (1856-1936) (Fig. 20) fue un distinguido profesional con numerosas publicaciones, mayormente en el campo de los yacimientos minerales (URBANI 1996a). Visita el oriente del país y durante su corta estadía en la región de Caracas, reconoce varios tipos de rocas: En Catia La Mar identifica un gneis de ojos (augengneis) que "*muy bien podría llevar la identificación de una muestra alpina*"[39]; en el cerro El Calvario de Caracas describe una roca verde semejante a una "*diabasa o roca piroxénica de los Alpes*"[40], también menciona la gran variedad de rocas esquistosas. Señala que las principales fallas regionales tienen una orientación este-oeste y que esto "*ha influido en la conformación de su costa norte*…"; además indica que una falla controla la separación de las serranías del Litoral y del Interior (CORTESE 1901), hoy Sistema de Fallas de La Victoria.



Figura 20. *Emilio Cortese (1856-1936).*

[38] Información biográfica y retrato en URBANI (1996a).
[39] Hoy denominado Augengneis de Peña de Mora.
[40] Hoy día se describiría como uno de los tipos de rocas máficas incluidas en el Mármol de Antímano del Terreno Carayaca, de AP-BT.

El caso de los "Trilobites" de Valencia, 1904

El paleontólogo alemán **Fritz Ernst Drevermann**[41] (1875-1832) (Fig. 21A), conocido paleontólogo de la Universidad de Frankfurt (RUH 2002), en 1904 publica un artículo describiendo ejemplares de trilobites del Silúrico inferior (Fig. 21C), presuntamente procedentes de Valencia (DREVERMANN 1904).

Al año siguiente **Charles Schuchert**[42] (1858-1942) (Fig. 21B), un geólogo norteamericano muy conocido por sus estudios en la región del Caribe, escribe una réplica e indica que habló con el colector de las muestras quién reconoció que podrían haber sido comprados en Virginia, USA (SCHUCHERT 1905). El paleontólogo W. SALOMON (1909) también publica una rectificación.

Ralph A. LIDDLE (1928) en su libro de geología de Venezuela, en desconocimiento de las rectificaciones, utiliza la información de 1904 en apoyo a su tesis de una edad paleozoica para buena parte de los esquistos de la Cordillera de la Costa. Por ese motivo SCHUCHERT (1928) escribe otra nota, indicando que a través del Dr. W. Salomón logró ver los ejemplares depositados en la Universidad de Heidelberg y que sin duda son iguales a aquellos que se extraen de la localidad de Joliet, Illinois.

Más detalles de este curioso caso aparecen en CHARTON (1956) y URBANI (1969a).

[41] Información biográfica en https://de.wikipedia.org/wiki/Fritz_Drevermann

[42] Información biográfica en https://blog.biodiversitylibrary.org/2017/10/charles-schuchert-he-mapped-ancient.html y https://blog.biodiversitylibrary.org/2017/10/charles-schuchert-he-mapped-ancient.html


A

B

Figura 21. ***A***: *Fritz Ernst Drevermann (1875-1832).*
B: *Charles Schuchert (1858-1942)*

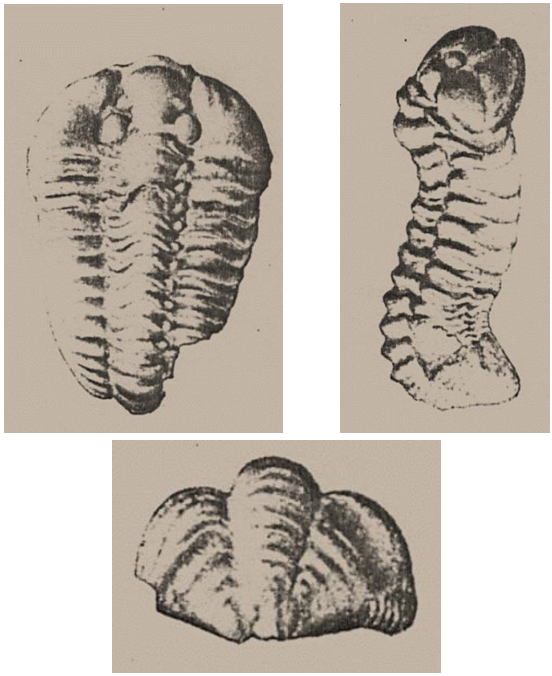
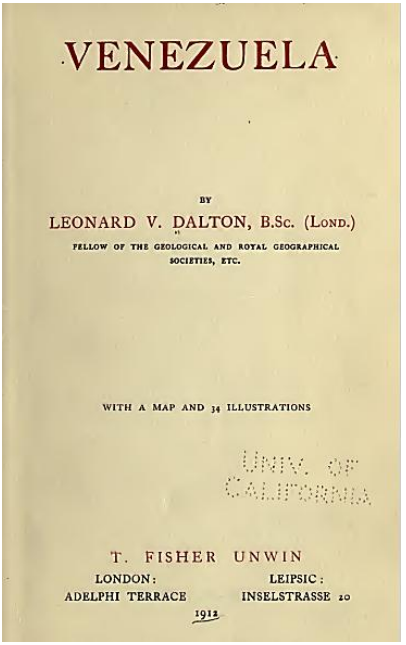


Figura 21C. *Imagen del trilobite* Calimene senaria *que se creyó procedía del Morro de Valencia (*DREVERMANN *1904).*

Leonard Victor Dalton, 1910

En 1910 el geólogo británico **L. V. Dalton**[43] (1887-1914) dirige una campaña de exploración geológica para la empresa Venezuelan Development Company (URBANI 1996b). Ya de regreso a Inglaterra, escribe un artículo sobre la geología de Venezuela y un libro de contenido general (DALTON 1912a,b) (Fig. 21D). Las rocas ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa, las incluye en la Serie Caribe (nombre introducido por WALL 1860ab), mencionando la presencia de gneis, esquisto micáceo, esquisto grafitoso, mármol, señalando que provienen de la transformación metamórfica de rocas sedimentarías y más excepcionalmente de rocas volcánicas, considera su edad como desconocida, ¿probablemente "Paleozoico a Arqueano?".


VENEZUELA

BY

LEONARD V. DALTON, B.Sc. (LOND.)

FELLOW OF THE GEOLOGICAL AND ROYAL GEOGRAPHICAL SOCIETIES, ETC.

WITH A MAP AND 34 ILLUSTRATIONS

UNIV. OF CALIFORNIA

T. FISHER UNWIN

LONDON: ADELPHI TERRACE

LEIPSIC: INSELSTRASSE 20

1912

***Figura 21D**. Portada del libro "Venezuela" de Leonard V. Dalton, 1912.*

[43] Información biográfica en *Boletín de Historia de las Geociencias de Venezuela*, 59: 22-25, 1996.

Geólogos del grupo Shell, 1910-1916

Entre 1912 y 1916 se inicia en Venezuela la más intensa campaña de exploración geológica para búsqueda de petróleo jamás realizada en el mundo, la cual estuvo bajo la dirección del geólogo Dr. **Ralph Arnold**[44] (1875-1961) (Fig. 22) del grupo Royal Dutch Shell (ARNOLD *et al.* 1960). Éste envía cuadrillas de geólogos en todo el territorio nacional al norte del río Orinoco. La oficina central de Caracas estuvo mayormente al frente del geólogo John E. Elliot quien recopila e integra los informes y mapas de quienes estaban en el campo. Por referencias de otros autores se conoce que para 1914 ya había recopilado un mapa geológico de todo el norte del país, el cual no se ha podido localizar.

Sobre la Cordillera de la Costa conocemos un informe que trata del estado Carabobo (ELLIOT 1912), donde se señala la distribución de las rocas metamórficas, aclarando que no hay posibilidad de yacimientos de petróleo en ellas.



Figura 22. *Ralph Arnold (1875-1961) y portada de su obra The First Big Oil Hunt.*

[44] Información biográfica en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/045/045011/pdfs/1897.htm

[45] Fuentes: LORENTE M. A. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, no 60, 2023.

Alfredo Jahn, 1921

El ingeniero venezolano **Alfredo Jahn, Jr.**[46] (1867-1940) (Fig. 23) en 1921 publica el primer libro de geología de Venezuela (JAHN 1921) (URBANI 1980, 1987b), que visto con ojos actuales más bien podría considerarse como un libro de geografía. Este importante libro incluye como novedad, un mapa geológico de todo el país, incluyendo una aproximación para sitios entonces totalmente desconocidos de la Guayana y la Sierra de Perijá. Para preparar esta obra el autor tuvo la oportunidad de consultar informes de la empresa The Caribbean Petroleum Company, por lo cual para muchas partes del país donde afloran rocas sedimentarias presenta un avance en la cartografía geológica en comparación con autores del siglo XIX. Pero en lo que concierne a la Cordillera de la Costa, no difiere mucho a los mapas de Wall y Sievers, inclusive en algunas partes tiene menos detalles.

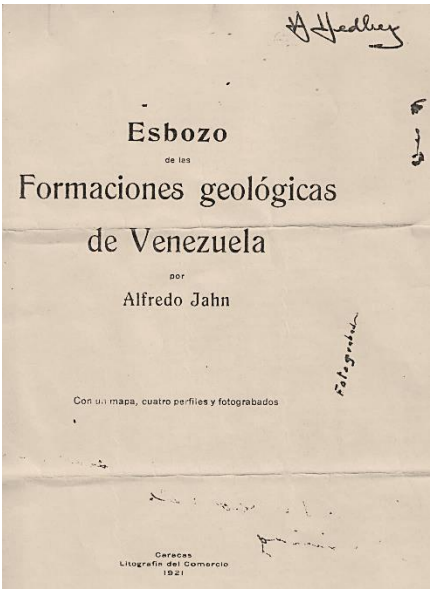
La mayor parte de la Cordillera la muestra como "*Esquistos arcaicos: gneis, mica, filita*". En las cumbres del Ávila y de las montañas de Aroa y de Yaritagua, ubica la unidad "*Granítico*". Extendiéndose desde cerca de Villa de Cura hasta casi El Guapo en la Serranía del Interior, así como en los alrededores de San Juan de los Morros, ubica "*Eruptivo: pórfido, diabasa*". Rodeando a las rocas volcánicas ubica al "*Terciario superior*". En algunos lugares muestra al "*Cretáceo: calizas, areniscas, gault*", lo cual llama la atención dado que en la Serranía del Litoral parecen coincidir con lugares del actual Esquisto Las Mercedes, y en otras con las rocas graníticas de San Esteban y Las Trincheras, mientras que en la Serranía del Interior coincide con lugares de rocas volcánicas. "*Gault*" es un nombre local inglés para un tipo de lutita.

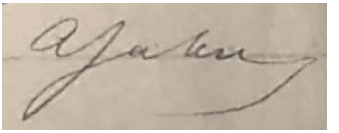
[46] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/j/jahn-alfredo/

 [47]

ALFREDO JAHN JR.
INGENIERO
INSPECTOR TECNICO DE LOS FERROCARRILES DE VENEZUELA.

Tarjeta de presentación





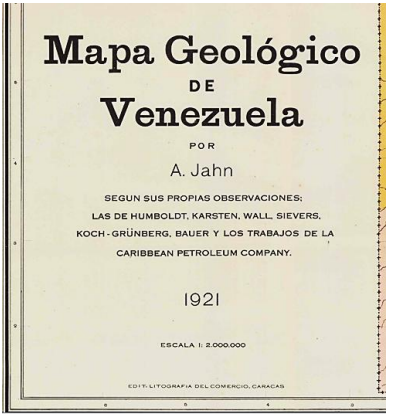


***Figura 23**. Alfredo Jahn Hartmann (1867-1940).*

[47] Plaza Alfredo Jahn, carretera entre San Pedro - El Jarillo (10º20´24", -67º08´08").

.



***Figura 23**. Mapa geológico de Venezuela (JAHN 1921).*



Figura 23. *Leyenda del mapa geológico de Venezuela (JAHN 1921).*

Max Reinhard, 1922

El geólogo suizo **M. Reinhard**[48] (1882-1974) (Fig. 24) en su trabajo sobre la región oriental de Venezuela, le dedica un párrafo a la litología y edad de Cordillera de la Costa. Llama la atención la comparación que hace con la geología Alpina y sus interpretaciones de edades: "*Los esquistos cristalinos de la región de La Guaira - Macuto son idénticos al esquisto de Casanna*[49] *en los Alpes... es probable que representen al Paleozoico o al Mesozoico metamorfizado... intercalados en la región de La Guaira hay gabro, anfibolita y eclogita*" (REINHARD 1922).

[48] Información biográfica en https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=smp-001:1975:55::182

[49] En los Alpes de Livigno, Suiza.



Fig. 24. *Max Reinhard (1882-1974).*

Enrico Fossa Mancini, 1924, 1926

Por instrucciones del gobierno italiano, el geólogo **E. Fossa Mancini**[50] (1884-1950) (Fig. 25A) visita a nuestro país en 1922, para estudiar algunos terrenos pertenecientes a personas de origen italiano y evaluar sus potencialidades petrolíferas y mineras (URBANI 1992a).

El 1924 publica una breve nota, indicando que le presentaron una muestra de filita presuntamente aurífera procedente de la zona de La Guaira y que si bien él no le vio oro (Fig. 25B), dice no tener motivo de dudar del análisis, interpretando que el metal pudo haberse depositado como un coloide junto a la arcilla original, o que más bien se haya encontrado en vetas no visibles en el fragmento a él presentado. Señala adicionalmente, que la Serranía del Litoral podría corresponder a un gran anticlinal volcado, resultando que las rocas de La Guaira serían más jóvenes que aquellas de la parte central (FOSSA-MANCINI 1924).

[50] Información biográfica, retrato y croquis geológico en URBANI (1992a).

En 1926 inicia lo que debió ser una serie de artículos sobre la geología de Venezuela, pero lamentablemente sólo publica la primera parte correspondiente al estado Carabobo (FOSSA-MANCINI 1926) (Fig. 25C), ya que debido a su emigración a Argentina en 1927 no continúa con el proyecto. En la sección La Entrada – Puerto Cabello, describe al gneis a veces porfídico y granito, también reconoce diques de aplita y xenolitos, mientras que entre El Playón (cerca del actual El Cambur) y la costa aparece esquisto micáceo y va aumentando la cantidad de esquisto anfibólico, cuarcita y mármol. Esto concuerda con la secuencia de unidades actuales de: Gneis Cabriales, Complejo San Julián, Metagranito de Guaremal, Complejo San Julián, Complejo Carayaca, Esquisto Tacagua y Mármol de Antímano. En la zona de Yapascua, al este de Patanemo, describe una roca con anfíbol verde, granate, mica blanca y epidoto, indicando que por la ausencia de piroxeno no se trata de una eclogita propiamente dicha.

La sección Valencia - Puerto Cabello la interpreta como un gran anticlinal simétrico, con un núcleo granítico-gnéisico, rodeado por esquisto micáceo y más externamente por esquisto cuarcífero, anfibólico y filita con intercalaciones marmóreas. Así mismo al referirse a la esquistosidad de las rocas verdes anfibólicas y micáceas de Yapascua (Fig. 25E), dice que es paralela a la estratificación: "*Porque se trata sin duda de para-esquistos en los cuales el metamorfismo no ha logrado borrar la alternancia debida a la sucesiva deposición de sedimentos de composición diferente*". Con esto se adelanta a la discusión del paralelismo o no, entre la foliación y la estratificación en las rocas metamórficas de la Cordillera de la Costa, muy tratada en la década de los años 1970s (e.g.: VIGNALI 1979).

Un detalle importante para la geología de la CdlC post-Vargas 1999, es que en Santa Rosa al suroeste de Patanemo, describe bloques de gneis de hasta 10 m de diámetro, mientras que en los alrededores sólo aflora esquisto. Sugiere que el transporte de estos grandes bloques desde las cabeceras del río, donde sí afloran el gneis, haya sido debido al efecto combinado de las fuerzas de gravedad, la acción del agua tal vez ayudado por alguna intensa sacudida sísmica.



A

UNA FILLADE RITENUTA AURIFERA
DELLA SERRANIA COSTANERA DEL VENEZUELA

Seduta del 22 dicembre 1923

Comunicazione del socio E. FOSSA-MANCINI

B

Bollettino del R. Ufficio geologico d'Italia

Vol. I.I 1926 N. 10

ENRICO FOSSA-MANCINI

NOTIZIE
SULLA GEOLOGIA DELLA VENEZUELA

PARTE PRIMA
(con 2 tavole)

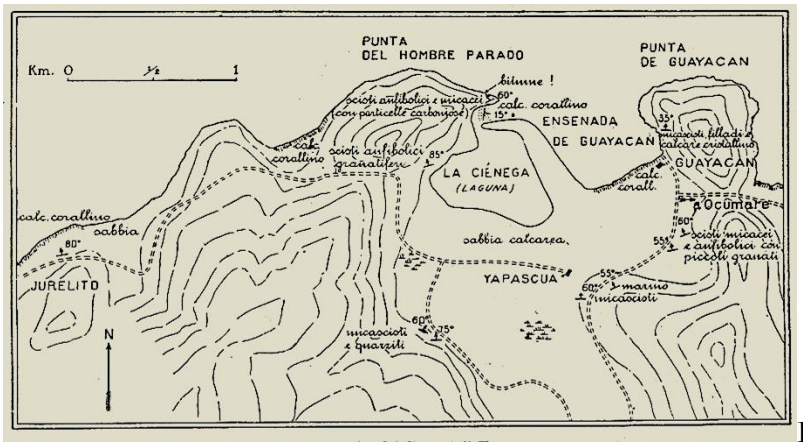
INTRODUZIONE

C

Yapascua



D



E

***Figura 25**. Enrico Fossa Mancini (1884-1950). Retrato, portadas y croquis geológico de la zona de Yapascua (oeste de Puerto Cabello) de FOSSA MANCINI (1926).*

Pierre Lamare, 1927

El renombrado geólogo francés **P. Lamare**[51] (1894-1967) (Fig. 26A), con una extensa obra en diversos países del mundo (CIRY 1969), visita a Venezuela en 1926 contratado por empresas petroleras. Por cuenta propia realiza observaciones y recolecta muestras de rocas metamórficas en los alrededores de Caracas y en la ruta hacia Caucagua. La importancia de este trabajo es dual, primero por las descripciones petrográficas detalladas de rocas metamórficas, segundo, al realizar el primer hallazgo de fósiles en las rocas metamórficas de la CdlC (LAMARE 1927), a saber:

- Carretera Caracas a La Guaira: Esquisto carbonático grafitoso (+ cuarzo y feldespato). Puede tratarse de ciertos niveles grafitosos del Complejo San Julián, o del Esquisto Tacagua más cerca de la costa.

- Río Tuy cerca de Guayas, Aragua: Anfibolita probablemente producto de la transformación de gabro, esquisto carbonático grafitoso.

- Quebrada Tócome, Los Chorros, Miranda: Gneis granítico (cuarzo, microclino, albita- oligoclasa, biotita, epidoto), augengneis y cuarcita micácea feldespática.

- Río Frío de Capaya: Esquisto muscovítico, esquisto carbonático.

- En una quebrada ubicada entre El Latón y Caucagua: Chert con fósiles, que identifica como radiolarios del grupo *Porodiscida* (Fig. 26B). Sus fotografías fueron vistas en marzo 2008 por el micropaleontólogo Max Furrer (UCV), quien opina que probablemente se trata de foraminíferos. Igual opinión se desprende de BUCHER (1952: 44) quien dice: "*Photomicrographs of a chert with cross sections of "radiolarians" (Foraminifera?) were published by Lamare*". Por la importancia del hallazgo, el autor de estas notas ha buscado en las

[51] Información biográfica en https://pubs.geoscienceworld.org/sgf/bsgf/article-abstract/S7-XI/6/755/89038/Pierre-Lamare-1894-1967

quebradas de la zona sin encontrar rocas similares. Por la ubicación podría provenir de alguna de las siguientes unidades metasedimentarias: Chuspita, Urape o Muruguata.

Por su experiencia previa en los Alpes, el autor interpreta que las rocas graníticas y el esquisto de la parte central de la Serranía del Litoral puedan ser caledonianos, afectados posteriormente por la tectónica herciniana que considera como la dominante en la Cordillera, con etapas posteriores de sedimentación en el Mesozoico, para finalmente estar sometido al tectonismo Terciario del ciclo Alpino. De manera que estas interpretaciones que realizó sólo por el aspecto de las rocas, resultan similares a lo conocido actualmente.

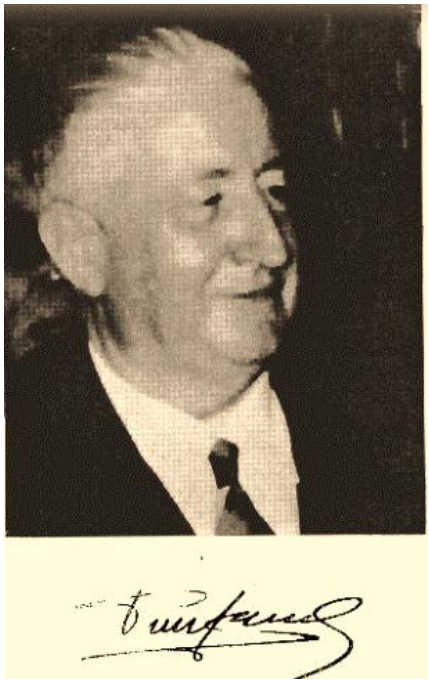


***Figura 26A**. Pierre Lamare (1894-1967).*

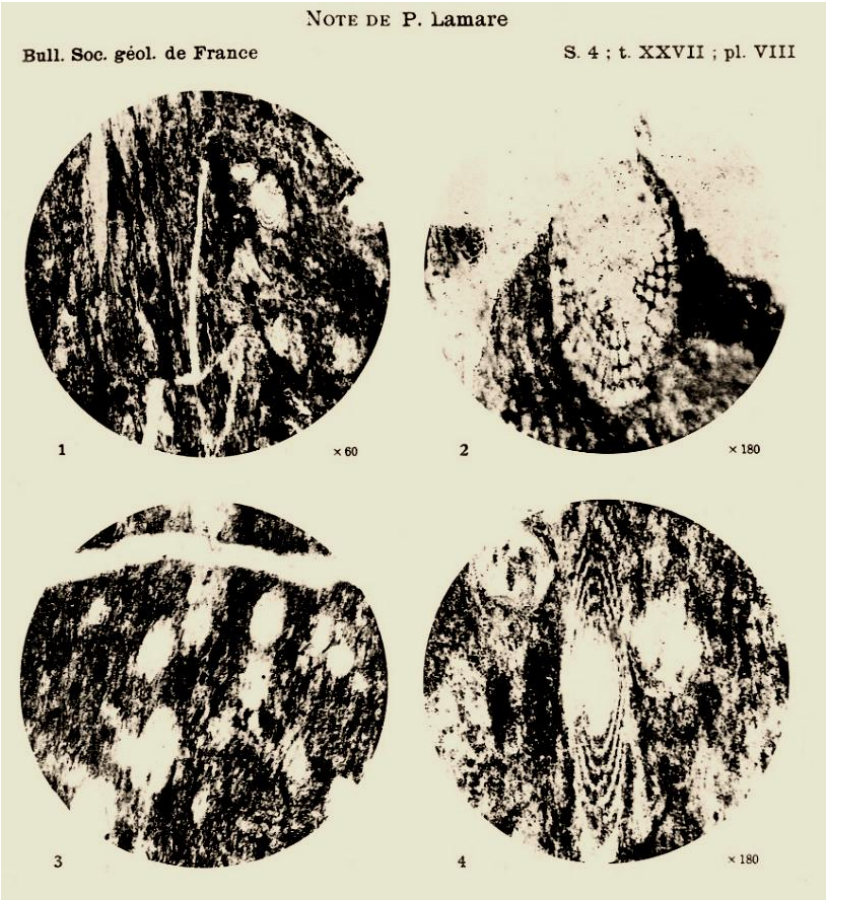


***Figura 26B**. Chert fosilífero colectado entre El Latón y Caucagua por LAMARE (1927).*

Ralph A. Liddle, 1928, 1946

El geólogo norteamericano **Ralph Alexander Liddle**[52] (1896-1963) (Fig. 27A) fue contratado por la empresa The Caribbean Petroleum

[52] Información biográfica en https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/77/9/P185/6126/MEMORIAL-TO-RALPH-ALEXANDER-LIDDLE-1896-1963

Corporation para preparar un libro de la geología de Venezuela y Trinidad (LIDDLE 1928) (Fig. 27B).

Incluye un mapa geológico a escala 1:1.500.000 (Fig. 27C), que para la Cordillera de la Costa de norte a sur muestra las siguientes unidades:

Serranía del Litoral: Parte norte y sur con su unidad 11 del pre-Silúrico metamórfico. Parte central unidad 13B de ígneas ácidas. Es el primer mapa donde aparecen los cuerpos metamórficos de la zona al norte de Yumare.

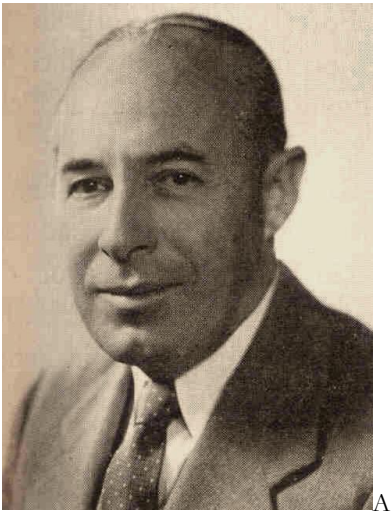
Serranía del Interior: En la parte septentrional ubica a la misma unidad 11, seguido en toda la parte media y meridional con la unidad 13A de ígneas básicas. De allí hacia el sur con unidades sedimentarias.

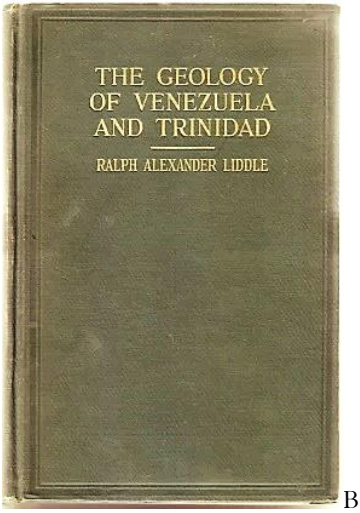
Para las rocas cristalinas (11A) emplea el término acuñado por WALL (1860b) de Serie Caribe y considera que puede distinguirse una serie más antigua ("older") y una más joven ("younger"). Al referirse a la parte antigua la considera como Paleozoico, pero sin mostrar evidencias y por eso es criticado por autores posteriores. Uno de sus puntos de apoyo a la edad paleozoica es la presunta identificación de trilobites del Silúrico hecha por DREVERMANN (1904) (Véase arriba el caso de los "Trilobites de Valencia"), a pesar de incluir en su bibliografía la errata publicada por SALOMÓN (1909).

En la segunda edición del libro (LIDDLE 1946), no hay mayores novedades con respecto a la Cordillera de la Costa, e inclusive aun conociendo las réplicas referentes a los trilobites descritos por DREVERMANN (1904), continúa interpretando mayormente a las rocas metamórficas como paleozoicas.

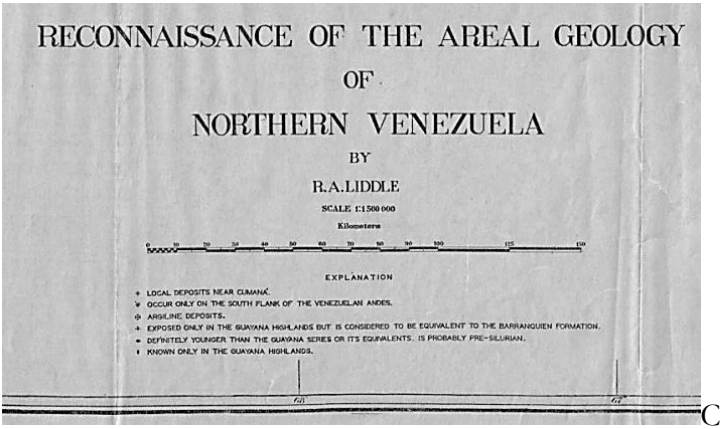
En cuanto a la litología de la Serie Caribe, indica que predominantemente corresponde a diversas variedades de esquisto. No podría imaginar Liddle, que, a pesar de la evidencia paleontológica errónea, casi 70 años después resultan edades radiométricas y paleontológicas que apoyan tanto edades paleozoicas para algunas, como Jurásico-Cretácico para otras. En forma muy simplificada, su Serie "Older" sería equivalente al Terreno Ávila del Paleozoico y, su

Serie "Younger" pudiera corresponder a los terrenos Las Brisas y Las Mercedes del Jurásico-Cretácico.


A

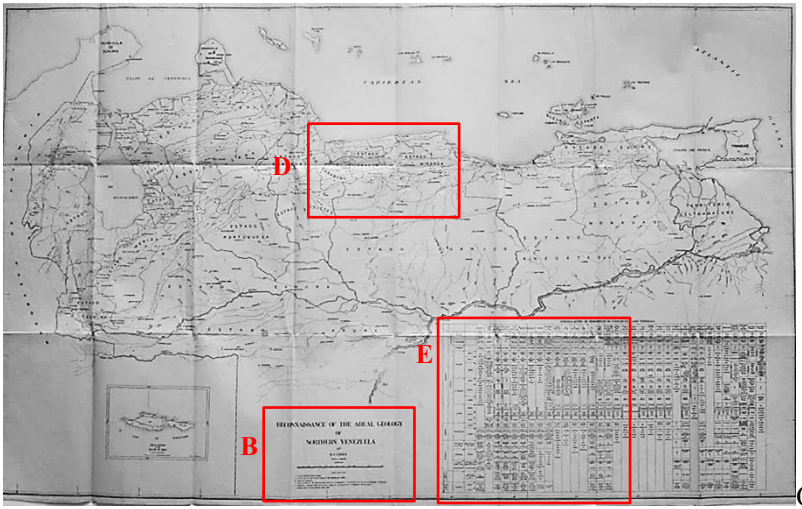


B

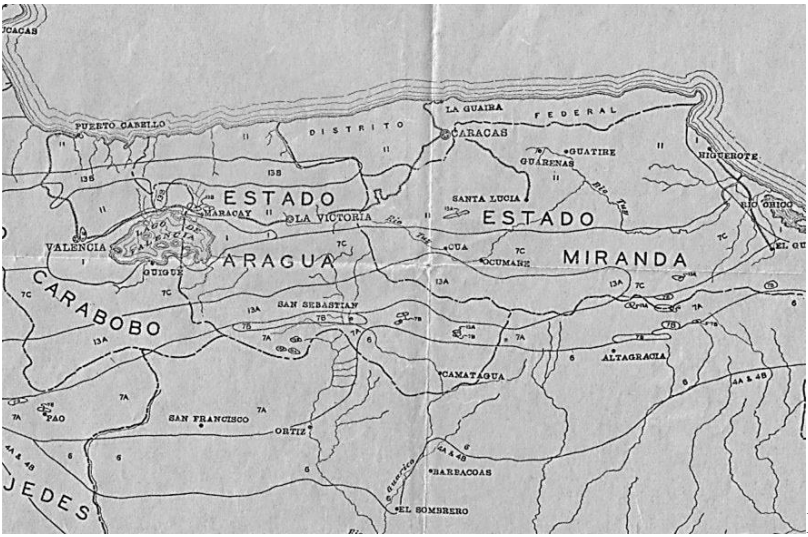


C

Figura 27. *Ralph Alexander Liddle (1896-1963).*

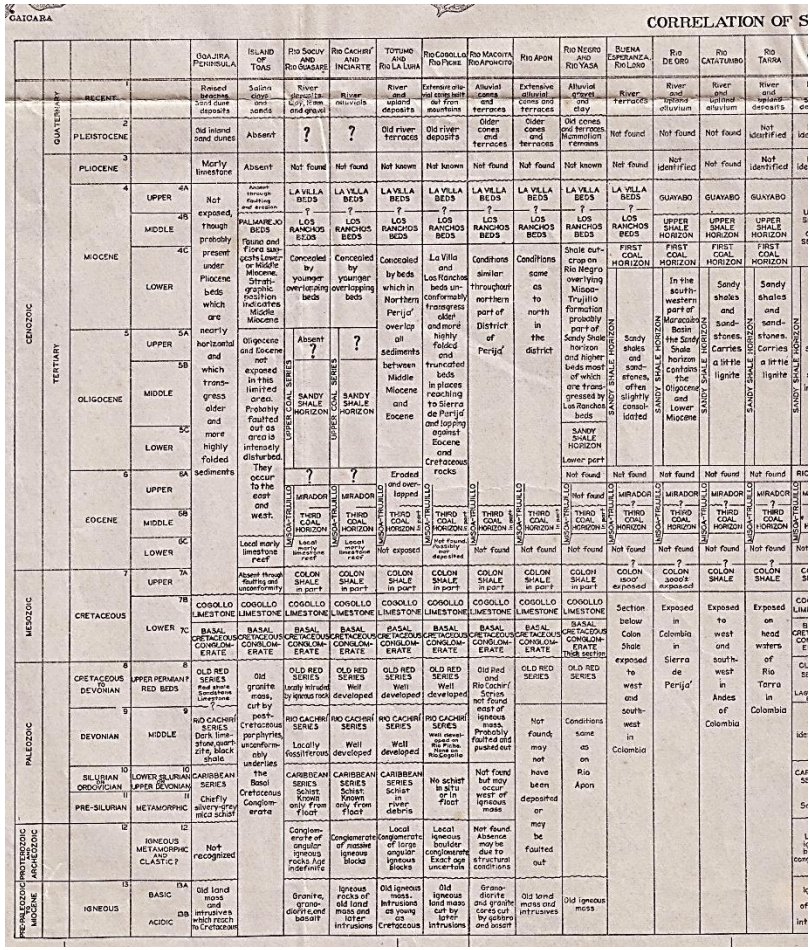


C



D

Figura 27*. Ralph Alexander Liddle (1896-1963).* ***A****: Retrato.*
C *y* ***D****: Fragmento del mapa geológico (*LIDDLE *(1928).*


GUAJIRA PENINSULA
ISLAND OF TOAS
RIO SOCUY AND RIO GUASARE
RIO CACHIRI AND INCIARTE
TOTUMO AND RIO LA LUNA
RIO CASOLLO AND RIO PICHE
RIO MACOITA AND RIO APONCITO
RIO APON
RIO NEGRO AND RIO YASA
BUENA ESPERANZA AND LLANO
RIO DE ORO
RIO CATATUMBO
RIO TARRA
RECENT
PLEISTOCENE
PLIOCENE
MIOCENE
OLIGOCENE
EOCENE
CRETACEOUS
PERMIAN?
DEVONIAN
SILURIAN
ORDOVICIAN
PRE-SILURIAN
IGNEOUS METAMORPHIC AND CLASTIC?
BASIC
ACIDIC
CENOZOIC
MESOZOIC
PALEOZOIC
PROTEROZOIC
ARCHEOZOIC
QUATERNARY
TERTIARY
CRETACEOUS
DEVONIAN
SILURIAN
ORDOVICIAN
PRE-SILURIAN
IGNEOUS
BASIC
ACIDIC
MIOCENE
OLIGOCENE
EOCENE
PLIOCENE
PLEISTOCENE
RECENT
UPPER
MIDDLE
LOWER
SANDY SHALE HORIZON
UPPER COAL SERIES
MIDDLE COAL SERIES
LOWER COAL SERIES
MIRADOR
THIRD COAL HORIZON
MESA-TRUJILLO
BASAL CRETACEOUS CONGLOMERATE
COLON SHALE
COGOLLO LIMESTONE
OLD RED SERIES
RIO CACHIRI SERIES
CARIBBEAN SERIES
PALAMEADO BEDS
LOS RANCHOS BEDS
LA VILLA BEDS
FIRST COAL HORIZON
SANDY SHALE HORIZON
UPPER SHALE HORIZON
GUAYABO
Not exposed, though probably present under Pliocene beds which are nearly horizontal and which transgress older and more highly folded sediments
They occur to the east and west.
Not found
Not known
Not identified
Absent
Absent?
Concealed by younger overlapping beds
Concealed by younger overlapping beds
Concealed by beds which in Northern Perijá overlap all sediments between Middle Miocene and Eocene
La Villa and Los Ranchos beds unconformably transgress older and more highly folded and truncated beds in places reaching to Sierra de Perijá and lapping against Eocene and Cretaceous rocks
Conditions similar throughout northern part of District of Perijá
Conditions same as north in the district
Shale outcrop on Rio Negro overlying Misoa-Trujillo formation probably part of Sandy Shale horizon and higher beds most of which are transgressed by Los Ranchos beds
Sandy shales and sandstones, often slightly consolidated
In the south-western part of Maracaibo Basin the Sandy Shale horizon contains the Oligocene and Lower Miocene
Sandy shales and sandstones. Carries a little lignite
Sandy shales and sandstones. Carries a little lignite
Eroded or overlapped
Not exposed
Not found, possibly not deposited
Not found
Lead marly limestone reef
Absent through faulting and unconformity
COLON SHALE in part
Section below Colon Shale exposed to west and south-west in Colombia
Exposed in Colombia in Sierra de Perijá
Exposed to west and south-west in Andes of Colombia
Exposed on head waters of Rio Tarra in Colombia
Old granite mass, cut by post-Cretaceous porphyries, unconformably underlies the Basal Cretaceous Conglomerate
Conditions same as on Rio Apon
Not found, may not have been deposited or may be faulted out
Old igneous mass
Old igneous mass. Intrusions as young as Cretaceous
Old igneous land mass cut by later intrusions
Granodiorite and granite cores cut by dykes and basalt
Old igneous mass
Igneous rocks of old land mass and later intrusions
Granite, granodiorite and basalt
Old land mass and intrusives which reach to Cretaceous
Old land mass and intrusives
Not recognized
Conglomerate of angular igneous rocks Age indefinite
Conglomerate of massive igneous blocks
Local igneous boulder conglomerate Exact age uncertain
Not found. Absence may be due to structural conditions
No schist in situ or in float
Schist in river debris
Schist. Known only from float
Schist. Known only from float
Locally fossiliferous
Well developed
Well developed
Well developed

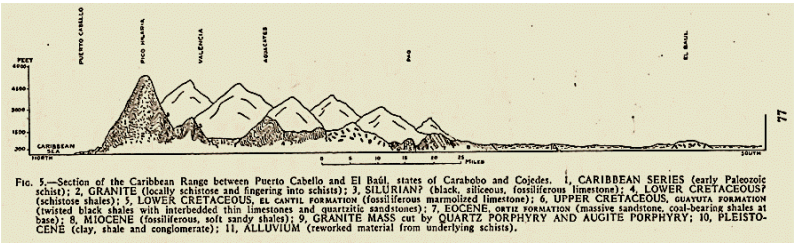


FIG. 5.—Section of the Caribbean Range between Puerto Cabello and El Baúl, states of Carabobo and Cojedes. 1, CARIBBEAN SERIES (early Paleozoic schist); 2, GRANITE (locally schistose and fingering into schists); 3, SILURIAN? (black, siliceous, fossiliferous limestone); 4, LOWER CRETACEOUS? (schistose shales); 5, LOWER CRETACEOUS, EL CANTIL FORMATION (fossiliferous marmolized limestone); 6, UPPER CRETACEOUS, GUAYUTA FORMATION (twisted black shales with interbedded thin limestones and quartzitic sandstones); 7, EOCENE, ORTIZ FORMATION (massive sandstone, coal-bearing shales at base); 8, MIOCENE (fossiliferous, soft sandy shales); 9, GRANITE MASS cut by QUARTZ PORPHYRY AND AUGITE PORPHYRY; 10, PLEISTOCENE (clay, shale and conglomerate); 11, ALLUVIUM (reworked material from underlying schists).

Traducción de la leyenda:

"Sección de la Cordillera del Caribe entre Puerto Cabello y El Baúl, estados Carabobo a Cojedes. ***1****. SERIE CARIBE (esquisto del Paleozoico temprano).* ***2****. GRANITO (localmente esquistoso e interdigitándose con esquisto).* ***3****. SILÚRICO? (caliza fosilífera, negra, silícea).* ***4****. CRETÁCICO TEMPRANO? (lutitas esquistosas).* ***5****. CRETÁCICO TEMPRANO, FORMACIÓN EL CANTIL (caliza marmolizada fosilífera).* ***6****. CRETÁCICO TARDÍO. FORMACIÓN GUAYUTA (lutitas negras contorsionadas con intercalaciones de caliza areniscas cuarcíferas).* ***7****. EOCENO, FORMACIÓN ORTIZ (arenisca masiva, lutitas carboníferas en la base).* ***8****. MIOCENO (lutitas arenosas blandas, fosilíferas).* ***9****. GRANITO masivo cortado por pórfido de cuarzo y pórfido augítico.* ***10****. PLEISTOCENO (arcilla, lutita y conglomerado).* ***11****. ALUVIÓN (material retrabajado de los esquistos subyacentes)."*

Los números de identificación en la sección no correspondes con los números de las unidades geológicas representadas en el mapa.

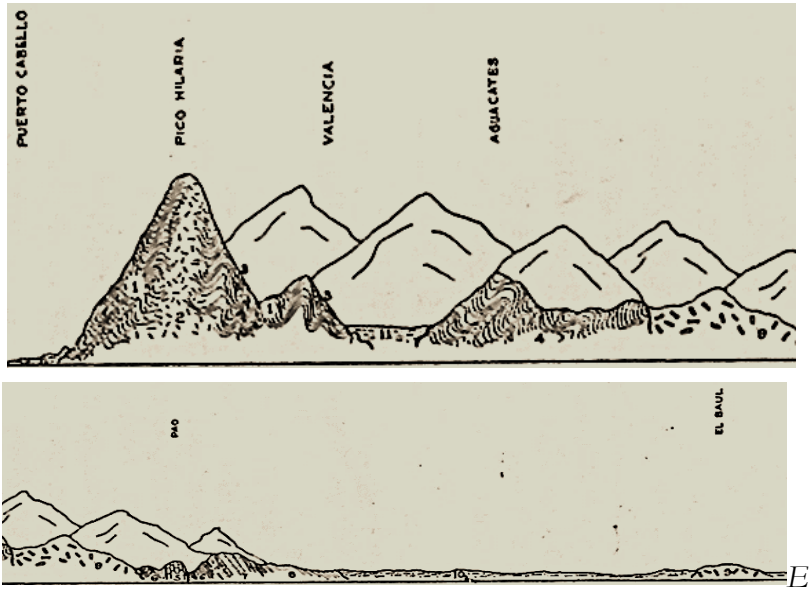


Figura 27F*. Ralph Alexander Liddle (1896-1963). Sección Puerto Cabello – El Baúl (LIDDLE (1928).*

Louis M. R. Rutten, 1931, 1940

El petrólogo holandés Prof. **Louis Martin Robert Rutten**[53] (1884-1946) (Fig. 28A), en 1930 y con el apoyo de The Caribbean Petroleum Corp. realiza un viaje a Venezuela con un grupo de sus alumnos de la Universidad de Utrecht. En sus obras explica las razones de la visita: Primero para verificar si las rocas del norte del país puedan haber sido la fuente de sedimentos del conglomerado de la Formación Soebi Blanco de Bonaire (que aparece descrita al año siguiente en la tesis doctoral de Paul J. PIJPERS, de la cual el Prof. Rutten fue tutor, PIJPERS 1931ab, 1933). En segundo lugar, para conocer las características de las rocas esquistosas de la Cordillera, hasta entonces muy poco estudiadas. El grupo recorre tanto la parte occidental del país (TWEEDIE 1930), como las carreteras Puerto Cabello (El Palito) - Valencia y La Guiara - Caracas (RUTTEN 1931) (Fig. 28B).

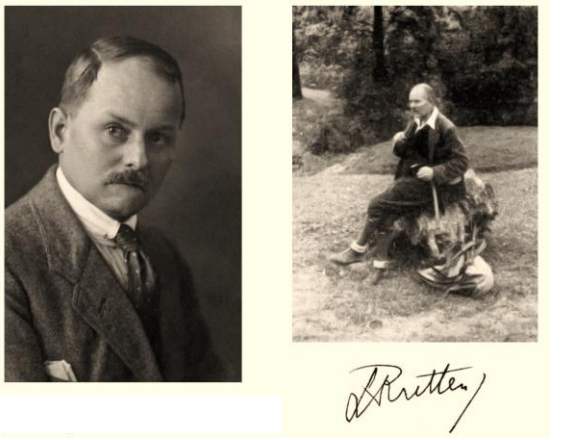


***Figura 28A**. Louis Martin R. Rutten (1884-1946) (CASAS 2023).*

[53] Biografía en CASAS (2023).

Sección Valencia – El Palito (Fig. 28C). Desde La Cumbre (hoy La Entrada, al noroeste de Valencia) hacia El Palito, distingue varios tipos de rocas que indicaremos junto a los nombres de las unidades actuales:

- Dique de aplita en granito, gneis muscovítico, gneis biotítico granatífero, gneis granítico (Gneis Cabriales).

- Gneis muscovítico biotítico epidótico (Complejo San Julián).

- Gneis granítico, gneis granatífero clorítico, granito micáceo triturado, gneis biotítico epidótico (Metagranito de Guaremal).

- Esquisto micáceo granatífero, gneis micáceo albítico granatífero, una veta de roca de cuarzo y diópsido, esquisto muscovítico epidótico (Complejo San Julián).

Curiosamente no reseña la eclogita mencionada por WALL (1860b).



Figura 28B. *Ubicación de los dos transeptos recorridos por el Dr. Rutten: Puerto Cabello Valencia y La Guaira – Caracas.*

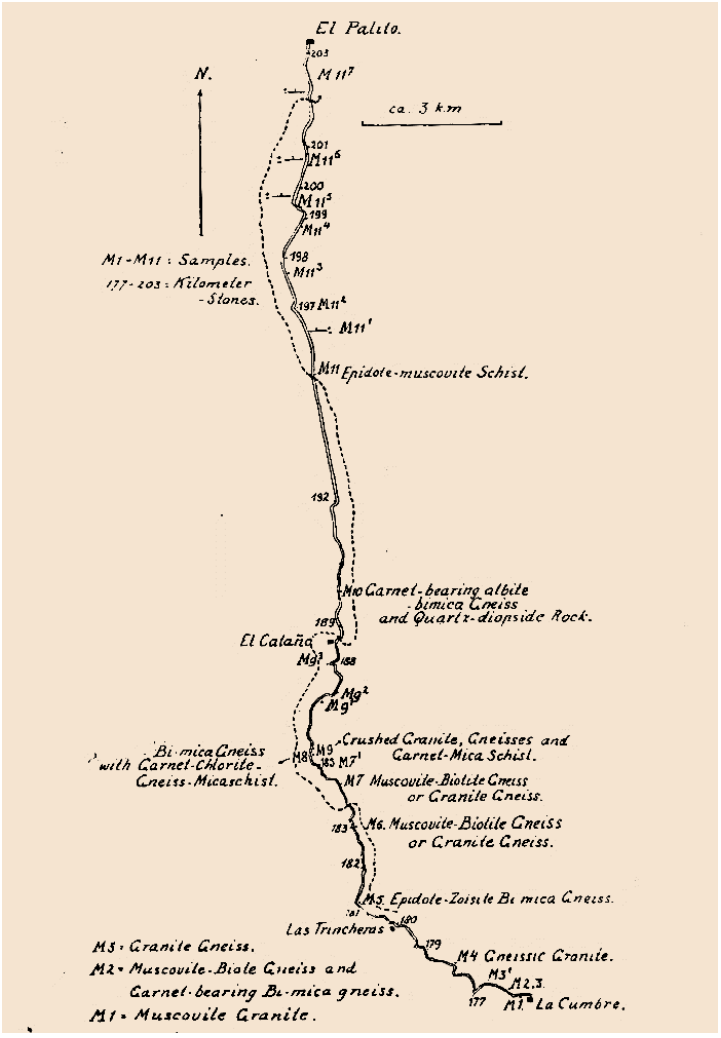


Figura 28C. *Sección El Palito – Valencia (*RUTTEN *1931).*

. **Sección La Guaira – Caracas** (Fig. 28D). Desde La Guaira hacia Caracas distingue los siguientes tipos de rocas:

- Esquisto micáceo carbonático (Esquisto Tacagua).

- Eclogita, eclogita anfibólica, esquisto epidótico anfibólico granatífero, mármol (Complejo Carayaca).

- Gneis albítico micáceo epidótico, gneis albítico micáceo, gneis biotítico epidótico (Complejo San Julián / Augengneis Peña de Mora).

- Serpentinita, eclogita anfibólica, esquisto zoicítico anfibólico granatífero, mármol (rocas ofiolíticas y Complejo Carayaca).

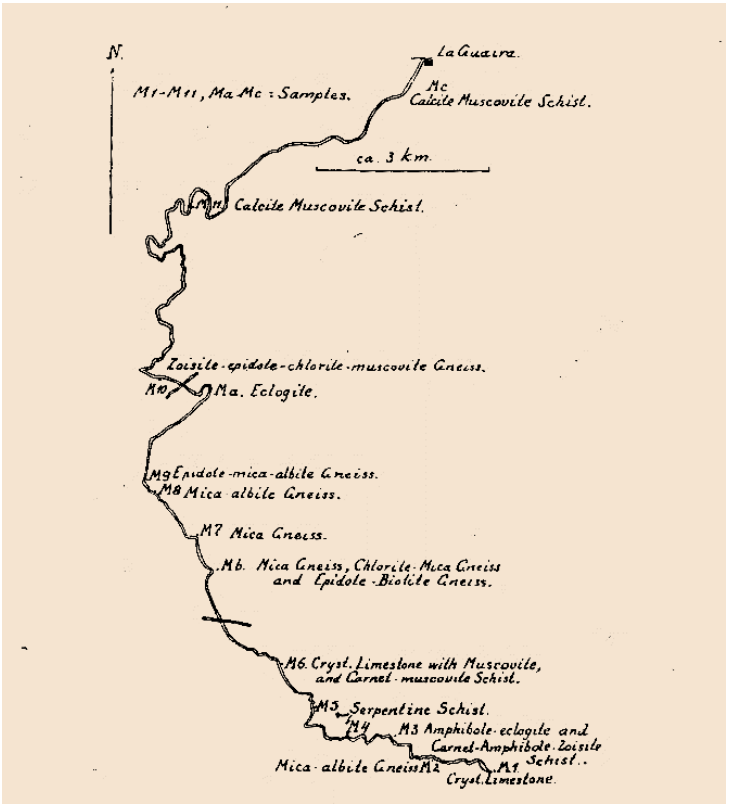


***Figura 28D**. Sección La Guaira - Caracas (*RUTTEN *1931).*

En referencia a los cantos rodados de Bonaire, dice que sólo algunas muestras se parecen parcialmente a la zona de Puerto Cabello - Valencia, pero no las de La Guaira - Caracas.

En 1940, el mismo autor presenta una larga discusión sobre las edades de las rocas metamórficas de las cordilleras de Colombia y Venezuela (RUTTEN 1940) (Fig. 28E). Argumenta que algunos autores les asignan edades muy viejas, mientras que otros las interpretan como paleozoica o mesozoicas, todos sin mayores evidencias para ello. Hay varios párrafos de gran relevancia:

- Al referirse al granitoide de la Silla de Caracas descrito por P. Lamare, dice que este descubrimiento indica que en la Cordillera de la Costa pueden existir rocas precámbricas, junto a rocas de edades más jóvenes.

- "*Es muy probable que en algunas partes de las Montañas del Caribe existan rocas metamórficas de edad cretácica. Pero cualquier generalización que pueda llevar a la conclusión que todas las metamórficas de esta área sean consideradas como cretácicas, debe tomarse con cautela*", finalmente termina con esta recomendación: "*Trabajo de campo cuidadoso, combinado con muestreo intensivo y estudios de laboratorio llevará con gran probabilidad a un conocimiento más definitivo sobre la edad de estas rocas*".

Las arraigadas interpretaciones de edades cretácicas para casi toda la CdlC, parcialmente se deben a la presunta gradación de calizas en la zona de Barquisimeto a mármol hacia la Cordillera de la Costa. Para la región de Barquisimeto, este problema es estudiado varias décadas después por SKERLEC (1979), quien encuentra que el contacto entre las rocas sedimentarias cretácicas y las metamórficas corresponde a una serie imbricada de fallas de corrimiento.

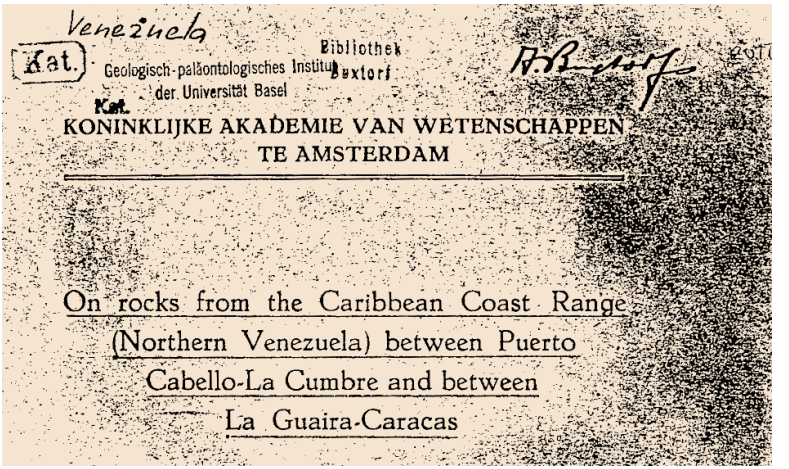


Figura 28E. *Portada del trabajo de* RUTTEN *(1931).*

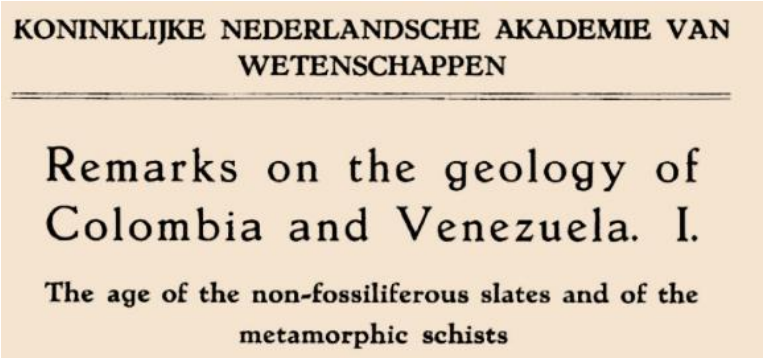


Figura 28F. *Portada de* RUTTEN *(1940).*

Servicio Técnico de Minería y Geología, 1937

Durante la celebración del 1er. Congreso Geológico Venezolano, el Servicio Técnico de Minería y Geología (STMG) del Ministerio de Fomento presenta un nuevo mapa geológico de Venezuela (STMG 1937) (Fig. 30).

Para la Cordillera de la Costa no hay muchas novedades, aparte de incluir las unidades descritas por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) y casi toda ella es cartografiada como "*Metamórfico posiblemente Cretáceo*". Al sur aparece la faja de rocas metavolcánicas ("*Ígneos básicos*") pero sorprendentemente dividido en dos cuerpos, uno occidental entre El Pao y San Juan de los Morros, y otro oriental desde San Sebastián hasta el sur de Caucagua, sin aparecer estas rocas en los alrededores de Villa de Cura.

Los cuerpos de "*Ígneos ácidos*" los ubica cerca de El Tinaco donde corresponden a los cuerpos de trondhjemita, también en la zona de Las Trincheras (hoy Gneis Cabriales y Metagranito de Guaremal) y al norte de Maracay (Gneis Choroní). En Tinaquillo aparece otro cuerpo de "*Ígneos básicos*", correspondiente a la peridotita del mismo nombre.





***Figura 29**. Mapa geológico de Venezuela del STMG (1937).*

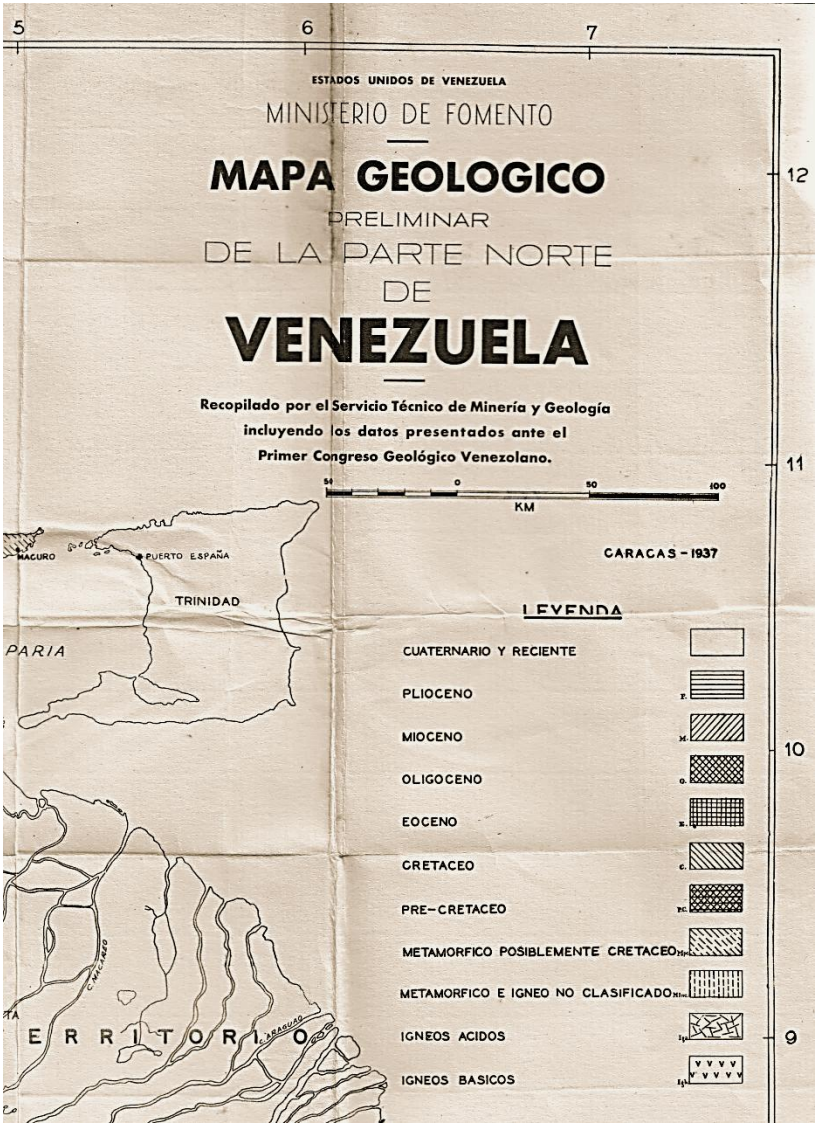


***Figura 29**. Mapa geológico de Venezuela del STMG (1937).*

Santiago E. Aguerrevere y Guillermo Zuloaga, 1937, 1938

Los geólogos venezolanos **S. E. Aguerrevere**[54] (1899-1984) y **G. Zuloaga**[55] (1904-1984) (Fig. 30A), cofundadores tanto del Servicio Técnico de Minería y Geología (STMG) del Ministerio de Fomento, como del Instituto de Geología (actual Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela), pueden considerarse como los padres de la nomenclatura geológica de la Cordillera de la Costa (URBANI 2007a). En 1937, durante el I Congreso Geológico Venezolano establecen los nombres básicos, con ligeros cambios en 1938 (en el II Congreso Geológico Venezolano), para adaptarse a las sugerencias de la Comisión de Nomenclatura establecida el año anterior (AGUERREVERE & ZULOAGA 1937, 1938), a saber:

,

AGUERREVERE & ZULOAGA (1937)	*AGUERREVERE & ZULOAGA (1938)*
Serie de **Villa de Cura**	Grupo de **Villa de Cura**
Esquistos y calizas de **Villa de Cura**	Formación **Villa de Cura**
Conglomerado de **Charallave**	Formación **Charallave**
Augengneis **Peña de Mora**	Augengneis **Peña de Mora**
Serie **Caracas**	Grupo de **Caracas**
Esquisto calcáreo de **Las Mercedes**	Formación **Las Mercedes**
Fase **Los Colorados**	Caliza de **Los Colorados**
Conglomerado basal de **Las Brisas**	Formación **Las Brisas**
Conglomerado calcáreo de **Zenda**	Fase **Zenda**
Granito **Sebastopol**	Complejo basal de **Sebastopol**
Intrusiones ácidas	Intrusiones ácidas
Intrusiones básicas	Intrusiones básicas

[54] Semblanza en RODRÍGUEZ (2021).

[55] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/z/zuloaga-ramirez-guillermo/




Figura 30A. *Santiago Emigdio Aguerrevere Vera (1899-1984) y Guillermo Zuloaga (1904-1984).*

En el mapa distinguen separadamente a las rocas del macizo del Ávila, de aquellas al sur de la falla del mismo nombre, pero lamentablemente esta subdivisión que es real, no se menciona en el texto, a excepción de indicar que las rocas son de un mayor grado metamórfico que atribuyen a la cercanía de los cuerpos graníticos. Lo crítico de esta observación, es que de ella dependen las interpretaciones modernas que sí distinguen tal subdivisión, mientras que DENGO (1950b, 1951) y autores posteriores afiliados al MMH no la consideran (e.g.: WEHRMANN 1972).

Al norte de la falla del Ávila, incluyen a: 1) Augengneis Peña de Mora. 2) En el camino de Los Españoles y en la Alta Florida muestran a cuerpos de "*Ígneas básicas*", hoy Complejo Carayaca. 3) Delimitan un cuerpo de "*Ígneas ácidas*" en el pico Naiguatá, hoy Metagranito de Naiguatá. Al sur de la falla Ávila ubican a su Serie Caracas de rocas metasedimentarias, con los hoy esquistos de Las Brisas y Las Mercedes. Mucho más al Oeste sitúan las rocas ultramáficas de Tinaquillo donde entonces se explotaba asbesto (AGUERREVERE *et al.* 1937).

Los autores presentan una sección geológica desde Cabo Blanco hasta Villa de Cura, que se muestra muy semejante a lo aceptado hoy día para el macizo del Ávila.

Geological Notes on the Central Part of the Cordillera de la Costa, Venezuela (1)

by

Santiago E. Aguerrevere (2) and *Guillermo Zuloaga* (2)

INTRODUCTION

We believe it useful to present at the First Venezuelan Geological Congress a paper on the central part of the Cordillera de

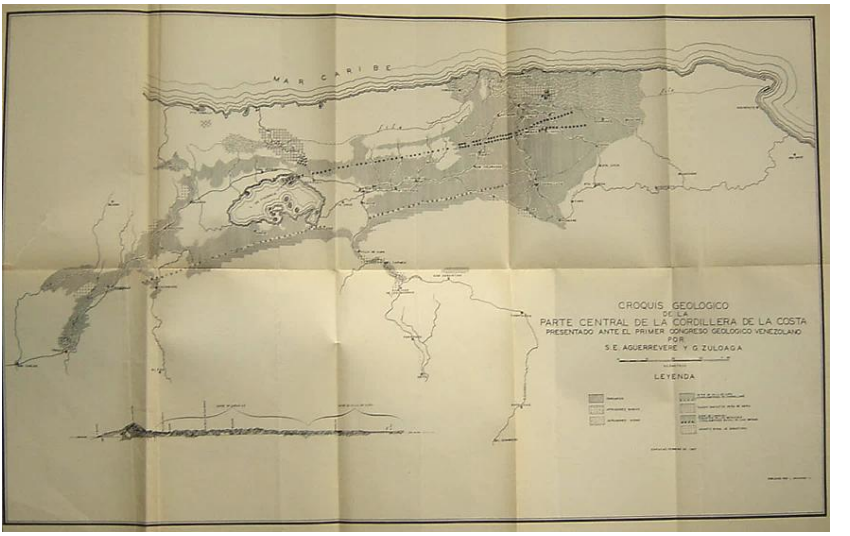


***Figura 30B**. Mapa geológico de AGUERREVERE y ZULOAGA (1937).*



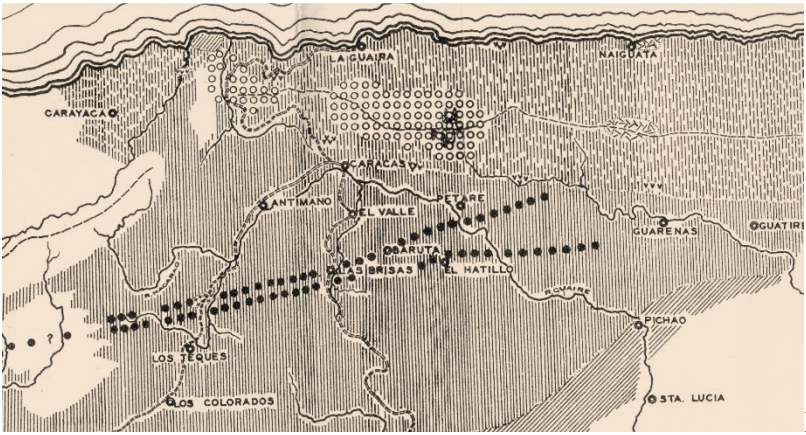
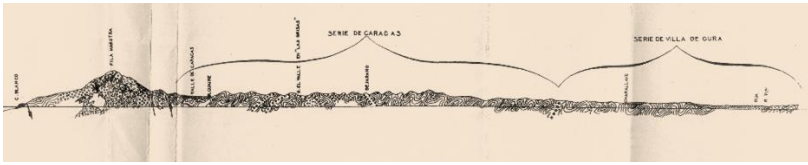
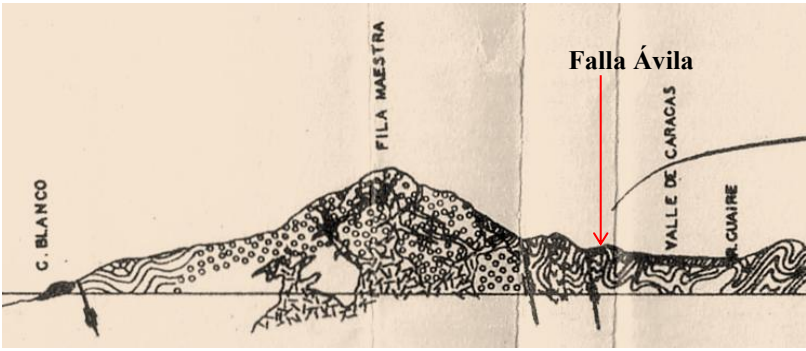


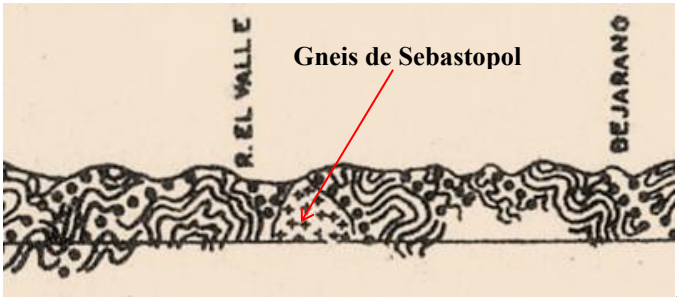
Figura 31*. Detalle del mapa geológico. El tramado de líneas verticales segmentadas que no aparece en la leyenda, corresponde mayormente al actual Terreno Ávila.*



F



G



H

Figura 31H. *Detalle de la sección geológica Los Teques, véase la representación del Gneis Sebastopol (cruces), con un conglomerado basal por encima (puntos negros), para continuar al Esquisto Las Brisas (líneas contorsionadas). Igualmente muestra la presencia de metaconglomerado en varios niveles distintos de esta unidad (puntos negros).*

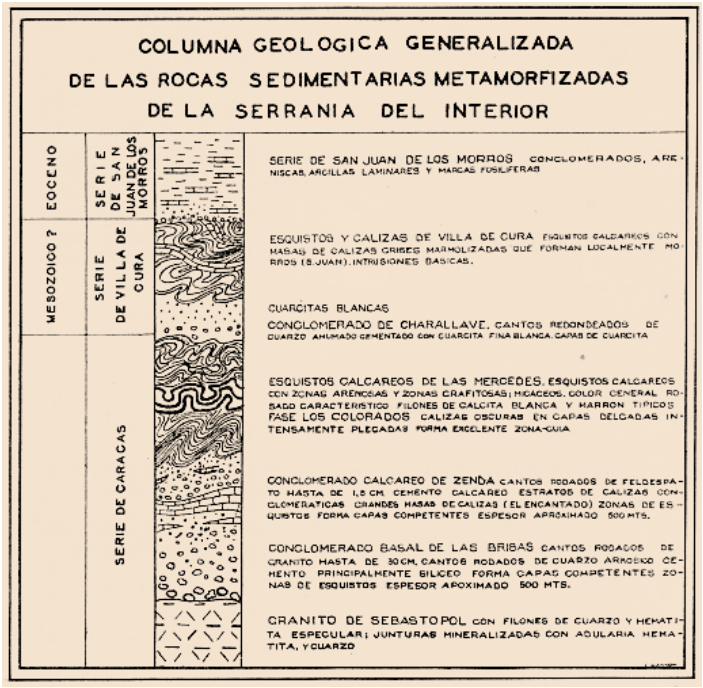


***Figura 31I**. Columna generalizada de las unidades de la parte central de la Cordillera de la Costa (AGUERREVERE & ZULOAGA 1937).*

Los autores también adelantan la primera correlación entre las unidades de la Cordillera y la secuencia estratigráfica cretácica del occidente del país (AGUERREVERE & ZULOAGA 1937: 22), a saber:

OCCIDENTE	***CORDILLERA DE LA COSTA***
Arcillas de **Colón**	Esquistos de **Las Mercedes**
Formación **La Luna**	Fase **Los Colorados**
Formación **Cogollo**	Fase **Zenda**
Conglomerado **Río Negro**	Conglomerado de **Las Brisas**

Vale mencionar que AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) indican que hay diques de granito y pegmatita, que cortan al esquisto de su "*Serie*

Caracas" en las cercanías a intrusiones graníticas. También mencionan la presencia de "*intrusiones de magma granítico lit par lit*", concepto éste que sigue vigente hoy día, pero a juzgar por la fotografía que presentan no es el caso, ya que representa un dique félsico (aplita?-pegmatita?) que corta en forma discordante a la foliación del augengneis. Según estas descripciones, deducimos que se deben referir a las localidades de Peña de Mora y otras zonas graníticas de la Serranía del Litoral, por lo tanto, las rocas esquistosas a las que hacen referencia corresponden al actual Complejo San Julián y no a Las Mercedes y Las Brisas.

La "transición" entre rocas esquistosas y gnéisicas les llama la atención y, al igual que autores posteriores (DENGO 1950b, 1951, 1953; BUCHER 1952; WEHRMANN 1972), interpretan que Las Brisas grada lateralmente a Peña de Mora. En las últimas tres décadas, dado el conocimiento acumulado de decenas de tesis de grado de cartografía geológica detallada con estudiantes de la UCV, se ha podido identificar a las rocas esquistosas del macizo del Ávila, pertenecen a una unidad completamente distinta a Las Brisas, con características litológicas, metamórficas y de edad, distintas, hoy denominada Complejo San Julián. Este Complejo presenta una asociación de minerales metamórficos correspondientes a la facies de anfibolita epidótica, mientras que Las Brisas sólo alcanzó la facies del esquisto verde (zona de la clorita). La definición de la unidad San Julián ha sido un factor clave para entender la geología de la Serranía del Litoral.

Santiago Aguerrevere publicó varios trabajos geológicos, destacándose aquellos sobre Tinaquillo y la Gran Sabana. También se distingue uno en coautoría con V. M. López sobre la geología de la isla del Gran Roque y sus yacimientos de fosfatos (AGUERREVERE y LÓPEZ 1938). Allí se presenta un mapa geológico a escala 1:5k con gran detalle de todos los tipos litológicos, sin duda el mapa geológico más detallado publicado en Venezuela en rocas ígneas y metamórficas.

Louis Kehrer, 1937-1948

El geólogo suizo Dr. **L. Kehrer**[56] (1897-1979) (Fig. 32A) una larga trayectoria profesional en la empresa The Caribbean Petroleum Co., realizando reconocimientos geológicos en casi todas las cuencas sedimentarias del país (BITTERLI-BRUNNER 1980, 1984), con al menos 60 informes inéditos producidos para tal empresa. Durante el Primer Congreso Geológico Venezolano, el Dr. Kehrer presenta un trabajo sobre las rocas cretácicas y pre-cretácicas de Venezuela (KEHRER 1937). Allí considera acertada la correlación de AGUERREVERE y ZULOAGA (1937), de las rocas de la región de Caracas con las unidades sedimentarias del occidente, por ser muy semejantes a la columna que él había levantado en el estado Táchira. Pero señala que, a pesar de las similitudes, esta aparente coincidencia no puede representar una prueba convincente, hasta que se puedan obtener evidencias de fósiles. También interpreta que la Cordillera debe corresponder a un geosinclinal del Cretácico - Eoceno, ubicado entre el escudo de Guayana y la Cordillera Central – Santa Marta de Colombia. Ésta es la primera vez que se involucra a la Cordillera de la Costa dentro de conceptos geológicos globales de la época, en este caso con la teoría de los geosinclinales. Para el lector actual, puede parecer sorprendente que los autores de esta época y sin evidencias paleontológicas, consideraran a todas las unidades metamórficas con mármol como del Cretácico.

Antes de su salida definitiva del país, Kehrer escribe una extensa memoria sobre la geología de Venezuela, anexando un mapa geológico a escala 1:1.000.000 (Fig. 32B-G) que abarca todo el territorio al norte del Orinoco (KEHRER 1948). Este es el mapa más detallado para la fecha, pero lamentablemente permaneció inédito. Su información sobre la Cordillera de la Costa es utilizada posteriormente por BUCHER (1950).

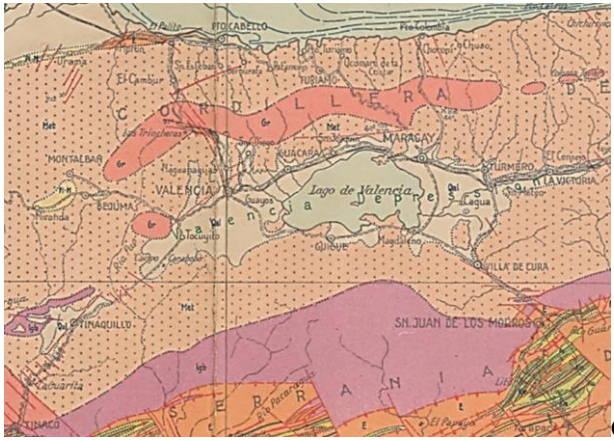
[56] Información biográfica en URBANI (2011).



***Figura 32A**. Louis Kehrer (1897-1979) (URBANI 2011).*

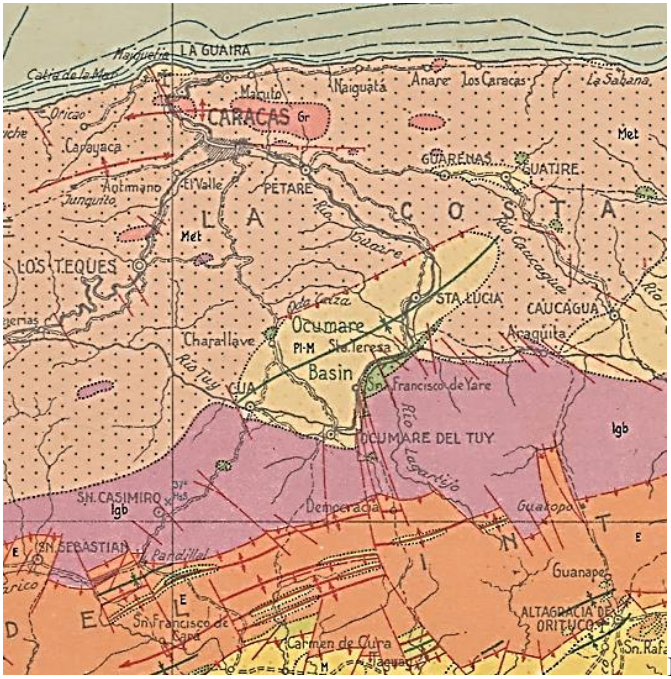


B



C

***Figura 32.** Mapa geológico de Venezuela de 1948 (KEHRER 1948).*



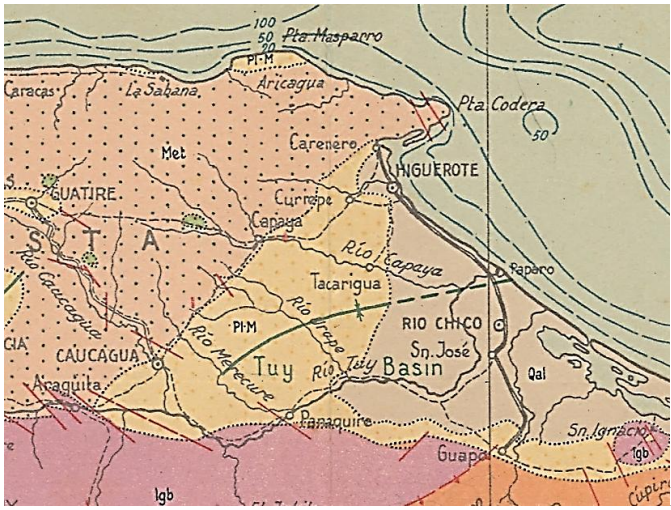
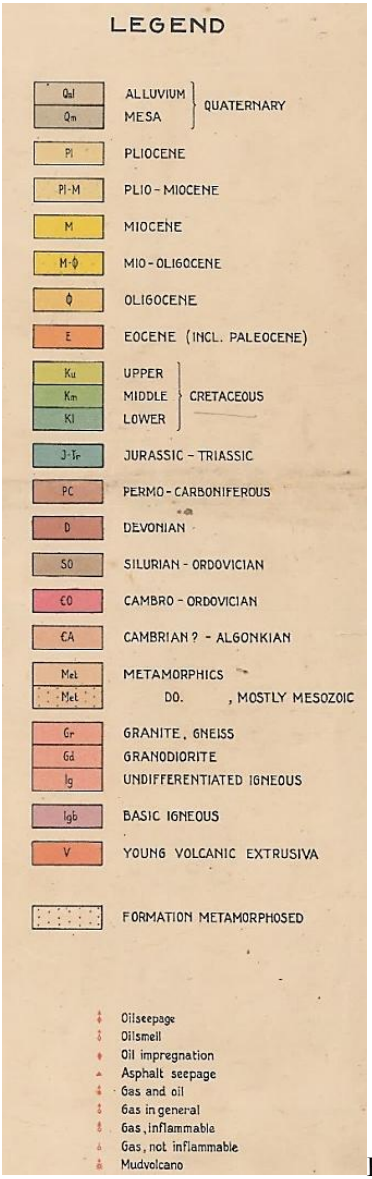
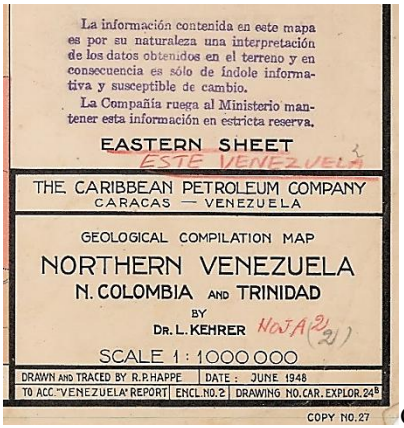


Figura 32. *Mapa geológico de Venezuela de 1948 (*KEHRER *1948).*



F



G

Figura 32. *Mapa geológico de Venezuela de 1948 (mitad oriental) por KEHRER (1948).*

Philip P. Wolcott, 1940, 1945

En el año **1940** el geólogo estadounidense **Philip Patchin** "Phil" **Wolcott, Sr.**[57] (1913-2010) (Fig. 33A) de la empresa Creole Petroleum Corp. cartografía las cuencas sedimentarias del estado Miranda (Guarenas – Guatire y Charallave - Ocumare del Tuy) (WOLCOTT 1940). En esa oportunidad encuentra bloques sueltos de caliza fosilífera (mármol) en la Quebrada Care, al Este de Guatire, hoy día atribuido al Esquisto Las Brisas.

Las muestras son estudiadas por el Dr. **Virgil Winkler**[58] (1917-2007) (Fig. 33B), quien identifica seis especies distintas de moluscos, la mejor conservada es un pecten del género *Camptonectes* sp. que indica una edad Jurásico Tardío (WOLCOTT 1943) (Fig. 33C).

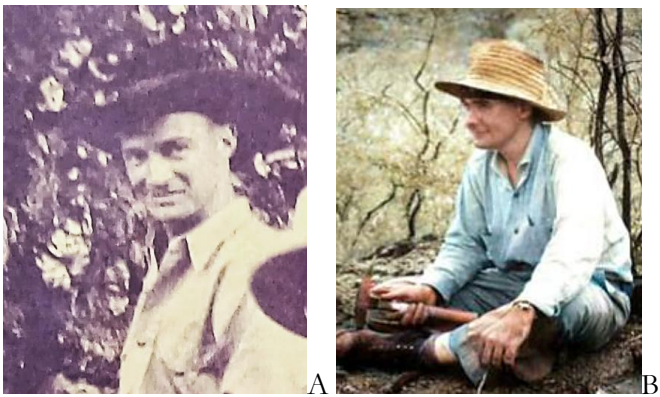
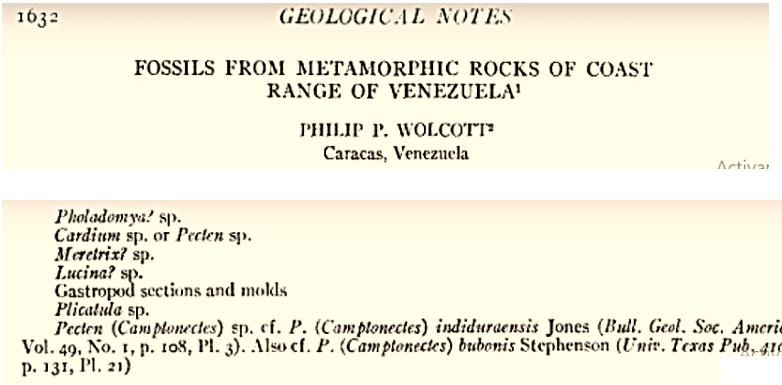


Figura 33*. Retratos.* ***A****: Philip Patchin "Phil" Wolcott (1913-2010).* ***B****: Virgil Dean Winkler (1917-2007).*

[57] Philip Patchin "Phil" Wolcott, Sr. Información biográfica en https://www.legacy.com/us/obituaries/naplesnews /name/philip-wolcott-obituary?id=13286403 https://www.findagrave.com/memorial/ 193219939/philip-patchin-wolcott La sigla "Sr." luego del nombre significa "Senior", para distinguirlo de su hijo del mismo nombre, que se escribe como "Jr.". Fotografía cortesía del Prof. Orlando Méndez, UCV, de *El Farol*, Creole Petroleum Corporation, Caracas, nov.-dic. 1971,

[58] Información biográfica en CASTRO MORA (2002) y RODRÍGUEZ (2021).

Estos fósiles fueron reexaminados por BUCHER (1953: 49), quién también apoya esta edad. Este hallazgo de P. P. Wolcott es de gran importancia, ya que es el primero en la Cordillera de la Costa, empezándose de esta manera a tener información fehaciente de las edades de las rocas.[59] Un hallazgo posterior en la Cueva del Indio, El Cafetal, confirma una edad Jurásico Tardío para al menos parte de Las Brisas (URBANI 1969b).[60]



1632 GEOLOGICAL NOTES

FOSSILS FROM METAMORPHIC ROCKS OF COAST RANGE OF VENEZUELA[1]

PHILIP P. WOLCOTT[2]
Caracas, Venezuela

Pholadomya? sp.
Cardium sp. or *Pecten* sp.
Meretrix? sp.
Lucina? sp.
Gastropod sections and molds
Plicatula sp.
Pecten (*Camptonectes*) sp. cf. *P.* (*Camptonectes*) *indiduraensis* Jones (*Bull. Geol. Soc. America*, Vol. 49, No. 1, p. 108, Pl. 3). Also cf. *P.* (*Camptonectes*) *bubonis* Stephenson (*Univ. Texas Pub. 4101*, p. 131, Pl. 21)

***Figura 33C**: Publicación de P. P. Wolcott (1943) y lista de fósiles[61] identificados por V. Winkler.*

En **1945** en una nueva campaña de campo en la cuenca de Barlovento, P. P. Wolcott halla muestras de caliza fosilífera (mármol) en la quebrada Yaguapa, entre Caucagua y Capaya (WOLCOTT 1945), en la unidad que hoy se conoce como Filita de Urape. Las muestras son estudiadas por el paleontólogo **Arthur Newcomb Dusenbury**,

[59] La Quebrada Care fue vistada nuevamente en 1949 por Harry H. Hess y Gabriel Dengo, pero no encuentran muestras fosilíferas (*Geological Reconnaissance. Guarenas-Guatire-Colonia Bolívar area and a Traverse from Guatire to Caucagua*. New Jersey: University of Princeton. Inédito. 12 p. 1949)

[60] RUTTEN (1940) en su trabajo sobre la edad de las rocas metamórficas de Venezuela y Colombia, precisamente recomendaba mayor trabajo de campo, con lo cual seguramente llevaría al hallazgo de rocas con fósiles.

[61] Hoy día, *Camptonectes bubonis* es un nombre válido, pero *C. indiduraensis* no lo es.

Jr.[62] (1909?-1983) (Fig. 33D) quién identifica foraminíferos de edad cretácica, posiblemente Turoniense (DUSENBURY & WOLCOTT 1948, 1949) (Fig. 33E).



D

Foraminiferos

Gümbelina globulosa (Ehrenberg), Turoniense (Eagle Ford) a Maestrichtiense (Navarro).
Gümbelina moremani Cushman, Turoniense (Eagle Ford) a Santoniense (Selma inferior).
Globigerina cretacea d'Orbigny, Cretácico medio y superior.
Hastigerinella moremani Cushman, Turoniense (Eagle Ford).
Globotruncana sp.

Radiolarios
Amphisphaera sp.
Haliomma sp.

E

***Figura 33. D**: Arthur N. Dusenbury, Jr. (1909?-1983).*
***E**: Fauna identificada a partir de cinco secciones finas de la muestra 33.264 (DUSENBURY & WOLCOTT 1949)*

Once años después, Dusenbury publica una revisión de la microfauna descrita previamente. Explica que se hicieron más secciones finas para un total de 24, pudo consultar nueva bibliografía para comparación y tuvo a su disposición un microscopio de mejor calidad; razón por la cual describe detalladamente las fallas de las identificaciones previas, concluyendo que las muestras solo contienen radiolarios mal preservados y no identificables (DUSENBURY 1960).

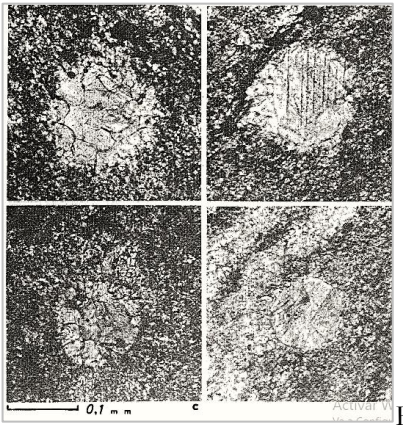
En 1976, **Franco Urbani**[63] colecta nuevas muestras en la misma localidad de Wolcott. Las secciones finas fueron estudiadas por el Dr. **Max Furrer** (1920-2013)[64] (Fig. 33G), quien observa solo radiolarios no identificables (URBANI & FURRER 1977) (Fig. 33F). En el año 2005 el mismo Dr. Max Furrer ubica en la Colección Creole almacenada en

[62] Información biográfica en https://pubs.geoscienceworld.org/micropress/micropal/article-abstract/31/3/291/84806/Arthur-N-Dusenbury-Jr?redirectedFrom=PDF

[63] Acompañado del estudiante Roberto Herrera.

[64] Información biográfica de Maximilianum Adolf "Max" Furrer en *Boletín de Historia de las Geociencias de Venezuela*, 113: 22-29. 2013.

INTEVEP, las mismas secciones delgadas (serial 33.264) estudiadas por Dusenbury en 1945-48, ratificando la opinión que la fauna solo corresponde a radiolarios no identificables.



F

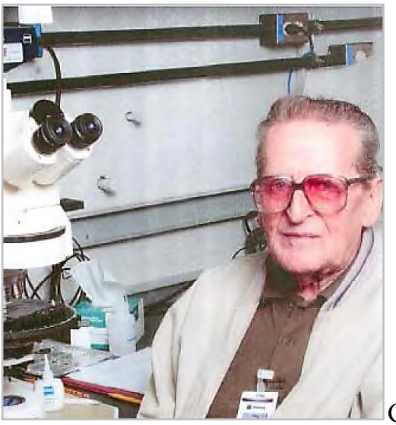

G

***Figura 33. F**: Radiolarios mal preservados de la Quebrada Yaguapa, Miranda (URBANI y FURRER 1977), corresponde a la misma localidad de Wolcott, 1945.* ***G**: Dr. Max Furrer (1920-2013).*

Víctor M. López, 1942, 1944

El geólogo venezolano **Víctor Manuel López Ortega**[65] (1905-1989) (Fig. 34A) uno de los fundadores del Servicio Técnico de Minería y Geología (STMG) del Ministerio de Fomento, entre 1940 y 1945 estudia el depósito mineral de Santa Isabel, al norte de San Juan

[65] V. M. López (1905-1989) obtuvo el doctorado en geología con la especialidad de yacimientos minerales metálicos en el Massachusetts Institute of Technology. A su regreso a Venezuela se incorpora al Servicio Técnico de Minería y Geología (STMG) del Ministerio de Fomento, y es uno de los fundadores del Instituto de Geología (hoy Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV). Hay mucha información biográfica disponible, ver RODRÍGUEZ (2021), MARTÍNEZ y MARTÍNEZ (1989) y referencias allí mencionadas.

de los Moros, estado Guárico (LÓPEZ 1942b); realiza la cartografía geológica del valle de Valencia (LÓPEZ 1942a), y trabaja en los yacimientos de cobre de Aroa, Yaracuy (LÓPEZ *et al.* 1944). Estos trabajos de yacimientos minerales, junto con uno anterior de AGUERREVERE & LÓPEZ (1938), son los primeros estudios modernos en su tipo y todavía de obligatoria revisión para esas localidades, mientras que el trabajo de Valencia incluye el primer mapa geológico local de la Cordillera de la Costa, aparte del croquis previo y muy general de AGUERREVERE & ZULOAGA (1937).



Figura 34A. *Víctor Manuel López Ortega (1905-1989).*

En la zona de Valencia identifica las siguientes unidades: 1- Zonas de caliza (mármol), 2- Esquisto calcáreo con bandas de esquisto micáceo no diferenciado, 3- Esquisto micáceo con bandas de esquisto calcáreo no diferenciado, 4- Rocas básicas, 5- Granito porfídico. Las tres primeras unidades corresponden mayormente a las hoy denominadas como esquistos de Las Mercedes y Las Brisas, mientras que el "*granito porfídico*" corresponde al Gneis Cabriales. Sobre este último dice que "*después de haber sufrido un intenso metamorfismo, fue introducido en la serie de esquistos metamórficos*". Esta utilización -en el marco de procesos intrusivos- no se adapta al conocimiento actual, pero desde un contexto distinto -de emplazamiento tectónico- sí corresponde a las interpretaciones actuales, donde el Gneis Cabriales sufrió un metamorfismo en la facies de la anfibolita, posteriormente yuxtapuesto tectónicamente con los esquistos de Las Mercedes y Las

Brisas, que sólo alcanzaron la facies del esquisto verde. A estas dos últimas unidades le asigna un origen metasedimentario y para explicar su formación utiliza la teoría de los geosinclinales.

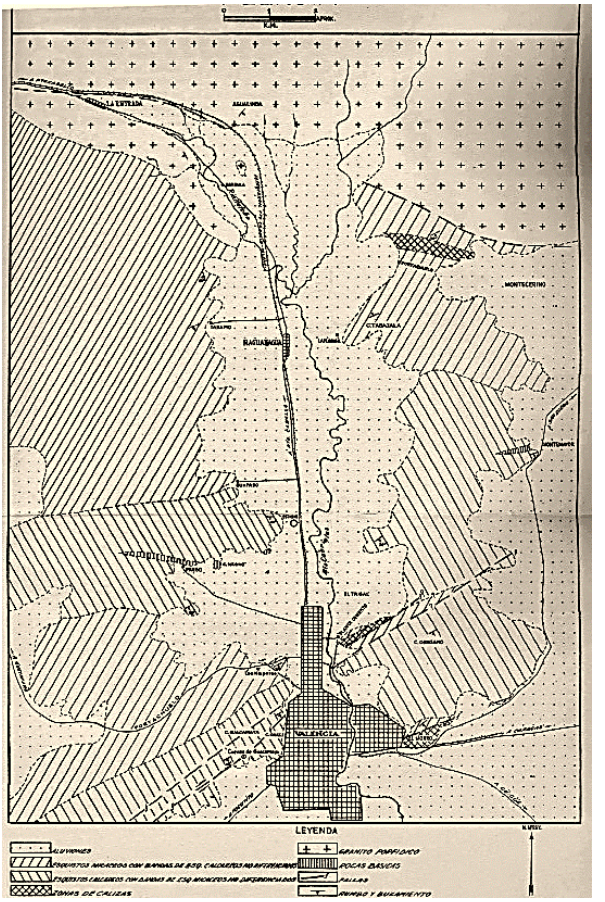


***Figura 34B**. Croquis geológico de Valencia (LÓPEZ 1942a).*

Walter Hermann Bucher, 1950

El profesor de la Universidad de Columbia **W. H. Bucher**[66] (1888-1965) (Fig. 35A), en 1945 es contratado por el STMG del Ministerio de Fomento, para compilar un mapa tectónico del país. Para ello contó con la información geológica del mismo Servicio y de empresas petroleras.

El mapa (Fig. 35B-E) fue publicado suelto en 1950 (BUCHER 1950) y se basa mayormente en el mapa previo de KEHRER (1948) (comparar con la Fig. 32). La Cordillera de la Costa aparece como "*Cretácico metamorfizado (incluyendo quizá JT en parte) (Kmt)"*, y dentro de ésta engloba a:

- Gr (*Granito, granodiorita y otras intrusivas ácidas incluyendo migmatita*), con cuerpos cerca del Pico Naiguatá (Metagranito de Naiguatá), Sebastopol (Gneis Sebastopol) y Colonia Tovar (Gneis Colonia Tovar), mientras que en el estado Yaracuy ubica dos polígonos que coinciden con el actual Complejo Yaritagua.

- GrK (*Granitos, migmatitas y sedimentos Cretácicos no diferenciados*), con un gran polígono que abarca desde Las Trincheras, Carabobo (Metagranito de Guaremal y Gneis Cabriales), extendiéndose hacia el Este hacia la zona de Choroní (Gneis Choroní), e igualmente en el macizo del Ávila.

Ya en la Serranía del Interior aparece la franja de las metavolcánicas de Villa de Cura como "*Ígneas básicas y sedimentos cretácicos metamorfizados no diferenciados (IgbK)"*. Más al sur ubica unidades sedimentarias, con un gran avance, ya que en ellas por primera vez se reconocen contactos de fallas de corrimientos.

La memoria descriptiva (BUCHER 1952) presenta una larga descripción de la Cordillera de la Costa. Al igual que AGUERREVERE & ZULOAGA (1937) indica que las rocas del núcleo de la Serranía del

[66] Biografía en https://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/bucher-walter-h.pdf

Litoral (e.g.: macizo del Ávila) tienen un metamorfismo de más alto grado que al sur. En cuanto a la edad, concluye que la mayor parte de las rocas deben ser del Cretácico, con base a la presunta transición de las unidades de rocas metamórficas, con otras sin evidencias de metamorfismo y de probada edad Cretácico en la zona de Barquisimeto. Este cambio paulatino no se ha probado en trabajos modernos, por el contrario, los contactos se han identificado como tectónicos (SKERLEC 1979). Para el macizo del Ávila sugiere una estructura tipo anticlinal.

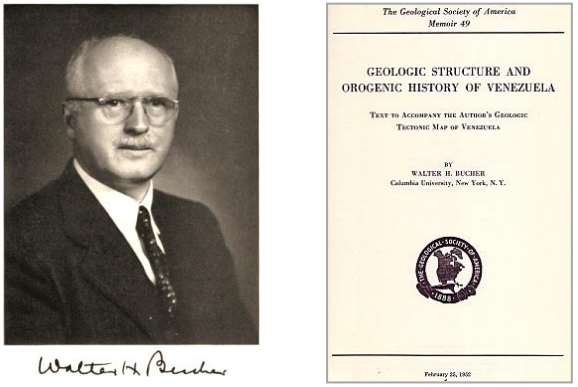
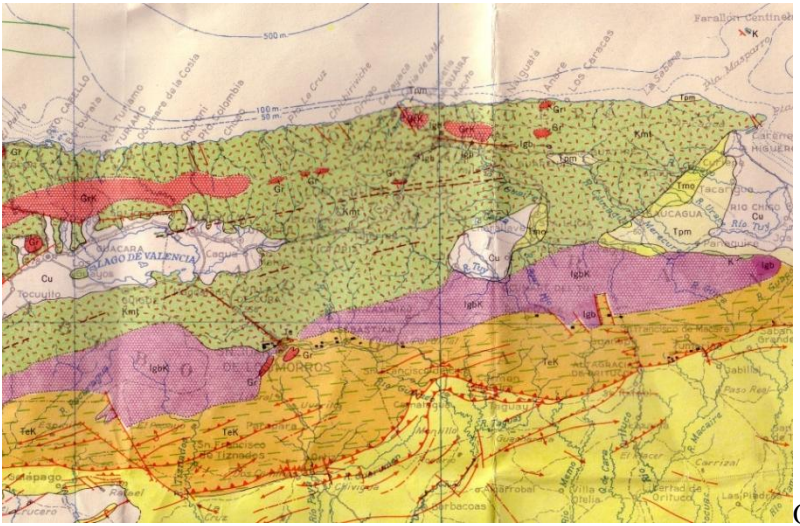


***Figura 35A**. Walter H. BUCHER (1888-1965).*

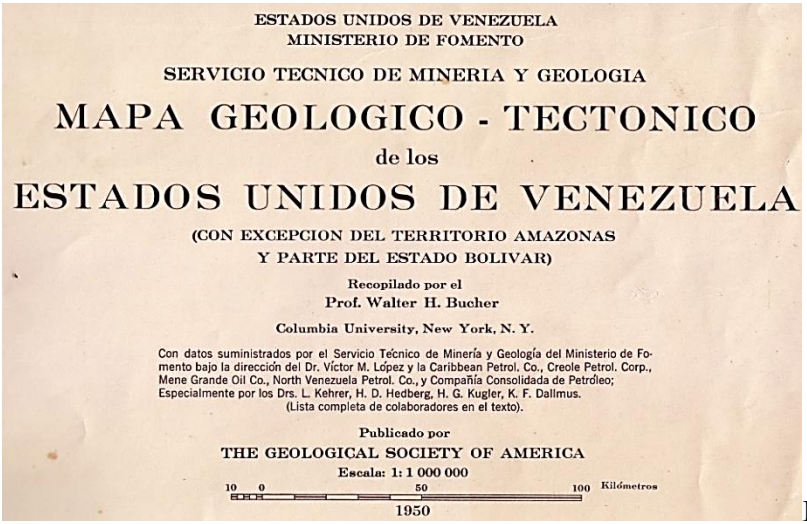


B

***Figura 35B**. Mapa geológico de BUCHER (1950).*



C



ESTADOS UNIDOS DE VENEZUELA
MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO TECNICO DE MINERIA Y GEOLOGIA

MAPA GEOLOGICO - TECTONICO

de los

ESTADOS UNIDOS DE VENEZUELA

(CON EXCEPCION DEL TERRITORIO AMAZONAS
Y PARTE DEL ESTADO BOLIVAR)

Recopilado por el
Prof. Walter H. Bucher

Columbia University, New York, N. Y.

Con datos suministrados por el Servicio Técnico de Minería y Geología del Ministerio de Fomento bajo la dirección del Dr. Víctor M. López y la Caribbean Petrol. Co., Creole Petrol. Corp., Mene Grande Oil Co., North Venezuela Petrol. Co., y Compañía Consolidada de Petróleo; Especialmente por los Drs. L. Kehrer, H. D. Hedberg, H. G. Kugler, K. F. Dallmus.
(Lista completa de colaboradores en el texto).

Publicado por
THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA
Escala: 1: 1 000 000

10 0 50 100 Kilómetros

1950

D

Figura 35. *Detalles del mapa geológico de* BUCHER *(1950).*

Moritz Emil Schürmann, 1933, 1939, 1950 y Ernst Kündig, 1935

El distinguido geólogo alemán **Heinrich M. E. Schürmann**[67] (1891-1979) (Fig. 36A), en **1933** por cuenta de The Caribbean Petroleum Corp. visita a Venezuela y entre otras actividades, realiza estudios de las rocas ígneas del occidente del país, en los Andes de Mérida, Perijá, Lara e isla de Toas (DUFOUR & SCHÜRMANN 1933). Del posterior análisis de las muestras publica dos trabajos, donde también sugiere una edad Cretácica para las rocas de la Cordillera de la Costa (SCHÜRMANN 1934, 1939).

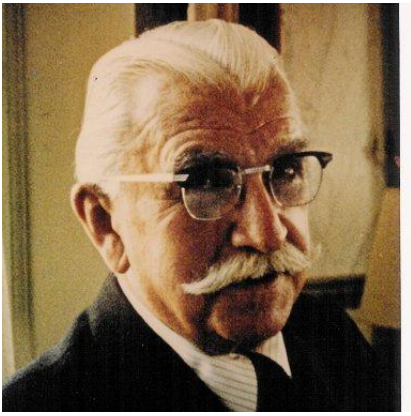
En **1935** el geólogo suizo Dr. **Ernst Kündig** (1901-1981) (Fig. 36B) (BITTERLI-BRUNNER 1982), es contratado por The Caribbean Petroleum Corp. y trabaja por dos años y medio como geólogo de campo en los Andes de Mérida (KÜNDIG 1938) y el centro. Elabora un pequeño mapa geológico y una sección del valle de El Algodonal en Antímano al oeste de Caracas (Fig. 36C). Allí colecta un gran número de muestras, en especial metabásicas sobre las cuales tenía gran interés, como puede comprobarse por su muy citado libro de las ofiolitas de las islas Célebes al este en Indonesia.

[67] Durante los primeros años de su carrera profesional, el geólogo alemán Heinrich Moritz Emil Schürmann (1891-1879) estuvo involucrado mayormente en el estudio de rocas ígneas precámbricas. Luego pasa a la industria petrolera y llega a ser director del Grupo Royal Dutch/Shell (DOZY 1979, M.G.D. 1983). Su gran colección de rocas ígneas y metamórficas incluyendo las venezolanas, se encuentra depositada en el Museo de Nacional de Historia Natural de Leiden (WINKLER PRINS 2004). Información biográfica e imágenes en https://dr-schurmannfonds.nl/about

Las muestras las envía al Dr. H. M. E. Schürmann, quien las estudia petrográficamente y en 1950 publica un artículo sobre las anfibolitas glaucofánicas - granatíferas (SCHÜRMANN 1950). Allí discute la presencia del glaucofano y granate en el contexto de las rocas eclogíticas y por primera vez introduce el concepto de asociación ofiolítica en nuestro país, indicando su semejanza con los Alpes pennínicos en Suiza. Menciona además que dichas rocas se formaron en la katazona, término parcialmente equivalente al concepto actual de facies de la anfibolita a granulita. También presenta el primer análisis químico de un mineral extraído de una roca metamórfica de la CdlC, específicamente de un granate de la misma roca glaucofánica, con lo cual recalcula su composición como 52% almandino, 22% grosularia, 16% piropo y 9% melanita.

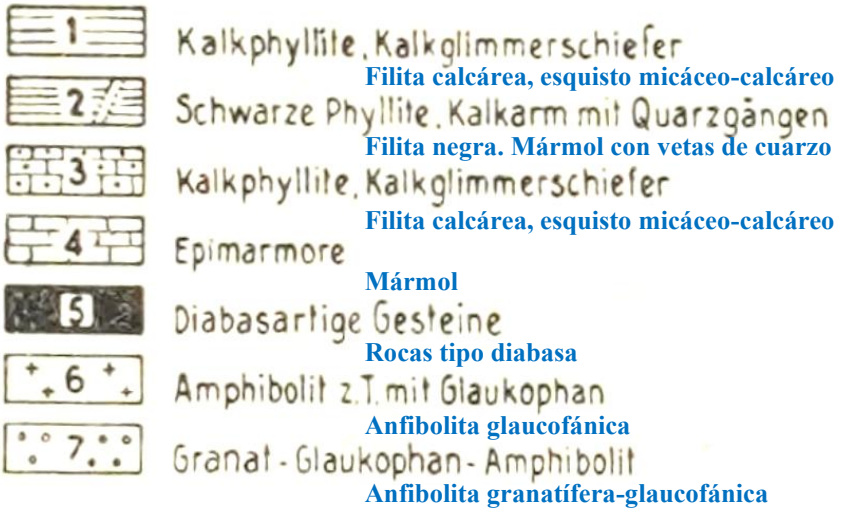
Concluye que "*La roca glaucofánica encontrada … es una anfibolita granatífera - glaucofánica típica* (como las*) de la zona peninnica* (de los Alpes suizos*), que, por las propiedades del granate, es poco probable que se haya formado por metamorfismo retrógrado a partir de una eclogita, que a su vez tendría que ser de una fase metamórfica más antigua. Todas las muestras tomadas de diferentes partes del cuerpo* (de Antímano) *pertenecen a anfibolita glaucofánica con granate más o menos abundante, que es química y ópticamente diferente del granate típico de las eclogitas. No hay evidencia de una roca peridotita original"* (SCHÜRMANN 1950: 156).

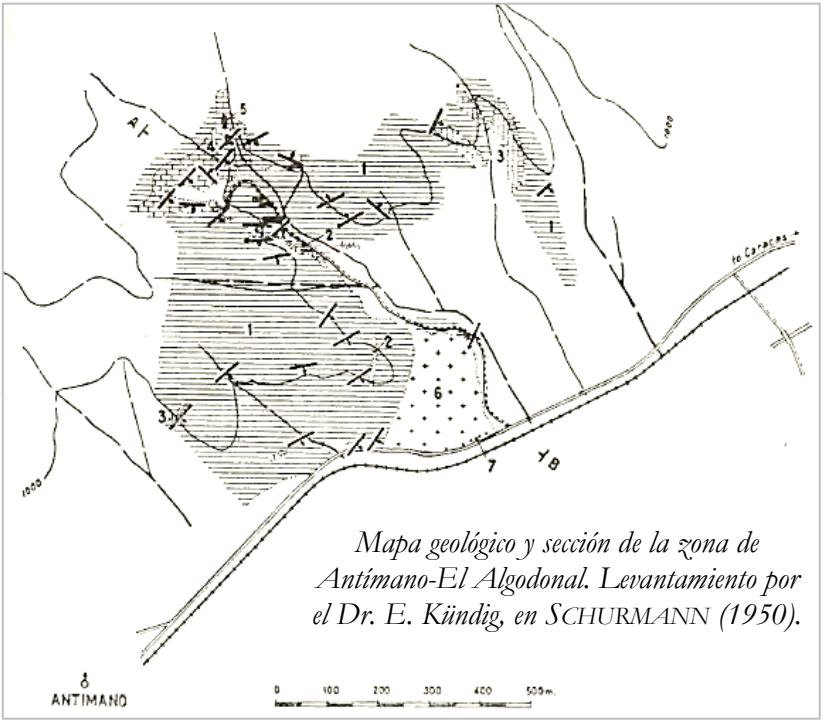
A fines de 1950, Gabriel Dengo publica un artículo sobre las rocas glaucofánicas de esta misma localidad (DENGO 1950a).


A

B.

Figura 36. A: *H. M. E. Schürmann (1891-1979).*
B*: Ernst Kündig (1901-1981).*





Mapa geológico y sección de la zona de Antímano-El Algodonal. Levantamiento por el Dr. E. Kündig, en SCHURMANN *(1950).*



Rocas tipo Esquisto Las Mercedes (1 -4) con intercalaciones máficas (5)

Esquistos Azules

Aluvión

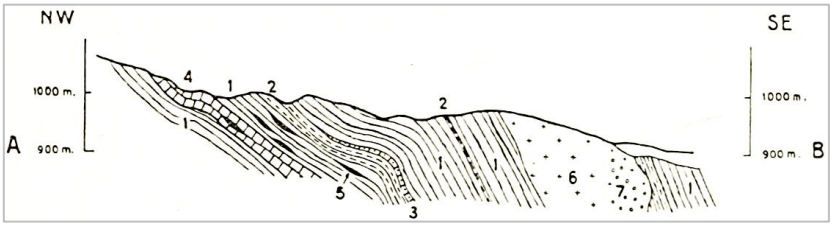


***Figura 36C**. Mapa geológico y sección de la zona de Antímano. Levantamiento por el Dr. E. Kündig. Publicado en SCHÜRMANN (1950).*

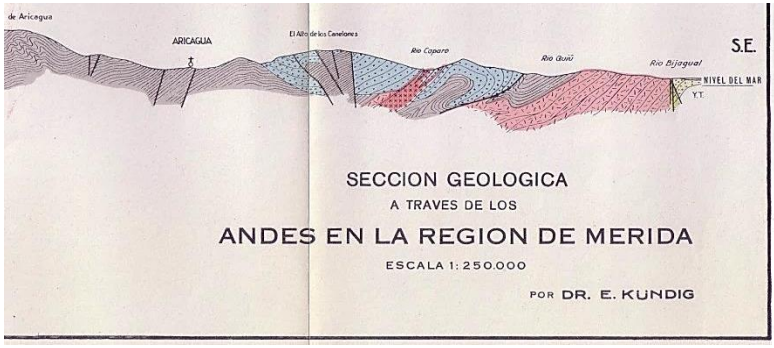


***Figura 36D**. Fragmento de la sección geológica de los Andes de Mérida del Dr. E. Kündig.*

Resumen 1900-1950

En la primera mitad del siglo XX, las empresas petroleras realizan trabajos de cartografía geológica bastante detallados en las cuencas sedimentarias, pero las rocas ígneas y metamórficas que no eran de su interés aparecen sin diferenciar, pero en los mapas al menos se va definiendo su extensión geográfica. En este período destaca el trabajo de algunos pocos geólogos con trabajos petrográficos o mapas geológicos bastante detallados, de sitios puntuales, de manera que en forma muy lenta va aumentando el conocimiento de la Cordillera.

A continuación, se presenta un resumen de los puntos más resaltantes de este medio siglo:



- A **E. Cortese** le llama la atención la semejanza de algunas muestras de la Cordillera con aquellas de los Alpes. También señala que las fallas con rumbo este-oeste son las que controlan la estructura de la cadena montañosa (CORTESE 1901).

- En 1904 ante la publicación del presunto hallazgo de trilobites en Valencia, se inicia una controversia que llega hasta 1928, cuando queda definitivamente aclarado que los ejemplares no procedían de Venezuela (DREVERMANN 1904, SCHUCHERT 1928).



- En 1921 el geógrafo venezolano **A. Jahn**, publica el primer libro de geología de Venezuela (JAHN 1921), que incluye un mapa de todo el país, pero en lo que respecta a la Cordillera de la Costa no es muy diferente al de W. Sievers de tres décadas antes. Considera que las edades de las rocas metamórficas son mayormente arcaicas.



- El geólogo italiano **E. Fossa Mancini** publica un trabajo del estado Carabobo, con el primer mapa-croquis geológico detallado de un sector de la Cordillera, en este caso la ensenada de Yapascua, donde ubica la presencia de rocas carbonáticas, anfibólicas con o sin granate y diversos tipos de esquisto (FOSSA-MANCINI (1926), típicos del actual Complejo Carayaca.



- En 1927 el francés **P. Lamare**, realiza estudios petrográficos de rocas del macizo del Ávila y presenta el primer hallazgo de fósiles en la Cordillera. En un chert identifica radiolarios y sugiere una edad cretácica para las rocas

metamórficas (LAMARE 1927). Autores posteriores sugieren que más bien se trata de foraminíferos.



- El profesor norteamericano **R. A. Liddle** en 1928 publica un extenso libro de geología de Venezuela y Trinidad, con un buen mapa geológico (LIDDLE 1928). En cuanto a las rocas metamórficas considera que estas pueden dividirse en una serie antigua paleozoica y otra más joven del Cretácico, pero a falta de evidencia sustancial, estas ideas -hoy demostradas correctas- son desechadas por varias décadas.



- El holandés **L. M. R. Rutten** presenta estudios petrográficos de muestras recolectadas en las carreteras Valencia - Puerto Cabello y Caracas - La Guaira (RUTTEN 1931). Es el primer autor que menciona el grado de metamorfismo en la Cordillera.



- Durante el Primer Congreso Geológico Venezolano de 1937, **S. Aguerrevere** y **G. Zuloaga**, presentan el trabajo que establece la nomenclatura de las unidades geológicas de la Cordillera. Correlacionan estas unidades con aquellas de la columna sedimentaria Cretácica del occidente del país (AGUERREVERE & ZULOAGA 1937).



- En el mismo Congreso, **L. Kehrer** por primera vez involucra a la Cordillera de la Costa dentro de ideas geológicas globales, en este caso la teoría de los geosinclinales (KEHRER 1937).



- En 1942, **V. M. López** publica la primera cartografía geológica de semidetalle de un área de 13 x 17 km, correspondiendo al valle de Valencia (LÓPEZ 1942).



- **P. P. Wolcott** realiza el primer hallazgo de fósiles de la Cordillera de la Costa, en la Quebrada Care, al este de Guatire, siendo especialmente importante la identificación realizada por el Dr. **V. D. Winkler** de un molusco del género *Pecten* (*Camponectes*) sp. que asigna al Jurásico Tardío (WOLCOTT 1943).



- En 1950, **W. Bucher** presenta un mapa de la Cordillera de la Costa, con verdaderas mejoras, en especial la más fiel distribución de las rocas metavolcánicas de Villa de Cura, y al sur de ellas la identificación de una faja controlada por fallas de corrimientos (BUCHER 1950). Este mapa se basa fundamentalmente en uno previo inédito de L. Kehrer.



- El petrólogo **H. M. E. Schürmann** estudia petrográficamente las rocas glaucofánicas de la zona de Antímano. De ellas obtiene la composición química del granate, que se convierte en el primer análisis químico de un mineral metamórfico de la Cordillera. También introduce el concepto de ofiolitas en Venezuela, al comparar estas rocas con las ofiolitas pennínicas de Suiza (SCHÜRMANN 1950).

SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

1. Ciclo Universidad de Princeton. 1947-1979
H. H. Hess y el "Proyecto de Investigaciones Geológicas del Caribe"

Este período lo comenzamos en el año 1950 cuando se publica la tesis doctoral de Gabriel Dengo (1922-1999) en la Universidad de Princeton, EEUU, que abre un nuevo e importante capítulo en la geología de la Cordillera de la Costa, pero primero comentaremos los antecedentes de este proyecto liderizado por el eminente geólogo estadounidense Prof. H. H. Hess.

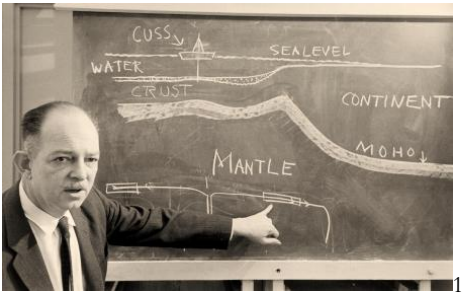
En la década de los años 1930´s el Dr. **Harry Hammond Hess**[68] (1906-1969) (Fig. 37A) había realizado una extensa campaña de mediciones gravimétricas en la región del Caribe, detectando una extensa y continua anomalía negativa a lo largo del Caribe, desde las Antillas Mayores, el arco de islas de las Antillas Menores y continuando al norte de Suramérica (HESS 1938b) (Fig. 37B-D).

Al concluir la Segunda Guerra Mundial el Dr. Hess se reincorpora como profesor de la Universidad de Princeton, con dos intereses fundamentales: Uno el de explicar el origen y estructura del arco de islas de las Antillas y la anomalía gravimétrica negativa asociada, para lo cual había postulado anteriormente el mecanismo de "*downbukle*" o tectógeno (HESS 1938a) (Fig. 37E); en segundo lugar por el origen y mecanismos de emplazamiento de rocas ultramáficas (cuerpos de serpentinita), mencionando que hay cordilleras donde estas rocas se distribuyen en dos franjas paralelas (HESS 1938b).

[68] Información biográfica en https://web.archive.org/web/20041211052236/http://etc.princeton.edu/CampusWWW/Companion/hess_harry.html https://www.encyclopedia.com/people/history/historians-miscellaneous-biographies/harry-hammond-hess

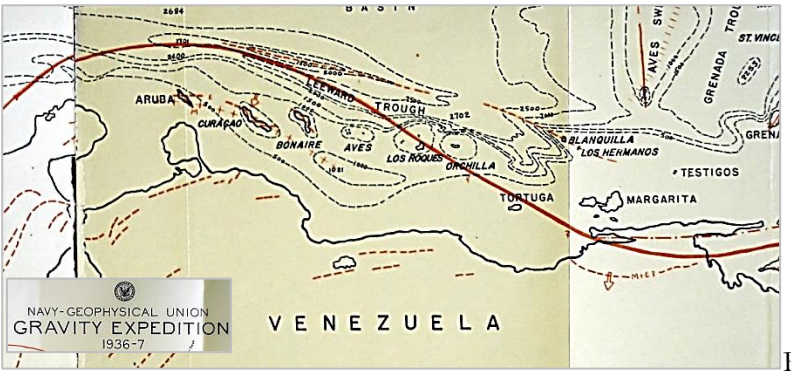

1929

1945



1968

***Figura 37A**. Harry Hammond Hess (1906-1969).*[69]

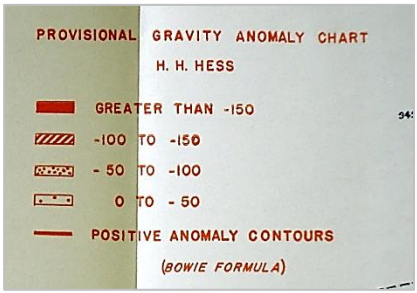


B

[69] Fuentes: https://mountainmystery.com/2015/05/24/1501/ https://www.vox.com/unexplainable/22276597/project-mohole-deep-ocean-drilling-unexplainable-podcast

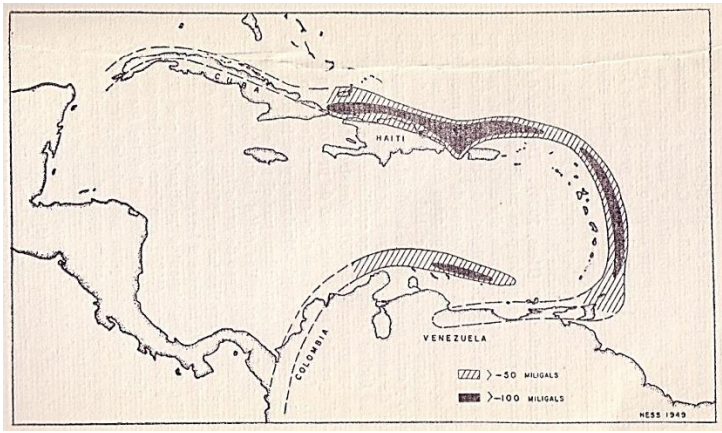


C



H. H. Hess

***Figura 37B-C**. Mapa de anomalía gravimétrica provisional, fragmento del norte de Venezuela (HESS 1938b).*



D

***Figura 37D**. Esquema de la anomalía gravimétrica negativa del Caribe (HESS 1950).*

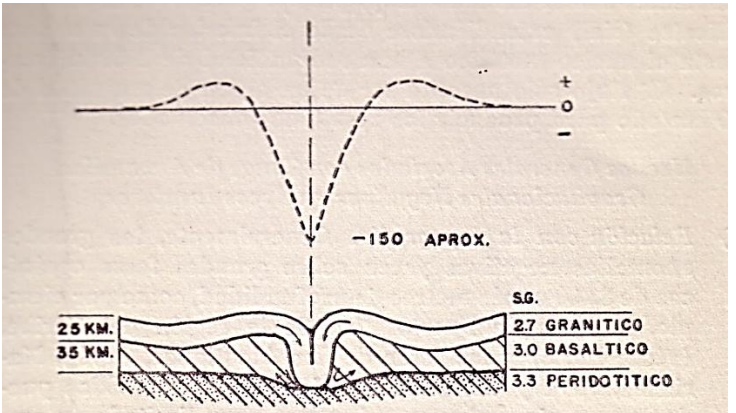


Figura 2.—Interpretación de las anomalías gravitacionales en términos de la estructura de la corteza. La magnitud del plegamiento y la distribución de la densidad necesaria para explicar la curva de anomalías es indicada. Ligeras variaciones en suposiciones acerca de la densidad, espesor de las capas de la corteza, y forma del plegamiento son posibles, sin embargo, ellas no cambiarían la interpretación cualitativamente.

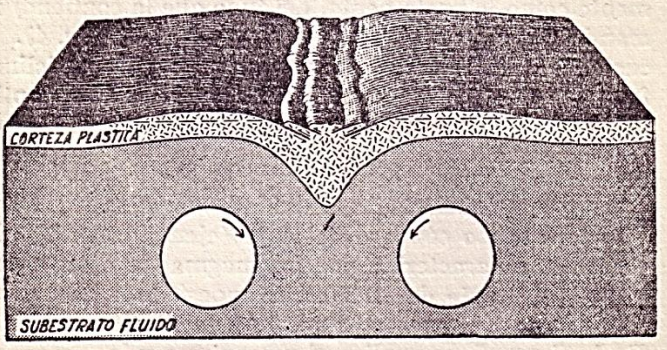
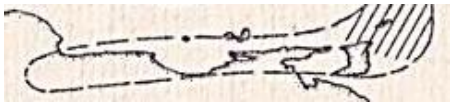


Figura 3.—Experimentos de Griggs. La fuerza aplicada se origina de los cilindros en rotación que provocan corrientes simuladas de convexión en el substrato. El efecto de arrastre de las corrientes sobre la corteza produce el plegamiento. Obsérvese el material comprimido en la depresión encima del pliegue y la analogía con el "Barbados Ridge" de la figura 8.

Figura 37E. *Modelo del geotectógeno de* HESS *(1950).*

En 1947 luego de la II Guerra Mundial, el Dr. Hess desde la Universidad de Princeton organiza el "*Proyecto de Investigaciones Geológicas del Caribe*", dentro del cual el norte de Venezuela es de especial importancia ya que la anomalía gravimétrica citada penetra en la CdlC (Fig. 37B-D), y en ella además hay importantes cuerpos de rocas ultramáficas como en Tinaquillo. En otras palabras, trabajando en la misma región geográfica podría tratar sus mayores tópicos de interés.



Los trabajos básicos de cartografía geológica fueron realizados por tesistas doctorales, y con los años sus zonas se extienden mucho más allá de la Cordillera de la Costa, a las islas antillanas angloparlantes, la Isla de Margarita y tan al occidente como la península de la Guajira. La planificación de estos trabajos fue impecable; para así introducir a un nuevo candidato en los problemas regionales y las técnicas de trabajo de estas difíciles regiones tropicales, los estudiantes previstos para iniciarse al año siguiente, eran enviados como asistentes de aquellos que ya estaban en el campo. Todas las tesis se desarrollaron en dos a tres etapas de campo de varios meses, separadas en años consecutivos, de manera que entre ellas el doctorando estudiaba las muestras en el laboratorio, para regresar más preparado para la siguiente temporada.

El financiamiento de las etapas de campo corrió casi totalmente por parte de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH) y en los primeros años, por la institución predecesora, el Ministerio de Fomento. El proyecto también tuvo respaldo económico de un importante grupo de empresas petroleras estadounidenses que operaban en Venezuela, así como de la Fundación Nacional para las Ciencias (NSF) de EEUU. Así mismo, en los primeros años también obtuvo algún financiamiento de la Oficina de Investigaciones Científicas de la Armada Estadounidense, que había apoyado el trabajo original de gravimetría en el Caribe.

Los primeros tres candidatos fueron **Gabriel Dengo** (1922-1999), **Raymond J. Smith** y **James Crawford MacLachlan**, para realizar la cartografía geológica desde el litoral central hasta la Serranía del Interior en el meridiano de Caracas. En el trabajo de G. Dengo se afirma que el interés de estudiar esta zona se debe a que es un lugar del continente donde penetraba la anomalía gravimétrica (Fig. 37D), estando en la "*zona del geotectoclinal del arco del Caribe*", así como por la existencia de dos fajas de cuerpos de serpentinitas, una cercana a la costa y otra en la Serranía del Interior.



Maracay, Venezuela, 1951. De izquierda a derecha Margaret y James MacLachlan´52; John Maxwell, profesor; Raymond Smith´51; Harry Hess, profesor; junto al "Monstruo Amarillo". Foto por David MacKenzie´54.



Harry Hess en San Juan de los Morros, 1958. Fotografías de BONINI *(2006).*

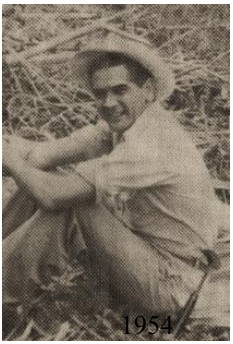
Tesis doctorales de Princeton en la Cordillera de la Costa

Nombre	Región	Campo	Defensa	Publicación	Nace - fallece
DENGO Gabriel	Caracas	1947-49	1949	1947, 1950 1951, 1953	1922-1999
SMITH Raymond J.	Los Teques- Tiara	49-50	1951	1952, 1953	1924-¿?
MACLACHLAN James Crawford	La Victoria	50-51	1952	1960a,b	1923-2010
MACKENZIE David Brindley	Tinaquillo	51-52	1954	1960, 1966	1927-2019
SHAGAM Reginald	Aragua central	52-55	1955	1960a,b	1926-2008
BUSHMAN Jess Richard	Barquisimeto - Yaritagua	51-55	1958	1959, 1960, 1965	1921-2006
KONIGSMARCK Theodore Albert	Norte de Guárico - Lago Valencia	56-57	1958	1958, 1965	¿
OXBURGH Ernest Ronald	Este de Carabobo	58-59	1960	1965a,b	1934- --
MENÉNDEZ V. DE V. Alfredo	Tinaco - El Pao	59-61	1962	1965	1932- --
SEIDERS Victor Mann	Caucagua – Santa Lucía	59-61	1962	1965	1931-2007
HARVEY S. R. M.	San Casimiro	61-62	No terminó		
JARVIS JR. Harry Aydelotte	Río Pao – Río Tiznados	62-63	1964	1966	¿
PIBURN Michael Dee	Villa de Cura	62-65	1967	1968	1942-2022
BELL John Sebastian	Camatagua – Valle Morín	64-66	1967	1968	¿
MORGAN, III, Benjamin Arthur	Valencia – Puerto Cabello	65-66	1967	1969	1938- --
MURRAY Cecil George	Chacao y Cerro Pelón	69-70	1971	1972, 1973	1943- --
MUESSIG Karl Walter	Volcánicas de Falcón central	76-77?	1979	1978, 1984a,b	1953-2004
SKERLEC Grant M.	Barquisimeto – Acarigua –Ospino	71-75	1979	2007	c1946--

Adicionalmente, se realizaron dos tesis en la Isla de Margarita: **Gordon Cosmos Taylor** 1959 y **Walter Viktor Maresch** 1971 y, tres en las penínsulas de Araya y Paria: **R. M. Christensen** 1961, **Harold Lloyd Metz** 1963 y **Richard Carl** "Rick" **Vierbuchen** 1978.



John Maxwell´46 (Tobago)
(1914-2006)



Gabriel Dengo Obregón´49
(1922-1999)



Raymond J. Smith´51



James Crawford MacLachlan´52





David Brindley MacKenzie´54
(1927-2019)



Reginald Shagam´55
(1926-2008)



Theodore Albert Konigsmark´58
(1930- >2024)



Jess R. Bushman´58
(1921-2006

Figura 38*. Tesistas doctorales de la Universidad de Princeton.*

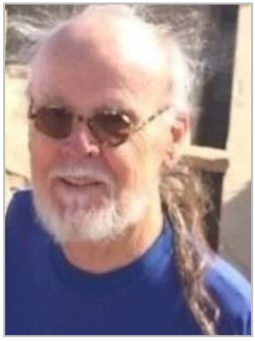


Ernest Roland Oxburgh ´60
(1934->2024)

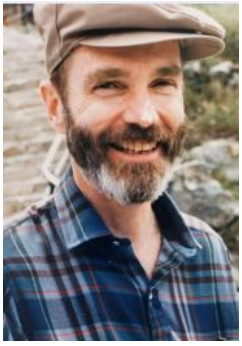




Alfredo Menéndez de V. ´62
(1932->2024)



M. D. Piburn ´67
(1942-2022)



Benjamin Morgan ´68
(1938->2024)



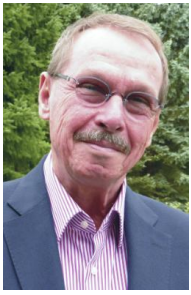
Cecil G. Murray ´71
(1943->2024)



Grant M. Skerlec ´79
(c.1946->2024)



Gordon C. Taylor ´59
(1934-2021)



Walter V. Maresch ´71



R. C. Vierbuchen ´78

***Figura 38**. Tesistas doctorales de la Universidad de Princeton.*

En la Fig. 39A se muestra las zonas de estudio de las tesis doctorales realizadas en la Cordillera de la Costa

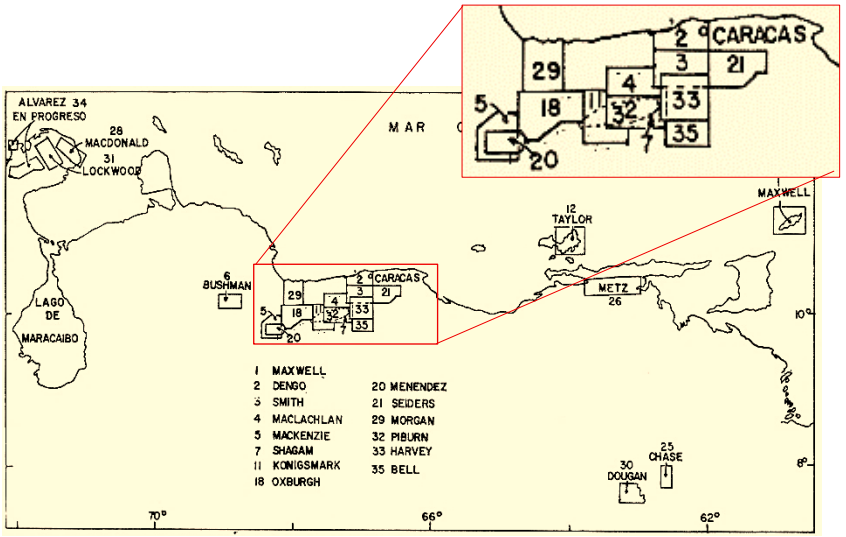


***Figura 39A**. Mapa índice de las regiones cubiertas por las tesis de la Universidad de Princeton. Tomado de MORGAN (1967).*
S. R. M. Harvey (zona 33) no culminó la tesis y dicha área fue cartografiada por tesistas de la UCV en la década de los años 1980´s.
PIBURN (1968) cubrió la misma zona de R. Shagam, con otros objetivos.
La tesis de JARVIS (1964, 1966) fue realizada en la Universidad de Rice, en la zona del río Pao - San Francisco de Tiznados al sur de aquella de Oxburgh (zona 18).

Dos décadas después del comienzo del Proyecto, John S. Bell en 1967 resume su objetivo como "*la determinación de las etapas evolutivas en el desarrollo de los arcos de islas y sistemas montañosos alpinos*".

Casi al mismo tiempo del grupo de Dengo, Smith y MacLachlan y sin tener la cartografía geológica de la región intermedia, **David Brindley MacKenzie**[70] fue asignado para estudiar la Peridotita de

[70] Información biográfica en https://global-uploads.webflow.com/60282c03834bd188bf70e2da/609ea7ccd30b0248f1fc2eab_David%2BMacKenzie%2Bobit.pdf

Tinaquillo (MACKENZIE 1960ab, 1966). Este autor nos dice que el objetivo de su trabajo fue el de "*obtener información sobre las relaciones cronológicas y espaciales de los cuerpos ultrabásicos en los sistemas montañosos y sobre el origen de las peridotitas en general*". En otras palabras, en los primeros años el Dr. Harry Hess trata de cubrir sus dos principales líneas de investigación. Luego **Victor M. SEIDERS** (1962) quien trabaja en la zona de Caucagua – Santa Teresa del Tuy, había concluido que "*Villa de Cura tiene una importancia mucho mayor en la historia de la Cordillera de la Costa de lo que se suponía y … más que una unidad pasiva que sufrió poca deformación o metamorfismo, fue metamorfizada bajo condiciones de presión relativamente alta, es alóctona y toda la sección se encuentra volcada*". En consecuencia, unos años después se asigna a **M. D. PIBURN** (1968) para que estudie detalladamente el metamorfismo y estructura de la faja de Villa de Cura. Igualmente, en la tesis de **C. G. MURRAY** (1972, 1973) se estudió el cuerpo plutónico gabroide de Chacao al oeste de San Juan de Los Morros, reconocido previamente por KONISGSMARK (1958, 1965), comparándolo con cuerpos semejantes, en Cerro Pelón, estado Portuguesa y otro en Alaska.

Por el hecho que el trabajo de G. Dengo corresponde a la región de Caracas, es el más conocido y el único, cuyo mapa fue publicado a color por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH) (Fig. 39B).

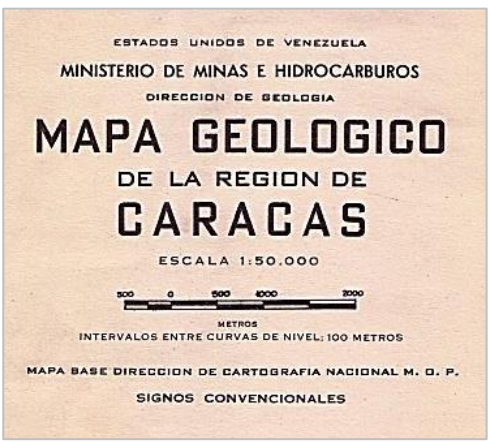




***Figura 39B**. Mapa geológico de la región de Caracas (DENGO 1951).*

Adicionalmente, se realizaron dos tesis en la Isla de Margarita: **Gordon Cosmos Taylor** 1959 (1934-2021) y **Walter Viktor Maresch** 1971 y dos tesis en las penínsulas de Araya y Paria: **Harold Lloyd Metz** 1963 y **Richard Carl** "Rick" **Vierbuchen** 1978, respectivamente.

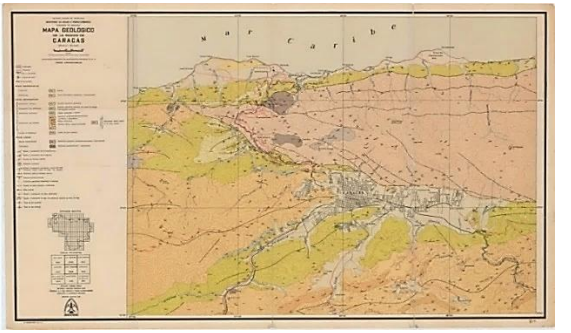


***Figura 39C**. Mapa geológico de la región de Caracas (DENGO 1951).*

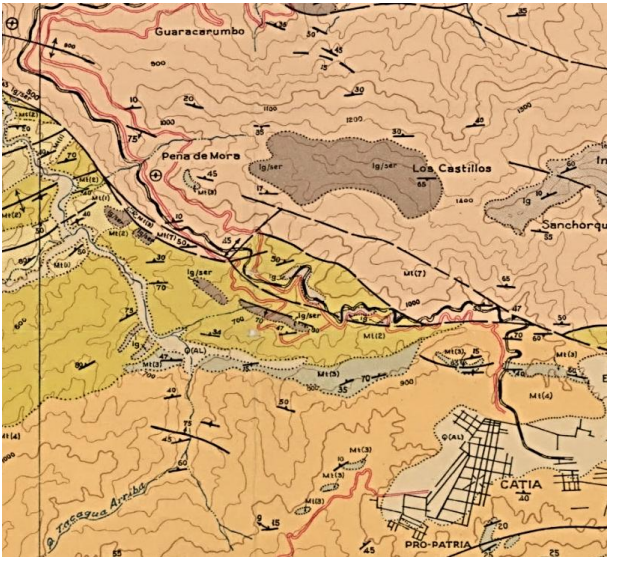


***Figura 39D**. Detalles de la zona del valle de la quebrada Tacagua. Nótese el buen detalle cartográfico, identificándose muchos polígonos de pequeño tamaño, con los distintos tipos litológicos.*

TABLE 1.—STRATIGRAPHIC SEQUENCE OF THE CARACAS AREA

Age	Name	Lithologic characteristics
Upper Miocene to Pliocene	Cabo Blanco group	Sandstone and coarse conglomerate
unconformity		
Uncertain, probably Cretaceous	Caracas group: Tacagua formation	Metavolcanics: sericite-epidote schist
	Las Mercedes formation	Calcareous quartz-mica schist and thin-bedded dark limestone layers
	Antimano formation	Marble and thick-bedded crystalline limestone
	Las Brisas formation	Quartz-mica schist, microcline porphyroblast gneiss, limestone lenses, and conglomerate
unconformity	Peña de Mora formation	Gneiss, in part migmatitic. Corresponds to Las Brisas and probably in part to Sebastopol.
pre-Cretaceous	Sebastopol group	Feldspathic gneiss, in part granitic.

TABLE 4.—COMPARISON OF STRATIGRAPHIC NAMES

This paper		Aguerrevere and Zuloaga (1938)	
Caracas group	Tacagua formation	Not described	
	Las Mercedes formation	Las Mercedes formation Los Colorados member	Caracas group
	Antimano formation		
	Las Brisas formation Zenda member	Las Brisas formation Zenda phase	
unconformity			
Sebastopol group		Sebastopol basal complex	

***Figura 39D**. Subdivisión de unidades geológicas para la región de Caracas según DENGO (1951).*

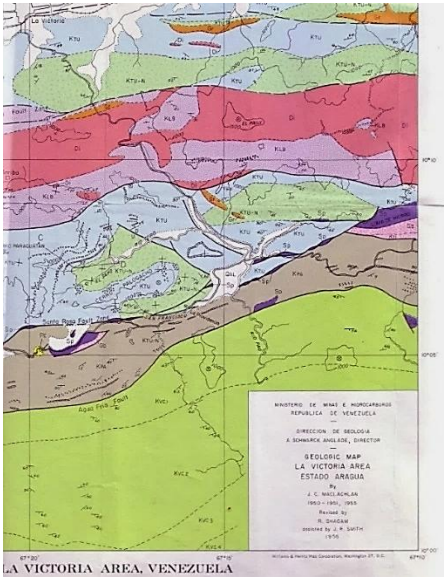


***Figura 39E**. Parte del mapa geológico de la zona de La Victoria (MACLACHLAN et al. 1960).*

Un caso particular es el del Dr. **Alfredo Menéndez V. de V.**[71] quien, al concluir su doctorado en Princeton, se reincorpora al MMH, donde procede a integrar los trabajos de los tesistas previos, preparando una síntesis de la geología de la Cordillera de la Costa (MENÉNDEZ 1966). Este es un trabajo clásico de singular importancia, dado que encuentra similitudes entre las numerosas unidades previamente descritas, para llegar a un modelo simplificado donde subdivide la Cordillera en cuatro "fajas tectónicas", a saber: 1- Cordillera de la Costa, 2- Caucagua - El Tinaco, 3- Paracotos y 4- Villa de Cura (Fig. 39F,G).

Las rocas volcánicas de la Faja de Villa de Cura también fueron un centro de interés, con un total de nueve tesis doctorales que la

[71] Alfredo Menéndez Vásquez de Velarde. Nació en Perú en 1931. Geólogo UCV´1955. Trabaja en el MMH, estudió becado en Universidad de Princeton.

estudiaron. El primero que establece su "estratigrafía" es SHAGAM (1960), pero a medida que avanzaban los estudios con nuevas tesis fueron surgiendo las ideas de aloctonía para explicar su presencia, primero sugeridas por H. H. Hess para ir afianzándose en las disertaciones de OXBURGH (1965), MENÉNDEZ (1965) y SEIDERS (1965). Una interpretación más madura y formal de la aloctonía de Villa de Cura es la propuesta por MENÉNDEZ (1966), ilustrada con una sección geológica generalizada que la muestra como un "klippe". Esta interpretación sigue vigente. En la tesis de W. V. MARESCH (1971, 1973, 1974) que trata sobre la isla de Margarita, también aporta interpretaciones para la Cordillera de la Costa con los nuevos conceptos de Tectónica de Placas, proponiendo formalmente que las rocas de Villa de Cura tienen su origen en un Arco de islas.

Luego que fallece H. Hess en 1969, el Departamento de Geología de la Universidad de Princeton quedó en manos del Prof. John C. Maxwell[72]; el interés en Venezuela decayó y las últimas tesis fueron las de Cecil George Murray (1971), Karl Walter Muessig (1979) y Grant M. Skerlec (1979).

El último tesista dentro del proyecto de estudios del Caribe de la Universidad de Princeton, fue **Grant M. SKERLEC** (1979) quien cartografió la zona ubicada entre Acarigua y Barquisimeto, especialmente para tratar de resolver un punto que ya se mencionaba desde los años 1930s, de la presunta existencia de una continua transición entre las unidades sedimentarias de Venezuela occidental con las metamórficas de la Cordillera. Pero el autor demuestra que no hay tal transición, sino "discontinuidades estructurales mayores entre ellas" (fallas de corrimiento).

Todas las tesis doctorales de este proyecto, a excepción de las de Muessig y Skerlec, fueron publicadas a texto completo en el *Boletín de Geología* del MMH, traducidas en forma impecable por la geóloga

[72] Prof. John C. Maxwell, que fue el primer doctorante del Proyecto Caribe, con la geología de la isla de Tobago (Fig. 39A).

Cecilia Kavanagh de Petzall[73] (c.1930-2013). Creemos que principalmente por estas publicaciones en español, es donde reside la gran influencia que tuvieron y tienen todavía estas obras para la geología del norte de Venezuela.

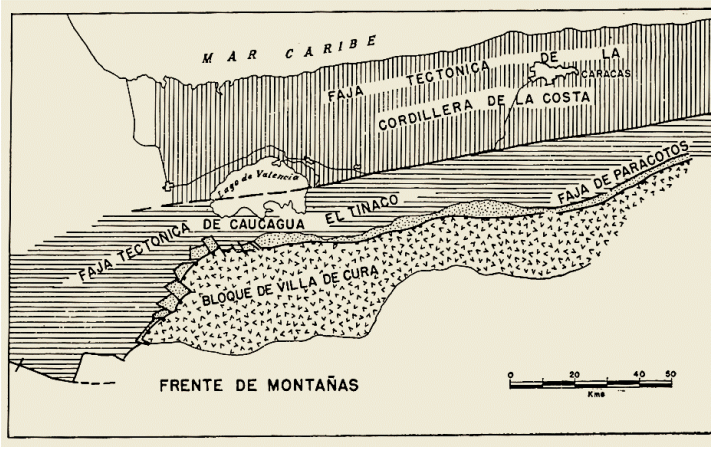


***Figura 39F**. Esquema de las fajas tectónicas de A. MENÉNDEZ (1966).*

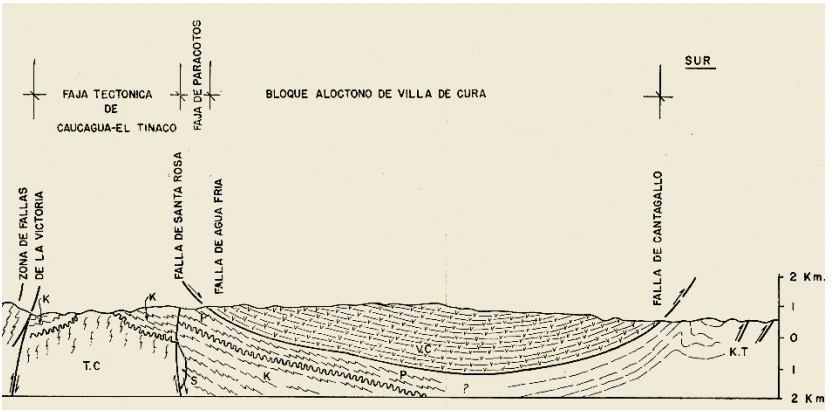


***Figura 39G**. Interpretación de la Faja de Villa de Cura como un "klippe" (MENÉNDEZ 1966).*

[73] Cecilia Kavanagh de Petzall. Geólogo UCV´1953, tesis en Guárico. https://lasarmasdecoronel.blogspot.com/2013/12/un-recuerdo-para-cecilia-petzall-geologo.html

Luego de terminar sus tesis doctorales, cuatro de los egresados del programa dirigido por el Dr. H. Hess, hicieron trabajos adicionales en Venezuela con el auspicio del MMH, a saber: Gabriel Dengo 1952 (Fig. 39H), Jess Bushman 1966 (Fig. 39J), William MacDonald 1968 (Fig. 39I) y Reginald Shagam que trabaja en los Andes de Mérida y sus colegas lo apodaron "*El Tigre de los Andes*".

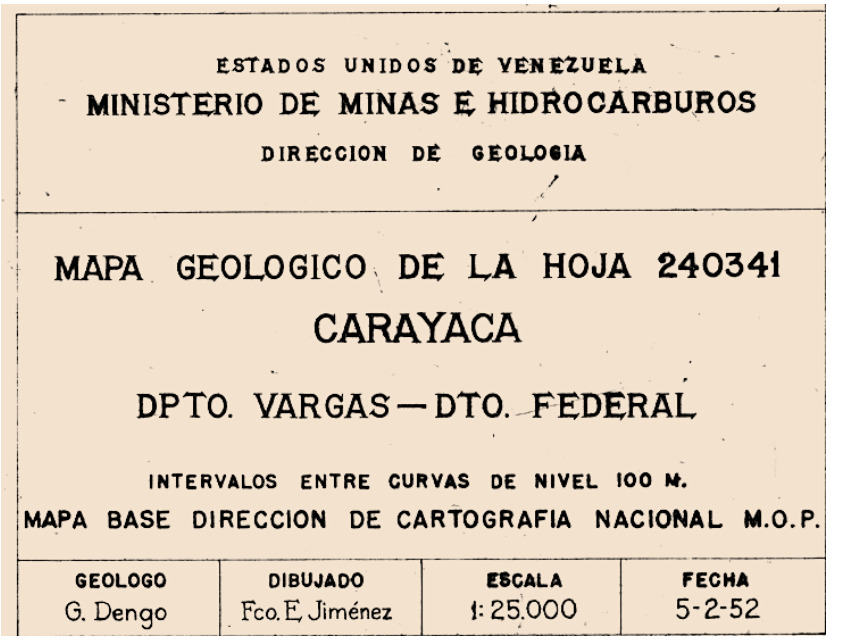


***Figura 39H**. Gabriel Dengo, febrero 1952.*
http://saber.ucv.ve/handle/10872/8700

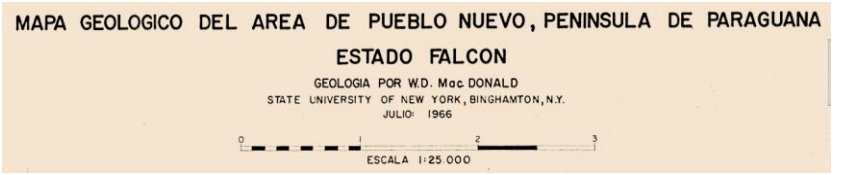


***Figura 39I**. William D. MacDonald, julio 1966.*
http://saber.ucv.ve/handle/10872/12511

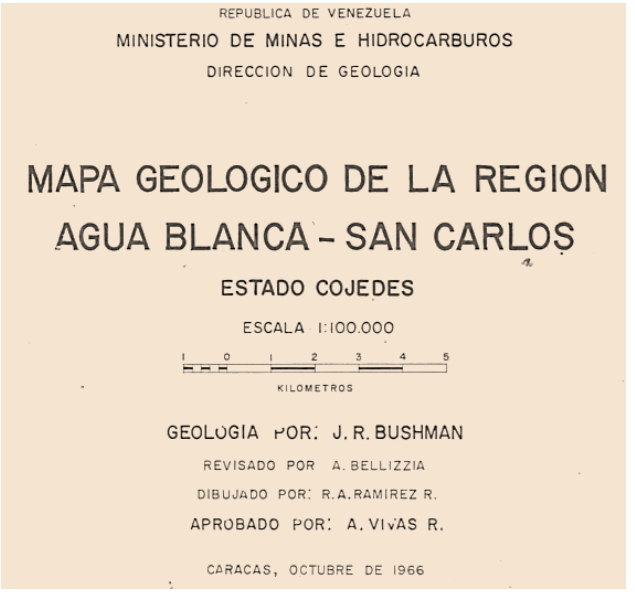


***Figura 39J**. Jess R. Bushman.*
http://saber.ucv.ve/handle/10872/12503

El geólogo **S. R. M. Harvey**[74] fue uno de los integrantes del programa doctoral de la Universidad de Princeton bajo la guía del Dr. Hess. Trabajó en la región de San Casimiro (ver zona 33 en la Fig.

[74] **S. Robin M. Harvey**, probablemente ciudadano británico, obtuvo título de B.Sc. en 1954; luego hasta 1959 trabajó en el servicio geológico colonial en las islas de Fiji. En 1960 se enrola en el programa doctoral de la Universidad de Princeton y se incorpora al proyecto de estudios en el Caribe dirigido por el Prof. H. Hess. Se le asignó la región del entorno de San Casimiro (Fig. 58C), para continuar con el estudio hacia el este de la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura. Realizó sus dos campañas de campo en los veranos de 1960 y 1961, pero no concluyó en 1962, como había siempre ocurrido con alumnos anteriores. El Dr. Alfredo Menéndez (com. pers., 2005) nos relató que Harvey - de temperamento bastante volátil- renunció al programa doctoral tras acalorados desacuerdos con el Prof. Hess, ya que no apoyaba la idea de deslizamiento gravitacional para Villa de Cura, que era la idea imperante en el Proyecto Caribe.

39A y 39N), culminó el trabajo en el campo y luego renunció sin alcanzar el grado de PhD.

Durante su trabajo de campo colectó muestras de "*calizas intercaladas en las volcánicas de Villa de Cura*". Las envía al Dr. **J. Harlam Johnson**[75] (1892-1974) (Fig. 39K) quien describe una especie nueva de alga, el *Lithophyllum? venezuelensis* (Fig. 37Q), que sin duda la asigna al Aptiense-Albiense (JOHNSON 1965).



SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

Phylum RHODOPHYCOPHYTA Papenfuss, 1948
Family CORALLINACEAE
(Lamouroux), Harvey, 1849
Genus LITHOPHYLLUM Philippi, 1837
LITHOPHYLLUM? VENEZUELAENSIS n. sp.
Pl. 89, figs. 1–3

Figura 39K. *J. Harlam Johnson (1892-1974).*

La importancia de este hallazgo estriba en ser la única edad paleontológica que se haya reportado para las "*volcánicas de Villa de Cura",* pero su aplicación es limitada, por desconocer si pertenece a los actuales terrenos Villa de Cura o San Sebastián, ambos integrantes de la Faja Villa de Cura, o quizás en alguna de las unidades sedimentarias adyacentes. Como el alga no presenta deformación (ver la Fig. 39M), es factible que haya sido colectada en alguna de las siguientes unidades (Fig. 39L):

[75] J. Harlam Johnson (1892-1974), estadounidense. Graduado de ingeniero de minas 1920; M.Sc. Colorado School of Mines 1923 y PhD. University of Colorado 1936. Fue un destacado profesor de la Colorado School of Mines por casi medio siglo. En las décadas de los años 1950-1960´s se convirtió en un reconocido especialista en algas. Semblanza en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v06/Johnson-JH.pdf

(1) En el flanco sur de la Faja Villa de Cura, en el actual Terreno San Sebastián del Cretácico Temprano, solo afectado por metamorfismo en facies sub-esquisto verde, sin deformación penetrativa, que también presenta muy raras capas de chert negro.

(2) En las formaciones Caramacate (Paleoceno-Eoceno) o Garrapata (Eoceno temprano-medio). Esta última unidad en particular, presenta conglomerados con gran cantidad de clastos ígneos, qué al estar meteorizados a simple vista se dificulta su reconocimiento entre roca sedimentaria o volcánica. Esta unidad también presenta olistolitos del Cretácico en amplia variedad de litologías y tamaños. El Prof. Enrique Navarro y sus tesistas encontraron ejemplares de *Inoceramus* sp. en esta unidad (E. Navarro, comunicación personal, 2024).

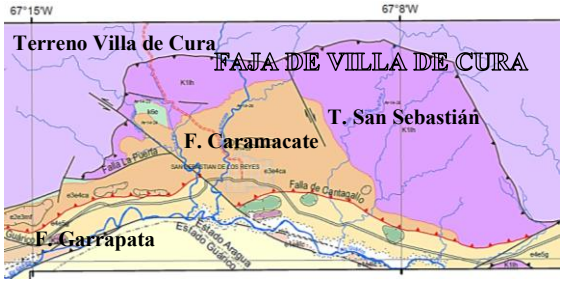


Figura 39L. Mapa simplificado de la zona de San Sebastián, Aragua (DÍAZ 2015), posible zona de colección del alga *Lithophyllum? venezuelensis* de JOHNSON (1965).

En **1972**, S. R. M. Harvey publica sus propias ideas de la CdlC[76], que se puede resumir como sigue:

> "*En estudios más recientes se ha sugerido que la Serranía del Interior se originó muy al norte de su posición actual y se deslizó hacia el sur en tiempos del Maastrichtiense-Paleoceno bajo la acción de la gravedad. Los resultados de un mapeo detallado al sur de Caracas y de un reconocimiento de toda la Cordillera indican que los tres cinturones pueden estar esencialmente en su lugar, representando una sección anteriormente continua, acortada por cabalgamientos*" (HARVEY 1972: 387).

[76] El manuscrito fue enviado en marzo de 1971.

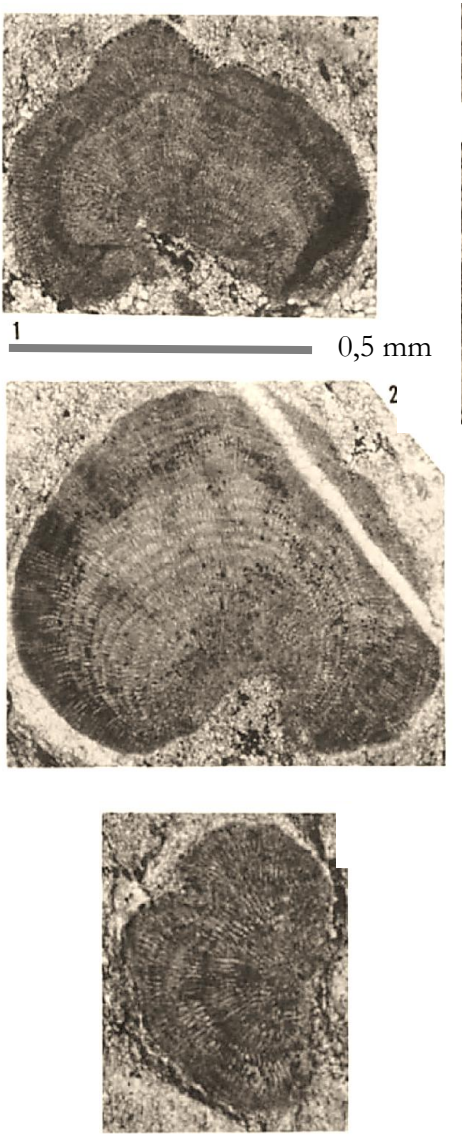


Figura 39M.

–*Lithophyllum? venezuelaensis* n. sp. Sections of three specimens, ×100; Villa de Cura Volcanics, Lower Cretaceous, Coast Ranges of Venezuela.

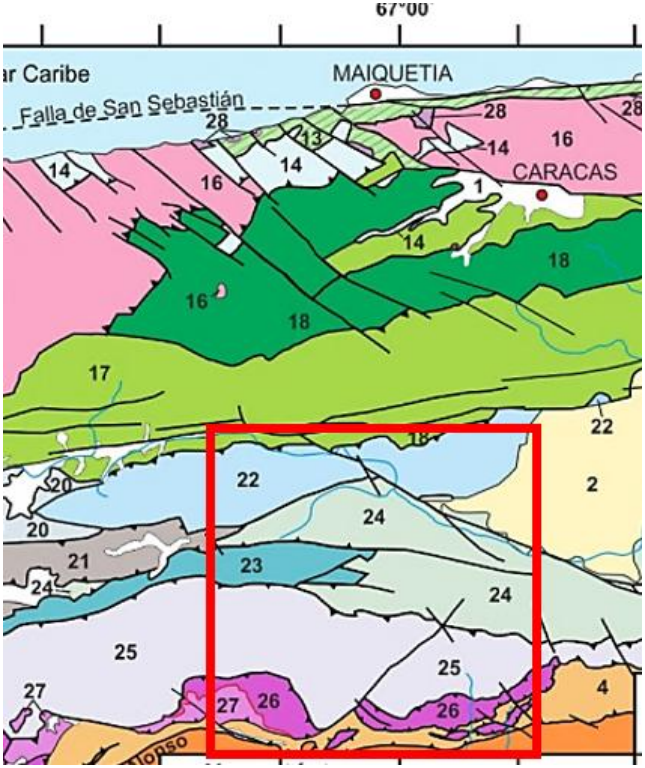
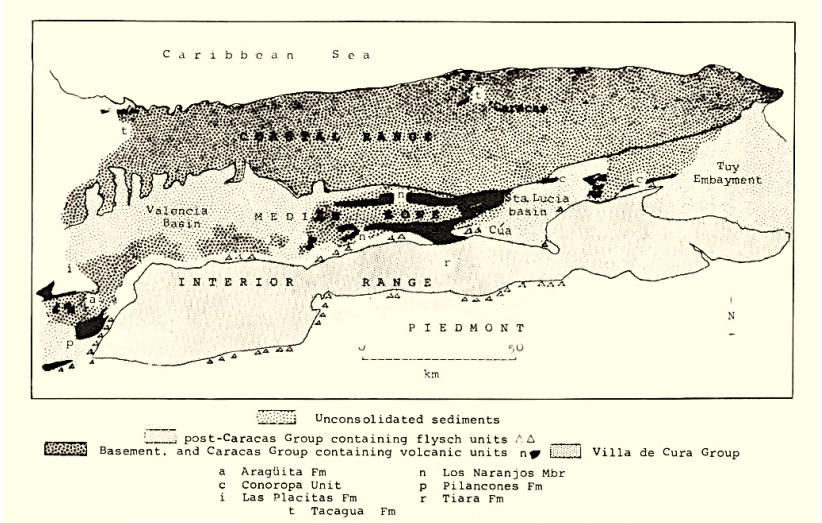
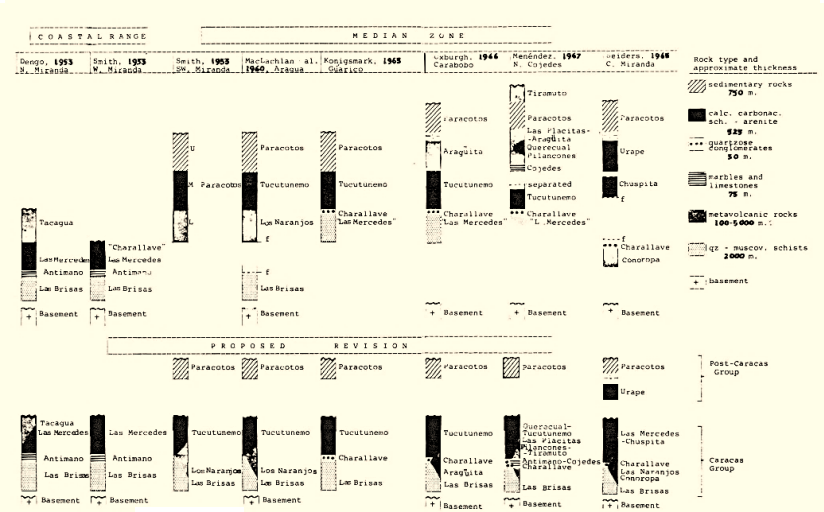


Figura 39N. *Área del trabajo asignado a S. R. M. Harvey. Abarcaría parte de los actuales terrenos tectonoestratigráficos Las Mercedes (17), Tácata (22), Paracotos (23), Loma de Hierro (24), Villa de Cura (25), San Sebastián (26) y unidades de cobertura sedimentaria (27). (Fragmento ampliado de la Fig. 4.5).*

En las figs. 39Ñ-Q se reproducen de las ilustraciones de HARVEY 1972) que soporta su modelo para la CdlC.



1. Major provinces, west section, Southern Caribbean Mountains.



2. Correlation chart, west section, Southern Caribbean Mountains.

***Figura 39Ñ**. Modelo de HARVEY (1972).*

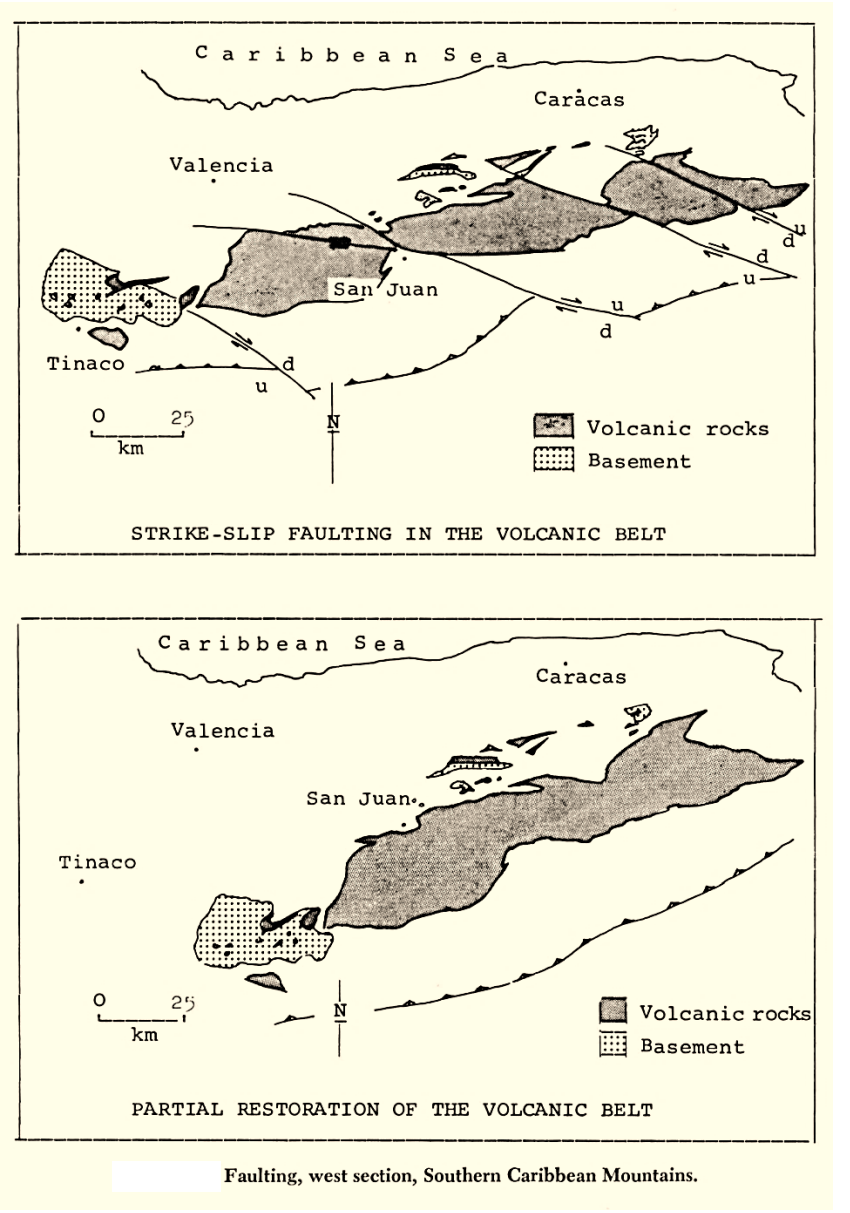
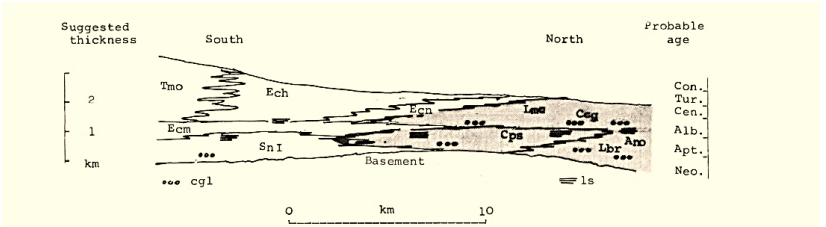
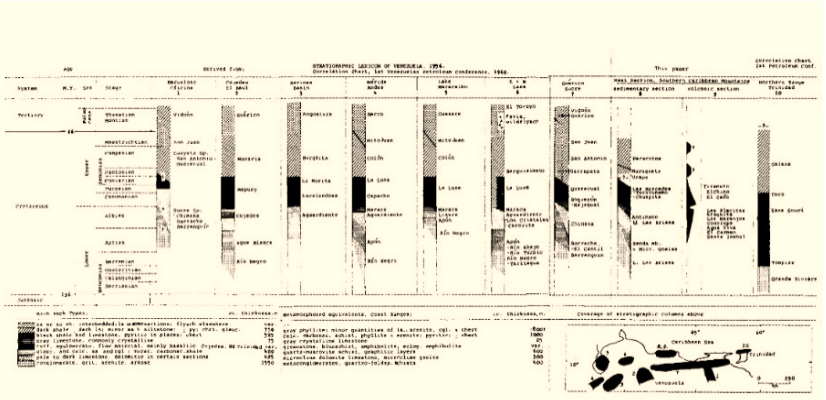


Figura 39O. *Modelo de* HARVEY *(1972).*



Villa de Cura Group	Caracas Group	Principal Components	Correlatives beyond Cúa region.
Tmo Tiramuto Fm		Coarse tuff	
Ech El Chino Fm		Tuff, dark phyll. + cht.	
	Lmc Las Mercedes Fm	Dark phyll., bl. cht.	Tucutunemo and Chuspita Fms.
Ecn El Cano Fm		Tuff + phyllite	Aragüita and Las Placitas Fms.
	Ccg.Charallave cgl	Quartz conglomerate	
	Ano Antimano Fm	Dark rexld. ls.; pyritic	
Ecm El Carmen Fm		Basalts	Tiara and Pilancones Fms.
Cps Conoropa Unit		Chlor. epid. actin. schist	Los Naranjos and Tacagua Fms.
SnI Santa Isabel Fm		Qz. alb. chlor. epid. sch.	
	Lbr Las Brisas Fm	Qz. musc. sch., ss, gns.	

Figure 2. Structural relations, Villa de Cura and Caracas groups, Cúa region.



i. Regional correlation chart, northern Venezuela.

Figura 39P. *Modelo evolutivo de* HARVEY *(1972).*

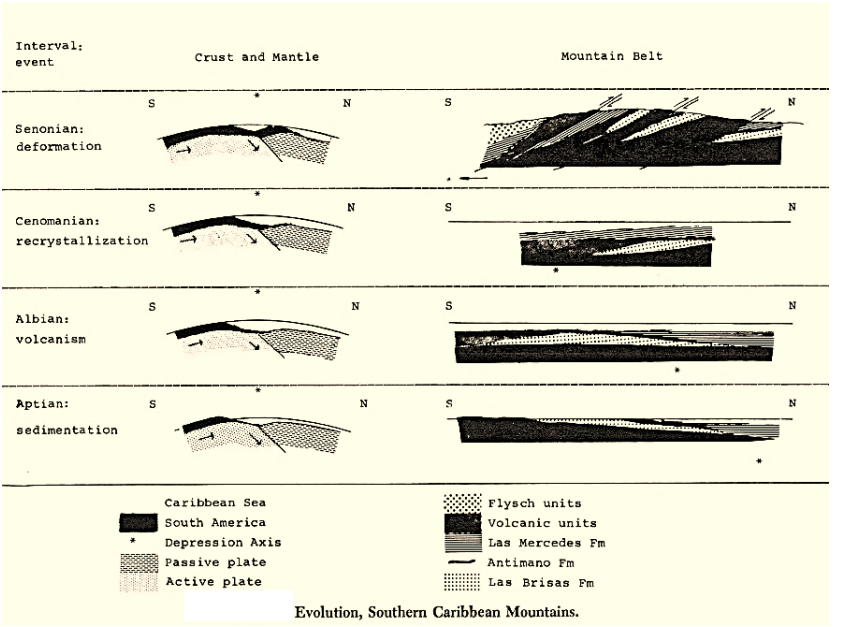


Figura 39Q. *Modelo evolutivo de* HARVEY *(1972).*

Otro de los tesistas de Princeton, el Dr. **Reginald Shagam**, durante su tesis doctoral colectó muestras de la "Formación Tucutunemo" (Fig. 39R), que años después cuando se desempeñaba en la Universidad Ben-Gurion de Israel, las cede al paleontólogo **C. Benjamini**[77] de la misma universidad, quien identifica una …

> "…*microfacies de crinoideos-braquiópodos en la que se identificaron bases y secciones de espinas de* produtidos. *Otras formas incluyen briozoarios, probables algas dasicladas y un posible* chaetétido … *que sugiere una edad Paleozoico (Tardío?)*" (BENJAMINI *et al.* 1987) (Fig. 39T).

[77] Chaim Benjamini. Geólogo y micropaleontólogo israelí que trabajó en la Ben-Gurion University of the Negev. Destacó por sus estudios de foraminífe-ros, estratigrafía y sedimentología de las regiones de Negev y del Levante.

Este trabajo incorpora un mapa que resume las fajas de la CdlC, con la subdivisión de la Serranía del Interior (Fig. 37S), el mapa de ubicación de las muestras (Fig.2.2.37T) y además modelos para la evolución de la Serranía del Interior, tanto de naturaleza alóctona, como autóctona (Fig. 37V,W).

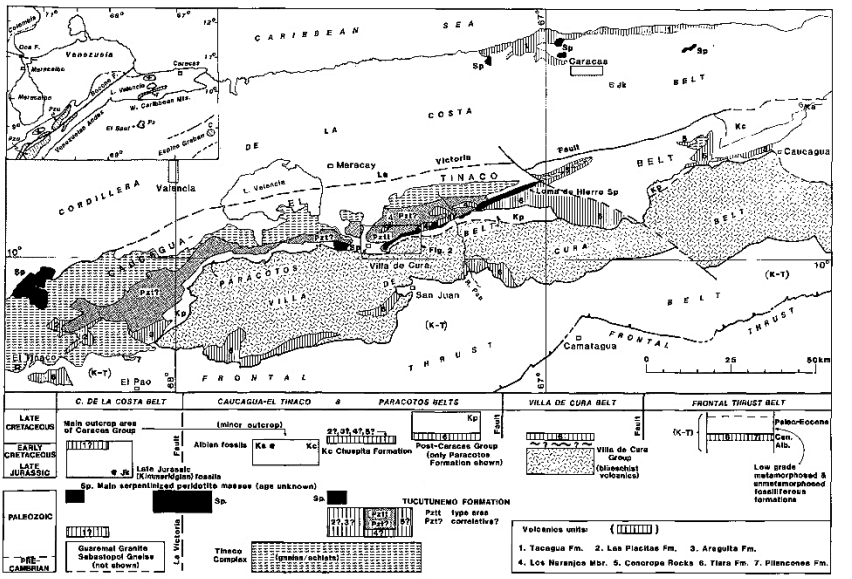


Figura 39R. *"Mapa geológico simplificado de parte de las montañas del Caribe occidental según Bellizzia et al. (1976). La duplicación de las unidades volcánicas (1?-5?) en la leyenda es para mostrar una posible correlación con los ciclos volcánicos del Paleozoico o del Cretácico medio. Algunas áreas en blanco en el cinturón Caucagua-El Tinaco incluyen unidades intermedias entre las formaciones volcánicas Tiara (6) y Paracotos (Kp). Mapa insertado: Pzu = área de afloramiento de rocas del Paleozoico superior en los Andes venezolanos; cruz = representación simbólica de granito; T = área de afloramiento de la Formación Tucutunemo y correlatos; C = pozos de los cuales se recuperaron floras del Carbonífero"* (BENJAMINI et al. 1987).

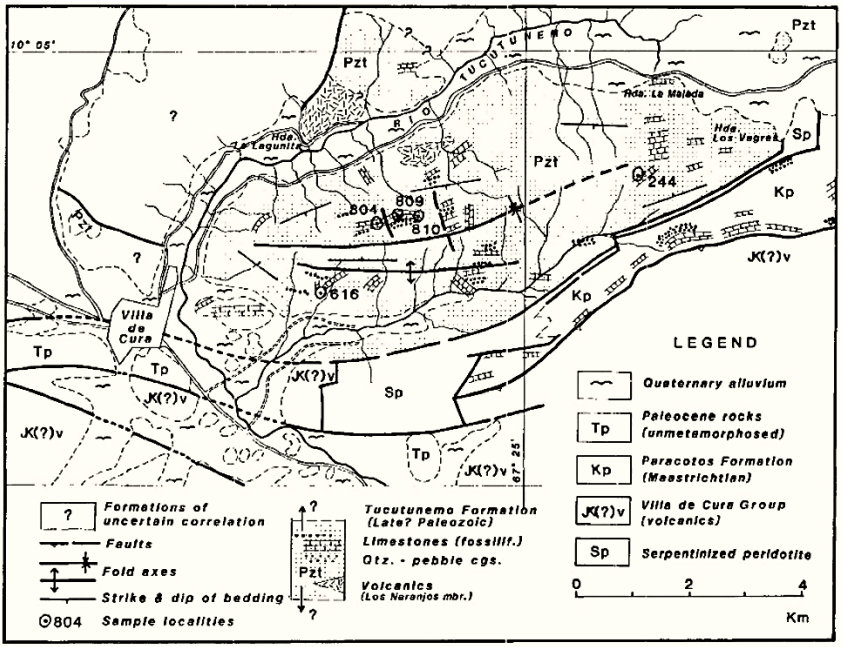


Figura 39S. *Ubicación de las muestras fosilíferas de la Formación Tucutunemo. Leyenda: "Mapa geológico (según Shagam, 1960) del área tipo de la Formación Tucutunemo (ubicación en la Fig. 1) que muestra las localidades de muestra. La fotomicrografía de la muestra Ar 616 aparece en Shagam (1960, Pl. 4, Fig. 1)"* (BENJAMINI *et al.* 1987).

El trabajo de BENJAMINI *et al.* (1987) también incluye modelos para la evolución de la Serranía del Interior, tanto de naturaleza alóctona, como autóctona (Fig. 39U,V).

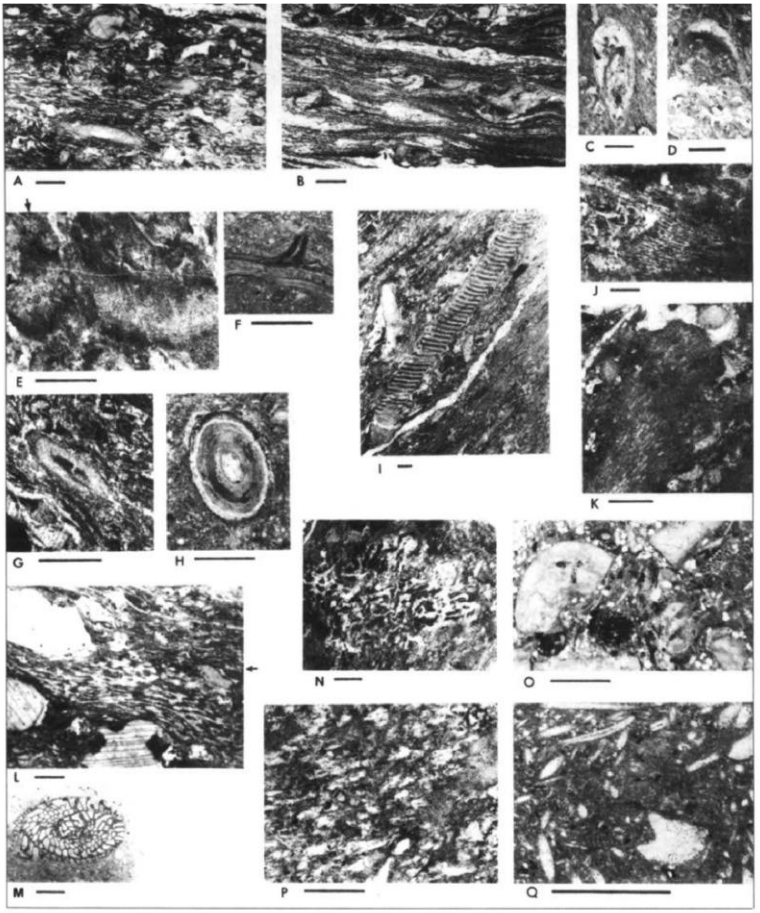


Figura 39T. *"Microfacies y fósiles de la Formación Tucutunemo y material comparativo de la formación pérmica Palmarito, Andes venezolanos. Escala de barras = 1 mm. (Los números entre paréntesis son los números de muestra de la Universidad de Princeton).* ***A****: Restos de crinoideos, braquiópodos, briozoos y posiblemente foraminíferos en una matriz de lutita caliza deformada (AR 244-6).* ***B****: Caliza arcillosa deformada con crinoideos y briozoos raros (AR 809).* ***C****: Vista axial de un braquiópodo pequeño con parte de la estructura central en su lugar (AR 244-5).* ***D****: Sección de un braquiópodo pequeño que muestra el foramen peduncular (AR 244-4).* ***E****: Material de la concha del braquiópodo que muestra la base de la espina (AR 244).* ***F****: Bases de la espina de un braquiópodo productido, Formación Palmarito, para comparación con E (S Me 1123).* ***G****: Sección deformada de la espina de un producto; nótese la similitud de la pared recristalizada con C, D y F (AR 244-5).*

***H**: Espina de producto de la Formación Palmarito, para comparar con G (S Me 1174). **I**: Tallo articulado de crinoideo que ha sufrido un corte simple (AR 244-5). **J**: Posiblemente un quetétido (AR 244-4). **K**: Alga calcárea; originalmente codiáceo o solenoporáceo (AR 244-3). **L**: Elemento biogénico comprimido entre las placas de crinoideo; la sombra de presión (centro de la fotografía) muestra elementos preservados similares a las suturas de fusulínidos (AR 244-5). **M**: Fusulínido de la Formación Palmarito para comparar con L; nótese la similitud de las paredes oscuras y el patrón de relleno de espátula, y los elementos septales (S Me 1568). **N**: Elemento con paredes de espátula y rellenos oscuros interpretados como de origen briozoario (AR 244-3). **0**: Microfacies de la Formación Palmarito con briozoos similares a los de N; nótese la similitud general de la facies con A, con la adición de cuarzo detrítico (S Me 1306). **P**: Facies micrítica con elementos tubulares de calcita claros (AR 244-1). **Q**: Microfacies casi idénticas de la Formación Palmarito, con microestructuras dasicladáceas preservadas; las placas de espátula grandes son Gymnocodium (S Me 1305)"* (BENJAMINI *et al.* 1987).

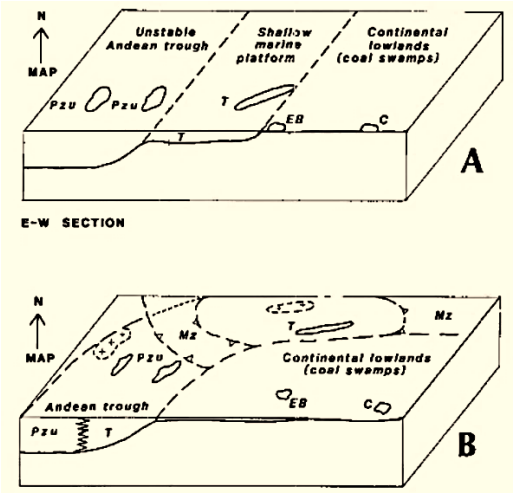


***Figura 39U.** "Modelos tectónicos autóctonos.*

***A**: Tucutunemo (T) presenta facies de antepaís somero que se gradúa hacia el oeste, formando rocas del Paleozoico superior (Pzu) de una depresión andina inestable, y hacia el este, formando tierras bajas continentales (EB = El Baúl; C = área donde se encuentra flora carbonífera en el subsuelo). **B**: Los Andes se curvan hacia la Cordillera del Caribe, y Tucutunemo, correlativo con parte del Paleozoico superior andino, representa una facies de plataforma o relleno final de la depresión andina. La línea discontinua con dientes abiertos representa esquemáticamente un posible contacto de empuje soldado entre el terreno autóctono del Paleozoico y el terreno exótico del Mesozoico (MZ) suprayacente"* (BENJAMINI *et al.* 1987, fig. 4).

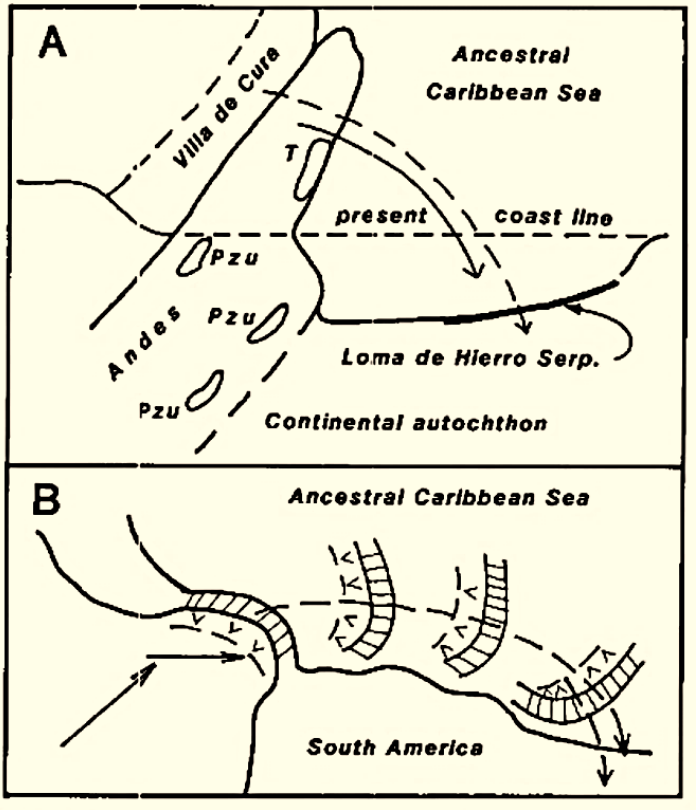


Figura 39V. "*Modelos tectónicos alóctonos.*
A*: La punta norte de los Andes (Pzu = Paleozoico superior de los Andes, T = Formación Tucutunemo correlativa con parte de Pzu) se desplaza hacia adelante del avance de la placa Caribe (Villa de Cura) y se sutura al continente, posiblemente a lo largo de la tendencia peridotítica de Loma de Hierro… El klippe de Villa de Cura se obduce posteriormente hacia el sur.* ***B****: La zona de raíces de Tucutunemo (rayada), situada más al oeste, se desplaza hacia adelante del avance de la placa Caribe (flechas; el patrón en V representa los volcanes de Villa de Cura) desde el Pacífico y finalmente se obduce hacia el continente, como lo describen Duncan y Hargraves (1984) y Beets* et al. *(1984)"* (BENJAMINI et al. 1987, fig. 5).

Otro de los alumnos del Prof. Hess fue el Dr. **Peter H. Mattson**[78] (1932-2020) (Fig. 39W) con tesis en Puerto Rico. En 1977 realizó estudios en la CdlC, con apoyo del MMH, a saber:

-Realiza investigaciones microtectónicas en varias localidades de la CdlC. Para la zona de Las Trincheras-Guaremal[79], Carabobo, asigna a un tesista de maestría, **Irvin A. Juarbe Negrón**, quién no concluye la tesis. El resultado fue un resumen en un congreso (MATTSON y JUARBE NEGRÓN 1980) y un mapa inédito (JUARBE NEGRÓN 1979).

-También realizó un detallado trabajo de campo en la Peridotita de Tinaquillo (MATTSON 1985). Luego le envía sus muestras a la petróloga francesa **Monique Seyler** (Fig. 39W) de la Universidad de Lille, publicando los trabajos de SEYLER y MATTSON (1989, 1993). Posteriormente, la Dra. Seyler con otros colegas franceses realizan nuevo trabajo de campo en Tinaquillo (SEYLER 1992, SEYLER *et al.* 1998).



Figura 39W*. Peter H. Mattson (1932-2020)*

[78] Peter Humphrey Mattson (1932-2020). Princeton, PhD´57, dentro del Proyecto Caribe del Dr. Hess. Fue profesor de la City University of New York. Obituario y retrato en https://www.legacy.com/obituaries/name/peter-mattson-obituary?pid=197110947

[79] Al llegar a Venezuela el Dr. Mattson dio una conferencia en el MMH sobre rocas ultramáficas. Allí nos expresó su interés de estudiar una sección de la CdlC; le sugerimos la autopista Valencia - Puerto Cabello con afloramientos muy frescos. Allí asignó a un tesista de maestría, disponiendo del mapa de la zona del TEG de F. Urbani 1968. También le facilitamos los mapas a escala 1:25k de la zona de Tinaquillo, que también quería reconocer.

2. Ciclo de geólogos de empresas petroleras, 1950-1960

El geólogo y paleontólogo alemán **Heinrich Gerth**[80] (1884-1971) (Fig. 40A) de la Universidad de Bonn, realizó varias campañas de estudios geológicos en la Cordillera de los Andes (MON 1976), y publica importantes obras sobre el tema (GERTH 1932, 1935, 1938), con menciones muy someras de la Cordillera de la Costa. En 1955 publica su obra más extensa donde reúne la información disponible a la fecha, incluyendo datos de los trabajos de G. Dengo y R. J. Smith, presentando interpretaciones propias de mucha relevancia (GERTH 1955, 2008: 46-52), como las siguientes:

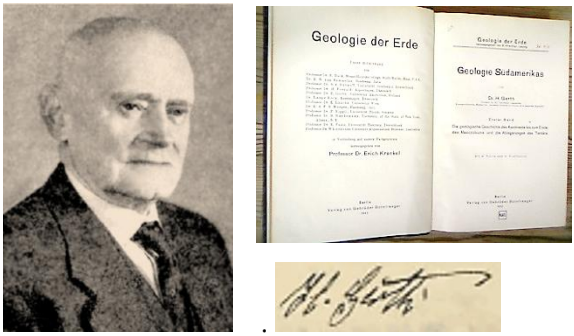


***Figura 40A**. Heinrich Gerth (1884-1971).*

- Contrariamente a la interpretación de G. Dengo quien indica que el Augengneis Peña de Mora es un equivalente más fuertemente metamorfizado de la secuencia metasedimentaria de La Brisas, considera que no se ha demostrado la existencia de fenómenos de transición entre ambas unidades.

[80] Información biográfica en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=s0004-48222008000400002&script=sci_arttext Estuvo en Venezuela por un tiempo no conocido para la Compañía. Shell de Venezuela.

- También refuta la opinión de G. Dengo, que el "*gneis microclínico*" de la zona de Baruta es una prueba de la transición Peña de Mora - Las Brisas. Gerth opina dice que "*estos gneises microclínicos ... pobres en biotita y conteniendo dolomita, se distinguen claramente de los gneises bandeados ricos en biotita del macizo del Ávila*". Para ese momento, el llamado "*gneis microclínico*" no había sido reconocido como un meta-conglomerado.

- Indica que "*consideramos no sólo al Granito de Sebastopol, sino también al Gneis Peña de Mora, juntamente con los granitos intrusivos en el gneis del N del Lago de Valencia, como un basamento pre-Mesozoico. También las rocas más fuertemente metamorfizadas, como las micacitas de la falda septentrional de la Cordillera de la Costa en la región de Puerto Cabello, podrían corresponder igualmente a una edad Paleozoico*". Acertadamente, estas "*micacitas*" corresponden al actual Complejo San Julián (Neoproterozoico-Paleozoico).

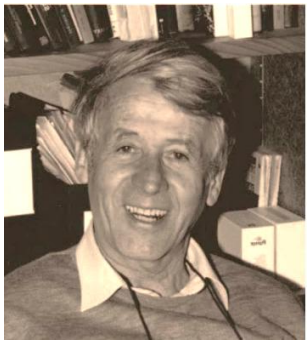
- Otra importante observación es que "*todos los contactos entre las diversas formaciones parecen ser anormales. Esto, entre otras cosas, lo atestigua el modo completamente irregular en que se presenta la caliza de Antímano en el límite entre las formaciones Las Brisas y las Mercedes... Además, los lentejones de anfibolita... y los dispersos afloramientos de caliza... probablemente deberán ser considerados como escamas o vestigios plegados, de rocas completamente extrañas a esta formación*".

Estas interpretaciones muy adelantadas para su tiempo, pero no tomadas en cuenta, llegaron a corroborarse medio siglo después. Lo indicado es casi exactamente igual a lo que se podría escribir con el conocimiento actual.

El geólogo suizo **Hans P. Laubscher**[81] (1924-2015) (Fig. 40B) trabajó para la Cia. Shell de Venezuela entre 1947 y 1958. Desde principios de los años 1950s residía en la Urbanización Los Campitos

[81] Hans Peter Laubscher. Información biográfica en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v45/Laubscher-HP.pdf

al sureste de Caracas y, los fines de semana[82] realizaba excursiones en las cercanías de Baruta - El Hatillo, entonces con excelentes afloramientos en canteras del Mármol de Zenda en plena explotación.



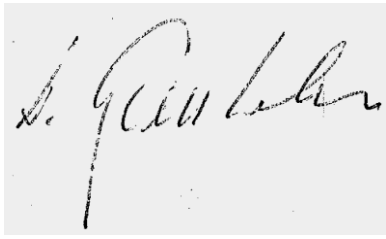


***Figura 40B**. Hans P. Laubscher (1924-2015).*

De la región de Baruta realiza observaciones estructurales que publica en LAUBSCHER (1955), donde:

- Señala la similitud de la región de Caracas con las napas pennínicas de los Alpes suizos.

- Insinúa que el término "Formación" no es apropiado para estas unidades metamórficas, e.g.: "*Estas ´formaciones´ son complejos litológicos, no secuencias estratigráficas*".

- En Las Brisas todos los tipos litológicos están fuertemente replegados a excepción del "gneis microclínico".

- Estudia los afloramientos de las canteras cercanas y observa que los cuerpos de mármol muestran contactos tectónicos en forma de boudines, bloques rotados y lentes tectónicos, envueltos en zonas mecánicamente trituradas-desintegradas.

[82] Comunicaciones personales en encuentros sostenidos en el Instituto de Geología de la Universidad de Basilea en febrero-marzo 1979.

- Nota una gradación del mármol dolomítico al "gneis microclínico"[83] debido a varias etapas de trituración, que atribuye a movilización química y recristalización. Utiliza el concepto actualmente desechado del "metasomatismo alcalino" para explicar el origen del potasio necesario para formar microclino. Hoy día este tipo de roca se reconoce como un metaconglomerado.

- A continuación, se reproducen algunos importantes párrafos:

"*El flujo en estado sólido con boudinage, rotación, mezcla mecánica y química aparece como un proceso tectónico de gran escala, por consiguiente, la tectónica regional adquiere una nueva perspectiva*".

"*... se sugiere que los grandes movimientos relativos han rearreglado toda la serie de rocas, modificando los contactos originales sedimentarios y reemplazándolos por tectónicos*".

"*... las etapas sucesivas en el desarrollo del gneis microclínico demuestra aún más que el bandeamiento de las rocas metamórficas no tiene por qué ser equivalente a la sucesión estratigráfica*".

"*Los procesos tectónicos que conducen a estas estructuras probablemente no fueron simples corrimientos, pero más bien amasaron e interpenetraron los diferentes elementos de la secuencia estratigráfica original*".

La obra incluye gráficos que ilustran las relaciones de campo, estructuras de flujo, trituración y deformación, tanto alrededor de grandes bloques, como a nivel mesoscópico (Fig. 40C-I).

[83] Los estudios petrográficos realizados en el "Laboratorio 330" de la UCV en los años 1980´s, muestran que el llamado "Gneis Microclínico" corresponde a un meta-conglomerado.

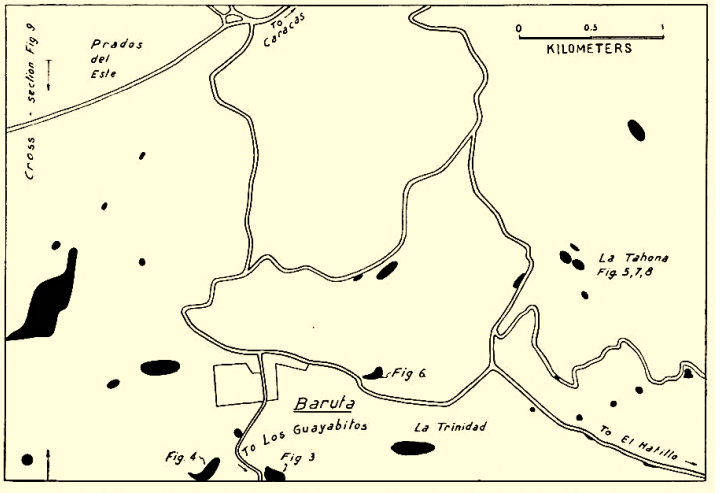


***Figura 40C**. Mapa de ubicación de las localidades (LAUBSCHER 1955).*

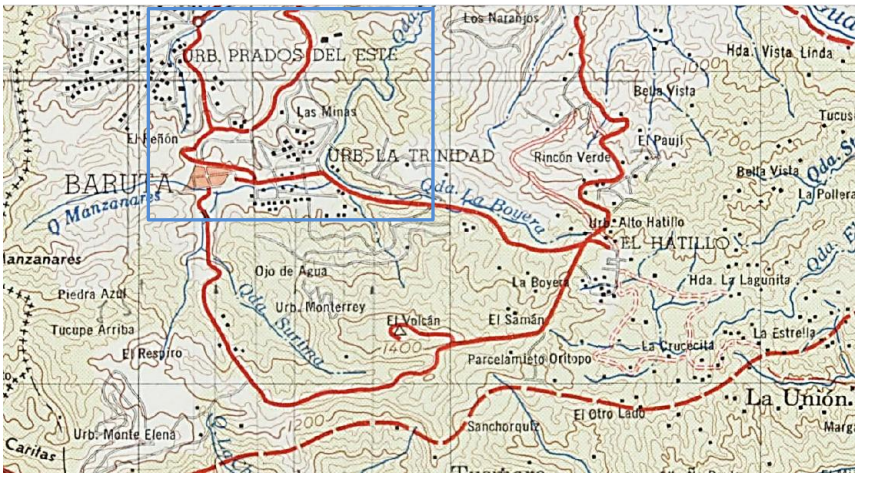


***Figura 40C´**. Parte de la hoja Caracas 6847, 1:100k.*

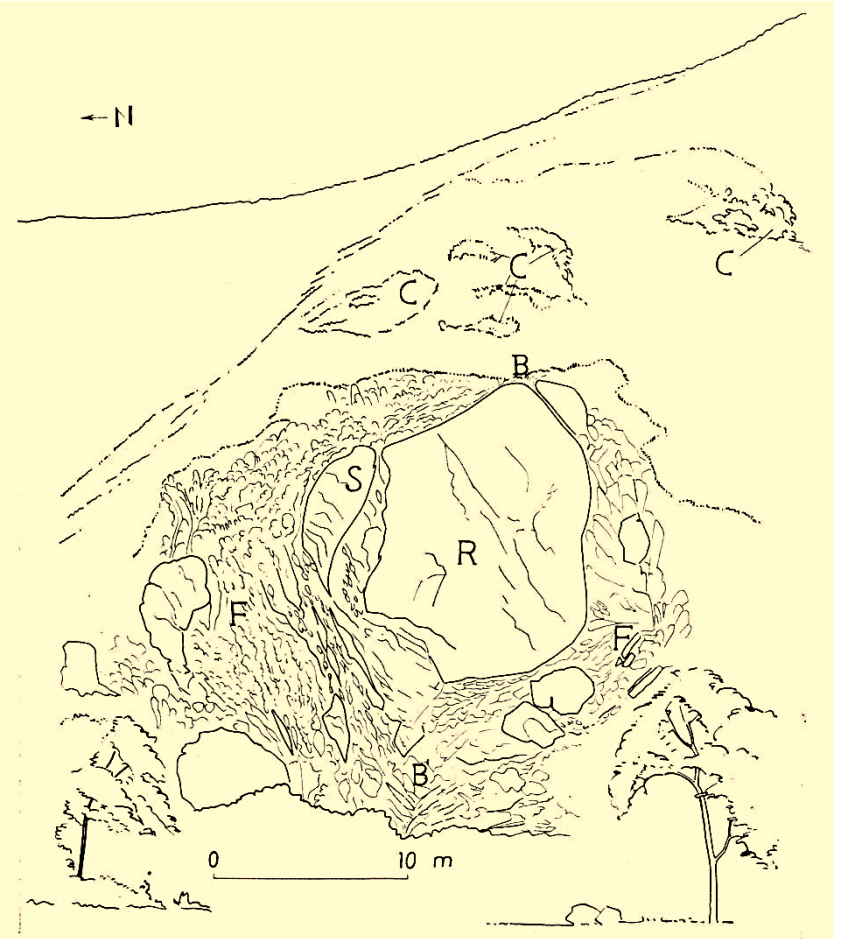


Fig. 3. The quarry 500 meters south of Baruta, east of the road to Los Guayabitos, as seen from the west in April 1952.

R = large massive relic of dark dolomite,
F = flowage zone with smaller massive relics,
S = splinter sheared off from main block,
B and B' = points where flow layers from opposite sides of the main block meet,
C = carbonate blocks above the quarry.

***Figura 40D**. Cantera al sur de Baruta (10º25´21", -66º52´04")*

The quarry is over 100 meters long. Its southern part consists of a large massive relic some 20 to 30 meters in diameter, whereas the northern part, representing about two thirds of the quarry, is composed mainly of tectonic clastics and recrystallized rocks with smaller massive relics.

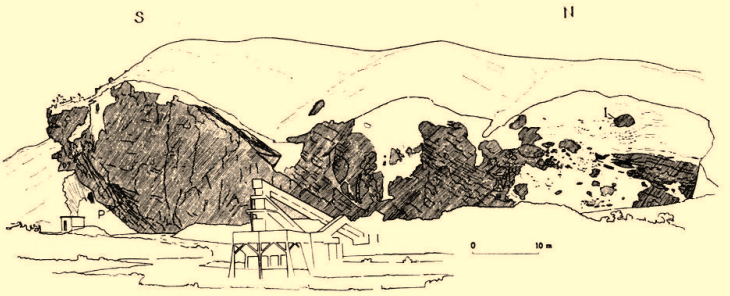


Fig. 4. The quarry 500 meters south of Baruta, west of the road to Los Guayabitos, as seen from the east in April 1952.
The *crosshatched areas* represent massive dolomite and tectonic clastics consisting predominantly of dark carbonate.
I = isolated block of dolomite embedded in schists, P = zone of platy parting.

***Figura 40E**. Cantera Piedra Azul, SO de Baruta (10º25´50",-66º52´33").*

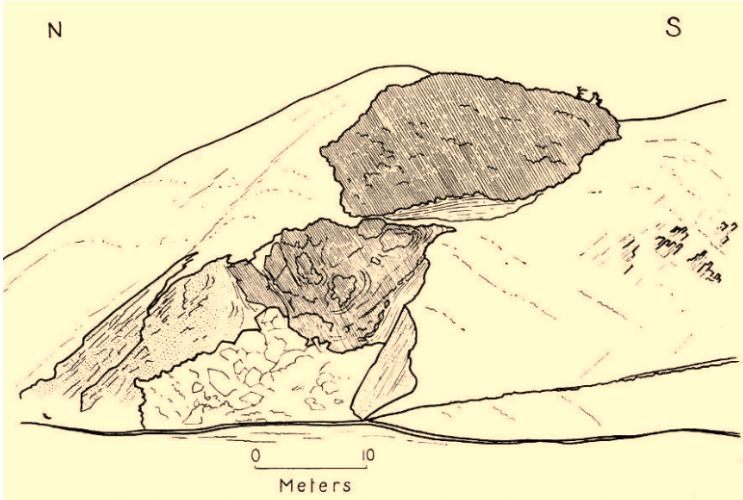


Fig. 5. The La Tahona quarry as seen from the west in April 1952.
The *crosshatched areas* represent zones where dark dolomites predominate.
The *dotted areas* represent zones where light-colored microcline gneisses predominate.

***Figura 40F**. Cantera La Tahona.*

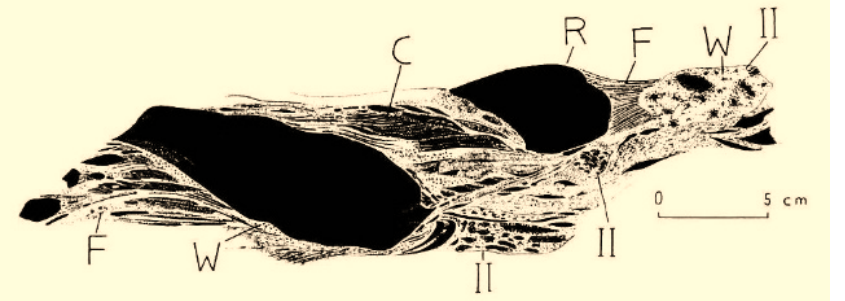


Fig. 6. Detail from zone of tectonic clastics (flowage zone) in outcrop 500 meters east of Baruta (see Fig. 2).

C = pseudo-crossbedding,
F = flow layers consisting mainly of finely ground carbonate with sericitic coating,
W = recrystallized white carbonate and quartz,
R = rounded pseudo-pebble,
II = tectonic clastics of the second generation.

***Figura 40G**. Detalles mesoscópicos.*

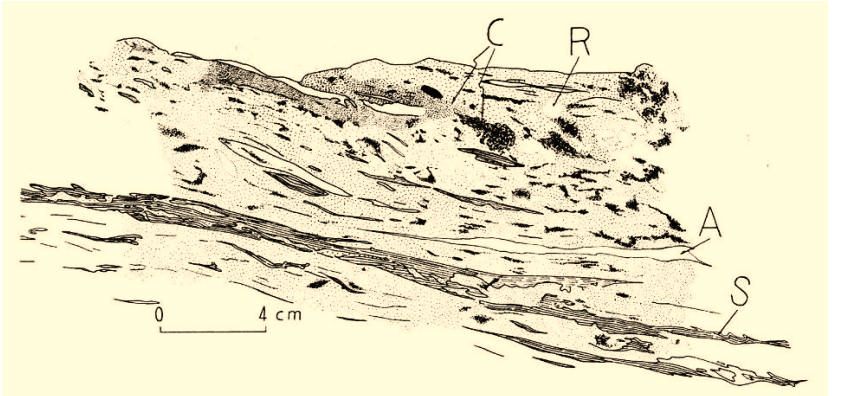


Fig. 7. Detail from the transition zone between tectonic clastics and recrystallized microcline gneisses, north wall of La Tahona quarry.

C = diffuse relics of dark carbonate,
S = sericitic stringers,
A = finely grained aggregate consisting mainly of white carbonate, quartz, and mica,
R = recrystallized white carbonate and quartz.

***Figura 40H**. Detalles mesoscópicos.*

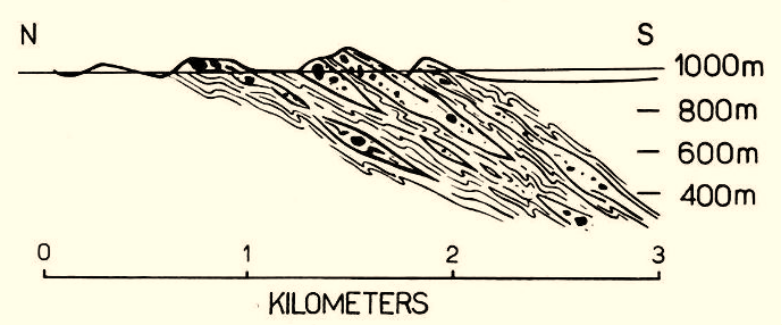


Fig. 9. Schematic cross-section through the Las Brisas "formation" in the north limb of the Baruta "anticline". For location of the section see Fig. 2.

Figura 40I*. Sección geológica en Baruta (*LAUBSCHER *1955).*

LAUBSCHER (1955), concluye que…:

"… existen varias zonas de dolomía oscura … acompañadas de "gneis microclínico" apilados uno sobre otro. Las zonas son discontinuas y lenticulares, al igual que sus componentes carbonaticos. Si bien se observan frecuentes plegamientos a pequeña escala, el aspecto general es más bien el de láminas tectónicas apiladas, dobladas y estiradas en el curso de los movimientos. Los procesos tectónicos que dieron lugar a dichas estructuras probablemente no fueron simples cabalgamientos, sino de amalgamiento e interpenetración de diferentes elementos de la secuencia estratigráfica original. Esto equivale a gran escala a lo que revelan las zonas de flujo de la Figura 6" (Fig. 40G).

…

"Llegamos así al concepto de flujo regional, que se expresa en todas partes, desde dimensiones microscópicas hasta dimensiones regionales. Sus aspectos esenciales son los mismos en toda la región: superficies de deslizamiento poco espaciadas, boudins y lentes relativamente resistentes, y recristalización. La Figura 9 (Fig.40I) *muestra una sección transversal esquemática del área …* (que) … *muestra el flanco sur del "anticlinal" de Baruta.*

- - - - -

En cuanto a las interpretaciones de los procesos actuantes en la geología y tectónica de las rocas metamórficas de la Cordillera de la Costa, los trabajos de GERTH (1955) y LAUBSCHER (1955) sin duda fueron muy adelantados para su época en Venezuela.

Probablemente una de las razones de la escasa influencia que tuvieron estos trabajos, se deba a estar publicada en alemán la primera obra (GERTH 1955) y, en una revista muy poco conocida en Venezuela (LAUBSCHER 1955). Pero más aún, quizás se deba a la gran difusión que tuvieron las tesis de la Universidad de Princeton, publicadas en español en el *Boletín de Geología*, órgano oficial del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y, el hecho que la cartografía geológica iniciada por los doctorantes de Princeton es continuada por los profesionales del MMH con los mismos conceptos "estratigráficos" para las rocas metamórficas (e.g.: L. González Silva, D. Rodríguez Gallardo, A. Bellizzia, M. Wehrmann y, con los profesores de la UCV).

Esas mismas ideas vuelven a florecer en forma independiente tres décadas después, cuando estas obras estaban olvidadas y nadie las cita. Con los trabajos de VIGNALI (1972, 1979) y TALUKDAR y LOUREIRO (1982), se desecha definitivamente el uso de la foliación casi como si correspondiera a la estratificación del protolito. Igualmente, los cooperantes franceses reintroducen las ideas propias de la "geología alpina" a la Cordillera de la Costa (e.g.: J.-F. Stephan, C. Beck).

A comienzos de **1955**, la Cia. Shell de Venezuela invita al petrólogo holandés **H. A. Brouwer**[84] (1886-1973) (Fig. 41) a visitar Venezuela. En la Cordillera de la Costa recorre la carretera vieja Caracas - La

[84] Hendrik Albertus Brouwer (1886-1973). Destacado geólogo holandés especializado en petrología, con contribuciones en la geología del archipiélago de Indonesia y en Sur África. Profesor de la Universidad de Ámsterdam.
https://en.wikipedia.org/wiki/Hendrik_Albertus_Brouwer
https://vangorselslist.com/pdf/Van_Gorsel_june2020_FOSI_Zoom_talk_part_2_.pdf

Guaira donde colecta el Augengneis Peña de Mora. Entre Baruta y La Mariposa muestrea el "gneis microclínico" descrito por G. Dengo. También colectó muestras de gneises en las carreteras entre Maracay con Puerto Colombia y con Ocumare de la Costa.

Sus resultados los publica diez años después, con información esencialmente petrográfica y pocas interpretaciones generales. Menciona efectos de metasomatismo que era una idea generalizada entonces. Con respecto al Gneis Sebastopol, opina qué si originalmente hubo un contacto inconforme angular con Las Brisas, "*corrimientos posteriores permitieron constituir una concordancia por dislocación*". También concluye que "… *queda por investigar si, y en qué medida, se pueden reconocer elementos de un metamorfismo más antiguo dentro de las rocas que sufrieron un metamorfismo más joven*" (BROUWER 1965).

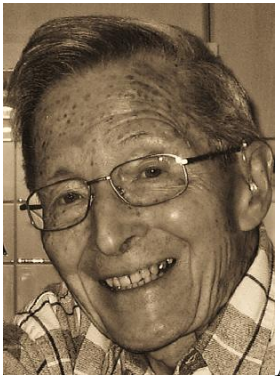


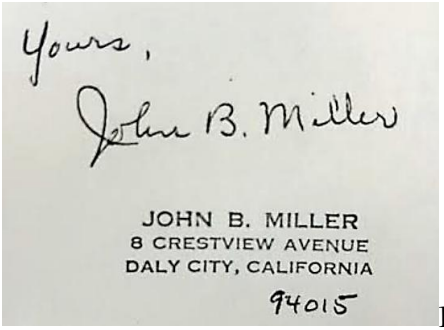
Figura 41. *Hendrik. A. Brouwer (1886-1973). Izquierda 1925, derecha c.1972).*

De estas fechas se conoce de la existencia de dos mapas de Venezuela: Uno estructural por **Rudolph H. Beck**[85] (1918-2010)

[85] Dr. Phil. **Rudolf H**. "Rudi" **Beck** (2018-2010) suizo con doctorado en geología que trabajó para el Grupo Shell. Apenas graduado, en 1947 viajó a Venezuela y trabajó en geología de superficie en Trujillo, Zulia y Falcón. En 1954 es nombrado Geólogo jefe para Venezuela oriental y, en 1956 es transferido a La Haya como geólogo senior para Venezuela y Trinidad. En la base de datos bibliográfica RIPPET-PDVSA aparecen 15 informes inéditos de su autoría

(Fig. 42A) de la Cia. Shell de Venezuela (BECK 1956) y, otro tectónico de **John B. Miller**[86] (1912-2000) (Fig. 42B) de la Richmond Exploration Co. a 1:1M (MILLER 1962).


A



B

***Figura 42**. **A**: Rudolph H. Beck. **B**: John B. Miller.*

En **1956-1957** la Cia. Shell de Venezuela envía a los geólogos **Otto Renz** y **K. C. Short**[87] a la región de Araure y San Carlos, Cojedes. Allí

(CONTRERAS y URBANI 2022). Luego de asignaciones en África y USA, en 1966 fue nombrado jefe de exploraciones de la Royal Dutch Shell hasta 1975 cuando se retira. Luego sigue como consultor en materia petrolera y minera hasta 1990. https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=vsp-004:2010:15::254 El mapa de Beck (*Tentative structural interpretation map of northern Venezuela*. CSV. EP-1794) y el siguiente, de Miller los conocemos solo por su referencia en RIPPET-PDVSA.

[86] *Tectonic map of Venezuela.* Richmond Exploration Co. & Cia. Shell de Venezuela. 1:1.000.000. Marzo 1962. Informe EP-1804. John B. Miller obtuvo el grado de BS en geología en la Universidad de Idaho - Moscow. Trabajó por 40 años en empresas filiales de la Standard Oil of California, especialmente en Colombia y Venezuela. Es autor de dos importantes trabajos *Directrices tectónicas de la Sierra de* Perijá *y partes adyacentes de Venezuela y Colombia* y *Habitat of Oil of the Maracaibo basin, Venezuela.* Firma cortesía de Kelley Moulton (Univ. of Idaho, Special Collections and Archive).

[87] El Keith C. Short trabajó para la Compañía Shell de Venezuela entre 1955 y 1956 en los estados Cojedes, Portuguesa, Carabobo y Bolívar. En 1967 labora

definen las formaciones Araure, Agua Blanca, Mapuey y Cojedes (RENZ y SHORT 1960), metasedimentarias en facies sub-esquisto verde, incluidas en el actual Terreno Agua Blanca. Describen el basamento ígneo-metamórfico que denominan como Complejo El Tinaco y a una unidad cenozoica, Formación Orupe, que cubre inconformemente las ígneas en Cerro Gordo (Fig. 30B del capítulo 4). Las rocas metamórficas de esta región son estudiadas luego en detalle por los tesistas doctorales de la Universidad de Princeton.

Para el Primer Congreso Venezolano del Petróleo celebrado en marzo **1962**, la empresa Mobil Oil Co. de Venezuela, encargó al Dr. **Foster D. Smith, Jr**.[88] (1920-2012) (Fig. 43B), -quién en 1960 había obtenido el doctorado con la tesis *Cyclic sedimentation, Oficina Formation, Venezuela*, en la New York University-, para elaborar un mapa geológico-tectónico del país (Fig. 43A). La información contenida procede de seis empresas petroleras y el MMH.

Para la Cordillera de la Costa utilizó las tesis de la Universidad de Princeton, por consiguiente, es el primer mapa geológico del país, en mostrar la Formación Paracotos y la cartografía completa de las volcánicas de Villa de Cura.

en Nigeria y en 1988 se encuentra en la Shell Development (Australia). En 1991 fue director de la Monument Oil and Gas Ltd.

[88] El Dr. Smith también tuvo mucho interés en las ciencias naturales. En 3 ½ años de estadía en el oriente de Venezuela colectó ejemplares de casi todas las especies de pájaros presentes de los estados Monagas y Anzoátegui. También colectó mamíferos, entre ellos un raro murciélago albino. Los ejemplares se encuentran depositados en la Smithsonian Institution.

En una reseña del Congreso publicada en 1963, se dice lo siguiente[89]:

The map is an elegant production printed by Compañía Shell de Venezuela. Tectonic features are shown in black, and a few distinctive colors are used to indicate the ages of the surface formations and the regional distribution of igneous and metamorphic rocks. The compilation of all this geologic material was coordinated by Dr. Foster D. Smith, Jr., of the Mobil Oil Company of Venezuela, and he deserves lasting credit for his able handling of the project.

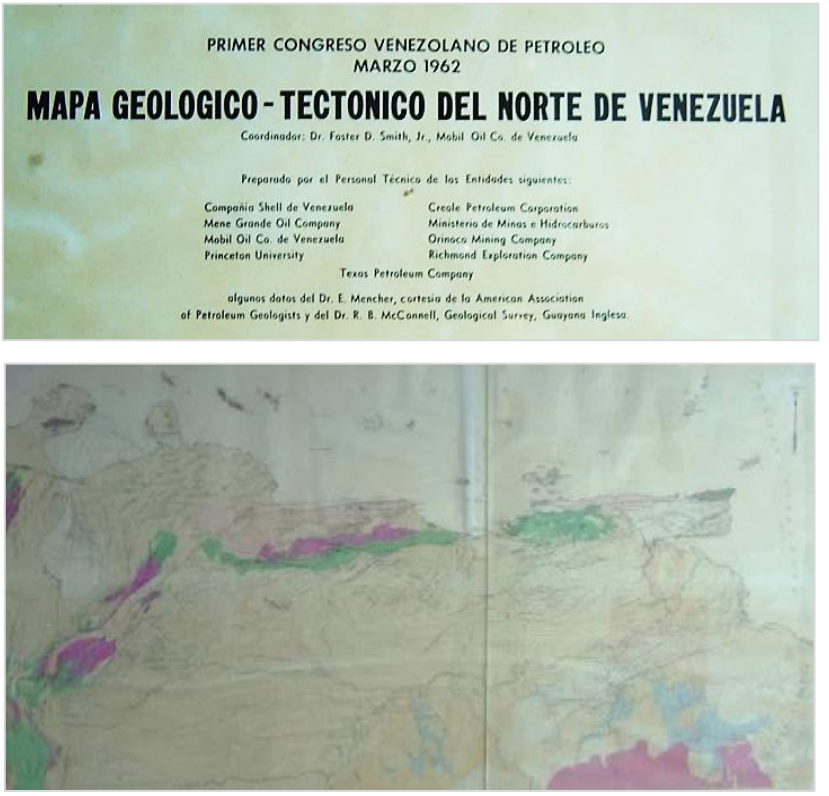


***Figura 43A**. Fragmentos del mapa geológico-tectónico de Venezuela del Dr. Foster D. Smith.*

[89] En: *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 6(10): 313-319, 1963.

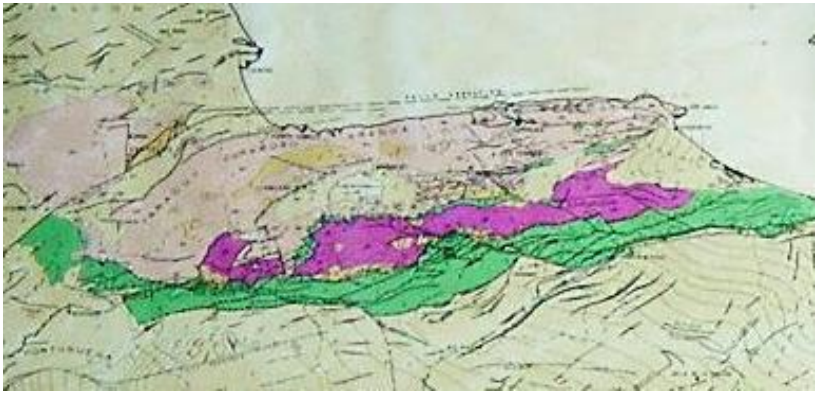
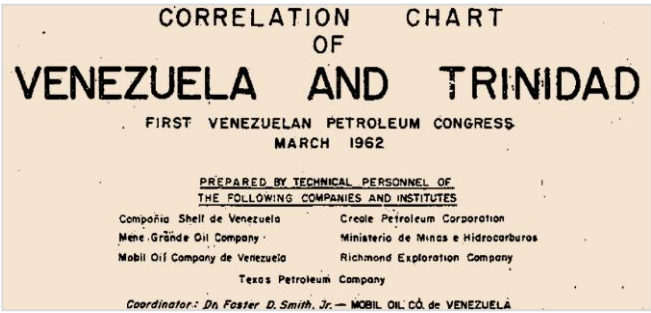


***Figura 43A**. Fragmentos del mapa geológico-tectónico de Venezuela del Dr. Foster D. Smith. 1962.*[90]

Aparte del mapa geológico-tectónico, el Dr. Smith también coordinó la elaboración del "*Nuevo cuadro de correlación de las unidades estratigráficas de Venezuela y Trinidad*" (Fig. 43C-D).

En este *Cuadro* en la parte correspondiente a la Cordillera de la Costa (Fig. 43D), las unidades Las Brisas y Peña de Mora aparecen como equivalentes laterales, lo que corresponde a la opinión expresada en la tesis doctoral de Gabriel Dengo. Esta idea fue continuada por autores del MMH, UCV y otros, por casi tres décadas, en contraposición de las ideas para las rocas gnéisicas del Ávila de autores como Sievers 1896, Reinhard 1922, Lamare 1927, Liddle 1928, Rutten 1940, Gerth 1955 y Laubscher 1955, quienes basados en comparaciones con rocas similares de los Alpes consideraron que debían ser mucho más viejas, pre-mesozoicas. Fue solo en 1986 cuando se confirmó por métodos geocronológicos Rb-Sr la edad precámbrica para el Augengneis Peña de Mora (OSTOS, NAVARRO y URBANI 1989).

[90] Fuente: Fotografía tomada en 2009 de un ejemplar con colores muy desvanecidos, montado con vidrio y exhibido en los pasillos de FUNVISIS.



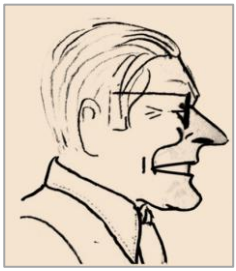


Figura 43B. *Dr. Foster D. Smith, Jr.* [91]**.**

[91] Dibujo realizado por el Prof. Orlando Méndez, 1971.

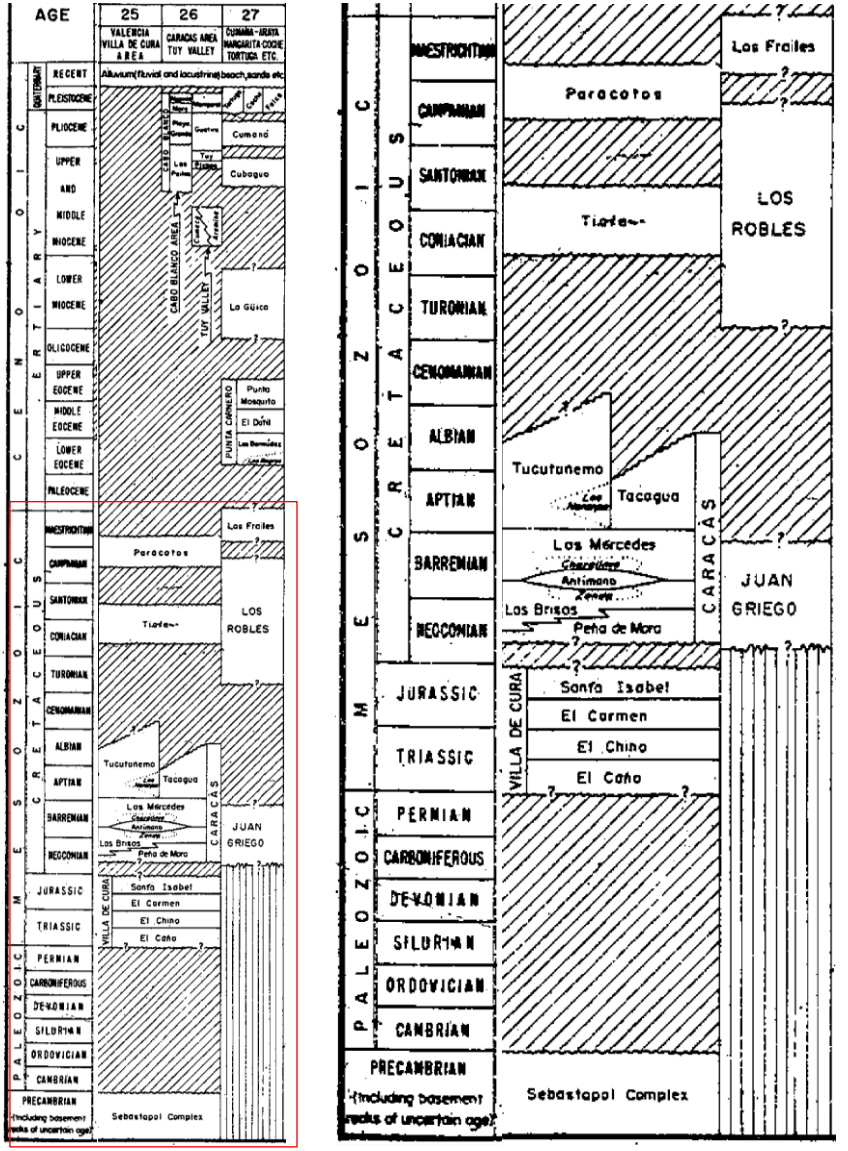
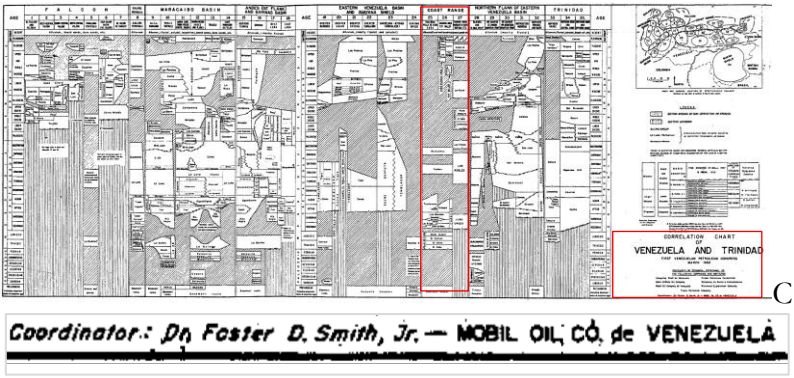


***Figura 43D**. Fragmento correspondiente a la Cordillera de la Costa del "Cuadro de Correlación de Venezuela y Trinidad" compilado por Dr. Foster D. Smith, Jr. 1962.*



C

***Figura 43C**. Cuadro de correlación unidades estratigráficas de Venezuela de Foster D. Smith, 1962.*

Em **1960** el geólogo **Gustavo Feo Codecido**[92] (1920-1986) (Fig. 44A) de la Compañía Shell de Venezuela realiza un estudio fotogeológico, con control de campo de un tramo de la Cordillera de la Costa, desde Los Caracas a Cabo Codera en el norte, hasta el piedemonte sur de la Serranía del Interior (Fig. 44B,C). El trabajo se publica en 1962 (FEO CODECIDO 1962).



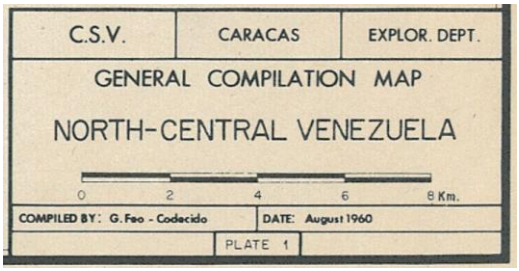


***Figura 44**: Gustavo Feo Codecido (1920-1986).*

[92] Información biográfica en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/071/071009/pdfs/1097.htm?q=%2BtitleStrip%3Acodecido

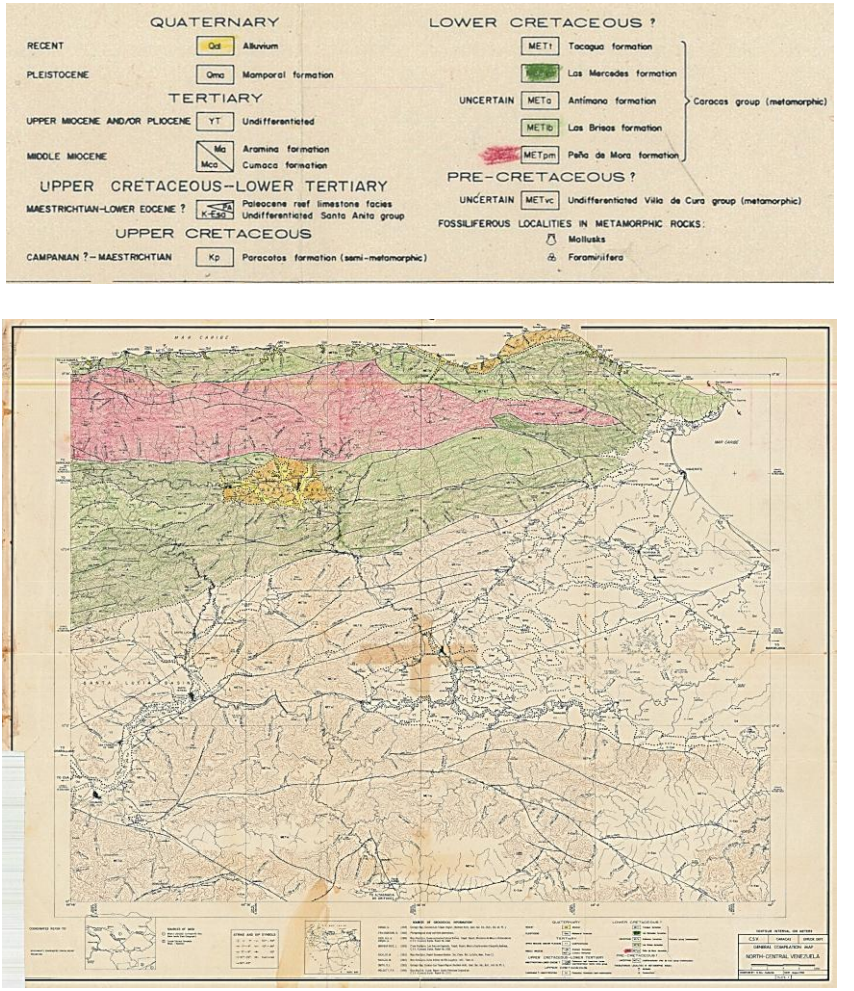


***Figura 44C**: Mapa geológico de Gustavo FEO CODECIDO (1962).*

3. Ciclo del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 1950-1986

En 1950 se funda el nuevo Ministerio de Minas e Hidrocarburos, que reúne las tareas que antes correspondían al Servicio Técnico de Geología y Minería del Ministerio de Fomento. Desde su fundación se empezaron a poner a disposición del público los mapas que iban elaborando (Fig. 45A,B).





MAPAS QUE PUEDEN ADQUIRIRSE EN LA

DIRECCION DE GEOLOGIA

MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS

EDIFICIO BANCO CARACAS — VEROES A SANTA CAPILLA

Escala	Título del Mapa	Número de Orden
1 :1.000.000	Geológico de Venezuela	1004-A
1 :2.000.000	Geológico de Venezuela	1004-B
1 :1.000.000	Geológico Tectónico de Venezuela	1006-A
1 :2.000.000	Geológico Tectónico de Venezuela	1006-B
1 :2.000.000	Suelos	1009
1 :2.000.000	Fisiográfico	1014
1 :25.000	Secciones estructurales de la región de Caracas	10010
1 :100.000	Geológico de la Gran Sabana, Edo. Bolívar	1023
Sin escala	Perspectiva angular de la región de Santa Elena, Edo Bolívar	1024
1 :25.000	Geológico de Macanao, Edo. Nueva Esparta	1027
1 :1.000.000	Geológico-minero de los Edos. Sucre y Nueva Esparta.	1035
1 :1.000.000	Geológico-minero del Edo. Falcón	1036
1 :2.000.000	Del Oriente de Venezuela en relación con la industria del hierro	1037
1 :25.000	Geológico estructural de San Juan de los Morros	10001
1 :25.000	Cuenca Hullera de Lobatera (Estado Táchira)	10002
1 :62.500	Estudios geomorfológicos de las islas Coche y Cubagua (Edo. Nueva Esparta)	10003
1 :200.000	Croquis de la parte central de la costa del Edo. Falcón mostrando las condiciones geomorfológicas	10007

MAPAS DE VENEZUELA QUE PUEDEN ADQUIRIRSE
EN LA DIRECCION DE GEOLOGIA DEL MINISTERIO DE MINAS
E HIDROCARBUROS

ESCALA	TITULO DEL MAPA	Nº DE ACCESO
	VENEZUELA	
1:2.500.000	Geológico y Tipos de Rocas de Venezuela	00372
1:2.000.000	Geológico de la República de Venezuela	00382
1:2.000.000	Geológico de Venezuela (Caolín)	00359
1:1.500.000	Geológico de Venezuela (Calizas)	00364
1:1.500.000	Geológico de Venezuela (Arenas)	00358
1:1.500.000	Geológico y de Recursos Minerales de Venezuela	00357
1:250.000	Geológico-Tectónico Generalizado de la Parte Occidental de la Región Central de la Cordillera de la Costa, con 2 hojas de cortes anexos	02219
1:6.000.000	Mapa de Recursos Minerales de Venezuela	00344
1:4.000.000	Mapa Fisiográfico República de Venezuela	00346
1:2.000.000	Mapa del Oriente de Venezuela en relación con la Industria del Hierro	00390
1:2.000.000	Mapa Indice de Estados y Distritos de Venezuela	00369
1:1.500.000	Tipos de Terrenos Región Norte de Venezuela	00356
1:2.000.000	Mapa de Suelos de Venezuela	00376
1:1.000.000	Mapa Geológico-Tectónico del Norte de Venezuela, 2 hojas	02216
1:100.000	Mapa Geológico de los Andes Centrales de Venezuela (Leyenda)	02672
1:100.000	Mapa Geológico Andes Centrales	00288
1:100.000	Cortes geológicos de los Andes Centrales de Venezuela	02670
1:500.000	Mapa Metalogénico Pronóstico de los Andes Venezolanos	02673
1:100.000	Mapa Geológico de la Cordillera de la Costa	00006

Figura 45B. *Mapas geológicos del MMH. 1974.*

En **1955**, el geólogo **Armando Schwarck Anglade**[93] (1918-1978) (Fig. 45C) entonces director de la Dirección Técnica de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, encarga al geólogo **Raúl Laforest**[94] (1919-1987) (Fig. 45D) para compilar un mapa geológico a escala 1:1.000.000. Este es el primer mapa moderno que incluye la Guayana (Fig. 45E)[95]. Para el norte del país este mapa es casi igual al

[93] Información biográfica en RODRÍGUEZ (2021: 49-50).

[94] Información biográfica en FOGHIN (2007) y RODRÍGUEZ (2021: 38-39). Nacido en Haití y graduado de geólogo en la UCV, 1947.

[95] Este mapa fue publicado a color y presentado en el *IV Congreso Mundial de Petróleo* (Roma, 1955). El autor pudo consultar un ejemplar muy decolorado por haber estado montado sin vidrio, por ello en las figs. 40E,F se reproducen fragmentos de un ejemplar en blanco y negro redibujado en la Dirección de

de BUCHER (1950), mientras que para Guayana se incluye mucha información novedosa, incluyendo datos recabados durante la Expedición Franco-Venezolana a la fuente venezolana del Río Orinoco en Parima de 1950.



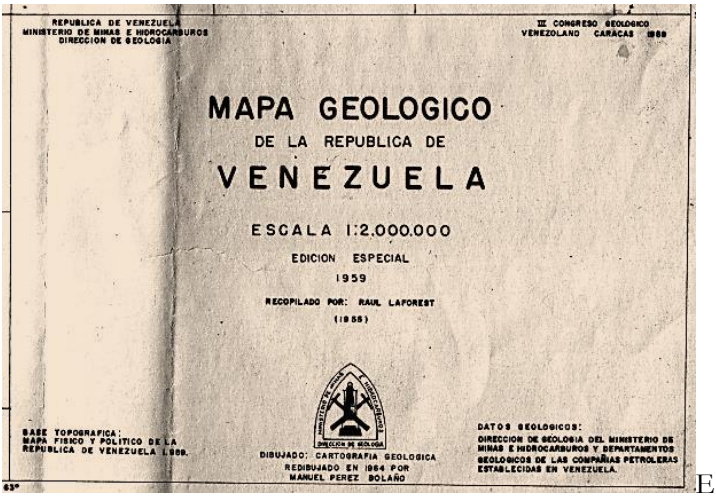
Armando Schwarck Anglade (1918-1978)



Raúl Laforest (1919-1987).



***Figura 45**. Geólogos*



E

Geología del MMH de 1964. En 1959 se publicó una nueva edición a escala 1:2.000.000.

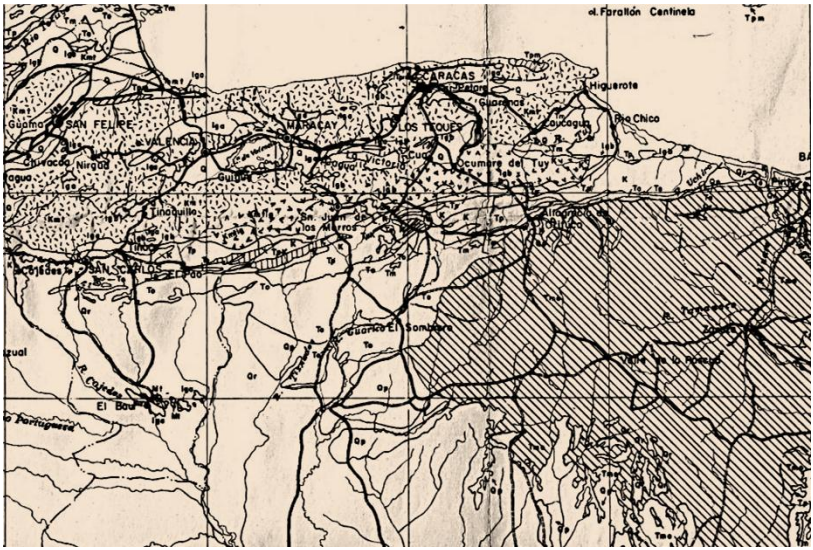


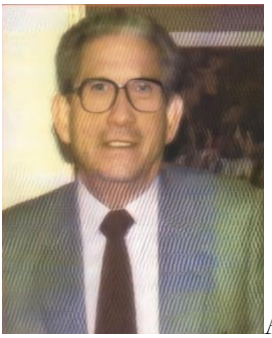
Figura 45E. *Raúl Laforest (1919-1987) y fragmentos de su mapa geológico de Venezuela de 1955.*

En **1962**, **Alirio Bellizzia**[96] (1920-1997) (Fig. 46A) del MMH y **Gustavo Feo Codecido** (1920-1986) (Fig. 41A) de la Compañía Shell de Venezuela, elaboran un mapa geológico de Venezuela a escala 1:5.000.000, como una contribución para la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (FEO CODECIDO 1963).

Para la Cordillera de la Costa dicen que "… *se compone en gran parte de sedimentos metamorfoseados, presuntamente de edad Cretácica, que descansan de manera discordante sobre un núcleo de granito de edad desconocida y están*

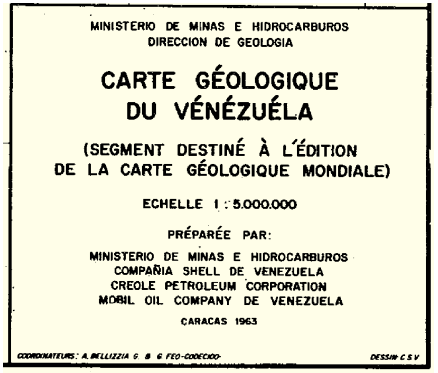
[96] Alirio Antonio Bellizzia González (9 sept. 1920 -1997) del Ministerio, junto con Clemente González de Juana (1906-1982) de la Universidad deben considerarse como los geólogos venezolanos más influyentes de la segunda mitad del siglo XX. Nace el 9-9-1920 y fallece en Caracas el 2-3-1997. Egresado de 5ta promoción de geólogos de la UCV, 1947, con tesis en Pertigalete. Retratos cortesía de: A: Prof. Sergio Foghín. B: Dr. Yves Chevalier. 1983.

asociados con intrusiones ígneas principalmente ácidas del Mesozoico. Sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de una edad más antigua para las rocas metamórficas, ya que se han identificado calizas con amonites del Jurásico en la Cordillera Norte de Trinidad" (FEO CODECIDO 1963).


A


B

***Figura 46A**: Alirio Bellizzia G. (1920-1997).*


MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
DIRECCION DE GEOLOGIA

CARTE GÉOLOGIQUE
DU VÉNÉZUÉLA

(SEGMENT DESTINÉ À L'ÉDITION
DE LA CARTE GÉOLOGIQUE MONDIALE)

ECHELLE 1 : 5.000.000

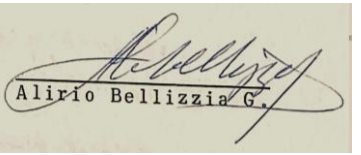
PRÉPARÉE PAR:

MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
COMPAÑIA SHELL DE VENEZUELA
CREOLE PETROLEUM CORPORATION
MOBIL OIL COMPANY DE VENEZUELA

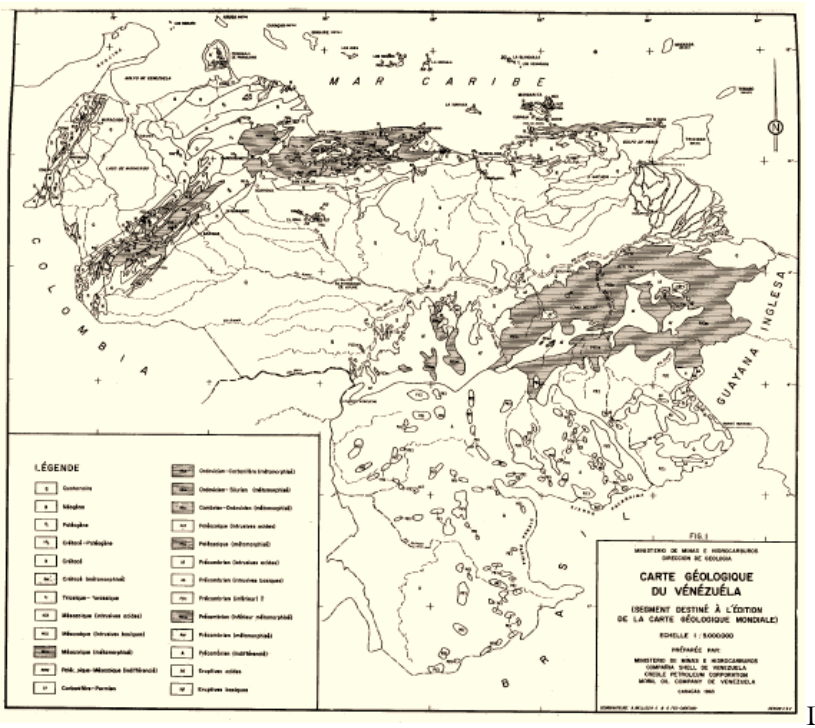
CARACAS 1963

COORDINATEURS: A. BELLIZZIA G. & G. FEO-CODECIDO

DESSIN C.S.V.


Alirio Bellizzia G.


COORDINATEURS: A. BELLIZZIA G. & G. FEO-CODECIDO
C



D

Figura 46C,D. *Carta Geológica de Venezuela (*FEO CODECIDO *1963).*

Desde comienzos de los años 1960´s, el MMH establece cuadrillas de geólogos en casi todas las regiones del país, actividad que para la Cordillera de la Costa culmina a mediados de los años 1970´s. Varios de estos trabajos fueron presentados en el *IV Congreso Geológico Venezolano* (1969) y en el *II Congreso Latinoamericano de Geología* (1972), ambos efectuados en Caracas y cuyas memorias aparecieron como publicaciones especiales del *Boletín de Geología*. Las décadas de los años 1950´s a 1970´s pueden considerarse como la "época dorada" de la cartografía geológica de la Cordillera de la Costa, tanto por el proyecto de investigaciones del Caribe de la Universidad de Princeton, como por los trabajos del MMH.

Dado que en las décadas de los años 1950´s y 1960´s, la parte central de la Cordillera de la Costa estaba siendo cartografiada geológicamente por los tesistas doctorales de la Universidad de Princeton, entonces, la Dirección de Geología del MMH inicia sus propios levantamientos comenzando en la terminación occidental de la CdlC en el estado Yaracuy, a ambos lados del gran valle controlado por la Falla Boconó. El trabajo fue dirigido por **Alirio Bellizzia**, con la mayor parte del trabajo de campo a cargo de **Domingo Rodríguez Gallardo** y posteriormente se incorporó **Elías Zambrano**.

Dentro de estos trabajos, la región de Yumare llamó la atención por la presencia de rocas granulíticas y anortositas (ver capítulo 5). Adicionalmente, en la quebrada Chepara del cerro Salsipuedes, una muestra de caliza colectada por Domingo Rodríguez es estudiada por el Dr. **Pedro J. Bermúdez** (1905-1979)[97] (Fig. 47A) quién identifica Tintínidos o Calpionelas -un grupo de muy pequeños foraminíferos- (Fig. 47B) del Cretácico Temprano (Valanginiense – Barremiense) (BERMÚDEZ y RODRÍGUEZ 1962). La muestra proviene del conglomerado basal de la Formación Casupal[98], depositada discordantemente sobre la unidad hoy día cartografiada como Formación Matatere; adicionalmente, indican que esas calizas son semejantes a otras expuestas en la región. Esta última aseveración hizo que el Esquisto Aroa erróneamente se considerase del Valanginiense – Barremiense. Para 1962, esta fue la primera localidad suramericana donde se identificaron calpionelas.



Figura 47A. *Dr. Pedro J. Bermúdez*

[97] Pedro Joaquín Bermúdez. Ilustres micropaleontólogo nacido en Cuba y con su mayor actividad profesional en Venezuela. Profesor de micropaleontología en la UCV. Semblanza en DÍAZ DE GAMERO y FARÍAS (1993).

[98] La ubicación aparece con una flecha negra en la Fig. 26C del Capítulo 4.

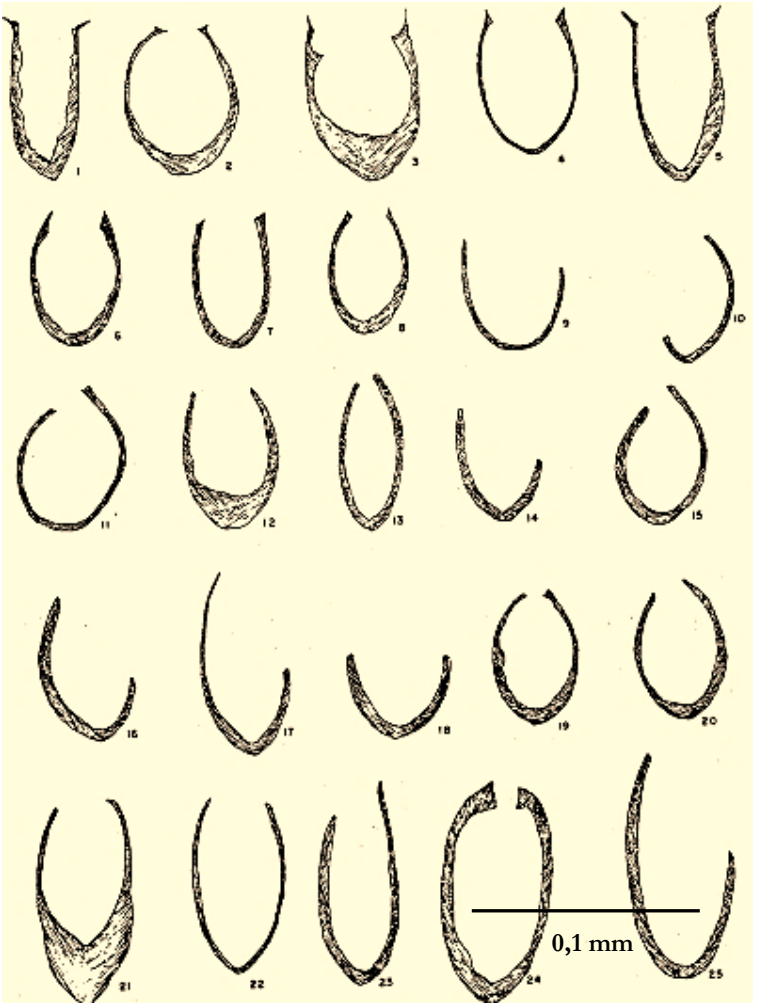


Figura 47B. *"Diferentes especies de tintínidos*[99] *presentes en la caliza de la Quebrada Chapana", Cerro Salsipuedes (*BERMÚDEZ *y* RODRÍGUEZ *1962).*

[99] Durante del curso de "Geología de Campo II" de la Escuela de Geología, UCV, 1971, dentro del flysch de la Formación Guárico se hallaron clastos donde el Dr. Max. Furrer identificó Tintínidos (FURRER 1971).

Las zonas cubiertas por el MMH fueron las siguientes:

- Caucagua - Higuerote - Chirimena (Luis ASUAJE[100] 1972).

-Colonia Tovar - Guatire (Miguel WEHRMANN[101] 1972) (Fig. 48A).

-Carabobo centro-occidental, norte de Guárico y Cojedes (Luis A. GONZÁLEZ-SILVA[102] 1972, 1977) (Fig. 48B).

-Aragua norte, con escaso detalle (Domingo RODRÍGUEZ GALLARDO 1972).

-Estado Yaracuy y parte de Lara (Alirio BELLIZZIA, Domingo RODRÍGUEZ GALLARDO y Elías ZAMBRANO[103] 1976) (Fig. 48G).

-Cuencas sedimentarias intramontañoso (Xavier PICARD[104]) (Fig. 48C) y Nelly PIMENTEL[105] (Fig. 48D).

-González Silva y Xavier Picard publican la hoja de San Juan de los Morros (GONZÁLEZ SILVA y PICARD 1971)[106] (Fig. 48E,F).

[100] Luis Alberto Asuaje, geólogo venezolano graduado en Alemania. Se incorpora al MMH y se le encomienda el levantamiento de la región Guatire- Cabo Codera. A mediados de 1969 durante un viaje familiar, fallece en Alemania en un accidente de tránsito. En el *IV Congreso Geológico Venezolano* de noviembre 1969 se publicó el mapa y un resumen de su trabajo.

[101] Pedro Miguel Wehrmann Athing. Geólogo, UCV 1967 (Promoción 1966), tesis en la Península de Paria. Cartografía la Serranía del Litoral desde Colonia Tovar hasta Guatire, corresponde a una actualización y ampliación del trabajo de G. Dengo. Retrato cortesía del Dr. Wolfgang Scherrer, foto en Falcón, 1964.

[102] Luis Alberto González Silva (1930-1991). Geólogo, UCV 1960, tesis en El Tocuyo. Semblanza en *Boletín de la Soc. Venezolana de Geólogos*, 41: 47-49, 1991.

[103] Aureo Elias Zambrano Orellana. Geólogo, UCV 1961, tesis en Anzoátegui, Lara. Retrato cortesía del geólogo Carlos Raúl Canard.

[104] Xavier Marie Picard Cadillat. (1940-1980). Geólogo, UCV 1967 (Promoción 1966), tesis en la Península de Paria. Ver semblanza en GODDARD (1994).

[105] Nelly Pimentel Morales. Geólogo, UCV´1965 (Promoción 1964), tesis en la Península de Paria. Retrato cortesía del Prof. Orlando Méndez.

[106] Esta hoja fue la primera a escala 1:100.000 que editó el MEM, con la novedad que contiene indicación de los recursos minerales metálicos y no metálicos, así como las propiedades geotécnicas de las formaciones.

En 1971 el Ministerio de Minas e Hidrocarburos crea la División de Hidrogeología, bajo la jefatura del Dr. **Alfredo Menéndez**[107] (Fig. 48G). Entre las múltiples tareas de la nueva Dirección, se emprendió la elaboración de un mapa hidrogeológico del país a escala 1:500.000. El proyecto contó con la asesoría de personal especializado de Croacia y el mapa en 13 hojas se publica en **1973** (Fig. 49).

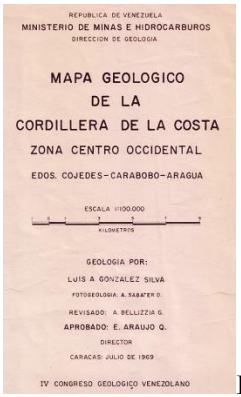

A

B

C

D

***Figura 48**. Geólogos. **A**: Miguel Wehrmann. **B**: Luis A. González Silva (1930-1991). **C**: Xavier Marie Picard Cadillat (1940-1980). **D**: Nelly Pimentel Morales.*


REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
DIRECCION DE GEOLOGIA

MAPA GEOLOGICO
DE LA
CORDILLERA DE LA COSTA
ZONA CENTRO OCCIDENTAL
EDOS. COJEDES-CARABOBO-ARAGUA

ESCALA 1:100.000
KILOMETROS

GEOLOGIA POR:
LUIS A GONZALEZ SILVA
FOTOGEOLOGIA: A. SABATER D.
REVISADO: A. BELLIZZIA G.
APROBADO: E. ARAUJO Q.
DIRECTOR
CARACAS: JULIO DE 1969

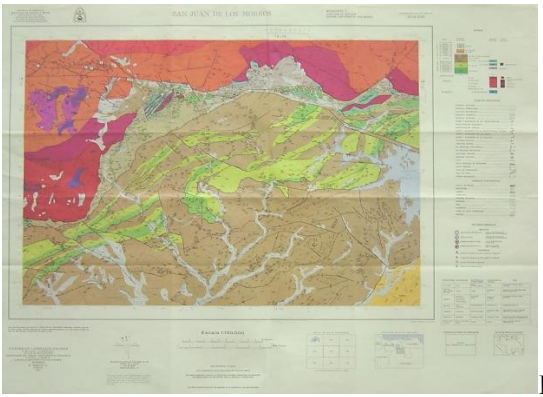
IV CONGRESO GEOLOGICO VENEZOLANO
E

F

***Figura 48**. Algunos trabajos de Luis A. González Silva.*

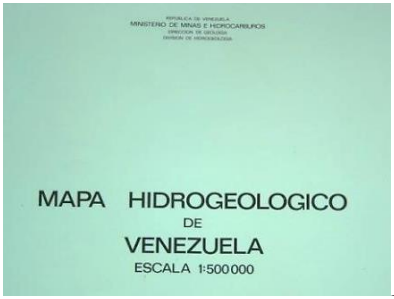
[107] Alfredo Menéndez Vásquez de Velarde. Nace en Perú en 1931, graduado de geólogo, UCV´1955, con tesis en el valle del río Neverí. En 1964 obtuvo el grado de PhD. en la Universidad de Princeton bajo la dirección del Dr. H. H. Hess (Fig. 39A, zona 20 región de El Tinaco). En 1972 fundó y fue jefe de la División de Hidrogeología del MMH.


G

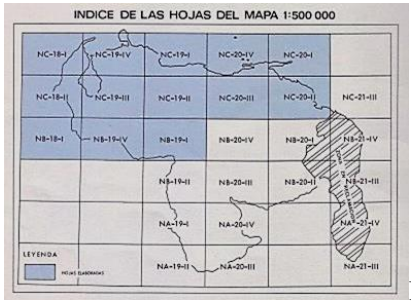

H

Figura 48. ***G***: *Elías Zambrano.* ***H***: *Dr. Alfredo Menéndez (jefe de la División de Hidrogeología, M.M.H. 1973. c.1995).*

La información geológica está basada en unidades (Formación, Grupo, etc.) y no solo por edades como en otros mapas. Los colores y tramados de los polígonos (Fig. 49E) representan los tipos de acuíferos que se pueden esperar (e.g.: fracturados, de rocas granulares, etc.).

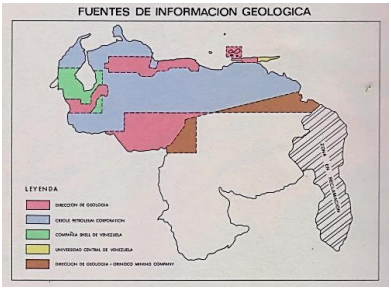


A



B

Figura 49. *Mapa Hidrogeológico de Venezuela, 1973.*



C



D





E

***Figura 49**. Mapa Hidrogeológico de Venezuela, 1973. **A**: Portada. **B**: Índice de hojas. **C,D**: Fuentes de información geológica. **E**. Hoja Caracas NC-19-1 a escala 1:500k y ampliación de la región La Guaira – Caracas; este fragmento puede comparase con la Fig. 51B de la misma área.*

La División de Hidrogeología realizó un inventario nacional de pozos de aguas. A las muestras se les realizó un análisis físico-químico más completo que los convencionales de la época. Entre los elementos determinados se encuentran Cu, Pb y Zn. Pero han de pasar 45 años para que esta base de datos con cerca de 4000 análisis químicos fuera investigada por JIMÉNEZ y PASQUALI (2007). Estos autores encuentran regiones con concentraciones anómalas en Cu, Pb y Zn. Una de estas, el Área **1a** (Fig. 50) está ubicada entre las serranías del Litoral y del Interior en Yaracuy, Carabobo, Aragua y Guárico. Algunas pocas muestras con altos valores pueden explicarse por las mineralizaciones presentes en el Terreño Villa de Cura, pero esta gran

región anómala requiere de estudios complementarios para llegar a una explicación geológica.

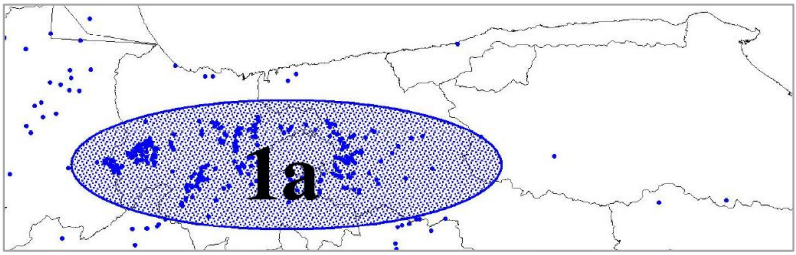


Figura 50. *Región anómala en Cu, Pb y Zn en aguas subterráneas (JIMÉNEZ y PASQUALI 2007).*

Con el estímulo de la tesis doctoral de Walter Maresch, en **1972**, **Alirio Bellizzia** publica un trabajo muy avanzado en su concepto, *Sistema montañoso del Caribe, borde sur de la placa Caribe. ¿Es una cordillera alóctona?*, allí presenta un mapa tectónico del norte de Venezuela (Fig. 50B), con la distribución de las fajas según Menéndez y Bell. Concluye que:

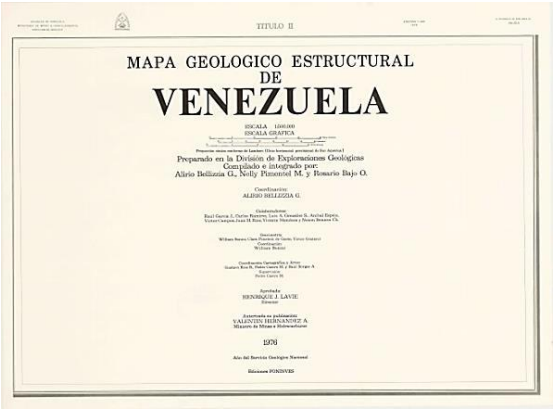
> "*Las rocas pre-mesozoicas (complejos de El Tinaco y Sebastopol en la Cordillera Caribeana y de Macuira en La Goajira) representan fragmentos de proto-continentes paleozoicos en el área del Caribe incorporados al proceso tectónico de placas, o vestigios de una posible continuación de la Cordillera Apalachiana hacia- el sur y suroeste.*
>
> *En conclusión, el último de los esquemas tectónicos analizados es quizás el que explica mejor muchas características paleo-tectónicas del Sistema Montañoso del Caribe, pero las diversas teorías propuestas tanto por el suscrito como por otros autores, no reúnen individualmente las condiciones necesarias para responder a las múltiples interrogantes aún planteadas, debido a la gran complejidad de esta región, y los conceptos expresados aquí no tienen pretensiones de finalidad; su presentación obedece al deseo de contribuir al esclarecimiento de muchos problemas geol6gicos aún pendientes en la región Caribeana*" .



***Figura 50B**. Mapa tectónico simplificado del norte de Venezuela (BELLIZZIA 1972).*

En **1976** el MMH publica un mapa geológico-estructural de Venezuela a escala 1:500.000 (Fig. 51) elaborado bajo la coordinación de los geólogos **Alirio Bellizzia** (1922-1997) (Fig. 46A), **Nelly Pimentel M.** (Fig. 48D) y **Rosario Bajo de Osuna**[108] (c.1948-2024) (Fig. 51A) (BELLIZZIA *et al.* 1976). Este mapa junto al libro de *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas* de GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), ambos publicados por FONINVES, son obras fundamentales para la geología de Venezuela y todavía hoy día, más de cuatro décadas después son referentes de frecuente consulta. Inclusive el último mapa geológico del país compilado por HACKLEY *et al.* (2005), en un 60% del país está basado en el mapa de BELLIZZIA *et al.* (1976).

Los polígonos de las unidades geológicas están identificados por su edad y tipo de roca predominante, en contraste con la base geológica del *Mapa Hidrogeológico* de 1973 (Fig. 49), que están identificados por la edad y el nombre formal de la unidad.


TITULO II

MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL
DE
VENEZUELA

ESCALA 1:500.000
ESCALA GRAFICA

Preparado en la División de Exploraciones Geológicas
Compilado e integrado por:
Alirio Bellizzia G., Nelly Pimentel M. y Rosario Bajo O.

Coordinación:
ALIRIO BELLIZZIA G.

Dirección:
HENRIQUE J. LAVIE

Entregado en publicación:
VALENTIN HERNANDEZ A.
Ministro de Minas e Hidrocarburos

1976

Año del Servicio Geológico Nacional

Ediciones FONINVES

Rosario Bajo de Osuna
(c.1948-2024)



[108] Rosario Bajo de Osuna (c.1946-2024). Geólogo UCV´ 1970, tesis en Macanao. Retrato cortesía de Luis Zerpa (INGEOMIN).



Figura 51A. *Mapa geológico-estructural (*BELLIZZIA et al. *(1976).*[109] *Hoja Caracas.*

[109] Fotografía del mapa expuesto en el "Salón Clemente González de Juana" (305) de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Fac. de Ingeniería, UCV.

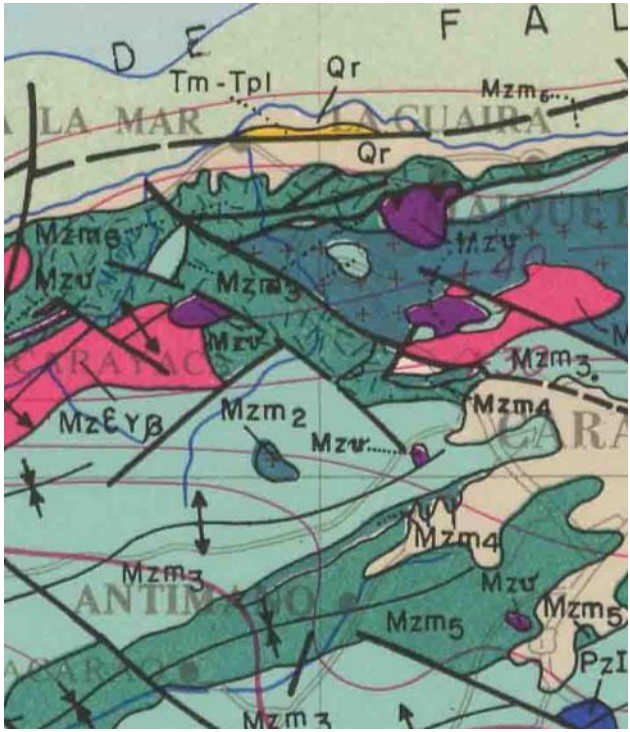


***Figura 51B**. Hoja NC-19-1 Caracas (*BELLIZZIA et al. *1976). ¨Comparar con la Fig. 46E que corresponden a la misma zona. Nótese que en la Serranía Costera todas las unidades aparecen como Mesozoico (Mz). Toda la Serranía Costera aparece de edad Mesozoico.*

En **1985**, en el VI Congreso Geológico Venezolano, **Alirio Bellizzia** presenta un trabajo titulado *Sistema montañoso del Caribe. Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur* (BELLIZZIA 1986), que amplía notablemente lo expuesto en su artículo previo de 1972. Esta obra se constituye en la más completa síntesis de la geología del norte de Venezuela y, utiliza los conceptos de "napas" que fueron introducidos por los cooperantes franceses J.-F. Stephan 1982 y Ch. Beck 1985.

4. Ciclo de la cooperación francesa, 1977-1991

A fines de los años 1970´s, el MMH concreta un convenio con universidades francesas para recibir cooperantes de esa nacionalidad[110]. Los primeros candidatos son J.-F. Stephan y Ch. Beck quienes trabajan en nuestro país con la meta de culminar sus respectivas tesis de Doctorado de Estado en temas de geología de Venezuela. Para mediados de los años 1980´s el programa continuó con financiamiento de LAGOVEN y CORPOVEN, con los tesistas T. Rossi en el macizo montañoso oriental en 1985, Yves Chevalier en la Península de Araya e Isla de Margarita en 1987 y Bruno Blin entre Acarigua y San Francisco de Tiznados en 1989. En las rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, trabajaron tres de ellos:

- **Jean-François Stephan**[111] (1949-2013) (Fig. 52A) trabaja en la región de Barquisimeto (Fig. 52B), pero también visita parte de las montañas limítrofes entre Yaracuy y Lara (STEPHAN 1982). Este autor introduce el importante concepto de las Napas de Lara, que ha sido fundamental para entender el desarrollo de la parte occidental de la Cordillera, además es el primer autor en separar de la anterior "Faja Tectónica de la Cordillera de la Costa" de MENÉNDEZ (1966), a las rocas de metamorfismo de alta presión - baja temperatura que denomina como "Faja Costanera-Margarita", cuya petrología había sido descrita previamente por MORGAN (1969, 1970). Este es un concepto de gran importancia dentro de las interpretaciones en el ámbito de la Tectónica de Placas, ya que las rocas eclogíticas las reconoce como formadas en complejos de subducción, en nada semejantes a las unidades adyacentes.

[110] Un recuento de la cooperación geocientífica entre Francia y Venezuela puede leerse en SINGER (2021).

[111] Información biográfica en ANÓNIMO (2013).



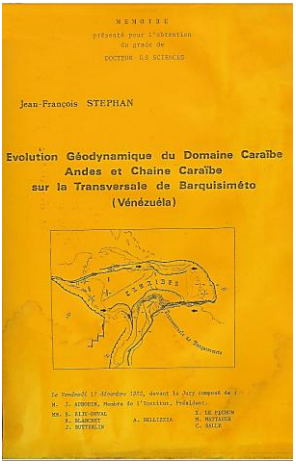


***Figura 52A**. Jean-François Stephan (1949-2013) y portada de su tesis doctoral.*

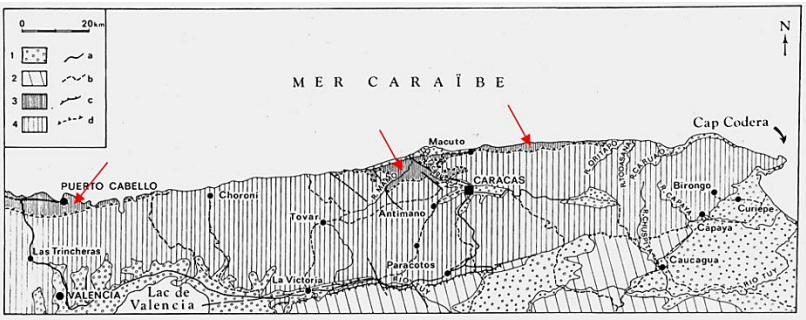


***Figura 52B**. Mapa de la Serranía del Litoral donde J.-F. STEPHAN (1982) representa su "Franja Costanera-Margarita" tanto en la zona de Puerto Cabello como en la de Carayaca (flechas rojas). Leyenda: 1- Cenozoico, 2- Napas de Aragua, 3- Franja Costanera-Margarita (flechas rojas), 4- Faja de la Cordillera de la Costa. Tomado de BECK (1985, fig. 146).*

- **Christian Beck** (Fig. 54A) cubre la región de Altagracia de Orituco - Ocumare del Tuy – La Victoria, estados Guárico, Miranda y Aragua, abarcando una amplia región con partes donde nunca antes se había realizado su cartografía geológica (BECK 1985).

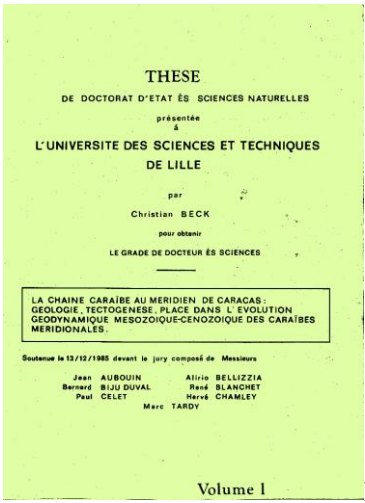
Entre sus principales aportes -adicionales a la cartografía (Fig. 49E)- está la distinción en esta parte de la Serranía del Interior de lo que denomina como las napas de Caucagua-El Tinaco, Loma de Hierro y Villa de Cura.

Estudió y definió la naturaleza del contacto entre las unidades de su Napa Caucagua-El Tinaco, de aquella al norte hoy denominada Faja Caracas (Esquistos de Las Mercedes, Las Brisas y Chuspita). En trabajos anteriores este contacto era ubicado a lo largo del accidente tectónico subvertical de la Falla de La Victoria. Pero contrariamente, Beck encuentra que las rocas del Esquisto Chuspita se extienden más al sur de la citada zona de fallas y el contacto entre las unidades es de falla inversa (Fig. 54C,D,E).

En la Napa de Loma de Hierro reconoce la constante yuxtaposición de la "Formación Paracotos" a las ofiolitas, interpretándola como una unidad de cobertura sedimentaria de las unidades ígneas.



A



B

***Figura 54. A**: Christian Beck. **B**: Portada de su tesis doctoral, 1985.*

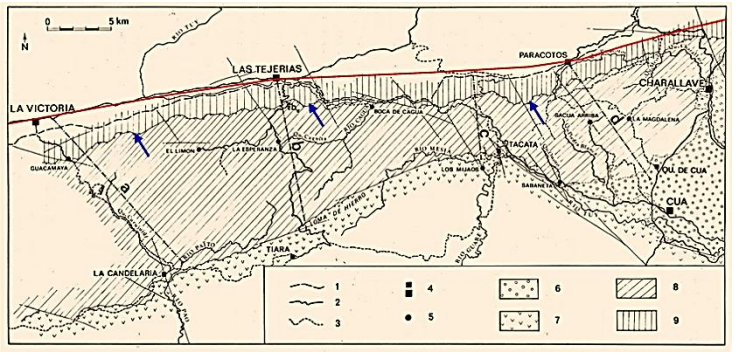


***Figura 54C**. Mapa geológico esquemático de la zona de La Victoria - Charallave (BECK 1985, fig. 91). Nótese que el contacto entre las napas de Caucagua-El Tinaco y Caracas lo identifica como una falla de corrimiento (flechas azules) al sur de la Falla de La Victoria (línea roja). Leyenda: 6- Plio-Cuaternario, 7: Napa de Loma de Hierro, 8- Napa Caucagua-El Tinaco, 9- Napa de la Cordillera de la Costa (hoy Napa Caracas).*

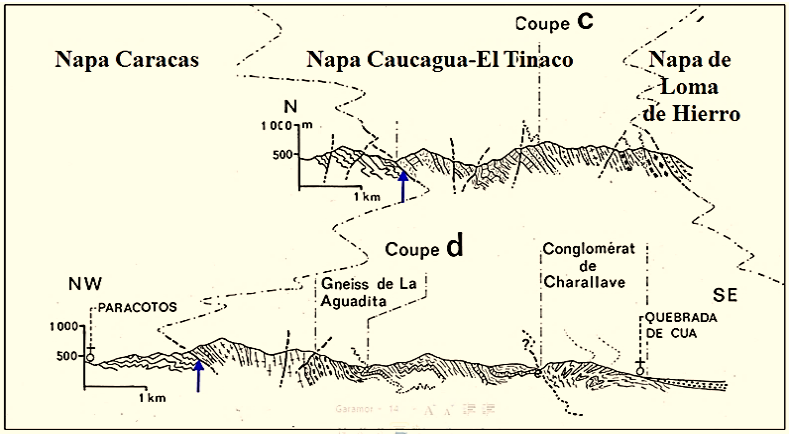
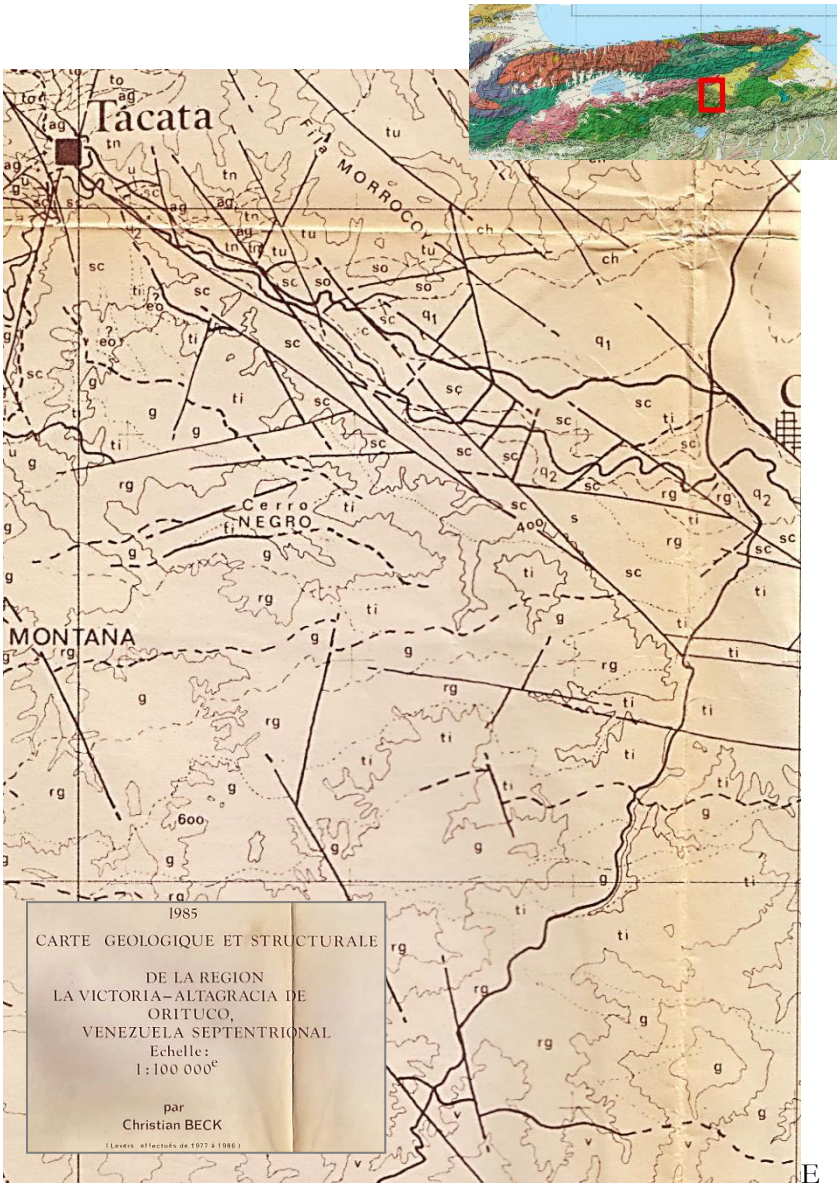


***Figura 54D**. Secciones geológicas C y D ubicadas en el mapa precedente, donde se representa el contacto de falla de corrimiento (flechas) entre las fajas Caracas y Caucagua-El Tinaco (BECK 1985, fig. 92).*



E

Figura 54E. *Secciones geológicas y partes del mapa geológico de* BECK *(1985)*

El Dr. Ch. Beck utiliza nuevos datos de edades isotópicas y con ello, definitivamente cierra las ideas previas de una presunta equivalencia lateral de Las Brisas y Peña de Mora (de AGUERREVERE & ZULOAGA 1957, DENGO 1951 y WEHRMANN 1972). También presenta un gran adelanto con un nuevo esquema de tiempo muy novedoso para el momento, pero ya no acorde con los datos actuales (Fig. 54H). Interpreta una sección geológica generalizada de la CdlC, que sigue siendo aceptada hoy en día (BECK 1985, fig. 86) (Fig. 54G).

STEPHAN *et al.* (1980) y STEPHAN (1982) en sus trabajos pioneros de la región de Barquisimeto, introducen el concepto de las "napas de Lara", pero también trata problemas generales de la Cordillera de la Costa, presentando una sección generalizada (posteriormente mejorada por BECK 1986) que explica la disposición resultante de fajas. En la Fig. 54I indicamos con una gruesa flecha vertical el fuerte movimiento vertical joven ocurrido con las rocas de las fajas Ávila y Caracas, en un régimen de relevo transpresivo. En forma aproximada a la interpretación de STEPHAN et al. (1980), están las posteriores de BECK (1985) (Fig. 54J).

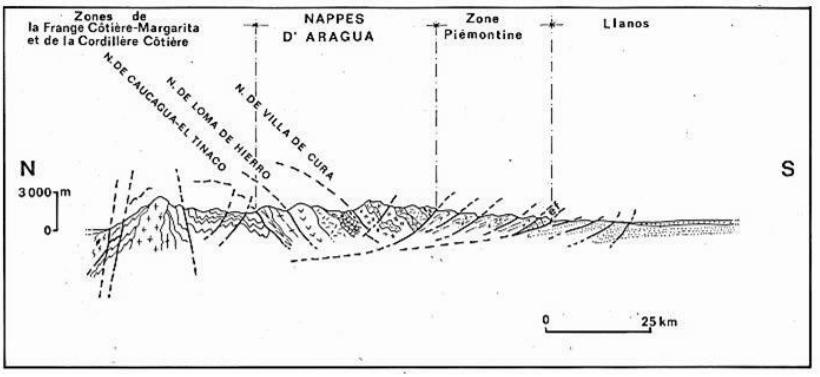


***Figura 54G**. Corte geológico generalizado de la Cordillera de la Costa en el meridiano de Caracas, según BECK (1985, fig. 86).*

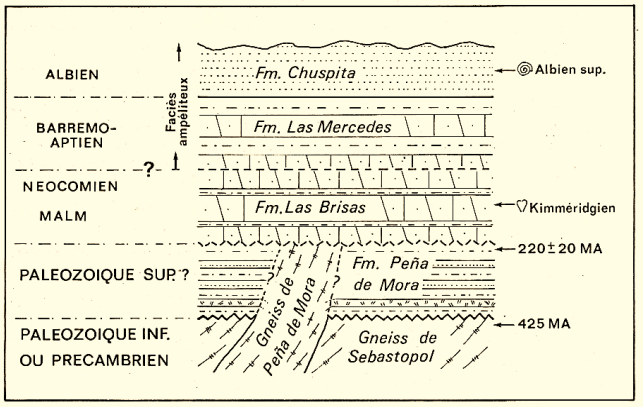
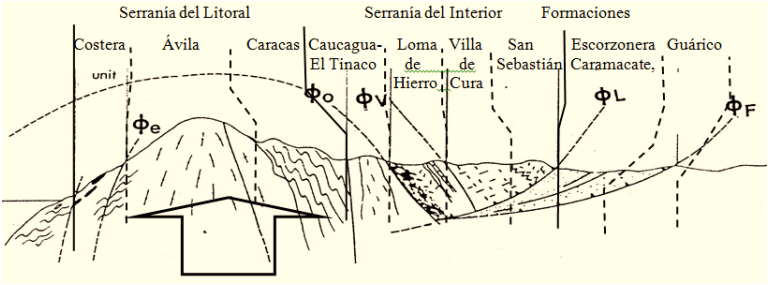


***Figura 54H**. Esquema de las unidades de la región de Caracas por BECK (1985, fig. 163). La "Fm. Peña de Mora" de Beck corresponde al actual Complejo San Julián*



Φ_F: Frente de la napa del flysch piemontino.

Φ_L: Cabalgamiento basal de las unidades alóctonas ígneo metamórficas (*)

Φ_V: Superficie de cabalgamiento entre los terrenos de Villa de Cura y Loma de Hierro

Φ_O: Superficie de cabalgamiento entre los terrenos Caucagua-El Tinaco y Loma de Hierro (ofiolita)

Φ_e: Superficie de cabalgamiento de los terrenos Carayaca y Tacagua, contra el Terreno Ávila.

(*) Falla Cantagallo, equivalente a los corrimientos que limitan las Napas de Lara en la región de Barquisimeto.

***Figura 54I**. Sección generalizada de la Cordillera de la Costa en el meridiano de Caracas. Adaptado de STEPHAN et al. (1980).*

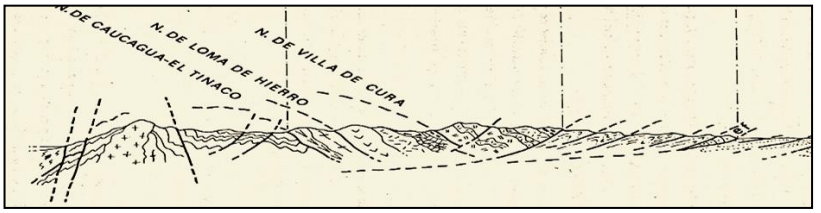
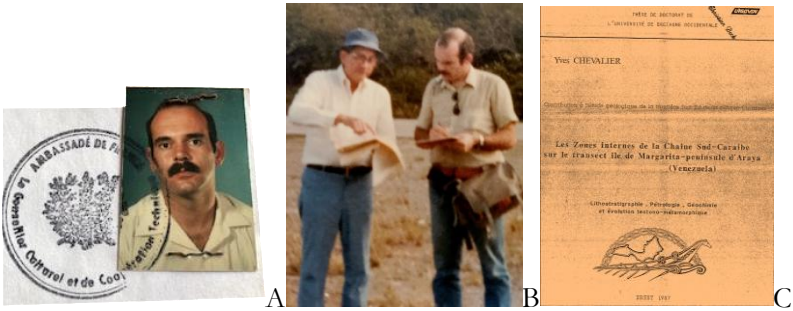


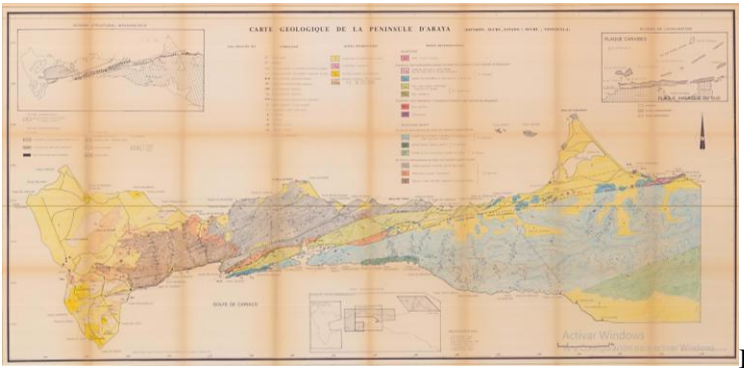
Figura 54J*. Sección generalizada de la Cordillera de la Costa en el meridiano de Caracas. Tomado de BECK (1985).*

- En 1984 se incorpora el cooperante francés **Yves Chevalier**, (Fig. 55A) con financiamiento de LAGOVEN, para estudiar el transecto Isla de margarita y Península de Araya. Si bien esta zona no corresponde a la CdlC, la incluimos aquí por sus aportes a la geología de las rocas metamórficas del norte del país, con una visión tectónica diferente a autores previos.

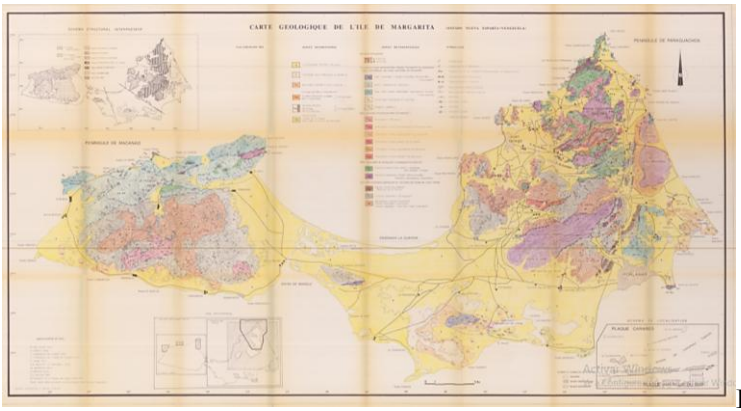


A B C

Figura 55*. Yves Chevalier.* ***A****: Credencial.* ***B****: Junto a Alirio Bellizzia en la Isla de Margarita 1984.* ***C****: Portada de su tesis doctoral.*



D



E

Figura 55D,E. *Mapas geológicos de Yves Chevalier.*
D*: Península de Araya.* ***E****: Isla de Margarita.*

- En 1987 el geólogo francés **Bruno Blin**, con auspicio de CORPOVEN, desarrolla su tesis doctoral en la franja piemontina al sur de El Tinaco y El Pao, estado Cojedes (Fig. 56A). Estudia mayormente las unidades sedimentarias del sur de la Serranía del Interior, pero en su extremo septentrional realiza detallados transeptos para entender las relaciones de campo entre las diversas unidades geológicas (BLIN 1989). A continuación, mostramos algunas de sus secciones que resultan de gran significado regional y que serán discutidos en la sección siguiente (Fig. 56B.C,D).

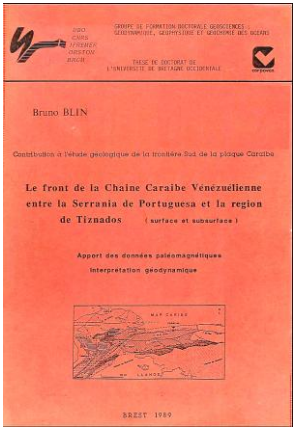


***Figura 56A**. Portada de la tesis doctoral de Bruno Blin, 1989.*

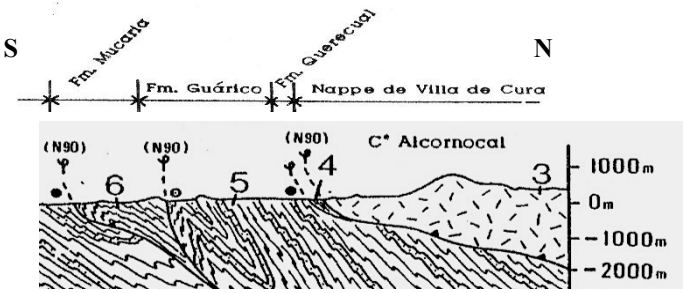


***Figura 56B**. Sección de La Fe, Cojedes (BLIN 1989, fig. 14).*

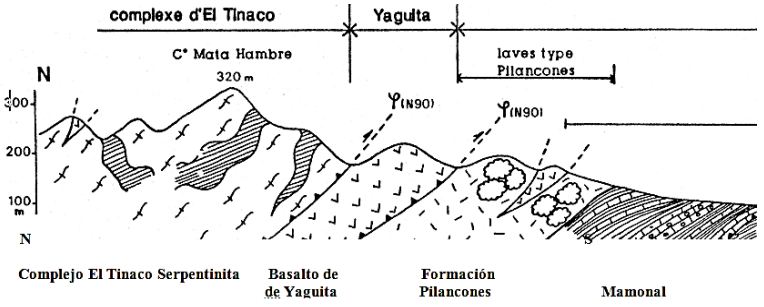


***Figura 56C**. Sección de la Quebrada Mamonal, Cojedes (BLIN 1989, Fig. 28).*

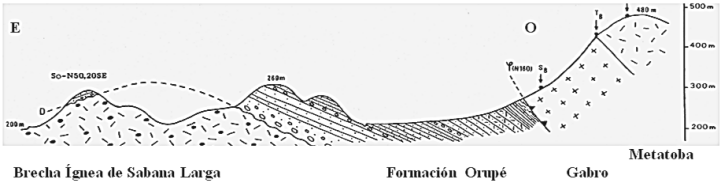
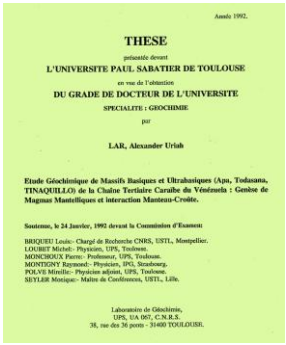


***Figura 56D**. Sección del Cerro Tiramuto, Cojedes (BLIN 1989, Fig. 48).*

- En 1978 llega el geoquímico francés **Michel Loubet**, trabaja en la División de Investigaciones del Ministerio de Minas e Hidrocarburos. En la CdlC colecta principalmente muestras de unidades de rocas máficas, cuyos componentes mayoritarios son analizados en el MMH con la geoquímica venezolana **Berta Chachati**. Ya de regreso a Francia, trabaja en la Universidad Paul Sabatier, Toulouse y, con la coautoría de B. Lambert, R. Maury, B. Montigny y M. Thuizat datan muchas muestras por el método K/Ar, resultando en las publicaciones de LOUBET *et al.* (1980, 1985), GIRARD (1981), GIRARD *et al.* (1982).

El Dr. Loubet también suministra sus muestras para las tesis doctorales de universidad, de **Ibrahima Sagna** en la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, con el tema de geocronología Ar-Ar de rocas máficas de la CdlC (SAGNA *et al.* 1988, SAGNA 1990) y, **Alexander Uriah Lar** (Fig. 57) en la Universidad Paul Sabatier de Toulouse, quien estudia la geoquímica de rocas máficas y ultramáficas de los macizos de Apa, Todasana[112] y Tinaquillo, para determinar el ambiente tectónico de formación (LAR 1992 y LAR *et al.* 1992).

[112] Las muestras del Río Apa fueron colectadas en la tesis de grado de Patxi Viscarret (1982). La excursión de colecta en Tinaquillo y Río Todasana fueron guiada por Marino Ostos y F. Urbani, respectivamente.



Année 1992.

THESE

présentée devant

L'UNIVERSITE PAUL SABATIER DE TOULOUSE

en vue de l'obtention

DU GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE

SPECIALITE : GEOCHIMIE

par

LAR, Alexander Uriah

Etude Géochimique de Massifs Basiques et Ultrabasiques (Apa, Todasana, TINAQUILLO) de la Chaîne Tertiaire Caraïbe du Vénézuela : Genèse de Magmas Mantelliques et interaction Manteau-Croûte.

Soutenue, le 24 Janvier, 1992 devant la Commision d'Examen:

BRIQUEU Louis:- Chargé de Recherche CNRS, USTL, Montpellier.
LOUBET Michel:- Physicien, UPS, Toulouse.
MONCHOUX Pierre:- Professeur, UPS, Toulouse.
MONTIGNY Raymond:- Physicien, IPG, Strasbourg.
POLVE Mireille:- Physicien adjoint, UPS, Toulouse.
SEYLER Monique:- Maître de Conférences, USTL, Lille.

Laboratoire de Géochimie,
UPS, UA 067, C.N.R.S.
38, rue des 36 ponts - 31400 TOULOUSE.



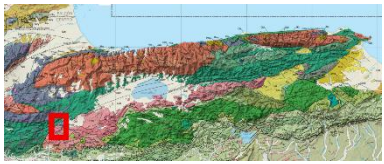
Figura 57*. Alexander Uriah Lar y portada de su tesis doctoral de los cuerpos de Tinaquillo, Todasana y Apa.*

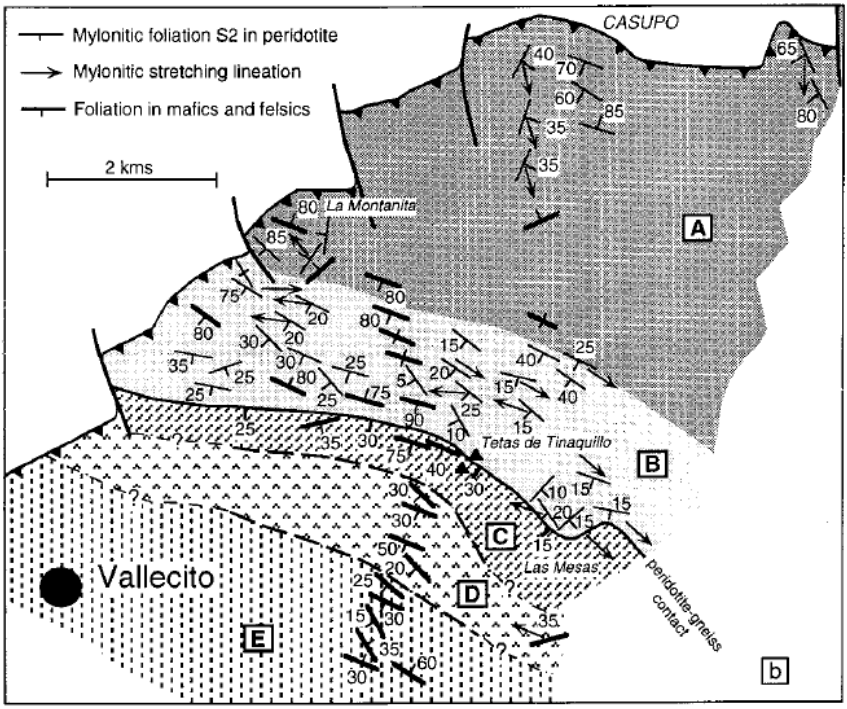
La petróloga francesa de la Universidad de Lille, Dra. **Monique Seyler**, había trabajado con muestras de la Peridotita de Tinaquillo y unidades aledañas, suministradas por el Dr. Peter H. Mattson (SEYLER y MATTSON 1989, 1993).

En **1989**, visita Venezuela y realiza nuevas investigaciones en la región de Tinaquillo[113] (SEYLER 1992, SEYLER *et al.* 1998). Uno de los hallazgos más relevantes de este trabajo es reconocer que el contacto entre la Peridotita de Tinaquillo y el "Gneis La Aguadita", corresponde a la paleo discontinuidad de Mohorovich (Fig. 58).



[113] Para el campo obtiene el apoyo del Prof. Marino Ostos de la UCV, quién en 1988 había realizado allí su tesis de maestría en la Universidad de Rice.





A = Peridotita y granulitas ígneas asociadas con relictos de texturas protomiloniticas.
B = Peridotita y granulitas ígneas asociadas con texturas miloníticas de grano fino.
[Paleo-discontinuidad de Mohorovich]
C = Granulitas máficas (metagabronoritas) que forman la Unidad Máfica Basal (UMB).
D = Granulitas félsicas, intermedias, máficas y ultramáficas intercaladas que forman la Formación Cortical de Tinaquillo (TCF).
E = Granulitas félsicas, intermedias y ultramáficas intercaladas.

***Figura 58**. Mapa geológicos del contacto de la Peridotita de Tinaquillo (SEYLER et al. 1998)*

En **1989** la empresa CORPOVEN S.A. a través de la Gerencia General de Geología encomienda a la empresa **AGUASUELOS INGENIERÍA S.C**.[114], el proyecto de *Modernización de datos geológicos en el frente de montañas: Levantamiento geológico de superficie, desde Carora al oeste hasta Píritu, al este* (Fig. 59A).

Este es el más extenso proyecto de cartografía geológica desarrollado en el país, después del desarrollado por la Creole Petroleum Corporation de las décadas de los años 1950' s y 1960's (e.g.: PIERSON 1960). Por su finalidad petrolera, se centró en las unidades sedimentarias del piedemonte de la Serranía del Interior, pero también delimitó las unidades del Terreno Villa de Cura y permitió la reinterpretación de sus unidades de cobertura (Formación Morro del Faro, Escorzonera, etc.), separándolas de las unidades de las napas sedimentarias piemontinas. Este trabajo incluye 75 mapas geológicos de diversos sectores a escala 1:25.000, así como un mapa tectónico integrado de todo el frente sur de la CdlC. La Cordillera la subdivide en Napa de la Cordillera de la Costa (para toda la serranía del Litoral), Napa de Caucagua-El Tinaco, Napa de Loma de Hierro y Napa de Villa de Cura (Fig. 59B).

El proyecto estuvo dirigido por Nelson Cortez, presidente de AGUASUELOS, con la asesoría técnica de los geólogos franceses **Jean-F. Stephan** (Figs. 52A) y **Christian Beck** (Fig. 54A) y, la dirección en campo por **Oliver Macsotay**[115] (Fig. 59A), con la participación de los geólogos **Víctor Vivas**[116] (Fig. 59B), **Alfredo Pérez De´Gregorio**[117](Fig. 59C), **Alberto Hevia**[118] (Fig. 59D), entre otros.

[114] Estos trabajos los incluimos en el "ciclo de influencia francesa" ya que la dirección técnica estuvo a cargo de los drs. J. F. Stephan y Ch. Beck y, el trabajo de campo fue coordinado por O. Macsotay y V. Vivas, formados en Francia.
[115] Información biográfica en PERAZA (2021).
[116] Ingeniero geólogo de la UCV, 1976, tesis en Chirimena, estado Miranda.
[117] Ingeniero geólogo de la UCV, 1986, tesis en la cuenca del Río Cuira, Miranda.
[118] Ingeniero geólogo de la UCV, 1983, tesis en geotermia del estado Sucre.



A

Oliver Macsotay
(1940-2020)



B

Víctor Vivas
"El Gocho"



C

Alfredo Pérez
De´Gregorio (1951-2019)



D

Alberto Hevia
Almandoz

Figura 59. *Algunos geólogos participantes del proyecto Frente de Montañas de AGUASUELOS INGENIERIA – CORPOVERN.*

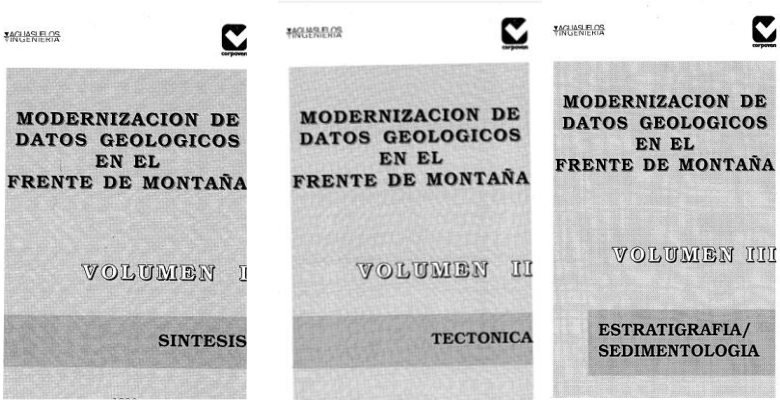


Figura 59E. *Informes del proyecto con la empresa AGUASUELOS INGENIERÍA S.C. (1990A).*

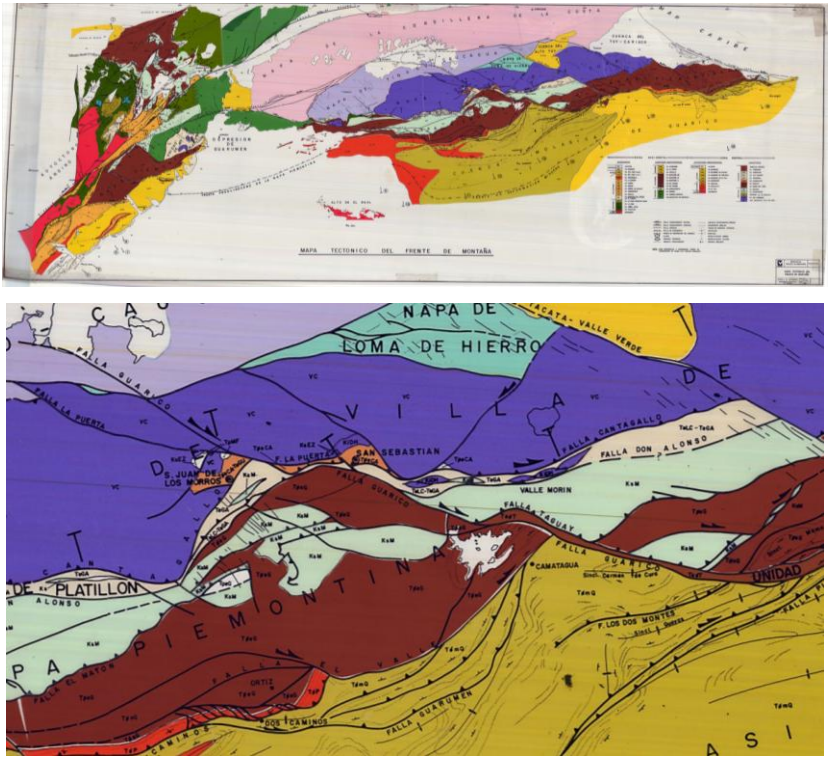


Figura 59F. *Mapa tectónico del frente de montañas de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990B).*

5. Ciclo de la Universidad Central de Venezuela, 1942-1999

Los trabajos de cartografía geológica realizados en la Cordillera de la Costa por profesores y estudiantes de la UCV, remontan a las tesis de grado de la primera promoción en el año 1942. Esas se realizaron en los alrededores de San Juan de Los Morros y San Sebastián, estados Guárico y Aragua, mayormente en las rocas sedimentarias, pero también abarcaron parte de las adyacentes rocas metavolcánicas del Terreno Villa de Cura.

Durante las últimas siete décadas, en la UCV y dentro del ámbito geográfico de la Cordillera de la Costa, se han desarrollado unas 150 tesis de grado con un fuerte componente de cartografía geológica (pregrado, postgrado y trabajos de ascenso), realizándose tanto en forma sistemática, asignando parcelas sucesivas a distintos candidatos para cubrir zonas de gran extensión, como con trabajos en lugares separados para resolver algún problema particular.

Las principales regiones se indican a continuación y entre paréntesis aparece el nombre del profesor tutor, de oeste a este:

- Tinaquillo, Cojedes (M. Ostos)
- El Palito - Valencia - Maracay - Turmero, estados Carabobo y Aragua (F. Urbani).
- San Juan de Los Morros - San Sebastián, Guárico-Aragua (E. Mencher).
- Villa de Cura - San Sebastián - San Casimiro - El Pao de Zárate, Aragua-Guárico (E. Navarro).
- Tácata-Mesia, Miranda (F. Yoris).
- Los Teques - Antímano, Distrito Capital y Miranda (C. González de Juana).
- Puerto Cruz - Colonia Tovar - Tacagua (S. Talukdar).
- Las Adjuntas - El Junquito - Macarao - Río Mamo (S. Talukdar y D. Loureiro)

- Colonia Tovar - El Pao de Zárate – Chichiriviche / Tacagua - Caraballeda - Los Chorros (M. Ostos).
- Flancos norte y sur del macizo del Ávila: Maripérez - Fila Maestra - Izcaragua (F. Urbani).
- Sur de Caracas (R. Sancio).
- Oritapo – La Sabana - Caruao – Aricagua - Cabo Codera – Carenero - Capaya - Birongo, Vargas-Miranda (F. Urbani y E. Navarro).
- Guatire - Caucagua (F. Urbani y F. De Santis).
- Caucagua - Guatopo - El Guapo (F. Urbani).
- Taguay - Altagracia de Orituco - San Francisco de Macaira (F. Yoris y F. Urbani).

Muchas de las tesis fueron efectuadas por distintos propósitos y en zonas diversas. Es solo en 1974 cuando E. Navarro y F. Urbani inician trabajos sistemáticos en varios sectores de la CdlC. Esta cartografía estuvo acompañada de estudios petrográficos y geoquímicos.


a

Ely Mencher (1913-1978)[119]


b

Clemente González de Juana (1906-1980)[120]


c

Nicolás Gerardo Muñoz (1935-2002)[121]

[119] Biografía en CASAS y URBANI (2023).
[120] Biografía en MARTÍNEZ (1990).
[121] Obituario en JAM *et al.* (2002).


d

Suhas Talukdar[122]


e

Enrique Navarro[123]


f

Marino Ostos R.[124]


g

Daniel Loureiro[125]


h

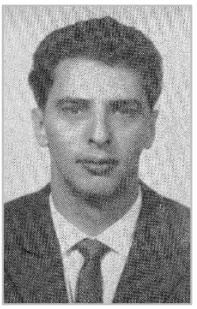
Franklin Yoris V.[126]


i

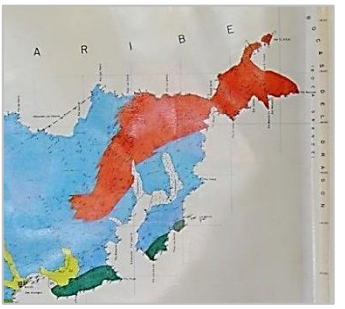
Franco Urbani P.[127]

Figura 60*. Profesores de la UCV que han trabajado en la cartografía geológica de regiones de rocas metamórficas del norte de Venezuela.*

[122] Geólogo natural de la India con doctorado en Rice University, 1972.
[123] Geólogo UCV 1966, tesis en la Península de Paria, Sucre.
[124] Ingeniero Geólogo UCV 1977, tesis en Altagracia de Orituco, Guárico.
[125] Ingeniero Geólogo UCV 1977, tesis entre Colonia Tovar y Chichiriviche.
[126] Ingeniero Geólogo UCV 1979.
[127] Geólogo UCV 1968, tesis entre Las Trincheras y El Cambur, Carabobo.


1964


2003



Gneis del Dragón (rojo)


Mario Vignali C.[128] junto al mapa de la Península de Paria.

Figura 60*. Profesores de la UCV que han trabajado en la cartografía geológica de regiones de rocas metamórficas del norte de Venezuela.*

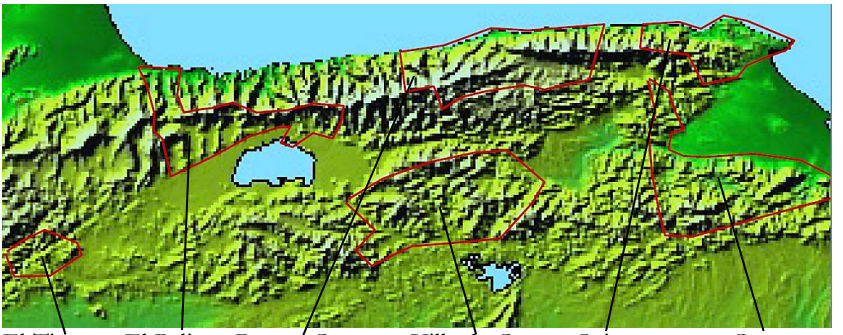


Figura 60K*. Áreas levantadas por profesores y tesistas de la UCV en las décadas de los años 1970-80´s.*

[128] Geólogo UCV 1962, tesis en Guarico, Lara.

Región de Todasana. En enero de 1969, **F. Urbani**[129] inicia el levantamiento geológico de la hoja "2501-IX La Sabana" a escala

[129] Desde inicios de 1968, el hermano del autor, Amedeo Mario Urbani Patat (1942-1996) (Fig. 61A), se desempeñaba en el Instituto Agrario Nacional, como topógrafo jefe de la Delegación del Departamento Vargas del Distrito Federal, encargado de los levantamientos topográficos para planificar asentamientos campesinos del Programa Reforma Agraria en dicha jurisdicción.

En diciembre 1968, el autor ingresa a trabajar en el Laboratorio 330 del Depto. de Geología de la UCV y en ese mismo mes, su hermano Amedeo le trajo una muestra de roca procedente del Río Todasana. Por su rareza, junto al Prof. **Antonio Quesada Estévez** (Geólogo UCV´1962), entonces jefe del Lab. 330, se planifica un viaje para comienzos de enero 1969. En esa primera visita participaron Antonio Quesada, **Henry Briceño** (preparador del lab. 330, no graduado), **A.** y **F. Urbani**. En tres días recorren parte de los ríos Todasana, La Sabana (Fig. 61C) y Caruao, colectando una gran cantidad de rocas de tipos no reportado previamente en la CdlC. Entonces se acordó que F. Urbani se encargaría del levantamiento de esta región, pero a falta de recursos en la UCV se visitó al Director de Geología del MMH, para plantearle la realización de un estudio, llevándole una parte de la colección de rocas. El geólogo **Alirio Bellizzia** nos recibió de inmediato y al ver las rocas notó su importancia y, nos propuso que la UCV se encargara de la cartografiar de la hoja 2501-IX a 1:25k (Fig. 61B). Durante esa misma reunión, Alirio Bellizzia hizo llamar al geólogo **Miguel Wehrmann** (geólogo, UCV´1964, tesis en Paria) que entonces trabajaba en el levantamiento de la región de Colonia Tovar – Caracas - Guatire, instruyéndolo que nos facilitara un "Jeep" entonces sin uso y que nuestros gastos de campo se cargasen a su cuenta. Sorprendentemente, en esa reunión de menos de una hora, sin nada escrito, el proyecto quedó sellado y andando.

En la tercera semana de enero se realizó la primera campaña formal de cartografía geológica de una semana de duración (Fig. 61D). Desde La Sabana se ascendió por el viejo camino de recuas La Sabana – Guatire, hasta la Fila Maestra para luego descender por el Río Todasana.

Las salidas de campo eran a través de campamentos volantes por ríos y quebradas, acompañados por dos o tres "baqueanos"; variaban de seis a nueve días en campo, seguida de otra semana en Caracas para estudios petrográficos.

Durante el resto del año 1969, en septiembre se culmina el informe y el trabajo fue presentado en el *IV Congreso Geológico Venezolano* de noviembre 1969 (Fig. 56E), para luego ser publicado en las *Memorias* en 1972.

Luego del regreso del autor de sus estudios de postgrado en la Universidad de Kentucky, a comienzos de 1974 asigna a su primer tesista en la CdlC, con el objetivo de estudiar en detalle el cuerpo de rocas dioríticas-gabroides que aflora en los ríos Todasana y Oritapo. El tesista escogido fue **Nicolás Escalona**

1:25k, estado Vargas, donde se ubican varios cuerpos de rocas metaplutónicas de característica únicas para la CdlC que afloran en las cuencas de Todasana, Oritapo y Caruao y en áreas circunvecinas.

El trabajo fue presentado en el *IV Congreso Geológico Venezolano* celebrado en Caracas en noviembre de 1969 (URBANI y QUESADA 1969 [resumen], 1972 [texto completo en las Memorias]). Los aspectos técnicos de estas rocas aparecen en el Capítulo 4.

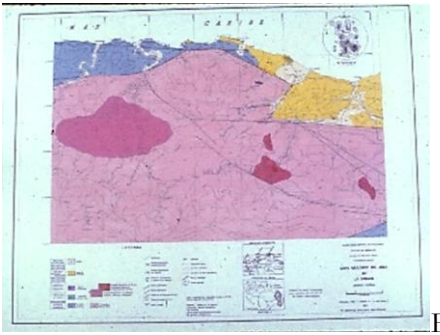



C

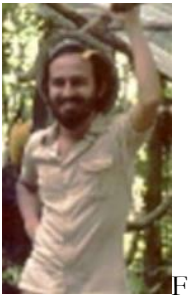

D

Figura 61*. Trabajos en la región de Todasana, Vargas.*

(1951-2021) (Fig. 56G), quién se graduó con la máxima calificación. Las muestras por él recogidas fueron luego analizadas químicamente para componentes mayoritarios y elementos trazas por **Victoria Lara** y **Alicia N. Núñez** en 1979, como parte de sus tesis de grado de la Licenciatura en Química, Opción Geoquímica (LARA 1979, NÚÑEZ 1979). La información de campo, petrográfica y química fue reanalizada en la tesis de **Claudia CABRERA** (2008). Más detalles en el Capítulo 4.


E




F


G

Figura 61*. Trabajos en la región de Todasana, Vargas.* ***A****: Amedeo Urbani Patat (1942-1996) en 1972.* ***B****: Hoja 2501-IX La Sabana, 1:25.000, levantada geológicamente en 1969.* ***C****: Primera cascada del Río La Sabana. De izquierda a derecha Antonio Quesada y Henry Briceño, enero 1969.* ***D****: F. Urbani en el curso medio del Río Todasana, enero 1969.* ***E****: Mapa geológico de la región de La Sabana-Caruao, corresponde a una fotografía tomada de la cartelera durante su exposición en el IV Congreso Geológico Venezolano, Hotel Caracas Hilton, noviembre 1969.* ***F****,* ***G****: Campamento volante en el curso medio del Río Todasana con dos baqueanos, el tesista Nicolás Escalona y su tutor F. Urbani, 1974.*

Luego de la tesis de grado de Nicolás Escalona, en el Laboratorio 330 del Depto. de Geología, UCV, se planifican una serie de tesis para continuar el levantamiento hasta Cabo Codera. Para posteriormente continuar por el flanco sur de la Serranía del Litoral hasta Capaya. De allí en adelante y hasta los años 1990´s continúan trabajos sistemáticos de levantamientos geológicos en la CdlC dirigidos por varios profesores (Fig. 60K).

6. Ciclo de la Universidad de Rice, Houston

Desde mediados de los años 1980´s, el Dr. **Hans Avé-Lallemant**[130] (1938-2016) (Fig. 62b) de la Universidad de Rice, empieza a trabajar en la geología del norte de Venezuela, donde admite a estudiantes de maestría y doctorado. En estos proyectos venezolanos, entre otros, también participan los doctores **Virginia B. Sisson**[131] (Fig. 62c), **Sorena S. Sorensen**[132] (Fig. 62d) y **James E. Wright**[133] (Fig. 62e). Se incorporan varios tesistas de postgrado, como:

-**Marino Ostos**[101] (Fig. 60f), quién en su tesis de maestría trabaja en la Peridotita de Tinaquillo (1985) y luego su tesis doctoral de 1992 fue sobre la evolución de la CdlC con base a datos geoquímicos.

-**Layla M. Stiles** (o **Unger**)[134] y **Chad A. Smith** trabajan en geoquímica, petrología y geocronología de la Faja de Villa de Cura.

[130] Hans Gerhard Avé Lallemant (1938-2016). Holandés, nacido en Indonesia, con doctorado de la Universidad de Leiden. Desde 1970 hasta su jubilación en 2006, se desempeñó como profesor en la Universidad de Rice, Houston. Información biográfica en https://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Av%C3%A9_Lallemant

[131] Virginia B. Sisson. Universidad de Princeton PhD'1985. Profesora de la Universidad de Rice 1986-2004.

[132] Sorena S. Sorensen. UCLA PhD'1984. Especialista en inclusions fluidas. Afiliada al Department of Mineral Sciences, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.

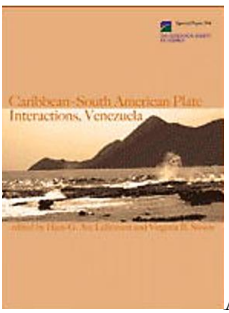
[133] James E. Wright. Universidad de California PhD´1980. Entre 1989 y 2000 fue profesor de la Universidad de Rice. Luego pasa a la Universidad de Georgia y, en años 2000's y 2010´s dirige tesistas venezolanos de maestría y doctorado, realizando relevantes trabajos de geocronología en el norte de Venezuela, reseñados en Capítulo 5 de esta obra.

[134] Layla Maria Stiles, firma su tesis de maestría como Stiles, mientras que en publicaciones posteriores adopta el apellido de casada: Layla M. Unger.

-**Jaime Pérez de Armas** (Fig. 62e) y **Brian D. Locke** lo hacen en termocronología en la faja piemontina de la Serranía del Interior.

Probablemente los trabajos más citados en referencia a la CdlC de este grupo de trabajo, sean en de SISSON *et al.* (1997) que deduce las condiciones del metamorfismo de AP-BT de las rocas eclogíticas de Puerto cabello y, el trabajo de SMITH *et al.* (1999) que determina edades del metamorfismo de las unidades del Terreno Villa de Cura, con dos trayectorias P-T-t distintas.

En 2005, Hans Avé-Lallemant y R. Sisson editan el libro titulado *Caribbean – South American plate interactions, Venezuela*, como el *Special Paper 394* de la Geological Society of America (Fig. 62A), una obra con capítulos de revisión sobre la geología del norte de Venezuela y, los temas tratados en las tesis de postgrado. Esta es una obra fundamental para la geología del norte de nuestro país.



A

Portada libro 2005


B

Hans Avé-Lallemant (1938-2016)


C

Virginia B. Sisson


C

Sorena S. Sorensen


D

James E. Wright


E

Jaime Pérez de Armas

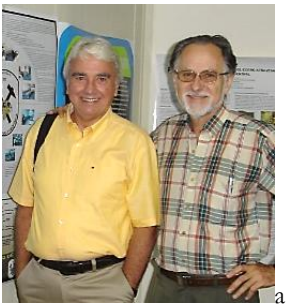
***Figura 62**. Geólogos.*

7. Otras instituciones

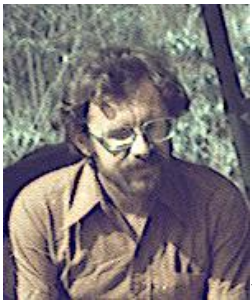
En las dos últimas décadas del siglo XX hubo contribuciones al conocimiento geológico de la CdlC, a través de levantamientos geotécnicos.

De ellos destaca la obra de la División de Geotecnia del MMH, dirigida por el geólogo **Piero Feliziani**[135] (1939-2025) (Fig. 62Ba), donde elaboraron mapas geotécnicos a escala 1:5k de la franja sur de la ciudad de Caracas, contribuyendo con ello en el mejoramiento de su cartografía geológica, que previamente solo estaba a escala1:100k.

En **1981** esta empresa OCOIDESA obtuvo un contrato sobre rutas alternativas para la construcción de una nueva autopista entre Caracas y el litoral. Los geólogos **Eugenio Szczerban**[136] (Fig. 62Bb)y **Pablo Colvée**[137] (Fig. 62Bc) realizan un detallado levantamiento geológico de las cuencas de los ríos Tacagua y bajo Río Mamo, con petrografía por el Dr. Suhas Talukdar (SZCZERBAN y COLVÉE 1982). El contenido de sus mapas fue incorporado en el *Atlas* de URBANI y RODRÍGUEZ (2004).



a *Piero Feliziani con F. Urbani, 2008*



b *Eugenio Szczerban c.1974.*



c *Pablo Colvée c.1974*

Figura 62B. *Geólogos*

[135] Piero Feliziani Serafini (1939-2025), semblanza en RODRÍGUEZ (2025).

[136] Eugenio Szczerban Dolinde (Ucrania, 1941). Geólogo UCV´1974, con tesis de grado en la región de Puerto Ayacucho.

[137] Pablo Colvée (Cataluña, España, c.1944 – Caracas, c.2007). Geólogo, Universidad de Turín, Italia, 1968.

SIGLO XXI

Programa de cartografía geológica del norte de Venezuela por la UCV y FUNVISIS

El 16 de diciembre de 1999 ocurrió la Tragedia de Vargas, con las terribles consecuencias de pérdidas de vidas humanas y destrucción de infraestructura. Entonces el Gobierno Nacional nombró al Dr. Carlos Genatios como Autoridad Única de Área para el Estado Vargas, encargado de realizar estudios básicos para establecer un nuevo ordenamiento territorial, así como proyectar obras de contención y mitigación de efectos de futuros eventos hidrometeorológicos extremos. En ese contexto se dispuso que FUNVISIS elaborara el mapa geológico del estado Vargas a escala 1:25k; entonces presidente de la Fundación profesora Nuris Orihuela comisiona al Prof. F. Urbani para esta labor y con el apoyo de tesistas de geología de la UCV.

Para esa labor se incorporaron los tesistas Víctor Cano, Luis Melo, Juan Carlos Suarez y Adrián Castillo, para realizar el levantamiento de la zona de Tanaguarena – Los Caracas; mientras que Lucía Barboza y Siul Rodríguez, integran la información de tesistas previos en el resto del estado Vargas.

Con la experiencia adquirida con los mapas del estado Vargas, el proyecto se extendió al resto de la Cordillera. Para esta nueva etapa se incorporaron otros ocho tesistas que integraron la cartografía y reunieron bases de datos petrográficos y geoquímicos (TARDÁGUILA 2002, OMAÑA 2002, ORTA 2003, DÍAZ 2003, ANDRADE 2003, SUEIRO & URBINA 2004, CALDEVILLA 2004). Esto culminó con la elaboración de 147 hojas a escala 1:25k que se publicaron en el "*Atlas geológico de la Cordillera de la Costa*" (URBANI y RODRÍGUEZ 2004) (Fig. 63).

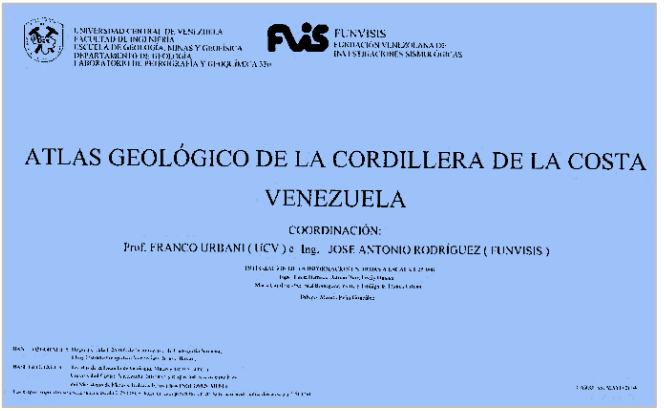




Figura 63A. *"Atlas geológico de la Cordillera de la Costa" (URBANI y RODRÍGUEZ 2004). Franco Urbani y José Antonio Rodríguez (editores) y Marina Peña González (quién elaboró todos los mapas).*[138]
Tesistas que participaron en parte de la integración de los mapas geológicos"

[138] Las 147 hojas geológicas fueron dibujadas por Marina Peña González sobre láminas de mylar y textos en tinta china con el dispositivo Leroy.

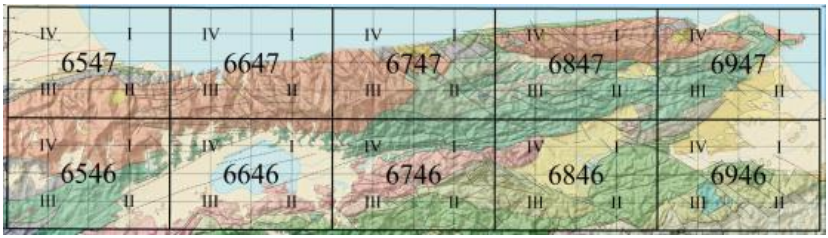


Figura 63B. *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa. 2004. Mapa índice de las 146 hojas geológicas a escala 1:25k, que completan el área de diez hojas a 1:100k del cuadriculado oficial de la Cartografía Nacional.*

Entre 2004 y 2006, F. Urbani participa en un proyecto coordinado por el Servicio Geológico de los Estado Unidos de América (USGS) en la elaboración de mapas geológicos digitales de varios países suramericanos. Este nuevo mapa geológico de Venezuela se realiza a escala 1:750k, donde la información proviene de:

(a) Mapa geológico-estructural de BELLIZZIA *et al.* (1976);

(b) Mapas de TECMIN-CVG - USGS para Guayana y,

(c) *Atlas* … de URBANI y RODRÍGUEZ (2004) para la CdlC (con unidades paleozoicas en buena parte de la Serranía Costera)

Este nuevo mapa del país está disponible en tres ediciones: dos en formato imagen, una en inglés y otra en español (HACKLEY *et al.* 2004, 2006) (Fig. 64A) y, la tercera, en formato ArcGIS. La información geológica se montó sobre el modelo digital de elevación SRTM de la NASA (GARRITY *et al.* 2004).

Este es el primer mapa geológico de toda Venezuela, donde buena parte de la Cordillera de la Costa aparece con edades paleozoicas.

En años sucesivos, este mapa fue utilizado para la actualización de los mapas geológicos del mundo, de Suramérica y de la región del Caribe, OneGeology y otros. En estas otras versiones aparece simplificado a escalas 1:1M y 1:5M.

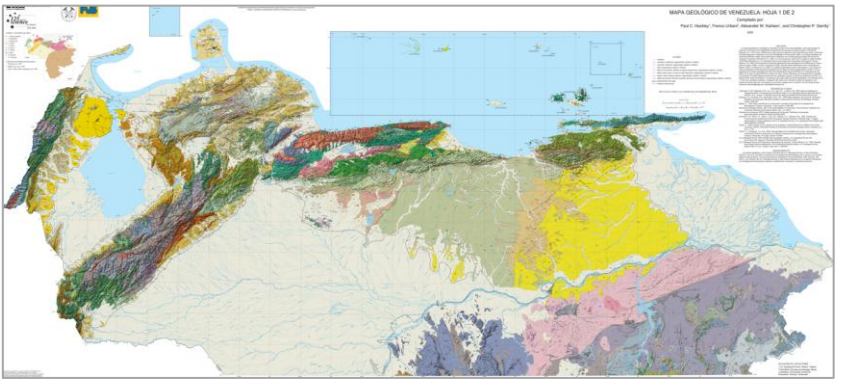
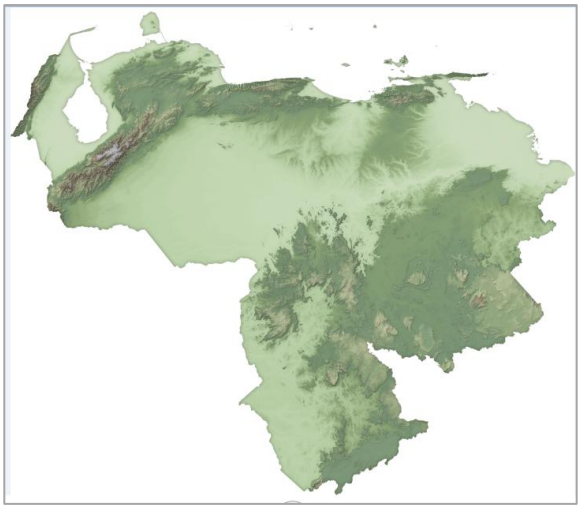


Figura 64*. Mapa geológico de Venezuela sobre relieve sombreado a escala 1:750.000 (proyecto conjunto USGS, UCV y FUNVISIS).*
A*: Hoja norte.* ***B****: Detalle de la Cordillera de la Costa.*
Este es el primer mapa geológico de toda Venezuela, donde gran parte de la Serranía Costera de la CdlC aparece de edad pre-Mesozoico. ***C****: Paul Hackley.*



D



E

Figura 64. *Modelo digital de elevación con base a la misión SRTM de la NASA (*GARRITY et al. *2004).* ***D****: Edición 2004.* ***E:*** *Edición 2010.*

En **2009**, **Sebastián Grande** y **Franco Urbani** publican un trabajo donde se describen petrográficamente rocas de alto grado metamórfico, que afloran en cuerpos dispersos de Venezuela noroccidental (Fig. 65), interpretando una afinidad grenvilliana (GRANDE y URBANI 2009).

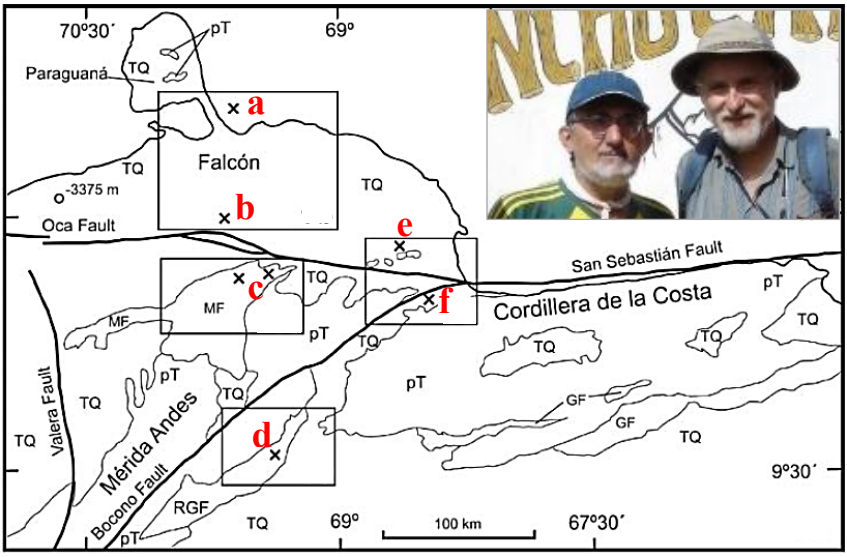


Figura 65*. Localidades con rocas metamórficas de alto grado* ***a****: Basamento de pozos en Ensenada de La Vela, Falcón,* ***b****: xenolitos en volcánicas del Cerro Atravesado, Falcón,* ***c****: clastos en conglomerados de la Fm. Matatere, Siquisique, Lara,* ***d****: clastos en la Fm. Nuezalito, Río Bocoy, Portuguesa,* ***e****: Complejo Yumare,* ***d****: Complejo El Guayabo, Yaracuy. (GRANDE y URBANI 2009).*

- - - - - - - - - - -

Sismos y manifestaciones termales

En los años 2018 y 2019, al noroeste de Valencia hubo una actividad sísmica importante. Entre abril y septiembre de 2018 se registrados 268 sismos y 154 sismos entre enero y diciembre de 2019 (Fig. 65A). Los de mayor magnitud fueron de 5,2 Mw y 4,7 Mw. Los datos registrados por FUNVISIS fueron procesados por modelos corticales para obtener las ubicaciones hipocentrales, también se determinación dos mecanismos focales; de los cuales se obtiene que los sismos se originaron de fallas sinestrales de deslizamiento horizontal con rumbo estimado NNO-SSE (GONZÁLEZ *et al.* 2025). Estos autores concluyen que "*La fricción de la roca debido al movimiento activo de la región parece ser el causante de la actividad geotérmica y esta a su vez el causante de la secuencia de sismos o enjambre sísmico*".

Al respecto cabe señalar, que los geotermómetros químicos calculados para la fuente termal de Las Trincheras permiten interpretar que corresponde a un sistema

alimentado por un reservorio intermedio de c. 170 °C, a su vez sustentado de otro más profundo de c. 210°C (URBANI 1991: 236), coherentes con profundidades de 4 a 6 km bajo un gradiente geotérmico normal. El autor de este capítulo, considera que la fricción tectónica no puede generar la potencia térmica necesaria para sostener una descarga de >150 L/min a temperaturas sobre 90°C por siglos[139]. La falla dextral de Las Trincheras es la que controla el ascenso del agua termal, actuando como conducto que conecta los acuíferos calientes profundos con la superficie.

Las fuentes termales de la Cordillera de la Costa pueden explicarse por un modelo de circulación profunda de aguas meteóricas, que se infiltran en las zonas montañosas y descienden hasta varios kilómetros de profundidad, donde se calientan bajo un gradiente geotérmico normal. Al ser interceptados los reservorios profundos por fallas permeables, los fluidos ascienden mediante conductos estructurales bien definidos. La estabilidad térmica registrada a lo largo de siglos es coherente con un sistema controlado por la arquitectura de la "plomería" subterránea -la interacción entre fallas, permeabilidad y acuíferos profundos- más que por procesos sísmicos o friccionales transitorios.

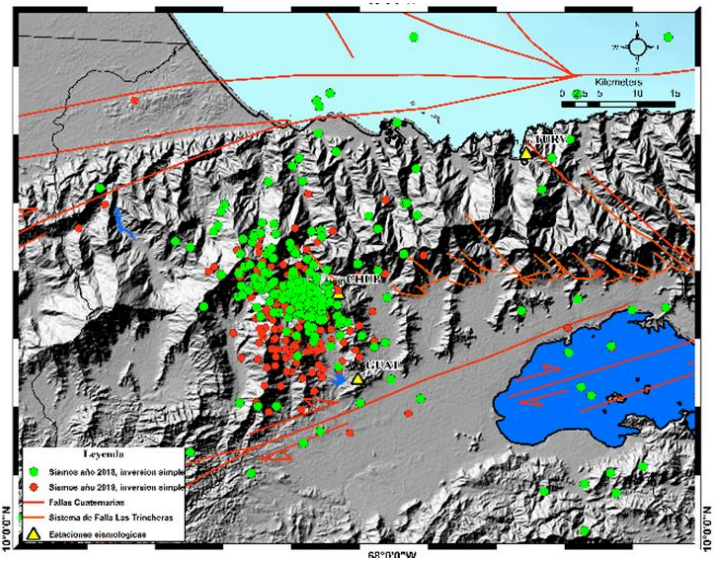
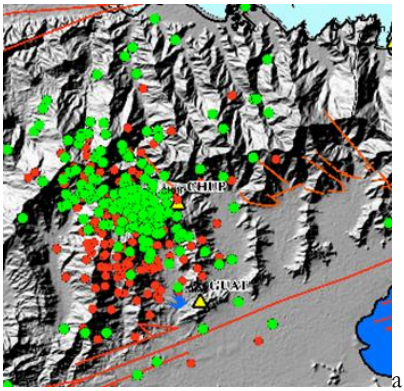
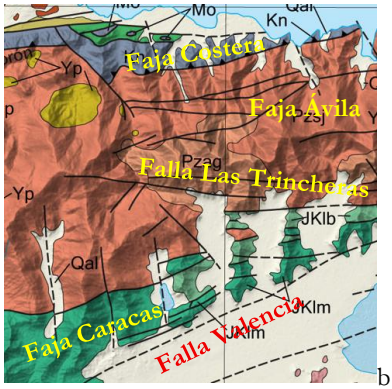


***Figura 65A**. Distribución de epicentros de los sismos de los años 2018 (verde) y de 2019 (rojo).* (GONZÁLEZ *et al.* 2025)

[139] La primera medición de 91°C se debe a Alejandro de Humboldt en 1800.



a



b

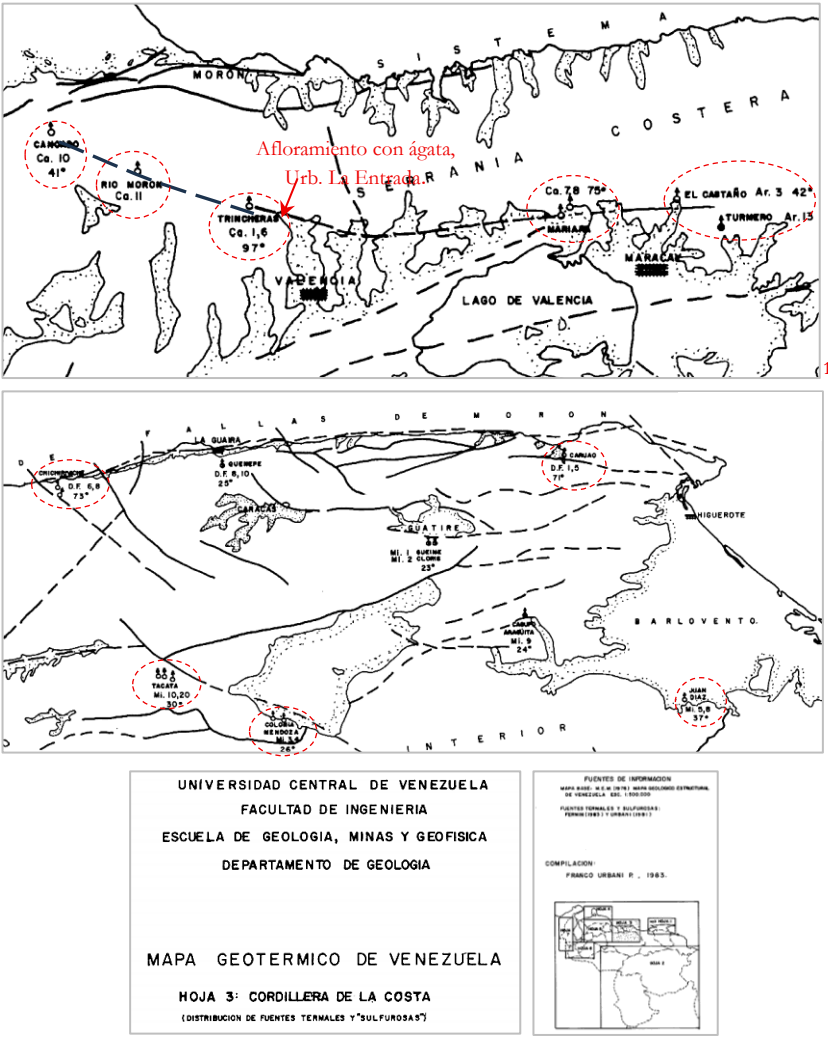


c



d

Figura 65B. ***a****: Distribución de epicentros de 2018 y 2029, imagen ampliada de la figura anterior.* ***b****: Fragmento del mapa geológico de HACKLEY et al. (2006).* ***c****: Esquema de un "triángulo de fallas" integrado por las fallas de Las Trincheras, Valencia (parte del sistema de fallas Tucuragua - La Victoria) y con líneas segmentadas se propone una de las posibles fallas sinestrales de rumbo NNO-SSE que originaron los sismos de 2018-2019. Mapa base: Hoja NC-19-I, 1:500k, Caracas, 1977, DCN.* ***d****: Afloramiento del plano de la Falla Las Trincheras, quebrada Aguas Calientes a 1,5 km al este de la fuente termal.*



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE GEOLOGIA, MINAS Y GEOFISICA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MAPA GEOTERMICO DE VENEZUELA

HOJA 3: CORDILLERA DE LA COSTA
(DISTRIBUCION DE FUENTES TERMALES Y SULFUROSAS)

FUENTES DE INFORMACION

COMPILACION:
FRANCO URBANI P., 1985.

Figura 65C. *Fuentes termales de la Cordillera de la Costa. Fragmento del Mapa Geotérmico de Venezuela (*URBANI *1991).*
https://saber.ucv.ve/bitstream/10872/9110/1/0861.JPG

[140] En la Cordillera de la Costa solo en Las Trincheras se ha encontrado sinter silíceo, algo típico de manantiales que brotan a temperaturas cercana a la ebullición. En 1981 cuando la Urbanización La Entrada estaba en construcción, el tesista Emílio Álvarez encontró un afloramiento de sinter silíceo bandeado tipo ágata, obviamente un paleo-manantial.

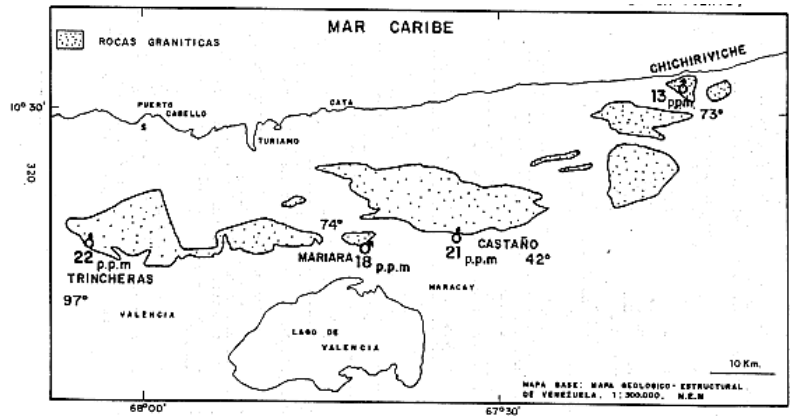


***Figura 65D**. Distribución de rocas graníticas en la Cordillera de la Costa y ubicación de las cuatro fuentes termales de mayor contenido de fluor del país. En cada caso se indica la concentración de F y la temperatura máxima medida. Los manantiales brotan de granitoides, que son las rocas más enriquecidas en F de toda la corteza, lo que explica estos valores anómalos (URBANI 1991: 320).*

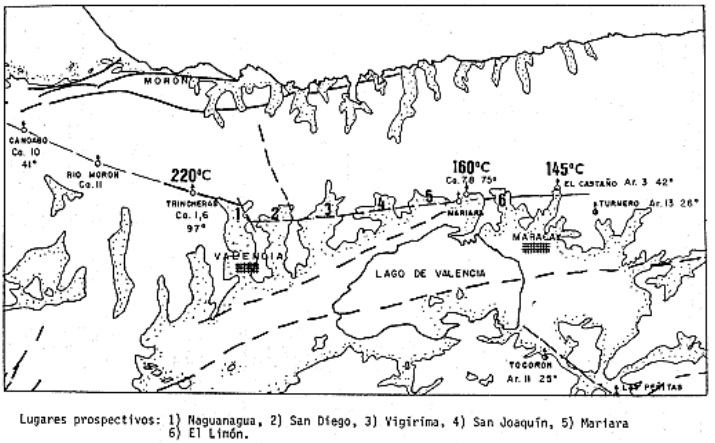


***Figura 65E**. Distribución de fuentes termales asociadas a la Falla Las Trincheras. Se indican las temperaturas del manantial y el estimado dado por geotermómetros químicos de sus posibles reservorios profundos (URBANI 1991: 326).*

En el caso de la fuente termal de Las Trincheras -con su alto caudal y estabilidad termal desde 1800-, así como la notable alineación de otras cuatro fuentes termales a lo largo de su traza de casi 80 km (Fig. 65E), nos lleva a concluir -al igual que otros investigadores usando otras líneas de evidencia-, que la Falla Las Trincheras es una falla activa -neotectónica-. El caudal sostenido y la presencia de sinter silíceo indican que la zona de falla ha mantenido una alta permeabilidad hasta la actualidad. Dado que la sílice sella rápidamente conductos inactivos, la persistencia del sistema implica microfracturación neotectónica o hidrotermal activa, lo que convierte a la estructura en una falla hidráulicamente activa.

Comentarios

Entre 2004 y 2015 hubo un gran avance en el conocimiento de las regiones donde afloran rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela, principalmente en tres vertientes:

1) *Integración de mapas geológicos*

Luego de la publicación del *Atlas Geológico de la Cordillera de la Costa* (URBANI y RODRÍGUEZ 2004), el trabajo continuó sistemáticamente con trabajos especiales de grado hasta completar 439 hojas a 1:25k, uno a escala 1:5k, dos a escala 1:10k, uno a escala 1:500k y 11 a escala 1:100k (Fig. 66), que abarcan una área de 56 mil km^2.

Mapas geológicos integrados, 2002 - 2017.

Región	Número de mapas	Autores
Archipiélago Los Monjes Cojoro - Cusia, Guajira, Zulia Isla de Toas, Zulia	1 a 1:5 k 2 a 1:25 k 1 a 1:10 k	Azancot (2008)
Atlas geológico de la región de Carora – Morón - Acarigua - Barquisimeto	149 a 1:25 k, 10 a 1:100k, 1 a 1:10k, 1 a 1:500 k	Urbani, Díaz y Gómez (2017)
Paraguaná	32 a 1:25 k	Mendi y Rodríguez (2005), Mendi (2016)
El Baúl, Cojedes	11 a 1:25 k, 1 a 1:100k	Viscarret (2009)
Atlas de la Cordillera de la Costa	147 a 1:25 k	Urbani y Rodríguez (2004)
Sur de la Serranía del Interior	9 a 1:25k	Medero (2014), Núñez (2015), Díaz (2015)
Araya, Sucre	19 a 1:25 k	Alvarado (2005), Mujica (2017)
Paria, Sucre	33 a 1:25 k	Petrash y Revanales (2006)
Isla de Margarita, Nueva Esparta	18 a 1:25 k	Rekowski y Rivas (2005)

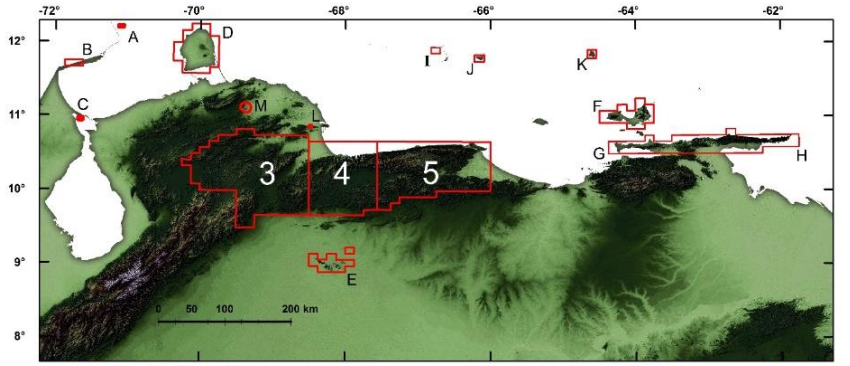


Figura 66*. Localización de las regiones estudiadas entre 2001 a 2015 con tesistas de la UCV y financiamiento de FUNVISIS. Los números 3, 4 y 5 ubican a las figuras 5A, B y C.* ***A****: Archipiélago de Los Monjes.* ***B****: Guajira.* ***C****: Toas.* ***D****: Paraguaná.* ***E****: El Baúl.* ***F****: Margarita.* ***G****: Araya.* ***H****: Paria.* ***I****: Gran Roque.* ***J****: La Orchila.* ***K****: La Blanquilla.* ***L****: Yaracuybare.* ***M****: Falcón central.*

La integración de los mapas geológicos del polígono "3" de la figura anterior, empezó con el estudio **Ofiolita Siquisique**. Luego, por el hallazgo de espesas capas de peñones y conglomerados dentro de la Formación Matatere, con abundantes clastos de rocas plutónicas y volcánicas, el trabajo se extendió para cubrir toda el área de afloramientos de la Formación Matatere. También se continuó hacia el sur, hasta la zona de Acarigua donde aflora el cuerpo volcado de rocas máficas y ultramáficas de Cerro Pelón. Finalmente, se empató con el área previamente cubierta por el *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa* de Urbani y Rodríguez, 2004. Los aportes de este proyecto aparecen en el libro *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*, dos volúmenes (URBANI, Editor, 2021) (Fig. 66B).



***Figura 66B**. Portadas de los dos volúmenes de la obra "Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy", 2021.*[141]

Estos trabajos permitieron dan una visión tanto local, como regional de la distribución, origen y evolución de los terrenos tectonoestratigráficos presentes; una síntesis de este conocimiento se publicó en URBANI (2018) y, aparece muy ampliado en el Capítulo 4 de esta obra.

[141] Los dos volúmenes pueden descargarse en:
Vol. 1: https://www.researchgate.net/publication/355164656
Vol. 2: https://www.researchgate.net/publication/352771220
La obra fue Ganadora del *Premio Juan Manuel Cagigal al mejor Libro de Investigación en el Campo de la Ingeniería, el Hábitat y Especialidades Afines.* Edición 2022. Que otorga la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Caracas (*Bol. Hist. Geociencias Venezuela*, 139: 108-113, 2022).

2) *Geocronología*

Destaca la tesis doctoral de Patxi Viscarret, 2009, sobre el macizo de El Baúl, que con el hallazgo de edades pérmicas y cámbricas determinadas por el método de U-Pb en cristales de zircón, cambia completamente la visión de esta región antes creída no más antigua que Jurásico.

Sigue la tesis doctoral de Marvin Baquero, 2013, que aporta decenas de edades de unidades nunca antes datadas, lo que permiten un notable avance en el conocimiento e interpretaciones de origen y evolución de los terrenos tectonoestratigráficos.

Herbert Fournier y colaboradores, 2017, presentan edades $^{40}Ar/^{39}Ar$ de rocas de la Isla de Margarita, Río Miguelena en Vargas donde ya vislumbra un evento de AP-BT del Cenozoico. También en rocas de alto grado metamórfico del Río Bocoy que confirman las interpretaciones previas neoproterozoicas basadas en petrografía.

James E. Wright de la Universidad de Georgia, estudias zircones detríticos de múltiples unidades del norte de Venezuela y de los Andes de Mérida (a través de tesistas de maestría: Mariela Noguera y Humberto Dugarte.

El grupo de trabajo de Tectonic Analysis dirigido por James Pindell con Uwe Martens, Diego Villagómez y Alejandro Beltrán, estudia muestras por los métodos de $^{40}Ar/^{39}Ar$ y U-Pb en cristales de zircón.

Los resultados de estos estudios se reseñan en el Capítulo 4.

3- Proyecto GEODINOS

En el año 2015, **Michael Schmitz**, **Franck Audemard** y **Franco Urbani** editan un libro titulado *El límite noreste de la placa suramericana: estructuras litosféricas de la superficie al manto* (Fig. 67), con 15 capítulos de geología, geofísica y geomática, fundamentalmente del norte del país.

Como parte de los trabajos en la zona de Siquisique, además de los trabajos de cartografía geológica y petrografía, destacan la tesis doctoral de **María Isabel Sandoval** bajo la dirección del Prof. **Peter**

Baumgarten de la Universidad de Lausanne, que determinan la fauna de radiolarios de un chert asociado a las rocas volcánicas (SANDOVAL *et al.* 2022) y, la geocronología U-Pb en cristales de zircón y baddeleyita por **Andrew Kerr**, **Kevin R. Chamberlain** (Fig. 68) y **Marvin Baquero** (KERR *et al.* 2021): U-Pb *In situ* SIMS y U-Pb convencional. Todos aportando una edad Cretácico Temprano, con importantes derivaciones.

Un trabajo destacado de este período, fue el desarrollado por el Prof. Sebastián Grande con sus estudios petrográficos de rocas metamórfica de alto grado en el noroccidente del país, que interpreta como formadas en la orogénesis grenvilliana (GRANDE y URBANI 2009), luego corroborado por geocronología U-Pb en zircón por Marvin Baquero (GRANDE 2013).



Figura 67. *Geólogos.*[142]

[142] Fuentes: Perfiles en Researchgate.

El último trabajo que presenta una revisión de la geología de la Cordillera de la Costa, es el de PINDELL *et al.* (2025), cuyo contenido se trata en mayor detalle en el capítulo 4.

Journal of the Geological Society

Late Eocene Lu–Hf ages on Carayaca (Puerto Cabello) eclogites: reconstructing the history of the Cordillera de la Costa Central, northern Venezuela

James Pindell, Walter V. Maresch, Franco Urbani Patat, Erik E. Scherer, Hans-Peter Schertl, Klaus Stanek, Wenyong Duan & Diego Villagómez

DOI: https://doi.org/10.1144/jgs2024-145

To access the most recent version of this article, please click the DOI URL in the line above. When citing this article please include the above DOI.

Received 25 July 2024
Revised 5 March 2025
Accepted 12 April 2025

3. PRINCIPALES DISCUSIONES GEOLÓGICAS

En los años 1950´s-1980´s ocurren grandes y continuos descubrimientos a través de la cartografía geológica sistemática de la Cordillera; primero por parte de los tesistas de la Universidad de Princeton, luego por geólogos del MMH y las campañas de profesores y estudiantes de la UCV. Algunos de los aspectos que generaron mayor discusión en esa época, ya sea por su importancia geológica o lo anecdótico, se tratan a continuación.

Rocas volcánicas de la Faja Villa de Cura

La configuración estructural de la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura, ha sido objeto de múltiples interpretaciones, muchas de ellas relativamente similares en su concepto, pero diferentes según la región estudiada por los autores. En la Fig. 69 se presenta una compilación de secciones geológicas, donde la llave de color rojo ubica la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura (actuales terrenos Villa de Cura y San Sebastián). Las secciones se encuentran a distintas escalas y todas están orientadas con el norte a la izquierda.

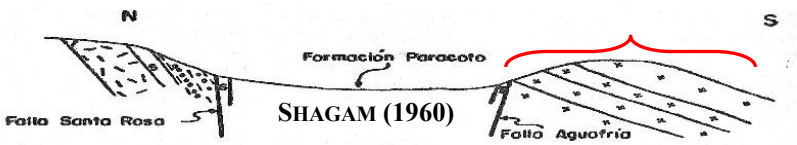


Figura 69. *Secciones geológicas a través de la Cordillera de la Costa, con la interpretación estructural de la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura.*

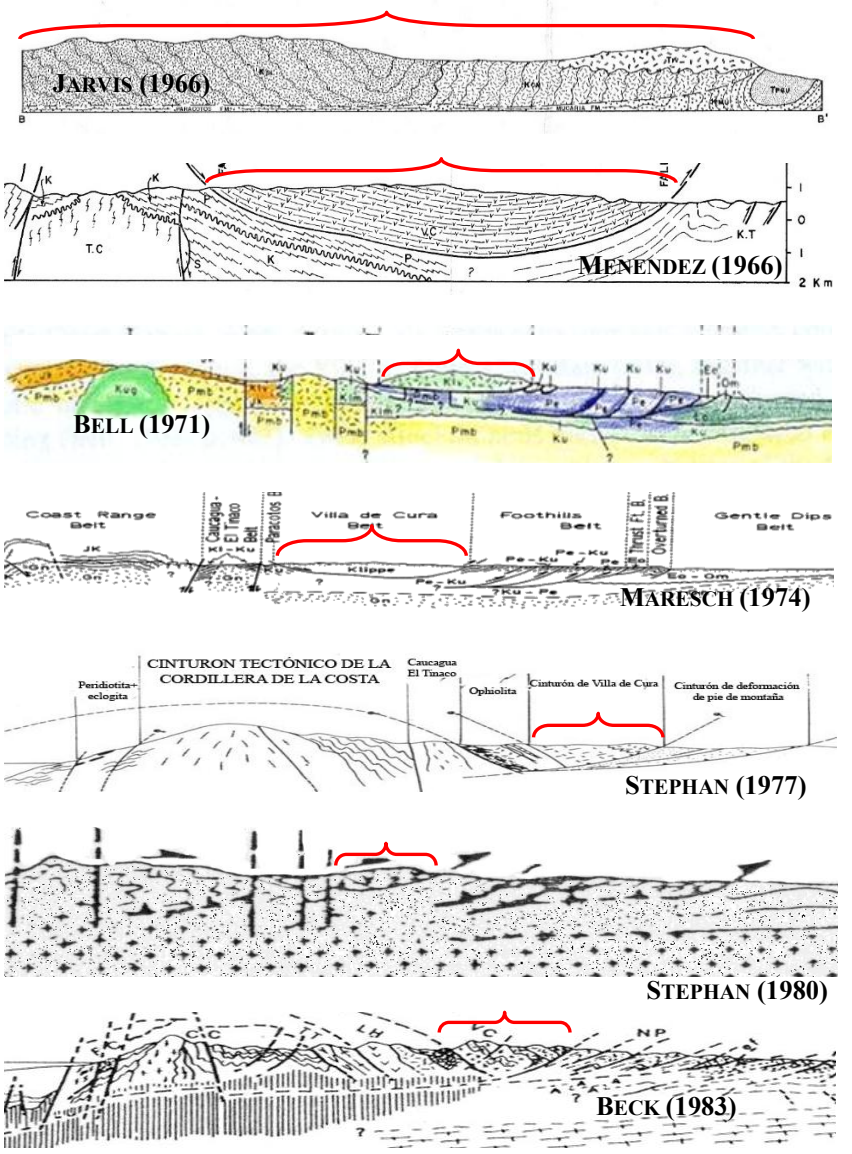


Figura 69. *Secciones geológicas a través de la Cordillera de la Costa, con la interpretación estructural de la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura.*

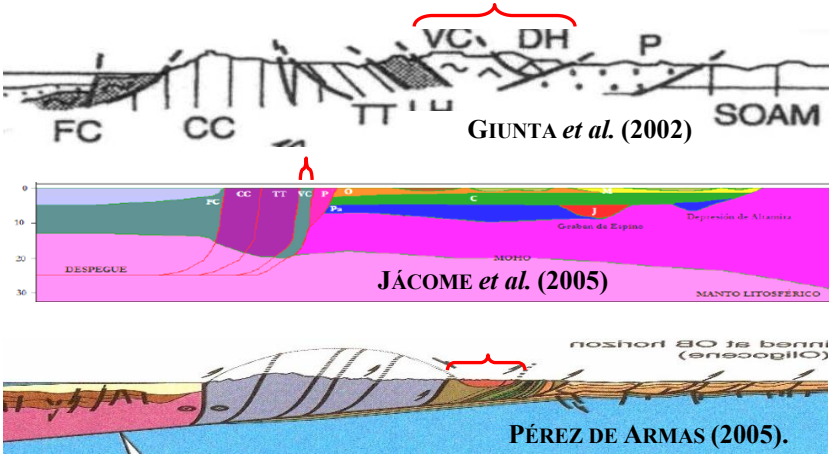


Figura 69. *Secciones geológicas a través de la Cordillera de la Costa, con la interpretación estructural de la faja de rocas volcánicas de Villa de Cura.*

SHAGAM (1960) cartografía la faja de Villa de Cura y la subdivide en cuatro unidades, de norte a sur y en "orden estratigráfico" de base a tope como El Caño, El Chino, El Carmen, Santa Isabel. Posteriormente SEIDERS (1965) interpreta que el orden es inverso dado que en la zona de Caucagua encuentra que el metamorfismo de Santa Isabel es mayor a las demás unidades.

En la Serranía del Interior, la UCV trabaja en las rocas de Villa de Cura, primero con tesis dirigidas por el Prof. **Enrique Navarro** entre Villa de Cura y San Casimiro, luego continuados en la zona de Guatopo por el Prof. F. Urbani. Con estos trabajos se reactiva la discusión sobre el origen y distribución de estas unidades volcánicas, que ya había comenzado con los trabajos de la Universidad de Princeton. En la cartografía geológica realizada por la UCV en la zona de Aragua (NAVARRO 1983), no se separa a las unidades de El Caño y El Chino, ambas fundamentalmente constituidas por metatoba, recomendándose en consecuencia utilizar una sola unidad sin

diferenciar, identificada como Unidad de Metatoba, mientras que sí se distinguen tanto a El Carmen (denominada Unidad de Metalava), como a Santa Isabel (Unidad de Granofel) (Fig. 70a). Al igual que Seiders, también interpreta que Santa Isabel es la unidad más vieja debido a su mayor metamorfismo (Fig. 70b).

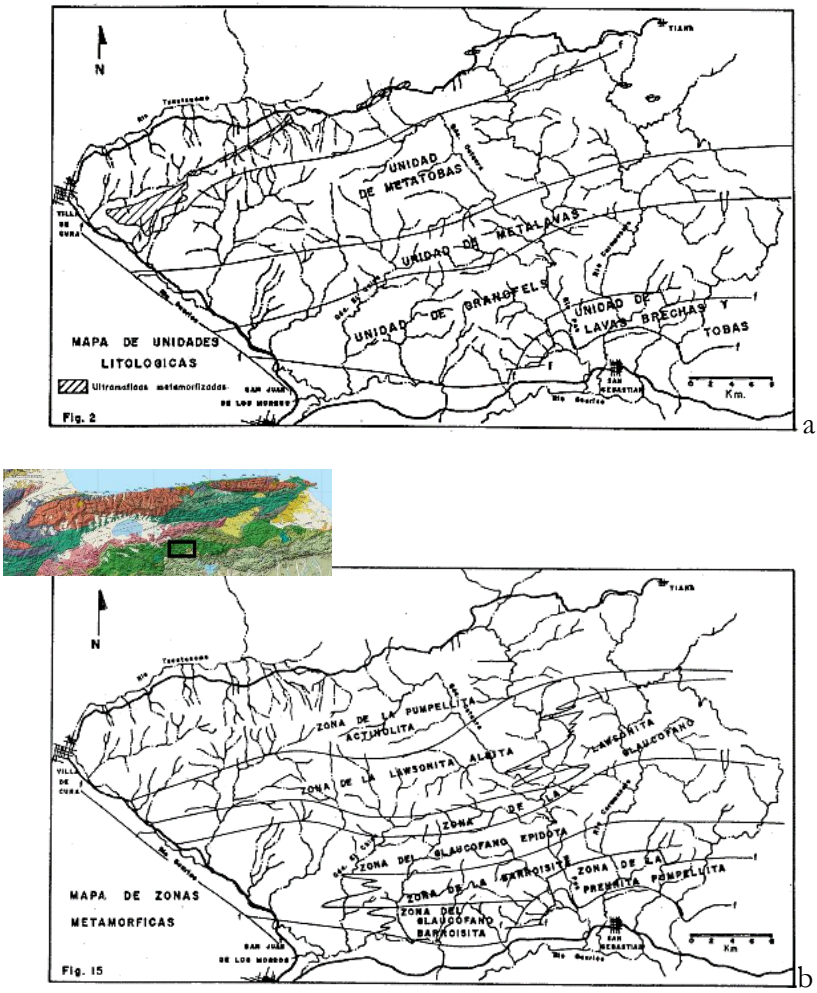


***Figura 70**. Cartografía geológica simplificada y mapa de zonas meneralógicas de la región de Villa de Cura-San Sebastián (NAVARRO 1983).*

Las unidades de El Caño y El Chino, tampoco pudieron ser separadas en los trabajos de la región de Guatopo por URBANI *et al.* (1989b), ni en la sección del río Caramacate por SMITH *et al.* (1999),

Desde el inicio de los estudios sistemáticos en las rocas de Villa de Cura, éstas dieron origen a discusiones sobre el origen de la Cordillera de la Costa, inclusive las ideas de aloctonía comenzaron aquí. Hoy día prevalece el modelo de klippe originalmente propuesto de MENÉNDEZ (1966) y, en la cartografía más reciente no se separan las unidades de El Caño y El Chino.

Las volcánicas de "Las Hermanas" vs. "Tiara Sur"

En la parte sur de la faja de Villa de Cura, específicamente en la zona de San Sebastián y continuando hacia Guatopo, está muy bien expuesta una unidad volcánica hoy denominada *Basalto de Las Hermanas*, con metamorfismo de muy bajo grado (sub-esquisto verde) que contrasta con la adyacente unidad de Santa Isabel que tiene un metamorfismo de alta presión – baja temperatura (esquistos azules).

Con esta unidad ha habido grandes confusiones de nomenclatura, originalmente fue denominada *Volcánicas de Tiara* por SHAGAM (1960), es decir igualándolas con las volcánicas de los alrededores del poblado de Tiara, que corresponden a la Ofiolita Loma de Hierro. Autores posteriores han separado esta unidad del "Grupo Villa de Cura", siendo GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980: 353) quién lo recomienda en forma más específica.

Las diferencias entre las rocas de las unidades El Carmen vs. Tiara (que a su vez incluía en forma conjunta a las actuales Tiara y Las Hermanas), aparecen tabuladas por SKERLEC (1979) con base a las descripciones de SHAGAM (1955), a saber:

Comparison of the Lavas of the El Carmen and Tiara Formations
(from Shagam, 1955)

El Carmen Formation	Tiara Formation
1. moderate metamorphic foliation	1. rarely foliated
2. augite phenocrysts completely unaltered	2. augite phenocrysts commonly altered or frequently absent
3. augite in groundmass unaltered	3. augite in groundmass completely altered
4. no plagioclase in groundmass	4. 45% of groundmass consists of plagioclase
5. plagioclase phenocrysts are rare	5. plagioclase phenocrysts are common
6. rare magnetite	6. 5-10 percent titano-magnetite
7. epidote and glaucophane are common metamorphic minerals	7. no metamorphic minerals

Figura 71*. Comparación de unidades de la Faja de Villa de Cura.*

LOUBET *et al.* (1980, 1985) estudian esta unidad en la zona de San Sebastián y la denominan como *Volcánicas de Tiara Sur*, ya que encuentran diferencias con las rocas de la zona de Tiara propiamente dicha al norte.

En **1981**, **Danielle Girard** realiza su tesis doctoral, donde analiza geoquímicamente muestras de rocas volcánicas de la isla de Tobago, pero también incluye algunas muestras de la Serranía del Interior, previamente colectadas por **Christian Beck** y **René C. Maury**[143] (Fig. 72J). Allí presenta datos petrográficos y geoquímicos, incluyendo composición de clinopiroxenos, para con ello llegar a interpretar una afinidad de arco de isla para las rocas volcánicas de la zona de San Sebastián, a las cuales muy acertadamente acuña el nombre de *Formación Las Hermanas*; para separarlas definitivamente de las "Volcánicas de Tiara" al norte, donde por el contrario obtiene una afinidad de dorsal oceánica (MORB) (GIRARD 1981 y GIRARD *et al.* 1982).

[143] Profesor de la Universidad de Bretaña Occidental, Francia.



Figura 72*. René C. Maury.*

El grupo de la UCV, dirigido por el Prof. **Enrique Navarro**, junto a sus tesistas, estudian la región de San Sebastián y, las mismas rocas las cartografían bajo el nombre informal de *Unidad de Lavas, Brechas y Tobas*, considerándola equivalente a la Formación Volcánicas de Tiara del norte (NAVARRO 1983).

En los mapas de URBANI y RODRÍGUEZ (2004) el nombre de *Tiara* queda restringido a la unidad volcánica de la Ofiolita Loma de Hierro; mientras que las rocas volcánicas de los alrededores de San Sebastián, las denominan como Basalto de *Las Hermanas*, que resulta ser la unidad mayoritaria del Terreno San Sebastián en la parte meridional de la Faja de Villa de Cura.

- - - - - - - - - - - -

Vale concluir esta sección con una reciente contribución al conocimiento de la Faja de Villa de Cura, que corresponde a la sección profunda de sísmica de reflexión en el meridiano Colonia Tovar - Calabozo de SCHMITZ *et al.* (2007) (Fig. 73). Aquí se visualiza el escaso espesor de la faja volcánica de Villa de Cura, que respalda el modelo de MENÉNDEZ (1966). También muestra el alcance en superficie de las rocas máficas a ultramáficas del Terreno Loma de Hierro que presentan una mayor velocidad de transmisión de ondas.

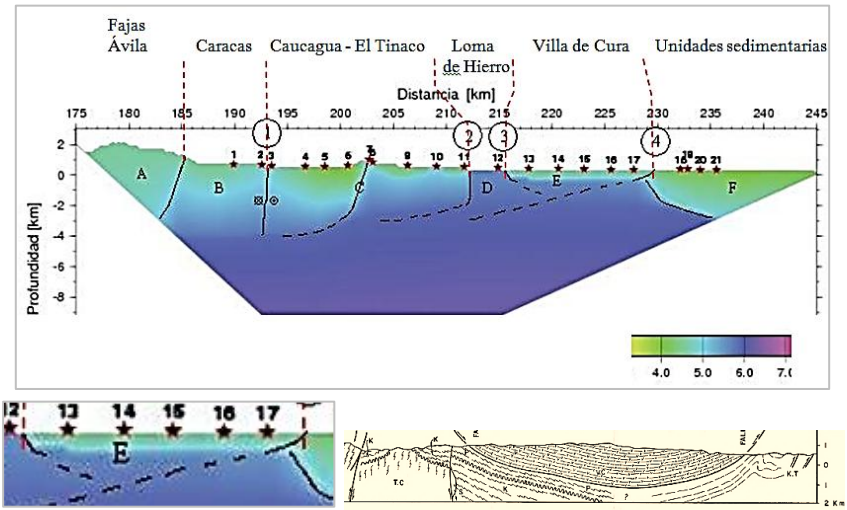


Figura 73*. Mapa de velocidades con interpretación de fallas geológicas: 1: La Victoria; 2: Santa Rosa; 3: Agua Fría; 4: Cantagallo. Adaptado de* SCHMITZ et al. *(2007). Abajo, ampliación de la parte de la Faja de Villa de Cura (izquierda) que muestra su poco espesor y geometría, lo que apoya el modelo klippe de* MENÉNDEZ *(1966) (derecha).*

La "Formación Tacagua"

Esta unidad fue descrita y cartografiada originalmente por DENGO (1951) como constituida por rocas verdes esquistosas con actinolita, epidoto, clorita y otros minerales, reconociendo el origen volcánico, mientras que las zonas donde también aparecen estas rocas verdes intercaladas con esquisto grafitoso lo denomina "Formación Las Mercedes".

Años después, en el trabajo de la región Colonia Tovar - Guatire, WEHRMANN (1972) amplía el significado de la "Formación Tacagua" -probablemente solo con intenciones de simplificación cartográfica-, para incluir también las zonas donde el esquisto grafitoso está intercalado con la roca verde (Formación Las Mercedes del mapa de Dengo). Así que la "Formación Tacagua" de Wehrmann, incluye

tanto las zonas constituidas por esquisto grafitoso con escasísimos niveles de rocas verdes, hasta lugares donde predomina el esquisto verde. Hoy día esta mezcla de litologías se reconoce como de protolito sedimentario de una cuenca poco oxigenada (las rocas grafitosas), intercaladas con tobas volcánicas y lavas (las rocas verdes).

En las campañas de tesis de grado de la UCV de los años 1970´s y 1980´s, se trabaja por unidades cartografiables informales, es decir que utilizan la litología o combinación de litologías que puedan seguirse y levantarse en el campo. En consecuencia, en los trabajos de la región de Puerto Cruz - Caraballeda (dirigidos por Sujas Talukdar, Daniel Loureiro y Marino Ostos), para la unidad Tacagua surge en forma independiente el mismo criterio previo introducido por Wehrmann.

Este cambio, aparentemente menor y seguramente casi inadvertido por sus propios autores, fue de gran importancia en las nuevas interpretaciones sobre el origen y separación de los terrenos a partir de 1989. Hoy día las unidades Tacagua y Las Mercedes se interpretan como pertenecientes a terrenos tectonoestratigráficos distintos (URBANI, 2015, 2018).

Metasomatismo alcalino

Cuando miramos lo escrito en los años 1960´s, nos sorprende el uso indiscriminado del concepto del "*metasomatismo alcalino*", una idea que estaba de moda en los círculos petrológicos internacionales para explicar el origen de granitoides, la llamada "granitización" fue una de las facetas de un debate que duró décadas y se llamó "The Granite Problem". Así, a partir de un protolito fundamentalmente sedimentario por introducción de potasio (cuya fuente nunca se explica) se podía generar una roca granítica (e.g.: GONZÁLEZ SILVA 1972).

Para profundizar en el problema del origen de las rocas graníticas, en 1980, M. Ostos y D. Loureiro realizan análisis químicos de muestras gneis de composición granítica del macizo del Ávila, en un

intento de determinar la naturaleza del protolito, ya sea sedimentario o ígneo, a partir de diagramas geoquímicos de discriminación. Los resultados indicaron un origen mayormente ígneo (OSTOS 1981, LOUREIRO 1981). Adicionalmente, OSTOS (1987a,b) realiza estudios microtectónicos del Augengneis Peña de Mora, deduciendo que este tipo de roca se formó por procesos de cizalla de un granito de grano muy grueso.

El concepto de metasomatismo alcalino, al menos en el contexto antes utilizado, ha sido totalmente descartado.

Naturaleza de los cuerpos de serpentinita

Previo a los conceptos de tectónica de placas, los cuerpos de serpentinita y peridotita serpentinizada asociados a cadenas montañosas y arcos de islas, se consideraron como verdaderas intrusiones de magma ultrabásico, esto, a pesar de la falta de metamorfismo de contacto que debería esperarse para las altas temperaturas de los magmas involucrados[144]. H. H. Hess pensó que la serpentinita cristalizaba en etapas muy tardías de la solidificación de los magmas ultrabásicos. Por su parte Bowen y Tuttle demostraron experimentalmente que la serpentinita no puede cristalizar directamente de un magma de esa composición y que más bien se forma por la absorción de agua a partir de la roca caja (YOUNG 2003) y con ello se produce la hidratación del olivino para formar la serpentinita.

Estas discusiones se alargan hasta los años 1970´s cuando fueron desapareciendo, a medida que se reconoció dentro de la teoría de Tectónica de Placas, que las ofiolitas -donde se incluyen los cuerpos de serpentinita- en casos como el de la CdlC, corresponden a

[144] Para tratar de subsanar esta anomalía, Harker y Hess interpretan que por un alto contenido de volátiles la temperatura magmática podría ser sustancialmente más baja, mientras que Vogt mantenía que en fundidos ricos en olivino, un alto contenido de hierro también propendería a una disminuiría de la temperatura.

fragmentos de litósfera oceánica emplazados en los orógenos como cuñas o lonjas tectónicas.

Este encuentro de ideas tuvo sus ramificaciones muy positivas en Venezuela, ya que el Dr. Harry H. Hess de la Universidad de Princeton, en 1951 envió al doctorando D. B. Mackenzie para estudiar la Peridotita de Tinaquillo. Desde entonces, este cuerpo ha sido estudiado por muchos geólogos y sus muestras han sido analizadas por especialistas de las más diversas disciplinas, con más de tres decenas de artículos en la literatura internacional.

Es sólo en los trabajos de mediados de los años 1970´s y luego por M. Ostos, M. Loubet, M. Seyler y coautores, cuando se coloca a Tinaquillo dentro del contexto de la Tectónica de Placas, interpretándose como un bloque muy exhumado que expone parte de la corteza inferior, la discontinuidad petrológica de Mohorovich y parte del manto superior.

Los principales cuerpos de serpentinita de la Cordillera de la Costa se ubican en o muy cerca de los contactos tectónicos entre los distintos terrenos geológicos (URBANI, 2015, 2018).

Los estudios de la UCV en la isla de Margarita y la Península se Araya y sus repercusiones en la Cordillera de la Costa

Como resultado de los trabajos de grado de la UCV en la isla de Margarita y la Península de Araya, dirigidos por C. González de Juana y M. Vignali, surge un claro entendimiento que la foliación no puede ser utilizada indiscriminadamente como superficie de referencia para criterios presuntamente "estratigráficos" y de "superposición de estratos" (Fig. 73); esto, en contraposición con la usanza previa de geólogos de Princeton, MMH y UCV, que utilizaron la foliación en forma semejante a planos de estratificación, midiendo "espesores" de

las unidades metamórficas, sin considerar el plegamiento y demás complicaciones tectónicas.

De hecho, GONZÁLEZ DE JUANA y VIGNALI (1972) y VIGNALI (1972, 1979) documentan por primera vez la existencia de tres períodos de plegamientos en las rocas metamórficas en Araya, lo cual aporta un notable avance en los conceptos aplicables a la cartografía geológica. Pero entonces la intercalación de las unidades geológicas y su estructura, sólo es explicada por los mecanismos de plegamiento, por lo tanto, las interpretaciones no avanzan lo suficiente como para incluir la indudable presencia de contactos tectónicos entre unidades disímiles.

Para las campañas de la UCV entre 1974 a 1986 en la Cordillera de la Costa, ya se dispone de esta experiencia, corroborándose también la presencia de al menos dos fases de plegamiento en las zonas de Tacagua - Caraballeda (OSTOS 1981), Puerto Cruz - Tacagua (TALUKDAR & LOUREIRO 1982) y La Sabana - Cabo Codera, El Palito - Maracay, Guatopo y flanco sur del Ávila (URBANI *et al.* 1989a,b,c, 1997).

En el campo se observa que muchas unidades geológicas se presentan en contacto concordante entre sí y precisamente por esta circunstancia, en el pasado se habían realizado interpretaciones de una presunta "secuencia estratigráfica" y edad relativa. Con este conocimiento queda claro que cuando están yuxtapuestas unidades formadas de lugares distintos de espacio - tiempo, a pesar de la concordancia estructural, los contactos originales fueron de naturaleza tectónica, posteriormente enmascarados por el metamorfismo que afectó a todas las rocas y, esto ocurre tanto a las unidades más antiguas (e.g.: Peña de Mora), como las más jóvenes (e.g.: Chuspita). Adicionalmente, OSTOS (1984, 1987a,b, 1990) realiza estudios meso y microtectónicos de los contactos entre algunas unidades y efectivamente demuestra su naturaleza tectónica, determinando la vergencia relativa.

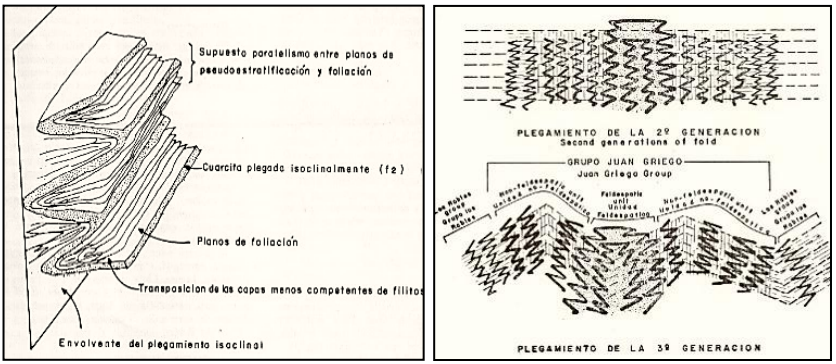


***Figura 73A**. Gráficos estructurales de VIGNALI (1979) referentes a la Península de Araya e Isla de Margarita. Izquierda: Esquema del plegamiento que puede confundir las observaciones de campo, ya que visto de derecha a izquierda luce paralela y "estratificada", pero en realidad corresponde a una secuencia plegada con la foliación axial. Derecha: Interpretación de la secuencia de unidades metamórficas de la isla de Margarita sólo invocando a procesos de plegamiento.*

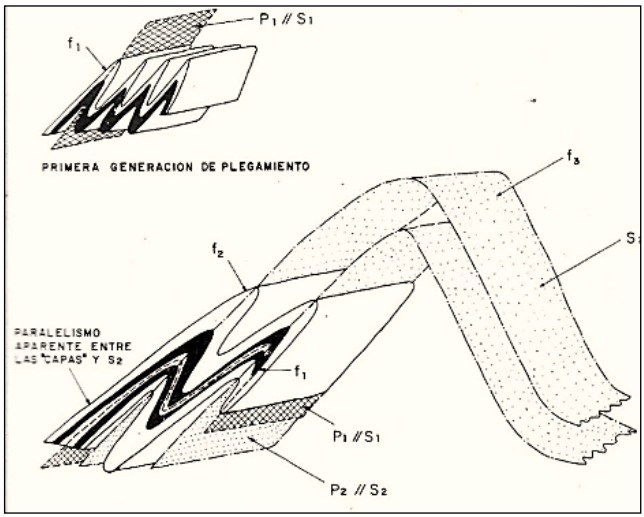


***Figura 73B**. Esquema de las relaciones geométricas entre tres fases de plegamiento observadas en la zona Puerto Cruz - Tacagua, Vargas (TALUKDAR & LOUREIRO 1982).*

Divisiones en fajas, napas y terrenos

El Dr. Alfredo Menéndez fue el primero en subdividir la CdlC en *Fajas* (MENÉNDEZ 1966), un concepto que representó un gran avance; luego modificado en los años 1980´s por el de *Napas*, introducido por los cooperantes franceses STEPHAN (1982), BECK (1985) y BLIN (1989), que trabajaron desde Barquisimeto hasta los valles del Tuy, así como ROSSI (1985) y CHEVALIER (1987) en Margarita, Araya y Maturín. Estas ideas hoy día son ampliamente utilizadas, reconociendo el apilamiento de terrenos formados en espacio y tiempos diferentes, hoy día adyacentes.

Por el poco conocimiento que había entonces de la cartografía geológica de la Serranía del Litoral, toda ella fue agrupada como "Faja Cordillera de la Costa" por MENÉNDEZ (1966). Luego, Stephan y Beck separan la estrecha faja costera donde afloran rocas metamórficas de AP-BT como las eclogitas, acuñando el nombre de "Faja Margarita-Costera".

Fue solo en 1989 cuando en la UCV se integran los trabajos de decenas de tesistas que habían trabajado en las regiones de El Palito - Valencia - Turmero, Oritapo - Cabo Codera - Capaya y Guatopo. Con esto se adquiere una clara idea de la distribución espacial de las unidades, sus relaciones de contacto y su significado en el meridiano de Caracas-Barlovento. Entonces se publica el trabajo de URBANI y OSTOS (1989), donde se muestra que la Serranía del Litoral puede ser dividida en tres franjas de rocas diferentes, formadas en espacio y tiempos distintos, yuxtapuestas tectónicamente; así definen tres fajas que denominan Costera, Ávila y Caracas (Fig. 74).

Más recientemente, URBANI (2018) resume las subdivisiones realizadas, como sigue:

Menéndez (1966), fajas	**Stephan (1982), Fajas**	**Beck (1986), Napas**	**Urbani** y **Ostos (1989), fajas**	**Urbani (2015 y 2018) Fajas Terrenos**	
Cordillera de la Costa	Margarita-Costera	Margarita-Costera	Costera	Costera (septen-trional)	Tacagua (*s.s.*)
					Carayaca
	Cordillera de la Costa	Cordillera de la Costa	Ávila	Ávila (central)	Ávila
					Nirgua
			Caracas	Caracas (meridional)	Los Cristales
					Las Mercedes
					Las Brisas
Caucagua-El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Tinaco Cachinche Tucutunemo Tácata
					Tacagua (*Caucagua*)
Paracotos	Paracotos	Loma de Hierro *	Loma de Hierro *	Loma de Hierro	Paracotos
					Loma de hierro
Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura
					San Sebastián

* Incluye a la "Formación" Paracotos

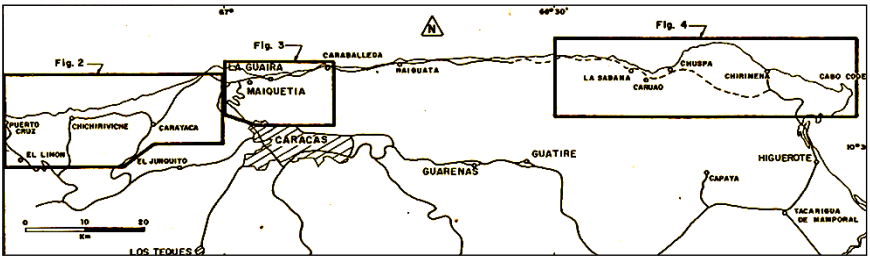


***Figura 74A**. Mapa índice de las tres figuras siguientes. Tomado de URBANI & OSTOS (1989).*

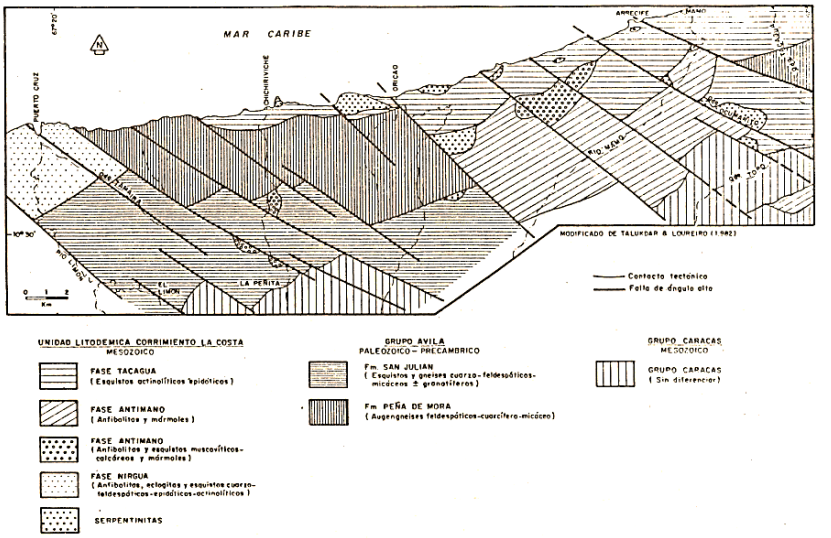


***Figura 74B**. Mapa simplificado de la región de Puerto Cruz - Tacagua, Vargas. Tomado de URBANI & OSTOS (1989).*

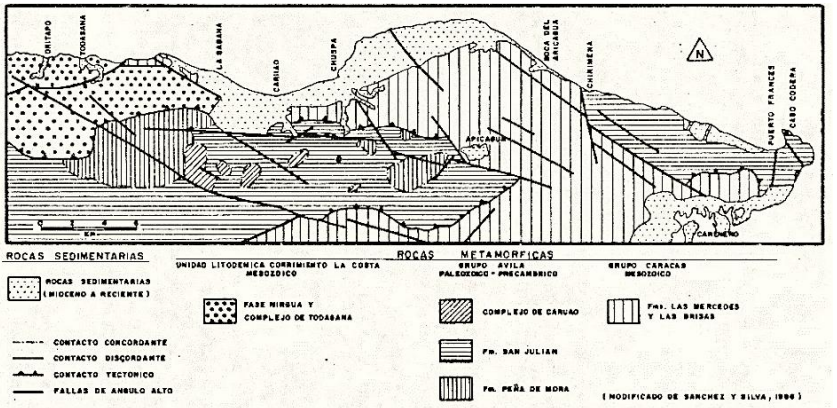


***Figura 74C**. Mapa simplificado de la zona de La Sabana - Cabo Codera, Vargas y Miranda. Tomado de URBANI & OSTOS (1989).*

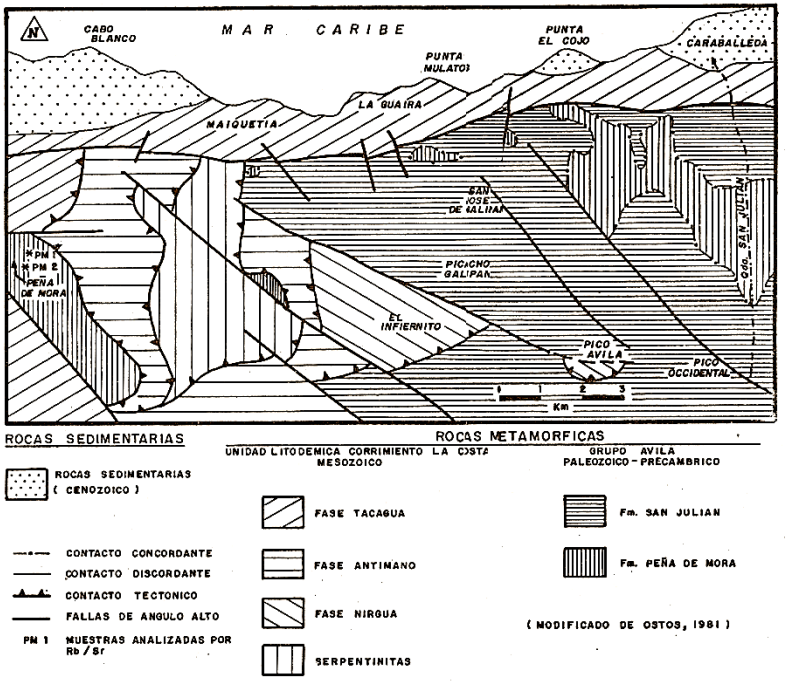


***Figura 74D**. Mapa simplificado del macizo del Ávila, Distrito Capital, Vargas y Miranda. Gráfico tomado de URBANI & OSTOS (1989).*

4. TECTÓNICA DE PLACAS

La Tierra es un cuerpo planetario dinámico qué desde un punto de vista físico, evoluciona y cambia continuamente, pero los cambios son muy lentos y por consiguiente casi imperceptibles en términos de los años de vida de un ser humano, pero a la vez puntuados por raros eventos catastróficos de relativa corta duración. De hecho, la magnitud del tiempo geológico (Fig. 75) es un concepto difícil de imaginar dado que tratamos de millones y miles de millones de años, en los que las formas de vida han evolucionado desde organismos unicelulares, hasta la compleja red de vida que hoy conocemos. Pero simultáneamente, y a lo largo de esos miles de millones de años, la distribución de las tierras y mares en la superficie terrestre ha cambiado drásticamente y en forma muy distinta a la geografía actual. Las ideas pioneras del desplazamiento de los continentes comenzaron a mediados del siglo XIX y recibieron un aporte fundamental en 1912 con la obra de **Alfred Wegener** (1880-1930) (Fig. 76), pero fue sólo después de varias décadas de acumulación de conocimiento geológico y geofísico que se pudo plantear la actual teoría de Tectónica de Placas. Ésta comenzó a difundirse en los años 1960´s y ha probado ser un instrumento integrador de casi todas las disciplinas geológicas, permitiendo interpretar la evolución del planeta y la distribución a través del tiempo de las masas continentales en la superficie terrestre, hasta aspectos muy prácticos como predecir los mejores lugares para el hallazgo de recursos minerales y acumulaciones de hidrocarburos, la definición de las zonas de riesgo sísmico y volcánico y muchos otros fenómenos.

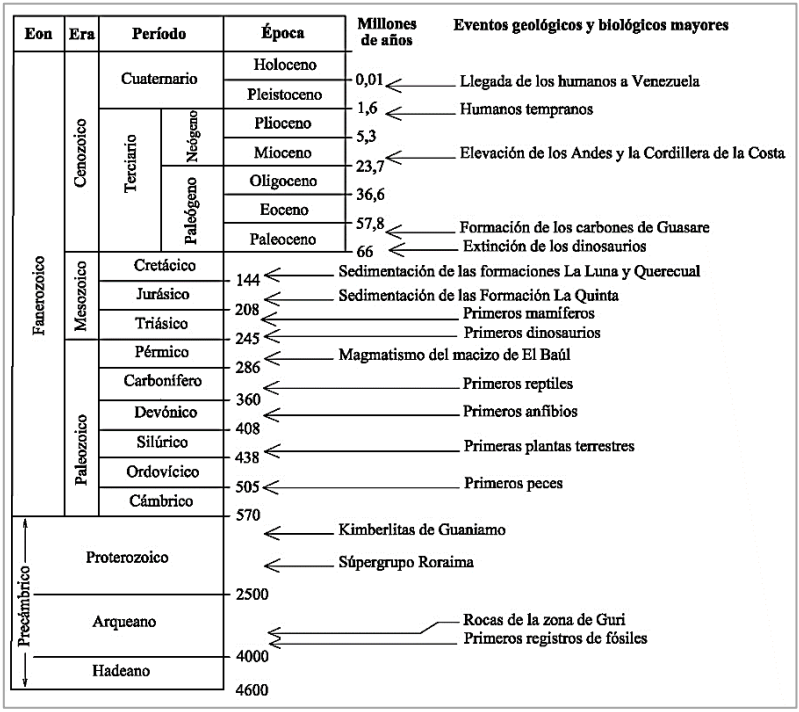


***Figura 75**. Tabla del tiempo geológico con los principales eventos en el ámbito mundial (modificado de KULP (1961), con adiciones sobre Venezuela.*

Con el estado actual del conocimiento sabemos que la superficie terrestre está dividida en una docena de grandes placas tectónicas, constituidas tanto por bloques continentales como por zonas oceánicas. Debido a procesos que se generan en el manto a cientos de kilómetros de profundidad y en el núcleo del planeta, estas placas superficiales relativamente rígidas y frías se reacomodan entre sí, de manera que en sus zonas de contacto ocurren los más diversos procesos geológicos.

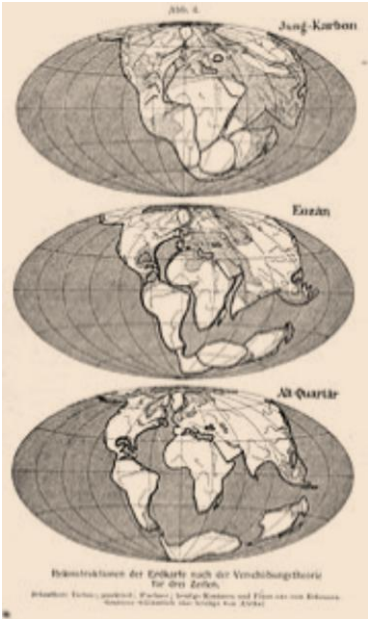




Figura 76. *Alfred Wegener (1880-1930) y su modelo de deriva continental de 1912.*

Sólo para ilustrar parcialmente la distribución de los continentes en el tiempo y en consecuencia de parte del territorio venezolano, expliquemos algunas de sus últimas etapas (Fig. 77):

-En el período Pérmico, hace unos 225 Ma existía un solo gran continente denominado Pangea, que lentamente se fue fragmentando.

-Hace unos 180 Ma (período Jurásico) se generó una gran zona de fracturas en la parte media de Pangea, separándola en dos partes: hacia el norte permanecía unida una masa continental de lo que hoy son Norte América, Europa y Asia, y al sur todos los demás continentes juntos, existiendo un mar entre ambos, denominado Mar de Thetis.

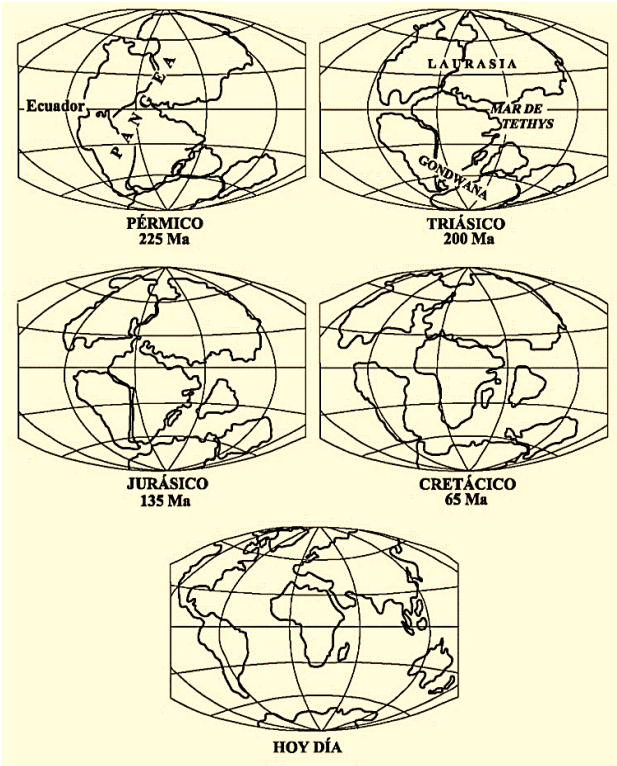


Figura 77*. Deriva de las masas continentales en los últimos 225 Ma. Tomado y traducido de* RICHMOND *(2008).*

-Luego hace unos 125 Ma (período Cretácico), dentro de la masa continental meridional se formaron extensos sistemas de fracturas permitiendo la separación de los ahora continentes de América del Sur, África, Australia, Antártica y la península de la India. De esa manera poco a poco se ha llegado hasta la configuración actual.

-La unión de Norte y Sur América a través del istmo de Panamá es un evento relativamente reciente y se estableció hace unos 3 Ma en el período Plioceno

Ahora pasando a nuestro país, éste se puede dividir en dos grandes regiones geológicas: La primera corresponde a la Guayana, al sur del río Orinoco; mientras que la segunda se ubica al norte del mismo río e incluye todos los sistemas montañosos y llanuras. El sur del país geológicamente corresponde al Escudo de Guayana, donde la acepción geológica de la palabra Escudo se aplica a extensas regiones con rocas de edad Precámbrico, que en general se encuentran ubicadas en el núcleo de los continentes. En nuestro caso el Escudo de Guayana, junto al de Brasil, son fragmentos de la antigua Pangea, por consiguiente, sus rocas encierran una larga historia geológica desde tiempos muy antiguos, pero no han sufrido mayor tectonismo y deformación desde el Proterozoico. Durante todo ese largo tiempo de quietud, su superficie ha sufrido una intensa erosión de manera que ha servido de fuente de sedimentos para las cuencas marinas adyacentes al continente, inclusive hasta nuestros días donde sus sedimentos llegan al delta del río Orinoco. La parte más antigua corresponde al Complejo de Imataca, ubicado al norte de la falla de Gurí, hasta el río Orinoco y abarcando parte de la sierra de Imataca. Sus rocas tienen edades mayores a 2.800 Ma, con algunos sectores cercanos a Gurí con edades probablemente mayores a 3.400 Ma, estas antiguas rocas fueron sometidas a intensos procesos de metamorfismo y deformación. Más al sur se encuentran los cinturones de rocas verdes, de origen volcánico y las extensas intrusiones graníticas de la provincia de Pastora, incluidas en el Complejo de Supamo, con edades superiores a 2.300 Ma. Posteriormente, hace unos 1.900 Ma atrás, ya entrando en un período de relativa quietud tectónica que continúa hasta nuestros días, ocurrió la sedimentación de las rocas del Supergrupo Roraima, cuyos remanentes erosionales forman los típicas mesetas (tepuyes) de las tierras altas de Guayana. Durante el tiempo de la sedimentación de Roraima hubo volcanismo que dio lugar a la formación de estratos de rocas jasperoides (ejm.: Quebrada Jaspe), pero posteriormente a su sedimentación hace unos 1.800 Ma se generó un gran pulso ígneo produciendo las extensas intrusiones de cuerpos verticales (diques) y

horizontales (sills) de diabasa, que es una roca verde oscuro de grano fino. Durante este lapso del Proterozoico medio ocurrió una variada actividad ígnea, en la cual fueron cortados por grandes cuerpos como el Granito Parguaza en el Distrito Cedeño.

En el extenso territorio al norte del Orinoco, se dilatan amplios llanos bordeando los sistemas montañosos de los Andes de Mérida, la Sierra de Perijá, las serranías de Lara – Falcón, la Cordillera de la Costa y el macizo montañoso oriental; éstos han sido elevados hasta la topografía actual como producto de la compleja colisión entre las placas Caribe y suramericana, en tiempos geológicos relativamente jóvenes del Cretácico Tardío hasta el hoy día.

En esta región hay bloques relativamente pequeños de rocas ígneas y metamórficas del Proterozoico emplazados tectónicamente, como en los Andes de Mérida en la Asociación Sierra Nevada y el Complejo Iglesias, en la Sierra de Perijá el Esquisto Perijá, el Augengneis Peña de Mora y la anortosita de Yumare, en la Cordillera de la Costa, para mencionar sólo algunos. Rocas sedimentarias de edad Paleozoico se formaron en cuencas alrededor del escudo Precámbrico, y hoy igualmente se encuentran dispersas en las cordilleras, pero en su mayoría fueron sometidas a eventos metamórficos que produjeron cambios notables en su mineralogía y textura. Un buen ejemplo de estas rocas es la Filita de Mireles en El Baúl, con una fauna fósil de trilobites del Silúrico. En el Paleozoico también ocurrieron diversos eventos intrusivos, fundamentalmente de naturaleza granítica, también esparcidos en las cordilleras.

El Mesozoico comienza con levantamientos regionales y erosión, pero cuando en el Jurásico se empieza a separar África de Suramérica, los esfuerzos a escala continental forman sistemas de fracturas que producen cuencas sedimentarias intercontinentales generalmente alargadas y con dirección Noreste-Suroeste ("graben"), esto acompañado por un adelgazamiento de la corteza continental ("rifting"). Estas cuencas fueron seguidamente rellenadas con sedimentos continentales, intercalados con material volcánico, a

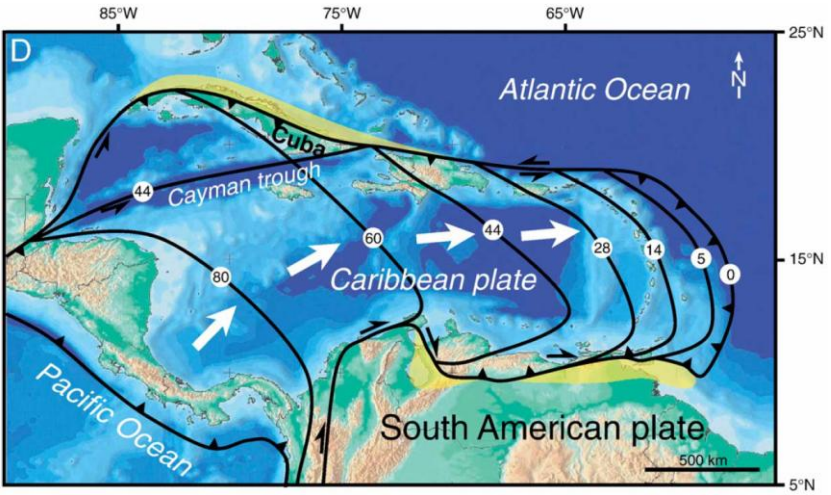
menudo piroclástico. Estas rocas generalmente son de colores rojizos a violáceos; hoy en día se encuentran aflorando en los Andes de Mérida y en la Sierra de Perijá como la Formación La Quinta. Rocas similares se han encontrado en el subsuelo del Guárico, a partir de las perforaciones exploratorias de la industria petrolera.

En el Cretácico la mayor parte del norte del país se encuentra cubierto por mares, permitiendo la sedimentación de una espesa secuencia de rocas, que hoy día afloran en una gran parte de los Andes, Perijá y Cordillera de la Costa. A fines de este período, las fuerzas internas corticales inician el proceso de ascenso de los Andes de Mérida y Perijá, por lo tanto, los mares se van retirando, pero al mismo tiempo que esas tierras van emergiendo empiezan a ser erosionadas convirtiéndose en importantes fuentes de sedimentos para las cuencas de Maracaibo y Barinas-Apure.

En el Cenozoico, pero mayormente en el Paleógeno, se desarrollan los mayores efectos de la interacción entre la Placa Caribe –con movimiento relativo hacia el este- y la Placa Suramericana -con movimiento relativo hacia el oeste-. Pero no es un deslizamiento suave entre las dos placas, sino que ejercen fuertes efectos compresivos en forma oblicua en dirección al sureste-noroeste. Este es el mecanismo que ocasiona la deformación de los sistemas montañosos del norte del país, permitiendo que unidades de diferentes edades y formadas en diferentes ambientes en espacio y tiempo pudieran entremezclarse en forma muy compleja, especialmente a través de fallas inversas y transcurrentes. En este proceso de interacción ocurre un singular fenómeno que permite que terrenos formados originalmente a una distancia de hasta más de mil kilómetros al Oeste, sean ahora adosados al norte del continente suramericano, de manera similar a lo que ocurre cuando un tractor nivela una carretera y a medida que avanza va dejando material en el borde de la carretera. De esta manera se añaden terrenos, entre otros, los conspicuos de Loma de Hierro y Villa de Cura, que ocupan gran parte de la Serranía del Interior desde Cojedes hasta Miranda.

En el Neógeno cuando el efecto más activo de la interacción Caribe-Sudamérica ha migrado hasta la posición de Paria - Trinidad, la erosión de las montañas emergidas permiten el relleno final de las cuencas de Maracaibo, Barinas - Apure, Guárico, Maturín, así como la extensa secuencia neógena del estado Falcón. Pero el movimiento relativo rumbo deslizante dextral entre las dos placas y el efecto de compresión oblicua no cesa y sigue actuando hasta nuestros días. Uno de los lugares donde probablemente se ven mejor estos efectos es en el estado Falcón, donde las rocas sedimentarias del Oligo-Mioceno y aún más jóvenes, se ven muy plegadas y falladas, además de presentarse como pequeños cuerpos intrusivos de lavas basálticas de origen intercontinental.

En el Cuaternario se modela la geografía actual con la formación de grandes abanicos fluviales en las zonas piemontinas, así como en los valles Inter montanos. Buenos ejemplos están en los valles de Caracas, los de Aragua-Carabobo, así como la formación de las terrazas de los estados andinos, como aquella donde se asienta la ciudad de Mérida, y en el estado Vargas, los abanicos aluviales de Caraballeda, Cabo Blanco y otros.



5. IDEAS GLOBALES DEL ORIGEN DEL CARIBE

Para entender la evolución de las ideas sobre el origen de la Cordillera de la Costa, primero debemos alejarnos un poco de ella y verla como parte integrante de la región del Caribe, la cual ha sido objeto de múltiples hipótesis geológicas a lo largo de casi un siglo. Una excelente revisión sobre el tema puede consultarse en SCHUBERT & RULL (1989). Las ideas se pueden dividir en los siguientes tipos:

* Hipótesis estáticas
  - Continente sumergido
  - Cuenca oceánica permanente

* Hipótesis dinámicas
  - Sin deriva continental - tectógeno
  - Con deriva continental
    + Sin tectónica de placas - Esparcimiento
    + Con tectónica de placas
      Origen local
      Origen medio
      Origen lejano – Pacífico

En las secciones siguientes se trata cada una de estas ideas en forma separada, hasta llegar a las más aceptadas en la actualidad.

Hipótesis estáticas

Las ideas que el Caribe fuese una masa continental, datan de SUESS (1885, 1924), continuándose esas ideas hasta WEYL (1966) (Fig. 78), a cuyas tierras denomina *Caribia*. Tal región habría estado emergida, siendo fuente de sedimentos hasta el Eoceno, pero luego debido a

subsidencia sólo habría dejado expuesto sus márgenes (BUTTERLIN 1956).

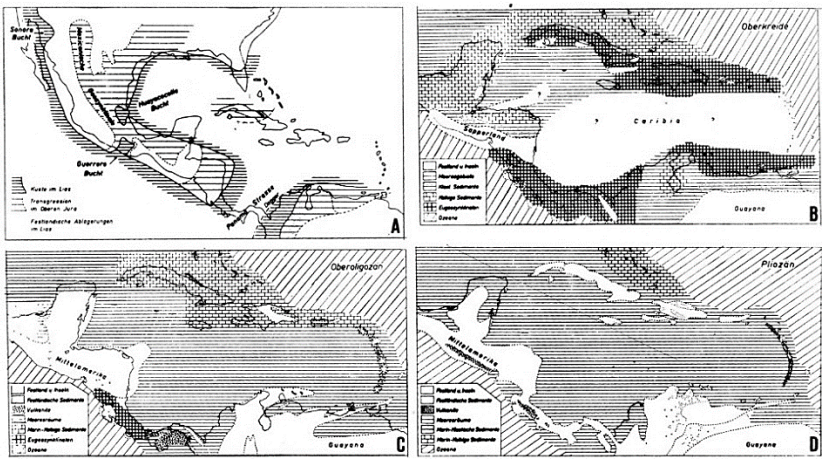


***Figura 78**. Evolución de la paleogeografía del Caribe según el modelo estático de WEYL (1966, en SCHUBERT & RULL 1989). A: Pre-Cretácico, B: Cretácico Tardío, C: Eoceno, D: Plioceno.*

Una posición algo diferente es la de Charles SCHUCHERT (1935) quién utiliza la **teoría geosinclinal**, considerando a la parte central de Caribe como un geoanticlinal emergido, mientras que más al sur establecía un Caribe mediterráneo cuyas aguas llegaban hasta las costas de Venezuela; con esto explicaría la distribución de faunas del Paleozoico en Centro América y poder conectarlas con aquellas de Europa y Norte América. Una dificultad en estas ideas fue el no encontrar en la zona caribeña rocas más viejas que el Jurásico (Fig. 79).

Las interpretaciones globales en la primera mitad del siglo XX se basan en la teoría de los geosinclinales, con lo cual se explicaba la existencia de las grandes cuencas sedimentarias del mundo y las

cadenas montañosas adyacentes. Como consecuencia, los autores citados en los párrafos anteriores y otros hasta fines de la década de los años 1960´s tratan de asimilar la evolución del Caribe en general (y a la Cordillera de la Costa en particular). De hecho, varios autores utilizaron estas ideas para el norte del país (e.g.: KEHRER (1948).

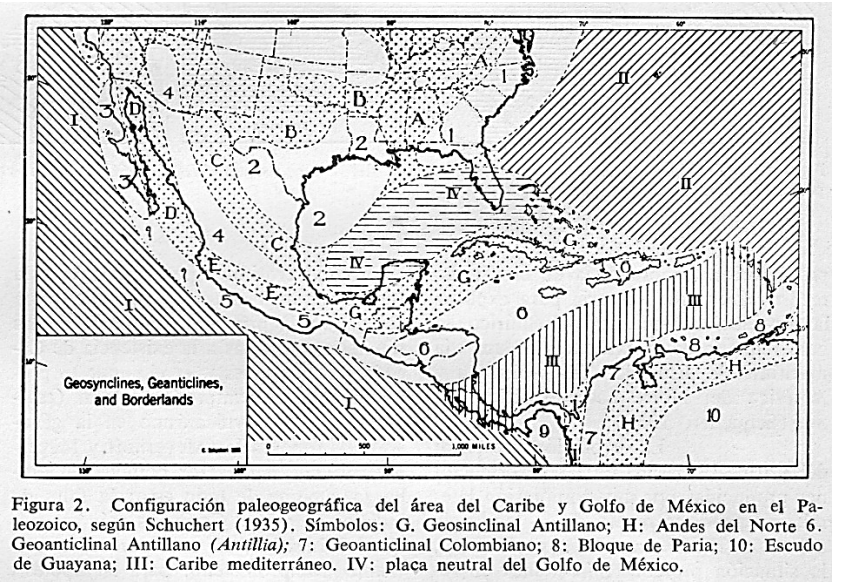


Figura 2. Configuración paleogeográfica del área del Caribe y Golfo de México en el Paleozoico, según Schuchert (1935). Símbolos: G. Geosinclinal Antillano; H: Andes del Norte 6. Geoanticlinal Antillano *(Antillia);* 7: Geoanticlinal Colombiano; 8: Bloque de Paria; 10: Escudo de Guayana; III: Caribe mediterráneo. IV: placa neutral del Golfo de México.

Figura 79*. Paleogeografía del Caribe para el Paleozoico, según SCHUCHERT (1935, en SCHUBERT & RULL 1989).*

El último autor que utilizó las ideas de los geosinclinales para Venezuela es BOWER (1971), quien al igual que WEYL (1966) asume que existió una gran masa emergida al norte o "Caribia". Este autor propone la existencia de una serie de franjas, que de norte a sur (Fig. 80):

-Eugeoanticlinal de "Caribia".

-Flanco del eugeoanticlinal, con las islas de Curazao y Aruba.

-Eugeosinclinal con la cuenca al sur de Los Roques.

-Flanco del miogeoanticlinal, abarcando entre otras a la isla de Margarita.

-Miogeoanticlinal, con la mayor parte de la Cordillera de la Costa y Araya - Paria.

-Miogeosinclinal abarcando buena parte de la Serranía del Interior, incluyendo las volcánicas de Villa de Cura y las unidades sedimentarias piemontinas.

Resulta curioso este tardío trabajo, en una época donde ya estaba en pleno vigor la Tectónica de Placas; si bien las nuevas ideas no fueron aceptadas inmediatamente y hubo largas y acaloradas controversias entre quienes estaban en pro y en contra de la misma.

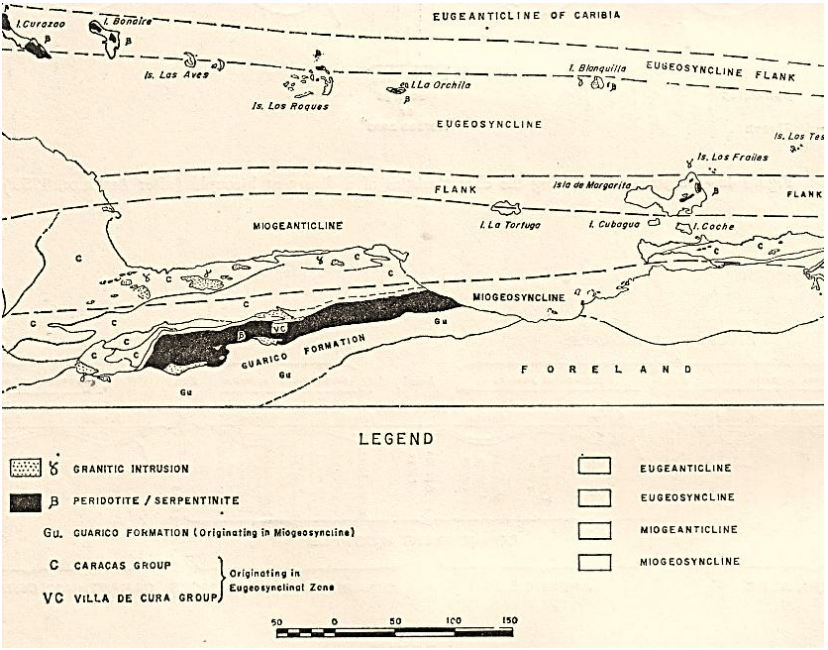


***Figura 80**. Aplicación de la teoría de los geosinclinales para el norte de Venezuela por BOWER (1971).*

Hipótesis dinámicas sin deriva continental

En un mapa gravimétrico del Caribe elaborado por H. H. HESS (1938b), se visualiza una anomalía gravimétrica negativa a lo largo del arco de islas del Caribe, penetrando en tierra firme en el norte de Venezuela. Un punto muy relevante de esa obra es que presenta al arco de las Antillas, como una unidad geológica con una continuación tanto hacia las cordilleras venezolanas al sur del Caribe, como hacia las Antillas de sotavento al norte.

Para explicar el origen de esta anomalía negativa, el Dr. Hess postula un ingenioso mecanismo que permite el desplazamiento de material cortical menos denso plegándolo a manera de un gran sinclinal ("downbuckle" o tectógeno) (HESS 1938b, 1950) (Fig. 81). Esta idea es de gran importancia ya que sugiere la existencia de efectos de origen mantelar para explicar los fenómenos corticales, por ello postula la existencia de corrientes de convección en el manto. Para esta época la geofísica era poco considerada en las interpretaciones geológicas y la deriva continental aún no estaba suficientemente afianzada, por lo cual esta pionera hipótesis fue poco reconocida

Hipótesis dinámicas con deriva continental

Las primeras ideas que involucran movimientos relativos entre continentes son las expuestas en 1858 por el geógrafo francés Antonio Snider-Pellegrini (1802-1885), pero alcanzaron su mejor expresión en 1912 y 1915, con las obras de Alfred Wegener (1880-1930). Estos autores, aparte del ajuste de las formas continentales entre África y América y otros continentes, también señalan la existencia tanto de restos fósiles, como de tipos de rocas semejantes entre sí, pero ahora ubicados en lados opuestos de océanos (WEGENER 1912, 1915). Estas ideas tuvieron poca influencia de inmediato, llegando algunos autores a considerar las evidencias como coincidencias fortuitas, pero en realidad la principal causa de la poca aceptación es que para el momento no se conocía ningún mecanismo que pudiera explicar el movimiento de los continentes.

Es sólo en las décadas de los años 1950-60 cuando se alcanza un renovado reconocimiento en el ámbito científico imperante, debido fundamentalmente a los hallazgos en la topografía submarina de extensas cadenas montañosas a lo largo de los océanos del mundo, en particular la cordillera centro-atlántica, totalmente simétrica a los continentes adyacentes (Fig. 82). Esto dio origen a las ideas del esparcimiento de la corteza oceánica fundamentalmente con los trabajos de H. H. HESS (1962), donde explicaba que en las crestas activas de las dorsales oceánicas brotaba magma generando una corteza oceánica joven, la cual empujaba hacia los lados las partes más antiguas. Pero todavía faltaban evidencias científicas sólidas para que pudiera ser aceptado ampliamente.

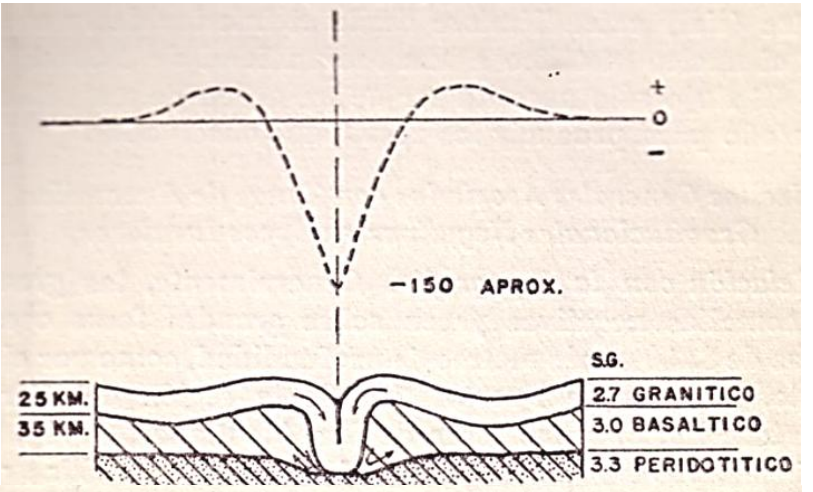


Figura 2.—Interpretación de las anomalías gravitacionales en términos de la estructura de la corteza. La magnitud del plegamiento y la distribución de la densidad necesaria para explicar la curva de anomalías es indicada. Ligeras variaciones en suposiciones acerca de la densidad, espesor de las capas de la corteza, y forma del plegamiento son posibles, sin embargo, ellas no cambiarían la interpretación cualitativamente.

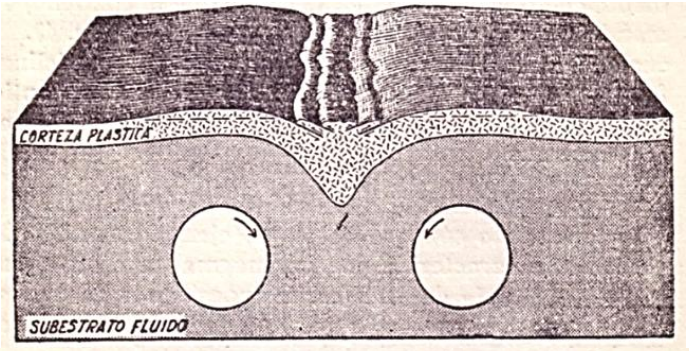


Figura 3.—Experimentos de Griggs. La fuerza aplicada se origina de los cilindros en rotación que provocan corrientes simuladas de convexión en el substrato. El efecto de arrastre de las corrientes sobre la corteza produce el plegamiento. Obsérvese el material comprimido en la depresión encima del pliegue y la analogía con el "Barbados Ridge" de la figura 8.

***Figura 81**. Hipótesis del Tectógeno de HESS (1938b, 1950).*

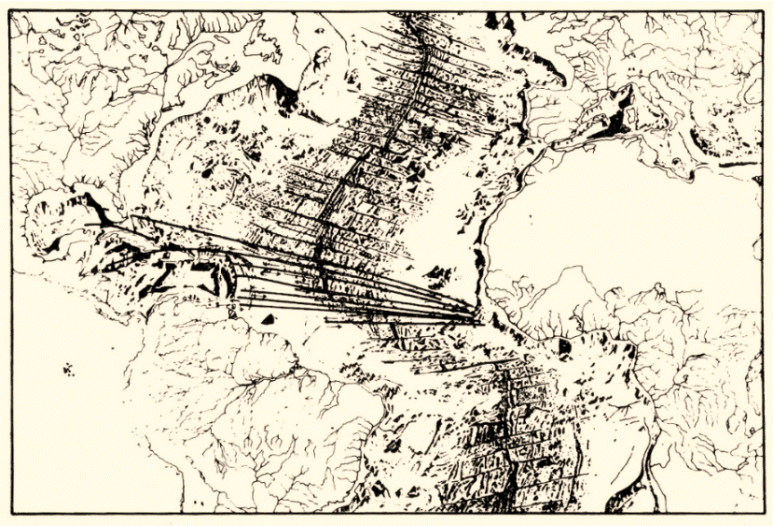


***Figura 82**. Centro-atlántica mostrando a una serie de fallas que la cruzan y que tienen continuidad hacia el Caribe (BALL & HARRISON 1969).*

El surgimiento de la teoría de la Tectónica de Placas

La Tectónica de Placas como la conocemos hoy día finalmente ganó aceptación en los medios científicos a fines de los años 1960s y comienzos de los años 1970s, al develarse varias líneas de evidencias que explican el carácter dinámico de la corteza terrestre, como son:

(1) el descubrimiento de franjas de magnetismo normal e inverso en los fondos marinos, que se continúan en forma paralela y simétrica a ambos lados de las dorsales oceánicas;

(2) los resultados de perforaciones realizadas de los fondos marinos, que muestran edades más jóvenes en y cerca de las dorsales y más viejas a medida que se alejan de ellas, pero en ninguna parte más viejas que el Jurásico y

(3) los estudios de la distribución hipocentros de sismos, que son casi superficiales en las dorsales y demás zonas de fallas de la corteza oceánica, mientras que al acercarse en las zonas montañosas peri-continentales como ocurre en el margen pacífico de Suramérica, los hipocentros muestran una profundidad creciente continente adentro.

Todo esto dio lugar a la aceptación general de las ideas sobre las corrientes de convección en el manto, el esparcimiento de la corteza oceánica a partir de las dorsales como había planteado H. H. Hess, y con ello el nacimiento de ideas mucho más globales para los fenómenos geológicos que llega a denominarse Tectónica Global, hasta el nombre más usado hoy día de Tectónica de Placas. Hoy día ésta se constituye en una teoría unificadora de las diversas disciplinas de las ciencias de la tierra, que ha venido afinándose en las últimas tres décadas y hasta se ha aplicado en otros cuerpos del sistema solar.

La Tectónica de Placas y el origen del Caribe

Desde los inicios de las ideas globalistas en sus distintas acepciones según la época, el Caribe siempre estuvo en la mesa de discusión, en

especial por la cercanía geográfica de muchos de los investigadores afiliados a centros de investigación de los Estados Unidos de Norteamérica, en nuestro caso el Dr. H. H. Hess, con estudios desde la década de los años 1930s incluyendo a sus tesistas en Venezuela. Por ello con el avenimiento de la teoría de la Tectónica de Placas, el Caribe empieza a ser considerado desde varios puntos de vista que trataremos de esbozar a continuación.

El trabajo de MOLNAR y SYKES (1969) es pionero en mostrar la individualidad y existencia de una placa Caribe separada de las demás existentes, basados en el estudio de la distribución de sismos y sus mecanismos focales, mostrando las direcciones de movimiento relativo contra las placas adyacentes, lo cual hace que se genere una amplia gama de explicaciones.

Origen local

Entre los primeros modelos específicos para esta región son aquellos que podríamos denominar localistas, es decir que el Caribe se formó aproximadamente en el mismo sitio actual. FREELAND y DIETZ (1972) presentan un trabajo basado en la ruptura de Pangea, que separa primeramente Norte América de Sur América y, posteriormente a África de Sur América, generándose así el espacio que ocupa el Caribe (Fig. 83).

Las ideas localistas poco a poco han ido perdiendo aceptación en pro de las ideas de la "Escuela del Pacífico" que invocan una traslación lejana, pero recientemente. Algunos autores (e.g.: Keith H. JAMES 2006) han vuelto a retomar estas ideas locales aportando nuevos datos. Probablemente como en muchas otras discusiones geológicas, a medida que aumentan las investigaciones, es probable que las evidencias esgrimidas por ambas líneas de pensamiento puedan converger hacia un nuevo modelo al menos parcialmente unificado.

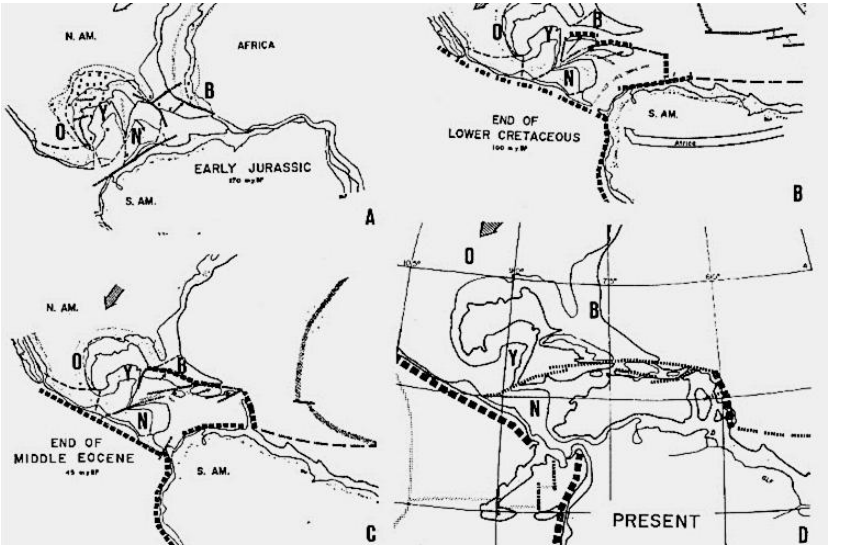


Figura 83*. Interpretación de* FREELAND *y* DIETZ *(1972) de la ruptura del supercontinente previo, para formar el espacio ocupado por el Caribe.*

Origen lejano

Sin duda que hoy día las ideas más aceptadas y con mayor apoyo son las de proveniencia lejana desde el oeste o "Escuela del Pacífico", con varias líneas de evidencias en geología de superficie, petrología, geoquímica, paleomagnetismo, etc.

Entre los primeros proponentes se encuentra NORTH (1965), pero fueron MALFAIT y DINKELMAN (1972) quienes presentan una reconstrucción completa que se inicia en el Cretácico Tardío y originada en el Pacífico oriental, generando una zona de subducción y el arco de las Antillas menores. Estas ideas fueron retomadas por otros autores y los modelos se van refinando y añadiendo nuevos datos. Luego SYKES *et al.* (1982), presenta un modelo tipo "gaveta" para el Caribe, calcula una velocidad de traslación relativa de 3,7 cm/año y el norte de Venezuela lo simplifica a una simple zona de transcurrencia dextral (Fig. 84).

En 1975 aparece el mapa tectónico del Caribe de CASE y HOLCOMBE (1975), parcialmente afinado por el geólogo Peter H. MATTSON (1984) luego de trabajar en Venezuela. Allí se muestran las principales características del Caribe que van siendo abordadas en modelos sucesivos (Fig. 85).

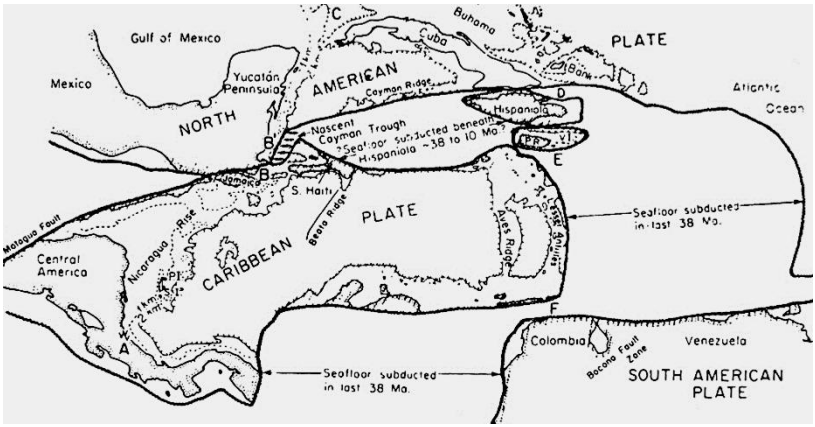


***Figura 84**. Interpretación del origen del Caribe de SYKES et al. (1982).*

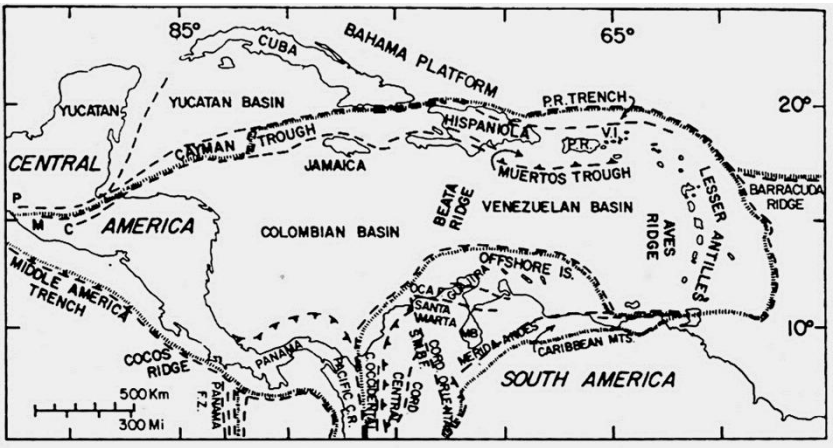


***Figura 85**. Mapa tectónico simplificado del Caribe según MATTSON (1984).*

Para fines de la década de los 1980´s los cooperantes franceses que trabajan en Venezuela como Jean-F. Stephan y C. Beck también utilizan estos modelos lejanos, quedando sus ideas resumidas -entre otras publicaciones- en una colección de 14 diagramas (Fig. 86) que abarcan desde el Triásico hasta el presente (STEPHAN 1990).

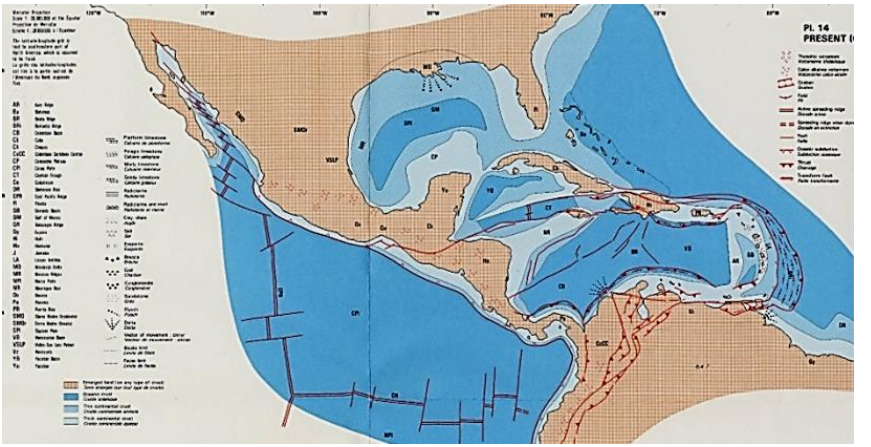


Figura 86. *Configuración tectónica reciente del Caribe según STEPHAN (1990).*

Dentro de la escuela de origen Pacífico, es el Dr. James L. Pindell quién ha sido su mayor vocero en las últimas décadas, comenzando desde sus tesis de maestría y doctorado, continuando con una larga serie de artículos que abarcan un período de tres décadas, donde poco a poco ha ido añadiendo más información y detalles locales de los territorios caribeños (e.g.: PINDELL y DEWEY 1982, PINDELL 1985, PINDELL y KENDAL 2007, PINDELL *et al.* 2025) (Fig. 87).

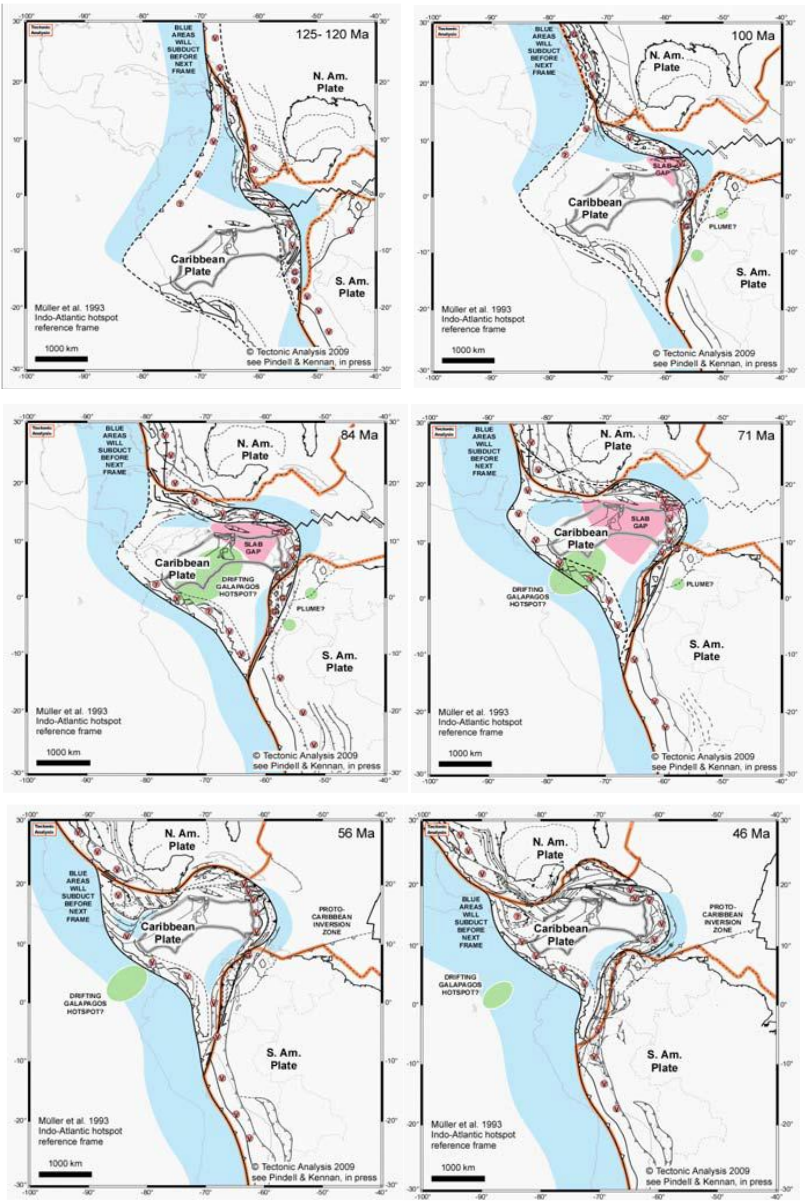


Figura 87*. Origen y evolución de la Placa Caribe, según el Modelo Pacífico de J. L. Pindell.*

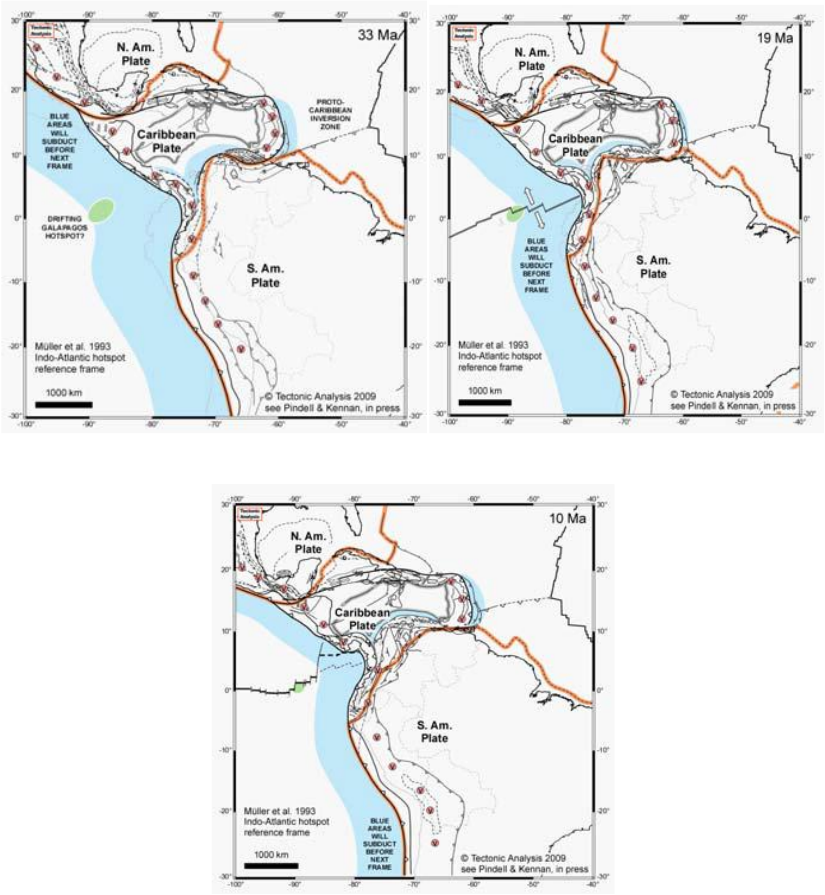


***Figura 87**. Origen y evolución de la Placa Caribe, según el Modelo Pacífico de J. L. Pindell.*[145]

También han surgido modelos que podríamos considerar como intermedios como en de MESCHEDE M. y W. FRISCH (1998), que propone un origen intra-americano para la Placa Caribe (Fig. 88).

145 Imágenes extraídas de un video de 2009.

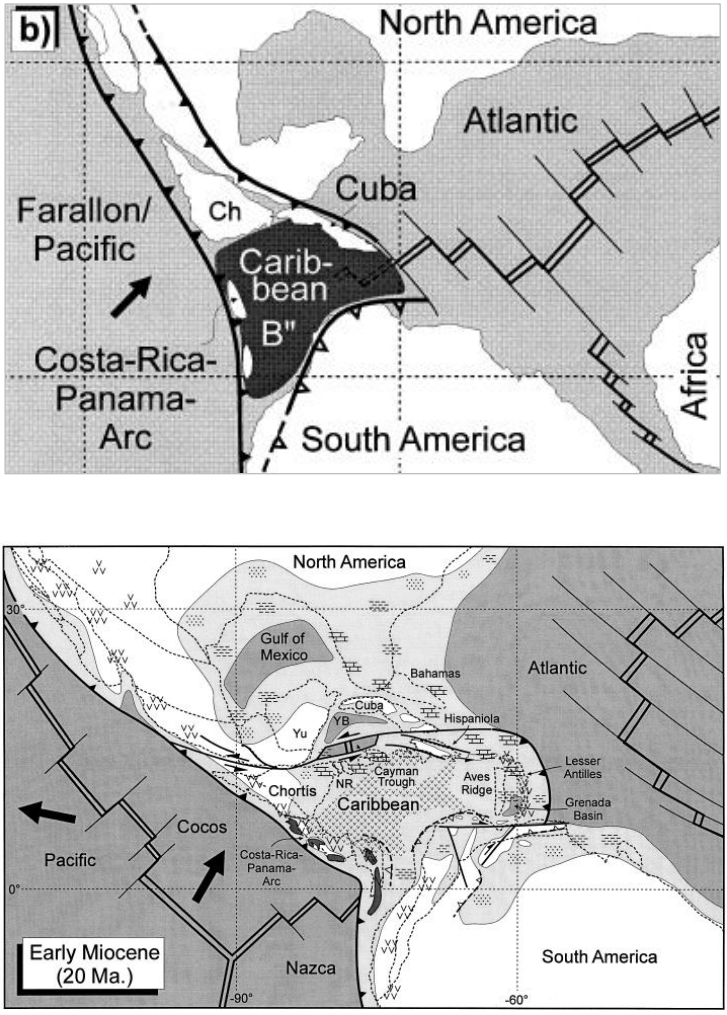


Figura 88. *Modelo intra-americano para la Placa Caribe según* MESCHEDE y FRISCH (1998).

6. TECTÓNICA DE PLACAS APLICADA A LA CORDILLERA DE LA COSTA

Para comenzar esta sección pasaremos revista a los conceptos de aloctonía utilizados en las décadas de los años 1960s-80s específicos para la Cordillera de la Costa. Las primeras ideas surgieron con el estudio de las rocas de Villa de Cura, junto a las relaciones de campo que mostraban contactos de fallas de corrimiento. El Prof. Harry H. Hess inicia la hipótesis de aloctonía para estas rocas, la cual es recogida en los trabajos doctorales de OXBURGH (1965), MENÉNDEZ (1965) y SEIDERS (1965).

A los pocos años surgen las ideas de Tectónica de Placas, que son aplicadas también a la región del Caribe. Para el norte de Venezuela, Walter Viktor MARESCH (1971, 1974) en su tesis doctoral en la isla de Margarita, caracteriza las rocas de metamorfismo de alta presión-baja temperatura (eclogita y otros tipos), con lo cual observa los fuertes contrastes entre los ambientes de formación de las unidades aflorantes en la Isla. Esto le permite dar los primeros esbozos del uso de la Tectónica de Placas para explicar la geología de la isla de Margarita, extendiéndose a la Cordillera de la Costa, donde interpreta al "Grupo Villa de Cura" como un fragmento alóctono de arco de islas, idea que a partir de entonces es usada y afinada por casi todos los autores posteriores. En el trabajo doctoral de Enrique NAVARRO-FARRÁN (1974) en la isla de Margarita, también se presentan ideas en la orientación de tectónica de placas.

Con base al conocimiento aportado por la tesis de MARESCH (1971), el geólogo Alirio BELLIZZIA (1972) publica un trabajo con el título de *Sistema montañoso del Caribe, borde sur de la placa Caribe ¿Es una cordillera alóctona?,* donde se resumen ideas que apoyarían un origen mayormente alóctono para las montañas del norte del país. En particular señala los siguientes puntos:

-La Cordillera está rodeada al sur por una unidad flysch.

-En las fajas de Caucagua-El Tinaco, Loma de Hierro-Paracotos y Villa de Cura hay un arreglo heterogéneo de unidades que ponen en contacto rocas ígneas de diferentes orígenes y de grados de metamorfismo disímiles.

-La existencia de rocas en la zona costera con eclogita y esquisto glaucofánico entre otras, con facies de esquisto azul, en contacto con rocas de la facies de anfibolita epidótica y demás facies de baja presión.

En **1980**, SKERLEC & HARGRAVES (1980) utilizando técnicas de paleomagnetismo, presenta dos modelos para explicar los resultados anómalos para Villa de Cura; pero preferencialmente concluyen que el bloque Villa de Cura tuvo una rotación en 90° en sentido horario[146] (Fig. 89).

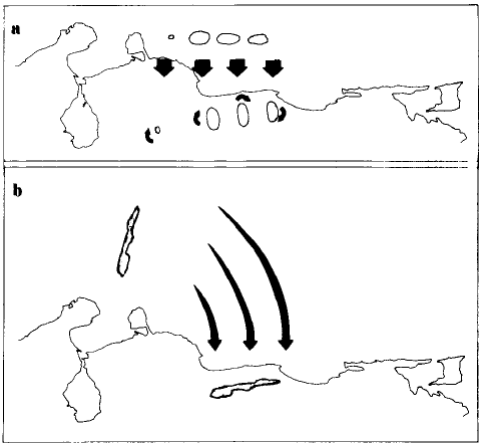


Figura 89*. Dos posibles modelos propuestos por SKERLEC Y HARGRAVES (1980) para explicar los datos paleomagnéticos anómalos.* ***a****: Villa de Cura derivado de un arco de islas con tendencia E-O, con la rotación debida a deslizamientos submarinos y otros.* ***b****: Las rocas de Villa de Cura como parte de un arco de islas intra-oceánico de tendencia N-S originalmente perpendicular al margen continental venezolano.*

[146] En los modelos de Talukdar y Loureiro de 1982 y de Navarro de 1983, se acoge la opción (a) de *SKERLEC y HARGRAVES (1980).*

En décadas posteriores, otros autores han corroborado la rotación de la Faja Villa de Cura y terrenos semejantes, en otras localidades:

1-En San Carlos - El Pao, Cojedes (BLIN 1989, BLIN *et al.* 1990).
2-Río Caramacate, San Sebastián, Aragua (ALASTAIR 2005).
3-Volcánicas de arco de islas de Tobago (BURMESTER *et al.* 1996).
4-En Aruba y Curazao (BEARDSLEY 2007),

de manera que ésta es una condición que debe tomarse en cuenta en todos los modelos del norte de Venezuela.

Aparte de las ideas previas que apoyaban la presencia de terrenos alóctonos en la Cordillera de la Costa, esta región no fue involucrada directamente en la Tectónica de Placas, hasta el trabajo en la UCV de **Suhas Talukdar** y **Daniel Loureiro** de **1982**. Estos autores en su estudio de la región de Puerto Cruz - Carayaca en el estado Vargas, tuvieron la oportunidad de estudiar rocas del hoy denominado Terreno Carayaca, que contiene rocas metamórficas de AP-BT, adyacentes a rocas graníticas en la facies de la anfibolita epidótica, con una etapa metamórfica retrógrada en facies del esquisto verde. Para explicar esta yuxtaposición de rocas de orígenes tan distintos, presentan el primer modelo de Tectónica de Placas que se refiere específicamente a la Cordillera de la Costa (TALUKDAR y LOUREIRO 1982)[147]. En este modelo se explica la variedad de terrenos de la Cordillera de la Costa por la interacción del borde norte del continente suramericano con un arco de islas, tanto con sus rocas volcánicas propiamente dichas, como aquellas circundantes del complejo de subducción, cuencas de ante y retro arco. De esta manera interpretan a la faja de Villa de Cura como un fragmento de dicho arco volcánico emplazado hacia el sur (Fig. 90).

[147] Este trabajo aporta el modelo más temprano basado en Tectónica de Placas para el norte de Venezuela que de haberse publicado en inglés en una revista internacional, probablemente habría sido una de las referencias más citadas en su temática.

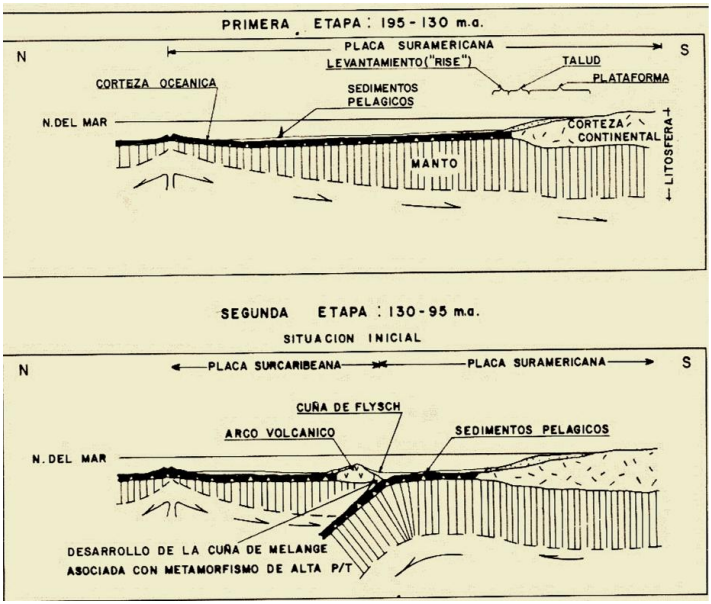


***Figura 90A**. Modelo de evolución de la Cordillera de la Costa en el marco de la Tectónica de Placas desde el Jurásico al Cretácico medio, según TALUKDAR & LOUREIRO (1982).*

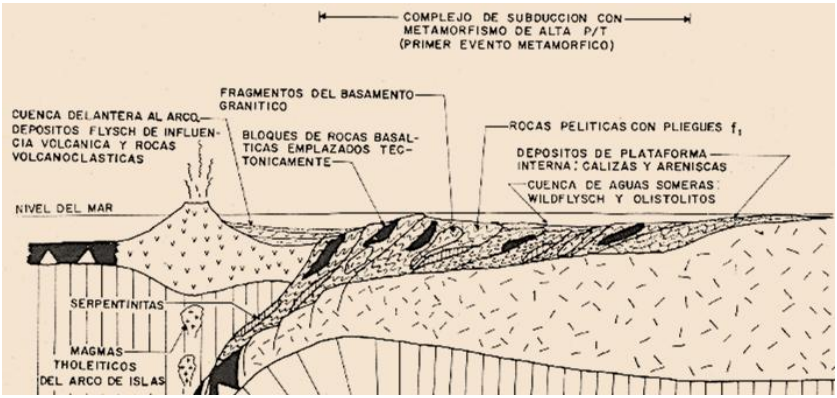


***Figura 90B**. Cretácico medio al presente (TALUKDAR & LOUREIRO 1982).*

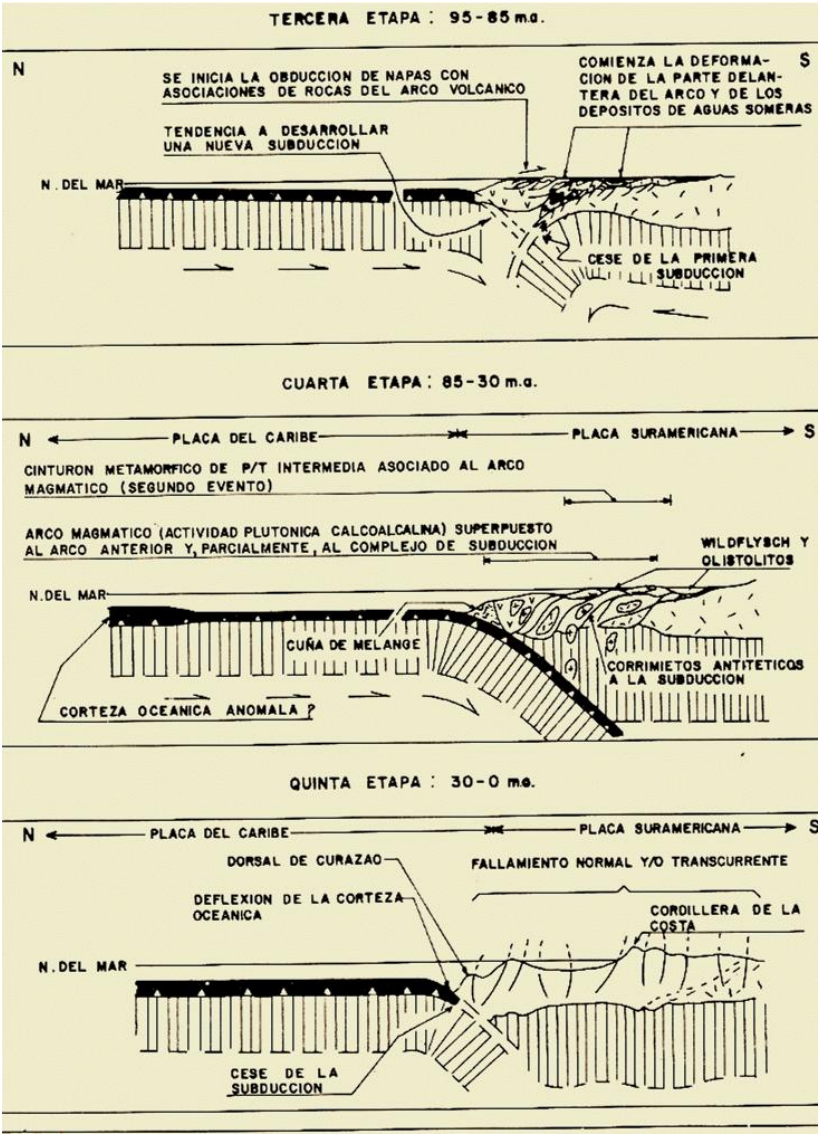


***Figura 90B**. Cretácico medio al presente (TALUKDAR & LOUREIRO 1982).*

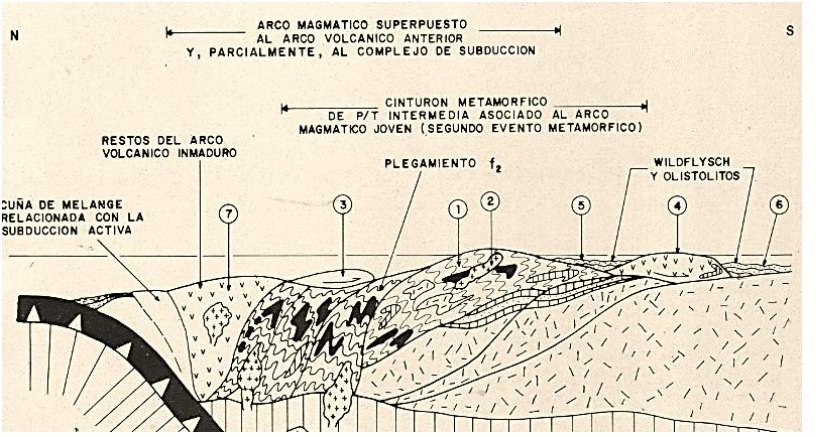


Figura 90C. *Detalle de la cuarta etapa (85-30 Ma) (TALUKDAR & LOUREIRO 1982). Nótese la posición de las rocas de Villa de Cura (No. 4).*

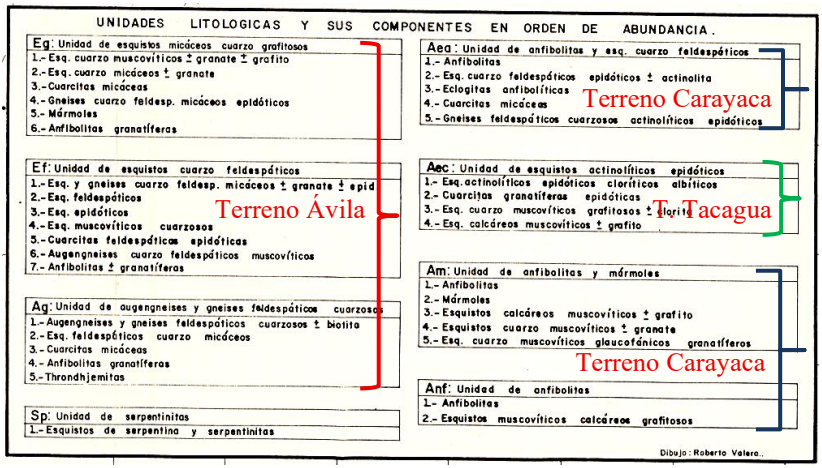


Figura 91. *Unidades cartografiadas por TALUKDAR y LOUREIRO (1982) en la región de Puerto Cruz - Catia la Mar.*

Al año siguiente, con los resultados de los trabajos de cartografía geológica, petrología y geoquímica en la región de Villa de Cura, **Enrique NAVARRO** (**1983**) propone un modelo que involucra dos arcos de islas (Fig. 92), uno al norte adaptándose a la hipótesis previa de TALUKDAR & LOUREIRO (1982) y otro al sur, considerando que se formó en una cuenca oceánica formada por la separación de las rocas del Escudo Guayana al sur y una microplaca al norte (su "Microcontinente Sebastopol"). En esta cuenca intermedia equivalente a la de Altamira, se generaría corteza oceánica y un arco de islas, que en una etapa posterior llega a cerrarse, quedando finalmente emplazadas estas rocas volcánicas en forma relativamente autóctona, tanto como fragmentos del arco propiamente dicho (Villa de Cura), como fragmentos de la corteza oceánica (Ofiolita Loma de Hierro).

Éste lo denominamos "modelo de dos arcos" y es de naturaleza fundamentalmente localista. Este modelo es afinado por OSTOS & NAVARRO (1986) (Fig. 92) y vuelto a reformular por OSTOS *et al.* (2005) (Fig. 93).

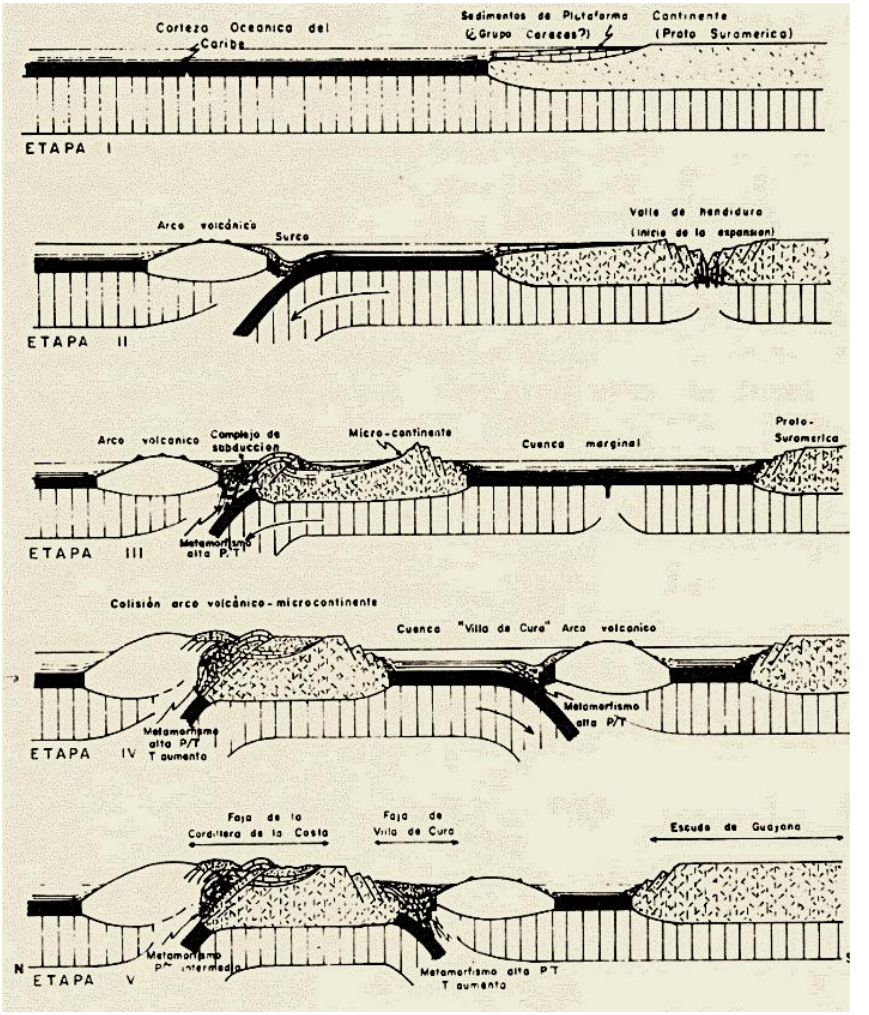
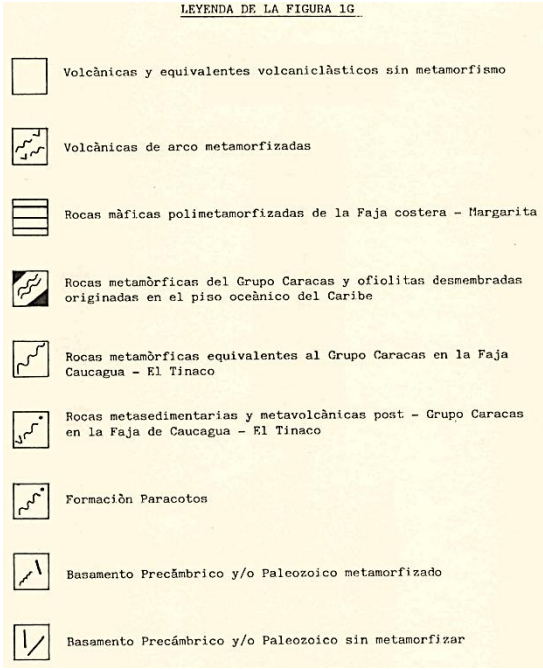


***Figura 92**. Modelo de evolución de la Cordillera de la Costa y en especial de la faja de Villa de Cura de NAVARRO (1983). A la izquierda prácticamente se reproduce el modelo de TALUKDAR & LOUREIRO (1982), mientras que a la derecha se representa la interpretación con un segundo arco.*



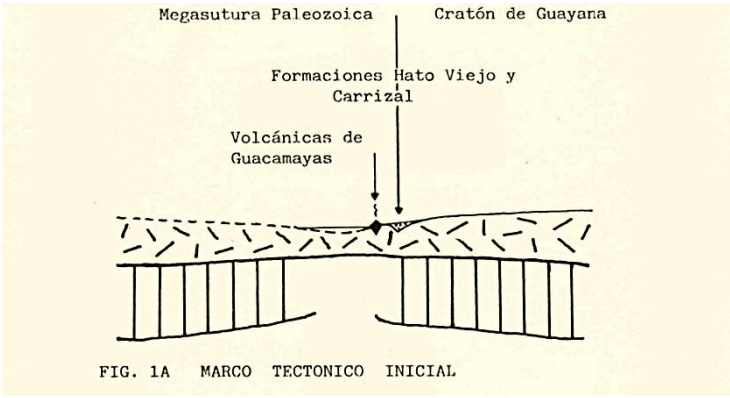


***Figura 93**. Modelo tectónico de OSTOS y NAVARRO (1986).*

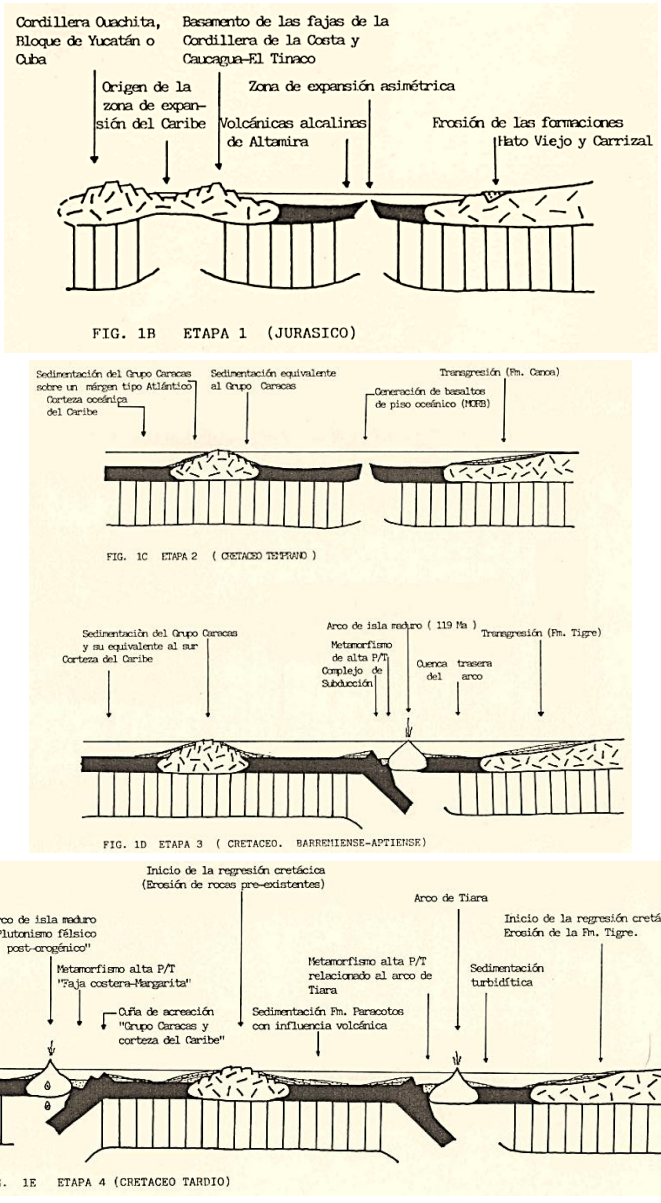
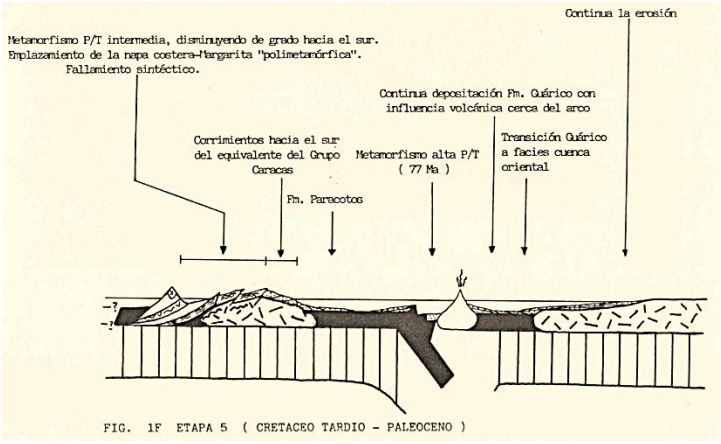


***Figura 93**. Modelo tectónico de OSTOS y NAVARRO (1986).*



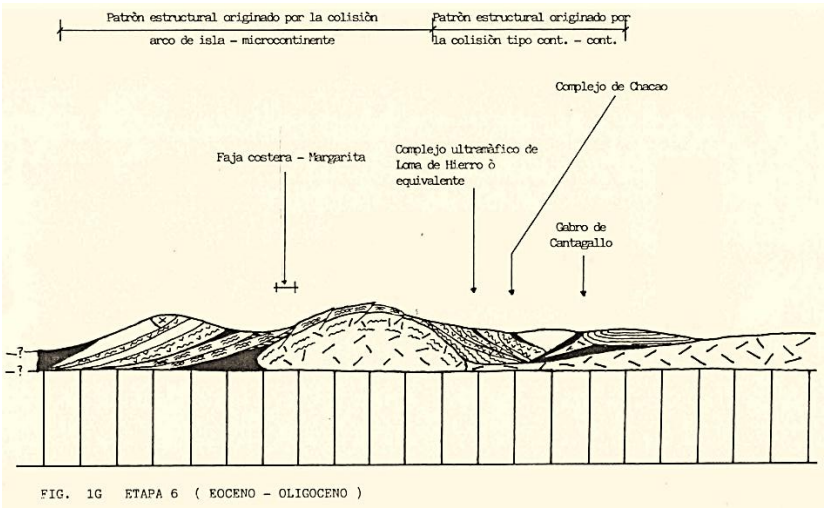


***Figura 93**. Modelo tectónico de OSTOS y NAVARRO (1986).*

Para **1990** en la tesis doctoral de **Marino Ostos**, se presenta un nuevo modelo, qué al contrario de sus modelos anteriores, ahora encaja con la "Escuela del Pacífico" y "un solo arco", aceptando, además, la información paleomagnética de SKERLEC & HARGRAVES (1980). En este modelo, más allá de la faja de Villa de Cura, que había sido considerada alóctona desde 1965, también se consideran alóctonas a las rocas de las actuales fajas Costera, Ávila, Caracas, Caucagua-El Tinaco, Loma de Hierro y Villa de Cura (OSTOS 1990).

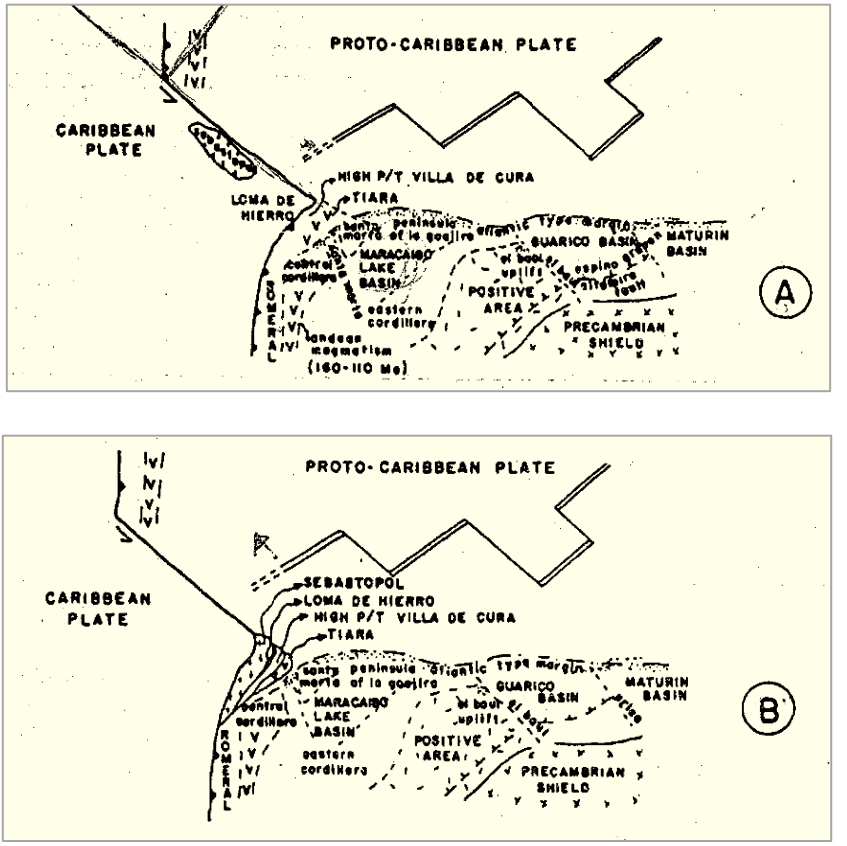


***Figura 94**. Primer modelo de origen Pacífico específicamente planteado para explicar 93 evolución de la Cordillera de la Costa (OSTOS 1990).*

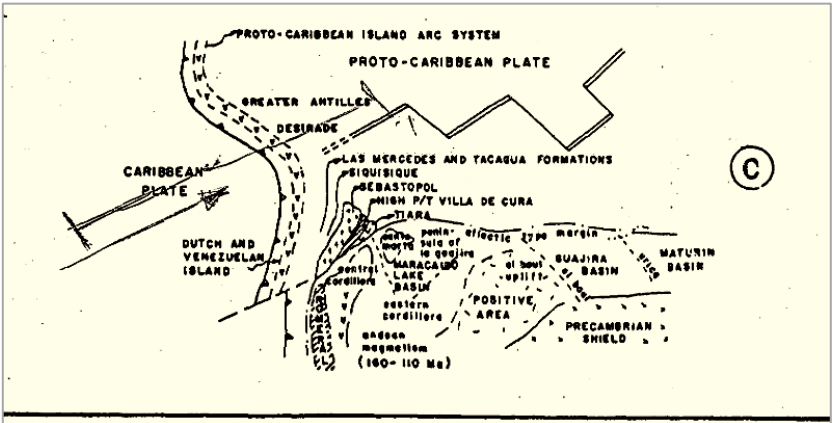


FIGURE 8.4 : TECTONIC EVOLUTION OF NORTHERN SOUTH AMERICA DURING THE NEOCOMIAN (A : 144 Ma ; B : 125 Ma ; C : 120 Ma).

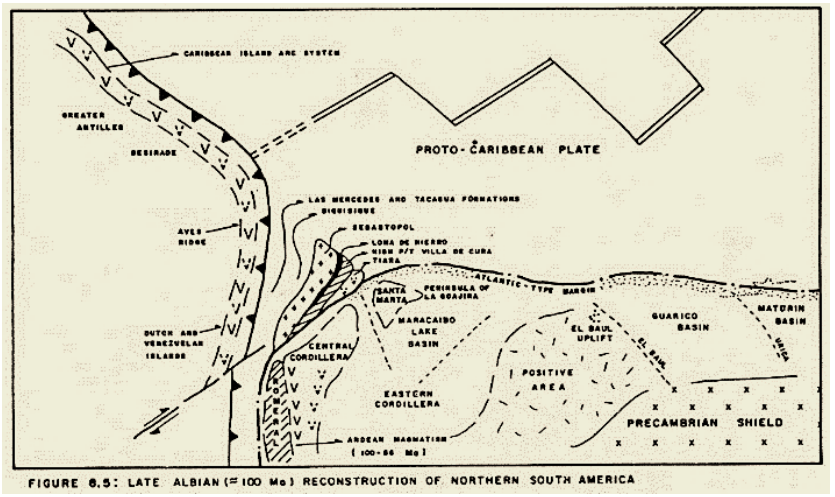


FIGURE 8.5: LATE ALBIAN (= 100 Ma) RECONSTRUCTION OF NORTHERN SOUTH AMERICA

Figura 94*. Modelo de* OSTOS *(1990).*

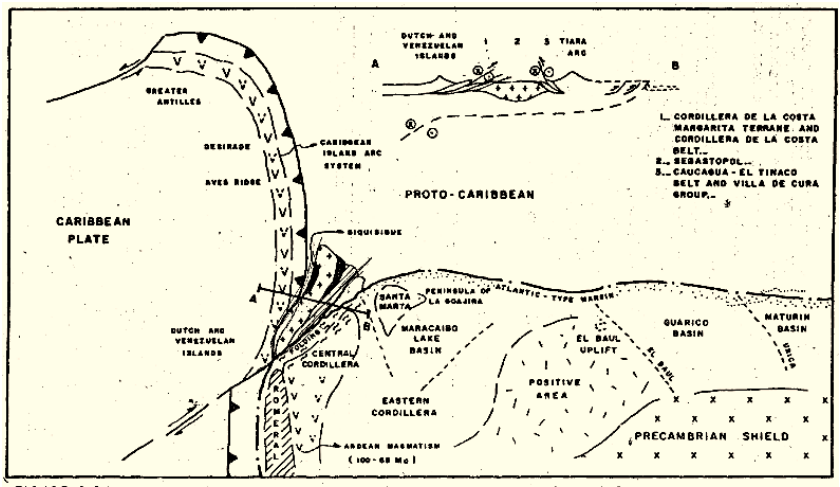


FIGURE 8.6 : SANTONIAN TO EARLY EOCENE TECTONIC EVOLUTION OF NORTHERN SOUTH AMERICA

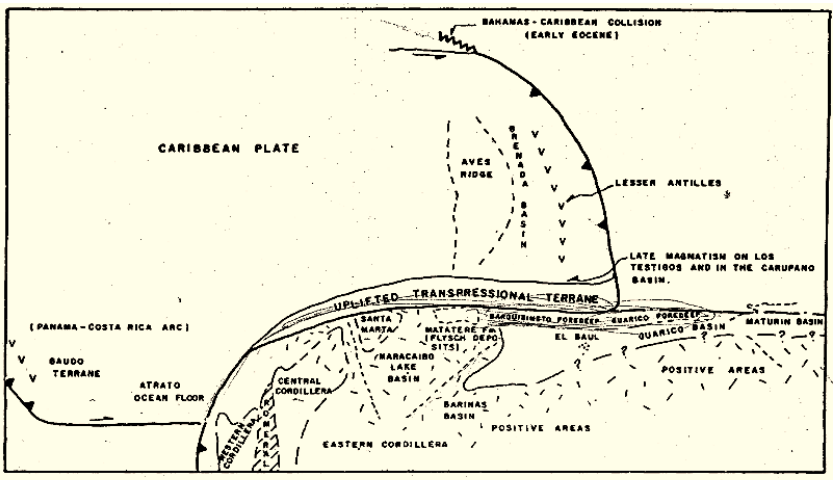
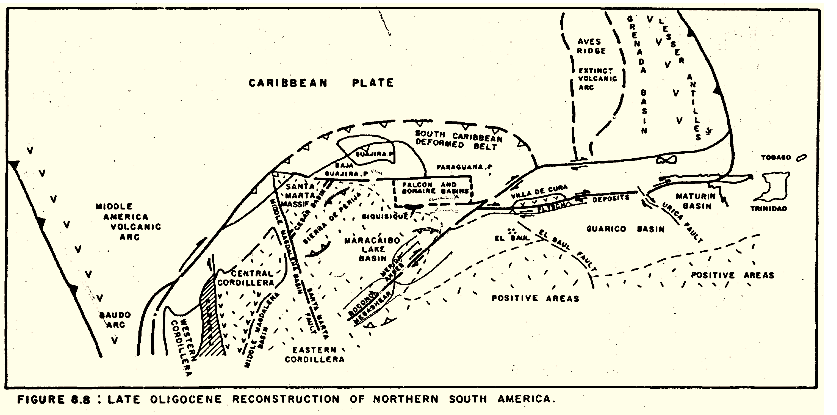


FIGURE 8.7 : MIDDLE - LATE EOCENE (40 Ma) RECONSTRUCTION OF NORTHERN SOUTH AMERICA.

Figura 94. *Modelo de* OSTOS *(1990).*



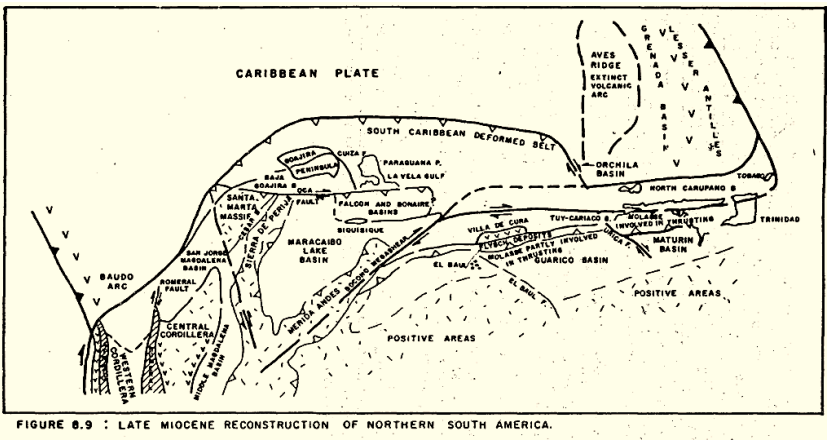


***Figura 94**. Primer modelo de origen Pacífico específicamente planteado para explicar la evolución de la Cordillera de la Costa (OSTOS 1990).*

De este período, **Marino Ostos**, tuvo fondos para geocronología Rb-Sr, entre las cuales se analizaron tres muestras del Augengneis Peña de Mora (Fig. 95), que resultó en la inesperada edad de **1.560±83 Ma** (Mesoproterozoico), confirmando las interpretaciones de autores europeos anteriores por comparación con rocas de los Alpes (Sievers 1896 *arcaico*, Reinhard 1922 *Paleozoico*, Rutten 1940 "*pueden existir rocas precámbricas, junto a rocas de edades más jóvenes*".

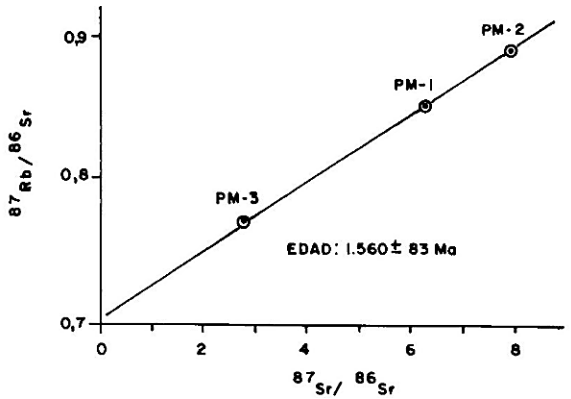
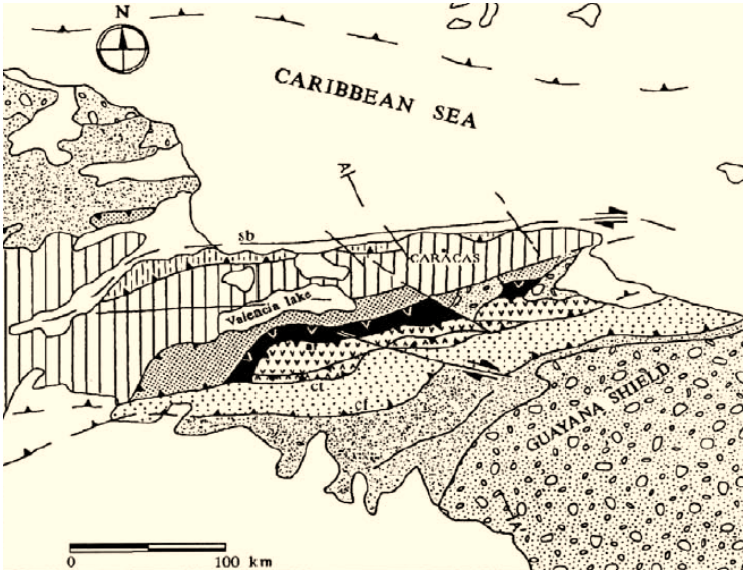


Figura 95. *Isocrona Rb-Sr de muestras del Augengneis Peña de Mora (OSTOS, NAVARRO y URBANI 1989).*

En profesor **Giuseppe Giunta** (Fig. 99) de la Università degli Studi di Palermo y colaboradores, durante los años **1990**'s realizaron varios trabajos en Venezuela, con énfasis en las asociaciones ofiolíticas (e.g.: GIUNTA *et al.* 2002). En **1996** propone una sección para la Cordillera de la Costa, que sigue fundamentalmente a C. Beck (Fig. 96), luego proponen tres opciones de modelo geodinámico para la CdlC, posteriormente actualizado en GIUNTA *et al.* (**2003**) (Fig. 96).



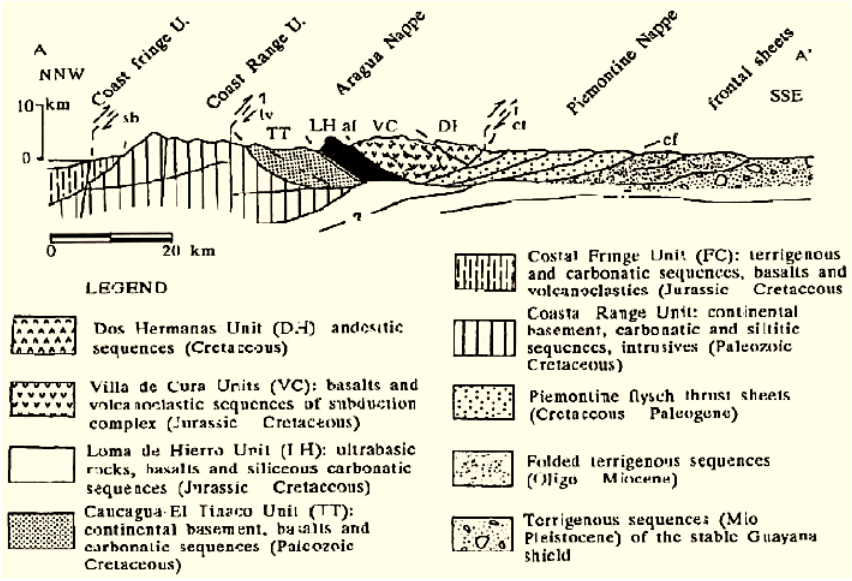


Figura 96. *Sección geológica de la CdlC de* GIUNTA et al. *(1996).*

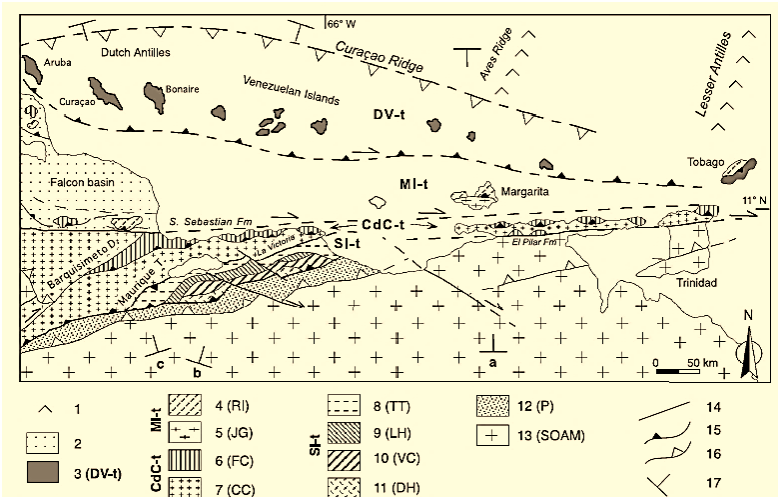


Figure 2. Geologic sketch map of the southern margin of the Caribbean Plate (modified after Giunta et al., 1997). (1) Volcanic arcs of the Aves–Lesser Antilles system. (2) Tertiary siliciclastic deposits. **Dutch–Venezuelan Islands terranes (DV-t):** (3) Cretaceous thickened oceanic crust and scattered sedimentary covers intruded by Late Cretaceous calc-alkaline magmatism. **Margarita Island terrane(MI-t):** (4) subcontinental mantle peridotites, layered gabbros, and doleritic dykes with WPT affinity (La Rinconada unit, RI); (5) Paleozoic orthogeneiss, paragneiss, and schists (Juan Griego unit, JG). **Cordillera de la Costa terrane (CdC-t):** (6) Late Jurassic–Early Cretaceous HP-LT MORB ophiolitic units (Franja Costera group, FC); (7) Precambrian-Paleozoic orthogneiss, Late Jurassic–Cretaceous paragneiss, marbles, and schists (Cordillera de la Costa group, CC). **Serrania del Interior terrane (SI-t):** (8) sub-continental mantle peridotites, layered gabbros, pre-Mesozoic high-grade gneiss, Cretaceous volcano-sedimentary metasequence with WPT affinity (Caucagua–El Tinaco unit, TT); (9) Late Jurassic–Early Cretaceous MORB ophiolites and related sedimentary covers (Loma de Hierro unit, LH); (10) middle Cretaceous HP-LT island-arc sequences with IAT affinity (Villa de Cura unit, VC); (11) middle Cretaceous island-arc volcanics with IAT affinity (Dos Hermanas unit, DH). **South America plate (SOAM):** (12) Late Cretaceous–Paleocene terrigenous flysch sequences (Piemontine Nappe, P); (13) pre-Mesozoic continental crystalline basement and Mesozoic sedimentary covers (Guayana shield). **Symbols:** (14) strike-slip fault; (15) thrust; (16) active trench and frontal thrust; (17) lines of cross sections represented in Figure 3.

Figura 96. *Modelo geodinámico para la Cordillera de la Costa de* GIUNTA et al. *(2003).*

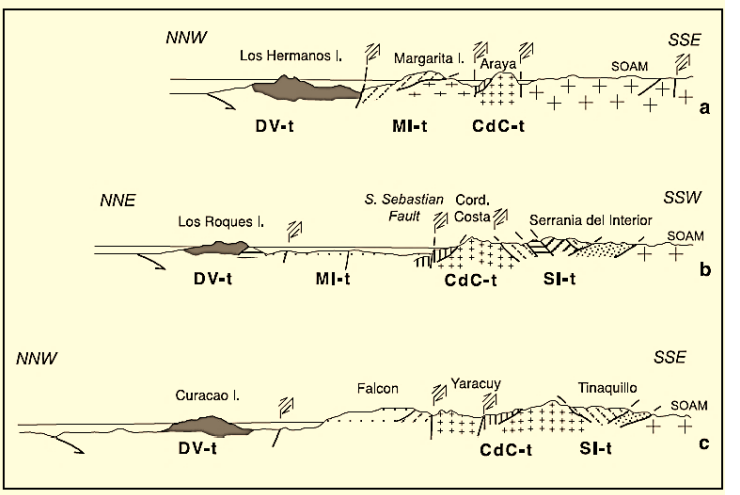


Figure 3. Cross sections showing the main tectonic features of the southern margin of the Caribbean plate. See Figure 2 for legend.

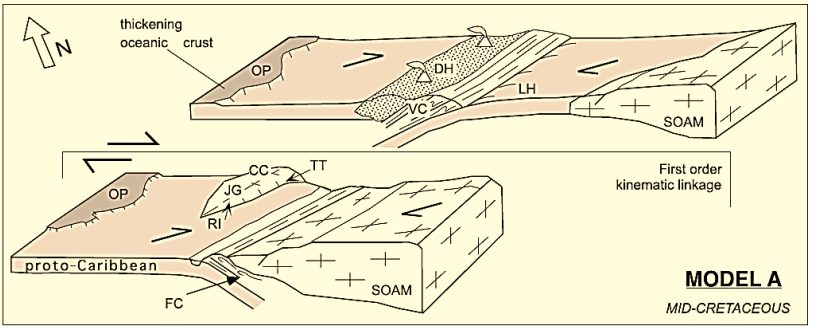
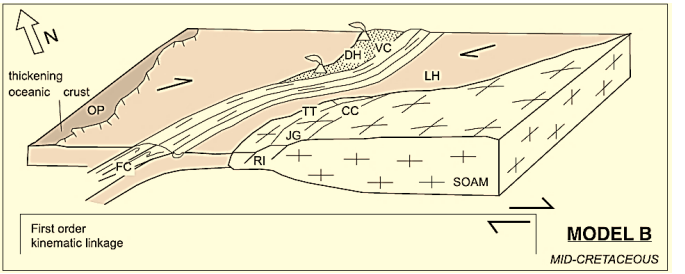


Figura 96. *Modelo geodinámico para la Cordillera de la Costa de* GIUNTA et al. *(2003).*



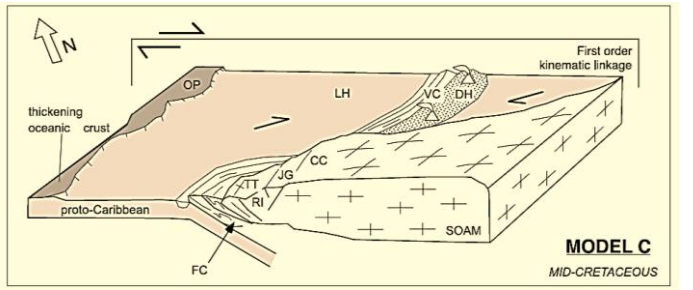


Figure 5. Possible geodynamic scenarios (Models A, B, and C) during the middle Cretaceous, showing the approximate locations of the main elements of the Caribbean southern margin. SOAM = South America Plate; JG and CC = continental margin of the Juan Griego and Cordillera de la Costa groups; RI and TT = subcontinental mantle and crust of rifted margins of La Rinconada and Caucagua–El Tinaco units characterized by WPT magmatism; FC and LH = MORB oceanic lithosphere of the Franja Costera group and Loma de Hierro unit; VC and DH = island arc showing IAT magmatism of the Villa de Cura and Dos Hermanas units; OP = thickening oceanic lithosphere (future Caribbean plateau). See text for details and more explanation of models A, B, and C.

***Figura 96**. Modelos geodinámicos para la Cordillera de la Costa de* GIUNTA et al. *(2003).*

En **1992**, **R. C. Speed** (1933-2003)[148] (Fig. 99B) y **K. A. Foland**[149] (Fig. 99C) redactan un trabajo titulado "*Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: Constraints from $^{40}Ar/^{39}Ar$ dates of schists near Caracas*", pero queda inédito. Por la importancia de su contenido, FOURNIER y URBANI (2017)[150] lo publican con un análisis y comentarios sobre las edades ^{40}Ar-^{39}Ar que presentan. En la Fig. 97 se reproduce la figura donde propone varias alternativas para explicar la configuración tectónica de la CdlC (Fig. 97).

[148] Robert C. Speed. Stanford, PhD´1962. Profesor de la Northwestern University. Pionero del concepto de colisión oblicua del Caribe sobre SA.

[149] Kenneth A. Foland. Brown, PhD´1972. Profesor de geología de la Universidad de Ohio. Realiza los análisis $^{40}Ar/^{39}Ar$ de las muestras colectadas por R. Speed.

[150] En 1993, luego de obtener los resúmenes presentados por SPEED *et al.* (1992) y FOLAND *et al.* (1992), el autor les escribe para saber si había algún artículo completo y, recibe copia del manuscrito mencionado, señalando que había sido rechazador por la revista *Geology* y no hizo intentos de publicarlo en otro medio, quedando inédito.

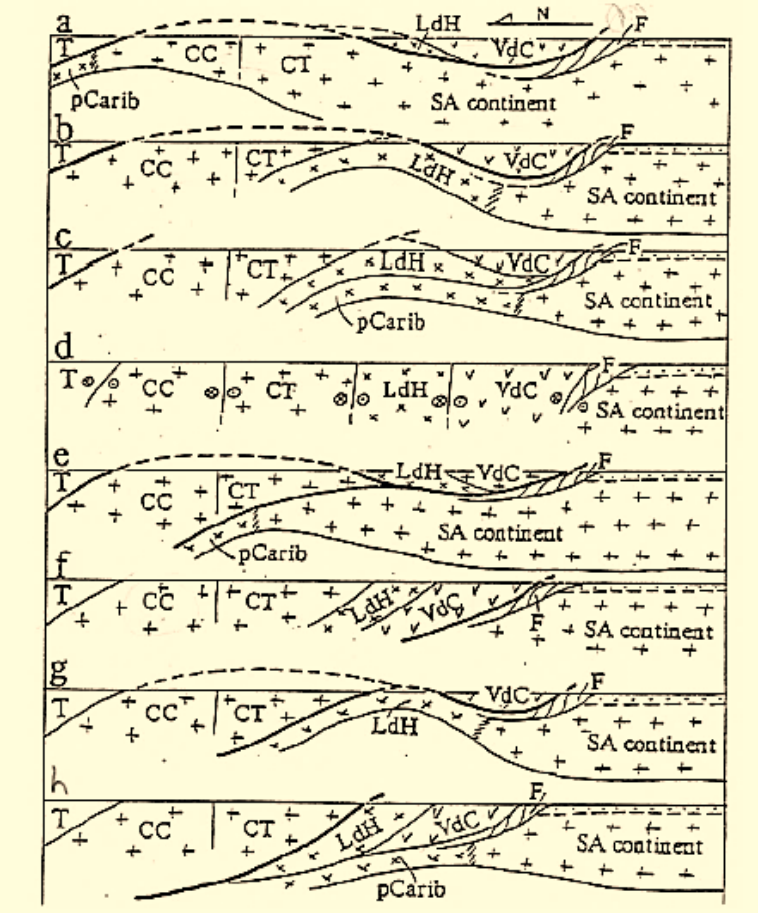


Figura. 97. *"Secciones diagramáticas (NS) a lo largo de la cordillera venezolana que muestran relaciones alternativas entre los cinturones constituyentes. Las líneas gruesas son fallas que delimitan los cinturones alóctonos; las líneas delgadas y continuas son fallas que delimitan los cinturones parautóctonos; las líneas discontinuas indican cobertura continental. T es Tacagua, CC es Cordillera de la Costa, CT es Caucagua-El Tinaco, pCarib es corteza protocaribeña, LdH es Loma de Hierro, VdC es Villa de Cura y F son estribaciones. Las cruces son basamento continental y roca metamórfica, las V son rocas volcánicas de arco; x es corteza oceánica y puntos son cobertura autóctona*" (SPEED y FOLAND (1992, manuscrito reproducido en FOURNIER y URBANI 2017: 701).

Entre **2009** y **2015** hubo avances en *geocronología* especialmente por los drs. **Patxi Viscarret**, **Marvin Baquero** y **Herbert Fournier**, que serán tratados en más detalle en el capítulo 5.

Sin embargo, mencionaremos aquí la edad ^{40}Ar-^{39}Ar de 35,1±0.4 Ma determinada por H. Fournier en **2011**, en fengita del Mármol de Antímano del Río Miguelena, luego publicado en extenso en **2017** (FOURNIER *et al.* 20017) con lo cual propone un proceso de metamorfismo en facies de la eclogita de corta duración debido a subducción de la placa Proto-Caribe en el Eocena.

Similarmente, en **2015**, **Daniel R. Viete** (Fig. 99E) y colaboradores presentan nuevas edades de muestras de las eclogitas y rocas asociadas de la región de Puerto Cabello, con una edad sorprendentemente joven de **c.35 Ma** para la fase metamórfica de AP-BT de esa región, que explica a través del modelo de la Fig. 98B, que elabora a partir del propuesto por Pindell en 2006 (VIETE *et al.* 2015a,b). En otro trabajo, Daniel Viete y otros coautores, se incluye la muestra Ve13-11 de eclogita anfibólica en Punta Jaguate; que se analiza junto a muestras de otras localidades, avanzando con ello en el conocimiento general sobre la transferencia de fluidos durante los procesos de subducción (GEORGE *et al.* 2024) (Fig. 98A).

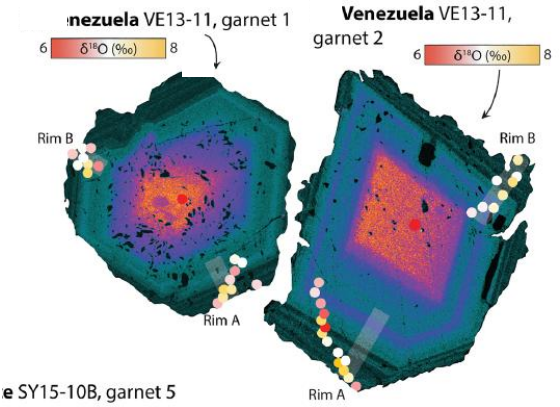


Figura 98A. *Mapa de conteos de rayos X que muestra zonación de Mn en granates de una eclogita anfibólica. Muestra Ve13-11 al este de Puerto Cabello (*GEORGE et al. *(2024).*

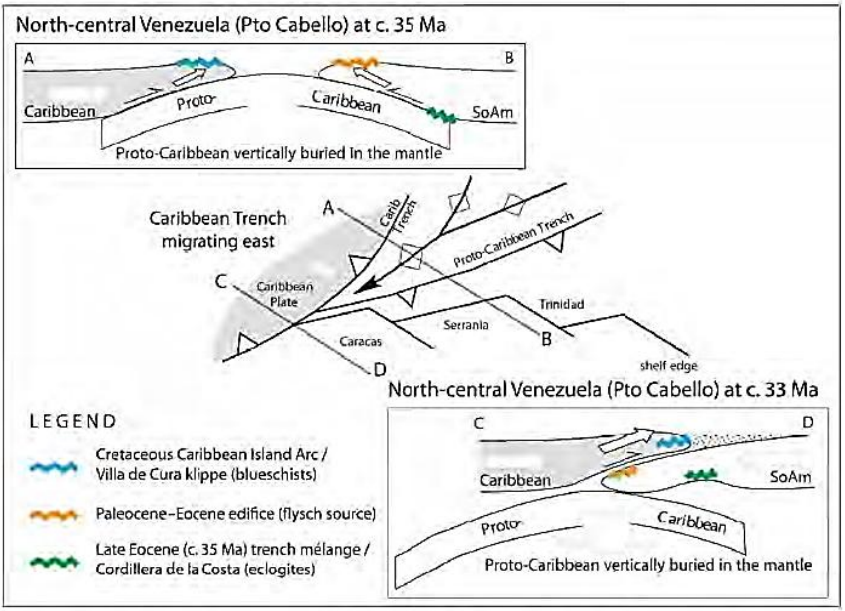
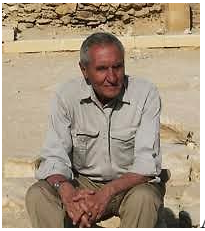


Figura 98B. *"Modelo tectónico para la formación de las eclogitas de Puerto Cabello - dentro de una Cordillera de la Costa autóctona- por una subducción Proto-Caribe y subsecuente colisión fosa-fosa. Note el emplazamiento del klippe de Villa de Cura sobre Sur América. Figura modificada de Pindell* et al. *(2006)"*
*(*VIETE et al. *(20015: 236).*


A *Giuseppe Giunta*


B *Robert C. Speed (1933-2003)*


C *Kenneth A. Foland*


E *Daniel R. Viete*

Figura 99. *Geólogos.*

Modelo de mayor aceptación actual

Con la base del conocimiento actual de la Cordillera, la distribución de las fajas y en especial el significado de sus rocas en cuanto a origen y edad, se considera más apropiado un modelo que se adapte a la "Escuela del Pacífico". Para mostrar la evolución de la región, se hará uso de trabajos e ilustraciones de diversos autores, para ir desde los tiempos más antiguos hasta las condiciones geológicas actuales.

En el largo tiempo Arqueano al Proterozoico ocurrió la heterogénea amalgamación de terrenos que dio lugar al actual Escudo de Guayana. Allí están registrados al menos siete ciclos magmáticos. La unidad con rocas más antiguas conocidas de la Cordillera de la Costa es el Augengneis Peña de Mora (1,6 Ga), un granitoide que podría corresponder a un fragmento metamorfizado y altamente deformado del gran batolito del Granito Parguaza que aflora en el distrito Cedeño del estado Bolívar y parte del estado Amazonas.

Al final del Neoproterozoico ocurre la gran orogénesis del Grenvilliano, con rocas de edad entre 0,9 y 1,2 Ga. Siguen otros eventos magmáticos durante las orogénesis entre 600-550 Ma, que han recibido nombres diversos como Panafricana-Brasiliana, Tacónica (equivalente en edad con la Caledoniana de latitudes mayores) y, que abarcaría gran parte del Paleozoico (Cámbrico-Devónico) entre 540-420 Ma, siguiendo con la Apalachiana (equivalente en edad con la Herciniana europea) en el Carbonífero-Pérmico, hace unos 340-280 Ma. Unidades de estos ciclos paleozoicos afloran en los Andes, en El Baúl (VISCARRET 2009), en Todasana (URBANI *et al.* 2007) y se han encontrado en el basamento bajo las cuencas sedimentarias (FEO-CODECIDO *et al.* 1984, BAQUERO *et al.* 2010).

Además de procesos magmáticos, en el Paleozoico también existieron cuencas donde se sedimentaron los protolitos de unidades

como la Filita de Tucutunemo (Pérmico, según BENJAMINI *et al.* 1986), de la actual Faja de Caucagua-El Tinaco.

En el Jurásico se inicia la ruptura del supercontinente Pangea, separándose Norte de Suramérica, por medio de una zona de esparcimiento y generación de nueva corteza oceánica, que se denomina "Proto-Caribe" (Fig. 100A).

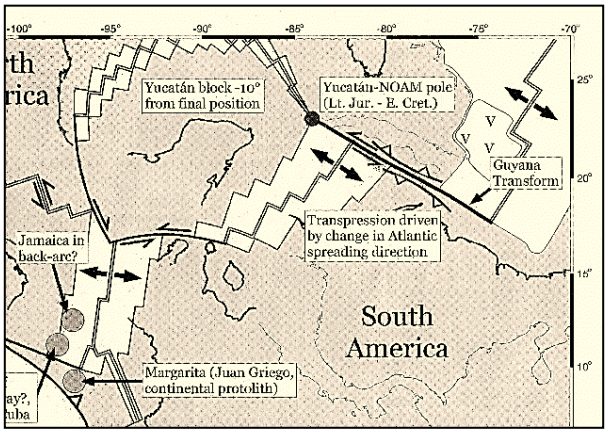


Figura 100A*. Jurásico-Titoniense. Generación de la cuenca oceánica del Proto-Caribe. Tomado de* PINDELL et al. *(2005: 11)*

En el borde norte de Suramérica se inician procesos sedimentarios del tipo margen pasivo. Entre ellos se encuentran los depósitos de arenisca y conglomerado, así como algunos cuerpos de caliza plataformal del hoy Esquisto Las Brisas (que contiene *Nanogyra virgula* del Kimmeridgiense, URBANI 1969b), mientras que, en un ambiente más profundo en el Cretácico Tardío en aguas menos oxigenadas, se depositan las rocas que posteriormente generarán al esquisto grafitoso de Las Mercedes.

Desde el Jurásico Tardío al Cretácico Temprano en el ámbito Pacífico se genera el Gran Arco del Caribe (GAC). La placa Sudamérica (y Atlántico) va avanzando relativamente hacia el oeste,

consumiéndose paulatinamente la corteza oceánica Proto-Caribe y su zona de expansión central. En tiempos de 140 a 120 Ma se genera una incipiente meseta (plateau) oceánica también denominada "Gran Provincia Ígnea del Caribe" (CLIP, por sus iniciales en inglés). En el norte de Suramérica continua la sedimentación de margen pasivo.

En el Aptiense la subducción continúa en el GAC. Aquí debe mencionarse que la Faja Villa de Cura está compuesta por unidades formadas en un ambiente de antearco y sometidas al proceso de subducción; mientras que las rocas de Las Hermanas y las unidades máficas – ultramáficas de Chacao y Apa, estaban siendo generadas en el arco de islas intra-oceánico propiamente dicho. Las unidades con metamorfismo de AP-BT (facies de esquistos azules) como El Caño-El Chino y El Carmen, tienen una evolución metamórfica distinta a Santa Isabel, teniendo esta última una edad del pico metamórfico cercana a 96 Ma, mientras que las otras tres unidades tuvieron su pico metamórfico en unos 79 Ma (SMITH 1996, SMITH *et al.* 1999). Una explicación de esta diferencia es presentada por STILES (2000) y UNGER *et al.* (2005) (Fig. 101), quienes para el Albiense temprano ubican a Santa Isabel en un lugar más cercano al extinto centro de expansión, y más alejado para las otras tres unidades.

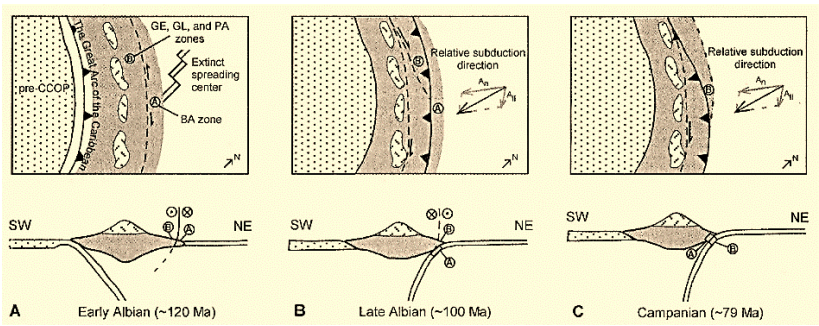


Figura 101*. Modelo de la evolución metamórfica diferencial entre las unidades Santa Isabel (A) y El Caño-El Chino-El Carmen (B).*
Tomado de UNGER et al. (2005).

Desde el Albiense tardío hasta el Campaniense, las cuatro unidades de Villa de Cura quedan envueltas en el proceso de subducción que les imparte una asociación mineralógica metamórfica de AP-BT.

Para el Maastrichtiense (Fig. 102A) la separación entre Norte y Suramérica se detiene y en términos relativos el GAC continúa entrando en el ámbito caribeño con un rumbo noreste. Durante el Cretácico Tardío en el norte de Venezuela continúa la sedimentación de unidades de "margen pasivo", en especial las importantes unidades de ambientes marinos poco oxigenados como las formaciones La Luna y Querecual. Otras unidades metasedimentarias, originalmente muy ricas en materia orgánica como Tacagua, Muruguata y Urape probablemente se formaron en estas cuencas, algunas más cerca del continente, otras más cerca del arco, de manera que allí radican las diferencias del contenido de material volcánico -mayormente piroclástico- en ellas.

- Durante el Paleoceno-Eoceno (Fig. 102B) la interacción de la placa Caribe contra Norteamérica encuentra un freno en el gran banco de las Bahamas y Cuba, por lo cual la placa Caribe empieza a moverse relativamente hacia el este. Con este cambio de orientación se inicia una interacción oblicua en el norte de Venezuela, formándose las cuencas o surcos donde se depositan las unidades turbidíticas de Matatere, Pampatar, Río Guache y Guárico, en forma diacrónica hacia el oriente. La fuente de sedimentos de estas cuencas corresponde tanto el continente suramericano como del arco de islas.

En el Eoceno se hace más pronunciada la interacción Caribe-Suramérica. Hacia el occidente del país, para el Eoceno medio se emplazan las napas de Lara, mientras que más al este, se va consumiendo la corteza oceánica Proto-Caribe debido a subducción tanto hacia el norte como hacia el sur, permitiendo que los materiales del arco se vayan acercando al continente suramericano.

Las formaciones Escorzonera, Caramacate y Morro del Faro se formaron al frente del arco y fueron migrando con él. Siendo ésta su única fuente de sedimentos, como se comprueba con los recientes estudios de edades U-Pb de cristales detríticos de zircón (J. Wright, 2009, com. pers.). A fines del Eoceno ya ha concluido el emplazamiento de las napas de Lara y continúa el avance los terrenos que hoy forman parte de la Serranía del Interior.

En el Oligoceno se acentúan los efectos de interacción de placas en la región de la actual Cordillera de la Costa. Las cuencas flysch se cierran y el arco (ígneas y sedimentarias asociadas, tanto aquellas que se mantuvieron en condiciones someras, como las del complejo de subducción), se emplazan definitivamente sobre el margen pasivo suramericano.

En el Mioceno la Cordillera de la Costa adquiere una configuración bastante parecida a la actual, ya hay tierras emergidas que permiten la sedimentación de formaciones a su alrededor (e.g.: Formación La Sabana). También se están elevando los Andes de Mérida y ahora los procesos más activos de interacción de placas, están ocurriendo en el oriente venezolano y en la isla de Trinidad.

La faja de Villa de Cura, tiene una constitución interna de apilamiento, de manera que de sur a norte aparecen las rocas de Las Hermanas, que corresponden a un fragmento del arco propiamente dicho con metamorfismo sub-esquisto verde; luego en dirección norte en contacto de fallas de corrimiento se encuentran las unidades del complejo de subducción con metamorfismo en facies de esquistos azules, con los granofels y esquistos de Santa Isabel por un lado y, las metatobas de El Caño-El Chino y la metalava de El Carmen por otro, formadas en distintos lugares y con máximos metamórficos en tiempos diferentes.

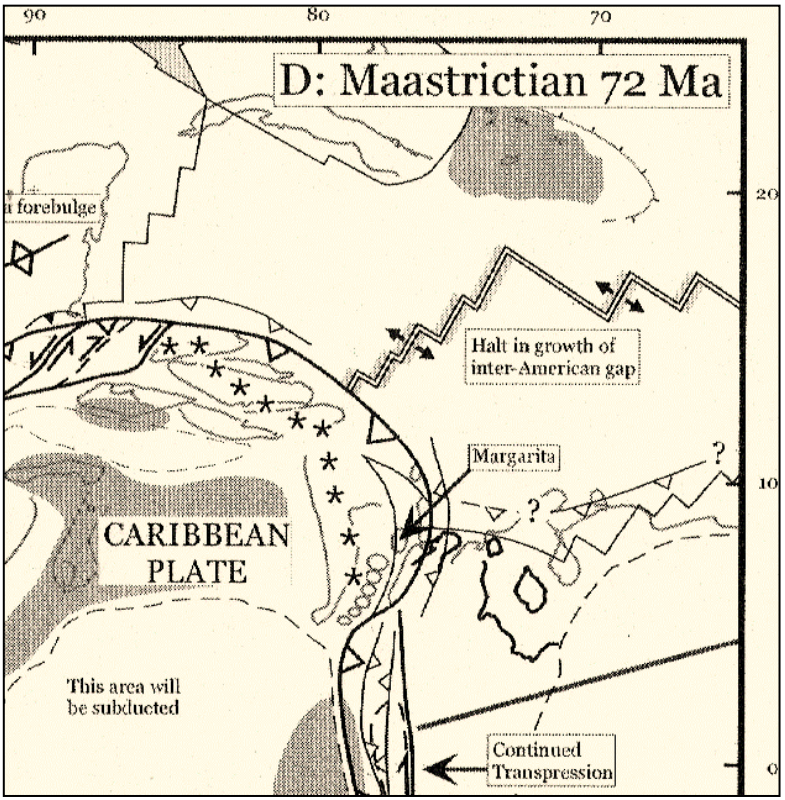
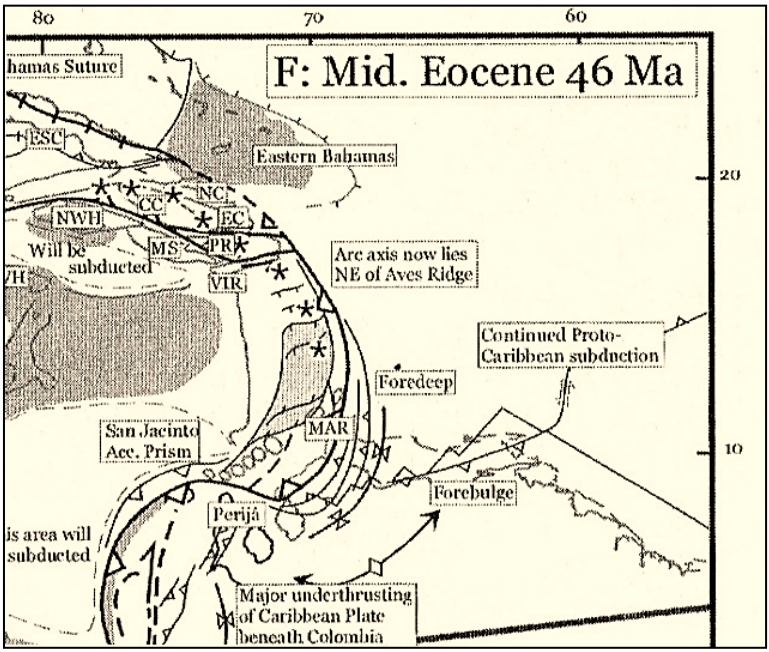
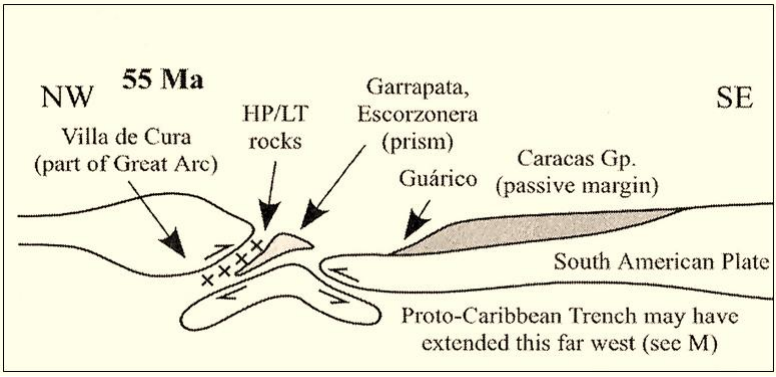


Figura 102A. *El Caribe en el Maastrichtiense. Tomado de* PINDELL et al. *(2005).*

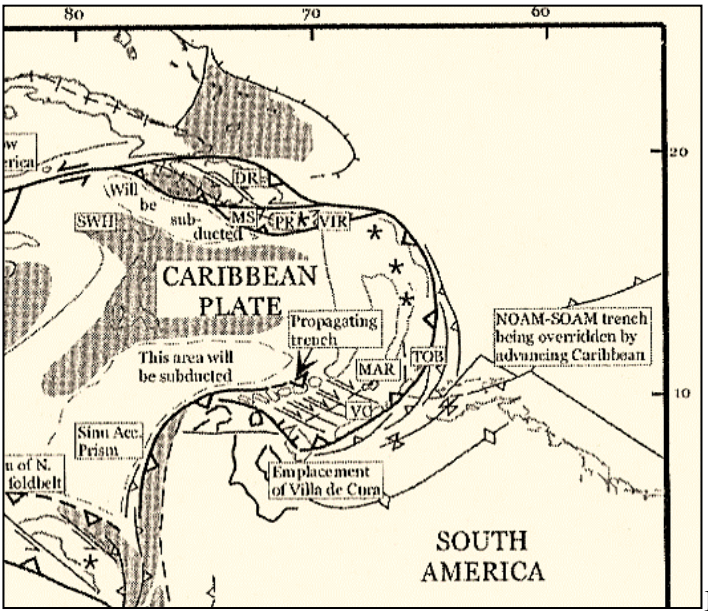


B

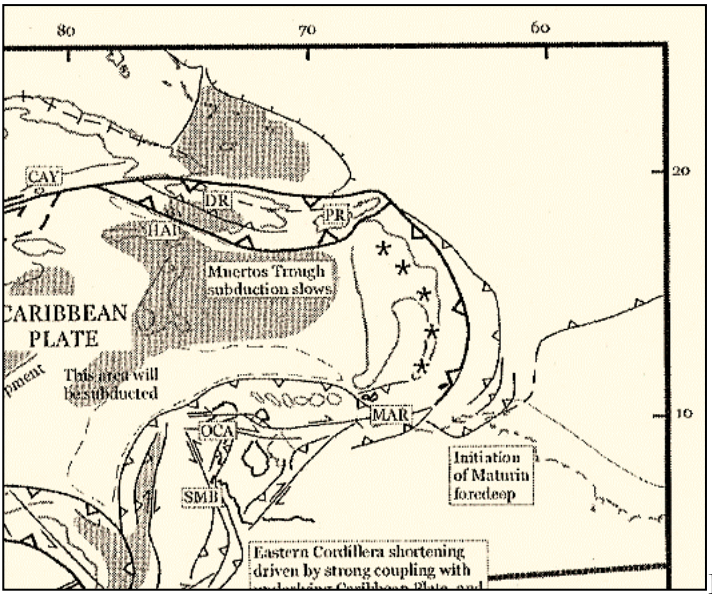


C

Figura 102B. *El Caribe en el Eoceno.* ***B****: Eoceno medio.*
C*: Eoceno inferior, mostrando una configuración que explica el acercamiento del arco al continente y el consumo de la corteza Proto-Caribe.*
Tomado de PINDELL et al. *(2005).*

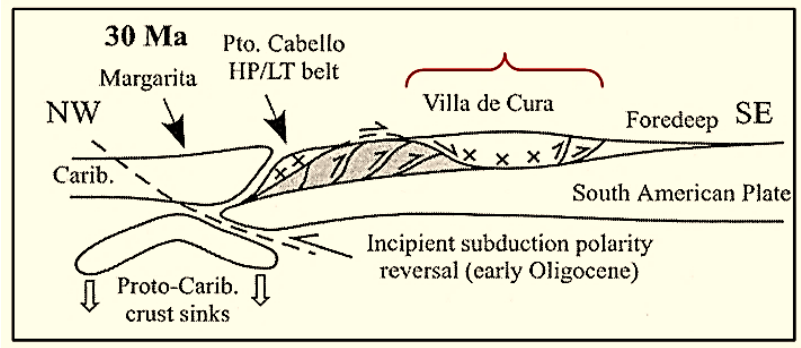


D



E

Figura 102C*. Modelo de* PINDELL et al. *(2005).*



F

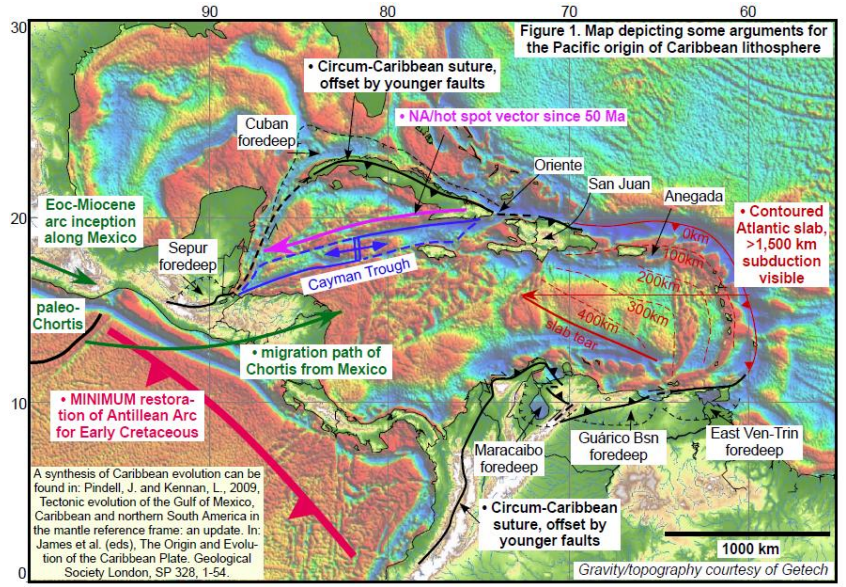
***Figura 102D**. Reconstrucciones del Oligoceno (D) y Mioceno (E). F: Sección hipotética del apilamiento de napas. La llave representa a la Faja de Villa de Cura. Tomado de* PINDELL et al. *(2005).*

- Del Mioceno al Holoceno continúa al efecto compresivo oblicuo con dirección NO-SE, generándose una importante partición de esfuerzos que permite el desarrollo de extensas fallas dextrales de ángulo alto (e.g.: fallas de Oca-Ancón, San Sebastián, Macuto, El Pilar, La Victoria).

La exhumación de las rocas del Terreno Carayaca con sus rocas de AP-BT pudo ocurrir en dos etapas. Para el Cretácico medio estas rocas estuvieron en el complejo de subducción a profundidades de 25 a 75 km (SISSON *et al.* 1997), es decir mucho mayores que aquellas de Villa de Cura. En el Cretácico Tardío el "mélange" fue fragmentado por los procesos de estiramiento paralelo al borde de placas para ubicarse a unos 10 km de profundidad (AVÉ-LALLEMANT & SISSON 2005). Luego como consecuencia de los sistemas de fallas dextrales subverticales, en tiempos Mioceno-Holoceno son exhumadas las rocas de las fajas Costera, Ávila y Caracas, donde el mejor ejemplo está en la rápida y joven (Plio-Holoceno) exhumación del macizo del Ávila, en la zona de relevo transpresivo generada entre las fallas de San Sebastián y Macuto al norte, con la falla del Ávila al sur, alcanzando en el bloque Naiguatá a las elevaciones actuales de 2,8 km

s.n.m. Este modelo de exhumación es refinado en el trabajo de PINDELL *et al.* (2025).

Como se indicó previamente, las ideas geodinámicas más aceptadas en la actualidad para explicar el origen y evolución de la Placa Caribe y, por consiguiente, de la Cordillera de la Costa, corresponden al denominado "Modelo Pacífico" (Fig. 103), cuyo principal exponente en las últimas décadas ha sido el Dr. **James L. Pindell** (Fig. 104) (PINDELL 1985, 1993; PINDELL y DEWEY 1982, PINDELL y KENNAN 2007, PINDELL *et al.* 2005 y otros, Fig. 8).



A synthesis of Caribbean evolution can be found in: Pindell, J. and Kennan, L., 2009, Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: an update. In: James et al. (eds), The Origin and Evolution of the Caribbean Plate. Geological Society London, SP 328, 1-54.

Figura 103. *Gráfico explicativo del "Modelo Pacífico" para el origen del Caribe.*



Figura 104. *Reconocimiento geológico al sur de San Juan de los Morros, 2006. De derecha a izquierda, James L. Pindell, Franco Urbani, Sebastián Grande y Marco Antonio Navas.*

El trabajo más reciente que sintetiza el conocimiento geológico y evolución tectónica de la Cordillera de la Costa, se titula *Late Eocene Lu–Hf ages on Carayaca (Puerto Cabello) eclogites: a key to reconstructing the history of the Cordillera de la Costa Central, northern Venezuela*, publicado en el *Journal of the Geological Society*, Londres, por James Pindell, Walter Maresch, Franco Urbani, Erik Scherer, Hans-Peter Schertl, Klaus Stanek, Wenyong Duan y Diego Villagómez (PINDELL *et al.* **2025**), que se ilustra en la Fig. 105.

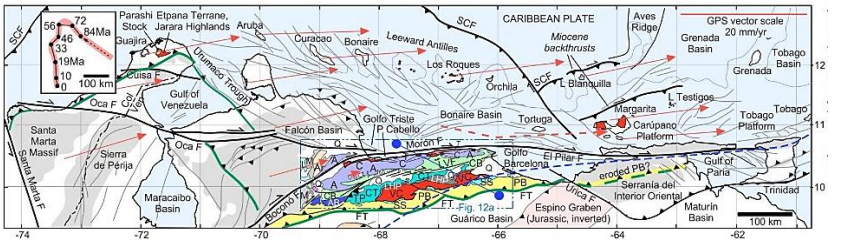


Figura 105A. *Modelo geológico simplificado en la sección Caracas - Guárico (PINDELL* et al. *2025: Fig. 11).*

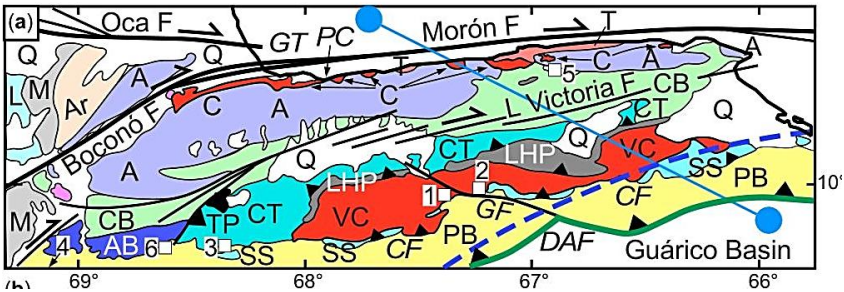


Figura 105B. *Mapa geológico simplificado de la zona de interacción entre las placas Caribe y Suramérica, con énfasis en la Cordillera de la Costa (recuadro ampliado) (*PINDELL et al. *2025: Fig. 1).*

***Abreviaturas**: **A**: Terreno Ávila. **AB**: Terreno Agua Blanca. **Ar**: Esquisto Aroa. **C**: Terreno Carayaca. **CB**: Faja Caracas. **CF**: Falla Cantagallo. **CT**: Faja Caucagua-El Tinaco. **GF**: Falla Guárico. **GT**: Golfo Triste. **L**: Napas de Lara. **LHP**: Faja Loma de Hierro – Paracotos. **M**: Terreno Los Cristales. **PB**: Faja Piemontina. **PC**: Puerto Cabello. **Q**: Cuaternario. **SS**: Terreno San Sebastián. **T**: Terreno Tacagua. **TP**: Peridotita de Tinaquillo. **VC**: Terreno Villa de Cura.*

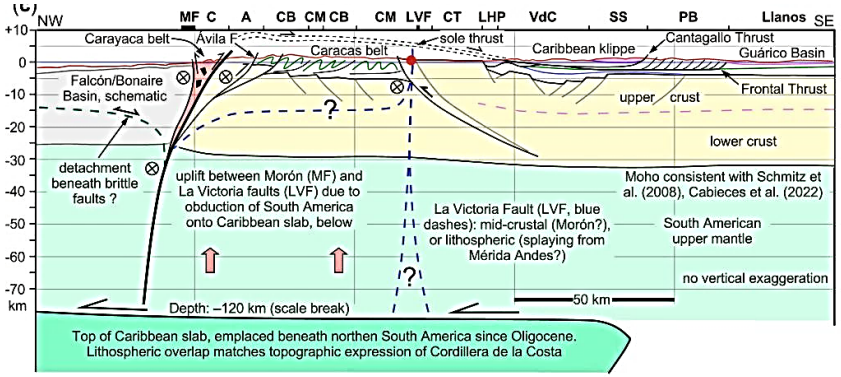


Figura 105C. *Modelo geológico simplificado en la sección Caracas - Guárico (*PINDELL et al. *2025: Fig. 11).*

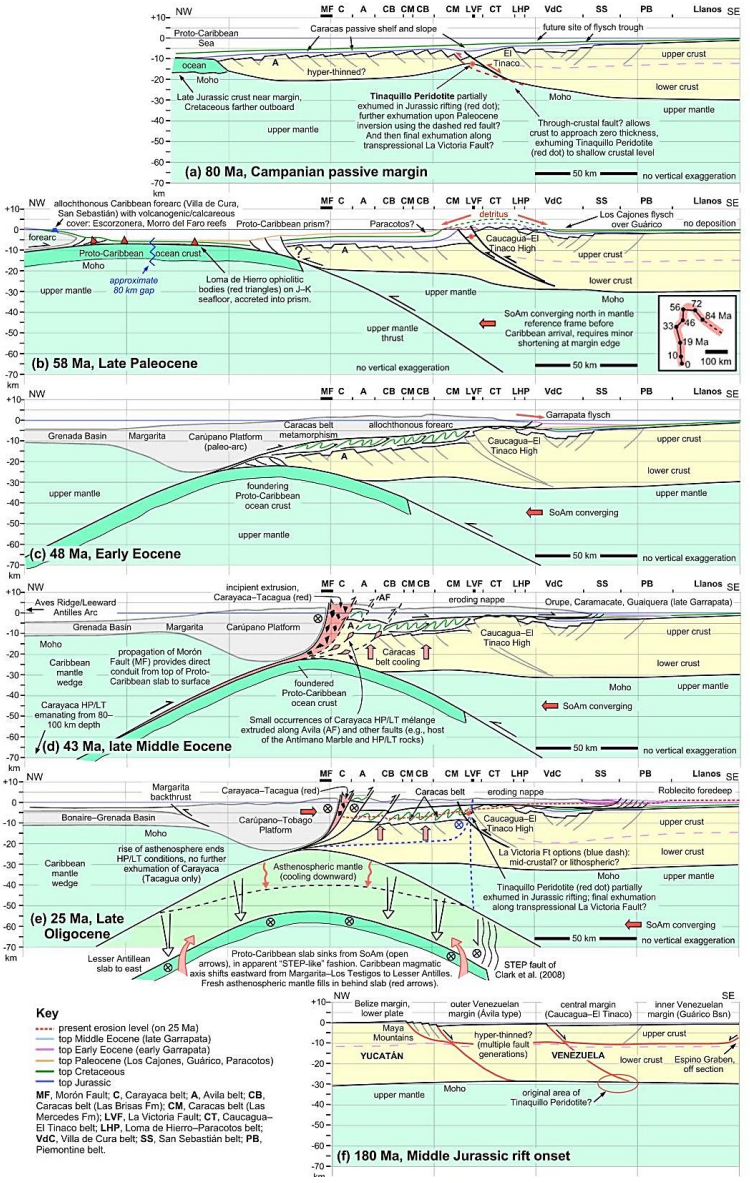


Figura 105D. *Restauraciones corticales semi-balanceadas. Ubicación de la sección según la línea azul en la Fig. 83A (*PINDELL et al. *2025: Fig. 11).*

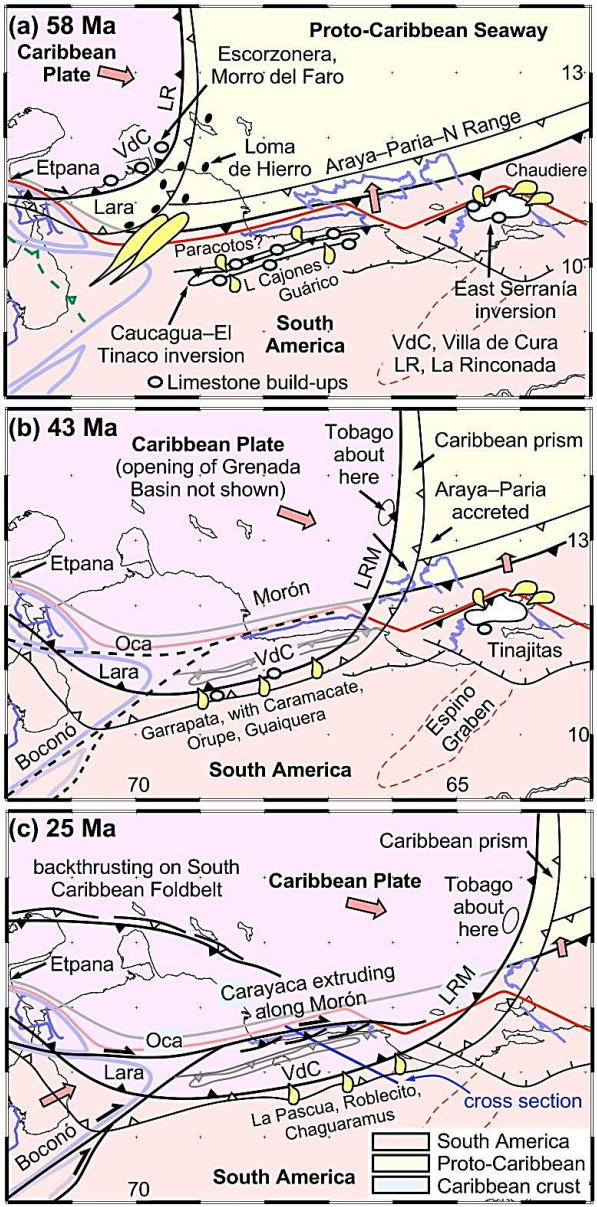


Figura 105E . *Mapas paleotectónicos palinspáticos (*PINDELL et al. *2025).*

Estos autores (PINDELL *et al.* 2025), resumen las condiciones de norte de Venezuela de la siguiente manera: "*la zona límite de placas del Caribe sur es una región compleja de orogénesis flotante, cuencas sedimentarias y sistemas de fallas de diferentes edades. Esta complejidad se debe a la superposición de las siguientes etapas de desarrollo geológico:*

-Rifting Jurásico desde el este de Yucatán y formación del margen continental sudamericano.

-Desarrollo del margen pasivo del Cretácico.

-Tectónismo del Paleoceno-Eoceno, poco conocido, con sedimentación sinorogénica en el centro y este de Venezuela y Trinidad.

-Colisión oblicua de oeste a este (Paleoceno-Mioceno medio) de un arco/antearco caribeño con el margen sudamericano, que implica la obducción hacia el sureste del antearco y complejos acrecionarios.

-Escape tectónico hacia el noreste reciente de los bloques andinos del norte de la colisión Panamá-Colombia, Oligoceno-Colombia.

-Un cambio en aproximadamente 10 Ma en el azimut del movimiento relativo entre el Caribe y Sudamérica, de una colisión oblicua (orientada al este-sureste) a una transcurrencia de 085°, que ha impartido deformación transtensional en muchas estructuras preexistentes y nuevas con orientaciones apropiadas y que sigue siendo el azimut del movimiento relativo en la actualidad".

La Fig. 106 muestra la configuración de la dinámica geológica actual en Venezuela, con los grandes sistemas de fallas del norte del país (LAVANDER *et al.* 2006). El efecto directo de estas condiciones geodinámicas es que las cordilleras y serranías del norte del país se siguen levantando, por consiguiente, tenemos fallas activas con demostrado movimiento durante el período Cuaternario. Entonces estas zonas montañosas son las de mayor sismicidad, pero el máximo sísmico se ubica en el estado Sucre que está cruzado por la falla de El Pilar y es la parte del país más cercana al extremo oriental y suroriental más activo de la Placa Caribe, donde hay un proceso de subducción actuante.

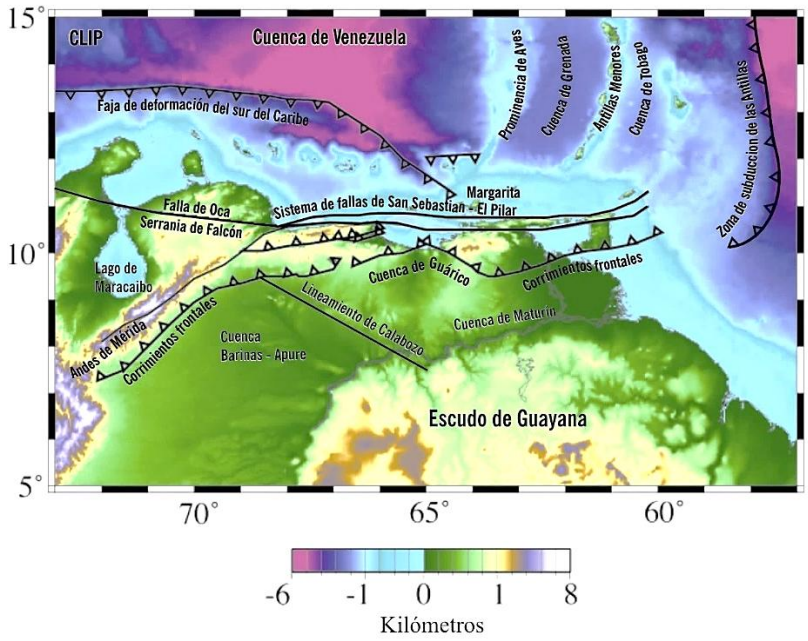


***Figura 106**. Diagrama de la tectónica actual de la interacción Caribe - Suramérica (Adaptado de LAVANDER* et al. *2006).*

- - - - - - - - - - - - - - -

Los geólogos **Carlos Beltrán** (Fig. 107B) y **Franck Audemard M.** (Fig. 107B) de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, han publicado mapas neotectónicos del país (BELTRÁN 1993) (Fig. 107A), luego por AUDEMARD *et al.* 2000) (Fig. 107C), donde se muestra la distribución de las principales fallas activas de la CdlC, destacándose la coalescencia de las fallas de Boconó, Morón, Oca y San Sebastián en la zona de Morón. En estos mapas también se visualiza claramente el control lineal de la costa del Litoral Central debido al Sistema de Fallas San Sebastián; la separación de las serranías del Interior y del Litoral por el sistema de fallas de La Victoria y, las fallas de corrimiento en la zona piemontina del sur. La

combinación de las fallas dextrales transcurrentes San Sebastián, Ávila y otras, son las que originan el gran levantamiento de la Serranía Costera en la CdlC.

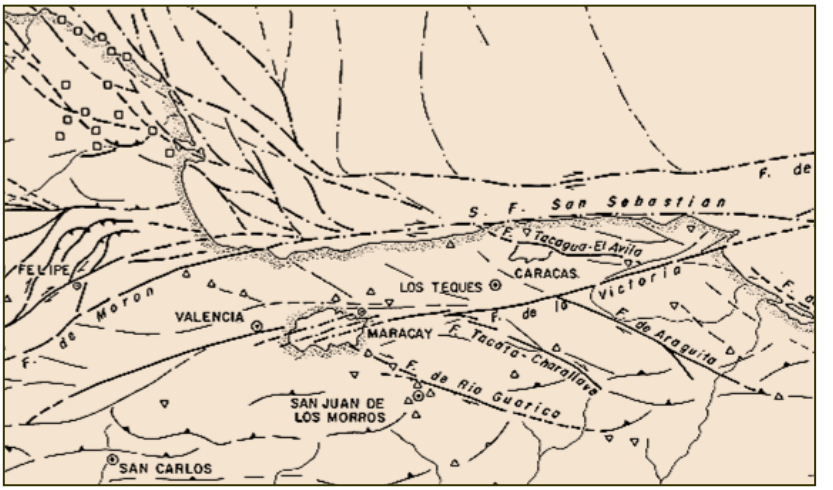
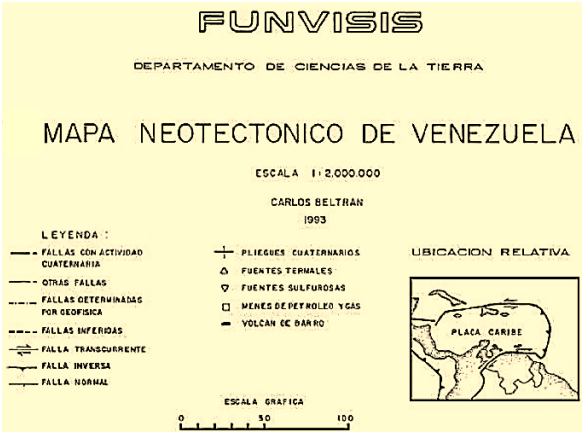
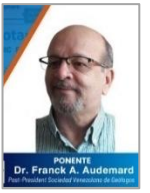


Figura 107A. *Fragmento del mapa neotectónico de Venezuela de BELTRÁN (1993).*



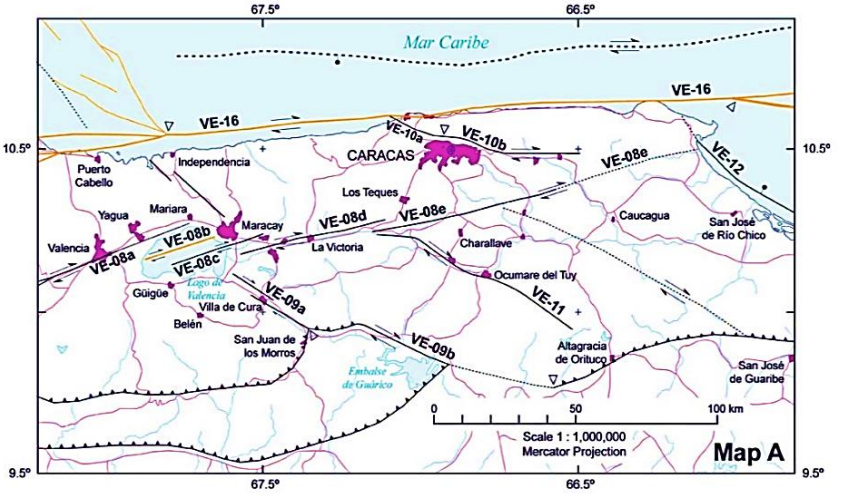


Carlos Beltrán



Franck Audemard

Figura 107B. *Fragmento del mapa neotectónico de BELTRÁN (1993).*



Mapa de Fallas Cuaternarias de Venezuela

Como parte del Programa Internacional de la Litósfera, Grupo de Trabajo II-2, Principales Fallas Activas del Mundo

Un proyecto de cooperación entre el U.S. Geological Survey (USGS) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) con el apoyo do Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo S.A. (INTEVEP) y Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA).

Datos compilados por Franck A. Audemard M. (FUNVISIS).
Representacion digital por Jonathan W. Cox y Richard L. Dart.
Proyecto coordinado por Michael N. Machette (Co-chairman, ILP Grupo de Trabajo II-2).

2000

Escala 1:2.000.000 Proyección de Mercator
(longitud de meridiano central, 67°W; latitud de escala verdadera 0°;
con base en el esferoide de Clarke 1866)

Figura 107C. *Fragmento del mapa de fallas cuaternarias* AUDEMARD et al. *(2000).*

Como información complementaria, en la Fig. 108 se presentan los mapas de anomalía de Bouguer y de intensidad magnética total del norte de Venezuela preparados por el Acad. Víctor Graterol.[151]

[151] Elaborados a solicitud del autor por el Acad. Víctor Graterol, a partir de la base de datos que acompaña su nuevo libro (GRATEROL (2022).

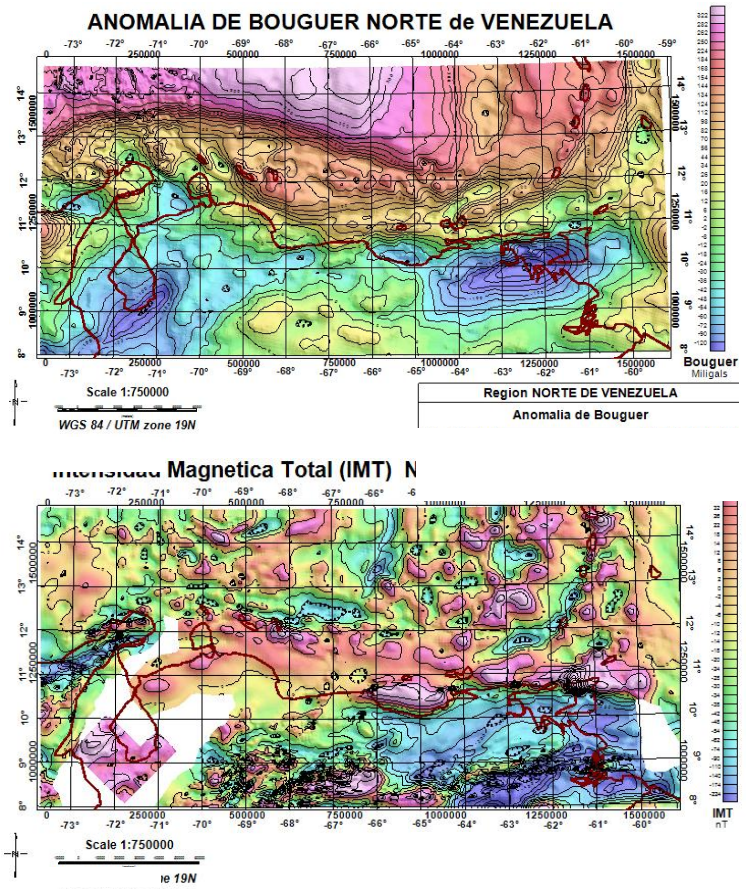


***Figura 108**. Mapas de Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total del norte de Venezuela (GRATEROL 2022).*

Para finalizar el capítulo, se considera oportuno mencionar los trabajos sobre la Isla de Margarita, publicados por el Dr. **Walter V. Maresch** (Fig. 110) de la Universidad de Bochum y colaboradores, en especial sus dos últimas obras (MARESCH *et al.* 2009, 2024) que sinterizan medio siglo de actividades de campo y laboratorio. La evolución de la Isla de Margarita forma una parte importante para entender la geología del norte de Venezuela y la interacción entre las

placas Caribe y Sur América. La última visita del Dr. W. Maresch a Venezuela, fue como organizador y guía principal de una excursión geológica a la Isla de Margarita[152] realizada en noviembre 2010 (Fig. 110).



Walter V. Maresch, Klaus Stanek y James L. Pindell.



Marion Weber, Javier Escuder, David Mendi, Enrique Navarro, Ruthman Hurtado, Sebastián Grande, Hans Peter Schertl. Al fondo el cerro Guayamurí.

***Figura 110**. Excursión geológica a la Isla de Margarita, nov. 2010.*[153]

[152] El autor de esta obra reconoce la importancia que tuvo esta excursión, ya que con las discusiones suscitadas con los experimentados participantes, le permitió madurar y mejorar su visión de la geología del norte de Venezuela.

[153] La guía de la excursión a la Isla de Margarita de 2010 fue reproducida facsimilarmente en *Geos*, UCV, Caracas, 42: 146-147 (+ 50 p.), 2012).

Para los detalles técnicos sobre los terrenos tectonoestratigráficos del norte de Venezuela véase el capítulo 4.



Pliegue en roca grafitosa del Esquisto Tacagua, Choroní, 2004.

7. LITERATURA CITADA

Abreviaturas:

UCV-G: Universidad Central Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Geología. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo. Inédito.

UCV-TA: Universidad Central Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Geología. Trabajo de ascenso para optar al grado de Profesor Asistente. Inédito.

UCV-MG: Universidad Central Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Geología. Trabajo especial para optar al título de Magíster Scientiarum en Ciencias Geológicas. Inédito.

UCV-DG: Universidad Central Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Geología. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Geológicas. Inédito.

UCV-C: Universidad Central Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Geoquímica. Tesis para optar al título de Licenciado en Química, opción Geoquímica. Inédito.

- - - - - - - - - - - - -

AGUASUELOS INGENIERÍA. 1990. *Mapa y corte geológico de San Juan y El Valenciano, Edo. Aragua.* Informe de Aguasuelos Ingeniería *a* CORPOVEN, Gerencia de Exploración, Depto. de Análisis de Cuencas. Mapa inédito ZC-7 escala 1:25.000.

AGUASUELOS INGENIERÍA. 1992. *Modernización de datos geológicos en el frente de montañas. Volumen II. Estratigrafía y sedimentología.* Informe de Aguasuelos Ingeniería a CORPOVEN, Gerencia de Exploración, Depto. de Análisis de Cuencas. https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/01/AgSu-1990-ModDaGeFrMo-v3-Estratigrafia-compressed.pdf

AGUDO FREITES Raúl. 2001. *Miguel de Buria.* Caracas: Alfadil Ediciones. Colección Orinoco. 101 p.

AGUERREVERE S. E. y G. ZULOAGA. 1937. Observaciones geológicas de la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Memorias I Congreso Geol. Venezolano*. Caracas, *Boletín de Geología y Minería*, Min. Fomento 1(2-4): 8-24.

AGUERREVERE S. E. y G. ZULOAGA. 1938. Nomenclatura de las formaciones de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Memorias II Congreso Geol. Venezolano*. Caracas, *Boletín de Geología y Minería*, Min. Fomento 2(2-4): 281-284.

AGUERREVERE S. E. y V. M. LÓPEZ. 1938. La geología del Gran Roque (dependencias federales), Venezuela y sus depósitos de fosfatos. *Memorias II Congreso Geol. Venezolano*. Caracas, *Boletín de Geología y Minería*, Min. Fomento 2(2-3-4): 155-180.

AGUERREVERE S. E., G. ZULOAGA y M. TELLO. 1937. Informe geológico sobre la región amiantífera de Tinaquillo, estado Cojedes. *Boletín de Geología y Minería*, Min. de Fomento, Caracas 1(1): 5-36, 18 ilust.

ALASTAIR John M. 2005. *The deformation history of the Villa de Cura blueschist belt, Venezuela: Implications for the evolution of the Caribbean-South American plate boundary zone*. Rice University, tesis M.S., 126 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 77 + 125 p. en DVD, carpeta 47).

ALVARADO Adriana. 2006. *Integración geológica de la península de Araya, estado Sucre*. UCV-G (Publicado en *Geos*, 40(2009): 57-58 + 254 p. en DVD, carpeta 25.

ALZAIBAR Juan Carlos. 1937. La personalidad del Dr. Miguel Emilio Palacio. Algunos datos de su vida. En: M. E. PALACIO. *Industria minera del Yuruari*. Caracas: Asociación Minera Nacional, auspiciada por el Ministerio de Fomento. Impreso por Cooperativa de Artes Gráficas, p. 1-16. Reimpreso en: *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 4: 13-15, 1984.

ANDRADE M. 2005. *Integración geológica de la región de Chuspa – Cabo Codera-Guatopo, estado Miranda*. UCV-G.

ANGULO L. y M. JURADO. 2004. *Estudio petrográfico de las rocas del macizo del Ávila, recolectadas entre los ríos Miguelena y Camurí Chico y las quebradas Tacamahaca y Chacaito. Estados Vargas y Miranda*. UCV-G. (Publicado en *Geos*, 37(2004): 4-5 + 585 p. en CD, carpeta 1.2.1).

ANÓNIMO. 1996. Vida y obra de Víctor M. López. Parte I. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 57: 18-58.

ANÓNIMO. 1999. El Intendente de Caracas remite 47 zurrones de piedra de la mina del Chacao y muestras de oro y plata que ha resultado de diferentes ensayos e informa de haberse cesado en el descubrimiento de minas. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 67: 16-40. [Manuscrito de 1793, AGN].

ANÓNIMO. 2013. Jean-François Stéphan (1949-2013). *Boletín de Historia de las Geociencias de Venezuela*, 113: 33-34, 75-89.

ANZACOT M. 2008. *Petrología de las rocas ígneo-metamórficas de la península de la Goajira, isla de Toas y Monjes del sur, estado Zulia y Dependencias Federales*. UCV-G, 181 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 59 + 181 p. en DVD, carpeta 26).

ARNOLD R. 1960. *The first big oil hunt; Venezuela 1911-1916*. New York: Vantage Press, 353 p. (Traducción al español: *Venezuela petrolera. Primeros pasos 1911-1916*. A. DUARTE VIVAS, ed., Fund. Edit. Trilobita, Tall. Gráf. Cromotip, Caracas, 379 p., 2008). Texto reproducido en *Boletín de Historia de las Geociencias en Veneziuela*, 121, 2016.

ASUAJE Luis A. 1972. Geología de la región de Guatire-Cabo Codera. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5.

AUDEMARD F. , F. DE SANTIS, L. MONTES, M. LUGO Y A. SINGER. 1989. El alud torrencial del 6-9-1987 del río Limón, al norte de Maracay, estado Aragua. *Geos*, 29: 250-260.

AUDEMARD F., M. N. MACHETTE, J. W. COX, R. L. DART Y K. M. HALLER. 2000. Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. *USGS Open-File Report 00-018. https://pubs.usgs.gov/of/2000/ofr-00-0018/ofr-00-0018.pdf*

AVÉ LALLEMANT H. G. y V. B. SISSON. 2005. Exhumation of eclogites and blueshists in northern Venezuela: Constraints from kinematic analysis of deformation structures. En: H. G. AVÉ LALLEMANT Y V. B. SISSON (Eds.). *Caribbean – South American plate interactions, Venezuela*. Geol. Soc. America Spec. Pap. 394, p. 193-206.

AZUARTE D. 2004. *Caracterización geológica y geomecánica de los macizos rocosos de la sección Guatire – Caucagua de la Autopista Rómulo Betancourt, estado Miranda*. UCV-G. (Publicado en *Geos* 37(2004): 57 + 155 p. en CD, carpeta 1.2.2).

BALL M. M. y C. G. A. HARRISON. 1969. Origin of the Gulf and Caribbean and implications regarding ocean ridge extension, migration, and shear. *Transcripts Gulf Coast Association Geological Society*, p. 287- 294.

BAQUERO M. 2017. Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isotópicos. *Boletín de Geología* (INGEOMIN, Caracas), 35: 10-229.

BARALT Rafael María. 1941. *Resumen de la historia de Venezuela*. Impr. H. Fournier y Co., París, 448 p.

BARITTO Iván y F. URBANI, 2023. Las minas de oro de Petaquire y altos Mirandinos desde el siglo XVI. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 59: 87-115.

BARTOK P. E., O. RENZ Y G. E. G. WESTERMANN. 1985. The Siquisique ophiolites, Northern Lara State, Venezuela: A discussion on their Middle Jurassic ammonites and tectonic implications. *Bulletin of the Geological Society of America* 96: 1050-1055.

BAUDUHÍN Patrice. 1983. *Estudio geológico de la cuenca del río Taguaza, Parque Nacional Guatopo, estado Miranda*. UCV-G.

BAYONA G., F. LAMUS-OCHOIA, A. CARDONA, C. JARAMILLO, C. MONTES y N. TCHEGLIAKOVA. 2007. Procesos orogénicos del Paleoceno para la cuenca de Ranchería (Guajira, Colombia) y áreas adyacentes por análisis de procedencia. *Geologia Colombiana* 32: 21.46.

BEARDSLEY Amanda Gail. 2007. *Oblique collision and accretion of the Netherlands Leeward Antilles Island Arc: A structural analysis of the Caribbean-South American plate boundary zone*. Rice University, tesis Ph.D., 158 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 79 + 157 p. en DVD, carpeta 51).

BECK C. 1985. *La chaine Caraïbe au meridien de Caracas: geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique Mesozoique-Cenozoique des Caraïbes Meridionales*. L'Universite des Sciences et Techniques de Lille, Tesis de doctorado de estado, 462 p. (Publicado con el título de "Geologie de la chaine Caraïbe su meridien de Caracas (Venezuela)". *Soc. Geol. de Nord, Villeneuve s'Ascq, Francia, Public. no. 14*, 462 p. 1986, de contenido facsimilar y con la misma paginación de la referencia anterior). Reimpreso en *Revista Venezolana de Ciencas de la Tierra* (UCV) 43: 24-25 + 469 p. en carpeta 17 de DVD.

BECK R. H. 1956. *Tentative structural interpretation map of northern Venezuela.* Compañía Shell de Venezuela. EP-1794.

BELL J. S. 1968. Geología de la región de Camatagua, estado Aragua. *Boletín de Geología,* Caracas 9(18): 291-440.

BELLIZZIA A. 1972. Sistema montañoso del Caribe, borde sur de la placa Caribe. ¿Es una cordillera alóctona?. *En* C. PETZALL, Ed., *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, 1971, Porlamar: 247-258.

BELLIZZIA A. 1986. Sistema montañoso del Caribe. Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas 1985. Soc. Venez. Geól. 10: 6657-6836.

BELLIZZIA A. y D. RODRÍGUEZ G. 1976. Geología del estado Yaracuy. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 6: 3317-3417.

BELLIZZIA A., N. PIMENTEL y R. BAJO. 1976. *Mapa geológico estructural de Venezuela*. Caracas: Ed. Foninves, Escala 1: 500.000.

BELTRÁN C. 1993. *Mapa neotectónico de Venezuela*. Caracas: Edic. FUNVISIS, Escala 1:2.000.000.

BENJAMINI C., R. SHAGAM y A. MENÉNDEZ. 1986. Formación Tucutunemo. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas 10: 6551-6574. Versión en inglés: (Late ?) Paleozoic age for the "Cretaceous" Tucutunemo Formation, Northern Venezuela: Stratigraphic and tectonic implications. *Geology* 15: 922-926.

BERMUDEZ Pedro J. y Domingo RODRÍGUEZ G. 1962. Nota sobre la presencia de *tintínidos o calpionelas* en Venezuela. *Boletín Informa*tivo, *Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo.* 5(2): 51-57.

BITTERLI-BRUNNER P. 1980. Dr. Louis Kehrer-Erni 1897-1979. *Bulletin der Vereinigung Schweizerisches Petroleum -Geologen und -Ingenieur* 46(110): 40-42 (Traducción al inglés por G. SUTER-KEHRER, *Memorials, Geological Society of America* 14: 1-2. 1984).

BITTERLI-BRUNNER P. 1982. Ernst Kündig Dr. phil. Geologie 9.4.1901 – 12.9.1981. *Bulletin der Vereinigung Schweizerisches Petroleum -Geologen und -Ingenieur* 48(114): 39-42.

BLACK J. R. 1956. *Mapa F-6, geología de superficie*. Creole Petroleum Corp. Informe 4200.11-6. Mapa escala 1: 100.000.

BLIN B. 1989. *Contribution à étude géologique de la frontiére Sud-Est de la plaque Caraibe. Le front de la Chaine Caraibe Venézuéliénne entre la Serranía de Portuguesa et la region de Tiznados (surface et subsurface). Apport des donnés paléomagnetiques. Interpretation géodynamique*. Univ. Bretagne Occidentales, Brest. Tesis doctoral. Inédita. 390 p. (Reimpreso en *Geos* 42: 134-135 + 375 p. en carpeta 11 de DVD

BLIN B., B. SICHLER y J. F. STEPHAN. 1990. Contribution of paleomagnetism in the relations between the Piemontin and internal nappes of the Venezuelan Caribbean chain: Synthesis and new data. In: D. K. LARUE y G. DRAPER (Eds.). *Transactions 12th Caribbean Geological Conference*, St. Croix, Aug. 7-11, 1989. Miami Geological Society, p. 453-460.

BONINI W. E., Ed. 2006. Harry Hess. Centennial. *Smilodon* (Princeton University), WebEdition Supplement, July, 2006.

BOUE Amí. 1844. Mèmoire à l'appui d'un essai de Carte géologique du globe terrestre, présente, le 22 septembre 1843, à la réunion des naturalistes d' Allemagne à Gratz. *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 2, 1: 296-371.

BOUÉ Amí. 1845. *Essai d'une carte géologique du globe terrestre.* Paris: J. Andriveau-Gosujon, mapa 70 x 90 cm. Reimpreso en microficha por Readex Microprint, 1974. Ediciones en inglés: 1848, 1850, 1853 y 1856.

BOWER P. 1971. The Caribbean Range considered in the European concept of geosyncline. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, p. 227-238.

BRICEÑO H. 1979. Génesis de yacimientos minerales venezolanos. I, Sulfuros masivos volcanogénicos de Santa Isabel, edo. Guárico. *Acta Científica Venezolana* 30(1): 83-88.

BROUWER *H. A.* 1965. Über gneise in der zentralen Cordillera de la Costa von Venezuela. *Geologische Rundschau*, 54(2): 925-932. Traducción al inglés por M. Furrer: "On gneisses in the central Cordillera de la Costa of Venezuela". *Boletín Informativo, Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 9(4): 91-98. 1966.

BRUEREN J. 1949. *Geological Report CPMS-310. Paraiso-Manaure (Central Falcon).* Compañía Shell de Venezuela, informe inédito, 20 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 106 + 31 p. en DVD, carpeta 94).

BUCHER W. H. 1950. *Mapa geológico – tectónico de los Estados Unidos de Venezuela (con excepción del Territorio Amazonas y parte del estado Bolívar).* Washington: The Geological Society of America. Impreso por Williams y Heintz Co. Escala 1: 1.000.000. Auspiciado por el Min. Fomento, Servicio Técnico de Minería y Geología.

BUCHER W. H. 1952. Geologic structure and orogenic history of Venezuela; text to accompany the author's geologic tectonic map of Venezuela. *Geological Society of America Memoir 49*, 113 p.

BUCHER W. H. 1953. Fossils in metamorphic rocks: a review. *Bulletin of the Geological Society of America* 64: 275-300.

BUISONJE P. H. DE Y J. I. S. ZONNEVELD. 1976. Caracasbaai: A submarine slide of a huge coastal fragment in Curaçao. *Nieuwe West-Indische Gids Li,* Utrech 22: 55-83.

BUKOR K. y M. TAGLIAFERRO. 2004. Caracterización y cuantificación de sedimentos en la cuenca del río San José de Galipán, estado Vargas. UCV-G, 262 p. (Publicado en *Geos*, 37 (2004): 57-58 + 262 p. en CD).

BURMESTER R. F., M. E., BECK Jr., R. C. SPEED y A. W. SNOKE. 1996. A preliminary paleomagnetic pole for mid-Cretaceous rocks from Tobago: further evidence for large clockwise rotations in the Caribbean-South American plate boundary zone. *Earth Planetary Science Letters* 139: 79-90.

BUSHMAN J. R. 1965. Geología del área de Barquisimeto, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 6(11): 3-111.

BUTTERLIN J. 1956. *La constitution geologique et la structure des Antilles.* Paris: Centre Nat. Rech. Scient.

CABRERA Claudia. 2008. *Geología y petrología de la Metadiorita de Todasana, estado Vargas.* UCV-G, 233 p. (Publicado en *Geos*, 40(2009): 61 + 233 p. en DVD, carpeta 29

CALDERA R. 1972. Yacimientos arqueológicos de antiguas civilizaciones descubiertos en la zona del Parque El Conde. Diario *El Nacional*, 16 septiembre, p. C-10. (Entrevista al Prof. André Singer).

CALDEVILLA R. 2006. *Petrografía y geoquímica de las rocas ígneo-metamórficas de la Serranía del Interior, Cordillera de la Costa*. UCV-G. (Publicado en *Geos*, 40(2009): 62 + 327 p. en DVD, carpeta 30, 2010).

CAMPOS V. 1981. *Une transversale de la chaine Caräibe et de la marge vénézuélienne, dans le sectour de Carúpano (Vénézuéla orientale)*. Univ. Bretagne Occidentale, Brest. Tesis doctoral. Inédita. 160 p.

CARDONA A., J. DUQUE, J. RUIZ, V. VALENCIA, G. BAYONA, C. JARAMILLO, G. OJEDA y M. T. OROZCO. 2008. Geochronology and tectonic implications of granitoids rocks from the northwestern Sierra Nevada de Santa Marta and surrounding basins, northeastern Colombia: Late Cretaceous to Paleogene convergence, accretion and subduction

interactions between the Caribbean and South American plates. *18va Conferencia Geológica del Caribe.* República Dominicana, 24-29 de marzo. *Abstracts and program.*

CARDONA, A., U. CORDANI y W. MACDONALD. 2005. Tectonic correlations of pre-Mesozoic crust from the northern termination of the Colombia Andes, Caribbean region. *Journal of South American Earth Sciences*, 21: 357-354.

CASAS J. 2023. Tributo a Louis Martin Robert Rutten (1884-1946) "De uitzonderlijke geoloog" "El geologo excepcional". *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, 59: 120-138.

CASAS Jhonny y Franco URBANI. 2023. Ely Menche, New Yorker geologist and educator in Venezuelan lands. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 60: 141-150.

CASE J. E. y T. L. HOLCOMBE. 1975. *Preliminary Geologic-tectonic and Bathymetric Maps of the Caribbean Region*. U. S. Geological Survey, Reston, VA

CASTRO MORA M. 2002. Homenaje al Dr. Virgil Dean Winkler. *Boletín de Historia de las Geociencias de Venezuela*, 82: 3-21.

CHARTON DE RIVERO F. 1956. Valencia, Caliza de. En: *Léxico Estratigráfico de Venezuela.* MMH, *Boletín de Geología, Publicación Especial 1*, p. 663-665.

CHEVALIER Yves. 1987. *Contribution à étude géologique de la frontiére Sud-Est de la plaque Caraibe. Les zones internes de la Chaine Sud-Caraibe sur le transect ile de Margarita-peninsule d´Araya.* Univ. Bretagne Occidentales, Brest. Tesis doctoral. 505 p. Reproducido en *Geos* 42: 135-136 + 271 p. en carpeta 12 de DVD, 2012.

CHIRINOS Alfredo y Miguel MARQUINA. 1987. *Estudio geológico de la región oriental de la faja de Villa de Cura, Edo. Miranda.* UCV-G.

CHOI S. H., S. B. MUKASA, A. V. ANDRONIKOV y M. C. MARCANO. 2007. Extreme Sr–Nd–Pb–Hf isotopic compositions exhibited by the Tinaquillo peridotite massif, Northern Venezuela: implications for geodynamic setting. *Contributions Mineral. Petrol.* 153: 443–463,

CIRY Raymond. 1969. Pierre Lamare (1894-1967). *Bulletin de la Société géologique de France*, ser. 7, 11(6): 755-761.

CODAZZI A. 1841a. *Resumen de la geografía de Venezuela.* Impr. H. Fournier y Co., París. 648 p.

CODAZZI A. 1841b. *Atlas físico y político de la República de Venezuela*. Impr. H. Fournier y Co., París (Aparece 1840 como fecha en los mapas, pero fue publicado en 1841). https://bibliotecadigital.bnv.gob.ve/wp-content/uploads/Atlas-fisico-y-politico-de-la-Republica-de-Venezuela-Agustin-Codazzi-.pdf https://www.cervantesvirtual.com/obra/atlas-fisico-y-politico-de-la-republica-de-venezuela--0/

CORPOVIRTUAL C.A. 1998. Un resumen de la historia de Barquisimeto y de las minas de oro de Buria. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 65: 33-35.

CORTESE E. 1901. Escursioni geologiche al Venezuela. *Bolletino della Società Geologica Italiana*. 20: 447-469 (Estudio preliminar y reimpresión de la traducción de Lisandro Alvarado en URBANI 1996).

CSV-COMPAÑÍA SHELL DE VENEZUELA. 1965. Igneous rocks of the Siquisique region, State of Lara. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 8 (10): 286-306.

CVET-COMISIÓN VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA. 1970. Léxico Estratigráfico de Venezuela. 2da. Ed., *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 4: 1-756.

CHRISTENSEN R. M. 1961.Geology of the Paria - Araya Peninsula, northeastern Venezuela. *University of Nebraska.* 158 p.

DALTON L. V. 1912a. On the geology of Venezuela. *Geological Magazine*, Londres 9: 203-210.

DALTON L. V. 1912b. *Venezuela*. Londres: T. Fisher Unwin Ltd. 320 p. (2da. ed, 1916; 3ra. ed, 1918; 4ta. ed, 1925; 5ta. ed, 1976. Traducción al español por Raúl Villasana. Col. Cuatricentenario Caracas, Banco Central de Venezuela, 329 p., 1966).

DASH L. E. 1982. *U-Pb geochronology of the Sierra de Perijá, Venezuela*. Case Western University. Tesis de Ph.D., 185 p. (Publicado en *Geos*, 39(2007): 194-195 + 185 p. en DVD, carpeta 256).

DAWSON T. C. 1904. *The South American Republics. Part II*. New York: The Knickerbocker Press, 517 p.

DE LA COSA Juan. 1500. *La carta de Juan de la Cosa*. Colección del Museo Naval de Madrid. Manuscrito en color sobre pergamino, firmado en Santa María, no. MN 257, 96 x 186 cm. https://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:316249

https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/resources/webmaps/delacosa.html#map=7.000000000000001/-6897121.51/2180912.88/0

DENGO G. 1947. Informe geológico sobre el proyecto de autopista Caracas-La Guaira. *Revista de Fomento*, Caracas 9-10(69): 133-154.

DENGO G. 1950a. Eclogitic and glaucophane amphibolites in Venezuela. *Am. Geophys. Union, Trans.*, 31(6): 873-878.

DENGO G. 1950b. Geología de la región de Caracas. *Revista de Fomento,* Caracas 12(73): 213-298.

DENGO G. 1951. Geología de la región de Caracas. *Boletín de Geología,* Caracas 1(1): 39-115.

DENGO G. 1953. Geology of the Caracas region, Venezuela. *Bulletin Geological Society of America* 64(1): 7-40.

DÍAZ Adrián. 2003. *Integración geológica de la región Los Teques-La Victoria-San Casimiro. Distrito Capital, Estados Aragua y Miranda.* UCV-G, 372 p. (Publicado en *Geos*, 36(2003): 88-89 + 372 p. en CD, carpeta 1.2.10, 2004).

DÍAZ DE GAMERO L. y J. R. Farías, 1993. Pedro Joaquín Bermúdez. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela.* (49): 35-41.

DOZY J. J. 1979. Obituary H. M. E. Schürmann (1891-1979). *Geologie Mijnb.* 38(3): 289-294.

DREVERMANN F. 1904. Über Untersilur in Venezuela. *Neues-Jahr. Min., Geol., Paläont.* 1: 91-93

DUFOUR J. y H. M. E. SCHURMANN. 1933. *Summary on igneous and metamorphics of Western Venezuela.* Shell Int., La Haya. Informe inédito EP-8156.

DUPOUY Walter y José María CRUXENT 1947. Reconocimiento arqueológico en las minas de Los Teques, estado Miranda, Venezuela. *Acta Venezolana* 2(1-4): 46-82

DUSENBURY Jr., A. N. 1960. Revision of the microfauna described from the Cretaceous metamorphics in Quebrada Yaguapa, eastern Miranda. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 3(11): 316-317.

DUSENBURY Jr., A. N. y P. P. WOLCOTT. 1948. *Cretaceous metamorphics of the Coast Range, Venezuela.* Creole Petrol. Corp., Informe inédito EP-8823, 8 p.

DUSENBURY Jr., A. N. y P. P. WOLCOTT. 1949. Rocas metamórficas cretácicas en la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Boletín, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 1: 17-26. https://venezuelaamericanpetroleumasso.app.box.com/s/in2byo3axju2ck6kzppbxks0u5k2d8g6/file/963655256345

ELDREDGE N. y S. J. GOULD. 1977. Punctuated equilibria: The tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleobiology* 3:115-151.

ELLIOTT John E. 1912. *Compiled report No IX on the State of Carabobo*. Caracas: Shell. Informe inédito EP-10.

ESCALANTE DE MENDOZA Juan de. 1985. *Itinerario de navegación de mares y tierras occidentales*. Madrid: Edic. Museo Naval. [Manuscrito de 1575].

ESCORIHUELA N. y J. RONDÓN. 2002. *Estudio de las rocas ígneas presentes en el centro de la Cuenca de Falcón*. UCV-G, 247 p. (Publicado en *Geos* 37(2004): 58-59 + 247 p. en CD, carpeta 1.2.4).

FEO-CODECIDO G. 1954. Notas petrológicas sobre formaciones que afloran en la región de El Baúl, estado Cojedes. *Boletín de Geología,* Caracas 3(8): 109-121.

FEO CODECIDO G. 1962. Contributions to the geology of north-central Venezuela. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo*. 5(5): 119-142.

FEO CODECIDO G. 1963. Notes to accompany the Venezuelan contribution to the edition of a World Geological Map, scale 1:5,000,000. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo*, 6(10): 291-309.

FEO-CODECIDO G. 1969. Guía de excursión a la Península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*. Caracas. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 1: 304-315, 1971.

FEO-CODECIDO G., C. MARTÍN-B., P. BARTOK, J. MATOS y C. SCHUBERT. 1974. Excursión geológica a la Península de Paraguaná. *Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, Guía de Escursión,* Caracas, 30 p.

FEO-CODECIDO G., F. SMITH, N. ABOUD y E. DI GIACOMO. 1984. Basament and Paleozoic rocks of the Venezuelan Llanos basins. *Geological Society of America Memoir* 162: 175-187.

FOGHIN Sergio. 2007. Raúl Laforest: Ingeniero, geólogo y educador. *Revista Aula y Ambiente*, UPEL-IPC, 7(13-14): 173-188.

FOLAND K. A., R. C. SPEED y J. WEBER. 1992. Geochonological studies of the hinterland of the Caribbean mountains orogen of Venezuela and Trinidad. *Geological Society America*, *Abstracts with Programs,* 24(7): A148.

FOSSA-MANCINI E. 1924. Una fillade ritenuta aurifera della Serranía Costanera del Venezuela. *Bolletino della Societa Geologica Italiana* 42(1) (1923): xli-xlii.

FOSSA-MANCINI E. 1926. Notizie sulla geologia della Venezuela. Parte prima. *Bolletino del Reale Ufficio geologico d`Italia* 51(10): 1-47.

FOURNIER, H. y F. URBANI. 2017. A short communication arising from: "R. Speed and K. A. Foland (1992, unpublished) "Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: Constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas". *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, 36, 698-702.
https://www.researchgate.net/publication/323969276

FOURNIER H. W., J. K. W. LEE, F. URBANI y S. GRANDE. 2017. The tectonothermal evolution of the Venezuelan Caribbean Mountain System: 40Ar/39Ar age insights from a Rodinian-related rock, the Cordillera de la Costa and Margarita Island. *Journal of South American Earth Sciences*, 80: 149-173.

FREELAND G. L. y R. S. DIETZ. 1972. Plate tectonic evolution of the Caribbean-Gulf of Mexico region. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, 1971, p. 259-264.

FROETTERLE Franz. 1856. Die geologie von Süd-Amerika. *Petermann's geographische Mittheilungen* 2: 187 [Mapa: *Geologische Übersichts-Karte von Süd-Amerika.* 1: 25.000.000. 1 cm = 250 km].

FURRER M. 1972. Fossil Tintinids in Venezuela. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, p. 451-454.

GALVIS-VERGARA J., A HUGGETT GRANADOS y J. POMARES A. 2008. Rocas volcánicas cenozoicas en la región del Cerrejón. Serranía de Perijá. Departamento de la Guajira, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 32(122): 15-24.

GARRITY C., P. C. HACKLEY y F. URBANI. 2004. Digital shaded relief map of Venezuela. *U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322*, mapa escala 1:1.500.000 (http://pubs.usgs.gov/ of/2004/1322)

GARRITY C., P. C. HACKLEY y F. URBANI. 2006. Digital geological map and GIS database of Venezuela. *U.S. Geological Survey, Data Series 199* (http://pubs.usgs.gov/ds/2006 /199/)

GAYTÁN DE TORRES Manuel. 1621. *Relación y vista de oios que don Manuel Gaytan de Torres, Ventiquatro de la ciudad de Xerez, haze a su Majestad en el Real Consejo de las Indias; por comisión que para ello tuuo de las minas de cobre que ay en las serranias de Cocorote, prouincia de Veneçuela*. Madrid. 22 p. (Reimpreso con estudio preliminar en URBANI 1992).

GEORGE F. R., D. R. VIETE, J. AVILA, G. G.E. SEWARD, G. L. GUICE, M. B. ALLEN y M. J. HARROWER. 2024. Garnet zoning patterns record multiple processes of chemical transfer during subduction. *Earth and Planetary Science Letters* 631, 118634 https://doi.org/10.1016/j.epsl.2024.118634

GERTH Heinrich. 1932. *Geologie Südamerikas; Part I, Die geologische Geschichte Südamerikas bis zum Erde des Paläozoikus*. En: E. KRENKEL (Editor serie), *Geologie der Erde*. Berlín: Gebr. Borntrager, p. 1-199.

GERTH Heinrich. 1935. *Geologie Südamerikas; Part II, Die geologische Geschichte Südamerikas während des Mesozoikuns*. En: E. KRENKEL (Editor de la serie), *Geologie der Erde*. Berlín: Gebr. Borntrager, p. 201-389.

GERTH Heinrich. 1938. Rasgos de la historia geológica de la Cordillera sudamericana-General outline of the geological history of the South America Cordillera. *Boletín Geol. y Min*., Min. Fomento, Caracas, 2(2-4): 1-10 (ediciones en español e inglés que resumen las dos obras precedentes).

GERTH Heinrich. 1955. *Der geologische Bau der Südamerikanischen Kordillere*. Berlin: Gebr. Borntraeger. 264 p. (Una extensa revisión aparece en RENZ 1956. También está la traducción al español de la parte sobre Venezuela por Frances CHARTON DE RIVERO, "Estructura geológica de la cordillera suramericana". *Geos*, 41 + 102 p. en CD, 2011).

GIRARD Daniele. 1981. *Pétrologie de quelques séries spilitiques mésozoïques du domaine Caraïbe et des ensembles magmatiques de l'île de Tobago*. Univ. de Bretagne Occidentale, Brest, Tesis doctorado 3er. ciclo, 229 p.

GIRARD Daniele, C. BECK, J. F. STEPHAN, R. BLANCHET y R. C. MAURY. 1982. Pétrologie, géochimie et signification géodynamique de quelques formations volcaniques crétacées péricaraïbes. *Bull. Soc. Géol. France*, ser 7, 24(3): 535-544.

GIUNTA G., E. NAVARRO, L. BECCALUVA, S. BELLIA, P. COMIN-CHIARAMONTI, G. DENGO, W. MONTERO, F. URBANI y S. CARNEMOLLA. 1996. Geología de las márgenes de la placa del Caribe: generalidades en Guatemala, Costa Rica, La Española y resultados preliminares del análisis de una transversal en la Cordillera de la Ccosta de Venezuela. *Revista Geológica de América Central*, 19/20: 7-28

GIUNTA G., L. BECCALUVA, M. COLTORTI, F. SIENA y C. VACCARO. 2002. The southern margin of the Caribbean Plate in Venezuela: tectono-magmatic setting of the ophiolitic units and kinematic evolution. *Lithos* 63: 19– 40.

GIUNTA, G., M. MARRONI, E. PADOA y L. PANDOLFI. 2003, Geological constraints for the geodynamic evolution of the southern margin of the Caribbean plate, En: C. Bartolini R., T. Buffler y J. Blickwede (eds.), T*he Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics*: *AAPG Memoir* 79, p. 104– 125.

GODDARD Donald. 1994. Xavier Picard (1940-1980): su vida y su contribución A los conocimientos geológicos de Venezuela. *Boletín de Historia de las geociencias en Venezuela*, 51: 1-10.

GONZÁLEZ D., D. MARVAL, M. SCHMITZ, H. RENDÓN y L. ALVARADO. 2025. Relocalización de la secuencia de sismos ocurridos en Valencia, estado Carabobo durante los años 2018-2019. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, UCV, en prensa.

GONZALEZ DE JUANA C. y M. VIGNALI. 1972. Rocas metamórficas e ígneas de la Península de Macanao, Venezuela. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, 1971, p. 63-68.

GONZÁLEZ DE JUANA C., J. M. ITURRALDE DE A. y X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas.* Caracas, Ed. Foninves, 2 tomos. 1021 p.

GONZÁLEZ SILVA L. 1972. Geología de la Cordillera de la Costa, zona centro-occidental. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 3: 1589-1616.

GONZÁLEZ SILVA L. 1977. Geología de la Sierra del Interior (región central) y parte de los llanos de Venezuela (incluyendo parte de los estados Carabobo, Aragua, Guárico y Cojedes). *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 7, 3: 1629-1650.

GONZÁLEZ SILVA L. y X. PICARD. 1971. *San Juan de los Morros*. Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, mapa geológico hoja 6745, litografiado escala 1: 100.000.

GONZÁLEZ SILVA L. y X. PICARD. 1972. Sedimentación y aloctonía en el frente de montañas de Guárico. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, 1971, p. 83-88.

GRANDE S. 1995. *Caracterización geoquímica de las metalavas del Miembro Los Naranjos, Formación Tucutunemo, Aragua central y su interpretación tectónica*. UCV-TA, 45 p.

GRANDE S. 2009. Estudio petrográfico de los xenolitos presentes en las lavas del cerro Atravesado, Falcón central. *Revista Facultad de Ingeniería*, UCV, Caracas, 24(1): 11-30.

GRANDE S. 2010. Geoquímica de las Metavolcanosedimentarias de Los Naranjos, Filita de Tucutunemo, Aragua central y su interpretación tectónica. *II Jornadas Venezolanas de Geología de Rocas Ígneas y Metamórficas*, 27-28 nov. 2008, Caracas. *Geos* 40(2009): 14-17 + 17 p. en carpeta 8, DVD.

GRANDE S. y F. URBANI. 2009. Presence of high-grade rocks in NW Venezuela of possible Grenvillian affinity. En: K. H. JAMES, M. A. LORENTE y J. L. PINDELL (eds). *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate.* Geological Society, London, Special Publications, 328: 533-548.

GRANDE S., F. URBANI y D. MENDI. 2008a. Presencia de un basamento Grenvilliano de alto grado en el noroeste de Venezuela. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, nov. 2007. *Geos, Geos* 39(2007): 90 + 16 p. y 43 láminas en DVD, carpeta 155.

GRANDE S., F. URBANI y D. MENDI. 2008B. Mármoles de alto grado probablemente grenvillianos en el noroeste de Venezuela. *Geos* 39(2007): 128-129.

GRATEROL G. Víctor R. 2022. *Principios y Aplicaciones de los Métodos de Exploración Gravimétrico y Magnético*. Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. 212 p.

GROSSHAUPT Walter. 1991. Intereses económicos de los Welser en el Mundo Nuevo. *Encuentros*, Asoc. Cultural Humboldt, Caracas 5(11): 3-9 (Reseña y trascripción de textos mineros por F. Urbani en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 45: 47-50, 1992).

HACKLEY Paul C., F. URBANI, Alex W. KARLSEN y Christopher P. GARRITY. 2005. Geologic shaded relief map of Venezuela. *U.S. Geological Survey, Open File Report 2005-1038* [htpp: //pubs.usgs.gov/of/2005/1038/]. Edición en español: 2006. "Mapa geológico de Venezuela a escala 1:750.000". *U.S. Geological Survey, Open File Report 2006-1109* [http://pubs.usgs.gov/of/ 2006/1109/].

HARVEY S. R. M.1972. The Origin of the Southern Caribbean Mountains. *Geological Society of America Memoir* 132: 387-400.

HEDBERG H. D. 1974. Hermann Karsten: Pioneer geologist in northern South America, 1844-1856. *Verhandlungen der Naturforschungen Gesellschaft*, Basilea, 84: 32-44.

HEERING J. 1948. *Geological report No. CPMS-277 Petrography of Paraguana.* The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd., Londres. Informe EP-993.

HERRERA Roberto. 1999. *Geología de las quebradas Santa María y Palo Negro, Los Teques-Carrizal, estado Miranda.* UCV-G.

HESS H. H. 1938a. A primary peridotite magma. *American Journal of Science,* 5 ser, 35: 321-344.

HESS H. H. 1938b. Gravity anomalies and Island arc structures with particular reference to the West Indies. *Proceedings of American Philosophical Society.* 79: 71-96.

HESS H. H. 1950. Investigaciones geofísicas y geológicas en la región del Caribe. *Boletín, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 2(1): 5-22. https://venezuelaamericanpetroleumasso.app.box.com/s/in2byo3axju2ck6kzppbxks0u5k2d8g6/file/963645621793

HESS H. H. 1962. *History of ocean basins*. Geological Soc. America, Petrologic Studies: A volume to honor A. F. Buddington, p. 599-620.

HUMBOLDT Alejandro de. 1801. Esquisse d´une tableau géologique de l`Amérique Mèridionale. *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, París 53: 30-60. https://ia600909.us.archive.org/26/items/journaldephysiqu53pari/journaldephysiqu53pari.pdf Traducción al español por el Dr. Enzo Caraballo en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 144: 854-879, 2024.

HUMBOLDT Alejandro de. 1814. *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent. Première partie. Relation historique. Tome premier*. París: Ches F. Schoell, 644 p. (Traducción al español: *Viaje a las regiones equinocciales del*

Nuevo Continente. Buenos Aires: Imprenta López. Ediciones Min. Educación, Dir. Cultura y Bellas Artes, Tomo 2, 367 p., 1956).

HUMBOLDT Alejandro de. 1819. *Voyage aux régions équinoxiakes du nouveau continent. Première partie. Relation historique. Tome second*. París: Ches N. Maze Libraire. 719 p. (Traducción al español: *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente*. Buenos Aires: Imprenta López. Ediciones Min. Educación, Dir. Cultura y Bellas Artes, Tomo 3, 331 p., 1956).

HURTADO R. 2025. *Geología y geoqupimica de los gabros de Chacao, Cantagallo y Chaparrote, estado Guárico*. UCV-MG, en desarrollo.

IZTURIZ A. T. 2004. *Relaciones tectono-estratigráficas entre las fajas tectónicas de la región de San Casimiro-Altagracia de Orituco-San Juan de los Morros, estados Aragua, Guárico y Miranda*. UCV-DG, 231 p. (Publicado en *Geos*, 37(2004): 58-59 + 231 p. en CD, carpeta 1.2.9).

JAMES Keith H. 2006. Arguments for and against the Pacific origin of the Caribbean Plate: Discussion, finding for an inter-American origin. *Geologica Acta* 1: 279-302.

JARVIS H. A. 1966. Geología de la región río Pao-río Tiznados, estados Cojedes y Guárico, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas 8: 73-115.

JIMÉNEZ Yalimay y Jean PASQUALI. 2007. Cobre, plomo y cinc en las aguas subterráneas del norte de Venezuela. *Geos* 39: 46 + 12 p. y 19 láminas en DVD (Carpeta 66). https://www.researchgate.net/publication/319319965

JOHNSTON A. K. 1856. *The geological structure of the globe according to Ami Boué, with corrections and additions to 1855*. En: *The Physical Atlas, a series of maps and notes illustrating the geographical distribution of natural phenomena, by A. K. Johnston. A new and enlarged edition*. Edinburgh: W. y A. K. Johnston, Ltd. Mapa 50.5 x 60.5 cm.

JOHNSON J. H. 1965. Three lower cretaceous algae new to the Americas. *Jour. Paleont*., 39(4): 719-720.

JORDAN T. H. 1975. The present-day motions of the Caribbean plate. *Journal of Geophysical Research* 80(32): 4433-4439.

JUARBE NEGRÓN Irving A. 1978. *Geology of the Las Trincheras área, Carabobo, Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dirección de Geología. Mapa escala 1:10k. http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/10872/8706/1/0496.jpg

KARSTEN H. 1850. Beitrage zur Kenntniss der Gesteine der nördlichen Venezuela. *Zeitschr. der Deutsch. Geologischen Gesellschaft*, Berlin, 11: 345-361 (Mapa: *Geognostiche Karte des nordöstlichen Venezuela*).

KARSTEN H. 1858. Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Equador: *32nd versammlung Deutscher Naturfoscher und Ärzte zu wien im September 1856, Amtlicher Beritcht Viena,* p. 80-117, 7 pl., 1 mapa geol. 1: 8.000.000.

KARSTEN H. 1862. Die geognostische Beschaffenheit der gebirge Der Provinz von Caracas. *Zeitschr. der Deutsch. Geologischen Gesellschaft*, Berlin, 14: 282-287 (Secciones geológicas: *Geognostiche Durchschnitte der Küstenkette von Venezuela*).

KARSTEN H. 1886. *Géologie de l`ancienne Colombie bolivarienne, Vénézuela, Nouvelle-Grenade et Ecuador*. Berlín: R. Friedlander y Sohn. 62 p., 6 planchas, 1 mapa escala 1: 7.600.000, 11 perfiles. (Mapa: *Esquisse d`une carte de la constitution géologique de la Colombia*). (Traducción parcial al español de las p. 7-22 y notas adicionales por Adolfo ERNST, "Idea general de la geología de Venezuela". *Rev. Tec. Ministerio de Obras Públicas* 2(13): 51-56, 2(14): 110-112, 2(15): 156-159, 2(17): 270-272, 2(18): 324-328, 1912). Traducción completa al español con introducción y notas por Armando Espinosa Baquero, 2022, ediciones del Servicio Geológico de Colombia, <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/view/98/88/697>

KEHRER L. 1937. Algunas observaciones en capas cretáceas y precretáceas de las partes suroeste y central de Venezuela. *Boletín de Geología y Minería*, Caracas 1(2, 3, 4): 49-76, 8 ilust.

KEHRER L. 1948. *Geological report on Venezuela*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company, informe inédito. EP-688, 176 p. + 3 mapas.

KERR A. C., F. URBANI, R. SPIKINGS, T. BARRY, A. R. HASTIE y J. TARNEY. 2010. The Siquisique basalt and gabbro units, Los Algodones, Venezuela: Late Cretaceous oceanic plateau formed within the proto-Caribbean plate?. *Memorias II Jornadas Venezolanas de geología de Rocas Ígneas y Metamórficas*, 27-28 noviembre. *Geos* 40(2009): 19-21 + cartel en DVD, carpeta 10.

KERR Andrew, Kevin R. CHAMBERLAIN y Marvin BAQUERO. 2021. Edades U-Pb del gabro de la Ofiolita de Siquisique. *En*: F. URBANi, ed., *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*. Caracas, Academia nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Fundación Geos.

KLEMM J. Gustav. 1859. Der bergbau in Venezuela. *Berg. und Hüttenmännische Zeitung*, Freiberg 18(31): 277-281, 18(32): 289-293 (Estudio preliminar y traducción en URBANI *et al.* 1994).

KONIGSMARK T. A. 1958. Geology of the northern Guárico-Lake Valencia area. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 1(5): 151-165.

KONIGSMARK T. A. 1965 Geología del área de Guárico septentrional-Lago de Valencia, Venezuela. *Boletín de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos.,* Caracas, 6(11): 209-285.

KULP J. L. 1961. Geologic time scale. *Science* 133: 1105-1114.

KÜNDIG E. 1938. The Pre-cretaceous rocks of the central Venezuelan Andes with some remarks about the tectonics. *Boletín de Geología y Minería*, Min. de Fomento, Caracas 2(2, 3, 4): 21-44.

LAMARE P. 1927. Contribution à l´étude pétrographique des roches de la Cordillère Caraïbe (Vénézuela). *Compte Rendu Sommaire et Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 4, 27: 127-162.

LANDER Jam Pedro, M. MÁRTIZ y R. ROCA. 2002. Nicolás Gerardo Muñoz. *Geos*, UCV, Caracas, 35: 75-77.

LAR A. U. 1992. *Etude géochimique de massifs basiques et ultrabasiques (Apa, Todasana, Tinaquillo) de la Chaîne Tertiaire Caraïbe du Venezuela: genese de magmas mantelliques et interaction manteau-croûte*. Universite Paul Sabatier, Toulouse, Francia. Tesis doctoral, 232 p. (Publicado en *Geos* 42: 138-139 + 229 p. en carpeta 15 de DVD).

LAR A. U., M. LOUBET, M. OSTOS y F. URBANI. 1992. Le Massif de peridotite de Tinaquillo (Venezuela): exemple de fusion dynamique du diapir mantellique (Resumen). *14e reunion des sciences de la terre; macro et micro regards Sur la terre. Reunion Annuelle des Sciences de la Terre*, 14: 92.

LAUBSCHER H. P. 1955. Structural and petrogenetic aspects of the Baruta area in the Venezuelan Coast Range. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 48(2): 329-344. www.e-periodica.ch/cntmng?pid=egh-001%3A1955%3A48%3A%3A732

LAVANDER A., M. SCHMITZ, H. G. AVÉ LALLEMANT, C. A. ZELT, D. S. SAWYER, M. B. MAGNANI, P. MANN, G. CHRISTESON, J. WRIGHT, G. PAVLIS y J. PINDELL. 2006. Evolution of the Southern Caribbean Plate Boundary. *EOS, Transactions,* AGU 87(9): 97-100.

LEUZINGER P. 1953. *Geological report on the El Baul area, District of Girardot, State of Cojedes*. Mene Grande Oil. Co. C.A. Informe 000821, 53.

LEVANDER A., M. SCHMITZ, H. G. AVÉ-LALLEMANT *et al.* 2006. Evolution of the Southern Caribbean Plate Boundary. *EOS Trans.*, AGU 87(9): 97.

LIDDLE R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. Fort Worth: J. P. MacGowan, 552 p.

LIDDLE R. A. 1946. *The geology of Venezuela and Trinidad*. 2da. ed., Ithaca: Paleont. Res. Inst., 890 p.

LÓPEZ V. M. 1942a. Geología del Valle de Valencia. *Revista de Fomento*, Caracas 4(45-46): 47-72.

LÓPEZ V. M. 1942b. Geología de la región comprendida entre Boca Chica y La Puerta y estudio de los yacimientos minerales de Santa Isabel, estados Aragua y Guárico. *Revista de Fomento*, Caracas 4(47): 41-74, 15 figuras, 1 mapa geológico.

LÓPEZ V. M., J. C. DAVEY y E. RUBIO. 1944. Informe geológico y minero de los yacimientos de cobre de Aroa, estado Yaracuy. *Revista de Fomento*, Caracas 6(56-57): 11-66, 18 microfotos, 6 mapas.

LOUBET M., B. LAMBERT, C. MARTÍN y R. MAURY. 1980. Estudio petroquímico y geoquímica de las rocas volcánicas del Grupo Villa de Cura y Tiara en el sistema montañoso del Caribe, Venezuela. *Resúmenes 9a. Conferencia Geológica del Caribe*, República Dominicana, p. 41-42.

LOUBET, M., B. MONTIGNY, B. CHACHATI, N. DUARTE, B. LAMBERT, C. MARTÍN y M. THUIZAT. 1985. Geochemical and geochronological contraints on the geodynamical development of the Caribbean chain of Venezuela. *En* A. MASCLE, Ed. *Symposium Geodynamique des Caraïbes*. Edit. Technip, París 1: 553-566.

LOUREIRO D. 1981. *Geoquímica de los elementos mayoritarios de rocas del area norcentral de la Cordillera de la Costa: Fragmentos de corteza oceánica del Caribe.* UCV-TA, 181 p.

LOZANO F. y A. MUSSARI. 2007. *Geología de la región de Yumare, estados Yaracuy y Falcón.* UCV-G (Publicado en *Geos* 40(2009): 65-66 + 286 p. + 3 mapas a escala 1: 25.000 en DVD, carpeta 36).

M. G. D. 1983. Heinrich Moritz Emil Schürmann (1891-1979). *Geol. Soc. London. List of Fellows and Members 1983*, p. 258.

MACDONALD W. 1968. Estratigrafía, estructuras y metamorfismo de las rocas del Jurásico superior, península de Paraguaná, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas 9(18): 441-158.

MACKENZIE D. B. 1960a. La Peridotita de Tinaquillo. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 3, 2: 761-826.

MACKENZIE D. B. 1960b. High temperature Alpine type peridotite from Venezuela. *Bulletin of the Geological Society of America,* 71(3): 303-317.

MACKENZIE D. B. 1966. Geología de la región Norte-central de Cojedes. *Boletín de Geología,* Caracas 5(15): 3-72.

MACLACHLAN J. C. 1952. *Geology of the La Victoria area, Venezuela*. Princeton University, Tesis Ph.D., 133 p.

MACLACHLAN J. C., R. SHAGAM y H. H. HESS. 1960. Geología de la región de La Victoria, estado Aragua, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 3, 2: 676-684. Versión en inglés: Geology of the La Victoria area, Aragua, Venezuela. *Bulletin of the Geological Society of America* 71(3): 241-248, 1960.

MACSOTAY O. 1968. Formaciones cenozoicas de Paria. Secciones, correlaciones, paleontología y paleoecología. Con descripción de unas especies nuevas. *Geos*, 17: 52-107.

MALFAIT B. T. y M. G. DINKELMAN. 1972. Circum-Caribbean tectonic and igneous activity and the evolution of the Caribbean plate. *Bulletin of the Geological Society of America* 83: 251-272.

MARCANO Vicente y Luciano URDANETA. 1887. Minas de Chacao. *El Siglo*, Caracas, 10 jun., p. 2.

MARCANO Vicente. 1880. La Mina de Baruta. *La Revista Médica*, Caracas, 17 ago. [Publicado bajo el seudónimo de Tito Salcedo].

MARCANO Vicente. 1886. Informe preliminar sobre las minas de oro y cobre de Chacao. *El Siglo*, Caracas, 10 ago., p. 2.

MARCANO Vicente. 1887a. *Informe que el Director de las minas de Chacao presenta a los accionistas*. Caracas: Tip. Esp. El Cojo, 8 p. (Fechado en Caracas 13 enero 1887).

MARCANO Vicente. 1887b. Minas de Chacao. Oro, rodio y cuarzos con greda y mucha intriga. *El Siglo*, Caracas, 29 ene., p. 2.

MARCANO Vicente. 1890. Sur la metallurgie precolombienne au Venezuela. *Comptes Rendus Hebdomadaires de l'Academie des Sciences*, París 110 (13): 711-

713, 31 marzo (Traducción al inglés por Hyde Clarke: Precolombian Metallurgy in Venezuela, S.A. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, Londres 20: 220-221, 1891. Traducción al español por Antonio Pedro Mora: Sobre la metalurgia Precolombina en Venezuela. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* I, I(10): 161-163, 19-9-1891).

MARCOU Jules. 1861. *Carte géologique de la terre par Jules Marcou, contruite par J. M. Ziegler*. Winterthur: J. Wurster, 8 hojas, 71 x 50 cm. [Hoja 6: América del Sur, escala 1: 23.000.000, 1 cm = 230 km].

MARCOU Jules. 1866.Carte geologique de la terre. *Bulletin Societe de geographie de Paris* 11: 509-514.

MARESCH W. V. 1971. *The metamorphism and structure of northeastern Margarita island, Venezuela*. Princeton University, Tesis Ph.D., 381 p.

MARESCH W.V. 1973. Metamorfísmo y estructura de Margarita nororiental, Venezuela. *Boletín de Geología*, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Caracas, 22: 3-172.

MARESH W. V. 1974. Plate tectonics origin of the Caribbean Mountains system of northern South America: discussion and proposal. *Bulletin Geological Society of America* 85(5): 669-682.

MARESCH W.V. 1975. The geology of northeastern Margarita Island, Venezuela: a contribution to the study of Caribbean plate margins. *Geologische Rundschau*, 64: 446-483. https://doi.org/10.1007/BF01820701

MARESCH W., R. KLUGE, A. BAUMANN, J. L. PINDELL, G. KRÜCKHANS-LUEDER y K. P. STANEK. 2009. The occurrence and timing of high-pressure metamorphism on Margarita Island, Venezuela: A constraint on Caribbean-South America interaction. *En*: K. JAMES, M. A. LORENTE y J. L. PINDELL (eds.) *The geology and evolution of the region between North and South America*. Geological Society of London, Special Publication 328: 705-741. https://doi.org/10.1144/SP328.28

MARESCH W.V., PINDELL J.L., KLUGE R., BAUMANN A., VILLÁGOMEZ D., MANFRED BRIX M.R., THOMSON S.N., STANEK K.P., Schertl H.-P. y FRIEDEMANN F. 2024. Three-stage, 70 Myr exhumation of HP/LT rocks on Margarita, Venezuela: Caribbean intra-forearc shear, Grenada Basin rifting, and continental obduction. *Journal of South American Earth Sciences*, 137. http://doi.org/10.1016/j.jsames.2024.104840

MARIÑO PARDO Noel y F. URBANI. 2022. Miguel Emilio Palacio Viso (1849 – 1931), Un ícono en la minería del siglo XIX en El Yuruari, Guayana

Venezolana. *Boletíon de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, 57. 107-126.

MARTÍN BELLIZZIA C. y J. M. ITURRALDE DE ARROCENA. 1972. Complejo ultramáfico zonado de Tausabana-El Rodeo, gabro zonado de Siraba-Capuana y Complejo subvolcánico estratificado de Santa Ana, Paraguaná, estado Falcón. *Memorias VI Conferencia Geológica del Caribe*, 1971, Porlamar, p. 337-356.

MARTÍN BELLIZZIA C. 1961. Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes. *Memorias III Cong. Geol. Venezolano*, Caracas, 1959, *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial 3*, 4: 1453-1530.

MARTÍN BELLIZZIA C. 1968. Edades isotópicas de rocas venezolanas. *Boletín de Geología,* Caracas 10(19): 356-380.

MARTÍNEZ Aníbal. 1990. *Imagen y Huella. Clemente González de de Juana*. Caracas, Ed. INTEVEP, 125 p.

MARTÍNEZ G. J. y A. G. VALLETTA. 2007. *Petrografía de las facies gruesas de la Formación Matatere y otras unidades del centro-occidente de Venezuela.* UCV-G, 298 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 67-68 + 298 p. en DVD, carpeta 39).

MARTÍNEZ José Antonio y Aníbal MARTÍNEZ. 1989. Víctor M. López. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos* 35: 40-42 (Reimpreso en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 42: 34-36. 1991).

MATA M. 1977. *Geoquímica de los elementos mayoritarios en las rocas metamórficas del área de Oritapo-Chirimena.* UCV-C.

MATTSON P. H. 1984. Caribbean structural breaks and plate movements. The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics. En: W. E. BONINI, R. B. HARGRAVES y R. SHAGAM (Editores). *The Caribbean-South American Plate Poundary and Regional Tectonics.* Geological Society of America Memoir, p. 131-149.

MATTSON P. H. 1985. Ultramafic and gabbroic rocks of Venezuela as possible ophiolites; Tinaquillo Peridotite complex. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. Ediciones Sociedad Venezolana de Geólogos, 6: 2514-2540.

MATTSON P. H. y I. A. JUARBE NEGRÓN. 1983. Multiple deformation in the western Cordillera de la Costa. *Memoria 9a. Conferencia Geológica del Caribe*, Santo Domingo, 1: 119-125.

MCKERROW W. S., C. M. NIOCAILL y J. F. DEWEY. 2000. The Caledonian orogeny redefined. *Journal of the Geological Society*, Londres 157:1149-1154.

MCMAHON C. Elizabeth. 2001. *Evolution of the effects of oblique collision between the Caribbean and South American plates using geochemistry from igneous and metamorphic bodies of northern Venezuela*. Univ. Notre Dame, tesis PhD, 227 p. (Publicado en *Geos,* 39(2007): 195-196 + 250 p. en DVD, carpeta 258).

MÉNDEZ J. G. y E. H. GUEVARA. 1969. *Isopach map of the Caujarao Formation and equivalentes*. Cia. Shell de Venezuela. Caracas, 30 julio. Mapa escala 1:250.000. EPC-4771.

MENDI D. 2012. *Geología de la mesa de Cocodite-Paraguaná, estado Falcón.* UCV.

MENDI D. y E. RODRÍGUEZ. 2004. *Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón.* UCV-G (Publicado en *Geos*, 38(2005): 93-94 + 184 p. y 12 mapas en CD, carpeta 43, 2006).

MENDI D., L. CAMPOSANO y M. BAQUERO. 2006. Petrografía de rocas del basamento de la ensenada de La Vela. *Geos* 38(2005): 32-33 + 42 láminas en CD, carpeta 15.

MENDOZA V. 2006. Geología de Venezuela. Tomo II: Escudo de Guayana, Andes venezolanos y Cordillera de la Costa. *Geos* 38: 121-122 + 418 p. en CD, carpeta 75. (Notas del curso Geología de Venezuela, UDO).

MENÉNDEZ A. 1965. Geología del área de El Tinaco, Centro Norte del estado Cojedes, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas 6(12): 417-543.

MENÉNDEZ A. 1966. Tectónica de la parte central de las montañas occidentales del Caribe, Venezuela. *Boletín Geología*, Caracas 8(15): 116-139.

MESCHEDE M. y W. FRISCH. 1998. A plate-tectonic model for the Mesozoic and Early Cenozoic history of the Caribbean plate. *Tectonophysics* 296: 269-291.

MISTAGE M. M., F. URBANI y A. FRANCO. 1989. Estudio geológico de los cerros El Rodeo y Arajó. Península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias VII Cong. Geol. Venezolano*, Barquisimeto, Sociedad Venezolana de Geólogos, 1: 83-98.

MOLNAR P. y L. R. SYKES. 1969. Tectonics of the Caribbean and Middle America regions from focal mechanisms and seismicity. *Bulletin of the Geological Society of America* 80: 1639-1684.

MON Ricardo. 1976. Prof. Dr. Heinrich Gerth. *Revista de la Asociación Geológica de Argentina* 31(3): 238-240.

MORGAN B. A. 1966. Significación de las eclogitas en la Cordillera de la Costa. *Boletín de Geología,* Caracas 8(15): 154-155.

MORGAN B. A. 1969. Geología de la región de Valencia, Carabobo, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas 10(20): 3-136.

MORGAN B. A. 1970. Petrology and mineralogy of eclogite and garnet amphibolite from Puerto Cabello, Venezuela. *Journal of Petrology* 11(1): 101-145.

MOTICSKA P. 1997. *Formación Latita Cuarcífera El Peñón, Formación Riolítica Teresén, Formación La Bandola, Miembro Tirado*. En: W. SCHERER (ed.). 1997. *Código Geológico de Venezuela*.

MOUSSY Victor Martin de. 1873. *Description geographique et statistique de la Confederation Argentine*. Paris: Librairie de Firmin Didot Freres, Fils et Cie. (*Carte physique de l'Amerique du Sud),* 1868 <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~20547~510073>).

MUESSIG K. W. 1978. The central Falcon igneous suite, Venezuela: alkaline basaltic intrusions of Oligocene-Miocene age. *Geologie en Mijnbouw*, 57(2): 261-266.

MUKASA S. B., S. H CHOI., A. V. ANDRONIKOV y M. C. MARCANO. 2005. Mantle melting processes discerned from a geochemical study of the Tinaquillo Peridotite massif, Venezuela (Abstract). *Ofioliti*, 30 (2):175-176 (Reimpreso en: *Geos* 40(2009): 122-123, 2010).

MUÑOZ P. y H. RODRÍGUEZ. 2009. *Geología de las unidades ígneas y sedimentarias de Siquisique-Puente Limón, estado Lara.* UCV-G, 206 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 70-71 + 206 p. en DVD, carpeta 42).

MURRAY C. G. 1972. Zoned ultramafic complexes of the Alaskan type: feeder pipes of andesitic volcanoes. *Geological Society of America Memoir 132*: 313-335.

MURRAY C. G. 1973. Estudios petrológicos de complejos ultramáficos zonados en Venezuela y Alaska. *Boletín de Geología,* Caracas 12(22): 173-279.

NACSN – NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 1983. North American Stratigraphic Code. *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 67(5): 841-875 (Traducción al español por A. BELLIZZIA y O. MACSOTAY, *Código Estratigráfico Norteamericano*, MEM, Caracas, 1985).

NACSN – NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 2001. Application for amendment of the North American Stratigraphic Code concerning consistency and updating regarding electronic publishing. *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 85(2): 366-375.

NACSN – NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 2005. North American Stratigraphic Code. *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 89(11): 1547-1591.

NAVARRO E. 1974. *Petrogenesis of the eclogitic rocks from isla de Margarita, Venezuela*. Univ. of Kentucky, tesis Ph.D. (Publicado en *Geos* 39(2007): 196-197 + 240 p. en DVD, carpeta 259).

NAVARRO E. 1983. Geología y petrogénesis de las rocas metavolcánicas del Grupo de Villa de Cura. *Geos*, 28: 170-317.

NAVARRO E. 1985. Geoquímica de las lavas piroxénicas del Grupo de Villa de Cura. *Memoria VI Congreso Geológico Venezolano* 3: 1944-1964.

NECTARIO MARÍA Hermano. 1966. *Historia de la conquista y fundación de Caracas*. Caracas: Concejo Municipal del Distrito Federal, Comisión Nacional del Cuatricentenario de la Fundación de Caracas, Comisión de Obras Culturales. 359 p.

NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, E. LORD, A. PARRINELLO, J. E. WRIGHT y F. URBANI. 2008. Detrital Zircon Geochronology of Paleocene/Eocene Turbidites from Venezuela and Offshore Islands: Implications for Late Cretaceous Subduction Initiation along the Leeward Antilles and Aves Ridge. *2008 Joint Meeting of The Geological Society of America, Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Gulf Coast Association of Geological Societies with the Gulf Coast Section of SEPM*. Houston, 5-8 October 2008. Paper 128-4. (Reimpreso en *Geos* 40(2009): 29-30 + cartel en DVD, carpeta 14).

NORTH F. K. 1965. The curvature of the Antilles. *Boletín Informativo Asociación Venezolana Geología, Minería y Petróleo* 8(2):47-60.

OMAÑA L. 2002. *Integración de la geología de la zona de Morón – Valencia – Ocumare de la Costa, estados Carabobo y Aragua*. UCV-G, 347 p. (Publicado en *Geos* 36(2003): 86 + 347 p. en CD, carpeta 1.2.7).

ORBIGNY Alcide Dessalines d'. 1842. *Voyage dans l'Amérique méridionale: (le Brésil, la république orientale de l'Uruguay, la République argentine, la Patagonie, la république du Chili, la république de Bolivia, la république du Pérou), exécuté pendant*

les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, et 1833. Strasbourg: Ve. Levrault, t. 3. 3. ptie. Géologie. (Mapa: *Carte de l'Amérique méridionale indiquant ses différentes époques géologiques*. Atlas. Planche X). https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8469443n

ORDOÑEZ O., M. PIMENTEL y R. MORALES. 2002. Granulitas de Los Mangos, un fragmento grenvilliano en la parte oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,* 26(99): 169-179.

ORTA M. C. 2003. *Integración geológica de la región de Caracas-Charallave-Santa Teresa del Tuy. Distrito Capital y estado Miranda.* UCV-G, 255 p. (Publicado en *Geos* 36(2003): 90 + 255 p. en CD, carpeta 1.2.11, 2004).

OSTOS M. 1981. *Geología de una zona ubicada entre la Autopista Caracas – la Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, DF.* UCV-TA, 279 p.

OSTOS M. 1984. *Structural interpretation of the Tinaquillo Peridotite and its country rock, Cojedes state, Venezuela*. Rice Univ., Tesis M.S., 135 p.

OSTOS M. 1985. Peridotita de Tinaquillo: Ofiolita Paleozoica en el sistema montañoso del Caribe. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. Ediciones Sociedad Venezolana de Geólogos, 4: 2557-2602.

OSTOS M. 1987a. Texturas de cizalla en la Formación Peña de Mora, Cordillera de la Costa, Venezuela. *Memorias 1ras. Jornadas Investigación de Ingeniería*, : 102-105.

OSTOS M. 1987b. Transporte tectónico de la Formación Peña de Mora, parte central de la Cordillera de la Costa, D. F. *Memorias 1ras. Jornadas Investigación de Ingeniería*, : 106-109.

OSTOS M. 1990. *Tectonic evolution of the south-central Caribbean based on geochemical data.* University of Rice, Tesis PhD, 411 p. (Publicada con resumen extenso en español y texto completo en inglés: "Evolución tectónica del margen Sur-Central del Caribe basado en datos geoquímicos". *Geos* 30: 1-294, 1991).

OSTOS M. y E. NAVARRO. 1986. Faja de Villa de Cura. ¿Realmente un complejo de arco de islas alóctono?. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1985. 10: 6615-6637.

OSTOS M., E. NAVARRO y F. URBANI. 1989. Edad Rb/Sr del Augengneis Peña de Mora, Cordillera de la Costa. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1: 127-136.

OSTOS M., F. YORIS y H. G. AVÉ LALLEMANT. 2005. Overview of the sourheast Caribbean – South American plate boundary zone. En: H. G. AVÉ LALLEMANT y V. B. SISSON (Eds.). *Caribbean – South American plate interactions, Venezuela*. Geol. Soc. America Spec. Pap. 394, p. 53-90.

OVIEDO Y BAÑOS Joseph de. 1723. *Historia de la conquista y población de la provincia de Venezuela*. Imp. D. Gregorio Hermosilla. Madrid. 380 p. (Reimpreso en Barcelona, Ediciones Ariel, 667 p. 1967).

OXBURGH E. E. 1965. Geología de la región oriental del estado Carabobo, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 11: 113-208. (Versión en inglés: Geology and metamorphism of Cretaceous rocks in Eastern Carabobo state, Venezuelan Coast Ranges. *Geological Society of America Memoir* 98: 241-309).

PALACIO Miguel Emilio. 1891a. Plano de la mina del Espíritu Santo. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* 1, 1(2), 15 julio. (Mapa escala 1: 200, mina de oro en Baruta).

PALACIO Miguel Emilio. 1891b. Inspectoría Técnica de Minas de la República. Informe número 9. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* 1, 1(3): 41-45 (Carta de M. E. Palacio al Presidente del estado Miranda sobre las minas de oro, cobre y plata denunciadas por Pedro F. Garriga y Martínez en Chacao al sur de Villa de Cura).

PALACIO Miguel Emilio. 1891c. Carta al Presidente del estado Miranda. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* 1, 1(3): 52-53 (Se refiere a las minas de la zona de Carrizal, Los Teques).

PALACIO Miguel Emilio. 1891d. Informe sobre las minas de Aroa, Titiara Norte y Sur, Tigre, Pozones y Cumaragua pertenecientes a la compañía inglesa denominada The Quebrada Railway, Land and Copper Company Limited. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela* 1, 1(19): 294-305, 14 noviembre. (Mapa: *Plano del terreno perteneciente a la compañía The Quebrada Railway, Land and Copper Company Limited*. Escala 1: 250.000).

PERAZA T. 2020. Oliver Macsotay *Boletín de la Academa Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, 48: 465-495.

PÉREZ DE ARMAS J. 2005. Tectonic and thermal history of the western Serranía del Interior foreland fold and thrust belt and Guárico basin, north-central Venezuela: Implications of new apatite fission-track analysis and seismic interpretation. En: H. G. AVÉ LALLEMANT y V. B. SISSON

(Eds.). *Caribbean – South American plate interactions, Venezuela*. Geol. Soc. America Spec. Pap. 394, p. 271-314.

PÉREZ MARCHELLI Héctor y F. URBANI. 1992. Bibliografía sobre Vicente Marcano (1841-1891). *Boletín Academia Nacional de la Historia* 75(299): 207-212.

PETRASH D. y C. REVANALES. 2006. *Integración geológica de la península de Paria, estado Sucre*. UCV-G, 319 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 68-70 + 319 p. en DVD, carpeta 41).

PIBURN M. D. 1968. Metamorfismo y estructura del grupo Villa de Cura, Norte de Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 9(18): 183-290.

PIJPERS Paul J. 1931a. The occurrence of foreign pebbles on the isle of Bonaire. *Proceedings Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam* 34(1): 169-174.

PIJPERS Paul J. 1931b. Bonaire. *Leidsche Geologische Mededeelingen* 5: 704-708.

PIJPERS Paul J. 1933. Geology and paleontology of Bonaire (D.W.I.). *Geographische en Geologische Mededeelingen,* Utrecht: Oosthoek, 8: 1-103, 2 lám., 1 mapa (Tesis doctoral Univ. de Utrecht, tutor profesor L. Rutten).

PINDELL J. L. 1985. *Plate tectonic evolution of the Gulf of Mexico and Caribbean region*. University of Durham, Durham, Reino Unido. Tesis Ph.D. 287 p.

PINDELL J. L. 1993. Regional synopsis of Gulf of Mexico and Caribbean evolution. En: J. L. PINDELL y B. F. PERKINS (Eds.). *Mesozoic and Early Cenozoic Development of the Gulf of Mexico and Caribbean Region*: Selected Papers, Thirteenth Annual Research Conference, Gulf Coast Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Houston, p. 251-274.

PINDELL J. y J. F. DEWEY. 1982. Permo-Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean region. *Tectonics* 1(2): 179-211.

PINDELL J. y L. KENNAN. 2007. Cenozoic kinematics and dynamics of oblique collision between two convergent margins: The Caribbean South America collision in Eastern Venezuela and Trinidad and Barbados. En: L. KENNAN, J. PINDELL y N. ROSEN (Eds.). *The Paleogene of the Gulf of Mexico and Caribbean Basins; Processes events, and petroleum systems*. Proceedings 27th Bob F. Perkins Research Conference, Gulf Coast Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Houston, p. 458-553.

PINDELL J., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANECK, G. DRAPER y R. HIGGS. 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. En: H. G. AVÉ-LALLEMANT y V. B. SISSON (eds.), 2005. *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela*. Geological Society of America Special Paper 394: 7-52.

PINDELL J., W. MARESCH, F. URBANI PATAT, E. SCHERER, H.-P. SCHERTL, K. STANEK, W. DUAN y D. VILLAGÓMEZ. 2025. Late Eocene Lu–Hf ages on Carayaca (Puerto Cabello) eclogites: a key to reconstructing the history of the Cordillera de la Costa Central, northern Venezuela. *Journal of the Geological Society,* London.

REINHARD M. 1922. Géologie de la région orientale du Venezuela. *Compte Rendu des Seances de la Societe de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève* 39 (1) : 13-16.

REKOWSKI F. y L. RIVAS. 2005. *Integración geológica de la isla de Margarita, estado Nueva Esparta*. UCV-G. (Publicado en *Geos* 38(2005): 97-98 + 242 p. y 18 mapas 1: 25.000 en CD, carpeta 48).

RENZ H. H. 1956. Review of the "Geological Structure of the South American Cordillera" by Heinrich Gerth. *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 40(4): 769–773.

RENZ O. 1948. *Geological report No. CPMS-277 Paraguana peninsula.* The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd., Londres. Informe EP-993 (Publicado en *Geos* 40(2009): 109 + 53 p. en DVD, carpeta 102).

RENZ O., R. LAKEMAN y E. VAN DER MEULEN. 1955. Submarine sliding in Western Venezuela. *American Association of Petroleum Geology Bulletin* 39(10): 2053-2067.

RENZ O. y K. C. SHORT. 1960. Estratigrafía de la región comprendida entre El Pao y Acarigua, estados Cojedes y Portuguesa. *Boletín de Geología,* MMH, Caracas, *Publicación Especial 3*, 1: 277-301. (Memorias III Congreso Geológico Venezolano, Caracas, 1959).

RICHMOND J. 2008. *Pangea-continental drift*. http://www.cyburbia.org (Consultado 12-12-2009).

ROD E. 1955 Trilobites in metamorphic rocks of El Baúl, Venezuela. *American Association of Petroleum Geology, Bulletin* 39(9): 1865-1869.

RODRÍGUEZ D. 1972. Geología de la región de Choroní-Colonia Tovar y lago de Valencia (Resumen y mapa). *Memorias IV Congreso Geológico*

Venezolano, Caracas 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 3: 1783-1784.

RODRÍGUEZ J. A. 2021. Breves memorias de 34 Geocientistas en la Geología de Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela.* 137: 1-62.

RODRIGUEZ J. A. 2023 Alirio A. Bellizzia González (1920-1997). *Maya Revista de Geociencias*, México, D.F. p. 10-13. Reproducido en *Boletóin de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 143: 394-397.

RODRÍGUEZ J. A. 2025. Piero Feliziani Serafini (1939 – 2025): Un singular geólogo y geotecnista venezolano. *Maya Revista de Geociencias*, UNAM, junio: 14-19.

RODRÍGUEZ S. 1969. Estudio sobre la alteración hidrotermal presente en el complejo ígneo-metamórfico de Pueblo Nuevo, edo. Falcón. *Boletín de la Sociedad Venezolana Geólogos* 4(2).

RÖHL E. 1990. *Historia de las ciencias geográficas de Venezuela.* Caracas: Cromotip, 515 p.

ROSSI Tristan. 1985. *Contribution à étude géologique de la frontiére Sud-Est de la plaque Caraibe. La Serrania del Interior Oriental (Venezuela) sur le transect Cariaco-Maturin*. Univ. Bretagne Occidentales, Brest. Tesis doctoral. 368 p.

RUH Sabine Theadora. 2002. *Dr. Fritz Ernst Drevermann, Professor für Geologie und erfolgreicher Museumswissenschaftler: die Entwicklung vom Geologen zum Museumswissenschaftler; museologisches Schaffen*. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Geowissenschaften / Geographie. Disertación, 95 p.

RUTTEN L. 1931. On rocks from the Caribbean Coast Range (Northern Venezuela) between Puerto Cabello-La Cumbre and between La Guaira-Caracas. *Proceedings Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam* 34(7): 1013-1022.

RUTTEN L. 1940. Remarks on the geology of Colombia and Venezuela. I. The age of the non-fossiliferous slates and of the metamorphic schists. *Proceedings Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam* 43(3): 340-349.

SAGNA I. 1990. *Datation potassium-argon et argon 40 – argon 39 de roches metamorphiques de la Chaîne Caraïbe du Vénézuela*. Université Louis Pasteur, Strasbourg. Tesis de doctorado de universidad, p. 115-254.

SAGNA I., R. MONTIGNY, F. URBANI y M. LOUBET. 1988. K-Ar ages of igneous rocks from the Caribbean chain of Venezuela (Resumen). *Chemical Geology*, 70(1-2): 15.

SALOMON W. 1909. Über angeblichen Untersilur in Venezuela. *Monatsbericht der Zeitschrift der Deutsche Geologische Gesellschaft*, Band 1909, p. 193 (Rectificación del trabajo de DREVERMANN 1904)

SALVADOR Amos (Ed.). 1994. *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. 2nd. Ed., International Subcomisión of Stratigraphic Classification of IUGS. International Commission on Stratigraphy. Ed. Geol. Soc. America, 248 p.

SANDOVAL M. I, Peter O. BAUMBARTNER, F. URBANI y . 2023. Cretaceous *radiolarians from the Siquisique Ophiolite (northern Venezuela). Journal of South American Earth Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104364

SANTAMARÍA F. y C. SCHUBERT. 1974. Geochemistry and geochronology of the Southern Caribbean-Northern Venezuela plate boundary. *Bulletin of the Geological Society of America* 85(7): 1085-1098. (Traducción al español en *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 18(1): 1-38, 1975).

SANTAMARÍA F. 1972. *Geochemistry and geochronology of the igneous rocks of the Venezuelan Coast Ranges and Southern Caribbean islands and their tectonic evolution*. University of Rice, Houston, USA, Tesis doctoral, inédita, 112 p. (Publicado en *Geos* 40(2009): 99 + 127 p. en DVD, carpeta 87).

SCHERER W. (ed.). 1997. *Código Geológico de Venezuela.* http://www.pdvsa.com/lexico

SCHMITZ M., C. SÁNCHEZ, D. LIUZZI, J. ÁVILA y J. SÁNCHEZ. 2007. *Estudios sísmicos adicionales con fuentes en tierra, en el marco del proyecto titulado: "Estudio sobre la interacción corteza-manto en la zona colisión Caribe-Suramérica (proyecto SE-Caribe)".* FUNVISIS, informe FUN-057,2006.

SCHOTTKY Albert. 1877. *Die Kupfererze des Districtes von aroa, Venezuela*. Inaugural Dissertation von Tübingen, Breslau, 36 p. (Resumen en: *Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur* 55: 45-46, 1878. Reimpresión facsimilar en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 61: 31-39, 1997 y https://books.google.cl/books/about/Die_Kupfererze_des_Districtes_von_Aroa_V.html?id=v6uZj9HqfwgC&redir_esc=y

SCHUBERT C. 1972. Geología de la península de Araya, estado Sucre. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial 3*, 5: 1823-1882.

SCHUBERT C. 1985. Aluviones colgantes en la Cordillera de la Costa: Indicio de aridez durante el Cuaternario tardío. *Acta Científica Venezolana* 36: 201-202.

SCHUBERT C. 1994. Tsunamis in Venezuela. Some observations on their occurrences. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 12: 189-195.

SCHUBERT C. Y V. RULL. 1989. Evolución de las hipótesis sobre el origen del Caribe. *Interciencia*, Caracas 14(2): 74-85.

SCHUCHERT C. 1905. Review and discussion of "Uber Untersilur in Venezuela". *American Journal of Science* 19: 197-198.

SCHUCHERT C. 1928. The so called "Lower Silurian" fossils of Venezuela. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 12(9): 951-952.

SCHUCHERT C. 1935. *Historical geology of the Antillean-Caribbean region, or the lands bordering the gulf of Mexico and the Caribbean sea*. New York: John Wiley, 811 p.

SCHÜRMANN H. M. E. 1934. Massengesteine der venezolanischen Anden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geolgie und Paläontologie* 68A: 377-400, 3 fig. (Traducción: Las rocas ígneas de los Andes venezolanos. *Revista de Fomento,* Caracas 69-72. 1948).

SCHÜRMANN H. M. E. 1939. Das alter der Massengesteine der venezolanischen Anden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 75A(1): 24-53, 6 fig. (Traducción: La edad de las rocas ígneas de los Andes Venezolanos. *Revista de Fomento*, Caracas 69-72. 1948).

SCHÜRMANN H. M. E. 1950. Glaukophangesteine aus Venezuela. *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Monatsshefte* 1950(7): 145-156, 1 fig. https://archive.org/details/neues-jahrbuch-fuer-mineralogie-monatshefte_1950_7

SEIDERS V. M. 1965. Geología de Miranda central, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 6(12): 298-461.

SEIJAS F. 1972. Geología de la región de Carúpano. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial 3*, 5: 1887-1923.

SEYLER M. 1992. Donnees sur le metasomatisme dans la peridotite de Tinaquillo (Resumen). *14e reunion des sciences de la terre; macro et micro regards Sur la terre. Reunion Annuelle des Sciences de la Terre*, 14: 141.

SEYLER M. y P. H. MATTSON. 1989. Petrology and thermal evolution of the Tinaquillo Peridotite (Venezuela). *Journal of Geophysical Research, B, Solid Earth and Planets*, 94(6): 7629-7660.

SEYLER M. y P. H. MATTSON. 1993. Gabbroic and pyroxenite layers in the Tinaquillo, Venezuela, peridotite; succession of melt intrusions in a rising mantle diapir. *Journal of Geology*, 101(4): 501-511.

SEYLER M., J. L. PAQUETTE, G. CEULENEER, J. R. KIENAST y M. LOUBET. 1998. Magmatic underplating, metamorphic evolution and ductile shearing in a Mesozoic lower crust-upper mantle unit (Tinaquillo, Venezuela) of the Caribbean Belt. *Journal of Geology*, 106(1): 35-58.

SHAGAM R. 1960. Geología de Aragua central (Venezuela). *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial 3*, 2: 574-675. Versión en inglés en *Bulletin Geological Society of America* 71(3): 249-302.

SIEVERS Wilhelm F. 1885. *UB Gießen, Hs NF 822 - Tagebuch von 1. Reise nach und in Venezuela 1884 1885. - UB Gießen, Hs NF 822Sievers W. F. 1885.* https://digisam.ub.uni-giessen.de/ubg-ihd-hn/content/titleinfo/4449903

SIEVERS Wilhelm F. 1888. Die cordillere von Mérida, nebst bemerkungen ubre das Karibische Gebirge. Ergebnisse einer mit Unterstützung der Geographischen Gesellshaft zu Hamburg 1884-1885 ausgeführten Reise, von Dr. W. Sievers. Mit einer geologischen Karte und 15 Profilen in Farbendruck. *Geographische Abhandlungen* (Herausgegeben von Prof. Dr. Albrecht Penk in Wien), Wien und Olmütz, E. Holzel, Band 3, Heft 1, viii+238 p. (Mapa: *Geognostische Karte der Venezolanischen Cordillere*).

SIEVERS Wilhelm F. 1896. Karten zur physicalischen Geographie von Venezuela. *Dr. Pettermanns Geographischen Mitteilungen* 42: 149-155. (Mapa: *Nördliches Venezuela von W. Sievers. I. Übersicht der geologischen und tektonischen Verhältnisse.* 1: 3.000.000).

SILVA J. y R. SÁNCHEZ. 1986. *Geología de la zona de Oritapo-Cabo Codera-Capaya, Miranda y Distrito Federal.* UCV-G, 252 p.

SINGER A. M. 1977. Acumulaciones torrenciales holocenas catastróficas de possible origen sísmico y movimientos neotectónicos de subsidencia en la parte oriental del valle de Caracas. *Geos* 22: 64-65.

SINGER A. 2022. Mis recuerdos y contribución en torno al desarrollo de relaciones de cooperación en geología entre Francia y Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias de Venezuela*, 138: 44-92.

SINGER A., A. ZAMBRANO, J. OROPEZA y M. TAGLIAFERRO. 2008. Cartografía de las unidades geológicas cuaternarias del valle de Caracas a escala 1:25.000. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, Octubre 2007. *Geos* 39(2007): 39 + 13 p. en DVD, carpeta 51.

SISSON V. B., I. E. ERTAN y H. G. AVÉ LALLEMANT. 1997. High-Pressure (~2000 Mpa) Kyanite-and Glaucophane-bearing pelitic schist and eclogita from Cordillera de la Costa belt, Venezuela. *Journal of Petrology* 38(1): 65-83.

SKERLEC G. M. 1979. *Geology of the Acarigua area, Venezuela*. University of Princeton, tesis Ph.D., 301 p. (Publicado en *Geos* 39(2007): 199-200 + 263 p. en DVD, carpeta 263, 2008).

SKERLEC G. M. y R. B. HARGRAVES. 1980. Tectonic significance of paleomagnetic data from northern Venezuela *Journal of Geophysical Research* 85 (B10): 5303-5315.

SMITH C. A. 1996. *Metamorphism, deformation, and geochemistry of Cretaceous blueschists, Villa de Cura, Venezuela*. Rice University, tesis M.S.

SMITH C. A., V. B. SISSON, H. G. AVÉ LALLEMANT y P. COPELAND. 1999. Two contrasting pressure-temperature-time paths in the Villa de Cura blueshist belt, Venezuela: Possible evidence for Late Cretaceous initiation of subduction in the Caribbean. *Geological Society of America Bull* 111(6): 831-848.

SMITH R. J. 1953. Geología de la región de Los Teques-Cúa, *Boletín de Geología,* Caracas, 2(6): 333-406. Versión en inglés en "Geology of the Los Teques-Cúa region, Venezuela". *Bulletin of the Geological Society of America* 64(1): 41 – 64, 1953.

SMITH William. 1815. *A memoir to the map and delineation of the strata of England and Wales, with part of Scotland.* London: S. Gosnell for John Cary. ix + 51 p.

SPEED R. C., J. WEBER, R. M. RUSSO y K. A. FOLAND, 1992. Hinterland of the Caribbean mountains of Venezuela and Trinidad and implications for Cenozoic oblique collision. *Geological Society America, Abstracts with Programs,* 24(7): A149.

STEPHAN J. F. 1982. *Evolution géodinamique du domain Caräibe, Andes et Chaine Caräibe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI), Tesis doctoral, 512 p. (Reimpreso en *Geos* 41, en prensa + 512 p. en DVD, 2011).

STEPHAN J.-F. 1990. Paleogeodynamic maps of the Caribbean: 14 steps from Lias to Present. *Bulletin de La Societe Geologique de France*, 8: 915-919.

STEPHAN J.-F., C. M. BECK, A. BELLIZZIA y R. BLANCHET. 1980. Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys. *Mem. 26e Congrés Géologique International*. París.

STILES L. M. 2000. *Geochemical evidence for island-arc origin of the Villa de Cura blueschist belt, Veenezuela*. Rice University, tesis M.S. (Publicado en *Geos* 40(2009): 101 + 105 p. en DVD, carpeta 90, 2010).

STMG-SERVICIO TÉCNICO DE MINERÍA Y GEOLOGÍA. 1937. Mapa geológico preliminar de la parte norte de Venezuela. *Boletín de Geología y Minería*, Caracas 1(2-4), mapa escala 1: 1.500.000.

SUEIRO R. y L. URBINA. 2005. Petrografía y geoquímica de las rocas ígneo-metamórficas de la Serranía del Litoral, Cordillera de la Costa. UCV-G. (Publicado en *Geos* 40(2009): 72-74 + 525 p. en DVD, carpeta 45, 2010).

SUESS Eduard. 1924. *The face of the earth*. Oxford: Clarendon Press, 5 vol. (original en alemán "*Das antlitz der erde*", 1885-1901)

SUJO-VOLSKY J. 1975. *El estudio del arte rupestre en Venezuela*. Caracas: Edic. UCAB, 230 p.

SYKES L. R., W. R. MCCANN y A. L. KAFKA. 1982. Motion of the Caribbean plate during last 7 million years and implications for earlier Cenozoic movements. *Journal of Geophysical Research* 87(B13): 10656-10676.

SZCZERBAN Eugenio y Pablo COLVÉE. 1982. *Informe final. Rutas alternativas para una nueva autopista entre Caracas y el Litoral Central*. Ocoidesa, Caracas.

TALUKDAR S. y D. LOUREIRO. 1982. Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: metamorfismo y deformación. Evolución del margen septentrional de Suramérica en el marco de la tectónica de placas. *Geos* 27: 15-76.

TARDÁGUILA P. 2002. *Integración de la geología de la zona de Choroní – Puerto Maya – Maracay, estados Aragua y Carabobo*. UCV-G, 173 p. (Publicado en *Geos* 36(2003): 87-88 + 173 p. en CD, carpeta 1.2.9).

TAYLOR G. C. 1960. Geología de la Isla de Margarita. *Memorias III Cong. Geol. Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial 3*, 2: 838-893.

TAYLOR Gordon Cosmos. 1960. *The geology of the island of Margarita, Venezuela*. Uiversity of Princeton, Tesis Ph.D., 144p.

THALMANN Hans E. 1947. Memorial to Louis Martin Robert Rutten. *Proc. Geological Society of America* p. 217-230. Retrato reproducido en http: //www.inghist.nl/ Onderzoek/Projecten/BWN/lemmata/bwn1/rutten.

TILLET A. 2001. El oro de Los Teques: Arqueología de la minería en los Altos Mirandinos. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 77: 3-20.

TILLING R., C. HELIKER Y T. WRIGHT. 1987. Eruptions of Hawaiian Volcanoes: Past, Present, and Future. *USGS General Interest Publication*, 54 p.

TWEEDIE M. W. F. 1930. *Report of excursion through Falcon and Lara states led by Dr. L. Kehrer accompanied by Professor y Mrs. L. Rutten y six students from Utrech University y Mr. M. W. P. Tweedie of the C.P.C. geological staff*. The Caribbean Petroleum Corp., Geol. Lab., Maracaibo. 8 agosto. 7 p., 4 fotos. Informe inédito EP-175. (En *Geos* 41 + 7 p. en DVD, 2011).

UNGER L. M., V. B. SISSON Y H. G. AVÉ LALLEMANT. 2005. Geochemical evidence for island-arc origin of the Villa de Cura blueshist belt, Venezuela. En: H. G. AVÉ LALLEMANT Y V. B. SISSON (Eds.). *Caribbean – South American plate interactions, Venezuela*. Geol. Soc. America Spec. Pap. 394, p. 223-250 (Nota: L. M. Unger y L. M. Stiles es la misma persona, siendo Unger el apellido de casada).

URBANI F. 1969a. Notas sobre el hallazgo de fósiles en rocas metamórficas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Circular Sociedad Venezolana Geólogos* 39: 5-15.

URBANI F. 1969b. Primera localidad fosilífera del Miembro Zenda de la Formación Las Brisas: Cueva del Indio, La Guairita, estado Miranda. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 12(12): 446-453.

URBANI F. 1972. Geología del Granito de Guaremal y rocas asociadas, estado Carabobo. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 4: 2340-2374.

URBANI F. 1980. Bibliografía del Doctor Alfredo Jahn (1867-1940). *Síntesis Geográfica*, UCV 4(8): 52- 58.

URBANI F. 1981. Jean Baptiste Boussingault (1802-1887) y las fuentes termales de Venezuela, Colombia y Ecuador. *Geotermia,* 4: 47-67.

URBANI F. 1982. Comentarios sobre algunas edades de las rocas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Geos*, 27: 77-85.

URBANI F. 1982. Vida y obra de los iniciadores de la espeleología en Venezuela. Parte 3. John Princep, José María del Real, Alexander Walker, Francisco Zea, Pal Rosti, Simón Ugarte, Achille Müntz y Bonifacio Marcano. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 21: 33-50.

URBANI F. 1984a. Contribuciones geológicas y mineras contenidas en el "Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela", números 1 al 54, 1891-1893. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 4: 1-11

URBANI F. 1984b. Primera Escuela de Minas de Venezuela, 1892. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 4: 27-28.

URBANI F. 1985. Notas sobre la edad del Granito de Guaremal. *Boletín Geociencias*, 1: 48-49.

URBANI F. 1987a. Bibliografía de Wilhelm Friedrich Sievers. *Síntesis Geográfica*, 8(15-16): 67-74.

URBANI F. 1987b. Bio-bibliografía del Dr. Alfredo Jahn (1869-1940). *Boletín Academia Nacional Historia* 70(277): 101-145 [Reimpreso en *Revista Geográfica Venezolana,* ULA 26: 133, 1989].

URBANI F. 1988. Algunos complejos de rocas metaígneas en la Cordillera de la Costa. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, UCV, 3(2): 22-31.

URBANI F. 1989. Observaciones sobre la edad del Gneis de Sebastopol y el Paragneis de La Mariposa, Distrito Federal. *Geos*, 29: 278-280.

URBANI F. 1991. El petróleo de Escuque, Trujillo: Una historia de los menes y de las personas involucradas. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 41: 1-80 (Incluye la biografía de Cristóbal Dacovich).

URBANI F. 1991. Geotermia en Venezuela. *Geos*, Caracas, UCV, 31: 1-347.

URBANI F. 1992a. Enrico Fossa Mancini (1884-1950): su vida y obra en Italia, Venezuela y Argentina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 46(3- 4): 353-357 (Reimpreso en: 1. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 49: 1-26, 1993. 2. En: M. F. FIGUEIROA y M. LOPES, Eds., *Geological*

Sciences in Latin America: Scientific relations and exchanges. Campinas, Brasil, p. 69-85. 1994).

URBANI F. 1992b. La minería en el tiempo de los Welser: Una reseña bibliográfica. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 45: 47-50.

URBANI F. 1992c. Las minas de cobre de Aroa, a la luz de la relación de Don Manuel Gaytán de Torres, 1621. En: 1. J. M. LÓPEZ DE AZCONA (Ed.). *Minería en Nueva Granada. Notas históricas*. Edic. Inst. Geol. Minero, Madrid, Conmemorativa del V Centenario, *Boletín Geológico y Minero*, Madrid, 103(2): 156-185.

URBANI F. 1993. Beitrage sur Geologie in den Werken Alexander von Humboldts über Venezuela-Contribuciones geológicas en las obras venezolanistas de Alejandro de Humbolt. En: M. GUNTAU, P. HARDETERT Y M. POPE. *Alexander von Humboldt natur als idee und abenteuer*. Essen: Project Agentur, p. 73-90.

URBANI F. 1996a. Emilio Cortese (1856-1936) y sus excursiones geológicas por Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 59: 1-21.

URBANI F. 1996b. Leonard Víctor Dalton (1887-1914) y la geología en Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 59: 22-25. (Reproducido en http://www.pdvsa. com/ lexico/ pioneros/ dalton.htm).

URBANI F. 1997. La minería de oro en la zona de Los Teques en el siglo XVII. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 61: 23-24.

URBANI F. 1998a. A multivariate approach to characterise the groove shape of the linear parts of petroglyphs. *Rock Art Research*, Australia 15(1): 41-45.

URBANI F. 1998b. La contribución de G. P. Wall (1832-1912) y J. G. Sawkins (1806-1878) a la geología de Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 63: 1-23.

URBANI F. 1998c. Las lápidas del cementerio de los Ingleses de las Minas de Cobre de Aroa, Yaracuy. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 65: 32.

URBANI F. 2000a. Consideraciones geológicas de la catástrofe del estado Vargas de diciembre 1999. *Memorias XVI Seminario Venezolano de Geotecnia (Calamidades geotécnicas urbanas con visión al siglo XXI. La experiencia para proyectos del futuro)*. Caracas, 7 al 9 Nov. 2000. p. 177-194.

URBANI F. 2000b. Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Geos*, 33: 1-170.

URBANI F. 2005b. Las unidades geológicas del macizo de El Baúl, estado Cojedes, Venezuela: Actualización de su nomenclatura (Resumen). *Geos*, 38: 123.

URBANI F. 2006a Historia de los mapas geológicos de Venezuela: 1850-2004. *Geos*, UCV, 38(2005): 72-73 + 127 diapositivas en CD, carpeta 33.

URBANI F. 2006b. Geología de la isla del Gran Roque, Parque Nacional Los Roques, Venezuela: Guía de excursión. *Geos*, 38(2005): 124 + 35 p. en CD, carpeta 78.

URBANI F. 2006c. Introducción. *En*: F. URBANI, L. CAMPOSANO, F. AUDEMARD Y H. AVÉ LALLEMANT. Cordillera de La Costa, Venezuela: Excursión geológica de campo. *Geos* 38(2005): 125-126 + 39 p. en CD, carpeta 81

URBANI F. 2008a. Del Instituto de geología (1937) a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica (2007). *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. *Geos* 39(2007): 104 + 8 p. y 28 láminas en DVD, carpeta 183.

URBANI F. 2008b. Geología de la región de Siquisique, estado Lara. (Guía ilustrada para excursión geológica y curso de geología de campo. Incluye material para estudio y discusión). *Geos* 39(2007): 213-214 + 87 p. en DVD, carpeta 275.

URBANI F. 2008c. The nappes of the Cordillera de la Costa, Venezuela. *18th. Caribbean Geological Conference*. Santo Domingo. *Abstracts and Program*, p. 70-71.

URBANI F. 2011. Vida y obra del geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979). *Boletín Academia Nacional de la Ingeneiría y el Hábitat*, Caracas, 22: 143-175.

URBANI F. 2018. Una revisión de los terrenos geológicos del Sistema Montañoso del Caribe, Norte de Venezuela. *Boletín de Geología,* INGEOMIN, Caracas, 36: 118-216. https://www.researchgate.net/publication/326834892

URBANI F. 2018. La minería de oro en Carabobo, Venezuela: 1551-2018. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 41: 190-219. https://www.researchgate.net/publication/328211867

URBANI F. 2022. *Tres Episodios de Historia Petrolera Venezolana: Pedernales, Escuque y Perijá.* Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y Fundación Geos – UCV. xi + 404 pp.

URBANI F. y Alexander GRUBIC. 2001. Jovan Žujović (1856-1936) y la petrografía en Venezuela. *Boletín de Historia Geociencias de Venezuela*, 75: 3-24.

URBANI F. y B. FRITSCHER. 2000. Bringing Latin America On-Stage: Alexander von Humboldt's Contribution to Earth Sciences in Latin America. *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, Hannover, *Special Issue* 2000(1): 27-36 (Traducción al español: 'Contribuciones geológicas en las obras de Alejandro de Humboldt'. 1.- *Bol. Acad. Cienc. Fís. Mat. Nat.* 60(3-4): 31-36, 2000. 2.- *Biollania*, UNELLEZ, Guanare, *Edición Especial No. 7*: 281-295, 2001. 3.- *Geos*, 36: 97 + 7 p. en CD. 2003).

URBANI F, O. CONTRERAS, L. GARCÍA DE LOS SALMONES, I. SABINO, A. ARANGUREN y R. UZCÁTEGUI. 1997. Reconocimiento geológico de flanco sur del macizo de El Ávila, Cordillera de la Costa, Distrito Federal y estado Miranda, Venezuela. *Memorias VIII Congreso Geológico Venezolano*, Porlamar, 2: 463-468.

URBANI F. y D. T. MOORE. 1984. C[illegible]ones de rocas venezolanas en el British Museum (Natural History[illegible]idres. *Boletín Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 22: 20-30 (Reimpreso en: *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 34: 1-11. 1988).

URBANI F. y H. PÉREZ MARCHELLI. 1992. Bibliografía de Vicente Marcano (1841-1891). *Boletín de la Academia Nacional Historia* 75(299): 196-207.

URBANI F. y H. PÉREZ MARCHELLI. 2019. Vicente Marcano (1848-1891), su vida y sus obras en las Ciencias de la Tierra. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, 43: 229-419.

URBANI F. y J. A. RODRÍGUEZ. 2004. *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela.* Co-edición Fundación Geos-UCV y Funvisis, xii+146 hojas geológicas a escala 1: 25.000.

URBANI F. y M. FURRER. 1977. Radiolarios en mármoles de la quebrada Yaguapa, suroeste de Capaya, estado Miranda. *Boletín Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 19(4): 177-182 (Por error de la imprenta las figuras correctas deben verse en la errata publicada en 20(1-2-3): 90-96, 1978).

URBANI F. y M. OSTOS. 1989. El Complejo Ávila, Cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos*, , (29): 205-217.

URBANI F., A. CHIRINOS y M. MARQUINA. 1989b. Reconocimiento geológico de la región de Guatopo, Miranda. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1: 199-222.

URBANI F., J. A. RODRÍGUEZ y V. VIVAS. 2000. Geología del estado Vargas. 1. Nomenclatura actualizada de las unidades ígneo-metamórficas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *II Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería, . Libro de Resúmenes*, p. 621-622.

URBANI F., J. SILVA y R. SÁNCHEZ.1989c. Reconocimiento geológico de la región de La Sabana-Cabo Codera-Capaya, D.F. y Miranda. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, I: 223-244.

URBANI F., M. FURRER, J. A. RODRÍGUEZ, H. PÄTZ y J. HOFFMANN. 1994. J. Gustav Klemm y su obra "La Minería en Venezuela", 1859. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 50: 1-20 (Reimpreso en *Boletín de Geología,*, Caracas, *Publicación Especial 14*: 143-164. 2004).

URBANI F., O. CONTRERAS y F. BARRIOS. 1989a. Reconocimiento geológico de la región de El Palito-Valencia-Mariara, Carabobo. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, I: 175-198.

URBANI F., P. DIAZ y A. GÓMEZ. 2017. *Mapas geológicos de Venezuela centro-occidental. Estados Lara, Yaracuy, Falcón, Cojedes y Portuguesa*. Caracas: FUNVISIS.
<https://www.researchgate.net/publication/324262833>

URBANI F., S. AGUERREVERE RUIZ, A. RODRÍGUEZ y E. ALARCÓN. 2008. Santiago E. Aguerrevere (1899-1984) y la Comisión Exploradora de la Gran Sabana, 1939. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. *Geos* 39(2007): 105 + 8 p. y 479 fotos en DVD, carpeta 185.

VELLERINO DE VILLALOBOS Baltasar. 1984. *Luz de Navegantes donde se hallarán las derrotas y señas de las partes marítimas de las Indias, Islas y Tierra firme del mar Oceano*. Madrid: Europa Artes Gráficas S.A. Edición facsímil coedición del Museo Naval de Madrid y Universidad de Salamanca. Estudios y comentarios por María Luisa Martín-Merás Verdejo. (Manuscrito de 1592). https://gredos.usal.es/handle/10366/129725

VERNA Paúl 1977 *Las Minas del Libertador*. Caracas: Ed. de la Presidencia de la República. 240 p.

VIERBUCHEN R. 1978. *The tectonics of NE Venezuela and the SE Caribbean*. University of Princeton, PhD.

VIETE Daniel R., HACKER B. R., KYLANDER-CLARK A. R. C., VIETE H. A., SEWARD G. E., ALLEN M. B. y URBANI F. 2015. U–Pb petrochronology of eclogite–amphibolite rocks from Puerto Cabello, Venezuela: Rapid exhumation following late Eocene, proto-Caribbean (Atlantic)? subduction. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, UCV, Caracas, 47: 235-237.

VIGNALI M. 1972. Análisis estructural y eventos tectónicos en la península de Macanao-Margarita. *Memorias 6ta. Conferencia Geológica del Caribe*, Porlamar, 1971, p. 241-246.

VIGNALI M. 1979. Estratigrafía y estructura de las cordilleras metamórficas de Venezuela oriental (penínsulas de Araya-Paria e isla de Margarita). *Geos* 25: 19-66.

VISCARRET P. 1982. *Cuencas de los ríos Macaira y Apa, Parque Nacional Guatopo. Miranda*. UCV-G.

VISCARRET P. 2009. *Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes, con énfasis en la petrología de las rocas graníticas*. UCV-DG. Vol. 1, 200 p., Vol. 2, 171 p. + 11 mapas. (Publicado en *Geos* 41, en prensa, 2011).

VISCARRET P. y F. URBANI. 2008. Retrospectiva de los estudios geológicos del macizo El Baúl, estado Cojedes. Venezuela. *Aula y Ambiente*, UPEL, Caracas. En prensa.

VISCARRET P., J. WRIGHT y F. URBANI. 2008. Dataciones U/Pb SHRIMP en zircón de rocas del macizo El Baúl, estado Cojedes. Venezuela. *Memorias IX Cong. Geol. Venezolano*, octubre 2007, Caracas. *Geos*, U.C.V. 39(2007): 94-95 + 7 p. y 30 láminas en DVD, carpeta 164.

WALL G. P. 1860a. *Report on the geology of Trinidad; or Part I. of the West Indian Survey*. Memoirs of the Geological Survey, Londres, 211 p. (Sobre Venezuela contiene: "*Appendix B, Brief description of the coast of Paria*", p. 105-107. "*Appendix M, Notice of the geology of part of the mainland adjacent to Trinidad",* p. 196-199. Además la geología del extremo Este de Paria aparece en la hoja 5 de su mapa geológico).

WALL G. P. 1860b. On the geology of a part of Venezuela and of Trinidad. *Quarterly Journal of the Geological Society,* 16: 460-470.

https://www.lyellcollection.org/doi/abs/10.1144/GSL.JGS.1860.016.01-02.62

WEGENER A. 1912. Die entstehung der Kontinente. *Geol. Rundschau* 3: 276-292.

WEGENER A. 1915. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Braunschweig: F. Vieweg, 94 p. (Sammlung Vieweg, Heft 23). Traducción: *The Origin of Continents and Oceans*. New York: Dover Publications, 1966.

WEHRMANN M. 1972. Geología de la región de Caracas-Colonia Tovar. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación Especial* 5, 4: 2093-2121.

WEYL R. 1966. *Die geologie der Antillen*. Berlin: Gebruder Borntraeger, 410 p. [Beitr. Region. Geol. Erde 4].

WINCHESTER S. 2001. *The map that changed the World: William Smith and the birth of modern geology*. UK: Harper Collins, 329 p.

WINKLER PRINS Cor F. 2004. Geological collections of the Nationaal Natuurhistorisch Museum (Leiden, The Netherlands): cultural heritage of the geosciences and mining. En: C. F. WINKLER PRINS y S. K. DONOVAN (Eds.). *Proc. VII Int. Symp. 'Cultural Heritage in Geosciences'. Scripta Geol., Special Issue* 4: 294-307.

WOLCOTT P. P. 1940. *Report on the geology of the Tuy valley. Miranda*. Creole Petrol. Corp., Informe inédito EPC-9619.

WOLCOTT P. P. 1943. Fossils from metamorphic rocks of Coast Range of Venezuela. *AAPG Bulletin* 27(12): 1632.

WOLCOTT P. P. 1945. *Geology of the Cariaco basin.* CPC., Informe inédito EPL-2005.

WRIGHT J. E., S. J WYLD y F. URBANI. 2008. Late Cretaceous Subduction Initiation Leeward Antilles/Aves Ridge: Implications for Caribbean Geodynamic Models. *2008 Joint Meeting of The Geological Society of America, Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Gulf Coast Association of Geological Societies with the Gulf Coast Section of SEPM.* Houston, 5-8 October 2008. Paper #146081. (Reimpreso en *Geos* 40(2009): 131, 2010).

YOUNG D. A. 2003. N. L. Bowen, H. H. Hess, and ultramafic rocks: Perspectives on ophiolites before plate tectonics. *Geological Society of America S. P.* 373: 55-63.

ZAVATTI José. 1982. *Prospección geoquímica de la quebrada Maitana afluente del río Tuy, Miranda.* UCV-C, 100 p.

ZERPA Luis. 1982. *Prospección geoquímica de los ríos Cuira, Macaira y Taguaza, afluentes del río Tuy, Guatopo, Miranda.* UCV-C, 128 p.

2

LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ,
UNA PROYECCIÓN DE VENEZUELA HACIA EL CARIBE: HISTORIA DE SU GEOLOGÍA [1]

Franco URBANI PATAT y David MENDI FERNÁNDEZ

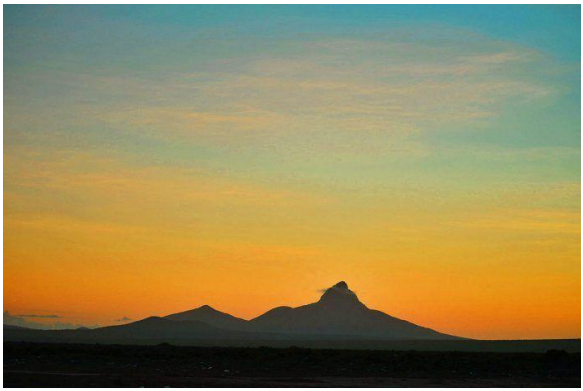


Figura 1. Cerro Santa Ana, paisaje emblemático de la Península de Paraguaná. [2]

[1] La primera versión de este capítulo con el título de "Evolución de la cartografía geológica y bibliografía de las ciencias de la tierra de la Península de Paraguaná, estado Falcón", fue publicado en el *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales,* Caracas, 76(1): 9-53, 2017. La presente versión ha sido actualizada y muy aumentada.

[2] Fuente: https://eldiariohabla.com/cerro-santa-ana-el-techo-de-paraguana/

La Península de Paraguaná fue vista por primera vez por navegantes europeos en agosto de **1499**. La flota de cuatro buques estaba comandada por **Alonso de Ojeda**[3] (c.1466-c.1516), contando además con la presencia de los cosmógrafos **Americo Vespucio**[4] (1454-1512) y **Juan de la Cosa**[5] (c.1450-1510) (Fig. 2A). Al año siguiente, este último presenta un mapamundi[6] donde aparece por primera vez el nombre de *Veneçuela* y, también está representado un saliente de la costa con el topónimo de *Mt Alto* (Fig. 2B), que a nuestro criterio es clara alusión al Cerro Santa Ana (Fig. 1) que es visible para cualquiera que circunnavegue la Península.



Alonso de Ojeda



Americo Vespucio



Juan de la Cosa

***Figura 2A**. Navegantes de 1499.*

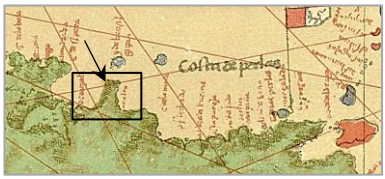
Desde mediados del siglo XIX, Paraguaná es objeto de reconocimientos geológicos en búsqueda de recursos naturales, en especial a partir de la segunda década del siglo XX, cuando las empresas petroleras intensifican su presencia en dos vertientes:

(1) En exploraciones geológicas, tanto para verificar la presencia de petróleo, como para ubicar fuentes de agua dulce para los centros poblados e instalaciones petroleras y, para esto la búsqueda la extienden a la Serranía de San Luis.

2) En torno a las bahías de su costa suroccidental se generó una intensa actividad para construir la infraestructura portuaria, necesaria para la exportación del petróleo de la Cuenca de Maracaibo y años después, donde se establecerá grandes refinerías.

[3] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/o/ojeda-alonso-de/
[4] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/v/vespucio-americo/
[5] Semblanza en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/c/cosa-juan-de-la/
[6] Imagen en https://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:316249
https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/591

Figura 2B. ***La Península de Paraguaná en mapas coloniales***[7]





1500. Juan de la Cosa.



1529. Diogo Ribeiro.
C. de S. Román[8] (flecha).



1550. Pierre Desceliers.
C. S. Roman (flecha).



c.1631. W. Blaeu.
Paraguana, Puerto el Pico.



1752. Solomon Bolton.
C. Macolla, Port Pica.



1765. Pedro Alcántara Espinosa. *C. S. Roman, Macolla, Los Taques, Guaranao, S. Ana.*



1805. Carta esférica… **Madrid**. *C^o. S. Roman, P. de la Macolla, P^a Cucuy, P^a Cardon*

---

[7] Fuentes: *Bol. ANIH*, 42: 103-305, 2019.

[8] El Cabo San Román pudo haber sido nombrado el 9 de agosto de 1499, durante el viaje de Juan de la Cosa. Ese día se celebra la festividad de San Román, siguiendo la costumbre de nombrar lugares según el santoral. Aunque no hay un registro directo, la fecha, la ruta y la tradición coinciden.

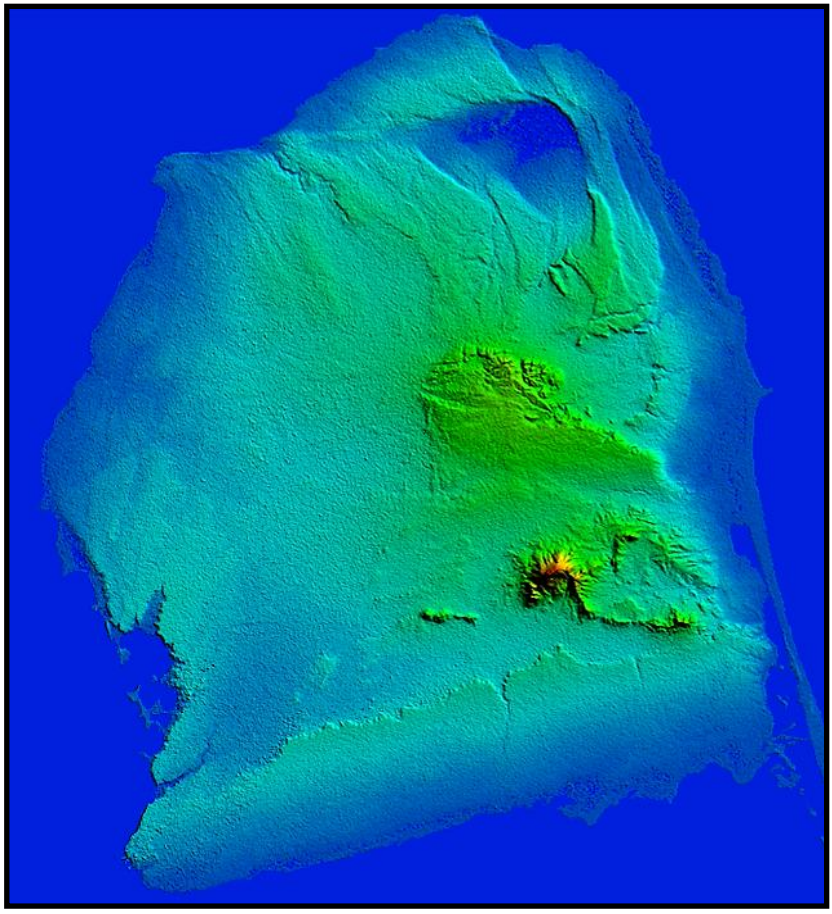


Figura 3. *Modelo digital de elevación de la Península de Paraguaná basado en imágenes satelitales ASTER con resolución de 30 m.*[9]

[9] Cortesía del Dr. Paul Hackley, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia. 2009.

1. GEOLOGÍA DE SUPERFICIE

El primer mapa moderno de Venezuela fue elaborado por **Agustín Codazzi**[10] (1791-1859) y publicado en 1840 en su *Atlas Físico y Político de la República de Venezuela* (CODAZZI 1840: 33). Este mapa servirá de base para trabajos en el resto del siglo XIX y comienzos del XX (Fig. 4), hasta que la topografía es mejorada por las compañías petroleras durante la primera mitad del siglo XX.



Figura 4. *Península de Paraguaná por CODAZZI (1840: 33).*

[10] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/c/codazzi-agustin/ /

El primer reconocimiento geológico conocido de la Península de Paraguaná fue realizado por el geólogo y botánico alemán **Hermann Karsten**[11] (1817-1908) (Fig. 5A), quien visita a Venezuela, Colombia y Ecuador durante los años 1844 al 1856, realizando observaciones geológicas, dedicándose también a colectar materiales botánicos que envía a museos de Europa con lo cual parcialmente financia sus viajes (RÖHL 1990). En **1858** publica un artículo que incluye un mapa geológico generalizado de Venezuela, Colombia y Ecuador (KARSTEN 1858). En este mapa (Fig. 5B), Paraguaná aparece cartografiado con dos unidades, "plutónicas" correspondientes al Cerro Santa Ana y adyacencias, así como "Terciario" para todo el resto de la Península. Dentro de sus 'plutónicas´ incluye a 'granito, sienita, gneis, pórfido, esquistos cristalinos, etc.' Esta información de Paraguaná de Karsten, es utilizada en el mapa geológico del mundo de Jules MARCOU (1861) (Fig. 2.1.10), así como en el libro del mismo KARSTEN (1886) (Fig. 5C).



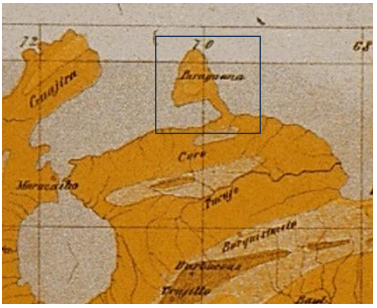
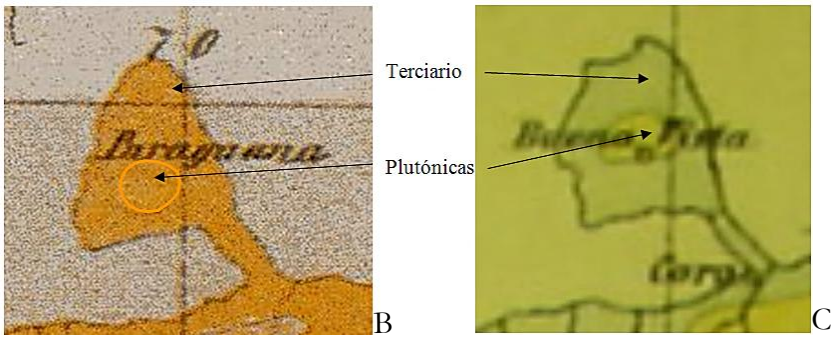


Figura 5A. *Hermann Karsten (1817-1908).*

[11] Información biográfica de Karl Heinrich Gustav Hermann Karsten en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/k/karsten-hermann/



B C

***Figura 5. B**: Primer mapa geológico de la Península de Paraguaná de KARSTEN (1856). **C**: Versión de KARSTEN (1886). Se resalta el perímetro de las rocas plutónicas.*

Entre 1886 y 1887 el geólogo alemán **Richard Ludwig**[12] (1848-1894) reconoce geológicamente la Península de Paraguaná en búsqueda de yacimientos de guano y también estudia las rocas ígneas de los cerros Arajó, Santa Ana, Siraba, Tausabana, El Rodeo y Colorado. En este último, descubre un cuerpo con cromita e intenta su explotación. En mayo de 1887 realiza el primer ascenso del cual tengamos registro al Cerro Santa Ana, e indica una cota de 880 m s.n.m. Muere prematuramente en La Guaira y todas sus notas de viajes son enviadas a su amigo el geógrafo alemán **Wilhelm F. Sievers** (1860-1921) quien publica un extracto de sus hallazgos en SIEVERS (1896a). Las muestras de rocas ígneas colectadas por R. Ludwig son estudiadas por el petrógrafo Dr. **Walter Bergt**[13] (1864-1941) (Fig. 6A) de la Universidad de Dresden.

De acuerdo con Ludwig, geográficamente la Península se divide en dos partes, una de tierras bajas principalmente formada por sedimentos terciarios y, un grupo de elevaciones en torno al Cerro

[12] Información biográfica de Richard Ludwig. en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/l/ludwig-richard/

[13] Bergt Walter Adolf. Información biográfica en https://digisam.ub.uni-giessen.de/ubg-ihd-hn/content/titleinfo/4449903 Información cortesía del Dr. Marcus Fuchs, Departamento de Geografía de la Universidad de Giessen.

Santa Ana constituidos por rocas básicas como gabro, serpentinita, diabasa, pórfidos y mena de cromita, de probable edad cretácica o más viejo. También describe las rocas ígneas al oeste de Pueblo Nuevo, como un granito (hoy Metagranodiorita El Amparo) asociado a lutitas y esquistos negros, cuarcita, chert, caliza gris oscuro y waka gris (hoy Filita Pueblo Nuevo). Asume que el granito forma el basamento de la Península, e infiere una edad Cretácico para los esquistos y cuarcitas.

Entre octubre y noviembre de **1892** la Península es recorrida por el ilustre geógrafo alemán **Wilhelm F. Sievers**[14] (1860-1921) (Fig. 6B). La ruta seguida la presenta en SIEVERS (1896b) (Fig.2.2.6C). Luego publica un mapa geológico basado tanto en observaciones propias, como en las de Richard Ludwig (SIEVERS 1896c). En dicho mapa, aparecen cuatro unidades geológicas (Fig. 6D):

- Cuaternario (en las zonas costeras),
- Mioceno (para casi toda la península),
- granito (al oeste de Pueblo Nuevo) y
- rocas eruptivas, diabasa y gabro en los macizos de Arajó, Santa Ana y la fila de Tausabana – El Rodeo.

También señala que hay esquistos y sedimentos del Cretácico en la extensión occidental del Cerro Santa Ana y Arajó, pero no lo indica en su mapa. No asciende al Cerro Santa Ana y en el mapa señala una altura estimada de 700 m s.n.m.

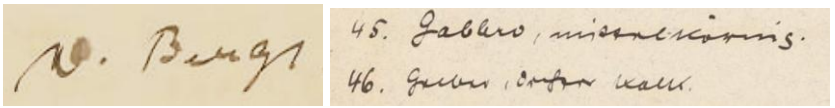


***Figura 6A**. Firma de Dr. Walter Bergt (1864-1941) (SIEVERS 1885).*

[14] Información biográfica de W. Sievers en RODRÍGUEZ ARTEAGA (2021) y en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/s/sievers-wilhelm/



***Figura 6B**. Wilhelm F. Sievers (1860-1921).*[15]

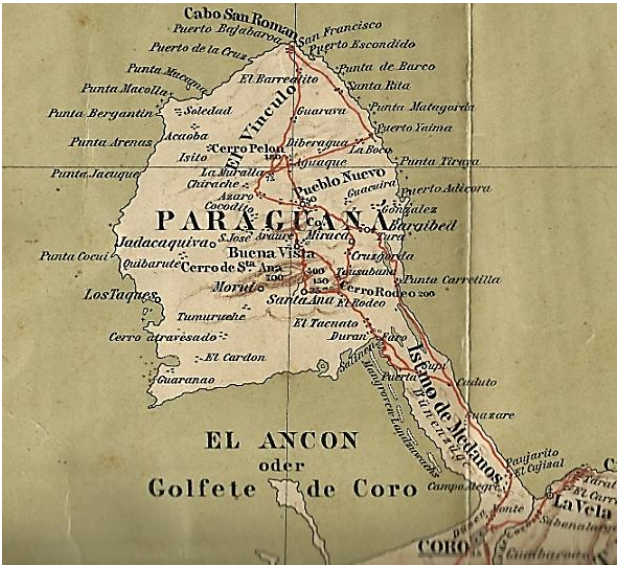


***Figura 6C**. Mapa de SIEVERS (1896b) donde se indica la ruta por él seguida (línea roja).*

[15] Fuente del retrato: https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Sievers

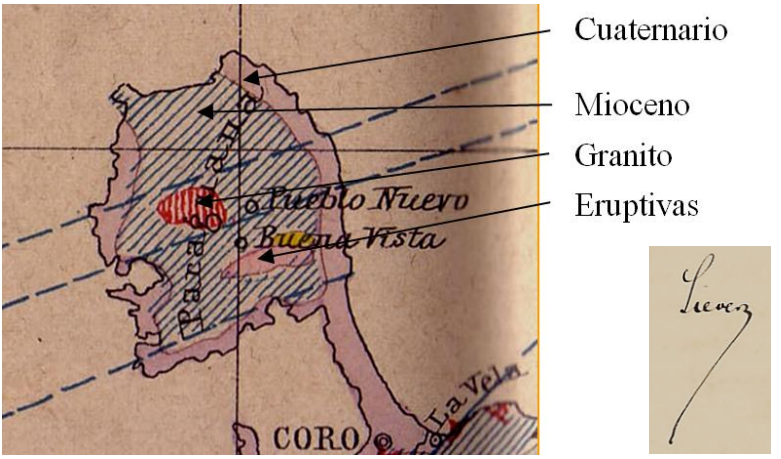


***Figura 6D**. Mapa geológico de SIEVERS (1896c) basado mayormente en la información geológica de Richard Ludwig.*

En **1912**, el Dr. **Ralph Arnold**[16] (1875-1946) (Fig. 7A) de la empresa General Asphalt coordina, la entonces mayor búsqueda sistemática de petróleo jamás realizada en el mundo entero, cubriendo todas las cuencas sedimentarias del país. Para Falcón asigna a los geólogos **Dell B. Arrell**, **Barnabas Bryan**[17] (Fig. 7B) y **T. A. Bendrat** (Fig. 7C).


A B C

***Figura 7. A**: Ralph Arnold. **B**: Barnabas Bryan. **C**: T. A. Bendrat.*

[16] Información biográfica de Ralph Arnold en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/a/arnold-ralph/

[17] Dell B. Arrell (Stanford BS´1912) y Barnabas Bryan son geólogos estadounidenses del grupo conocido como los "Arnold´s Boys". Por instrucciones de R. Arnold estudiaron las fuentes de agua para Coro.

El geólogo **Thomas A. Bendrat** (1868-1955)[18] (Fig. 7C) con experiencia previa en Venezuela, fue el encargado de liderizar las exploraciones en Paraguaná (BENDRAT 1912, 1913, inéditos). Presenta un mapa geológico a 1:250.000, donde trata de subdividir el Terciario en calizas de Mioceno superior y areniscas del Mioceno medio, también describe dolomitas y cuarcitas al pie de los cerros Rodeo y Santa Ana que postula fueron metamorfizados por las intrusiones básicas.[19]

Al retirarse de la empresa publica un artículo sobre las rocas del Cerro Santa Ana a cuya cumbre había ascendido. Presenta descripciones petrográficas de diabasa, pórfido de hornblenda y diorita hornbléndica del macizo de Santa Ana (BENDRAT 1914). Señala que alrededor de las rocas ígneas hay una serie cretácica deformada con arenisca y caliza y dentro de este último tipo de litología, reporta capas con rudistas[20]. Su mapa (Fig. 7D) es fundamentalmente de ubicación de las localidades, presenta adicionalmente dos secciones (Fig. 7E) del cerro Santa Ana y adyacentes, donde muestra los tipos de rocas observados.

Como T. A. Bendrat no reporta ninguna manifestación de petróleo, envían a **J. B. Burnett**[21] a extender la exploración en su búsqueda; en su informe de junio **1913** reporta corales impregnados de petróleo en Cantaure[22].

---

18 Thomas Albert Bendrat. Geólogo nacido en Alemania, fallece en West Virginia. Retrato e información biográfica en https://www.findagrave.com/memorial/139342070/thomas-albert-bendrat

19 Los informes de Bendrat no fueron localizados. Esta información procede de BECK 1952.

20 Esta referencia corresponder con la actual Filita de Pueblo Nuevo, donde se han reportado amonites.

21 J. B. Burnett. En la base de datos RIPPET con fechas entre 1926 y 1931 hay fichados 12 informes de su autoría. En 1931 era geólogo jefe de la Lago Petroleum Corp. Para 1935 tenía tres años a cargo de las exploraciones geológicas de la Mexican Eagle Petroleum Co. en el sur del país.

22 Fuente: Libreta de campo No 21 Coro – Paraguaná, 1913 (*fide* BECK 1952)

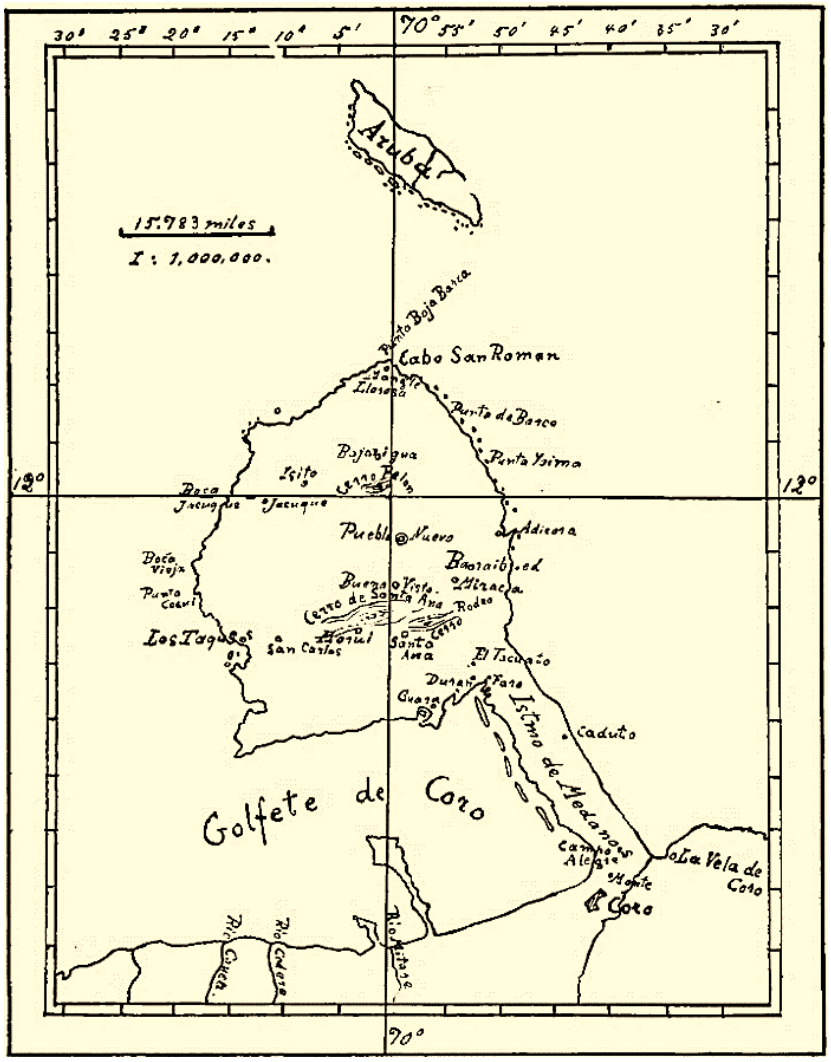
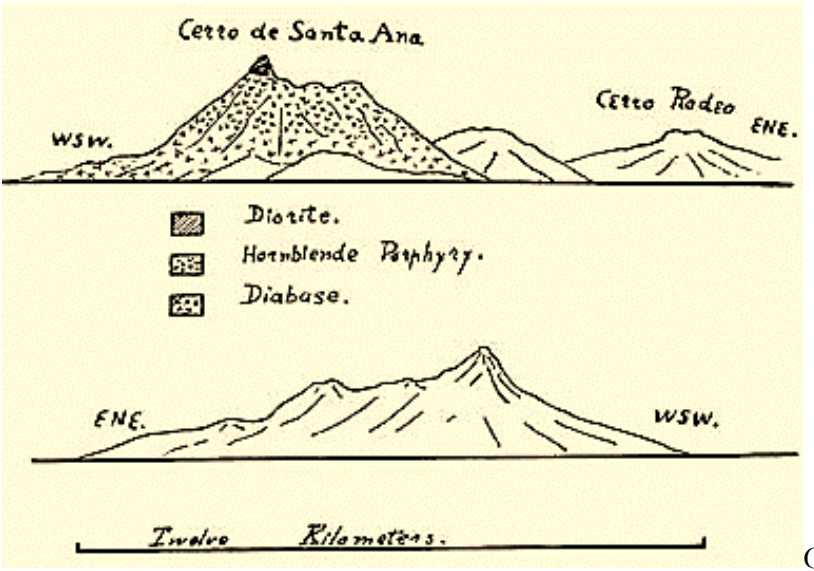


***Figura 7D**. Mapa de la Península de Paraguaná (*BENDRAT *1914).*



C

Figura 7E. *Secciones geológicas del Cerro Santa Ana (BENDRAT 1914).*

En **1921**, el ingeniero y naturalista venezolano **Alfredo Jahn**[23] (1867-1940) (Fig. 8A) publica el primer libro de geología de Venezuela (JAHN 1921). Incluye un mapa geológico litografiado a color (Fig. 8B), donde para la Península de Paraguaná reconoce cuatro unidades: Aluvial y diluvial, Terciario superior, Terciario inferior y Granítico.

Bajo la categoría de "Granítico" coloca a todas las rocas ígneas de la Península, tanto el granitoide de la zona de Cocodite, como las rocas máficas y ultramáficas de los cerros de Santa Ana y adyacentes (Fig. 8B). Para la elaboración de este trabajo, Jahn tuvo la oportunidad de consultar informes internos de la empresa The Caribbean Petroleum Corp.

[23] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/j/jahn-alfredo/



***Figura 8**. Fragmento del mapa geológico de JAHN (1921).*

Entre **1921** y **1930** se sabe de la existencia de varios informes[25] sobre la geología de Paraguaná: -**J. A. Hoekstra**[26] en junio de **1921** redacta un breve informe basado en las observaciones de J. B.

[24] Fuente: https://mmedia.misrevistas.com/izcaragua/19241/dr-alfredo-jahn-hartmannjpg-22686.jpg

[25] Conocemos de estos informes solo por sus fichas en el sistema bibliográfico RIPPET- PDVSA (CONTRERAS y URBANI 2022).

[26] J. A. Hoekstra. Geólogo de la Royal Dutch Shell. En la base de datos RIPPET entre 1921 y 1923 hay fichados cuatro informes de su autoría correspondientes a la Cuenca de Maracaibo y estados Miranda y Falcón.

Burnett de 1913 y, llega a la conclusión que no hay perspectivas comerciales de petróleo en Paraguaná (*fide* BECK 1952: 3).

-**Henry S. Lyne**[27] (Fig. 9A) de la Maracaibo Oil Exploration Co., en **1921** presenta dos informes de sus reconocimientos geológicos (LYNE 1921a,b, inédito)[28].

-**Louis E. Dagenais**[29] en abril de **1923** realiza un estudio sobre aguas subterráneas, pero añade comentarios sobre las rocas ígneas de Paraguaná, constituidas por un plutón granítico que interpreta como pre-Mioceno (Cocodite) y, diabasas y extrusivas porfiríticas en el Cerro Santa Ana que interpreta como Mioceno tardío o más jóvenes (DAGENAIS 1923).

[27] Henry Stephens Lyne (1885-1956). Natural de Portland, Australia. Sus primeros estudios universitarios fueron Melbourne. En 1912 trabaja en proyectos de irrigación para el Gobierno de Brasil. En 1913 egresa de la Universidad de Leland Stanford con grado de AB en geología y minas. Durante la Primera Guerra entre 1914-1914 sirve para el contingente británico en Egipto, alcanzando el rango de capitán de artillería. A fines de 1920 es contratado por la Maracaibo Oil Exploration Co. y por dos años trabaja en Zulia, Mérida y Falcón, actuando como Geólogo jefe de esta empresa y sus filiales. A fines de 1922 regresa a su país natal, con la South Australian Oil Wells Company. En 1925 se encuentra en Nueva Guinea. En 1926 regresa a Venezuela con la SOV y por otros dos años en Zulia septentrional y Falcón. También trababa en Argentina, Colombia y México.

[28] En las fichas bibliográficas se menciona que Lyne visitó los sitios de "Tacuato, El Rodeo, Santa Ana, Cunacho, Cacete, Yuacuiva, Guacuyua, Moruy, Buena Vista, Adaure, Cocodite, Baraive y Caraiape".

[29] Joseph Louis Edouard Dagenais (1891-1954). Nace en Lachenale, Quebec. Geólogo graduado en Canadá en 1911. Desde Nueva York parte para Caracas el 18 de diciembre de 1912 contratado por la General Asphalt Co. Realizó estudios geológicos detallados de Mene Grande y sus alrededores. En 1914 trabaja en el sur de Perijá y en 1916 investiga áreas al este de Maracaibo (ARNOLD 1960). Regresa a Venezuela entre 1920 y 1926; en 1923 ya era geólogo jefe de TCPC. Toda su vida trabaja con empresas del Grupo Shell, dentro del cual llega a ser geólogo jefe para Sur América. <https://books.google.cl/books?id=tyHOAAAAMAAJ>

-**Max L. Krueger**[30] (Fig. 9B) en **1928** presenta dos informes sobre Falcón occidental y Paraguaná (KRUEGER 1928a,b, inéditos).

-**Santiago E. Aguerrevere**[31] (Fig. 9C) de la Paraguaná Petroleum Company prepara una recopilación de informes previos sobre geología y geofísica (AGUERREVERE *et al.* **1929**, inédito). Anexa informes de geofísica (balanza de torsión y sísmica) de **Pedro I. Aguerrevere**[32] (Fig. 9D), **H. F. Moses**[33], Dr. **Carl A. Heiland**[34] (Fig. 9E) y **Francis A. Snell**[35] (Atlantic Refining Co.). **H. H. Hedberg**[36] (Fig. 9F) de la Venezuelan Gulf Oil Co. realiza un estudio petrográfico de muestras de Paraguaná (HEDBERG 1929).

[30] Max Leon Krueger (1902-1980). B.S. en geología del petróleo de la Universidad de Kansas en 1924. Durante 1926-1929 trabaja con la Venezuelan Gulf Oil Corporation en el Flanco Norandino y Falcón (incluyendo Paraguaná). En la ficha de los informes sobre Paraguaná, se indica que trabajó en las zonas montañosas de la Península. Entre 1929 a 1937 siguió con el Grupo Gulf en California. De 1937 a 1949 pasa a la Union Oil Co. Sus archivos están disponibles en <http://www.uwyo.edu/ahc/_files/pdffa/05942.pdf>. Semblanza en <http://archives.datapages.com/data/bull_memorials/066/066010/pdfs/1648.htm>

[31] Santiago Emigdio Aguerrevere Vera (1899-1984) (Fig. 6d). Información biográfica en RODRÍGUEZ (2021).

[32] Pedro Ignacio Aguerrevere Vera (1896.1966) (Fig. 6d). Información biográfica en RODRÍGUEZ (2021).

[33] H. F. Moses. Profesor de la Escuela de Geología y Geofísica de la Universidad de Oklahoma. Vicepresidente de exploración e investigación de la Carter Oil Co.

[34] Carl August Heiland (1899-1956) fue un distinguido geofísico alemán, que también se desempeñó como profesor de la Colorado School of Mines entre 1926 y1948. https://geophysics.mines.edu/gp100-leadership/ https://wiki.seg.org/wiki/Carl_Heiland

[35] Francis A. Snell, se conoce como un profesional que trabajaba en geofísica de refracción, con publicaciones hasta 1969.

[36] Hollis Dow Hedberg (1903-1988) uno de los más insignes geólogos que trabajó en Venezuela a mediados del siglo XX. Con doctorado de Stanford 1937. Empezó en Venezuela en 1926 como petrógrafo https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v20/Hedberg-HD.pdf


A

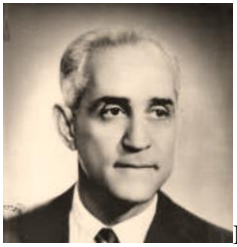
Henry S. Lyne
(1885-1956)


B

Max L Krueger
(1902-1980)


C

Santiago E. Aguerrevere
(1899-1984).


D

Pedro I. Aguerrevere
(1896-1966)


E

Carl August Heiland
(1899-1956)


F

Hollis D. Hedberg
(1903-1988)

***Figura 9**. Retratos de geólogos.*

-Adicionalmente se conoce de los siguientes informes que tratan sobre la presencia de menes y la posibilidad de hallar depósitos de petróleo en la Península: HOEKSTRA J. (1921a,b), NICHOLS C. R. (1923)[37], NICHOLS C. R. y ANDREAS A. H. L. (1925), Nichols C. R. y HUBBARD Bela (1925), HARTMAN Charles (1927), CHAPMAN J. J. (1950).[38]

[37] El reconocimiento de campo fue en marzo 1923, acompañado por Floyd Hodson y S. H. Williston de la Sun Oil Company.

[38] Los informes aquí citados del período 1921-1950 no pudieron ser consultados por no estar disponibles en la Nucleoteca de La Concepción, Zulia. Solo se conocen por sus fichas en el catálogo RIPPET y por sus citas en BECK (1952).

En **1928** el geólogo norteamericano **Ralph A. Liddle**[39] (1896-1963) (Fig. 10) fue contratado por la empresa Standard Oil of New Jersey tanto para realizar varios reconocimientos geológicos en el país, como para preparar un libro sobre la geología de Venezuela y Trinidad (LIDDLE 1928). En el texto (p. 91-92) y en el mapa, para la Península de Paraguaná señala la presencia de las siguientes unidades: rocas ígneas (sin diferenciar), metamórficas cretácicas, Mioceno superior y Cuaternario (Fig. 10). Su edad cretácica se basa en que él mismo encontró un "amonite típico del Cretácico" en el cerro La Luz (hoy Filita Pueblo Nuevo).

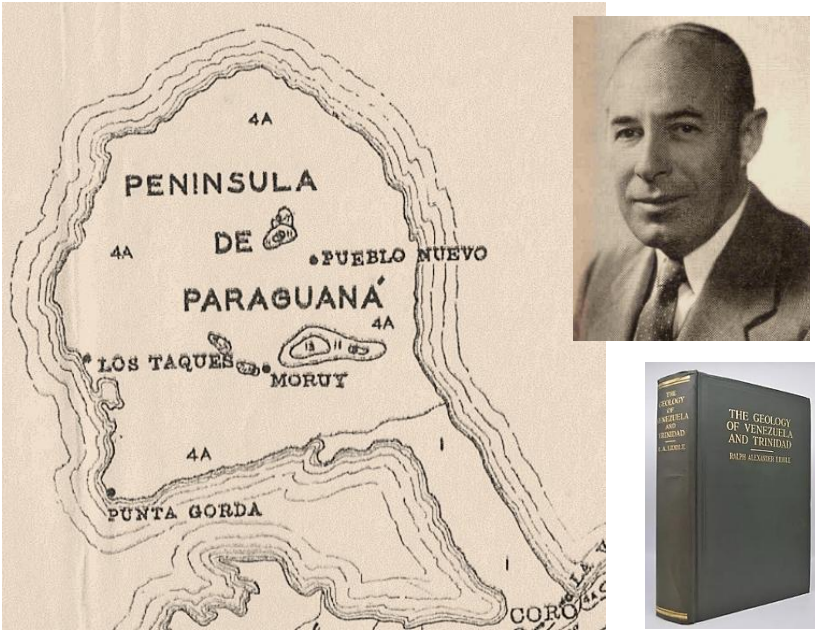


***Figura 10**. Mapa de LIDDLE (1928), sus siglas numéricas representan a los siguientes tipos de rocas: 13: rocas ígneas sin diferenciar entre ácidas y básicas; 11: metamórficas que asigna al Cretácico; 4A: Mioceno superior y 1: aluvión reciente.*

[39] Ralph A. Liddle (1896-1963). Información biográfica y retrato en <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/77/9/P185/6126/MEMORIAL-TO-RALPH-ALEXANDER-LIDDLE-1896-1963>

En enero de **1928** el geólogo suizo **Louis Kehrer**[40] (1897-1979) (Fig. 17A) de la empresa The Caribbean Petroleum Corporation, inicia un reconocimiento geológico a los estados Falcón y Lara.

En el mapa de su primer informe (KEHRER 1929, inédito) menciona los siguientes tipos de rocas:

-Una ocurrencia de estratos dolomíticos de edad desconocida,

-dos afloramientos de Cretácico,

-ígneas de edad Terciario temprano (sin diferenciar entre máficas y félsicas),

-Eoceno en algunos pequeños afloramientos (que señala ser semejantes a la Serie Misoa/Trujillo, hoy día Formación Matatere en el estado Lara), y

-Terciario joven cubriendo la mayor parte de la Península (Fig. 7).

En el mismo informe, el Dr. **Kehre**r reporta haber encontrado un amonite[41] en la lutita y caliza metamorfizada del cerro La Luz de la mesa de Cocodite (hoy Filita Pueblo Nuevo), e indica que se trata una forma típica de las calizas de La Luna - Cogollo, en consecuencia, cartografía esta unidad como perteneciente al Cretácico (KEHRER 1929, inédito). El amonite junto a sus otras muestras paleontológicas de Falcón son estudiadas por el Dr. **Richard E. Kock** (1898-1983)[42] (Fig. 17B), quien no le asigna edad al amonite (KOCK 1929, inédito).

[40] Louis Kehrer (1897-1979). Geólogo suizo, ver biografía de en URBANI (2011).

[41] En el I Congreso Geológico de Venezuela de 1937, el Dr. Kehrer menciona el hallazgo del amonite (KEHRER 1937).

[42] Richard E. Koch (1898-1983). Nacido en Alemania y educado en Basilea, en cuya universidad obtuvo en doctorado en geología en 1921. Trabajó en Venezuela como paleontólogo para el grupo Shell entre 1925-1932. En el catálogo RIPPET hay 52 informes de su autoría. Información en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v15/Koch-RE.pdf

En informe final del Dr. Kehrer fue presentado en **1930** (KEHRER 1930, inédito)[43] se acompañó por los siguientes mapas:

List of exhibits to accompany the present report.

1. MAPS.

a). scale 1:10,000

1 sheet No. Mar. Fa. 52. Geol.Survey Pecaya - Carizal region
(State of Falcon)

1 sheet No. Mar. Fa. 53. Geol. Survey Agua Clara-Yavacoa region
(Central Falcon)

1 sheet No. Mar. La. 8 Geol.Survey Los Algodones region
(State of Lara)

1 sheet No. Mar. La 9 Geol.Survey Paujicito- Oso region
(Northernmost Lara)

b). scale 1:100,000.

1 sheet Paraguana No. Mar. Ven. Gen. 48)
1 " Maracaibo No. " " " 49)
1 " Dabajuro No. " " " 50)
1 " Coro No. " " " 51) Geological map
1 " Chichiriviche No. " " " 52) State of Falcon and
1 " Carora No. " " " 53) adjacent regions.
1 " Siquisique No. " " " 54)
1 " Varacuy No. " " " 55)
1 " Bolivar No. " " " 58)
1 " No. Mar. Fa. 54 Geol.map Districts Silva and Acosta
(State of Falcon) Venezuela.

c). scale 1:250,000.

2 sheets No. Mar.Ven.Gen. 64 a.b.

d). scale 1:500,000.

1 sheet No. Mar.Ven.Gen. 46.

e). scale 1:2,000,000.

1 sheet Key map in t e text (page 2 and 50).

2. Sections.

1 sheet No. Mar.Ven.Gen. 63. Generalized stratigraphical
Columnar sections of State of Falcon - scale
1:25,000.
5 sheets No. Mar. Ven. Gen. 60 a.b.c. Geological Cross-sections
State of Falcon and Northernmost Lara-scale
1:100.000.

A

[43] El informe aparece firmado en La Haya el 22 de diciembre de 1930.

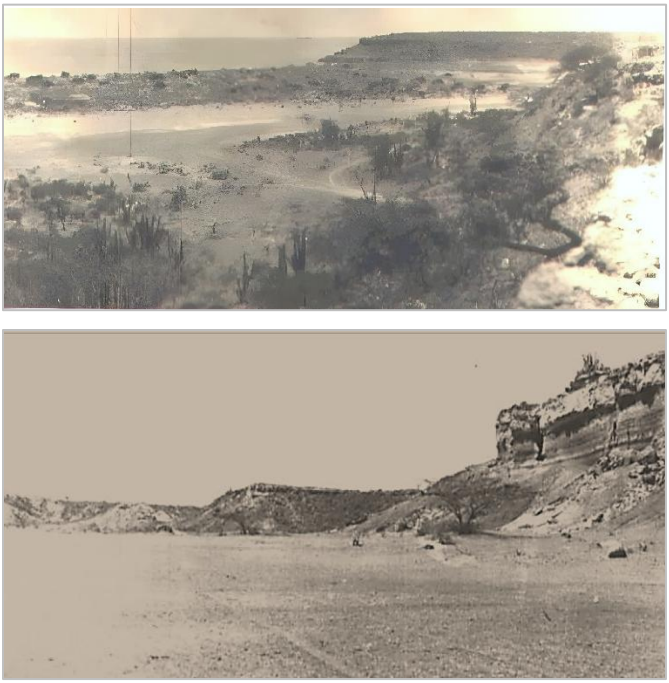


***Figura 11A**. Fotografías de KEHRER (1930: 54): "Capas planas del Terciario joven, probablemente del Plioceno, en la costa oeste de Paraguaná. Las capas no han sido afectadas por movimientos tectónicos, y los buzamientos representan aún la estratificación original cuando las capas se depositaron en el mar".*

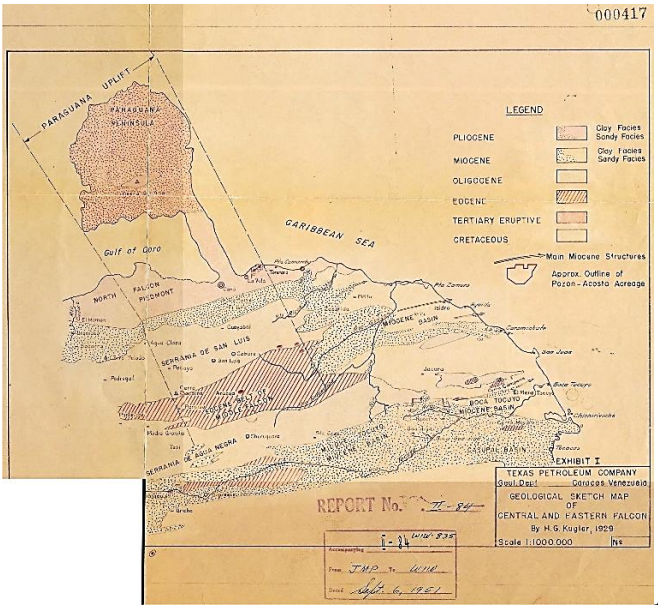
En el año 1920 se funda la empresa North Venezuelan Petroleum[44] Company para operar una extensa concesión en Falcón oriental, donde llegan a desarrollar los campos de Mene de Acosta y Cumarebo. Desde sus inicios, el geólogo jefe fue el Dr. **Hans G. Kugler**[45] (1893-1986) (Fig. 12C). De **1929** se conoce un mapa

[44] Subsidiaria de la empresa británica "Central Mining and Investment Corporation". Los archivos de la empresa se encuentran preservados en https://archiveshub.jisc.ac.uk/search/archives/780f1a0a-48ec-3e42-8e82-53503070110e

[45] Hans Gottfried Kugler (1893-1986), fue un geólogo suizo con importantes contribuciones a la geología de Venezuela y Trinidad. Obtuvo el grado de

geológico esquemático de su autoría, de parte del estado Falcón, donde la Península de Paraguaná aparece muy generalizada, todo como Plioceno, más las rocas ígneas de los alrededores de Santa Ana. Toda la Península la define como "Paraguaná Uplift", un concepto predecesor de lo que luego llegaría a denominarse "Arco de El Baúl – Paraguaná" (Fig. 12A,B).

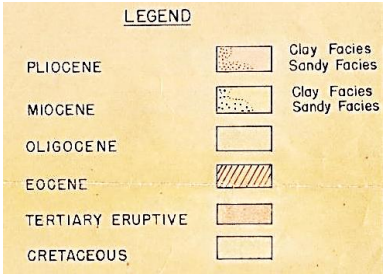
En esta época el Dr. Kugler contrata varios geólogos egresados de su Alma Mater, la Universidad de Basilea, como **Louis Vonderschmidt**[46] (1897-1978) (Fig. 12D) y otros, que se mencionan para el año 1931.

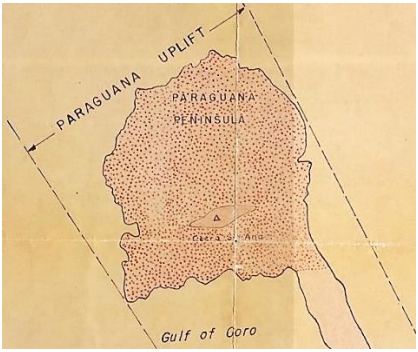


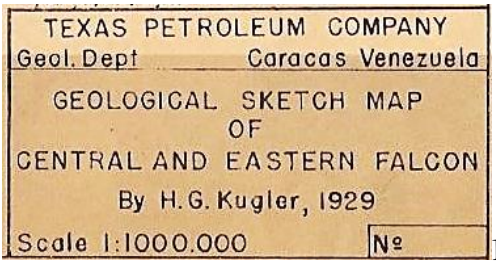
A

doctor en geología en la Universidad de Basilea en 1920. Biografía en BARITTO (2023).

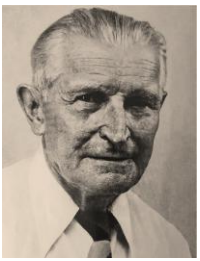
[46] Louis Vonderschmitt (1897-1978). Geólogo suizo con doctorado de la Universidad de Basilea en 1921. Inmediatamente es contratado por la NVPC y trabaja en Falcón por 11 años. Información biográfica en el *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela,* 52: 18-21. 1994.

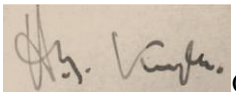






B




C


D

Figura 12. B. *Mapa geológico esquemático de Falcón central y oriental (KUGLER 1929), copiado posteriormente por la empresa Texas Petroleum Company).* ***C****: Hans G. Kugler (1893-1986).*
D*: Louis Vonderschmidt (1897-1978).*

En **1930**, el mismo **Santiago E. Aguerrevere**[47], presenta un segundo informe donde resume la geología y potencial petrolero de la Península de Paraguaná (AGUERREVERE 1930). Según lo referido por BECK (1952), el trabajo de campo se extendió desde fines de 1928 hasta comienzos de 1929; siendo muy optimista en cuanto a las posibilidades petroleras. Los moluscos colectados por Aguerrevere en Cantaure. fueron estudiados por **Hellen K. Hodson**[48] y describe una especie nueva y le asigna una edad Mioceno inferior (HODSON y HODSON 1931) (Fig. 13).

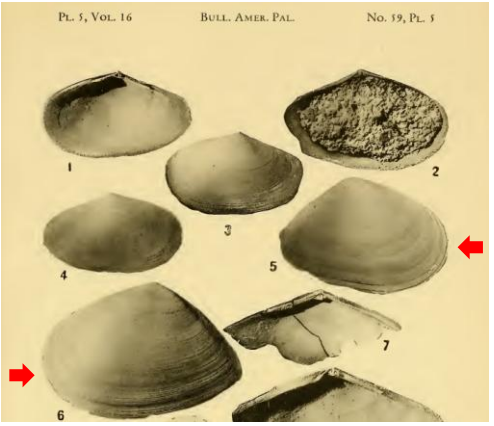


***Figura 13**. Ejemplo de una de las especies nuevas de pelecípodos descritas por Helen K. Hodson de Cocodite (HODSON y HODSON 1931: 12).*

Posiblemente incentivados por el informe de AGUERREVERE (1930) y, con información de sísmica, entre noviembre **1930** y julio

[47] Se infiere que S. Aguerrevere había realizado estas exploraciones para la Paraguana Petroleum Company.

[48] Helen King Hodson (1902-1964) y su esposo Floyd Hodson (1893-1971) fueron dos destacados malacólogos estadounidenses <https://conchology.be/index.php?t=9003yletter=hypagenav=trueypage=91> Helen K. Hodson estuvo en Venezuela entre 1931 y 1932 y participo en excavaciones arqueológicas en el estado Zulia. En 1937 realizó colectas entomológicas en Mérida, Aragua, Monadas

1931 la empresa **Paraguaná Petroleum Corp.** perforan los pozos **Manuel-1** y **Cardón-1**, que resultaron secos. Estos pozos han aportado mucha información estratigráfica, que ha sido utilizada hasta hoy día. Para más detalles ver la sección "2.2.2. Geología de Subsuelo" (Fig. 70B).

En **1931** la North Venezuelan Petroleum Co. envía a los geólogos **C. Wiedenmayer**[49] (1897-1951) (Fig. 13G), **W. T. Keller**[50] (1890-1954) (Fig. 17G), **H. Vogel**[51] y **A. Senn**[52] (1899-1949) (Fig. 17H), a realizan un reconocimiento en la Península de Paraguaná. Entre otras cosas, colectan fósiles en la localidad de Cantaure, que son luego identificados por F. A. SCHILDER (1939)

En **1932** el geólogo **E. F. Richards**[53] (1903-1965) (Fig. 17D) de la Venezuelan Gulf Oil Co. reconocer la zona noroeste del macizo del

[49] Carl Wiedenmayer (1897-1951). Suizo con doctorado en geología de la Universidad de Basilea 1921. Ese mismo año es incorporado por la North Venezuelan petroleum Co. para trabajar en Falcón. Información biográfica en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/036/036004/pdfs/725.htm?q=%2BtitleStrip%3Awiedenmayer

[50] W. T. Keller (1890-1954). Geólogo suizo, doctorado de la Universidad de Basilea´1920. Es contratado por el grupo Shell para trabajar en México. En 1930 es contratado por la North Venezuelan Petroleum Co. y trabaja en Falcón. https://www.e-periodica.ch/digbib/view?lang=enypid=vsp-002%3A1954%3A21%3A%3A68#68 En 1932 figura como geólogo consultor en Venezuela. .

[51] Hans Vogel. Alemán con doctorado en geología. En 1931 trabajó para la North Venezuelan Petroleum Co. en Falcón central y oriental.

[52] Alfred Senn (1899-1949). Suizo con doctorado de la Universidad de Basilea´1924. Entre 1927 y 1932 trabajó para la North Venezuelan Petroleum Co. en Falcón central y oriental. Luego trabajó en Argelia, Marruecos y Barbados. Pionero en el uso de foraminíferos en la exploración. Memorial: https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/033/033009/pdfs/1637.htm

[53] Edward Franklin "Ed" Richards Sr. (1903-1965). PhD´1929 John Hopkings University. Entre 1929-1932 trabajó para la empresa Venezuelan Gulf Oil Co., tanto en Venezuela como en Colombia. Luego fue jefe del Departamento de Geología de la Universidad de Alabama. Cortesía de Dr. Dolores Robinson, Department of Geological Sciences. University of Alabama. .Información biográfica

Cerro Santa Ana, para completar la información disponible en la empresa (RICHARDS 1932).

En **1932**, el geólogo estadounidense **Parke A. Dickey** (1910-1995)[54] (Fig. 17C) presenta su tesis doctoral sobre la petrología de las rocas ígneo-metamórficas de las Antillas Menores, Antillas de Sotavento y Península de Paraguaná. En esta última realiza un reconocimiento de las rocas ígneas con una detallada petrografía de sus rocas, realmente pionera para Venezuela (DICKEY 1932). Para la zona de Cocodite clasifica al cuerpo granitoide como una granodiorita. Presenta un mapa geológico generalizado y dos secciones geológicas este-oeste (Fig. 14), donde se interpreta que las rocas del Eoceno y Mesozoico a profundidad, mientras que el cuerpo de rocas ígneas básicas y ultrabásicas del cerro Santa Ana y conexos (corte C-E), lo interpreta sin continuidad en el subsuelo. Para la mesa de Cocodite (corte A-B) señala a rocas del Cretácico flanqueado el cuerpo central granodiorítico.

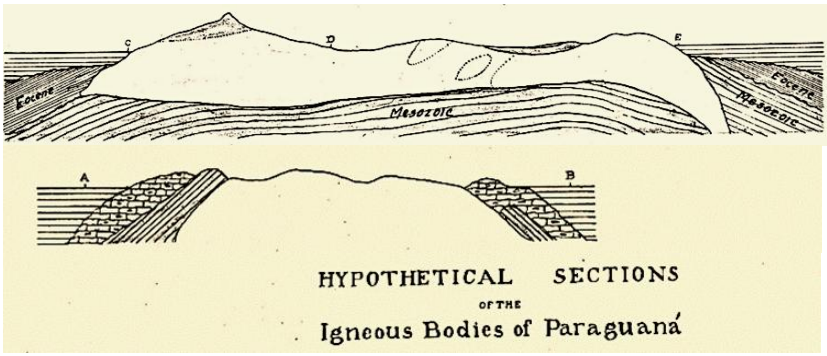


Figura 14. *Secciones geológicas de los cerros de Santa Ana - El Rodeo y Mesa de Cocodite (DICKEY 1932).*

en https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/77/7/P137/6120/MEMORIAL-TO-EDWARD-FRANKLIN-RICHARDS-1903-1965 redirectedFrom=fulltext

[54] Información biográfica del Dr. Parke Atherton Dickey (1910-1995) en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/079/079009/pdfs/1396.htm https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v27/Dickey-PA.pdf

El geólogo **Rolf Engleman**[55] (Fig. 15) de la Venezuelan Atlantic Company, en **1935** interpreta una zona de bisagra desde el río Orinoco, Barquisimeto, Paraguaná y particularmente el levantamiento de El Baúl, considerando que esta zona constituye el límite occidental de la cuenca oriental de Venezuela (ENGLEMAN 1935) (Fig. 12). Aquí se inicia el concepto del "Arco de El Baúl-Paraguaná".

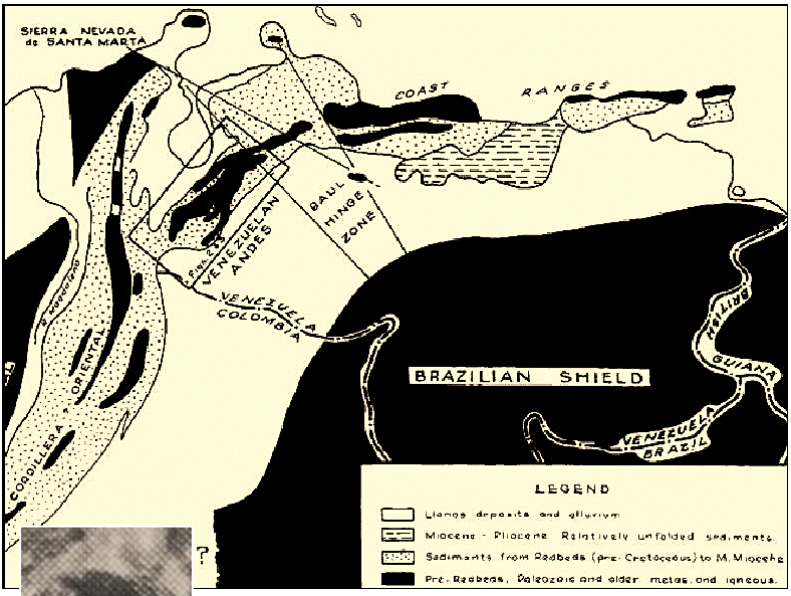


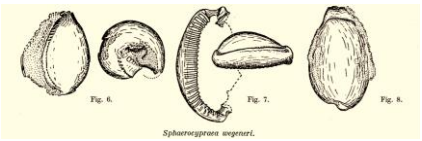


***Figura 15**. Relación de los Andes de Mérida respecto a los mayores rasgos del norte de Sur América, aquí se acuña el nombre de "zona de bisagra de El Baúl" (ENGLEMAN 1935).*

[55] El geólogo Rolf Engleman (¿-+1977) entre 1929 y 1932 trabaja en Venezuela occidental para la empresa Venezuelan Atlantic Refiing Co. Es autor de "Geology of Venezuelan Andes". *Bull. AAPG,* 19(6): 769-792, 1935. Luego ejerce en México y Cuba, luego en su país natal con la Carter Oil Co. En 1957 era supervisor de exploraciones de la Esso Standard Oil (N.J.).

Con el fracaso de las perforaciones de los pozos Manuel-1 y Cardón-1, el grupo Shell suspendió las exploraciones en Paraguaná, siendo reanudadas en **1938**, ahora en el contexto de la búsqueda de agua subterránea necesaria para las crecientes necesidades en las instalaciones petroleras (KEHRER 1938, FITCH 1938, TOMALIN 1938, *fide* BECK 1952). El geólogo **W. G. C. Tomalin**[56] utiliza la información de Kehrer y presenta un modelo estructural, con cual apunta a una estructura vagamente sinclinal en Guaranao, como la de mayor posibilidad. Allí se perforan los pozos de agua Paraguaná 1 al 3 perforados en 1945 a profundidades de 300 – 400 m, resultando en agua salobre (TOMALIN 1938, *fide* BECK 1952).

En **1939** el paleontólogo alemán **F. A. Schilder**[57] (1896-1970) (Fig. 17E) publica la descripción de un nuevo cipreido (una familia de gasterópodos) de la localidad de Cantaure (hoy día Formación Cantaure) asignándolo al Mioceno (SCHILDER 1939). Las muestras fueron colectadas por **C. Wiedenmayer** (Fig. 17G), **W. T. Keller** (Fig. 13F), **H. Vogel** y **A. Senn** (Fig. 13H) en 1931.



Cantaure, Halbinsel Paraguaná; „Cantaure-Schichten" – Unteres Miocän. Coll. Dr. C. WIEDENMAYER, W. T. KELLER, H. VOGEL und A. SENN:
5 *Sphaerocypraea wegeneri* nov. sp. (3892).
1 *Luria (Basilitrona) palrespatriae* MAURY (3892).

Figura 16.

[56] William G. C. Tomalin. Geólogo inglés, con grado de B.Sc. en el Imperial College de Londres de 1923. Ese mismo año se hace miembro de la *Geological Society*. En Venezuela trabaja en empresas del Grupo Shell: 1937: frente de montañas desde Guárico hasta El Baúl. 1938: cuenca de Monay. 1939: Monagas, Anzoátegui, Táchira y las montañas de Trujillo.

[57] Franz Alfred Schilder (1896-1970). Nacio en Praga; estudió en Austria y se doctoró en Alemania. Especialista en gasterópodos, en especial de la familia cipreidos. Con 400 publicaciones entre 1923 y 1971. Fue profesor de zoología en la Universidad Martin Luther Halle-Wittenberg, República Democrática Alemana. https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/95716/1/hercynia_volume_8_2090.pdf

En **1940**, el Ministerio de Obras Públicas envía al geólogo **Manuel Rivero**[58] (1898-1969) al cerro Arajó, con el objeto de encontrar una cantera de roca adecuada, para usarla en la construcción de los rompeolas del proyecto de canal de navegación a través de la Barra de Maracaibo (RIVERO 1940). La cantera sigue activa actualmente.

En **1942**, **Pedro Ignacio Aguerrevere** (1896-1966) (Figura 17I) culmina un informe de recopilación de información geológica de la Península de Paraguaná (AGUERREVERE. 1942).



A *Louis Kehrer (1898-1983)* B *Richard E. Kock (1897-1979)* C *Parke A. Dickey (1910-1995)* D *Eduard F. Richards (1903-1965)*

E *Franz Alfred Schilder (1896-1970)* F *W. T. Keller (1890-1954).* G *Carl Wiedenmayer (1997-1951)* H *Alfred Senn (1899-1949)*

Figura 17. *Retratos de los geólogos.*

[58] Manuel Demetrio Rivero Palacios (1898-1969). Estudió geología en las universidades de Stanford y del Sur de California (BS). Hizo estudios de postgrado en la Universidad de Columbia. Se casó con Frances Charlton Wanger de Rivero (1904-¿1975?). Trabajó en la Cia. Shell entre c.1932 a c.1940. Entre 1938 y 1940 estuvo involucrado en el proyecto de canal de navegación en la boca del Lago de Maracaibo. Fue uno de los pioneros en Venezuela en el uso de Difracción de Rayos X en muestras geológicas, en especial arcillas. Breve obituario en *Bol. Inf. AVGMP*, 12(8): 289, 1969.



Figura 171*. Pedro I. Aguerrevere (1896-1966).*

En **1945** el geólogo **L. W. Walpole**[59] fue enviado a realizar un reconocimiento al este del Cerro Santa Ana, con el propósito de examinar la estructura del Terciario joven dentro del semicírculo formado por cerros los Tausabana, Rodeo y Santa Ana.

En **1946**, **Ralph A. Liddle** (1896-1963) (Fig. 10) publica la segunda edición de su libro sobre la geología de Venezuela y Trinidad y, anexo al mismo se encuentra una nueva versión del mapa geológico de Venezuela (LIDDLE 1946). En cuanto a Paraguaná, hay varias diferencias con respecto a la edición anterior de 1928. Por ejemplo, el macizo de los Cerros Santa Ana y El Rodeo lo cartografía globalmente como una unidad "Cámbrico a pre-Paleozoico" e incluido en ella ubica a dos cuerpos de "Ígneas Mioceno a pre-Paleozoico", esta misma unidad en el mapa de 1928 aparecía como "metamórficas del Cretácico" (Fig. 18). El cuerpo de Eoceno al norte del cerro Arajó, parece corresponder al indicado KEHRER (1930). También señala la existencia de rocas cretácicas constituidas por areniscas cuarcíferas de grano muy fino, duras y compactas, inconformes sobre las rocas ígneas de Santa Ana, también cerca de Guacuyua (al norte de Arajó) y un afloramiento en la costa en Punta Macoya (Fig. 72). Ninguna de estas rocas presuntamente cretácicas, han sido confirmadas por autores posteriores.

[59] L. W. Walpole. Geólogo holandés. Entre c.1945-c.1952 trabajó con el grupo Shell como fotogeólogo en el occidente de Venezuela. Posteriormente realizó trabajos en México y Australia.

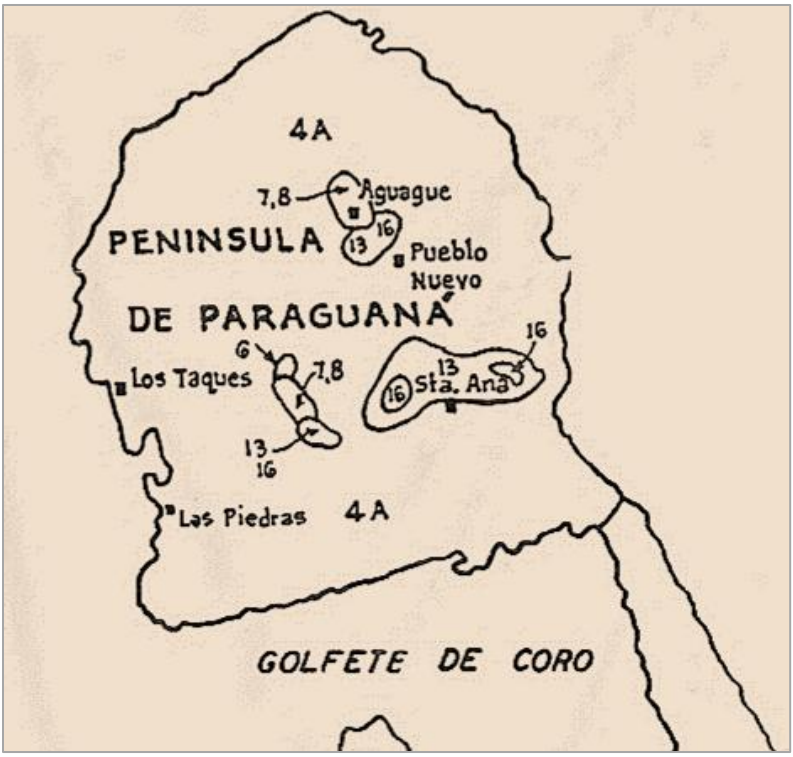


***Figura 18**. Mapa de LIDDLE (1946). Sus siglas numéricas representan los siguientes tipos de rocas: 16: Ígneas (Mioceno a pre-Paleozoico). 13: Cámbrico o pre-Paleozoico. 8: Jurásico. 7: Cretácico. 6: Eoceno. 4A: Mioceno tardío.*

Luego de los fallidos pozos Manuel-1 y Cardón**-1** de 1931, las empresas del grupo Shell suspendieron sus actividades exploratorias en Paraguaná. Es solo en **1946**, como parte de una nueva fase de exploraciones en el occidente de Venezuela, cuando se realiza un levantamiento gravimétrico (ANÓNIMO 1946), que esencialmente mostró los efectos del macizo de Santa Ana (*fide* BECK 1952).

En **1947**, el paleontólogo **William M. Ingram**[60] describe dos nuevas especies de gasterópodos Cipreidos de la localidad de Cantaure: *Marginocypraea paraguana* y *Cypraea fossula* (INGRAM 1947). Las muestras fueron colectadas por **S. B. Henry** y **I. P. Bailey**[61], luego donadas por la Standard Oil al Museo Paleontológico de la Universidad de California, Berkeley.

En **1948**, el Dr. **Louis Kehrer** integra un mapa geológico a escala 1:1.500.000 de todo el territorio nacional al norte del río Orinoco (KEHRER 1948, inédito). Para la Península de Paraguaná usa las siguientes unidades: Cuaternario, Oligo-Mioceno, Eoceno, Cretácico, granito e ígneas básicas. Cabe señalar que al igual que en sus mapas de 1929 y 1930, ubica a cuatro cuerpos del "Eoceno" en las cercanías del cerro Arajó, los cuales aparecen posteriormente publicados en el mapa de BUCHER (1950).

Ante el reporte de la existencia de "rocas cretácicas" en la Mesa de Cocodite (señaladas por LIDDLE 1928, 1946 y KEHRER 1930, inédito), en **1948**, la empresa The Caribbean Petroleum Corporation envía al geólogo suizo Dr. **Otto Renz**[62] (1906-1992) (Fig. 19A) para estudiarlo. El Dr. Renz entonces considerado como el mejor especialista en rocas del Cretácico del occidente del país. El interés de la empresa era conocer el "Cretácico" (la hoy Filita Pueblo

[60] William Marcus Ingram Jr. (1913-1967). Malacólogo estadounidense.

[61] I. P. Bailey y S. B. Henry, geólogos de la Standard Oil of Venezuela. Para 1933, S. B. Henry fue uno de los pioneros de la exploración petrolera en Arabia Saudita con la Standard Oil Company of California. En 1953 estaba afiliado a la American Arabian Oil Company. https://www.google.cl/books/edition/Saudi_Arabia/tgcmAQAAMAAJ

[62] Dr. Otto Renz (1906-1992). Geólogo suizo con una larga y fructífera trayectoria en Venezuela en empresas del grupo Shell. Información biográfica en Soder P. A. (1992). "Dr. Otto Renz: 1906-1992". *Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.- u. Ing.,* 59(134):49-52 https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=vsp-002%3A1992%3A59%3A%3A3#53

Nuevo), sus relaciones con las unidades circundantes y determinar posibilidades de ocurrencia de petróleo.

El Dr. Renz realiza un levantamiento geológico detallado a escala 1:5.000 de la Mesa de Cocodite con plancheta. Desafortunadamente el mapa permanece inédito hasta 2010. En su cartografía distingue las siguientes unidades (RENZ 1949):

* Pre-Cretácico

-Metamórficas antiguas (*Old Metamorphics*) con tres cuerpos separados en las siguientes localidades:

. Miralejos, ubicado al extremo norte del Cerro La Luz (corresponde a la unidad informal de las *Metamórficas de Miralejos* de MÉNDEZ Y GUEVARA 1969), con una forma de tres triángulos coalescentes (Fig. 19B).

. Pizarral, cuerpo lenticular en dirección SE-NE paralelo a una zona de fallas (Fig. 19D).

. Cantaure, un pequeño cuerpo irregular, presuntamente instruido por el granitoide y cubierto discordantemente por Pueblo Nuevo (Fig. 19F).

Sugiere una edad "pre-Paleozoico?"

-"Granito de Paraguaná" (actual Metagranodiorita El Amparo). Sugiere sea de la misma edad de los granitos de El Palmar e isla de Toas. Sugiere una edad Paleozoico tardío – Herciniano.

* Cretácico, en tres miembros (actual Filita Pueblo Nuevo):

-Superior: "pizarra-caliza". 790 m.

-Medio: "pizarra-cuarcita". 595 m.

-Inferior: "conglomerado basal y arcosa". 35 m.

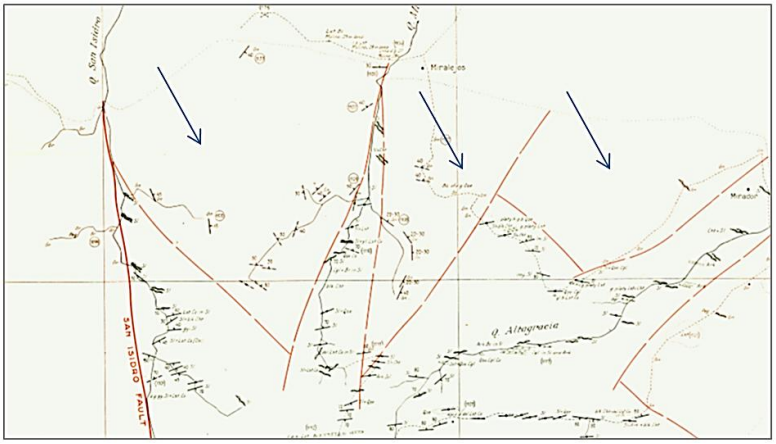
En esta unidad inferior menciona el hallazgo de cantos de riolita semejantes a las él había encontrado en la "Formación La Quinta" de la Península de Goajira.

* Post-Cretácico

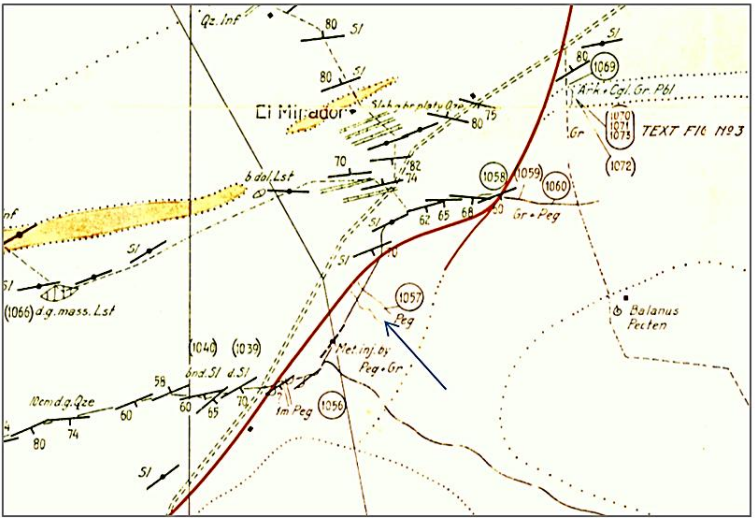
-Rocas marinas del Mioceno medio (actuales formaciones Cantaure y Paraguaná).
-Sills y diques ígneos jóvenes (actual diorita hornbléndica porfídica a lamprófido - espessartita).



***Figura 19A**. Dr. Otto Renz (1906-1992) en el Museo de Historia Natural de Basilea y una caja con las muestras que colectó en Paraguaná (Nucleoteca H. H. Krause, La Concepción, PDVSA, 2008).*

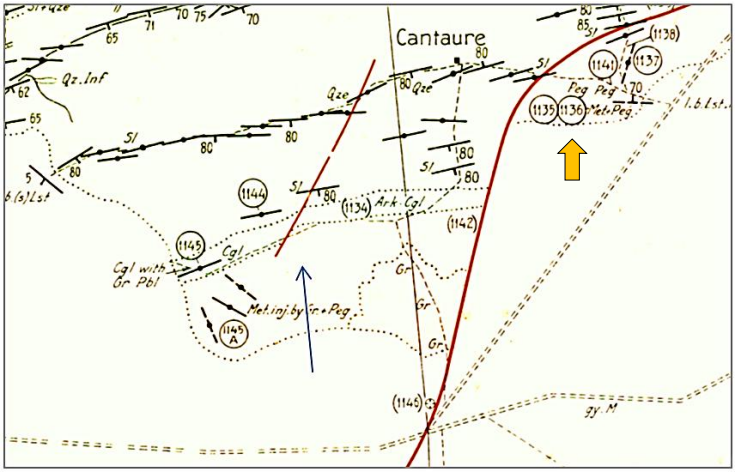


B



C

Figura 19. *Fragmentos del mapa geológico de* RENZ *(1949) donde aparece su unidad* Old metamorphics. ***B****: Zona de Miralejos y quebrada San isidro ubicada al norte del cerro La Luz.* ***C****: Alrededores de El Pizarral (antes denominado El Silencio). Los cuerpos elongados de color anaranjado corresponden a los diques jóvenes de diorita hornbléndica porfídica.*



D

Figura 19*. Fragmentos del mapa geológico de* RENZ *(1949) donde aparece su unidad* Old metamorphics. ***D****: Alrededores de la Casa Cantaure. Las flechas azules apuntan a las unidades cartografiadas como* Old Metamorphics. *La flecha anaranjada en "1136" indica el lugar de colecta de megafauna que se aprecia en la figura siguiente.*



Figura 19E*´. Megafauna colectada a 200 m al este de Casa Cantaure. Muestra Re.1136,*

En este trabajo se detalla la naturaleza de los contactos entre las unidades metamórficas (Fig. 11F-I), a saber:

1- Metagranodiorita El Amparo intrusivo en las *Old Metamorphics* en Cantaure.

2- Filita Pueblo Nuevo inconforme sobre las *Old metamorphics* en Cantaure.

3- Filita Pueblo Nuevo inconforme sobre la Metagranodiorita El Amparo en el Pizarral y en la zona de El Porvenir.

4- Filita Pueblo Nuevo y Metagranodiorita El Amparo en contacto de falla.

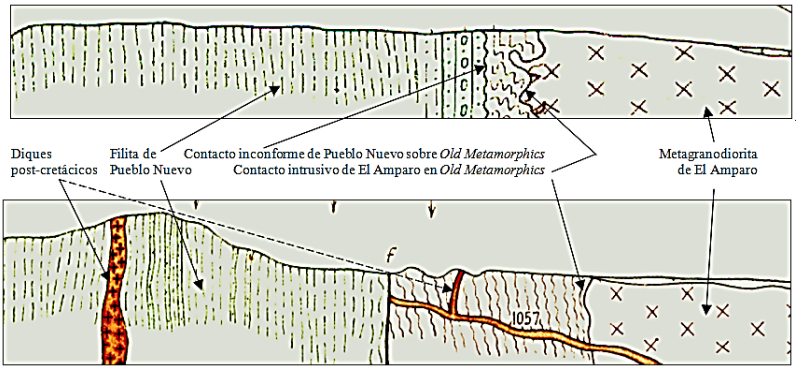
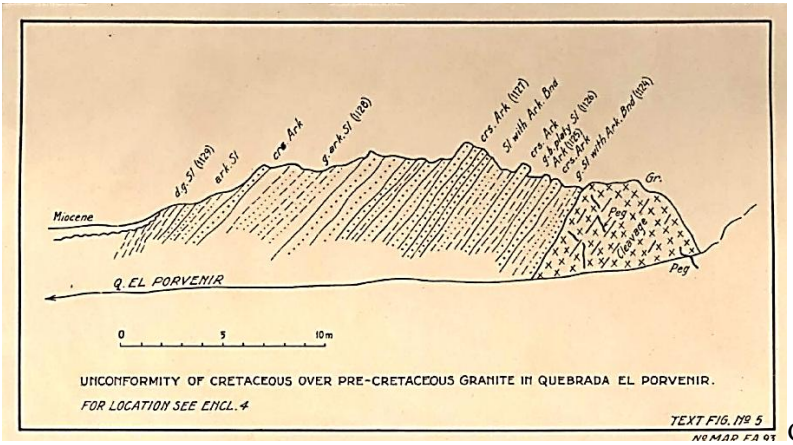


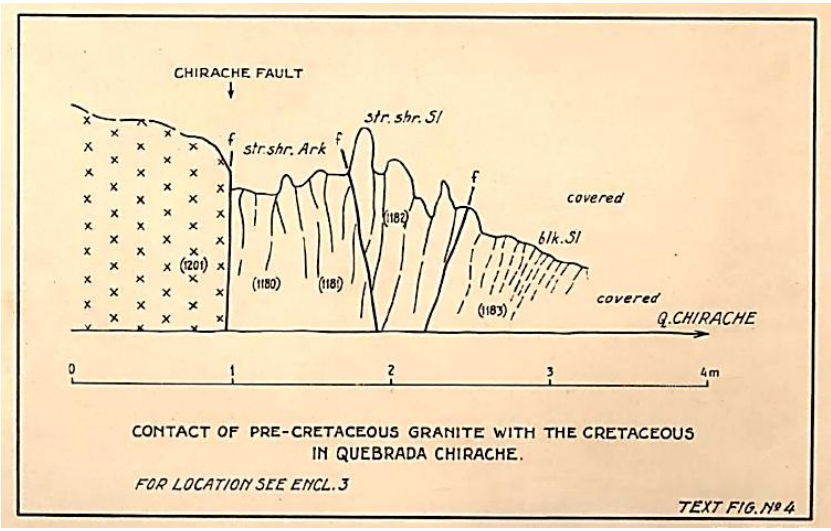
***Figura 19F**. Contactos de la Metagranodiorita El Amparo y las unidades adyacentes en la zona de Cantaure según RENZ (1948, inédito). Estos contactos no pudieron ser confirmados por los autores debido a cobertura de suelos y vegetación.*



G

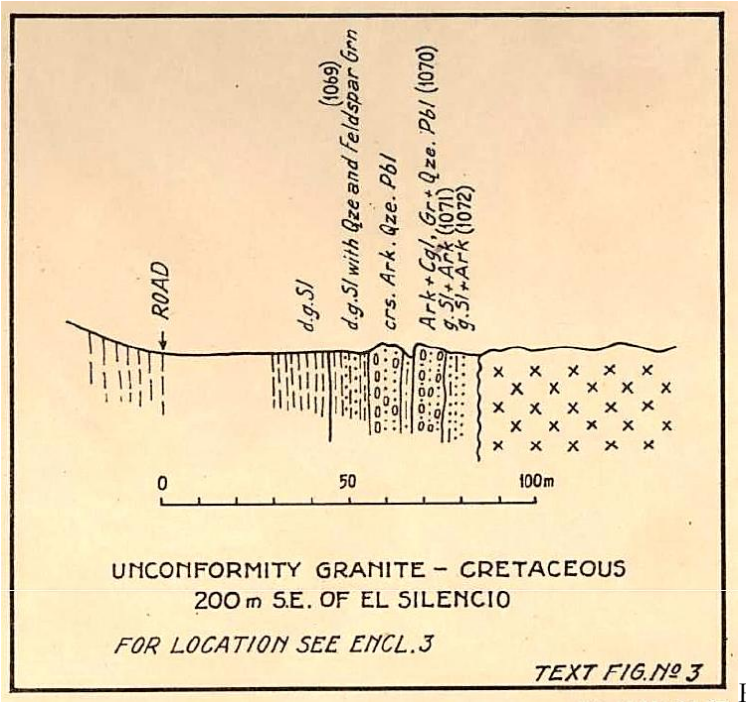
***Figura 19**. Detalles de los contactos entre la Filita Pueblo Nuevo y la Metagranodiorita El Amparo. **G**: Contacto inconforme en El Pizarral. La ubicación de este corte está señalada en la Fig. 10C como "Text Figure No. 3".*

Al noroeste del cerro Arajó hay cuatro cerritos -con predominio de arenisca-, que fueron cartografiados como Eoceno por KEHRER (1929, 1930, 1948, inéditos; incluidos en el mapa de BUCHER 1950, ver nuestra Fig. 20). Luego, LIDDLE (1946: 174) los describe como rocas del Cretácico sin aportar información paleontológica. Por su parte, RENZ (1948) también estudia estas localidades (Fig. 19J) colectando una muestra fosilífera, que al ser estudiada por el paleontólogo **A. N. C. ten Broek**[63], determina que corresponde a la parte superior del Mioceno medio, con alguna reserva por la mala preservación (TEN BROEK 1948). Por la diferencia entre las edades presentadas por Kehrer y Ten Broek, las muestras colectadas por Renz y Kehrer son reestudiadas por el paleontólogo **J. Dulfour**[64], que concluye que no había evidencia paleontológica de Eoceno (DULFOUR 1948). BECK (1952) también colecta muestras de estas localidades, sin encontrar fauna que pudiese aclarar la incertidumbre de su edad.



[63] A. N. C. ten Broek (Fig. 19K). Paleontólogo holandés especialista en macroforaminíferos. Trabajó en Venezuela para la Shell entre 1949 y 1953.

[64] J. Dulfour. Paleontólogo suizo. Trabajó en Maracaibo para The Caribbean Petroleum Co. entre 1948-c.1949.



H

Sección visible en el borde de la actual carretera de tierra de El Pizarral. Izquierda Norte, derecha Sur.

Figura 19*. Detalles de los contactos entre la Filita Pueblo Nuevo y la Metagranodiorita El Amparo.* ***H****: Contacto inconforme en El Porvenir, en el flanco norte de los cerros de El Pizarral.* ***I****: Contacto de falla en la quebrada Chirache. Tomado de* RENZ *(1948, inédito).*
Estas tres secciones fueron confirmadas por los autores en 2013.

Estos cerros se conocen con distintas variaciones del topónimo: Guacuyua (LIDDLE 1946), Huacujua (RENZ 1948) y Guacujúa (en NATERA 1956 y en los mapas modernos de la Dirección de Cartografía Nacional).

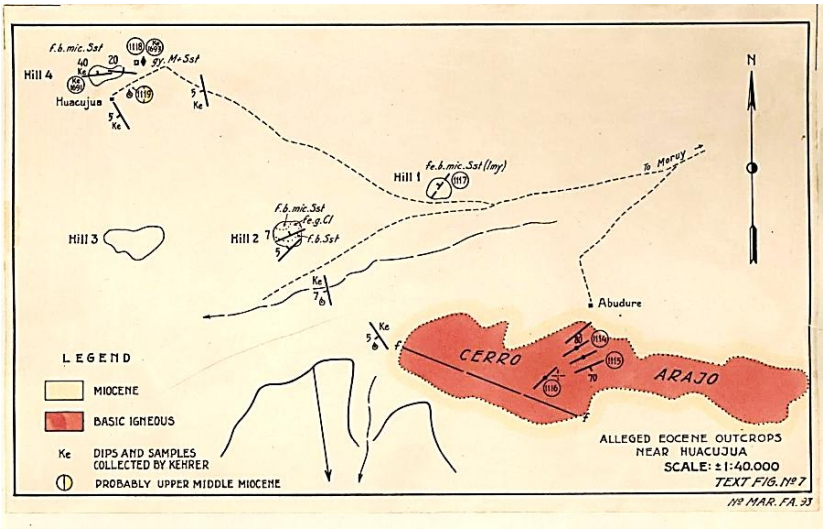


***Figura 19J**. Mapa de RENZ (1948, inédito) para la zona de Arajó, donde ubica cuatro cerritos (Hill 1 a 4) que identifica como rocas del Mioceno.*

Este importante informe del Dr. Renz está acompañado por apéndices firmados por otros especialistas como **J. W. R. Brueren**[65]

[65] Jan Willem Reinier Brueren (1908-1978). Geólogo holandés con grado de doctorado c.1941. En la II Guerra Mundial estuvo apostado en Indonesia. Ascendió hasta el grado de Teniente Coronel y fue comandante del 7(III) Batallón de Infantería en Palembang, Sumatra, era conocido con el apodo de "El Tigre". En 1948 llegó a Venezuela con el grupo Shell y hasta 1951 trabajó en los estados Zulia y Falcón. Se le conocen publicaciones geológicas desde 1944 hasta 1972. En 1960 era gerente de exploración en Argentina. Fechas de nacimiento y muerte en https://www.veldense-volkscultuur.nl/veldenaren-indonesie-1942-1950 Retrato en https://www.alamy.com/stock-photo/brueren.html

Fig. 19J), **G. H. Voorwijk**[66], **J. Heering**[67], **A. N. C. ten Broek**[68] (Fig. 19K), **H. J. Fichter**[69] (Fig. 19K), con extensos comentarios firmados por **W. H. Hegwein**[70] (nov. 1950) (Fig. 19K), **R. C. McCurdy**[71] y **P. de Schumacher**[72] (sept. 1951). Fig. 19J), **G. H.**

[66] Gerard Herman Voorwijk (1909->1992), geólogo holandés (nacido en Ambarawa, Java en 1909) con doctorado en ciencias naturales de la Universidad de Utrech, 1938. Trabajó en Venezuela para la Royal Dutch Shell entre 1948 y 1952. En los archivos RIPPET aparecen ocho informes de su autoría de reconocimientos geológicos y fotogeología (CONTRERAS y URBANI 2022).

[67] Jan Heering. Geólogo holandés con publicaciones en paleontología (moluscos) y petrología. En 1927 participó en una expedición a las islas Sunda. Del período 1948 y 1949 se conocen cinco informes de Goajira, Perijá, Lara y Falcón. Tiene publicaciones fechadas hasta 1974.

[68] A. N. Ch. ten Broek. Paleontólogo holandés especialista en moluscos y macroforaminíferos. Trabajó en Venezuela para la Shell entre 1949 y 1953.

[69] Hans Jakob Fichter (1908-1977) (Fig. 19J). Geólogo holandés especializado en fotogeología que trabajó en Venezuela entre 1937 y 1954. En la base bibliográfica RIPPET aparecen fichados 27 de sus informes. Notas biográficas en BARITTO (2023).

[70] Walter H. Hegwein (1902-+1973), geólogo suizo con doctorado de la Universidad de Berna. En las décadas de 1920-30´s trabaja en México con la empresa La Compañía Mexicana de Petróleo "El Águila" S. A y es miembro de la Sociedad Geológica Mexicana. Es contratado por la Caribbean Petroleum Co. llegando a ser geólogo jefe en 1943. Entre 1949 y 1950 fue agente consular de Suiza en Maracaibo. En las bibliotecas de PDVSA se preservaban tres decenas de informes de su autoría entre 1941 y 1952, todos para las empresas del grupo Shell en zonas de Zulia, Falcón, Trujillo y Anzoátegui. Para 1952 había sido trasladado a la sede de La Haya. En 1973 se encontraba en México.

[71] Richard C. McCurdy. Geólogo con toda su actividad profesional con el Royal Dutch Shell. Muy citado por su trabajo *Some Studies on the Porosity and Permeability of Rocks* de 1933. En 1947 era gerente de división en el distrito de San Joaquín. Fue presidente de Shell Chemical de 1960 y de Shell Oil Co. en 1969. Luego se su retiro llega a ser asesor de la NASA en 1972.

[72] P. de Schumacher. Geólogo de The Caribbean Petroleum Co. En la base de datos RIPPET aparecen informes suyos con fechas entre 1943-1951. Luego de Venezuela trabajó en Malasia.

Voorwijk[73], **J. Heering**[74], **A. N. C. ten Broek**[75] (Fig. 19K), **H. J. Fichter**[76] (Fig. 19K), con extensos comentarios firmados por **W. H. Hegwein**[77] (nov. 1950) (Fig. 19K), **R. C. McCurdy**[78] y **P. de Schumacher**[79] (sept. 1951).

[73] Gerard Herman Voorwijk (1909->1992), geólogo holandés (nacido en Ambarawa, Java en 1909) con doctorado en ciencias naturales de la Universidad de Utrech, 1938. Trabajó en Venezuela para la Royal Dutch Shell entre 1948 y 1952. En los archivos RIPPET aparecen ocho informes de su autoría de reconocimientos geológicos y fotogeología (CONTRERAS y URBANI 2022).

[74] Jan Heering. Geólogo holandés con publicaciones en paleontología (moluscos) y petrología. En 1927 participó en una expedición a las islas Sunda. Del período 1948 y 1949 se conocen cinco informes de Goajira, Perijá, Lara y Falcón. Tiene publicaciones fechadas hasta 1974.

[75] A. N. Ch. ten Broek. Paleontólogo holandés especialista en moluscos y macroforaminíferos. Trabajó en Venezuela para la Shell entre 1949 y 1953.

[76] Hans Jakob Fichter (1908-1977) (Fig. 19J). Geólogo holandés especializado en fotogeología que trabajó en Venezuela entre 1937 y 1954. En la base bibliográfica RIPPET aparecen fichados 27 de sus informes. Notas biográficas en BARITTO (2023).

[77] Walter H. Hegwein (1902-+1973), geólogo suizo con doctorado de la Universidad de Berna. En las décadas de 1920-30´s trabaja en México con la empresa La Compañía Mexicana de Petróleo "El Águila" S. A y es miembro de la Sociedad Geológica Mexicana. Es contratado por la Caribbean Petroleum Co. llegando a ser geólogo jefe en 1943. Entre 1949 y 1950 fue agente consular de Suiza en Maracaibo. En las bibliotecas de PDVSA se preservaban tres decenas de informes de su autoría entre 1941 y 1952, todos para las empresas del grupo Shell en zonas de Zulia, Falcón, Trujillo y Anzoátegui. Para 1952 había sido trasladado a la sede de La Haya. En 1973 se encontraba en México.

[78] Richard C. McCurdy. Geólogo con toda su actividad profesional con el Royal Dutch Shell. Muy citado por su trabajo *Some Studies on the Porosity and Permeability of Rocks* de 1933. En 1947 era gerente de división en el distrito de San Joaquín. Fue presidente de Shell Chemical de 1960 y de Shell Oil Co. en 1969. Luego se su retiro llega a ser asesor de la NASA en 1972.

[79] P. de Schumacher. Geólogo de The Caribbean Petroleum Co. En la base de datos RIPPET aparecen informes suyos con fechas entre 1943-1951. Luego de Venezuela trabajó en Malasia.

SUPPLEMENT A: SUBSURFACE DATA ON PARAGUANA - by J.W.R. Brueren, p.20.	May. 1949
SUPPLEMENT B: PHOTOGEOLOGY OF PARAGUANA - by G.H. Voorwijk, p.22.	Ago. 1948
SUPPLEMENT C: PETROGRAPHY OF PARAGUANA - by J. Heering, p.24.	s./f..
SUPPLEMENT D: MACROFOSSILS FROM PARAGUANA - by A.N.C. ten Broek, p.32.	Nov. 1948
SUPPLEMENT E: COMMENTS BY H.J. FICHTER, p.37.	Feb 1950.

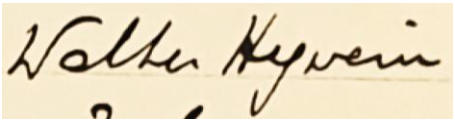


Dr. Hans Jakob Fichter (1908-1977).[80]

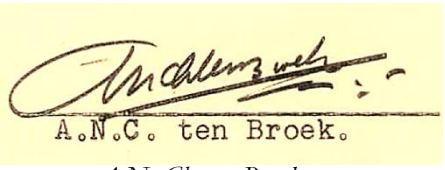


J.W.R. Brueren

Dr. Jan W. R. Brueren [81]



Hegwein (1902-+1973).



A.N.C. ten Broek.

A.N. Ch. ten Broek

Figura 19K*. Retratos y firmas de geólogos.*

[80] Fuente: BARITTO (2023).

[81] Firma de RENZ (1949, Suplemento A) y el retrato en Palembang, Indonesia, II Guerra Mundial, 17 octubre 1947. https://www.alamy.com/stock-photo/brueren.html

Simultáneamente con el trabajo en campo del Dr. O. Renz en **1948**, el geólogo holandés **G. H. Voorwijk** trabaja en la fotogeología (VOORWIJK 1948, inédito). El mapa síntesis a escala 1:100.000 de la Península (Fig. 19L), aparece firmado por G. H. Voorwijk y O. Renz, y la cartografía está simplificada con las siguientes unidades: metamórficas antiguas (*old metamorphics*), Granito de Paraguaná (¿Paleozoico?), Cretácico, ígneas básicas (¿post-Cretácico?), Terciario joven (Mio-Plioceno marino), Cuaternario. No separan a las actuales formaciones Cantaure y Paraguaná (VOORWIJK y RENZ 1948, incluido como parte integrante del informe de RENZ 1948).

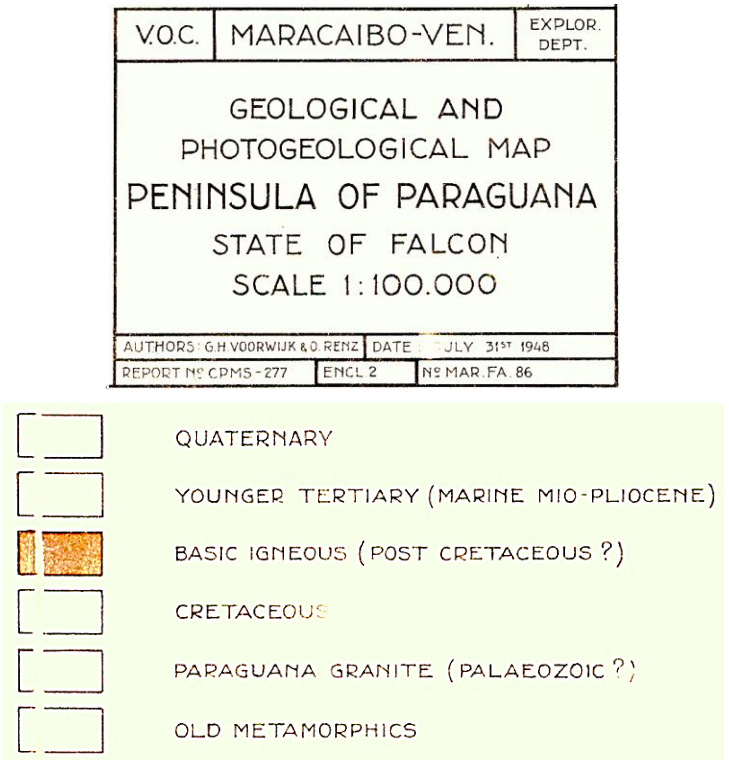
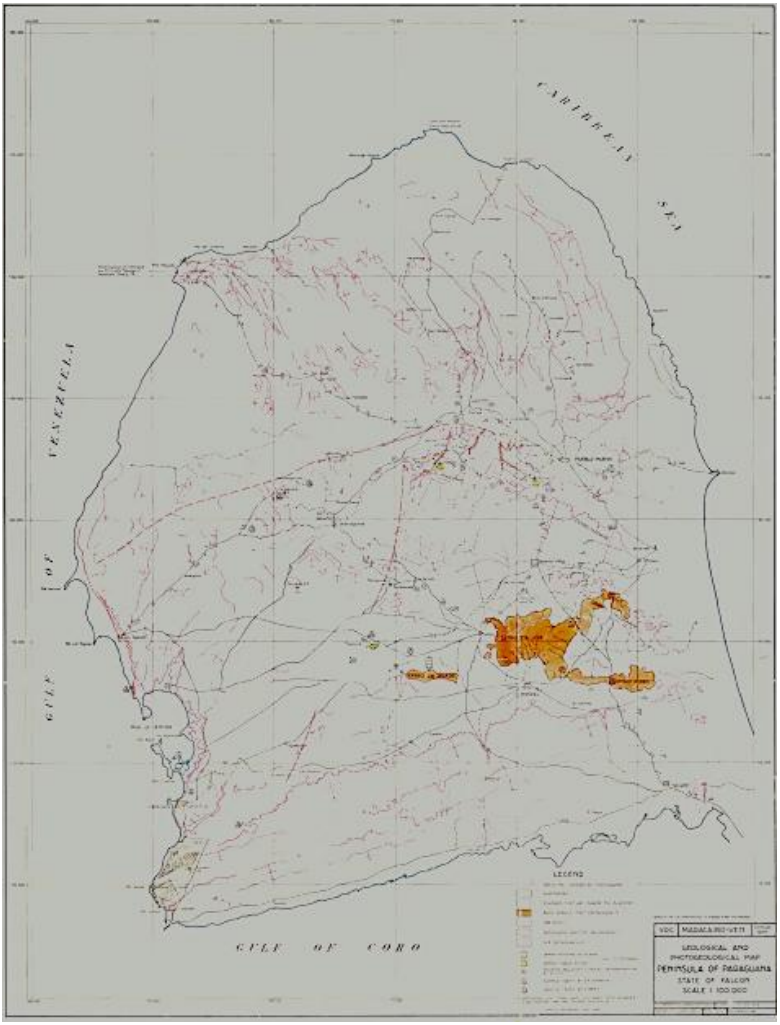


Figura 19L. *Mapa geológico de la Península de Paraguaná por VOORWIJK Y RENZ (1948).*



C

Figura 19L*, continuación. Mapa geológico de la Península de Paraguaná por VOORWIJK Y RENZ (1948).*

Durante la campaña de control de campo de su trabajo fotogeológico, el mismo geólogo **G. H. Voorwijk** inspecciona una ocurrencia de yeso en el área de Tamarusa a unos 3 km al sur de Moruy. El mineral se encuentra como nódulos de dimensiones centimétricas que fueron explotados manualmente por varios años. Indica que la explotación podría ser mecanizada. Los nódulos están incluidos en una lutita que considera pueda ser del Mioceno superior o Plioceno (VOORWIJK **1948**). Según el mapa a escala 1:50k de NATERA (1959), en esa localidad aflora la Formación Paraguaná.

El geólogo **Walter H. Bucher** (1888-1965)[82] (Fig. 20) es contratado en **1948** por el Servicio Técnico de Geología y Minería del Ministerio de Fomento, para elaborar un libro sobre la geología y tectónica de Venezuela. Previo a la publicación del libro, en **1950** se imprime suelto su mapa geológico a escala 1:1.500.000 (BUCHER 1950). Para la Península utiliza fundamentalmente el mapa previo de KEHRER (1948), con las siguientes unidades (Fig. 12):

}
- Cuaternario (Cu),
- Oligo-Mioceno (Tmo),
- Eoceno (Te),
- Cretácico (K),
- granito (Gr) e
- ígneas básicas (igb)



[82] Walter Hermann Bucher. Geólogo nacido en Alemania y luego radicado en los EE.UU. de América. Obtuvo el doctorado en la Universidad de Heidelberg en 1911. Fue profesor de la Universidad de Cincinnati y luego de Columbia. Información biográfica en https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Hermann_Bucher

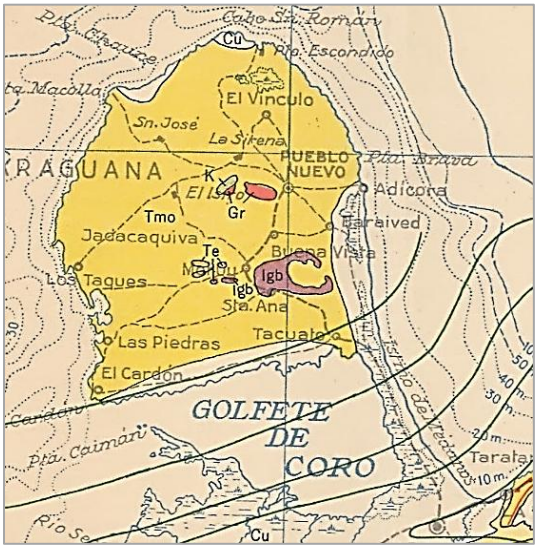


***Figura 20**. Fragmento del mapa de BUCHER (1950).*

En **1951** el geólogo **R. H. Beck** (1919-2010)[83] (Fig. 13A) de la Cia. Shell de Venezuela presenta un informe sobre las manifestaciones de petróleo en la Quebrada La Aguada y el Cerro Iglesia (BECK 1951). Concluye que:

> "*… como estas exposiciones de petróleo se encuentran muy cerca de los flancos de la intrusión ígnea básica post-Cretácica, uno tiene que concebir una posible trampa estratigráfica contra los flancos occidentales, meridionales y orientales del éste*".

[83] Rudolf Hermann "Rudi" Beck (2018-2010), suizo con doctorado en geología que trabajó para el Grupo Shell. Apenas graduado, en 1947 viajó a Venezuela y trabajó en geología de superficie en Trujillo, Zulia y Falcón. En 1954 es nombrado Geólogo Jefe para Venezuela oriental y, en 1956 es transferido a La Haya como geólogo senior para Venezuela y Trinidad. En la base de datos bibliográfica RIPPET-PDVSA aparecen 15 informes inéditos de su autoría (CONTRERAS y URBANI 2022). Luego de asignaciones en África y USA, en 1966 fue nombrado jefe de exploraciones de la Royal Dutch Shell hasta 1975 cuando se retira. Luego sigue como consultor en materia petrolera y minera hasta 1990. https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=vsp-004:2010:15::254

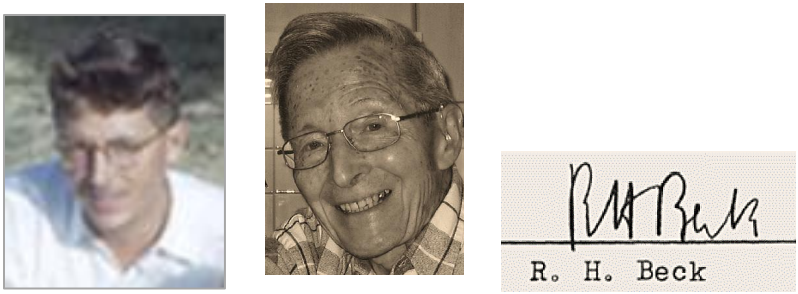


***Figura 21A**. Rudolf H. Beck (2018-2010).*[84]

En agosto del año siguiente el Dr. Beck concluye otro informe donde recopila la información geológica de la Península de Paraguaná e incluye cuatro mapas a escala 1:100.000[85] (BECK 1952).

Geological Compilation Maps 1:100,000

1. Las Piedras - North Falcón
2. Coro - North Falcón
3. NW-Paraguaná (Jadacaquiva)
4. NE-Paraguaná (Pueblo Nuevo)

La estratigrafía la resumen como sigue (Fig. 21B):

Terciario joven
Discordancia
Eoceno
Discordancia
Cretácico (actual Filita Pueblo Nuevo)
Discordancia
Pre-Cretácico (Estratos dolomíticos en el lado norte del Cerro El Rodeo)
Ígneas: A: Cerro La Luz – Cantaure (actual Metagranodiorita de El Amparo). B: Rocas básicas intrusivas (Cerro Santa Ana y otros).

[84] Fuente: Álbum fotográfico de sus viajes, con 59 tomas de Falcón y Zulia *Fotografien von Dr. Phil. Rudolf H. Beck (1918-†2010).* Ed. Fabio Farizzi, 2018. http://www.dia-issue.ch/

[85] Solo se ha tenido acceso al informe, no a los mapas.

Pleistocene		dolomitic shore deposits (Cerro Rodeo) - loose mollusks as remnants of latest partial inundation of Peninsula (Fusus, Voluta, sample Re 1207)		
d	d			
Pliocene to Upper Miocene	Andean Orogeny Paraguaná acts as rigid shield, block faulting with vertical main component	conglomerates with quartz and sporadic chert pebbles, matrix: shell fragments porous calcarenites and biostromal limestones (Ostrea, Amusium)		NE Paraguaná Cunacho scarp, Cardón Los Taques cliffs, Macolla region
		clays, sandy clays, soft micaceous fine to medium grained sandstone, sandy coquinoid limestone		
		porous calcarenites laterally grading into compact lithothamnium limestone with Amphistegina sp.	±35m	Cerro Manare
Middle Miocene to Oligocene		fossiliferous sandy limestones and marls (mollusks, Balanus sp., Aturia curvilineata Miller & Thompson (sample Re 1153, Be 3111)	±20m	Cantaure - San José
		marls and marly limestone with Operculinoides aff. antiguensis, Vaughan & Cole (sample Be 3146)	± 4m	Road Pueblo Nuevo-Buena Vista, Cantaure
		basal breccia (oysters, Balanus sp., quartz and granite pebbles)		
U	U			
	Pre-Younger Tertiary peneplain			
Eocene	2nd intrusive phase, forerunner of the Andean Orogeny	basic igneous of Cerro Arajó - Cerro Santa Ana-Cerro Rodeo (Gabbro, Saussurite-Gabbro, peridotite, serpentine, chromite ore; basic dykes and sills piercing the Cretaceous sediments)		probably related to basic intrusions of Agachiche-Macuare-Mataire (Central Falcón)
		Huacujua Sandstone, Macolla Sandstone shale sequence from 3897' - 4512' in Cardón-1	?	no paleontological evidence for Eocene age based acc. to Creole on Paují smaller forams
U	U			
	Post-Cretaceous peneplain			

Cretaceous	End of Cretaceous	orogenic main phase on Paraguaná folding and faulting; fault systems SW-NE and SSE-NNW, probably determining present outline of Paraguaná block			
	Post Aptian		Slate-Limestone member (Ammonites sp. comparable with La Luna types) Slate-Quartzite member basal conglomerate and arkose with granite and rhyolite pebbles	790m+ 595m 35m	
U		U			
		Pre-Cretaceous peneplain			
	Late Paleozoic	1st intrusive phase (hercynic)	Paraguaná granite (amphibole-biotite granite) with complicated system of pegmatite dykes and dykes whose composition indicates their connection with the post-Cretaceous dykes		related to Toas granite, Palmar granite, granite of the Serranía de Macuire (Goajira) and granite of the Sierra Nevada de Santa Marta
	Pre-Paleozoic	probably several orogenic phases	micaceous gneisses and mica schists injected by granites and pegmatites		

Figura 21B. *Resumen de unidades geológicas en la Península de Paraguaná según* BECK *(1952), basado mayormente en* RENZ *(1948).*

En el flanco norte del Cerro Manare, al sureste de Pueblo Nuevo, el Dr. Beck realiza un hallazgo de una "*caliza margosa justamente encima de la brecha basal*", en la cual el paleontólogo **B. van Raadshooven**[86] especialista en macroforaminíferos "*determinó* Amphistegina *sp. del grupo de la* Amphistegina lessonnii *d´Orbigny y* Operculinoides *aff.* antiguensis *Vaughan y Cole. Esta última especie sugiere una edad Oligocena para este afloramiento que muestra que la sedimentación del Terciario joven en Paraguaná comienza a una edad más temprana que lo antes conocido*" (BECK 1952). Esta localidad no se ha vuelto a revisar.

En **1953**, la empresa Mene Grande Oil Co. envía a **J. P. Jaccard**[87] (?-1985) para realizar un reconocimiento geológico de la Península de Paraguaná. No se pudo localizar su informe, pero conocemos de su contenido a través del extenso comentario que hace **H. J. Funkhouser**[88] (1915-1998) (Fig. 22A), para elevarlo el presidente de la empresa **Hoyt Sherman**[89] (1896-1982) (Fig. 22C). Funkhouser

[86] B. van Raadshooven. Paleontólogo holandés que trabajó en la Cia. Shell de Venezuela entre 1948-1953, conocido por trabajos sobre grandes foraminíferos. Autor de *On some Paleocene and Eocene larger Foraminifera of western Venezuela.* Third World Petroleum Congress, The Hague, Sect. 1, p. 476-489 (Pls. 1-3).

[87] Jean-Pierre Jaccard, geólogo suizo que fallece prematuramente en 1985 (https://books.google.cl/books?id=t7tMAQAAIAAJ). Se conoce que en 1953 además de Paraguaná, también realizó un estudio del frente de montañas entre San Carlos y Ospino. En 1953 obtuvo una concesión en el desierto occidental de Egipto.

[88] Harold Johann "Funk" Funkhouser (1915-1998), B.S. 1937 y M.S. de la Universidad de Chicago en geología y paleontología 1938. Inmediatamente es contratado por la Mene Grande Oil Co. para trabajar en Anzoátegui, donde fue gran amigo de Hollis H. Hedberg. En 1951 llegó a ser Geólogo Jefe de la MGOC. Estuvo en Venezuela hasta 1960, cuando pasa a la sede de Houston como vicepresidente de exploración y producción. https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/84/084003/pdfs/423.htm?q=%2BtitleStrip%3Afunkhouser

[89] Hoyt Sherman (1896-1962). Luego de servir como oficial en la Primera Guerra Mundial, se gradúa en 1918 en la Universidad de Harvard. En 1922 comenzó su carrera en empresas petroleras. Es contratado por la Mene Grande Oil Co. para trabajar en Venezuela: en 1929 era gerente; para 1947

dice que el objetivo del reconocimiento fue obtener mayor información de las unidades viejas y recopilar la información de informes previos.

El reporte incluye apéndices por **H. H. Renz**[90] (1910-2003) (Fig. 22B) (micropaleontología), **G. Feo Codecido** (Fig. 33A) (petrología) y, va acompañado de un mapa a escala 1:50k de la Península, con una sección y columna estratigráfica a escala 1:5k.

En la síntesis del informe que presenta H. J. Funkhouser, se menciona que la mayor parte de la Península está cubierta por depósitos horizontales Mio-Plioceno, con dos horst de rocas más antiguas en Pueblo Nuevo-Cocodite y Santa Ana-El Rodeo. Para la zona de Cocodite define la siguiente secuencia (FUNKHOUSER 1953):

-Rocas pre-cretácicas metamórficas intruidas por granito y diques ácidos.

-Inconforme por encima siguen las formaciones Pizarral, Mira Lecho y La Luz.

1- La **Formación Pizarral** probablemente equivalente a la Formación Río Negro con unos 130 m de arenisca arkósica, cuarcita y conglomerado.

2- Sigue transicional la **Formación Mira Lecho** con unos 400 m de filitas gris verdosas cuarzo feldespáticas intercalas con cuarcitas.

3- En el tope la **Formación La Luz** con un espesor de unos 800 m con lutita finamente laminada intercalada con caliza gris concreciones ferruginosas. En esta última unidad encuentra

figura como vicepresidente y en 1949 es elevado a la presidencia de la empresa. En 1956 se retira y fallece en 1962.
https://www.findagrave.com/memorial/54277570/hoyt-sherman
https://books.google.cl/books?newbks=1ynewbks_redir=0yid=A7flAAAAMAAJ
Retrato y obituario en

[90] Hans Hermann Renz (1910-2003), notable micropaleontólogo suizo, con doctorado de la Universidad de Berna en 1934. Información biográfica en http://cbth.uh.edu/outreach/reports/Renz_memorial.pdf

Inoceramus por lo cual la interpreta como correlativa con la Formación La Luna.[91]

El texto de Funkhouser termina con el presupuesto para continuar los estudios geológicos y geofísicos (Fig. 22E).

De **1953** hay otro informe de la misma empresa Mene Grande, elaborado por **W. W. Adams**[92] (Fig. 22D) referente a un reconocimiento de dos semanas para recolectar datos adicionales sobre las formaciones más antiguas y consolidar la información obtenida de reportes anteriores (ADAMS 1953). Este informe también tiene anexos firmados por Hoyt Sherman y H. H. Renz.


A


B

H. J. Funkhouser

H. H. Renz

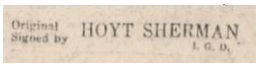
[91] No podemos saber si J. P. Jaccard pudo tener en sus manos el informe previo de Otto Renz de 1949 del grupo Shell, pero su esquema de unidades luce casi igual, pero con nombres distintos. Las rocas pre-cretácicas serían las *Old metamorphics* de Renz y sus tres formaciones a las cuales les asigna nombres, coinciden con las rocas cretácicas de Renz, en sus tres miembros: inferior, medio y superior (hoy Filita de Pueblo Nuevo). El nombre Mira Lecho, asemeja al Miralejos usado por Renz.

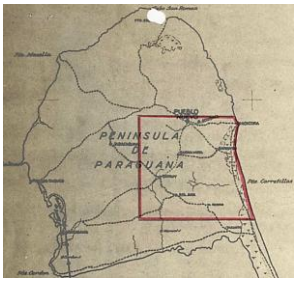
[92] Wallace W. Adams. Graduado de la Universidad de Iowa, BS´1941, llegó a ser. especialista en sísmica de reflexión. Entre 1948 y 1953 trabajó en los estados Delta Amacuro, Monagas, Sucre, Anzoátegui y Falcón. Notas biográficas y retrato en https://www.newspapers.com/article/iowa-city-press-citizen-adams-gets-a-job/25032382/ Hay otro Wallace W. Adams de contabilidad que se inició en 1928 y llegó a ser Vicepresidente en 1958.

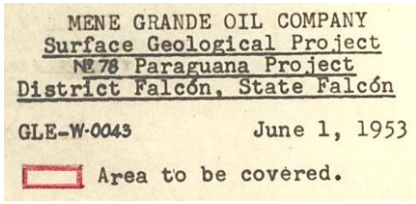

C



D







E

***Figura 22. A**: Harold Johann "Funk" Funkhouser (1915-1998). **B**: Hans Hermann Renz (1910-2003). **C**: Hoyt Sherman (1896-1962). **D**: Wallace W. Adams. **E**: Propuesta de nuevos estudios.*

En **1951,** el Servicio Geológico de EEUU (USGS) y la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos[93] llevan a cabo un proyecto de exploración de uranio en Venezuela. Participan los geólogos estadounidenses **Donald Gray Wyant**, **William N. Sharp** y el venezolano **Carlos Ponte Rodríguez**[94]. Los días 24-25 de agosto de 1951 realizan mediciones con un contador Geiger en la zonas montañosa de Santa Ana – Tausabana y mesa de Cocodite. Debido a los bajos conteos concluye lo siguiente:

[93] Entonces dirigida por el geólogo Armando Schwarck Anglade.

[94] Carlos Ponte Rodríguez. Geólogo, tercera promoción UCV´1945.

"*La ausencia de radiactividad en las rocas ígneas de Santa Ana, Tausabana y El Rodeo, así como la falta de indicios de mineralización metálica, hacen que estas rocas más básicas sean de poco interés para el uranio. El área de San Isidro*[95]*, aunque no es apreciablemente radiactiva, podría merecer estudios adicionales debido a la presencia de vetas de cuarzo mineralizado y rocas del Cretácico*" (WYANT, SHARP y PONTE RODRÍGUEZ **1953**).

En **1954** la **Creole Petroleum Corporation** dentro de su programa de cartografía geológica de las cuencas sedimentarias de Venezuela, culminas los mapas E-4, E-5, B-4 y B-5 a escala 1:100k, que cubren la Península de Paraguaná. Como fuente de información utilizan los trabajos de décadas anteriores de **C. R. NICHOLS**[96] (1923), **Santiago E. AGUERREVERE** (1930), con nuevos reconocimientos y fotointerpretación de **J. J. CHAPMAN**[97] (1950), **L. H. DESJARDINS**[98] (1949), **G. D. JOHNSON**[99] (1953) (Fig. 23). Esta es la primera edición de estos mapas, ya que en 1956 realizan

[95] Realizaron conteos, tanto en la Filita de Pueblo Nuevo, como en la Metagranodiorita El Amparo.

[96] C. R. Nichols, pionero del uso de la fotogeología en Venezuela (NICHOLS 1923, 1924, 1925) (BARITTO 2023) .

[97] J. J. Chapman. Geólogo, Creole Petroleum Corporation. De 1950 se conocen tres informes.

[98] Louis H. Desjardins. Geólogo de la CPC, entre 1941-1950 se conocen nueve informes, mayormente de fotogeología. Graduado en Antioch College, Ohio, BS'1937. En 1938 y 1952 figura en Houston. En 1942 es directivo de la Seismograph Service Co., Tulsa. En 1957 trabajaba en el Consejo Nacional de Petróleo, Brasil. Fallece en Tulsa en 1981.

[99] George Duncan Johnson, natural de Maryland (¿1900-1995?). Johns Hopkins Univ. PhD' 1934. Trabajó en la CPC entre 1938 y 1955, en geología de superficie, micropaleontología y fotogeología (BARITTO 2023), en la cuenca del Lago de Maracaibo, Falcón, Guárico y Bolívar, con 24 informes. Fotografías: c.1955 cortesía del Prof. Orlando Méndez, fuente *El Farol*, Caracas, nov.-dic. 1971. c.1925 https://jscholarship.library.jhu.edu/items/e1d06da0-4c82-4fbe-8b1e-5ea1b322cc61

una actualización a cargo del geólogo Brígido Natera (NATERA 1956).

La distribución de las unidades del Mioceno de estos mapas de 1954 aparece integrada en el mapa geológico de Venezuela a escala 1:500k de BELLIZZIA *et al.* (1976).

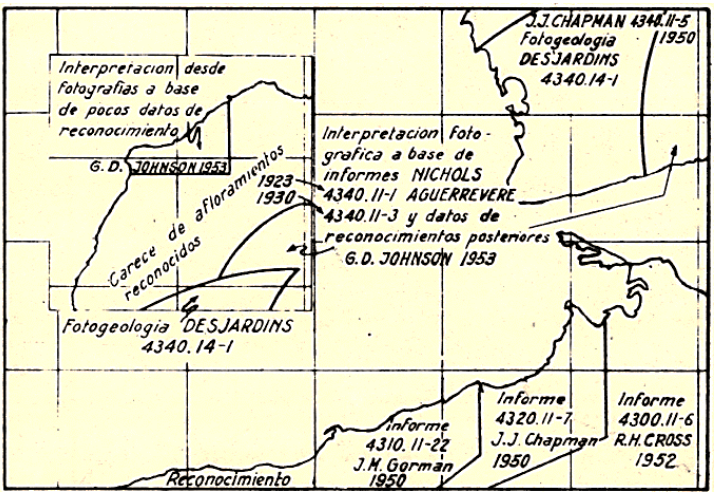
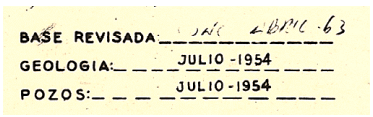
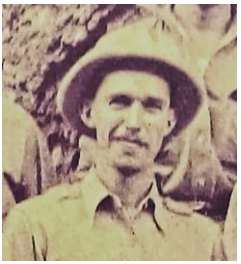


Figura 23. *Mapa índice de las fuentes de información de las hojas A4, A5, B4 y B5 de la Creole Petroleum Corporation (1954).*







1950's *c.1925*
G. Duncan Johnson

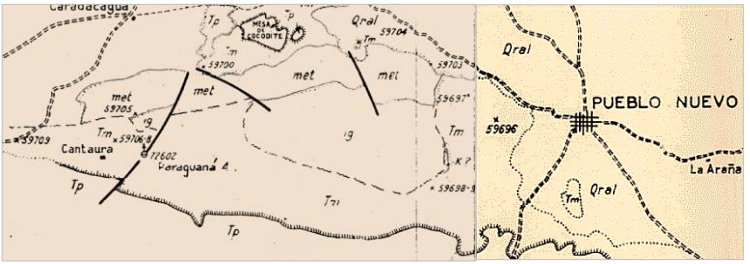


***Figura 23**. Mesa de Cocodite y alrededores.*
Qral: Aluvión Cuaternario. Tp: Plioceno, Tm: Mioceno,
K: Cretácico, met: metamórfico, ig: ígneo.
Fragmento de los mapas de la Creole Petroleum Corp. (1954) A4, A5, B4 y B5.

En **1955**, el geólogo **Raúl Laforest** (1919-1987)[100] (Fig. 24) del Ministerio de Minas e Hidrocarburos publica un mapa geológico de todo el país (LAFOREST 1955). Para Paraguaná delimita seis unidades a saber: Iga (ígneas ácidas), Igb (ígneas básicas), Kmt (Cretácico metamórfico), Tm (Mioceno), Tpm (Mio-Plioceno), Q (Cuaternario).

Este es el primer mapa en que subdivide en Neógeno en dos unidades, donde al Mioceno lo ubica como una franja en la parte sur de la mesa de Cocodite, pero también en la parte norte y cerca de Punta Macoya.

[100] Información biográfica de Raúl Laforest en FOGHIN (2007) y RODRÍGUEZ (2021: 38-39). Nacido en Haití y graduado de geólogo en la UCV, 1947.

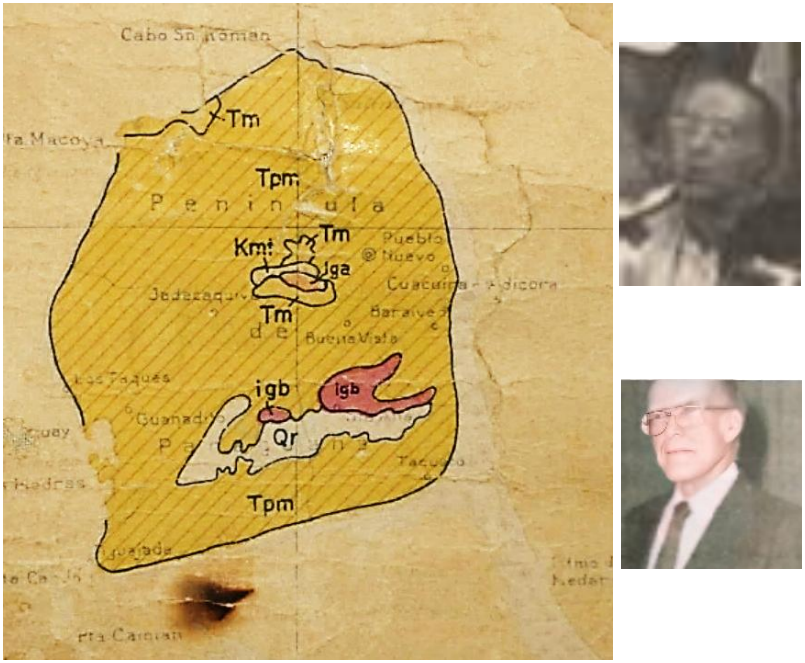


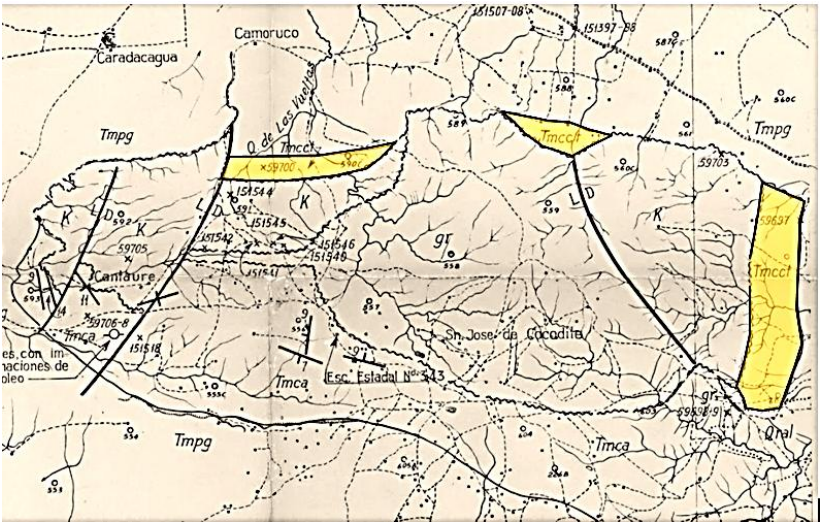
***Figura 24**. Fragmento del mapa de LAFOREST (1955).*[101]

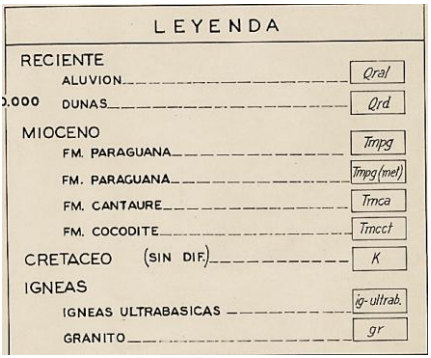
En **1956**, la empresa Creole Petroleum Corporation envía al geólogo venezolano **Brígido Natera** (1924-1989)[102] (Fig. 25) a cartografiar la Península a escala 1:50.000. Utiliza las siguientes unidades: Granito, ígneas ultrabásicas, Cretácico sin diferenciar, formaciones Cocodite, Cantaure y Paraguaná que las asigna al Mioceno, dunas y aluvión Cuaternario (NATERA 1956). Define su **Formación Cocodite** como una unidad miocena más antigua que la **Formación Cantaure**, aflorando en tres pequeñas áreas en el flanco norte y este de la mesa de Cocodite (Fig. 25).

[101] Retratos cortesía de los profesores Ana Teresa Izturiz y Sergio Foghín.

[102] Brígido Natera. Geólogo UCV´1953. Información biográfica en *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos*, 36: 50-53, 1989.

Esta unidad no ha sido cartografiada por autores posteriores, pero ha sido tentativamente correlacionada como **Formación Socorro** (BARTOK 1994) y **Formación Caujarao** (BARTOK *et al.* 2006), más jóvenes que la Formación Cantaure.





Brígido Natera
(1924-1989





Figura 25. *Fragmento del mapa de* NATERA *(1956, hoja A-4-D), donde se resalta la extensión de su "Formación Cocodite", una presunta unidad miocena más antigua que la Formación Cantaure.*

En **1956**, se publica la primera edición del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, el **Ministerio de Minas e Hidrocarburos** (MMH 1956). Contiene anexo un mapa geológico generalizado de Venezuela, donde Paraguaná la subdivide en: Rocas ígneas, Cretácico, Oligo-Mioceno y Cuaternario (Fig. 26).

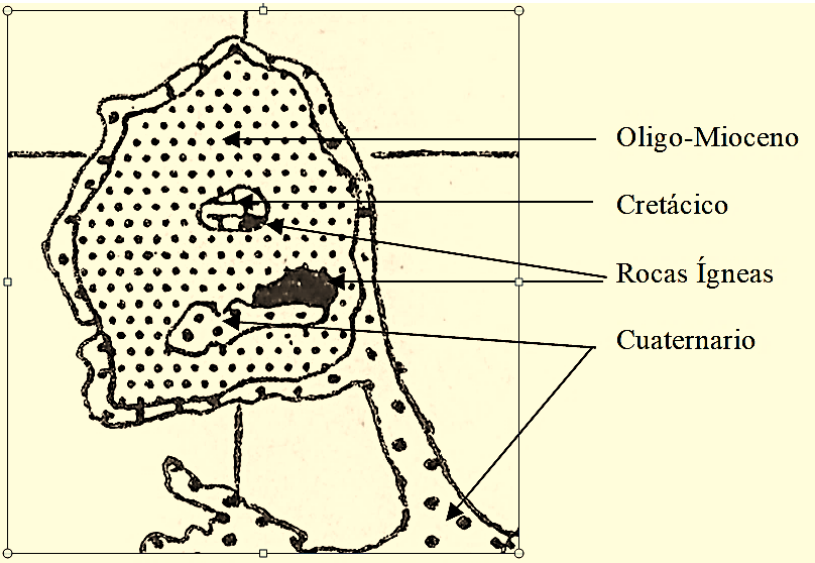


***Figura 26**. Mapa del MMH (1956).*

En **1959**, el geólogo **José G. Méndez Z.**[103] de la Cia. Shell de Venezuela estudia el yacimiento de cromita del cerro El Rodeo (MÉNDEZ 1960). Realiza perforaciones resultando en una ocurrencia sin interés comercial por su pequeño tamaño. La región de rocas ígneas máficas e ultramáficas de los cerros Santa Ana - Tausabana -El Rodeo, lo subdivide en cuatro unidades: Rocas ultramáficas, gabro, basalto sausuritizado y Cuaternario - Terciario (Fig. 27).

[103] José Gregorio Méndez Zapata. Geólogo graduado en los EEUU, con reválida de la UCV´1962. Trabajó para la Compañía Shell de Venezuela.

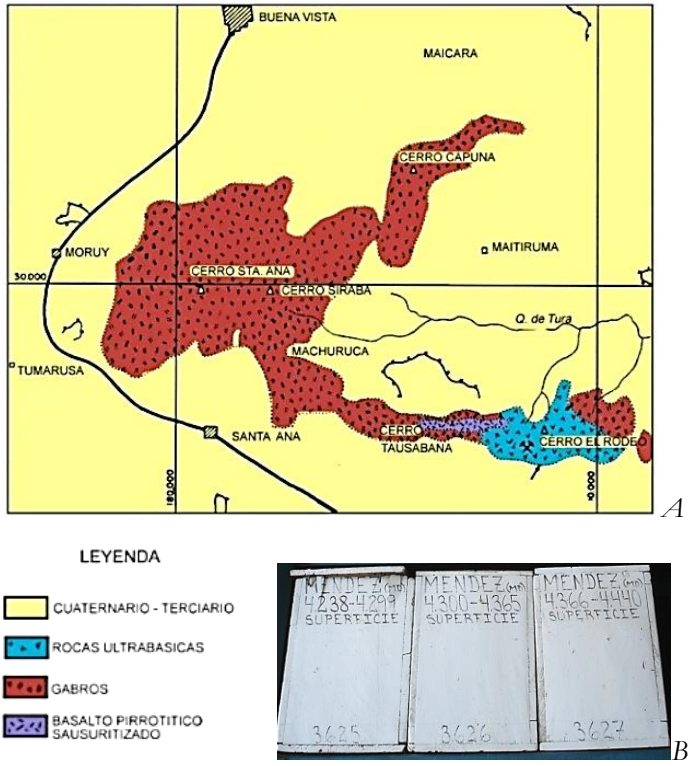


***Figura 27. A**: Mapa de MÉNDEZ (1960) de la zona de rocas máficas y ultramáficas de Santa Ana - El Rodeo. **B**: Las muestras colectadas por J. G. Méndez en la CSV, se encuentran en la Nucleoteca de La Concepción de PDVSA.*

En **1962**, con motivo de Primer Congreso Venezolano de Petróleo, un consorcio de empresas petroleras contrata al geólogo **Foster D. Smith, Jr.** (1920-2012) (Fig. 28) para integrar un mapa geológico del país. La geología de Paraguaná la simplifica en ígneas (I), Cretácico (K) y Cenozoico (C) (Fig. 28). Las rocas graníticas de la Mesa de Cocodite las ubica correctamente, rodeadas al este y oeste por su "Cretácico" (SMITH 1963).

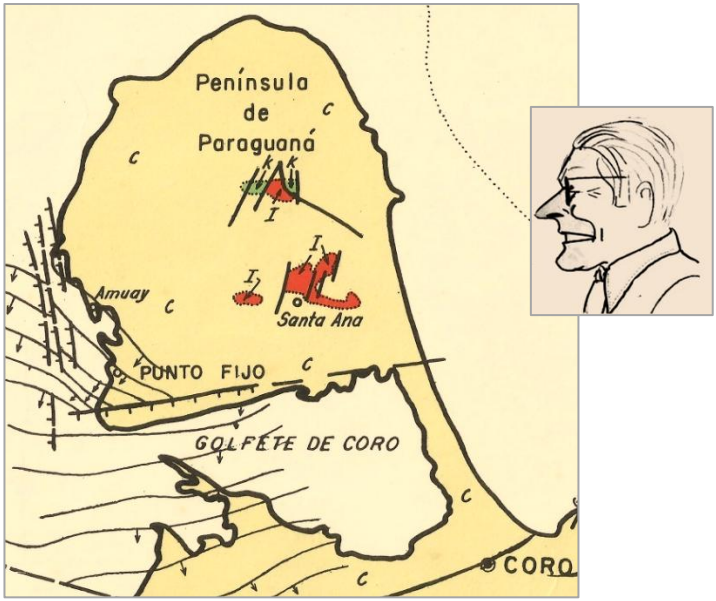


Figura 28. *Fragmento del mapa de SMITH (1963).*[104]

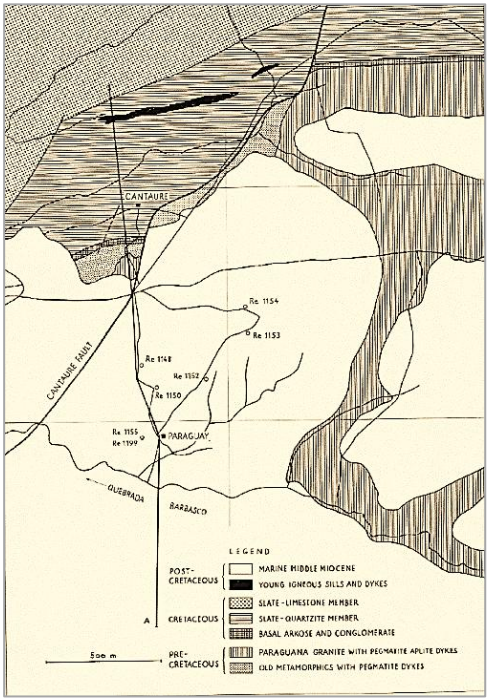
En **1965**, el paleontólogo suizo **Peter Jung** (1937-2019)[105] (Fig. 29C) publica su tesis doctoral sobre la fauna de moluscos de la Península de Paraguaná (JUNG 1964, 1965). Allí describe la Formación Cantaure, excepcionalmente rica en fósiles, que en años sucesivos será estudiada por decenas de autores hasta hoy día (e.g.: RODRÍGUEZ 1968, GIBSON-SMITH y GIBSON-SMITH 1982, 1983, 1985, 1974)[106]. Su mapa geológico es una simplificación de RENZ (1948), con la subdivisión de pre-Cretácico, Cretácico y post-Cretácico de RENZ (1948); para la descripción litológica de la unidad cita a NATERA (1956).

[104] Dibujo por el Prof. Orlando Méndez, 1972.

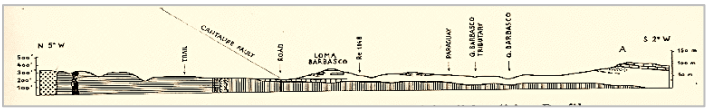
[105] Información biográfica del Dr. Peter Jung en https://sjg.springeropen.com/articles/10.1186/s00015-021-00396-4

[106] Muchos ejemplares de moluscos de Paraguaná se encuentran en el Museo de Historia Natural de Basilea.

"JUNG (1965) reporta 146 especies de moluscos, de las cuales las siguientes fueron descritas como nuevas especies: *Nucula (Sacella) parva, N. (S.) gnamon, N. (S?) gracillima, Nucula (Politoleda?) forcarti, Anadara (Cunearca) inutilis, Noetia dauleana paraguanensis, Corbula (Caryocorbula) fortis, Acmaea ? astroides, Cirsotrema undulatum, Crepidula? (Crepipatella?) insculpta, Murex (Siratus?) triangularis, Eupeura kugler, Fusinus mithras, Voluta vautrini, Cancellaria (Euclia) werenfelsi, Cancellaria (Bivetiella) beata, Trigonostoma woodringi, Crassispira conica, Knefastia kugleri, Borsonia (Paraborsonia) cantaurana, Conus wiedenmayeri, Conus aristos, Conus talis* y *Hastula lissa*." (M. A. Lorente, LEV, 1997)



A




B

C

Figura 29. ***A****: Mapa geológico de* JUNG *(1965) para la localidad tipo de la Formación Cantaure. Es una versión simplificada del mapa de* RENZ *(1948).* ***B****: Casa Cantaure.* ***C****: Dr. Peter Jung (1937-2019).*

1965-1966, la empresa Texaco envía a los geólogos **R. K. Robbins**[107], **A. D. Ferrell**[108], **Wolfgang Scherer**[109] y **Luis Figuera**[110], para realizar un reconocimiento geológico de la Península de Paraguaná (Fig. 30) y la Sierra de San Luis (ROBBINS 1965, ROBBINS y SCHERER 1965). El interés de la empresa estaba en el Golfo de Venezuela, en el cual habían participado en una campaña de sísmica, por eso envían a sus cuadrillas para levantar secciones estratigráficas en las zonas circunvecinas de Paraguaná, Sierra de San Luís y oeste de Coro, colectando muestras para estudios de micropaleontología y palinología (W. Scherer, com. pers. 2024).

[107] Raymond K. Robbins. En los años 1950´s trabajó en minas de carbón de Tennessee. Permanece por poco tiempo en Venezuela durante los levantamientos de Paraguaná y Sierra de San Luis. Luego se traslada a Perú, Ecuador y Colombia con la misma empresa Texaco.

[108] Albert D. Ferrell "Al" se incorporó al trabajo de Falcón al retirarse R. K. Robbins (W. Scherer, com. pers.). En 1979 trabajaba en Texaco Trinidad Inc.

[109] Wolfgang Scherer. Geólogo UCV´1965 (Promoción 1964). Apenas graduado es contratado por la Texaco y enviado a Falcón. Es uno de los fundadores de INTEVEP.

[110] José Luis Figuera Salazar "El Sordo". Geólogo UCV´1963 (Promoción 1962)..



A B C

Figura 30*. Cuadrilla de la Texaco 1965-1966 en Paraguaná.* ***A****: Al Ferrell.* ***B*** *y* ***C****: De derecha a izquierda W. Scherer, L. Figuera y obreros locales.*

En **1966** la empresa Mobil Oil Co. envía al geólogo **Elmer E. Bierwagen**[111] (Fig.2.2.31) a realizar un nuevo reconocimiento en la Península de Paraguaná.

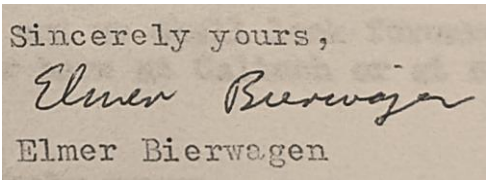


Figura 31*. Firma de Elmer E. Bierwagen.*[112]

[111] Elmer Emanuel Bierwagen (1930-1984). PhD en geología de la Universidad de Princeton 1964. https://www.ancestry.com/genealogy/records/elmer-emanuel-bierwagen-24-2038rf

[112] Firma de septiembre 1957, cortesía de Penny Neder-Muro, Archives y Special Collections CALTECH. *Papers of Robert P. Sharp, 1933-1996*. Box 2, Folder 26. Bierwagen Elmer E.

En las décadas de los años 1950 y 1960´s, las principales empresas petrolera que operaban en Venezuela enviaron su propio personal para realizar nuevos levantamientos geológicos en la Península de Península, probablemente por las mismas razones que tuvo la empresa Texaco en 1964-1965, como una manera de obtener información geológica para extrapolar hacia el Golfo de Venezuela y a la Ensenada de la Vela.

En **1967** el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, contrata temporalmente al geólogo estadounidense Dr. **William D. MacDonald**[113] (Fig. 32C), para hacer un levantamiento de la Mesa de Cocodite. Define formalmente la Formación Pueblo Nuevo del Jurásico, el Plutón El Amparo y también una unidad informal que denomina "*Lutita Arcillosa de Punto Fijo*" del Mioceno (MACDONALD 1967, 1968) (Fig. 32A). Esta última unidad corresponde a la Formación Cantaure. El autor señala que El Amparo es intrusivo en Pueblo Nuevo, si bien en el texto no se indica el lugar donde haya observado esta relación, ni está reflejado en el mapa. De ser cierta esta relación, El Amparo sería post-Jurásico, lo cual queda descartado a partir de la edad Pérmica que se señala en los siguientes párrafos.

Cerca de El Pizarral en la Filita Pueblo Nuevo, el Dr. MacDonald halló amonites mal preservados. Estos son estudiados e identificados por el paleontólogo **Ralph W. Imlay** (1908-1989)[114] (Fig. 32C) del USGS, asignándoles una edad Jurásico Tardío (Fig. 23D).

[113] El Dr. William MacDonald realizó su tesis doctoral en la Península de la Goajira (Colombia) bajo la dirección del Dr. H. H. Hess en su proyecto de estudios del Caribe. Su venida a Venezuela se debe a semejanzas litológicas entre la "Formación Pueblo Nuevo" con unidades de la Península de la Guajira en Colombia, donde él acababa de realizar su tesis doctoral.

[114] El Dr. Ralph William Imlay fue un destacado paleontólogo estadounidense. Información biográfica en https://www.conchology.be/?t=9001yid=76021

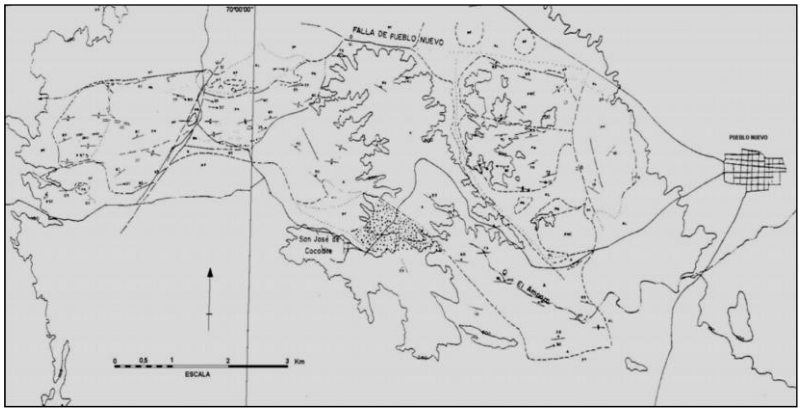
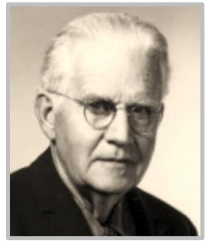


***Figura 32 A**: Fragmento del mapa de MACDONALD (1968) para la zona de Pueblo Nuevo y Mesa de Cocodite.*



B



C

***Figura 32. B** W. MacDonald. **C**: R. W. Imlay (1908-1989).*

En **1967** el geólogo **Gustavo Feo-Codecido**[115] (1920-1986) (Fig. 33A) de la Cia. Shell de Venezuela realiza estudios geológicos en la Península de Paraguaná. Envía una muestra del "Granito de Paraguaná" (hoy Metagranodiorita El Amparo) a los laboratorios de Shell Development Corporation en Houston para determinar su edad por el método de U-Pb en titanita. Obtiene edades pérmicas

[115] Gustavo Feo-Codecido. Geólogo de la 2da promoción de la UCV, 1945. Información biográfica de G. Feo Codecido en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/071/071009/pdfs/1097.htm?q=%2BtitleStrip%3Acodecido

de 262 y 265 Ma (FEO-CODECIDO, com. personal de 1967 publicada en MARTÍN-BELLIZZIA 1968: 369).

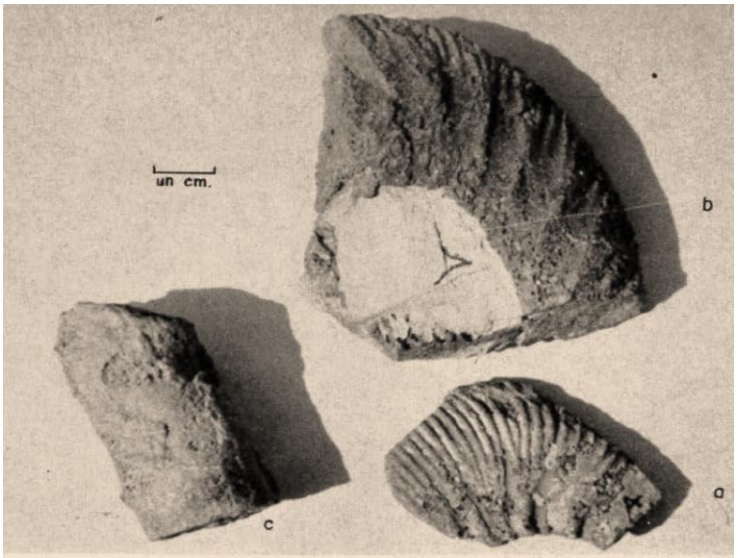


FIG. 5 AMONITES DEL JURASICO SUPERIOR DE LA FORMACION PUEBLO NUEVO.
a. *Virgatosphinctes* sp.
b. *Virgatosphinctes* sp.
c. *Orthaspidoceras* sp.
(Identificación por R. W. Imlay, Servicio Geológico de los Estados Unidos, Washington).

***Figura 32.D**: Amonites del Jurásico hallados por el Dr. W. D. MacDonald en la Filita Pueblo Nuevo e identificados por el Dr. R. M. Imlay.*

En **1968** el geólogo Feo Codecido prepara un extenso artículo sobre la geología y los recursos naturales de la Península de Paraguaná (FEO-CODECIDO 1968). Al año siguiente, con base a este trabajo, la nueva edad U-Pb, el trabajo recién publicado de MACDONALD (1968) y disponiendo del informe de RENZ (1948, inédito), prepara una guía de excursión geológica para el *IV Congreso Geológico Venezolano* realizado en **1969** y publicada en 1971(FEO-CODECIDO 1969, 1971). El autor propone la siguiente secuencia de unidades aflorantes en toda la Península (Fig. 33B):



***Figura 33A**. Gustavo Feo Codecido (1920-1986).*

1- Serie metamórfica, de presunta edad pre-Devónico que corresponde al cuerpo de "*Old metamorphics*" de la zona de Miralejos de RENZ (1948, inédito). Esta unidad la denomina *Formación Miralejos.*

2- *Granito de Paraguaná*, de edad Pérmico.

3- Serie semi-metamórfica del Jurásico - Cretácico con ocasionales amonites (e.g.: fam. Perisphinctidae). En vez de utilizar las descripciones de MACDONALD (1968), para esta unidad sigue la subdivisión propuesta por RENZ 1948, en tres miembros: a- conglomerado basal y arcosa, b- pizarra-cuarcita y c- pizarra-caliza.

4- *Gabro de Santa Ana* que considera del Terciario inferior, donde se incluyen a todas las rocas ultrabásicas, gabro y volcánicas, de las zonas de Arajó, Santa Ana y El Rodeo.

5- Mioceno medio a Plioceno no diferenciado (aquí incluye a las actuales formaciones Cantaure y Paraguaná).

En el mapa geológico de toda la Península que se anexa en la guía, para la zona de Cocodite reproduce en forma simplificada el mapa previo de RENZ (1948, inédito).

A la Filita Pueblo Nuevo le asigna una edad Jurásico-Cretácico, basado en los amonites jurásicos ubicados en la mitad occidental de la unidad por el Dr. MacDonald, y el amonite considerado como típicamente del Cretácico colectado por Kehrer en el cerro La Luz de la mitad oriental de la unidad.

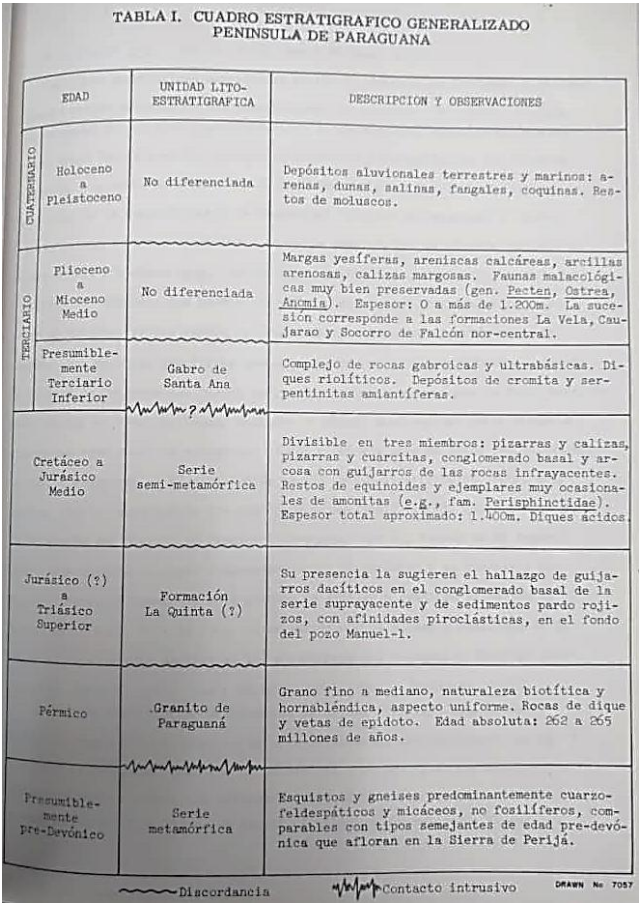


TABLA I. CUADRO ESTRATIGRAFICO GENERALIZADO
PENINSULA DE PARAGUANA

	EDAD	UNIDAD LITO-ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	Holoceno a Pleistoceno	No diferenciada	Depósitos aluvionales terrestres y marinos: arenas, dunas, salinas, fangales, coquinas. Restos de moluscos.
TERCIARIO	Plioceno a Mioceno Medio	No diferenciada	Margas yesíferas, areniscas calcáreas, arcillas arenosas, calizas margosas. Faunas malacológicas muy bien preservadas (gen. Pecten, Ostrea, Anomia). Espesor: 0 a más de 1.200m. La sucesión corresponde a las formaciones La Vela, Caujarao y Socorro de Falcón nor-central.
	Presumiblemente Terciario Inferior	Gabro de Santa Ana	Complejo de rocas gabroicas y ultrabásicas. Diques riolíticos. Depósitos de cromita y serpentinitas amiantíferas.
	Cretáceo a Jurásico Medio	Serie semi-metamórfica	Divisible en tres miembros: pizarras y calizas, pizarras y cuarcitas, conglomerado basal y arcosa con guijarros de las rocas infrayacentes. Restos de equinoides y ejemplares muy ocasionales de amonitas (e.g., fam. Perisphinctidae). Espesor total aproximado: 1.400m. Diques ácidos.
	Jurásico (?) a Triásico Superior	Formación La Quinta (?)	Su presencia la sugieren el hallazgo de guijarros dacíticos en el conglomerado basal de la serie suprayacente y de sedimentos pardo rojizos, con afinidades piroclásticas, en el fondo del pozo Manuel-1.
	Pérmico	Granito de Paraguaná	Grano fino a mediano, naturaleza biotítica y hornabléndica, aspecto uniforme. Rocas de dique y vetas de epidoto. Edad absoluta: 262 a 265 millones de años.
	Presumiblemente pre-Devónico	Serie metamórfica	Esquistos y gneises predominantemente cuarzo-feldespáticos y micáceos, no fosilíferos, comparables con tipos semejantes de edad pre-devónica que afloran en la Sierra de Perijá.

Discordancia — Contacto intrusivo — DRAWN No 7057

***Figura 33B**. Cuadro estratigráfico generalizado de la Península de Paraguaná (FEO CODECIDO 1969).*

En **1968** los geólogos **José Gregorio Méndez Zapata** y **Edgar H. Guevara** (1942-2021)[116] (Fig. 34A) de la Cia. Shell de Venezuela,

[116] Edgar H. Guevara Sánchez, Geólogo UCV'1960, PhD Austin Texas´1974. Obituarios en https://www.dignitymemorial.com/obituaries/houston-tx/edgar-guevara-10218925
https://www.jsg.utexas.edu/news/2021/11/memorials-8/

preparan un mapa geológico del Golfo de Venezuela y las penínsulas de la Guajira y Paraguaná. Para ésta última localidad se basan en RENZ (1948, inédito) y BECK (1952, inédito), cartografían las siguientes unidades (MÉNDEZ Y GUEVARA 1969, inédito) (Fig. 34C):

-Mioceno-Plioceno, Cuaternario.

-Complejo básico-ultrabásico de Santa Ana-El Rodeo.

-Formación Pueblo Nuevo (Jurásico)(Jpn).

-Granito gnéisico y cuarzo-diorita (Pérmico) (Ig-Gn).

-Metamórficas de Miralejos (pre-Devónico) (pD-m).

Para la zona de Cocodite (Fig. 22C) utilizan la cartografía geológica de RENZ (1948, inédito), pero adoptan el nombre de Formación Pueblo Nuevo recién propuesto por MACDONALD (1967, 1968) y utilizan la edad pérmica para las rocas graníticas. Para la unidad informal de "*Old metamorphics*" de Renz de la zona de Miralejos al norte del cerro La Luz, acuñan el nombre de "Metamórficas de Miralejos" con la sigla de p-D-m, refiriendo a una edad pre-Devónico.



A

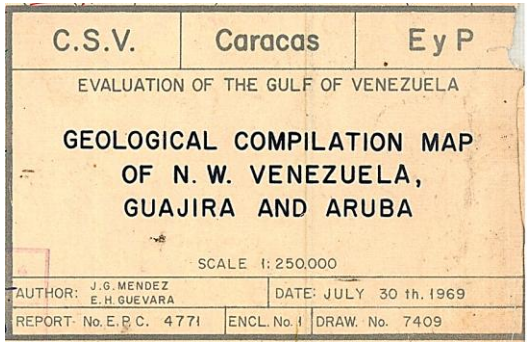
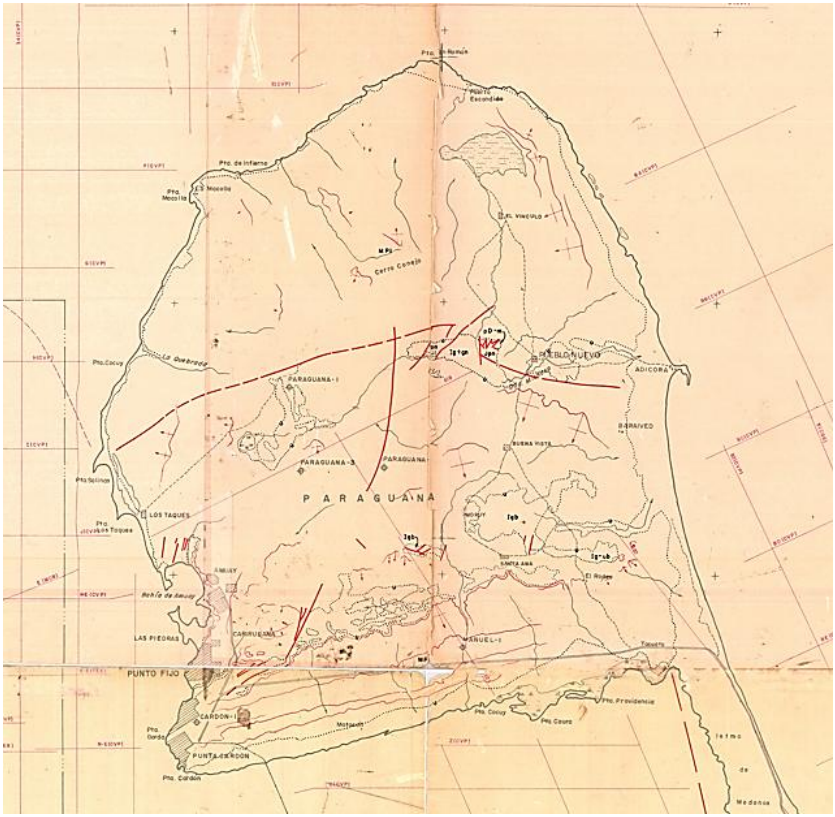


***Figura 34 A**: Edgar H. Guevara (1942-2021).*



PRE-CRETACEOUS
(Paraguaná)

JURASSIC	J-pn	Pueblo Nuevo Fm.
PERMIAN	Ig-gn	Gneissic granite and quartz-diorite
PRE-DEVONIAN	pD-m	Metamorphics of Miralejos

Ig	Igub	Basic-ultrabasic complex of Santa Ana-Rodeo, Paraguaná

B

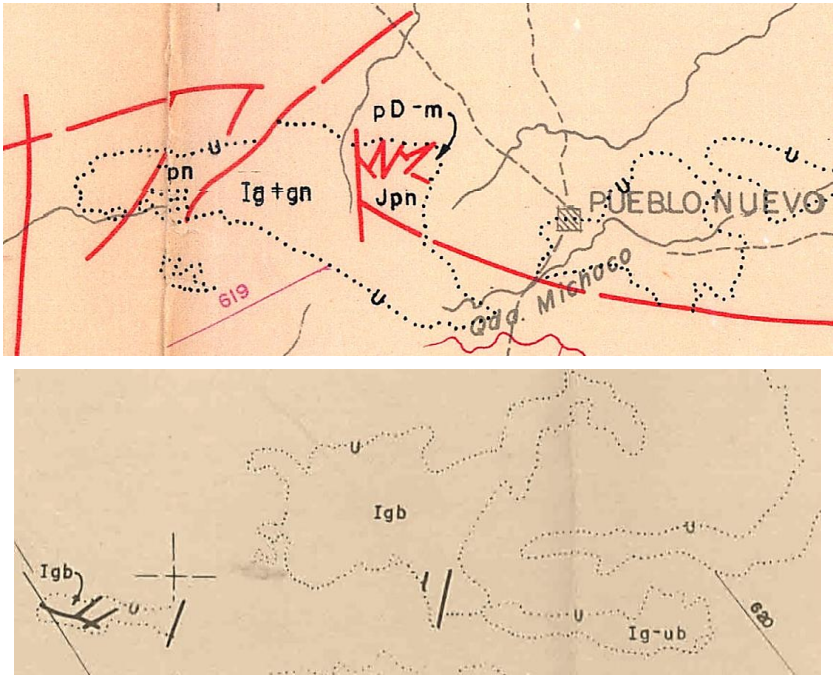
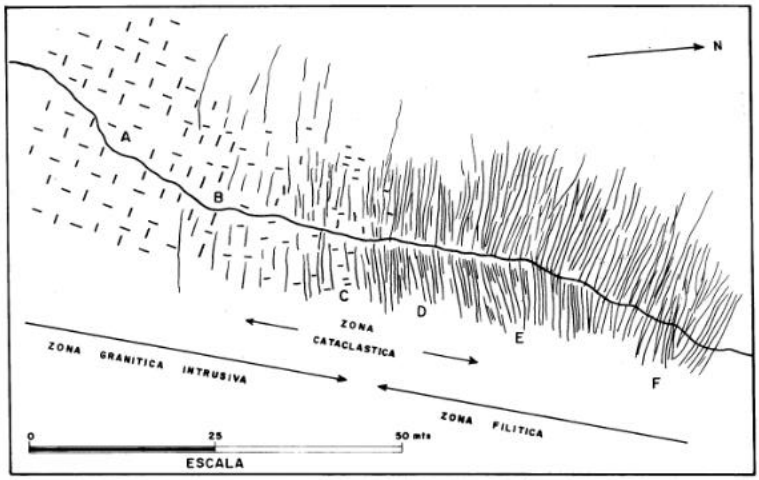


***Figura 34B**: Fragmentos del mapa de la Península de Paraguaná de MÉNDEZ y GUEVARA (1968, inédito) en la región de mesa de Cocodite y del Cerro Santa Ana. Unidades: pD-m: Metamórficas de Miralejos, Ig+gn: granito gnéisico y cuarzo-diorita, Jpn: Formación Pueblo Nuevo.*

En **1969**, **Albert D. Ferrell** de la Texaco, presenta un informe de síntesis de las actividades reseñadas previamente para los años 1965-1966. Señala que se puso énfasis en la estratigrafía, ya que el fin último era establecer una interpretación estratigráfica confiable para complementar los datos estructurales interpretados de la sísmica del sureste del Golfo de Venezuela.

En **1969**, el geólogo **Simón Rodríguez** del MMH publica un estudio petrográfico de muestras colectadas en una sección de unos 100 m que cruza el contacto de falla entre la Metagranodiorita El Amparo y la Filita Pueblo Nuevo (Fig. 34C-E). Distingue seis zonas (Fig. 34C), que atribuye a alteración hidrotermal por los presuntos

efectos intrusivos de El Amparo en Pueblo Nuevo. Con la información geocronológica actual esta interpretación se descarta, ya que la unidad Pueblo Nuevo del Jurásico fue depositada inconformemente sobre El Amparo del Pérmico. De manera que la "zonación" descrita solo corresponde al contacto de falla en dominio frágil, mostrando el aumento de efectos cataclásticos hasta el preciso lugar de contacto.



Zonaciones en el contacto Igneo – Metamorfico

C

a) Zona granítica, en la cual menores signos de procesos cataclásticos, e hidrotermales son reconocidos.

b) Zona granítica de carácter pseudogneisoide, y en la cual una intensa sencitización, y sausuritización de los minerales esenciales está presente.

c) Zona cataclástica granítica, caracterizada por la alta silicificacion, sericitización e intenso fracturamiento de los minerales primarios.

d) Zona cataclástica filítica, tipificada por una profunda hematitización, silicificación y sericitización. Formación de biotita y clorita son importantes fenómenos dentro de esta zona de alteración.

e) Una zona filítica en la cual los procesos cataclásticos han sido menores y donde la alteración hidrotermal produjo consecuencias leves, esencialmente fracturamiento y menor sericitización.

f) Zona filítica, caracterizada por rocas metamórficas de muy bajo grado, de colores verdosos, plásticas y con una notable foliación.

D

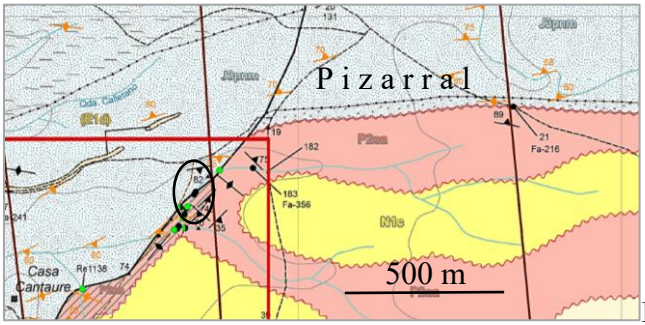


***Figura 34. C-D**: Sección estudiada por RODRÍGUEZ (1969).*
***E**: El óvalo negro ubica el lugar de estudio de RODRÍGUEZ (1969) sobre el mapa de MENDI et al. (2019)*

En **1970**, **D. J. Thomas** y **W. MacDonald** (1970) discuten la validez de la sección tipo de la Formación Cantaure publicada por Jung (1965) y, proponen que una nueva sección sea designada (THOMAS y MACDONALD 1970), además:

> "*La siguiente fauna fue reportada en Thomas y MacDonald, proveniente de una muestra tomada por MacDonald (USGS localidad 23888, 6,2 km al oeste-nororeste de San José de Cocodite), e identificada por Jung:* Turritella cocoditana, Architectonica (A.) nobilis karsteni, Marginocypraea wegeneri, Ficus carbasea, Murex *sp.,* Cymatophoa paraguanensis, Xancus falconensis, Conus *sp.,* Polystira barretti, Fusiturricula *cf.* F. yaquensis, Terebra (Paraterebra) inaequalis, Nucula paraguana, Clementia (C) dariena, Pitar (Liophora) *cf.* C. quirosensis" (M. A. Lorente, LEV, 1997).

En **1970**, las geólogas **Cecilia Martín de Bellizzia** (1921– 2006)[117] (Fig. 35A) y **Juana María Iturralde de Arrozena** (1940-2015)[118]

[117] Cecilia Martín. Geólogo UCV'1947. Información biográfica en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 143: 292-299, 2023.

[118] Juana María Iturralde. Geólogo UCV´1965, tesis en la Península de Paria. Información biográfica por M. Castro Mora en *Bol. Historia de las Geociencias en Venezuela*, 135: 18-23, 2015.

(Fig. 35B) realizan la cartografía geológica y petrografía de las rocas máficas y ultramáficas de las elevaciones de Santa Ana y adyacencias (Fig. 35C,D), cartografiando las unidades:

1- Complejo ultramáfico zonado de Tausabana - El Rodeo,

2- Gabro zonado olivinífero - anortosítico de Siraba - Capuana,

3- Complejo subvolcánico toleítico bandeado de Santa Ana, que, a su vez, lo subdivide en las siguientes subunidades:

1- Productos de alteración supergénica silico-ferruginosa-magnesiana.

2- Gabro pegmatítico.

3- Anortosita - gabro anortosítico de Capuana.

4- Gabro olivinífero de Siraba.

5- Basalto afanítico dominante, basalto porfídico y capas gabroides.

6- Basalto porfídico dominante, basalto afanítico y capas gabroides.

7- Gabro sausuritizado.

8- Basalto gabroide de Santa Ana, con capas de flujos gradados basálticos, piroxeno y hornbléndicos.

9- Gabro pegmatítico de El Rodeo, gneisoide y gradado.

10- Piroxenita oliviníferа, troctolita, piroxenita en capas de flujo gradadas.

11- Dunita.

12- Harzburgita.

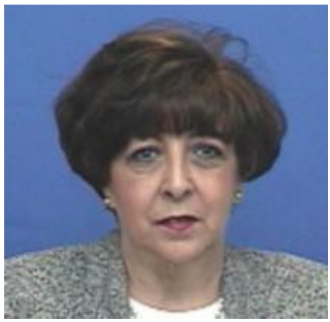
Para la Mesa de Cocodite utiliza las unidades de:

1- Pérmico, Meta-granodiorita de El Amparo.

2- Jurásico-Cretácico, Formación Pueblo Nuevo.

En este trabajo por primera vez aparece publicado el nombre de "Metagranodiorita El Amparo", tal como había sido propuesto por DICKEY (1932, inédito) (MARTÍN DE BELLIZZIA e ITURRALDE DE ARROCENA **1972**).


A


B

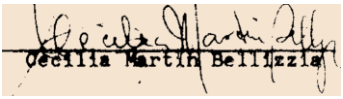


***Figura 35. A**: Cecilia Martín de Bellizzia (1921-2006).*
***B**: Juana María Iturralde de Arrozena (1940-2015).*

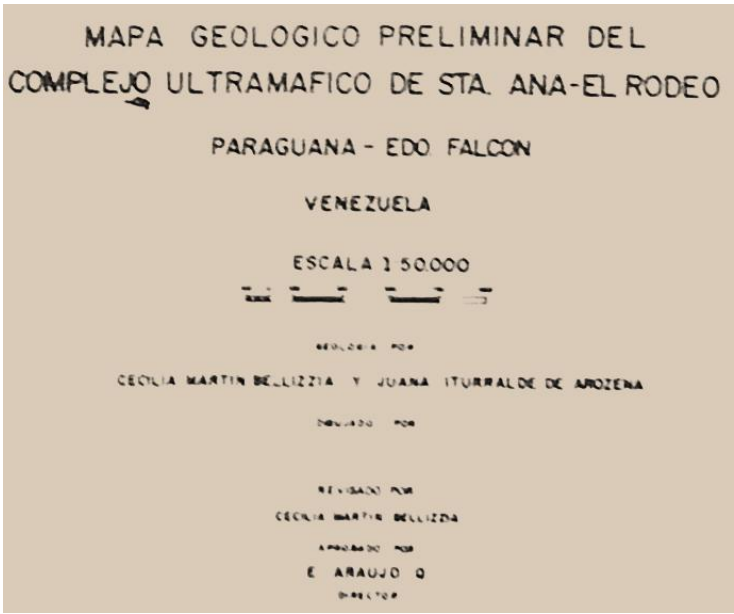
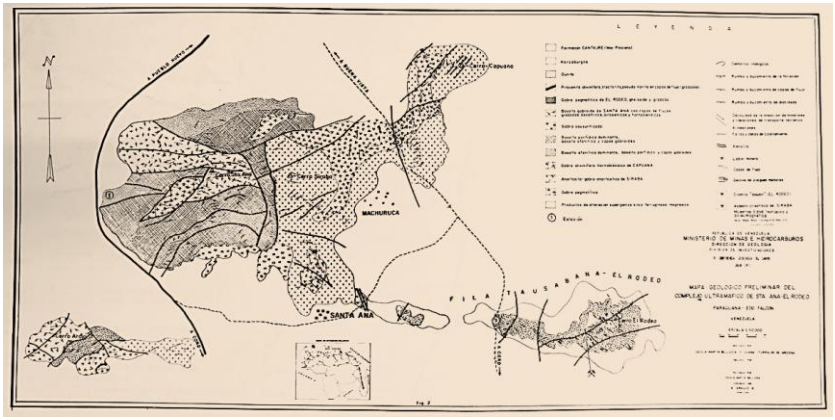


***Figura 35 C**: Mapa geológico del macizo de Santa Ana y alrededores, versión de 1971, previo a la publicación de 1972.*



Formación CANTAURE (Mio-Plioceno)

Harzsburgita

Dunita

Piroxenita olivinífera, troctolita, pseudo norita en capas de flujo (gradadas)

Gabro pegmatítico de EL RODEO, gneisoide y gradado

Basalto gabroide de SANTA ANA con capas de flujos gradadas basálticas, piroxénicas y hornabléndicas

Gabro sausuritizado

Basalto porfídico dominante, basalto afanítico y capas gabroides

Basalto afanítico dominante, basalto porfídico y capas gabroides

Gabro olivinífero-hornabléndico de CAPUANA

Anortosita-gabro anortosítico de SIRABA

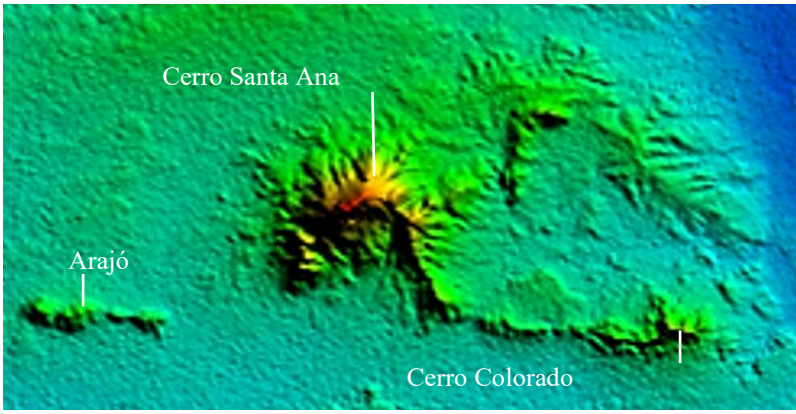
Gabro pegmatítico

Productos de alteración supérgenica silico-ferruginosa-magnésico

Figura 35 C: *Leyenda.*



E



D

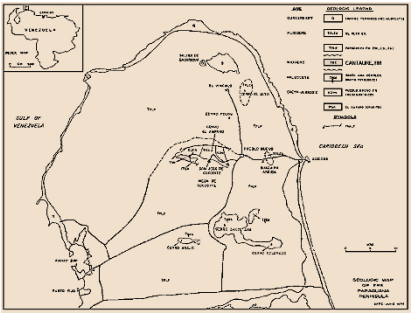
Figura 35.

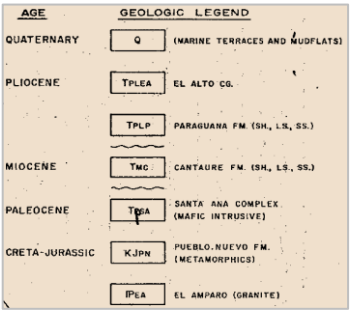
E: *Mapa de MARTÍN DE BELLIZZIA e ITURRALDE DE ARROZENA (1972).* ***F:*** *Modelo Digital de Elevación de los alrededores del Cerro Santa Ana donde afloran rocas ígneas máficas y ultramáficas (ampliación de la Fig. 3).*

En **1974** los geólogos de la empresa Texas Petroleum Company, **Vernon F. Hunter**[119] y **Peter Bartok**[120] (Fig. 36) publican el más completo trabajo sobre las unidades cenozoicas de la Península de Paraguaná. Describen con la Formación Cantaure, con la secuencia de estudios de su rica fauna. También describen la Formación Paraguaná y el Conglomerado de El Alto (HUNTER y BARTOK 1974). Presentan un mapa geológico simplificado (Fig. 27B), con siete unidades (Fig. 27C).



Peter Bartok





[119] Vernon Fredrick Hunter (1919–2002). Estratígrafo-paleontólogo inglés que en 1970's-1980´s trabajó en Venezuela y Colombia para empresas del grupo Texas Petroleum Co. En 1979 presentó su tesis doctoral ante la Universidad de Londres (*The biostratigraphy and geological definition of the Mid-Tertiary stratigraphic units of Northern Venezuela and adjacent areas*).

[120] Peter Bartok. Geólogo/geofísico de exploración petrolera. M.S. en geología de la State University of New York at Buffalo. Profesor de geología en la Universidad de Houston. https://www.bartokinc.com/

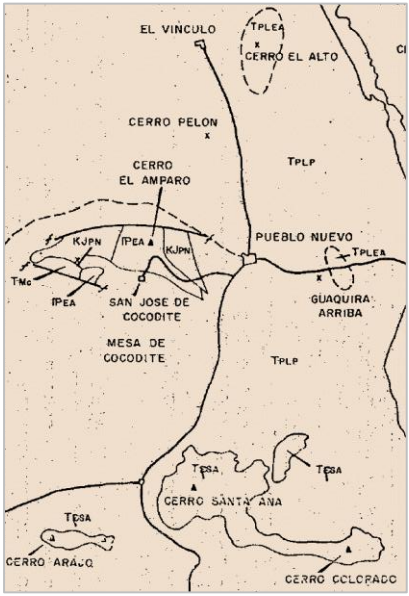


***Figura 36**. Detalle del mapa geológico de la Península de Paraguaná (HUNTER y BARTOK 1974).*

GUAJIRA PENINSULA	CENTRAL FALCON		PARAGUANA PENINSULA		AGE
CASTILLETES FM.	CORO FM.		El Alto conglomerate		PLIOCENE
	LA VELA FM.	Chiquaje member	PARAGUANA FM.	Amuay limestone member	
				El Hato silt/shale member	
		Curazaito member			U. MIO.
	CAUJARAO FM.				
	SOCORRO FM.				M. MIO.
JIMOL FM.	Quereles shale CERRO PELADO FM.		CANTAURE FM.		L. MIO.
UITPA FM.	AGUA CLARA FM.				

***Figura 36**. Cuadro de Correlación de las unidades cenozoicas de la Península de Paraguaná, comparado con Falcón Central y Península de Goajira (HUNTER y BARTOK 1974).*

En **1974** la geóloga **María Lourdes Díaz de Gamero**[121] (Fig. 37) publica un trabajo sobre la fauna de foraminíferos planctónicos de la Formación Cantaure, e interpreta una edad en la parte superior del Mioceno temprano (DÍAZ DE GAMERO 1974). El trabajo incluye un mapa geológico con la ubicación de las muestras estudiadas, tomado de JUNG (1965).



Fig. 37*. María Lourdes Díaz de Gamero.*

"Díaz de Gamero (1974) publicó una lista extensa de foraminíferos planctónicos y bénticos de la Formación Cantaure. Entre los planctónicos, se encuentran: *Globigerina ciperoensis angustiumbilicata, G. praebulloides, Globigerinoides bisphericus, G. trilobus, Globigerinatella insueta*. Entre los bénticos se encuentran varias especies de *Quinqueloculina, Triloculina, Massilina, Spiroloculina, Textularia, Bolivina, Ammonia* y *Hanzawaia*. Hunter y Bartok (1974) reportan, asociados a los niveles de moluscos, los siguientes foraminíferos planctónicos: *Globigerinoides diminutus, G. sacculifer, G. obliquus, G. subquadratus, Globorotalia peripheroronda, Globigerina venezuelana, Globoquadrina altispira* y *G. dehiscens*. Rey (1996) estudia la microfauna de foraminíferos, reportando además la presencia de ostrácodos, briozoarios de formas incrustantes y bifoliadas, micromoluscos y pterópodos del género *Vaginella*." (M. A. Lorente, LEV, 1997).

[121] María Lourdes Díaz de Gamero. Geólogo UCV´1962. Información biográfica en M. Castro Mora en *Boletín de Historia de las Geociencias*, 79: 3-25, 2002 y en 143: 321-323, 2023.

En **1974**, los geólogos **Donald Goodard**[122] y **Xavier Picard**[123] (1940 - 1980) publican un trabajo sobre los afloramientos de roca de playa de la costa venezolana. Para la Península de Paraguaná reportan afloramientos en la zona de los médanos de Coro y hacia Cabo San Román (Fig. 37B). Aportan dos hipótesis sobre su origen (GODDARD y PICARD 1974).

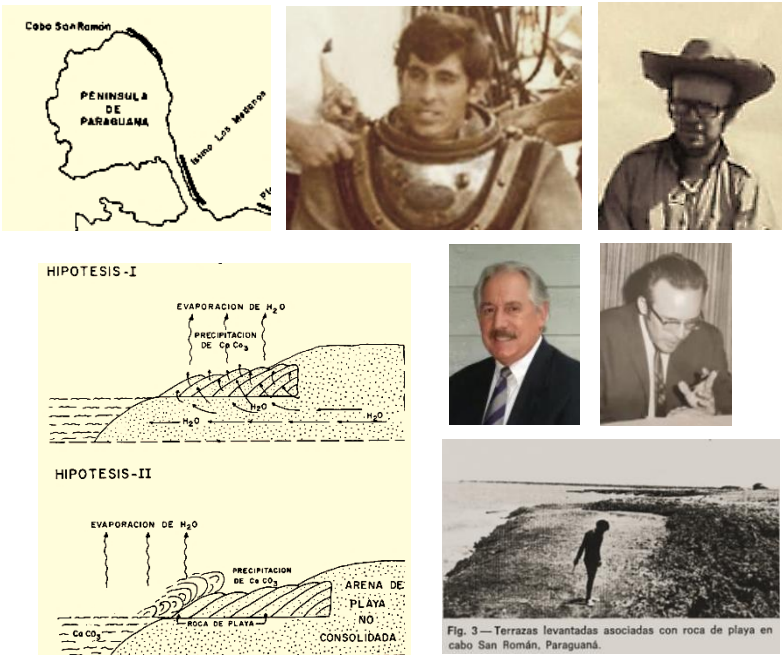


***Fig. 37B**. Roca de playa en la Península de Paraguaná (GODDARD y PICARD 1974). Retratos de D. Goddard (1970) y X. Picard (1974).*

[122] Donald Alan Goddard Ururela. Florida State Univ. B.S.´1965, Univ. of London MS, PhD´1978. Reválida UCV´1988. Trabajó en la División de Geología Marina del MMH, MARAVEN y Louisiana State University.

[123] Xavier Marie Picard Cadillat (1942-1980). Geólogo UCV´1967 (Promoción 1966), tesis en la Península de Paria. M.Sc. en Geología Sedimentaria UCV´1975. Trabajó en el MMH, UCV (como coautor del libro de *Geología de Venezuela y sus Cuencas petrolíferas por* C. González de Juana, X. Picard y J. M. Iturralde, 1980). Luego en INTEVEP. Biografía en GODDARD (1994).

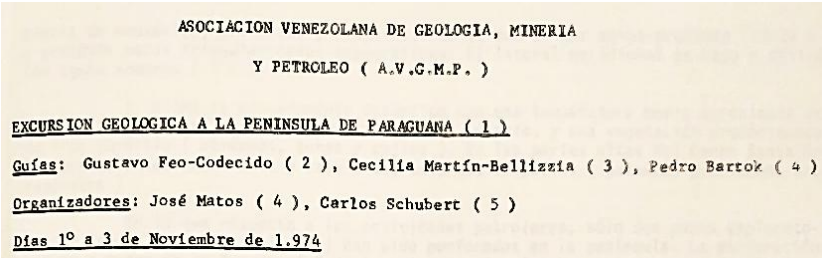
En **noviembre 1974**, los geólogos **Gustavo Feo Codecido**, **Cecilia Martín de Bellizzia** y **Peter Bartok**, guían una excursión a la Península de Paraguaná (Fig. 38). Interesa la combinación de los tres guías de la excursión:

- G. Feo Codecido había conducido una excursión durante el VI Congreso Geológico Venezolano de 1969.

- Martín de Bellizzia junto a J. M. Iturralde habían publicado en 1972 el trabajo más completo sobre las rocas máficas y ultramáficas del cerro Santa Ana y circundantes y,

- P. Bartok quién junto a V. Hunter en septiembre publicaron su trabajo sobre las unidades cenozoicas.

En la guía de la excursión utilizan el mapa de Feo-Codecido (1969), el cuadro de correlación de las unidades cenozoicas de HUNTER y BARTOK (1974) y el mapa de las rocas ígneas circundantes al Cerro Santa Ana de MARTÍN-BELLIZZIA y ITURRALDE (1972).



ASOCIACION VENEZOLANA DE GEOLOGIA, MINERIA

Y PETROLEO (A.V.G.M.P.)

EXCURSION GEOLOGICA A LA PENINSULA DE PARAGUANA (1)

Guías: Gustavo Feo-Codecido (2), Cecilia Martín-Bellizzia (3), Pedro Bartok (4)

Organizadores: José Matos (4), Carlos Schubert (5)

Días 1º a 3 de Noviembre de 1.974

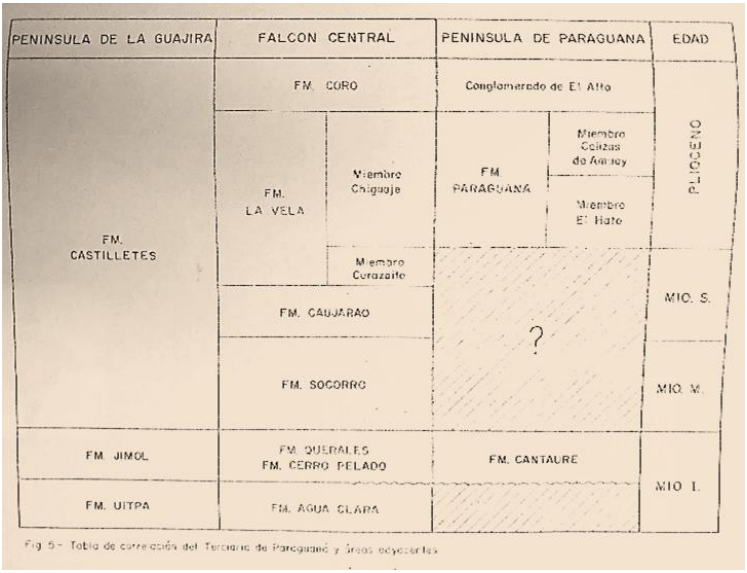


Figura 38. *Portada y Cuadro de correlación de las unidades cenozoicas de la Península de Paraguaná, de la guía de excursión de* FEO CODECIDO et al. *(1974).*

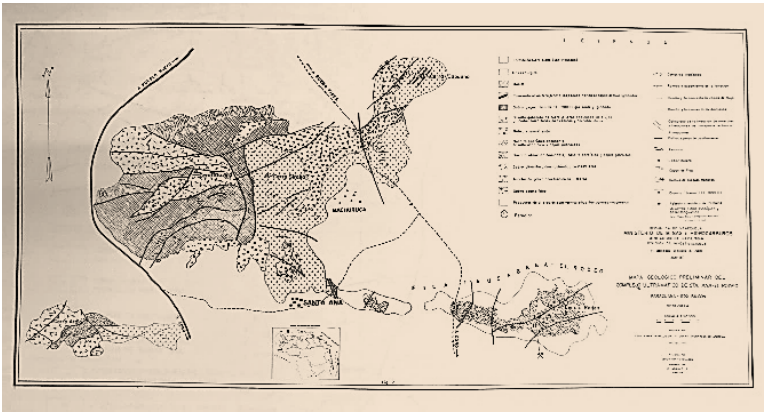


Figura 38C. *Mapa del macizo de rocas máficas y ultramáficas de Marín e Iturralde, 1971 (ver Fig. 35D).*
*Guía Cecilia Martín (*FEO CODECIDO et al. *1974).*

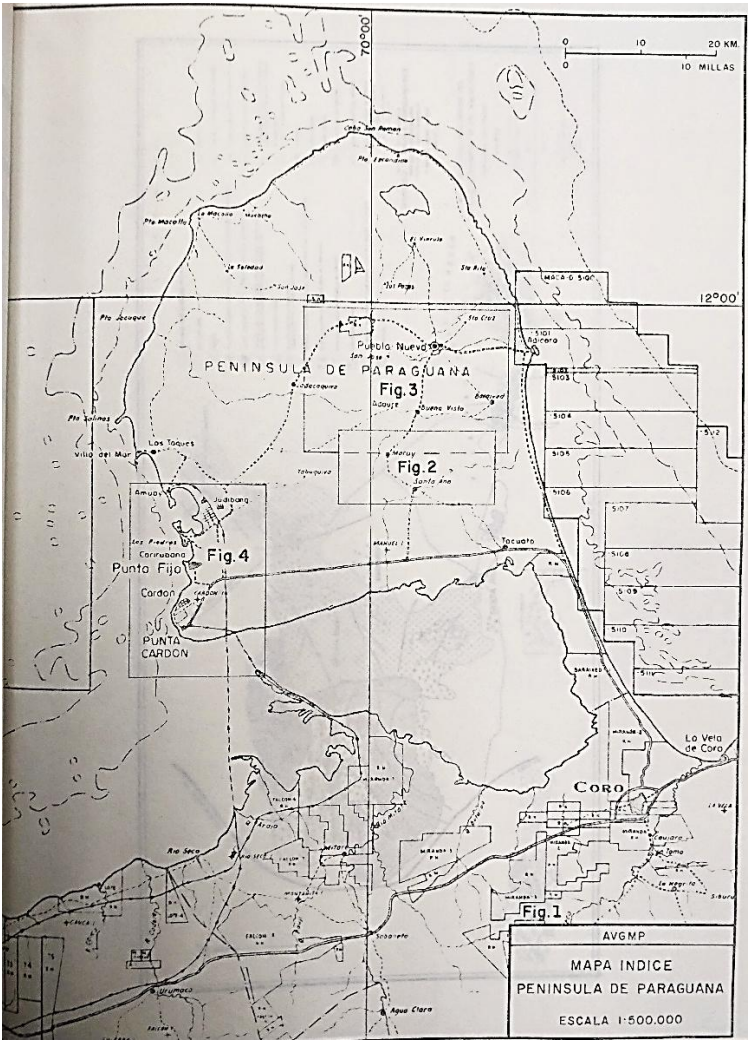


***Figura 38B**. Mapa índice de* FEO CODECIDO et al. *(1974).*

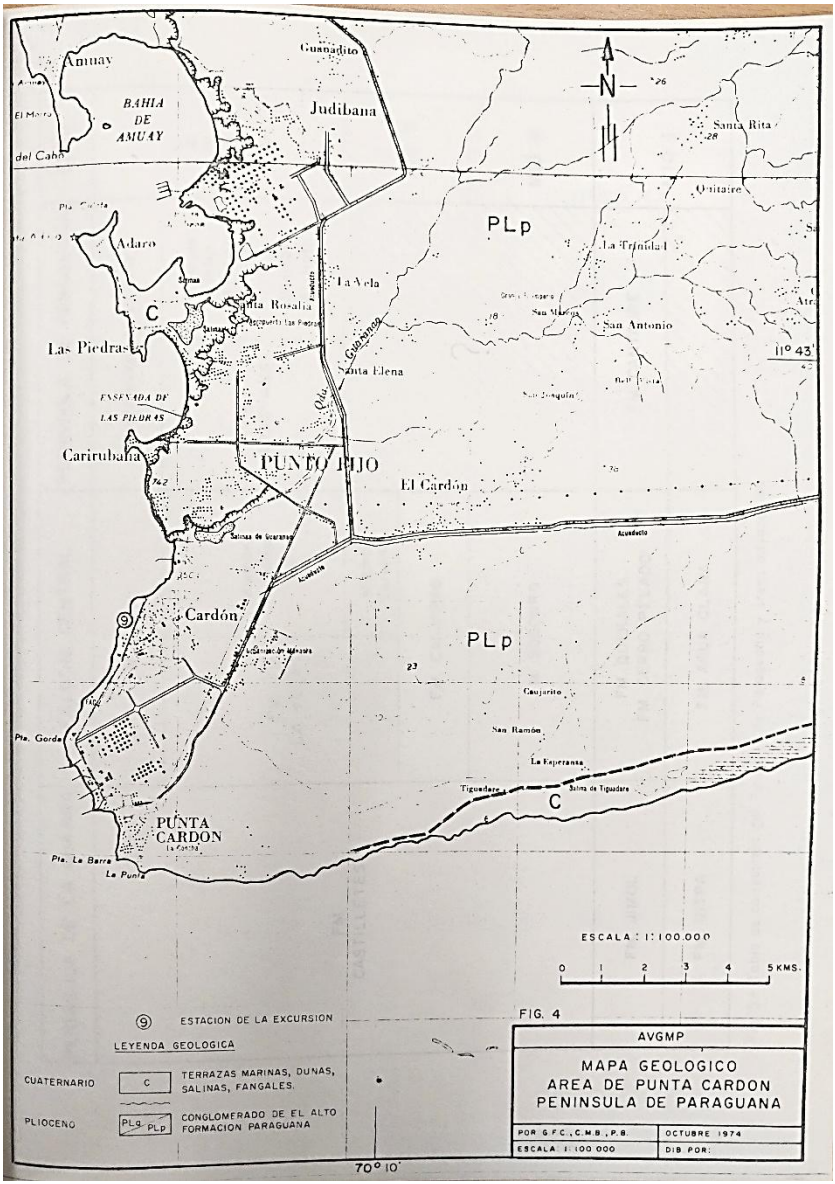


***Figura 38C**. Mapa del extremo suroeste de la Península de Paraguaná. Guía Peter Bartok (FEO CODECIDO* et al. *1974*

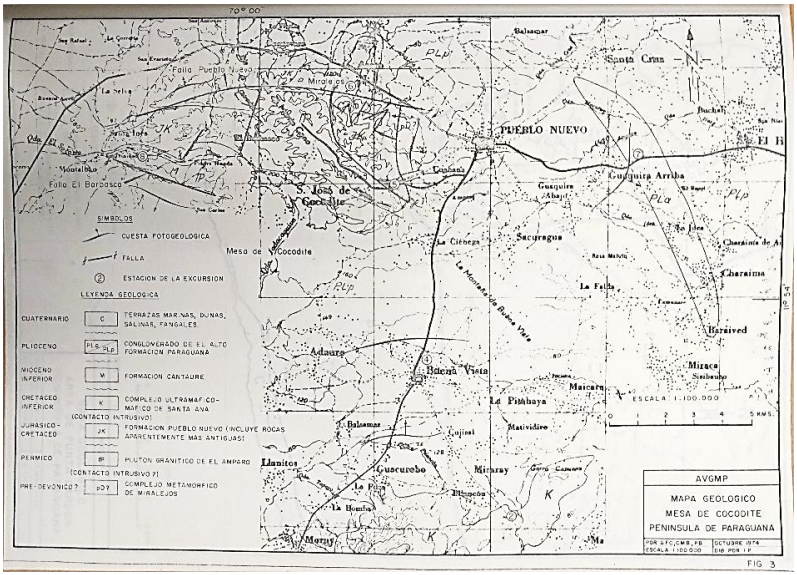


***Figura 38D**. Mapa de la zona de Cocodite – Pueblo Nuevo – Moruy. Guía G. Feo Codecido (FEO CODECIDO et al. 1974).*

En **1976**, **Alirio Bellizzia**[124] (9 sept. 1920-1997) (Fig. 2.1.39A), **Rosario Bajo de Osuna**[125] (c.1946-2024) (Fig. 2.1.39A) y **Nelly Pimentel de Bellizzia**[126] (Fig. 39A) del Ministerio de Energía y Minas publican el mapa geológico-estructural de Venezuela a escala 1:500.000. La Península es subdividida en BELLIZZIA *et al.* (1976) (Fig. 39B):

- Qr (Cuaternario)
- Plioceno (Tpl),
- Mioceno (Tm),
- Jurásico (Jm),
- ígneas máficas (Mzu),
- ígneas básicas (Mzεγβ), y
- ígneas graníticas (PzYα$_3$).

[124] Semblanza de Alirio Bellizzia G. en RODRÍGUEZ (2023).
[125] Rosario Bajo de Osuna. Geólogo, UCV´1970, tesis en la isla de Margarita.
[126] Nelly Pimentel Morales de Bellizzia. Geólogo, UCV'1965 (Promoción 1964), tesis en la Península de Paria. Fotografía cortesía del Prof. Orlando Méndez.



Alirio Bellizzia



Nelly Pimentel Morales de Bellizzia



Rosario Bajo de Osuna



***Fig. 39A**. Autores del "Mapa Geológico Estructural de Venezuela", 1976.*

Para este mapa, la cartografía de las unidades ígneo-metamórficas fue tomada de MACDONALD (1968) y MARTÍN-BELLIZZIA e ITURRALDE (1972); las unidades cenozoicas proceden de los mapas A4, A5, B4 y B5 a escala 1:100.000 de la Creole Petroleum Corporation de **1954** (Fig. 23), que es diferente a cartografía presentada en los mapas de NATERA (**1956**) de la misma Creole Petroleum Corporation.

En cuando al Mioceno, los mapas posteriores siguen a NATERA (1956) y solo aparece cartografiado en la zona de Cantaure:

- Texas Petroleum Corporation (HUNTER Y BARTOK 1974).
- UCV (DÍAZ DE GAMERO 1974, MENDI y RODRÍGUEZ 2005).

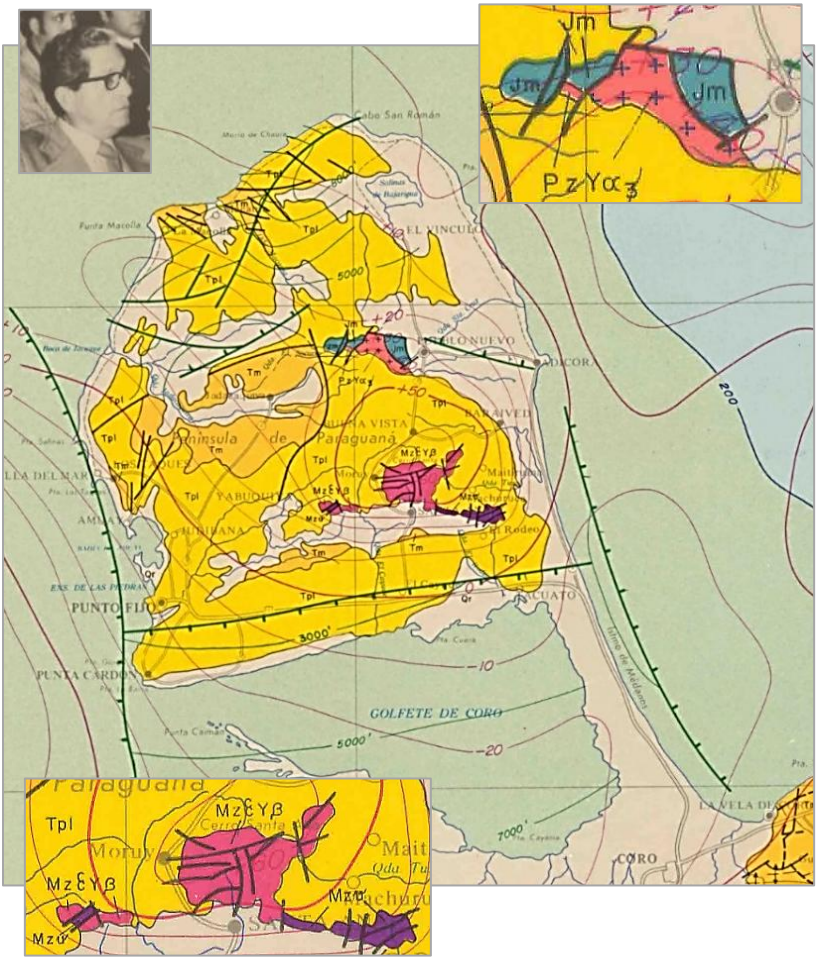


***Figura 39B**. Mapa geológico de la Península de Paraguaná según BELLIZZIA* et al. *(1976).*

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, en **1974** inicia un estudio del Cuaternario en gran parte del territorio nacional. En la Península de Paraguaná el estudio es encomendado al geomorfólogo francés **A. Danielo**, quien subdivide al Cuaternario en 13 subunidades y a la Formación Paraguaná en nueve subunidades de distintas características

geomorfológicas (COPLANARH **1975**, DANIELO **1976**) (Fig. 40A,B). Esta información fue incorporada en los mapas geológicos a escala 1:50k de MENDI y RODRÍGUEZ (2005).

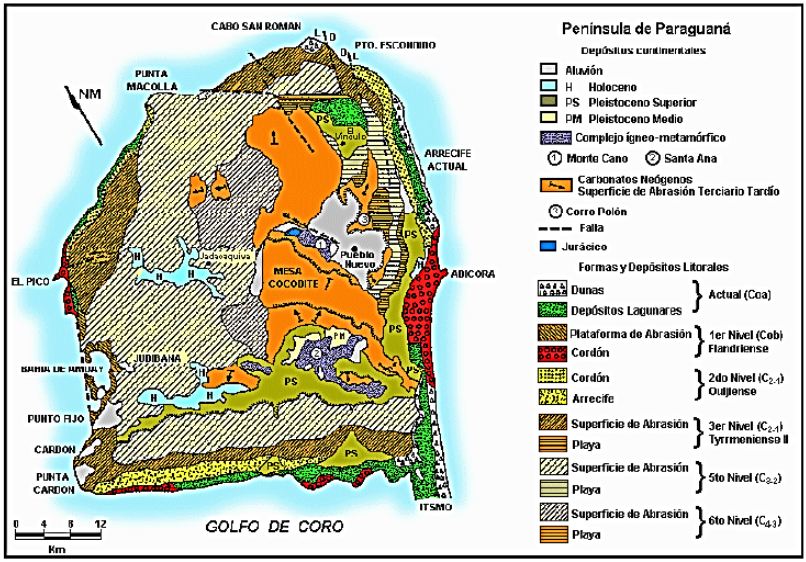


Figura 40A. *Mapa del Cuaternario de DANIELO (1976).*

En 1979 se reactiva el interés en la parte norte y noreste de Paraguaná (ROJAS 1983). Entre **1979** y **1981**, se realiza una campaña de adquisición de líneas sísmicas de reflexión, hallándose estructuras prometedoras que serán investigadas con la perforación de los pozos exploratorios PGN-1X, San Román-1X y P.E.-1X.

Ver los detalles en la sección "2.2.2 Geología del Subsuelo. Pozos Exploratorios."

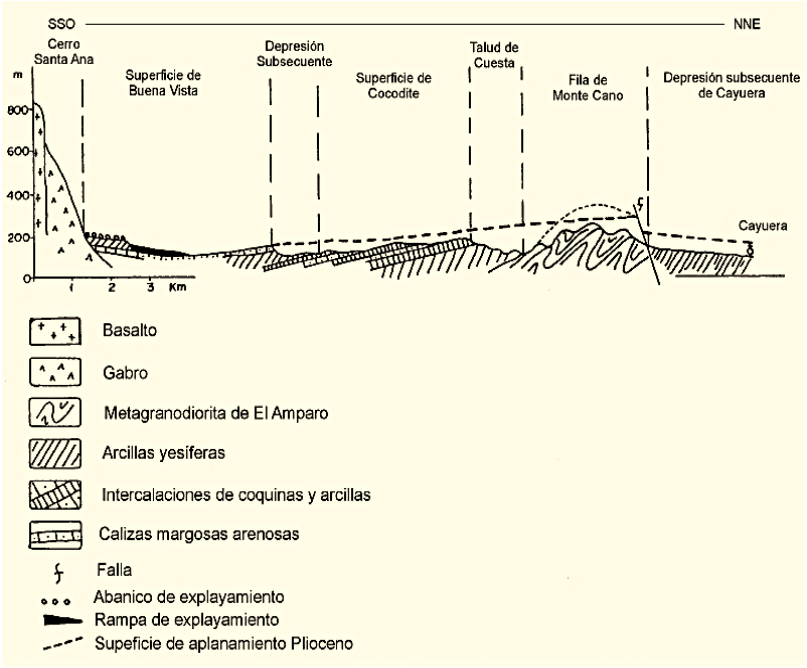


***Figura 40B**. Corte geomorfológico entre las elevaciones de Santa Ana y la mesa de Cocodite, según COPLANARH (1975).*

En **1984**, el geofísico **William Bonini**[127] (1927-2017) (Fig. 44A), utilizando la información aeromagnética de las empresas petroleras de los años 1950´s y 1981-82 y, además con medidas de susceptibilidad magnética; reconoce las principales provincias magnéticas de Venezuela occidental. Comenta que las fuertes anomalías magnéticas al oeste y sur del levantamiento de El Baúl, están asociadas mayormente a las rocas volcánicas (BONINI 1984). Dell macizo de rocas ígneas de Santa Ana y alrededores analiza 33 muestras (Fig. 41).

[127] Semblanza en https://www.princeton.edu/news/2017/01/03/geoscientist-william-bonini-dedicated-teacher-and-genial-colleague-dies-90

TABLE 2. AVERAGE MAGNETIC SUSCEPTIBILITIES, NATURAL REMANENT MAGNETIZATION INTENSITIES, AND KOENIGSBERGER RATIOS FOR VENEZUELAN ROCKS

Area, units, rock types	n	Susceptibilities x 10^{-3} emu/cm^3 (range)	NRM intensities x 10^{-3} emu/cm^3 (range)	Q ratio (range)	Source
Paraguaná Peninsula					
Santa Ana Complex (Cretaceous) Gabbro and volcanics	33	0.10 (0.03-0.3)	0.08	2.1	4

Figura 41. *Resumen de mediciones de susceptibilidad magnética de 33 muestras de rocas ígneas de la región de Santa Ana.*

En la década de los años **1980´s** la División de Recursos Minerales de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH), realiza exploraciones en la Península de Paraguaná. Los trabajos de campo fueron dirigidos por el geólogo **Ángel Franco**[128] (Fig. 44G), apoyado del técnico geólogo **Nicodemus Torrealba**. De esta etapa se conocen los siguientes informes y mapas:

- **Cromita** en rocas ultramáficas de Cerro Colorado (FRANCO y TORREALBA 1987).

- **Magnesita** y dolomita (RODRÍGUEZ 1989).

- En el catálogo CAIGEOMIN se citan varios mapas geológicos, geoquímicos y geofísicos correspondientes al "estudio geoeconómico" del Plutón El Amparo (e.g.: MMM 1984a-f, MOTISCKA 1984). Se desconocen sus resultados.

- **Grafito**. En el extremo sur del Cerro La Luz, Monte Cano, dentro de la unidad Filita Pueblo Nuevo, RODRÍGUEZ (1985) describe una franja de 600 m de largo por 5 a 20 m de ancho con alta concentración de grafito, que describe como "faja económica" (Fig. 42A)

[128] Ángel Franco, geólogo del MMH, entre c.1983-c.1990 fue jefe de la Oficina de Falcón con sede en Coro. La oficina formaba parte de las operaciones de la región Centro-Occidental dirigida por el geólogo Eligio González, a su vez parte de la Dirección de Geología, cuyo director era el geólogo Simón Rodríguez.

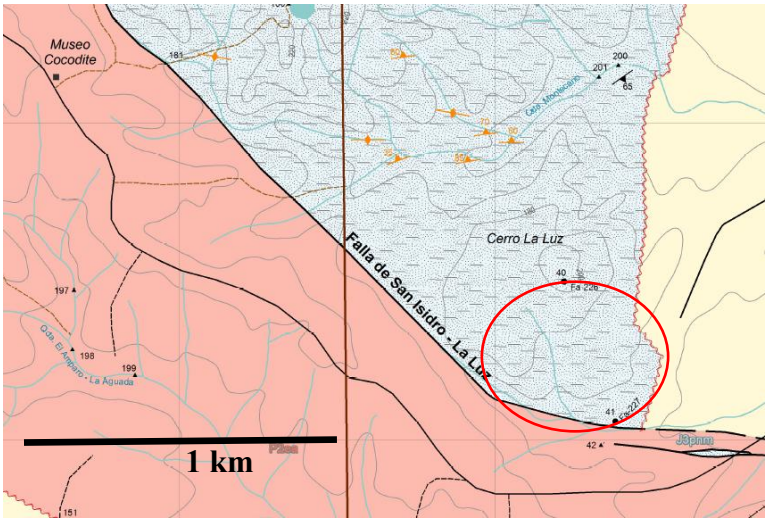


Figura 42A. *Fragmento del mapa geológico de la Mesa de Cocodite de* MENDI et al. *(2019), donde se ubica el lugar donde* RODRÍGUEZ *(1984) describe una la "faja económica" para grafito.*

A pesar de las visiones optimistas de estos informes, esas localidades carecen de importancia económica y, solo representan ejemplos para fines educativos y científicos.

En **1989** y con financiamiento de la División de Recursos Minerales del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, **María M. Mistage**[129] (Fig. 44D) con la tutoría del Prof. **Franco Urbani** y co-tutoría del geólogo **Ángel Franco** (Fig. 44G) realiza su tesis de grado UCV, con la cartografía y estudios petrográfico de las rocas máficas y ultramáficas de los cerros de Arajó, Santa Ana, Tausabana, El Rodeo y Colorado (MISTAGE 1989, MISTAGE *et al.* 1989) (Fig. 42).

[129] María Magdalena Mistage Brito. Ingeniero Geólogo UCV´1989. Fotografía del carnet de la Biblioteca de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV. Retrato cortesía de la Lic. Morella Mikaty.

Debido a: (1) la ausencia de evidencias de zonación en los cuerpos ígneos máficos y ultramáficos, (2) la compleja nomenclatura de MARTÍN DE BELLIZZIA e ITURRALDE DE ARROCENA (1972) y, (3) siguiendo la guía internacional de nomenclatura de unidades litodémicas, la autora propone los siguientes cambios:

Nomenclatura de MISTAGE (1989) y MISTAGE et al. (1989)	*Nomenclatura de MARTÍN DE BELLIZZIA Y ITURRALDE DE ARROCENA (1972)*
Diabasa de **Arajó**	Diabasa
Basalto de Santa **Ana**	Complejo subvolcánico toleítica bandeado de **Santa Ana**
Gabro de **Capuana**	Gabro zonado olivinífero -anortosítico de Siraba-**Capuana**
Harzburgita de **El Rodeo**	Complejo Ultramáfico Zonado de Tausabana - **El Rodeo**

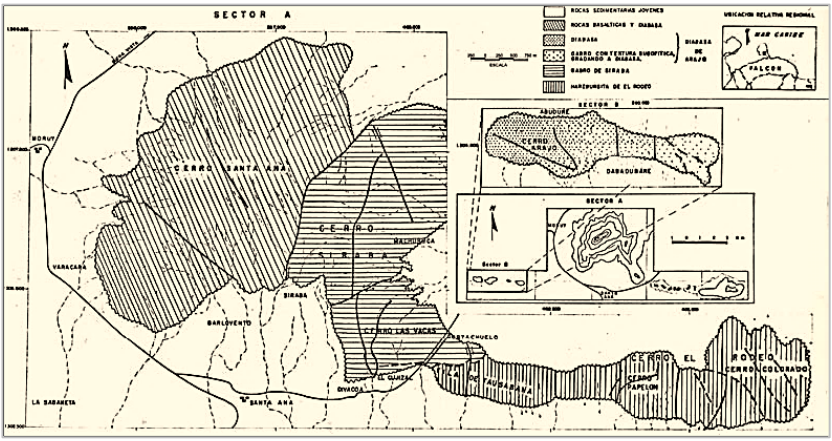


Figura 42*. Mapa simplificado de la zona del macizo de Santa Ana – Tausabana -El Rodeo (MISTAGE 1989, MISTAGE* et al. *1989).*

Entre **1984** y **1985** se perfora costa afuera el pozo P.E.-1X (Puerto Escondido) que resultó seco (PIMSTEIN DE GAETE y LARA 1985) (ubicación en Fig. 41B y 54A). El objetivo fue "*evaluar las posibilidades petrolíferas de un bloque estructural limitado por fallas del basamento meteorizado o fracturado. La estructura evaluada corresponde a un horst limitada por fallas normales de rumbo nor-este, señalando buenas condiciones de entrampamiento*". El informe de **Clara Pimstein de Gaete**[130] (Fig. 44B) y **Arturo Lara**[131] (Fig. 44C) de 1985, presenta un mapa estructural simplificado e indicaciones de hidrocarburos en la Península (Fig. 41B).

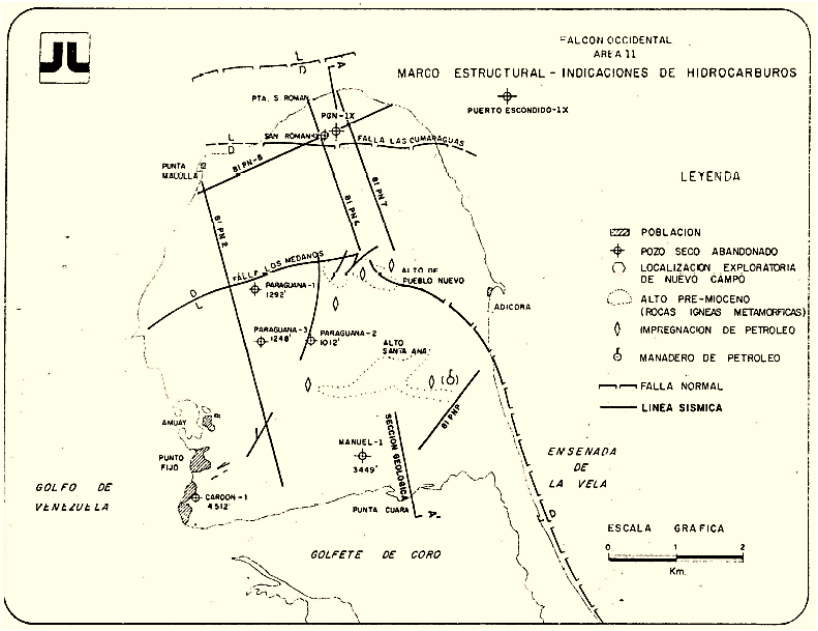


***Figura 41B**. Mapa estructural simplificado e indicaciones de hidrocarburos. (PIMSTEIN DE GAETE y LARA 1985).*

130 Clara Pimstein de Gaete, geóloga chilena que en los años 1970´s y 1980´s trabajó en Venezuela; primero en el MMH y luego en MARAVEN. Retrato de Linkedin (Fig. 54B).

131 Arturo Lara. Geólogo UCV'1978, con tesis de grado en la cuenca del Río Limón, Vargas. Retrato cortesía de Jhonny Casas (Fig. 54C).

En **1990**, el geomorfólogo y profesor de la UCV **J. Villavicencio**[132] presenta un guía de excursión para estudiantes de geografía, mostrando varias secciones geomorfológicas (VILLAVICENCIO 1990) (Fig. 43).

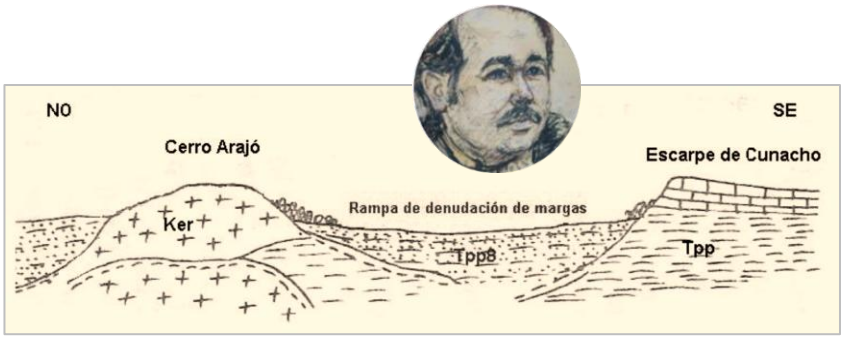
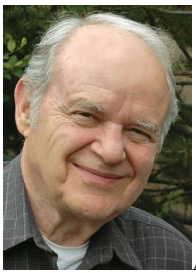


***Figura 43**. Sección geológica desde el Cerro Arajó hacia el sur (VILLAVICENCIO 1990).*

En **1991** los geólogos **Franck Audemard M.** (Fig. 44E) , **André Singer** (Fig. 44F), **Carlos Beltrán** (Fig. 44H) y **José Antonio Rodríguez** (Fig. 44I) de FUNVISIS, emprenden un estudio del fallamiento cuaternario en el noroccidente del país. Para la Península de Paraguaná (Fig. 44E) identifican varias fallas no reportadas previamente (AUDEMARD *et al.* 1992, AUDEMARD 1993, 1996). Este patrón de fallas es reproducido en BELTRÁN (1993) y AUDEMARD *et al.* (2000).

[132] José María Villavicencio Chirinos, geógrafo con doctorado en geomorfología en Estrasburgo. Profesor de la Escuela de Geografía, UCV. En 1985 publica un análisis geomorfológico de la Península de Paraguaná.



A *William Bonini (1927-2017)*



B *Clara Pimstein*



C *Arturo Lara*



D *María M. Mistage.*



E *Franck Audemard*



F *André Singer*



G *Ángel Franco*



H *Carlos Beltrán*



I *José Antonio Rodríguez*

Figura 44. *Geólogos.*

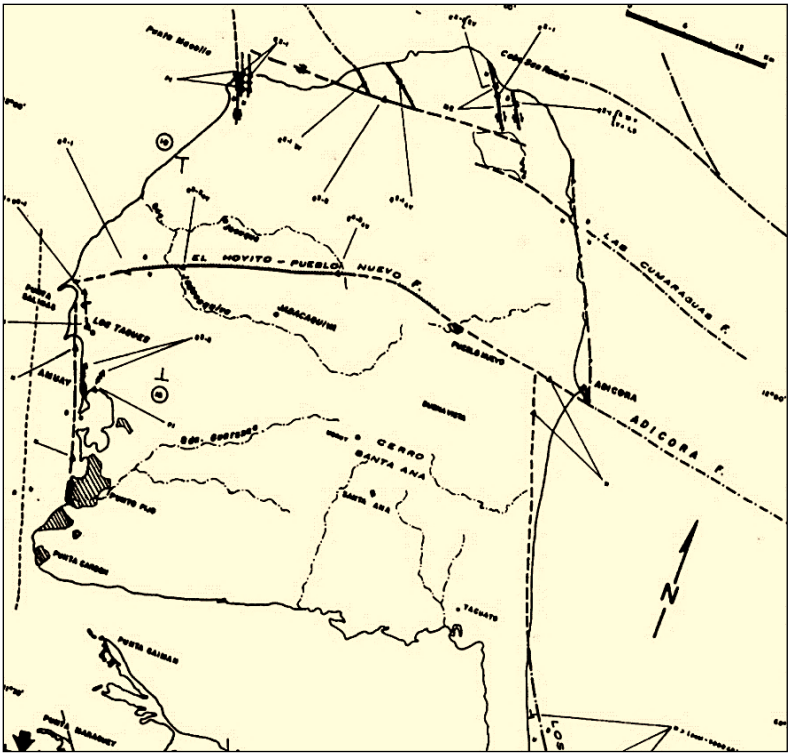


***Figura 44E**. Mapa de fallas cuaternarias de la Península de Paraguaná de AUDEMARD et al. (1992) y AUDEMARD (1996).*

El geólogo colombiano **Guillermo Ujueta** (?-2021)[133] (Fig. 44F), publica en **1993** un trabajo sobre arcos y lineamientos de dirección noroeste-sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia (Fig. 2.3.44F). Los arcos los identifica a través de información magnética, sísmica y estratigráfica obtenida en varios pozos exploratorios. Interpreta que los lineamientos representan

[133] Guillermo I. Ujueta Lozano. Geólogo colombiano muy reconocido en fotointerpretación y sensores remotos. Obituario en https://twitter.com/GeocienciasUnal/status/1442574861155635204

trazas superficiales de bordes de bloques del basamento cristalino por debajo de las cuencas sedimentarias, que se han desplazado diferencialmente y que han definido el desarrollo tectónico y sedimentológico de estas cuencas. Menciona que hay una directa conexión entre los lineamientos del escudo de Guayana y los altos estructurales con tendencia noroeste y sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia (UJUETA 1993).

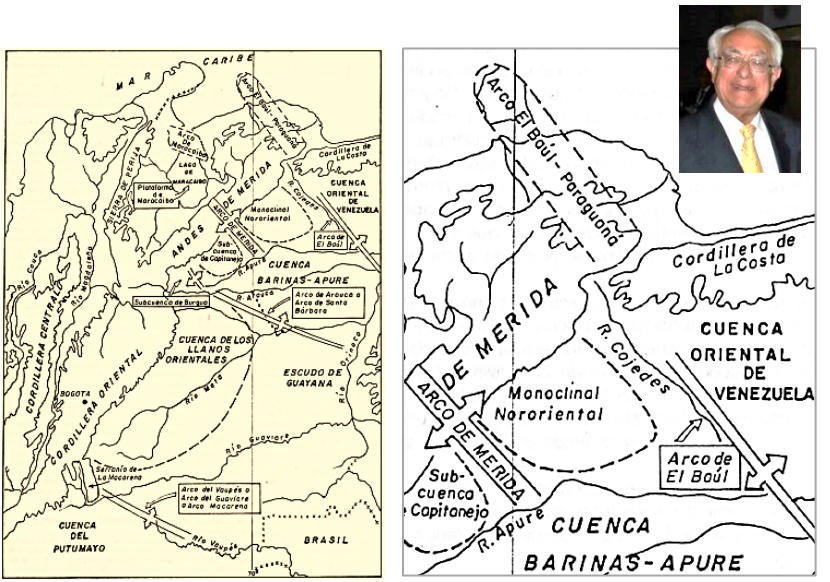


***Figura 44F**. "Arcos de las cuencas subandinas de Colombia y Venezuela" (UJUETA 1993).*

En **1993**, **María I. García B.**[134] (Fig. 45B) presenta su tesis de grado de geología en la UCV, bajo la tutoría de la Profesora **Olga Rey** (Fig. 45C), con un estudio sobre la estratigrafía de las rocas del Neógeno en la Península de Paraguaná. Utilizan foraminíferos planctónicos y nannoplancton calcáreo (GARCÍA 1993). En su mapa

[134] María Isabel García Blanco. Ingeniero Geólogo UCV´1992.

geológico (Fig. 45A) se ubica al Conglomerado de El Alto de edad Pleistoceno, entre El Vínculo y Cumaraguas.

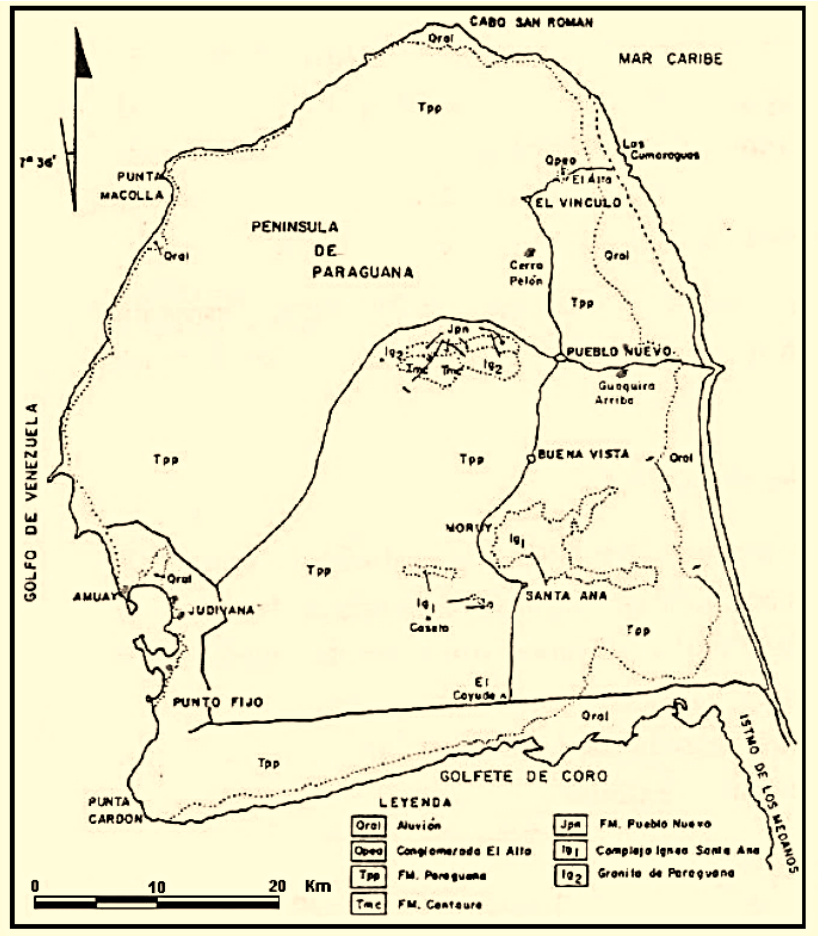


***Figura 45A**. Mapa geológico de Paraguaná de GARCÍA (1993).*

La profesora **Olga Rey** (Fig. 45C) de la UCV publica una descripción de la secuencia sedimentaria aflorante en la Península, e interpreta la historia sedimentaria del área dentro del marco

evolutivo de la cuenca de Falcón. Reconoce dos eventos erosivos, el primero del Mioceno medio y tardío y el segundo del Plioceno medio y tardío, ambos responsables del aporte de material que constituyen las formaciones Paraguaná y el Conglomerado de El Alto (REY **1996**). La Formación Cantaure la asigna al Mioceno temprano, mientras que a la Formación Paraguaná en ambos miembros El Hato y Amuay al Plioceno temprano (zona de la *Globorotalia margaritae*) y al Conglomerado de El Alto al Pleistoceno (zona de la *Globorotalia francotulinoides*).


A


B

Figura 45. ***B***: *María I. García B.* ***C***: *Olga Rey.*[135]

En muestras de la Formación Cantaure…

> "Rey (1996) identifica: "La asociación de *Ammonia beccarii, Elphidium discoidale, E. gunteri, Buliminella elegantissima, Hanzawaia concentrica, Nonionella miocenica* y *Quiqueloculina seminula* es típica de la plataforma interna. La asociación de *Nonionella opima, Fursenkoina pontoni, Bolivina subaenariensis mexicana, B.marginata, Buliminella bassendorfensis, Uvigerina peregrina, Pseudononion grateloupi* y planctónicos de los géneros *Globigerina, Globigerinoides, Globorotalia,* es típica de la plataforma externa" (M. A. Lorente, LEV, 1997).

[135] Fuentes: A: Ficha en la Biblioteca de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV, 1989, cortesía de la Lic. Morella Mikaty.
B: https://www.researchgate.net/profile/Olga-Rey

Para la Formación Paraguaná …

> "Rey (1996) interpreta la edad como perteneciente a la Zona de *Globorotalia margaritae*, del Plioceno Temprano, en base a los foraminíferos planctónicos" (M. A. Lorente, LEV, 1997).

En **1994**, **Peter Bartok** (Fig. 36*)* guía una excursión geológica a la Península de Paraguaná (BARTOK 1994) principalmente con personal de MARAVEN (Fig. 46). En cuanto a la geología regional, para las rocas cenozoicas sigue el esquema de su publicación previa (HUNTER y BARTOK 1974). La descripción del Plutón El Amparo y la Formación Pueblo Nuevo sigue a MACDONALD (1968) y para las rocas ígneas del cerro Santa Ana y adyacentes usa las descripciones y cartografía de MARTÍN e ITURRALDE (1972).

Al norte del Cerro La Luz ubica a la Formación Miralejos de FEO CODECIDO (1969), una unidad poco conocida de la cual señala que:

> "*Es posible que estas rocas representen una facies severamente deformada del Paleozoico superior y la cual fue intrusionado por el granito de El Amparo (datado como Pérmico) … Las litologías observadas en la Formación Miralejos son muy parecidas a las de la Serie Macal del Bloque Maya de la Península de Yucatán … y al Grupo Chundua de Santa Marta de edad Carbonífero. Todos han sido intrusionados por granitos pérmicos y por consiguiente se le ha asignado una edad mínima del Carbonífero. De ser así, Miralejos pudiera ser un equivalente lateral de las formaciones Mucuchachí, Sabaneta o Tostós de los Andes venezolanos. Es probable que se trate de un bloque al menos paraautóctono. No se ha publicado una descripción detallada de la Formación Miralejos y por consiguiente se le debe asigna un nombre informal.*"

En otra edición de la excursión realizada en **1998**, el autor indica que el objetivo fue revisar la geología del centro de Falcón y Paraguaná y, considerar cómo su geología impacta en la prospectividad de la región costa afuera de La Vela (BARTOK 1998)

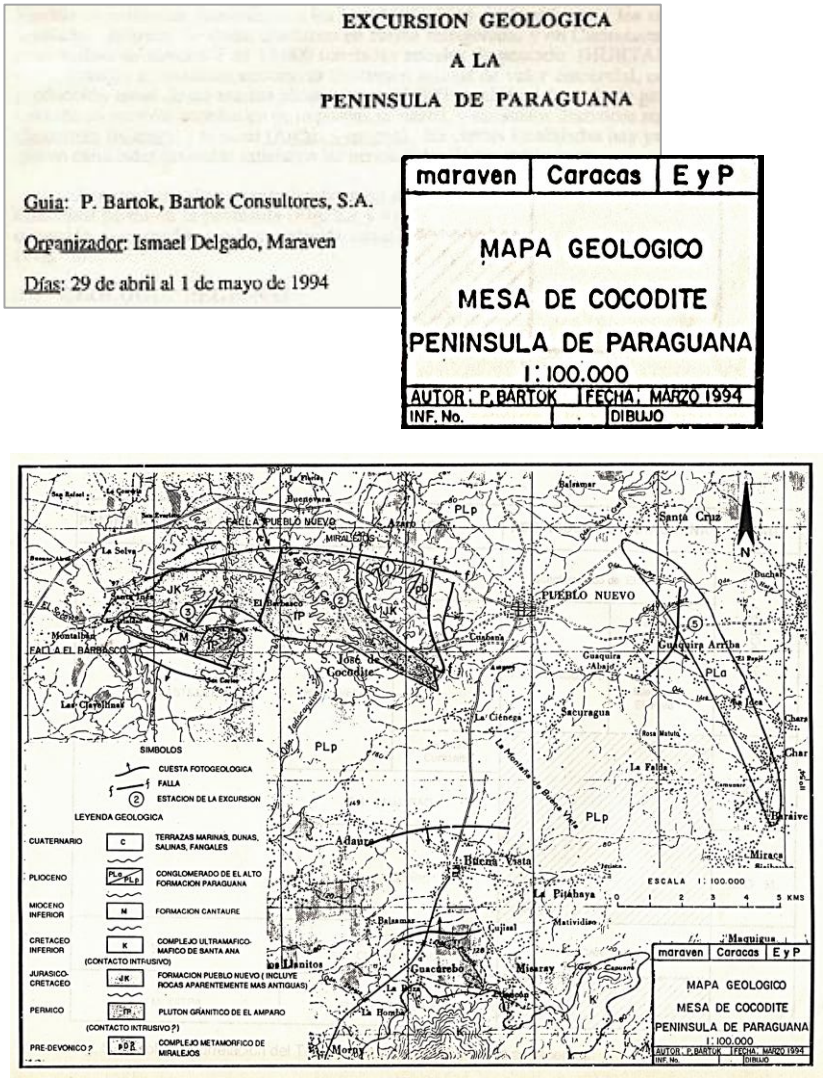
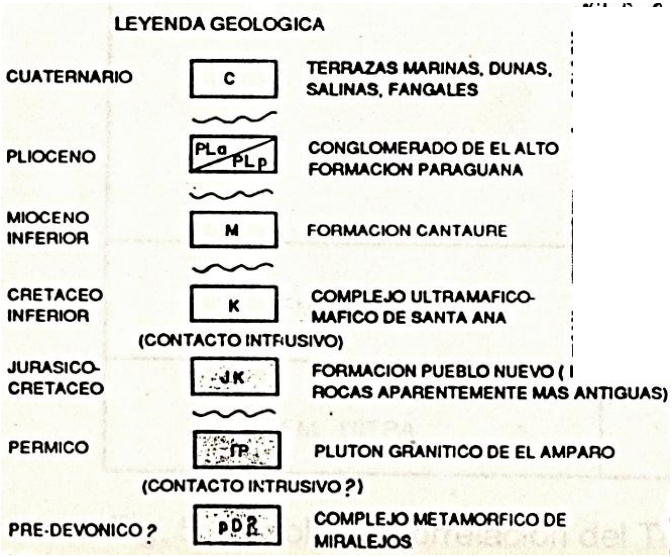


Figura 46. *Guía de la excursión geológica a la Península de Paraguaná, 1994, guiada por P. Bartok.*




B

Figura 46. *Excursión geológica a la Península de Paraguaná para personal de MARAVEN, en abril 1994 con la guía de P. Bartok.* ***A****: Mapa geológico.* ***B****: Participantes en la Excursión. De pie de izquierda a derecha: Cristopher White, ¿?, ¿?, ¿?, Enrique Puche, Rodrigo Brant, Raquel Cepeda, Pedro Mirabal, Mercedes Hidalgo, Germán Torres, Silvia Gamarra, Miguel Expósito, Jorge Urdaneta, Chris Taylor, ¿?, Peter Pestman, Ángel Molina, Martin Link, ¿?, Ismael Delgado. Agachados: Xiomara Verenzuela, Gedi González, José Figuera, Peter Bartok (Guía de la excursión), María Antonieta Lorente. Fotografía tomada por Santosh Gosh (inserto).*

En **1997**, el Dr. Wolfgang Scherer de INTEVEP coordina la edición de la tercera edición del *Léxico Estratigráfico de Venezuela* (SCHERER 1997) y para la Península de Paraguaná contribuyen:

María Antonieta Lorente[136] (Fig. 47A) y **María Lourdes Díaz de Gamero** (Fig. 37): Formación Cocodite, Formación Paraguaná (+ miembros El Hato, Amuay, El Alto).

Pedro Jam[137] (Fig. 47B). Formación Pueblo Nuevo.

Peter Motiscka[138] (Fig. 47C). Plutón El Amparo,

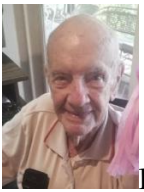
Complejo Subvolcánico Toleítico Estratificado de Santa Ana.

Gabro Zonado de Siraba-Capuana,

Complejo Ultramáfico Zonado Tausabana-El Rodeo.

En **2004**, el Dr. **Andrew Kerr** (Fig. 47D) de la Universidad de Cardiff, Reino Unido, visita Venezuela y con él colectamos muestras de rocas máficas en el norte del país -incluyendo la Península de Paraguaná. Los resultados analíticos aparecen en el capítulo 4.


A *M. A. Lorente*


B *Pedro Jam*


C *Peter Motiscka*


D *Andrew Kerr*

Figura 47*. Geólogos.*

[136] María Antonieta Lorente. Ingeniero Geólogo UCV'1979 y Magister Scientiarum, UCV'1982. Doctorado *Cum Laude* Univ. Amsterdam 1992.

[137] Pedro Jam Lander (1938- --). Geólogo UCV´1960, tesis en El Tocuyo, Lara.

[138] Peter Motiscka. Geólogo UCV´1964, tesis en la Península de Paria. Doctorado de la Universidad de Basilea. En las contribuciones del Dr. Motiscka sobre Paraguaná no tomó en cuenta el trabajo de M. Mistage y otros, publicado en el *VII Congreso Geológico Venezolano*, 1989 (MISTAGE *et al.*1989).

En **2006**, los geólogos **Peter Bartok**, junto a **Paul Mann**[139] y **Alejandro Escalona**[140] guían una excursión geológica a Zulia oriental, Lara septentrional, Falcón central, Paraguaná y Falcón occidental (BARTOK *et al.* 2006).

El cuarto día con la guiatura de P. Bartok, se dedica a la Península de Paraguaná, visitando la Mesa de Cocodite - Pueblo Nuevo y el entorno de los cerros Santa Ana - El Rodeo y Arajó (Fig. 48)[141]. De la Mesa de Cocodite amplía sus interpretaciones previas (BARTOK 1994):

-Formación Cantaure del Mioceno temprano, por su contenido faunal sería equivalente a la parte superior de la Formación Agua Clara, todo Cerro Pelado y la Formación Querales.

-Al sur de Cantaure hay areniscas carbonáticas con algas *Lithothanium* de espesores métricos y con meteorización esferoidal intercaladas con lutita, que suprayacen a la Formación Cantaure, que considera equivalente a la **Formación Socorro.**

-En el flanco oriental de la mesa de Cocodite hay afloramientos de arenisca ferruginosas, tentativamente correlacionada con la **Formación Caujarao** (esta sería la "Formación Cocodite" de Natera 1956).



Paul Mann



Alejandro Escalona

***Figura 48**. Geólogos.*

[139] Paul Mann, PhD. Profesor de geología, tectónica y geología del petróleo en la Universidad de Houston.

[140] Alejandro Escalona Valera. Ingeniero geofísico UCV´1996. Ph.D. Actualmente afiliado a la Universidad de Stavanger, Noruega.

[141] La excursión terminó con un violento atraco a mano armada.



***Figura 48C**. Ubicación de las estaciones de Paraguaná visitadas en la excursión de 2006 (BARTOK* et al. *2006).*

En **2005**, **David Mendi** y **Eliana Rodríguez**[142] (Fig. 49) realizan su tesis de grado bajo la tutoría del Prof. F. Urbani, integrando la geología de superficie de toda la Península.[143] Completan 12 hojas a 1:50k, mientras que para la mesa de Cocodite y las elevaciones de

[142] Ambos graduados como ingenieros geólogos de la UCV'2005.

[143] Con apoyo logístico de FUNVISIS y financiamiento por el proyecto GEODINOS, coordinado por el Dr. Michael Schmitz.

Arajó, Santa Ana y la fila de Tausabana y Cerro El Rodeo, lo hacen a escala 1:25k (MENDI y RODRÍGUEZ 2005).

Para las unidades sedimentarias del Cenozoico utilizan la subdivisión propuesta por COPLANARH (1975) y DANIELO (1976), mientras que, para las rocas ígneo-metamórficas, para la zona de Santa Ana emplean la cartografía de MARTÍN DE BELLIZZIA Y ITURRALDE DE ARROCENA (1972) pero usando la nomenclatura simplificada de MISTAGE *et al.* (1989).

Para la zona de Cocodite se usa la nomenclatura de MACDONALD (1967, 1968), a excepción de la "Metagranodiorita El Amparo", en lugar de "Plutón El Amparo".

La Tabla 1 resume las unidades empleadas.

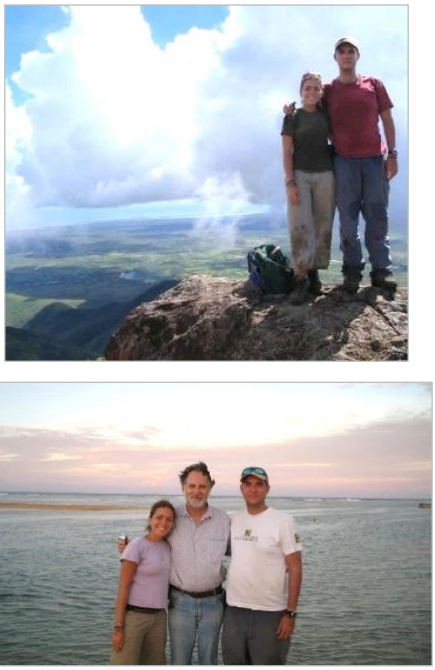


Figura 49*. Eliana Rodríguez y David Mendi en la cumbre del Cerro Santa Ana y en Adícora. 2005.*

Tabla 1. Unidades de geología de superficie de la Península de Paraguaná, según MENDI Y RODRÍGUEZ (2005).

UNIDADES SEDIMENTARIAS
Cuaternario – Holoceno
Planicie de desborde
Qh1 Aluvión fluvial
Planicie litoral marina
Qh2 Dunas
Qh3 Albúferas
Qh4 Marismas
Qh5 Cordones – Playas (II)
Cuaternario – Pleistoceno
Planicie de explayamiento
Qp1 Explayamiento terminal
Piedemonte
Qp2 Abanico de explayamiento
Qp3 Rampa coluvial
Qp4 Rampa de explayamiento
Qp5 Rampa de explayamiento mod. disectada (III)
Planicie litoral marina
Qp6 Cordones – Playas (VI)
Qp7 Terraza (X)
Qp8 Terraza moderadamente disectada (X)
Qpea Conglomerado El Alto
Terciario
Formación Paraguaná (Plioceno Temprano)
Planicie litoral marina
Tpp1 Arrecife (VI)
Bajos de ablación
Tpp2 Superficie de ablación marina de calizas
Tpp3a Relieve de cuesta de calizas (IV)
Tpp3b Relieve de cuesta de calizas (VI)
Tpp4a Bajos de ablación de calizas (IV)
Tpp4b Bajos de ablación de calizas (VI)
Tpp5 Bajos de ablación de margas
Tpp6 Relieve de cuesta de calizas
Tpp7 Relieve de cuesta de margas
Tpp8 Rampa de denudación de margas
Tpp9 Rampa de denudación de lutitas
Tpp10 Rampa de denudación de margas con coluviaciç
Tpp11 Rampa de denudación de lutitas con coluviación
Altiplanicie
Tpp12 Altiplanicie de calizas
Colinas
Tpp13 Colinas de calizas
Tpp14 Colinas bajas de calizas en forma de loma
Formación Cantaure (Mioceno Temprano)
Bajos de ablación
Tmca Relieve de cuesta
Tmca 1 Rocas conglomeráticas (MACDONALD 1976)
Tmca 2 "Lutita de Cocodite" (ÇREOLE 1968)
UNIDADES ÍGNEO-METAMÓRFICAS
Unidades de litosfera oceánica
Cretácico
Ksa Basalto de Santa Ana
Ksa2 Basalto porfídico
Ksa1 Basalto afanítico
Ka Diabasa de Arajó
Kc Gabro de Capuana
Kc5 Gabro sausuritizado
Kc4 Gabro pegmatítico gnéisico
Kc3 Gabro pematítico
Kc2 Leucogabro
Kc1 Gabro olivinífero-piroxénico de Siraba
Ker Ultramáficas de El Rodeo
Ker2 Ultramáficas de El Rodeo con alteración silico-ferruginosa-magnesiana
Ker1 Dunita
Unidades de corteza continental
Jurásico Tardío
Jpn Filita de Pueblo Nuevo
Jpnc Metarenisca conglomerática
Cuarcita
Metaconglomerado
Mármol
Pérmico
Pea Metagranodiorita de El Amparo.

Desde el año 2008 el grupo de trabajo dirigido por **David Mendi**[144], integrado adicionalmente por **Franco Urbani**, **Alí Gómez**[145], **Walter Reátegui**[146] y **Ruthman Hurtado**[147] (Fig. 49A,D), realizan un nuevo levantamiento geológico de la la Mesa de Cocodite, donde se utilizó el detallado mapa de la Mesa de Cocodite

[144] David Mendi Fernández. Ingeniero Geólogo UCV´2005. Master Universidad de Granada.

[145] Alí Gómez. Ingeniero Geólogo UCV´2013. M.S. Texas Christian University.

[146] Walter Reátegui. Ingeniero Geólogo UCV´2010. Maestría en Instituto de Geociencias, UNAM Campus Juriquilla, Querétaro.

[147] Ruthman Hurtado. Licenciado en Geoquímica UCV´2006.

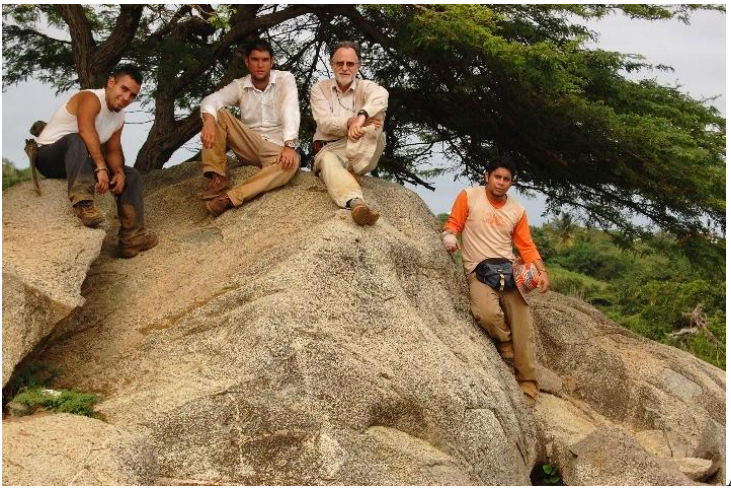
del Dr. Otto RENZ (1948)[148]. El grupo realiza la cartografía geológica a escala 1:10k0 (MENDI *et al.* 2015, mapa en MENDI *et al.* 2019), donde son cartografiadas las siguientes unidades (Fig. 49E).:

*Parte centro-sur de la mesa de Cocodite:
Sedimentos cuaternarios no consolidados
Discordante sobre todas las demás unidades
Formación **Paraguaná**. Plioceno
Discordante sobre Cantaure, e inconforme sobre
Pueblo Nuevo y El Amparo
Formación **Cantaure**. Mioceno temprano
Inconforme sobre Pueblo Nuevo y El Amparo
Filita Pueblo **Nuevo**. Jurásico Tardío-Cretácico
Inconforme sobre El Amparo
Metagranodiorita **El Amparo**. Pérmico
Contacto intrusivo en Los Morales
Gneis **Los Morales**. Neoproterozoico

* Sector noreste del Cerro La Luz:
Filita Pueblo **Nuevo** (tanto *sensu stricto*, como una subunidad con abundancia de metarenisca y metaconglomerado)
Contacto de falla
Gneis **Miralejos**. ¿Neoproterozoico?**.**

* En la zona de Cocodite-Pizarral se han cartografiado una docena de **diques** hipoabisales cenozoicos de extensión métrica a hectométrica, con variaciones texturales que permite clasificarlos desde diorita hornbléndica porfídica, a lamprófido – espessartita hasta andesita, que cortan tanto a la Filita Pueblo Nuevo como a la Metagranodiorita El Amparo.

[148] Gentilmente suministrado por el Dr. Marvin Baquero, quién logró su digitalización de la Nucleoteca Hans Krause de La Cancepción, PDVSA.

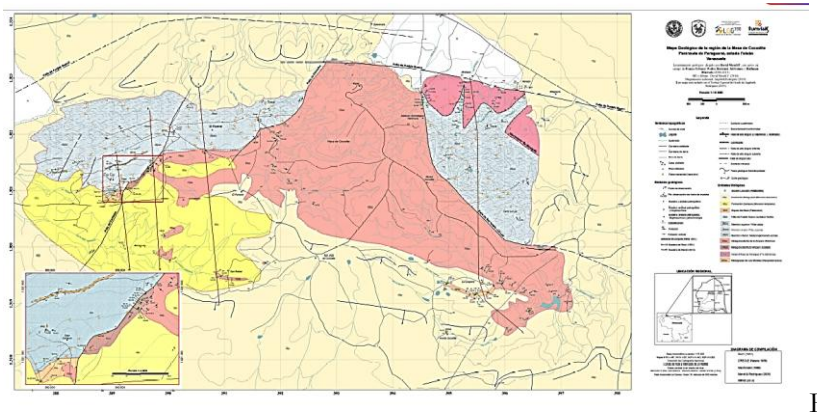

A


B


C


D

Figura 49. *Grupo de trabajo UCV en la Mesa do Cocodite, 2010.* ***A****: De izquierda a derecha: Walter Reátegui, David Mendi (Coordinador), Franco Urbani y Alí Gómez. Fundo Los Morales al SE de San José de Cocodite, sentados sobre un afloramiento de la Metagranodiorita El Amparo.* ***B****: Dueño de la Casa Cantaure, David Mendi, F. Urbani, W. Reátegui y A. Gómez.* ***C****: Ruthman Hurtado.* ***D****: F. Urbani y el dueño de la Casa Miralejos.*



E

Unidades litológicas

Q	Aluvión-Coluvión (Pleistoceno)
N2p	Formación Paraguaná (Plioceno temprano)
N1c	Formación Cantaure (Mioceno temprano)
E1d	Diques dioríticos (Paleoceno)
J3pn	Filita Pueblo Nuevo (Jurásico Tardío)
J3pns	Miembro superior: Filita-caliza
J3pnm	Miembro medio: Filita-cuarcita
J3pni	Miembro inferior: Metaconglomerado-arcosa
P2ea	Metagranodiorita El Amparo (Pérmico)
P2ea	Metagranodiorita El Amparo cizallado
Pε	Gneis Miralejos (Pre-Cámbrico)
NPlm	Gneis Los Morales (Neoproterozoico)

***Figura 49E**. Mapa geológico de la Mesa de Cocodite (MENDI* et al. *2019).*

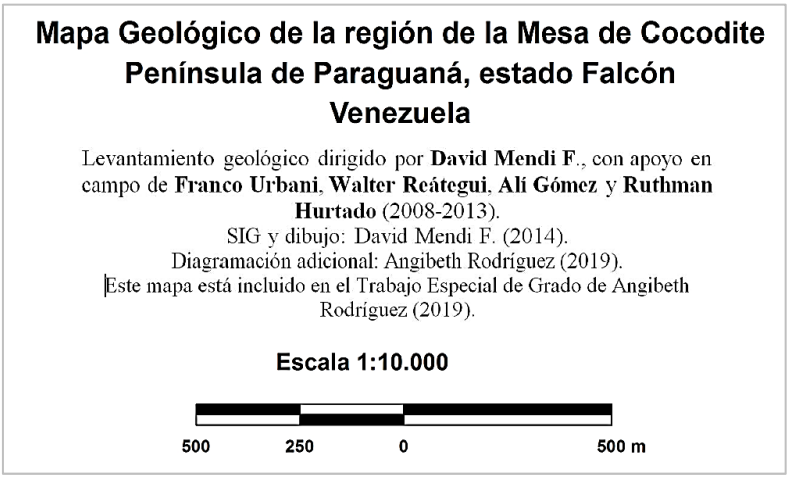


Figura 49E, continuación. *Mapa geológico de la Mesa de Cocodite (*MENDI et al. *2019).*

En **2014** se realiza un levantamiento detallado en Cerro Colorado y alrededores. Las muestras son analizadas por **David Mendi** en un trabajo petrológico-geoquímico de la cromitita allí aflorante (MENDI 2015, MENDI *et al.* 2023) (Fig. 50). La relevancia petrológica y geodinámica de este trabajo se consigna en el Cap. 3.

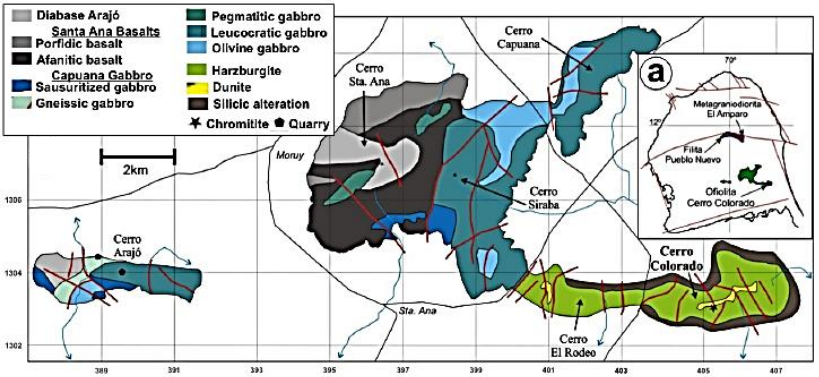
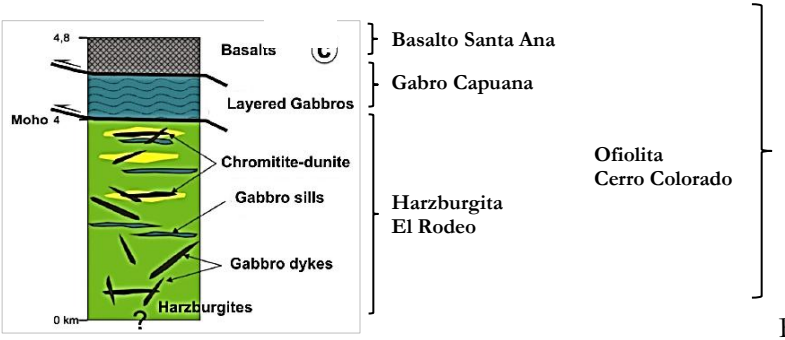


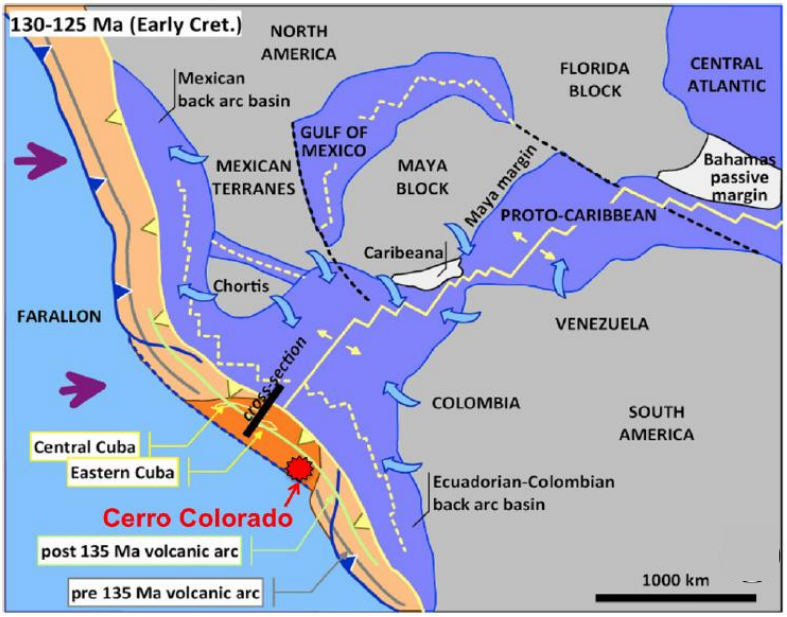
Figura 50A. *Mapa geológico simplificado de los cerros Arajó – Santa Ana – El Rodeo – Colorado (*MENDI et al. *2023).*


4,8
Basalts
Layered Gabbros
Moho 4
Chromitite-dunite
Gabbro sills
Gabbro dykes
Harzburgites
0 km
?
Basalto Santa Ana
Gabro Capuana
Harzburgita
El Rodeo
Ofiolita
Cerro Colorado

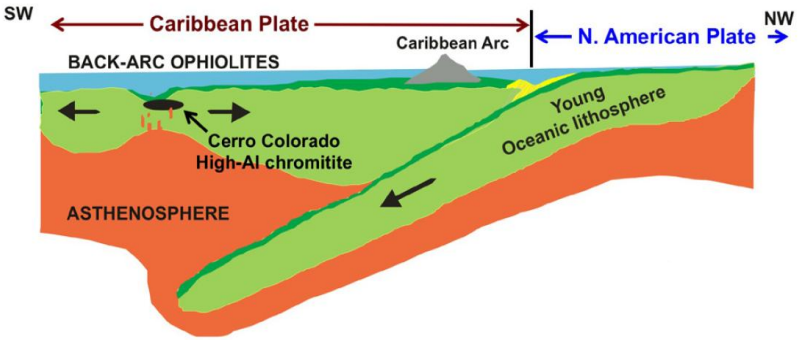
B


Chromitite
Dunite
Harzburgite

C


130-125 Ma (Early Cret.)
NORTH AMERICA
Mexican back arc basin
GULF OF MEXICO
MEXICAN TERRANES
MAYA BLOCK
FLORIDA BLOCK
CENTRAL ATLANTIC
Bahamas passive margin
Maya margin
PROTO-CARIBBEAN
Caribeana
Chortis
FARALLON
cross section
VENEZUELA
COLOMBIA
SOUTH AMERICA
Central Cuba
Eastern Cuba
Cerro Colorado
post 135 Ma volcanic arc
pre 135 Ma volcanic arc
Ecuadorian-Colombian back arc basin
1000 km

D



E

Figura 50. B: *Sección geológica esquemática de los cerros Arajó – Santa Ana – El Rodeo – Colorado y contexto de la ubicación de los cuerpos de cromitita.* ***C:*** *Panorámica del cuerpo mayor de cromitita.* ***D, E:*** *Diagramas que muestran el ambiente tectónico "Back Arc" interpretado para la formación de la cromitita de Cerro Colorado (*MENDI et al. *2020).*

Entre **2009** y **2012** se llevaron a cabo investigaciones geocronológicas que han permitido entender la historia geológica de las rocas ígneas y metamórficas de la Península de Paraguaná. Las muestras fueron colectadas tanto por el equipo de trabajo de **David Mendi**, como por el Dr. **Marvin Baquero**.

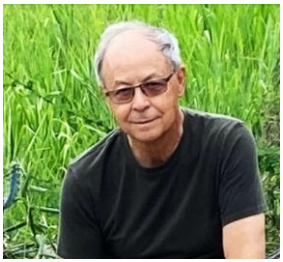
Los análisis fueron realizados por el Dr. **Elson Paiva de Oliveira**[149] (Fig. 51A) de la Universidad de Campinas, Brasil y, por el Dr. **Marvin Baquero**[150] (Fig. 51B) en laboratorios de los EEUU de América.

Los resultados de los estudios geocronológicos se presentan en la sección correspondiente a la Península de Paraguaná en el Capítulo 3 de esta obra.

[149] Elson Paiva de Oliveira. Profesor del Instituto de Geociencias de la Universidad de Campinas, Brasil.

[150] Marvin Baquero. Ingeniero Geólogo UCV. Doctor en Geología UCV´2013.

El Prof. **Maximiliano Bezada** (Fig. 51C) de la Universidad Pedagógica Libertador, Caracas, dirigió cuatro tesis de maestría (ASCANIO 2010, GONZÁLEZ 2010, MORENO 2010, PACHECO 2010), en temas de geología del Cuaternario.


Elson Paiva de Oliveira[151]


Marvin Baquero

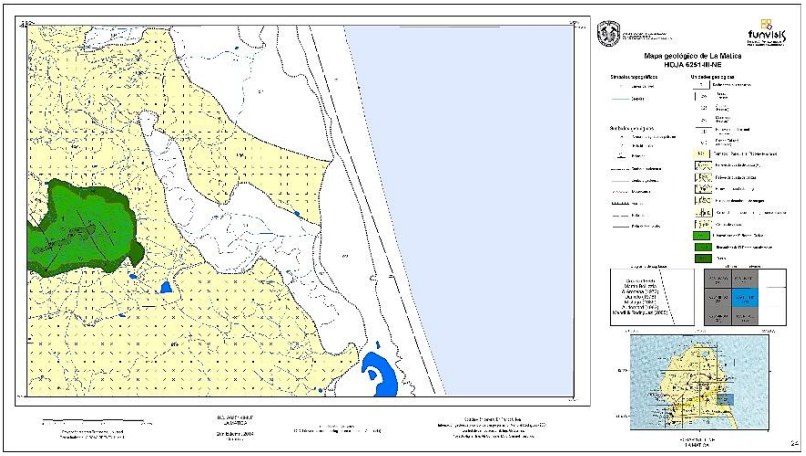

Maximiliano Bezada

Figura 51. *Geólogos.*

En **2015**, como parte del proyecto "*Estudios geológicos de las regiones de rocas ígneo-metamórficas del norte de Venezuela*", financiado por FONACIT-FUNVISIS y coordinado por F. Urbani, se asigna a **Samuel Parrondo**[152] (Fig. 52B), para integrar la cartografía geológica de la Península de Paraguaná a escala 1:25k, siguiendo el patrón de las cartas topográficas oficiales de la DCN (Fig. 52C). Como información base utiliza los mapas de la tesis de MENDI y RODRÍGUEZ (2005), con la información de los trabajos posteriores de David Mendi y su grupo de trabajo en la Mesa de Cocodite. Con el software ArcGIS se elaboran 31 hojas a escala 1:25k (Fig. 52B) que se divulgaron en MENDI y URBANI (eds.) (2017).

[151] Fuente: https://portal.ige.unicamp.br/es/user/212

[152] Samuel Parrondo. Técnico Superior en Geología del Instituto Tecnológico de Michelena, 2014.



B



C

Figura 52.. ***A***: *Hoja 6251-III-NE La Matica.*
B: *Samuel Parrondo.* ***C***: *Mapa índice de las 31 hojas geológicas.*

Por el interés despertado por el hallazgo de una edad de c. 58 Ma para los diques de la Mesa de Cocodite, en **2017** se realiza una nueva

visita y colecta de muestras para realizar estudios petrográficos adicionales. Participan **Marvin Baquero** (Fig. 51B), **Sebastián Grande** (Fig. 53A), **Samuel Parrondo** (Fig. 52B), con la guía de **F. Urbani**. En la Fig. 53B se presenta la ubicación de las muestras colectadas, que son identificaron como lamprófido espesartita, pórfido de cuarzo-diorita hornbléndica y dacita con clinopiroxeno (GRANDE *et al.* 2022). Más detalles en el Capítulo 3 de esta obra.

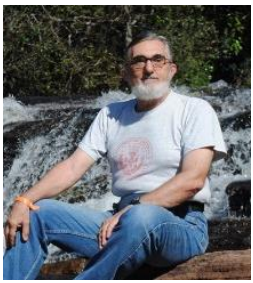


***Figura 53A**. Sebastián Grande.*

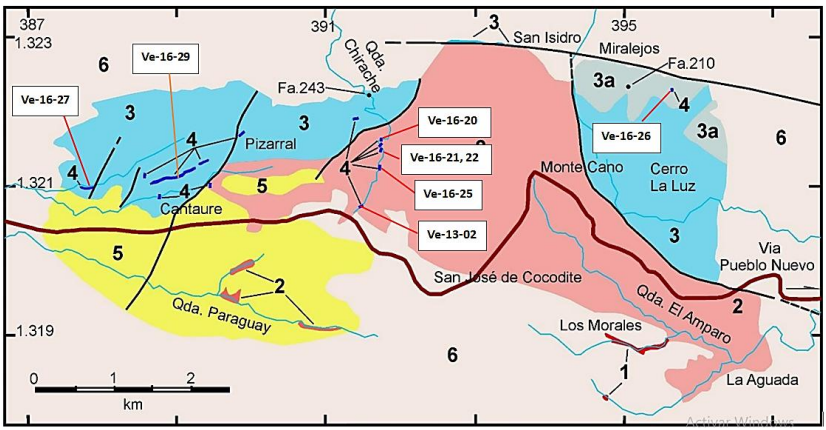


***Figura 53B**. Localización de muestras de diques eocenos colectadas en 2017.*

Actualmente, el ingeniero geólogo **Crisanto Silva Aguilera** (Fig. 53C), profesor de la Universidad Simón Bolívar (USB), con la tutoría del profesor **José Baena** (USB) (Fig. 53D), desarrolla su tesis doctoral sobre la reconstrucción paleoambiental y

paleoclimática durante el Cuaternario, basada en tres núcleos de hasta 33 m de profundidad, perforados en 2012 en el lago endorreico, tectónico y evaporítico de Bajarigua, ubicado al norte de Pueblo Nuevo. Uno de estos núcleos ya fue analizado en la tesis de ingeniería geológica de **Freddy Cisnero** (CISNERO 2014).

En febrero del presente año, el ingeniero geólogo **Jesús Salas** defendió su tesis de maestría en el Instituto de Geociencias de la Universidad de São Paulo, Brasil (Salas 2025), bajo la tutoría de los profesores **Paulo César Fonseca Giannini** (IGc-USP) (Fig. 53F) y **C. Silva Aguilera** (USB). En su trabajo, realizó dataciones del campo de dunas y rocas de playas desde Coro hasta Adícora, utilizando técnicas de radiocarbono y Luminiscencia Estimulada Ópticamente (OSL) (SALAS 2025).


C Crisanto Silva Aguilera


D José Baena


F Paulo Giannini

***Figura 53**. Geólogos*

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Dada la imposibilidad de exportar por vía marítima el petróleo producido en los campos ubicados alrededor del Lago de Maracaibo, las empresas petroleras buscaron alternativas para construir puertos de embarque. La costa sur occidental de la Península de Paraguaná fue vista como el lugar más apropiado, así, pronto empezó la construcción de oleoductos y terminales de carga del petróleo. Esto condujo a la imperiosa necesidad de disponer de grandes volúmenes de agua, tanto para mantener la infraestructura

petrolera, como para satisfacer la creciente demanda de la población.

Según PÉREZ MENA (1967), casi un centenar de pozos de poca profundidad y norias se han perforado en diferentes poblados y fincas de la Península, usualmente sólo ha servido para consumo muy específico y local; pero las aguas subterráneas de la Península son insuficientes para mantener los grandes poblados e instalaciones industriales. Esto condujo a la exploración de los manantiales kársticos ubicados al pie del flanco norte y oriental de la Sierra de San Luis.

La Cia. Shell de Venezuela en la década de los años 1950´s perforó los pozos **Paraguaná-1**, **2** y **3** con fines de búsqueda de agua subterránea (Fig. 54A).

A continuación, se citan informes corporativos[153] que tratan el tema:

TONG (1926), FREDEA *et al.* (1928), CORBETT (1933), KEHRER (1938), FITCH 1938, TOMALIN (1938), ANÓNIMO (1943), BAAN (1944), FRANKLIN (1945), GONZÁLEZ DE JUANA y RIVERO (1946), MCCARTHY (1947), PANTIN (1947), ROD (1947), THOMS (1947), ANONIMO (1948), GONZÁLEZ DE JUANA (1948), HOTTINGER (1948), ROD y SCHUMACHER (1948), ANÓNIMO (1949), DAHLBERG (1949), GALAVÍS y MIRANDA (1949), WILKES y THOMS (1949), BECK (1952), MOEHRL (1952), EDWARDS *et al.* (1953), ANÓNIMO (1955, 1956), KAZMANN (1956), PATRICK (1958), ANÓNIMO (1960), PÉREZ MENA (1966) y KEY *et al.* (1974).

153 Tomados del catálogo RIPPET-PDVSA.

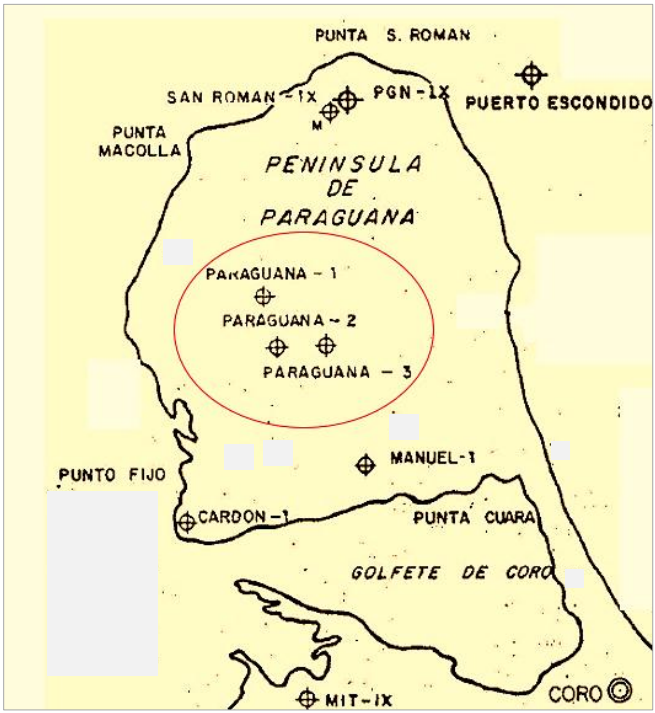


***Figura 54A**. Ubicación de los pozos Paraguaná-1, 2 y 3 perforados por la CSV en los años 1950's en búsqueda de agua subterránea (PIMSTEIN DE GAETE y LARA (1985).*

De estos estudios, el único que fue autorizado para su publicación es el de **Ramón Pérez Mena**[154] en el *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos* (PÉREZ MENA (**1967**). Allí se evalúa la información disponible de los pozos de agua existentes y, elabora un mapa que delimita las zonas con mayor posibilidad para la extracción de agua subterránea (Fig. 45B).

[154] Ramón Pérez Mena. Geólogo UCV´1945, con postgrado en la Universidad de Oklahoma 1948. Para 1967 trabajaba para la Cia. Shell de Venezuela.

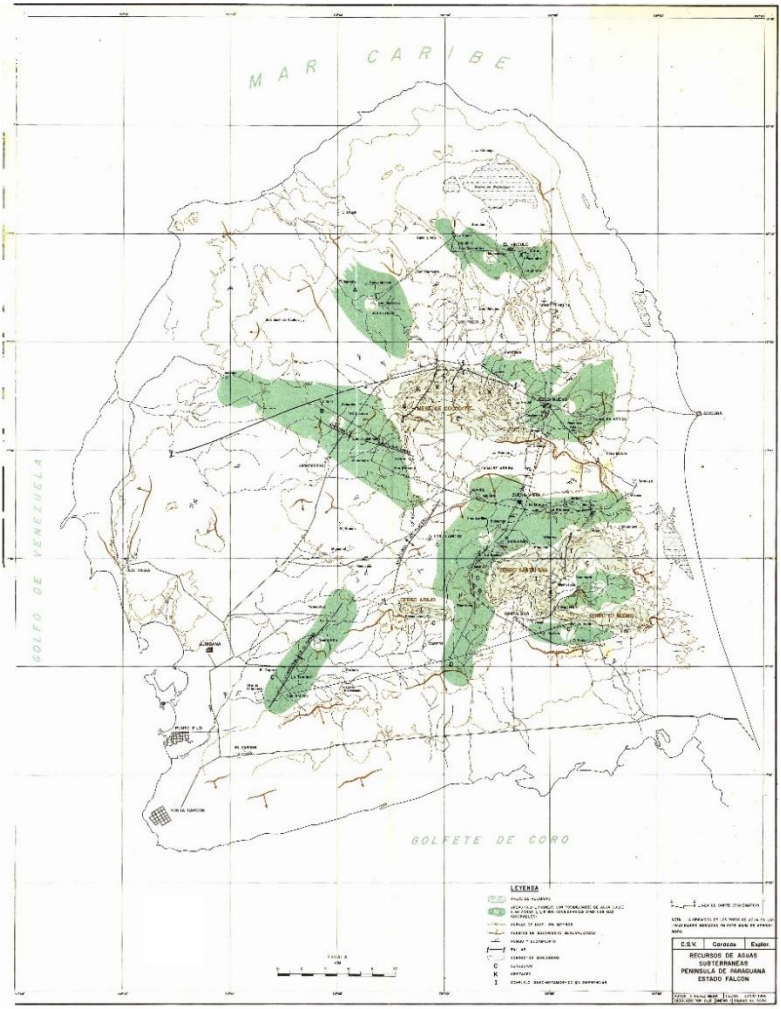


Figura 54B. *Mapa hidrogeológico de la Península de Paraguaná de PÉREZ MENA (1967), fechado en junio 1966.*

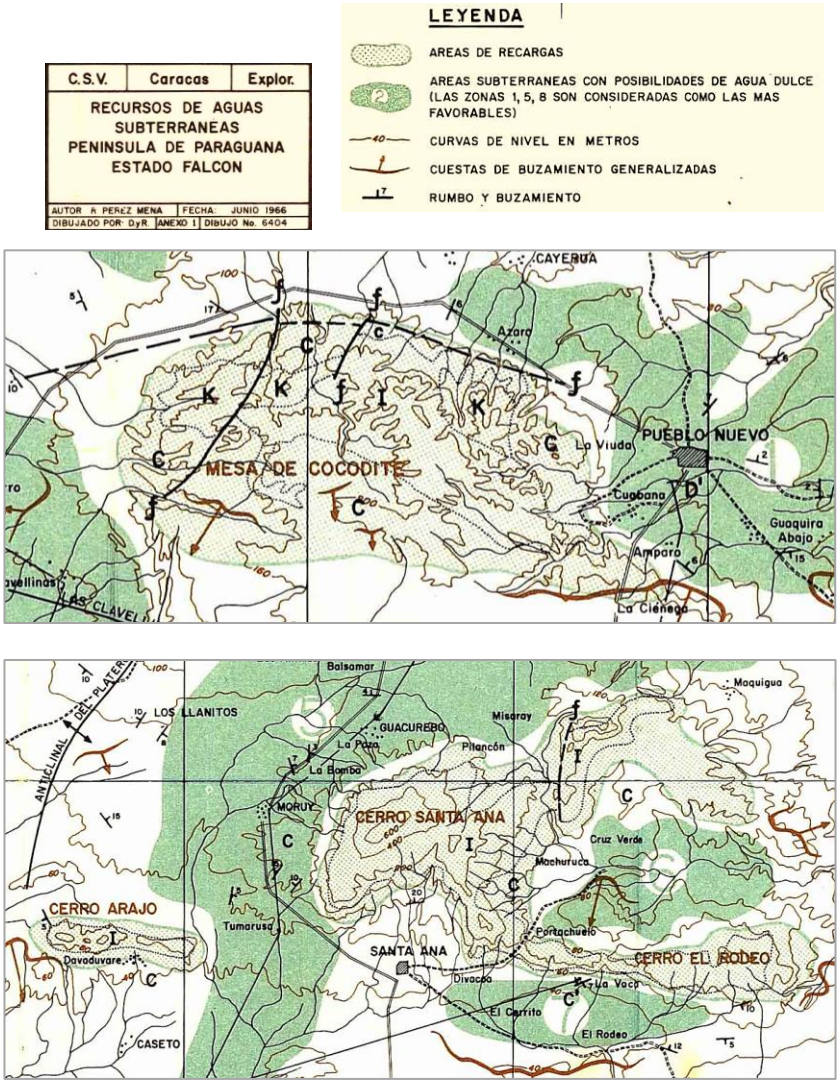


Figura 54C. *Detalles del mapa hidrogeológico de la Península de Paraguaná de PÉREZ MENA (1967).*

En esta temática, también se dispone del *Mapa Hidrogeológico de Venezuela*, a escala 1:500k publicado en 1972 por la División de Hidrogeología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, bajo la dirección del Dr. **Alfredo Menéndez**[155] (Fig. 55). La parte correspondiente a la Península de Paraguaná se reproduce en la Fig. 55).

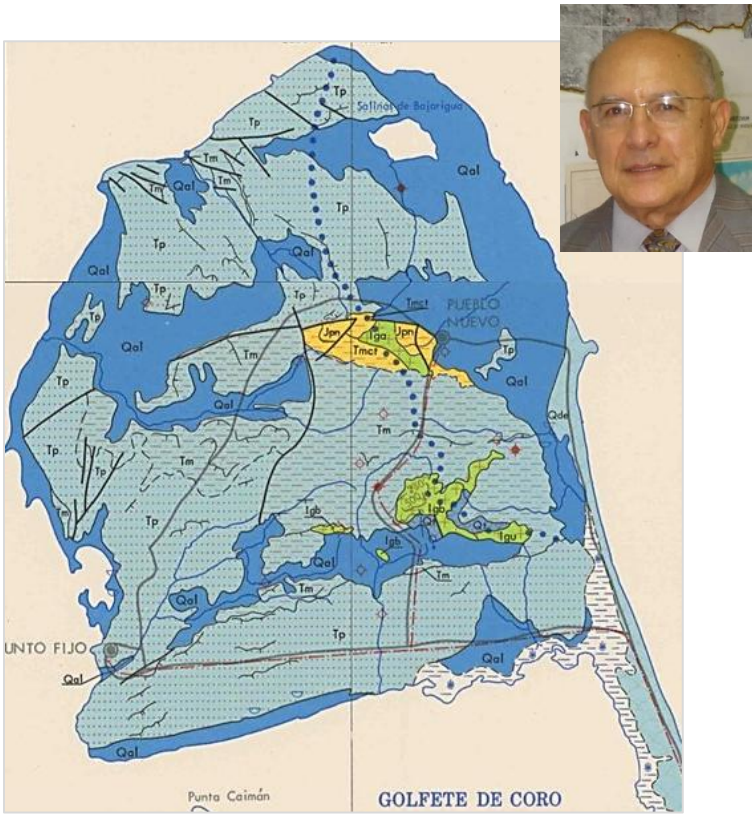


Figura 55. *Fragmento correspondiente a la Península de Paraguaná del "Mapa Hidrogeológico de Venezuela" a escala 1:500.000. 1972, División de Hidrogeología. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Dr. A. Menéndez (Ed.).*

[155] Alfredo Menéndez Vásquez de Velarde (1931 - --). Nació en Perú y obtuvo el grado de geólogo en la UCV´1955. Trabaja en el MMH y luego es becado para obtener el grado de PhD en la Universidad de Princeton. A su regreso trabaja en MMH en la zona de El Callao, para luego ser jefe de la División de Hidrogeología.

2. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

En los años 1920´s los métodos geofísicos comenzaron a aplicarse en la exploración petrolera mundial, siendo Venezuela uno de los primeros países en aplicarse. Del período 1928 a 1996, a través del catálogo RIPPET-PDVSA[156], se sabe de estudios realizados en Paraguaná con métodos magnéticos, gravimétricos y de sísmica de reflexión, entre otros:

HARDY W. W. (1928) magnetometría,

POLS Ch. (1929) gravimetría,

PETERS Leo J. (1930) perfiles magnéticos;

NETTLETON L. L.[157], R. W. CLARK, G. R. WATSON, J. BARDEEN y L. W. GARDNER (1932) gravimetría,

HUBBARD Bela (1934) gravimetría,

ANÓNIMO (1946) sísmica de reflexión,

TOLAND D. R. (1950) sísmica,

ANÓNIMO (1950, 1951) gravimetría,

ALLEN (1951) sísmica.

BAKER (1951) sísmica.

JACOBSEN P. Jr. (1952) gravimetría,

CARR J. (1952) sísmica marina,

MAAT H. (1952) gravimetría,

ROMEIJN C. y H. MAAT (1953) sísmica,

ANÓNIMO (1954) gravimetría,

UNDON Robert F. (1954) sísmica,

156 Ver: CONTRERAS y URBANI (2022).

157 Lewis Lomax Nettleton (1896-1988), pionero de la aplicación de métodos geofísicos en la exploración petrolera. Trabajó por cinco años en Venezuela con la Mene Grande Oil Co. en el estado Anzoátegui. Es autor del clásico libro *Gravity and magnetics in oil prospecting*. 1976.

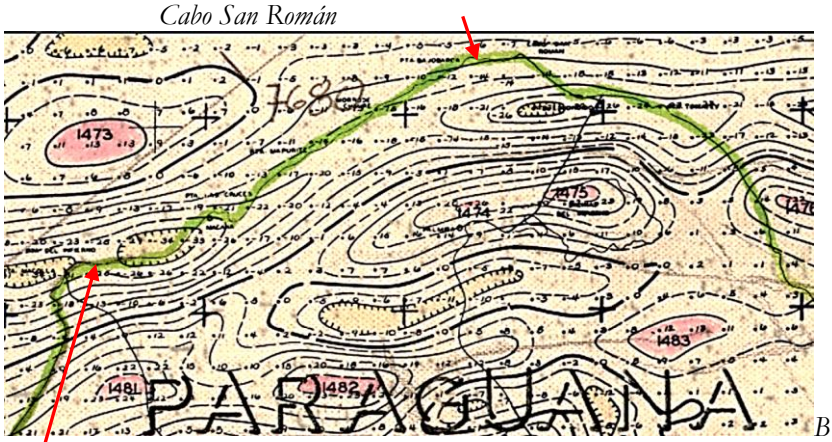
ANÓNIMO (1957, 1958) sísmica,
ANÓNIMO (1959) magnetometría,
KEMENY D. J. (1960) sísmica,
BEALL E. W. (1966) sísmica costa afuera,
FERRELL Albert D.[100] (1969) sísmica,
ANÓNIMO (1980) símica en tierra y costa afuera,
BLAIR H. L. (1981) sísmica,
ANÓNIMO (1981, 1982) símica,
PINEDA M. y J. ÁVILA (1996), sísmica.

De las citas anteriores, el mapa "*Second vertical derivates of total magnetic intensity. Northwestern Venezuela*" a escala 1:500.000 (ANÓNIMO 1959)[158] es de especial importancia y se reproducen algunos fragmentos (Fig. 56). Los datos aeromagnéticos fueron adquiridos en una cuadrícula de una milla de lado. Todos los altos magnéticos están enumerados y coloreados manualmente en rojo, para un total de 1.736 altos. Los bajos están coloreados en amarillo. En este mapa resaltan claramente distintos bloques tectónicos, donde se pueden interpretar las fallas que los delimitan. Uno de estos límites abruptos corresponde a la costa suroriental de la Península de Paraguaná, con las rocas máficas del Cerro Santa Ana y circundantes, contra las rocas de basamento continental de la Ensenada de La Vela.

[158] Este mapa fue recogido de la basura por el ing. David Mendi -durante la mudanza de una institución geológica de Caracas-; ha sido utilizado por dos tesis de grado de Ingeniero Geofísico de la UCV y dos artículos publicados.



Figura 56A. *Mapa de la ´Segunda derivada vertical de la intensidad magnética total´, elaborado por la empresa Gulf Research y Development Co. (ANÓNIMO 1959).*



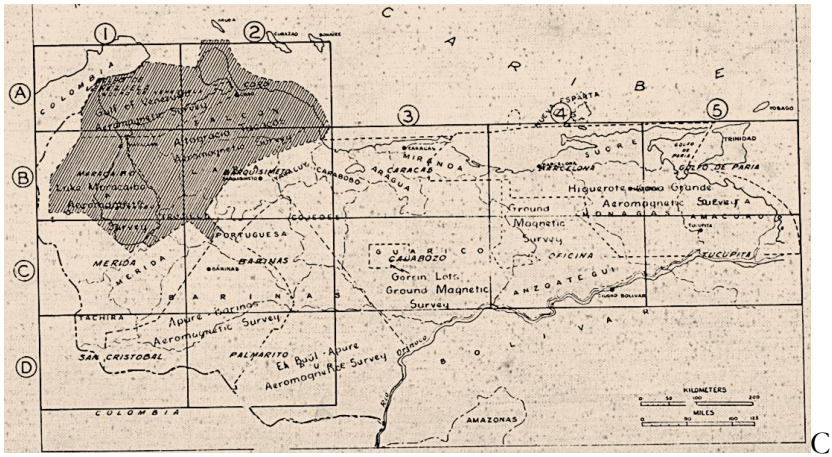


Figura 56. ***B***: *Ampliación de la parte norte de la Península de Paraguaná.* ***C***: *Mapa índice de levantamientos aeromagnéticos (*ANÓNIMO *1959).*

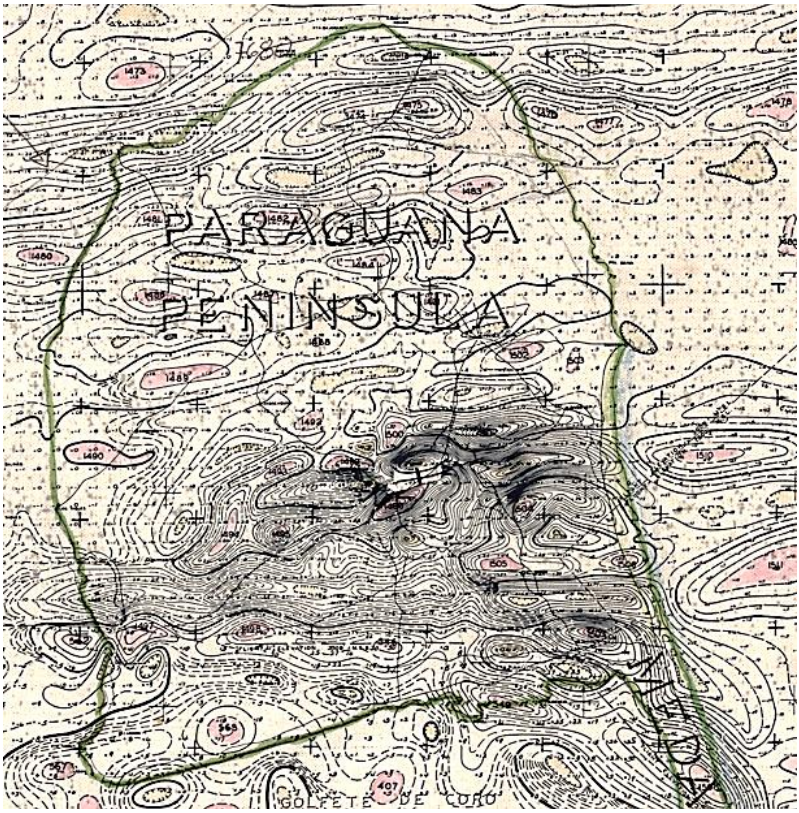


***Figura 56D**. Ampliaciones de la parte correspondiente a la Península de Paraguaná (ANÓNIMO 1959).*

De la Nucleoteca Hans Krause, La Concepción, PDVSA, nos fue suministrado la parte de identificación del *Mapa de intensidad magnética total. Lago de Maracaibo Perijá, Golfo de Venezuela y proyectos de Falcón y Lara* (Fig. 56E) a escala 1:500k, firmado por **J. W. de Bruyn**[159].

[159] J. W. de Bruyn**.** Geofísico holandés que trabajó para la CSV entre c.1950 y c.1959.

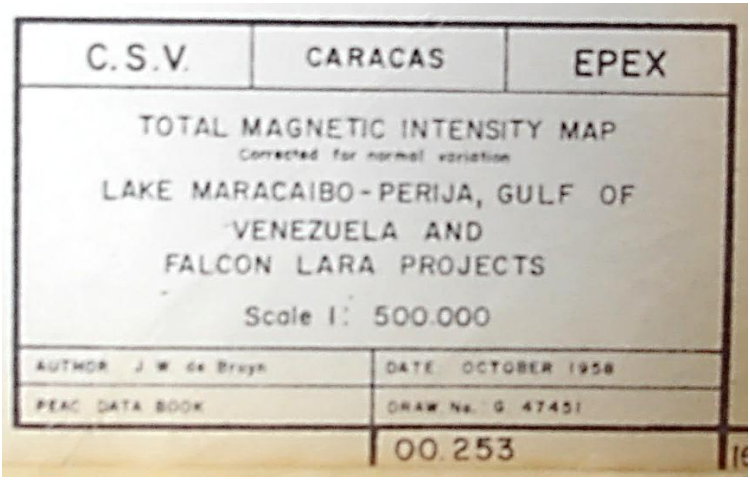


***Figura 56E**. Parte con la identificación de un mapa disponible en la Nucleoteca de La Concepción por J. W. de Bruyn.*

El mapa aeromagnético de la Fig. 56A, junto al mapa gravimétrico del país y, la cartografía geológica realizada por el grupo de David Mendi, ha sido la base para que el Dr. **Marvin Baquero** definiera cuatro dominios del basamento cristalino de la Península de Paraguaná (BAQUERO 2017) (Fig. 57):

Caribe (Cenozoico),

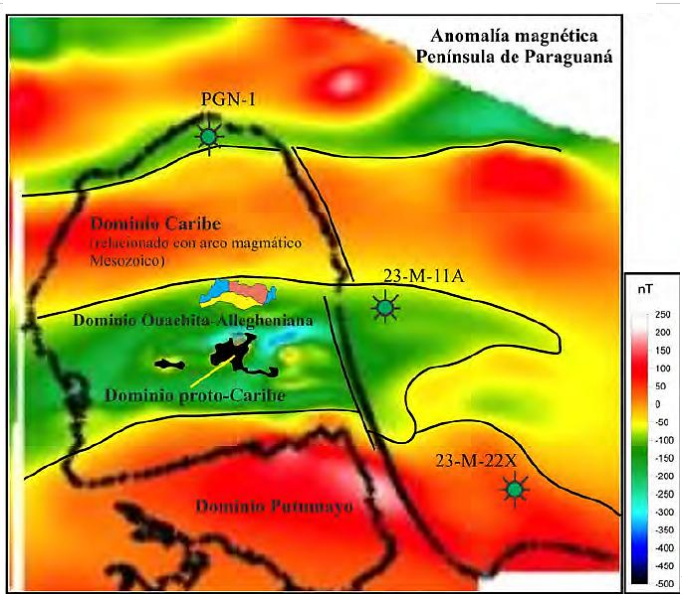
proto-Caribe (Mesozoico),

Allegheniano (Paleozoico) y

Putumayo (Neoproterozoico).



A



B

Figura 57. *Interpretación de la distribución de los cuatro dominios geológicos del basamento cristalino de la Península de Paraguaná (*BAQUERO *2017).*

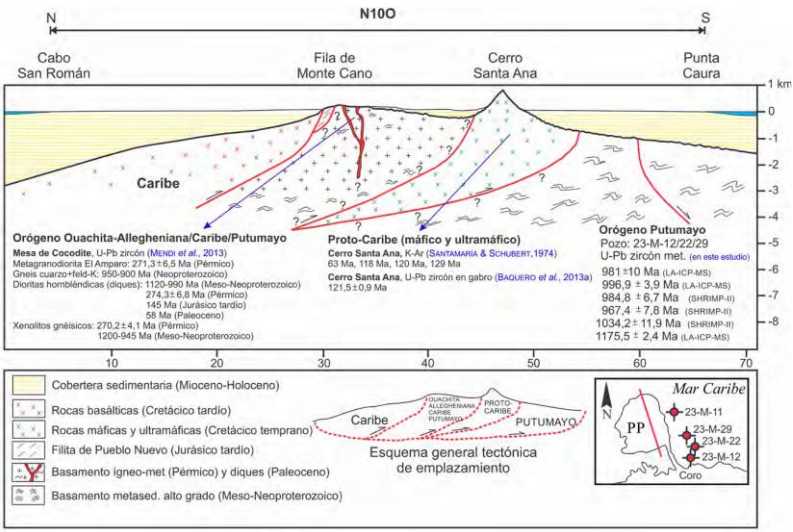


***Figura 57C**. Sección con la interpretación en subsuelo de los cuatro dominios geológicos del basamento cristalino (BAQUERO 2017).*

Sísmica de reflexión moderna

Entre 1979 y 1981, la empresa CORPOVEN realiza una campaña de adquisición de líneas sísmicas de reflexión en la Península de Paraguaná y Ensenada de La Vela (Fig. 58A,B).


FIELD OPERATIONS REPORT
LAND SEISMIC SURVEY

PARAGUANA NORTE
STATE OF FALCON, VENEZUELA

FOR

CORPOVEN, S.A.

BY

WESTERN GEOPHYSICAL COMPANY
OF AMERICA

PARTY 737

MAY 20 - NOVEMBER 11, 1981

***Figura 58A**. Levantamiento por la Western Geophysical Co., 1981.*

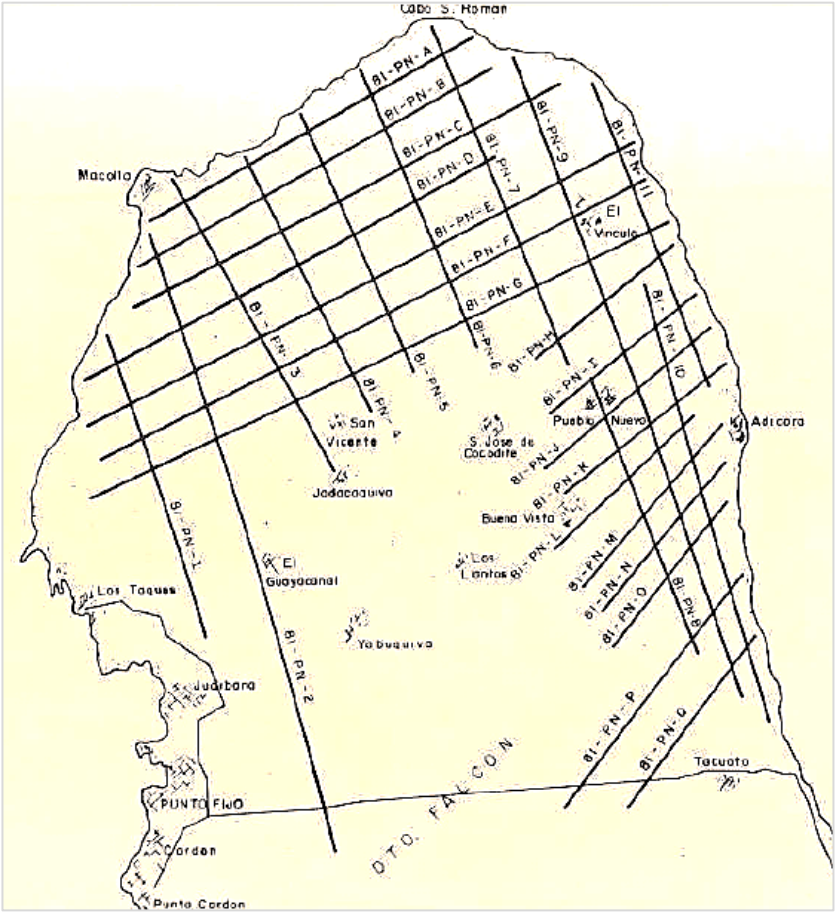


***Figura 59B**. Mapa índice del levantamiento de símica de reflexión por la Western Geophysical Company en la Península de Paraguaná, 1981.*

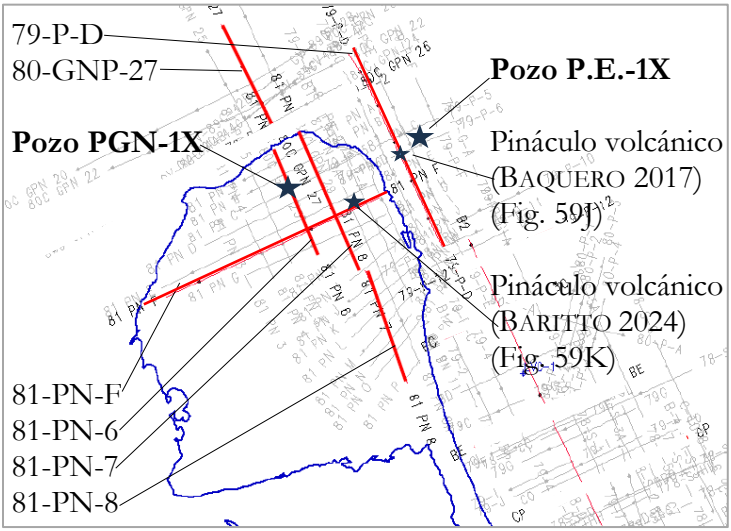
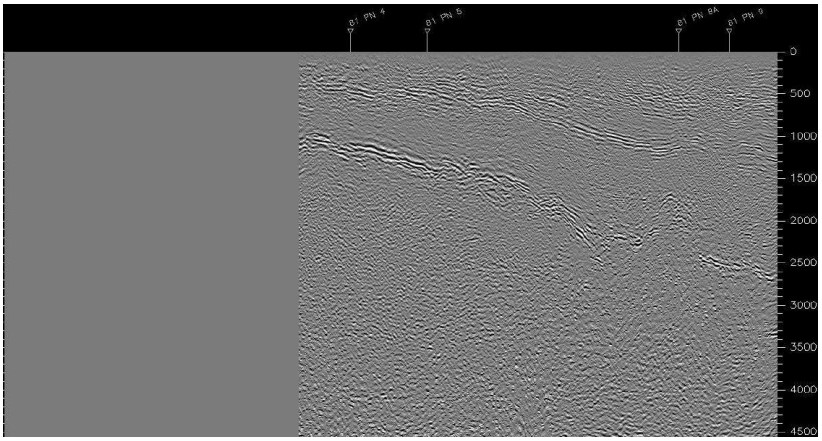
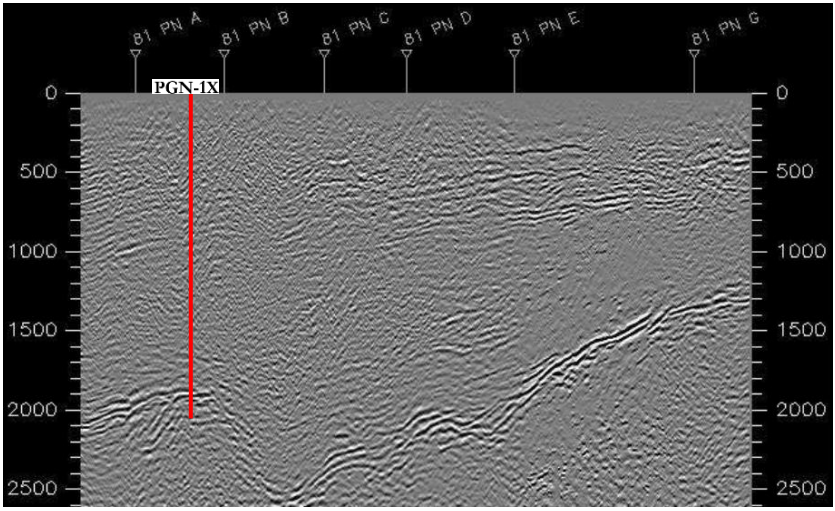


***Figura 59C**. Mapa de ubicación de líneas sísmicas adquiridas entre 1979 y 1981 y de pozos exploratorios en la Península de Paraguaná.*

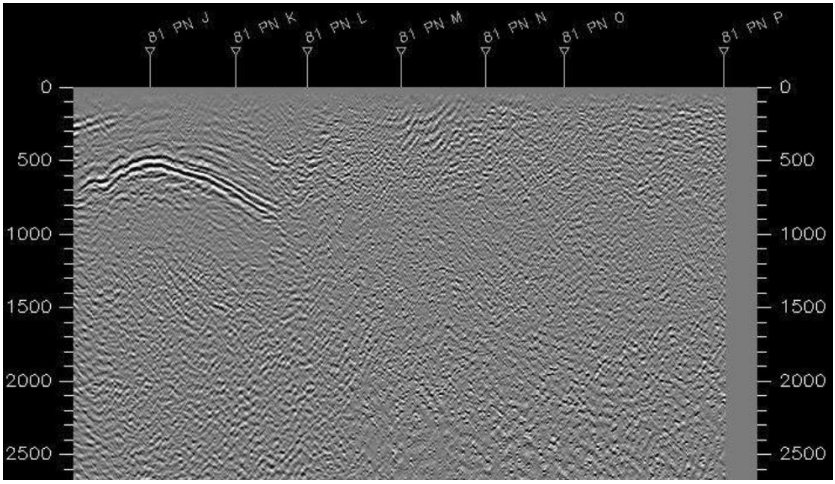


Línea 81-PN-F

***Figura 59D**. Líneas sísmicas.*



Línea 81-PN-6 con ubicación del pozo PNG-1X.



Línea 81-PN-8

***Figura 59E**. Líneas sísmicas.*

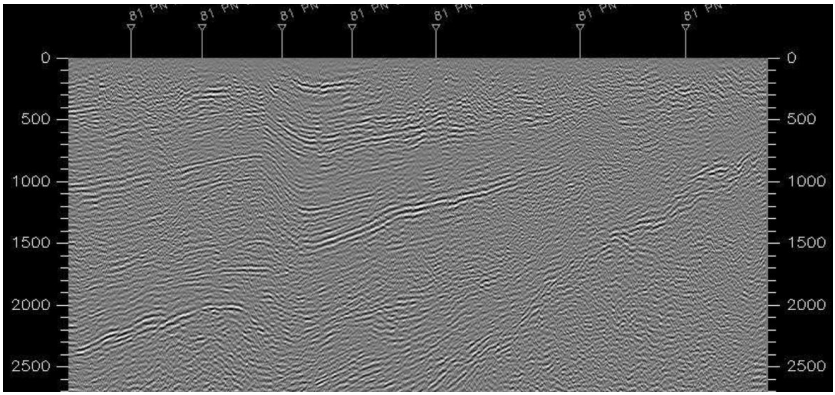


***Figura 59F**. Líneas sísmicas.[160]. Línea 81-PN-7.*

Interpretaciones

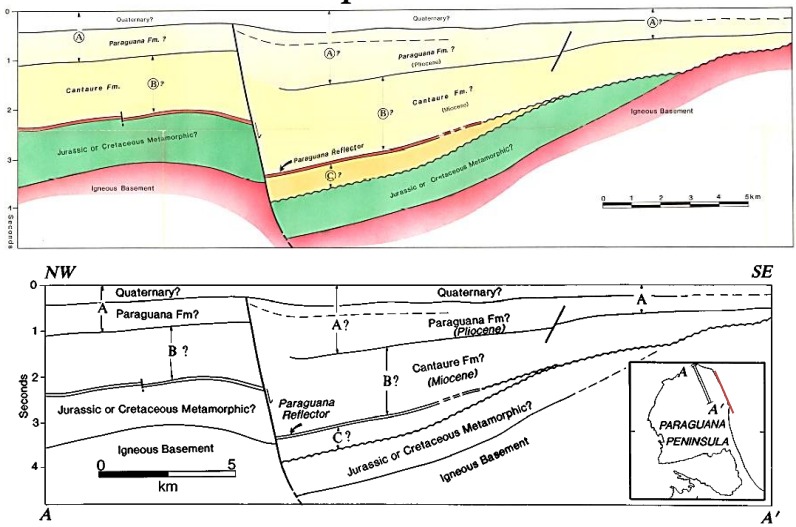


Figure 12—Interpreted northwest-southeast seismic line, Paraguaná Peninsula. The "Paraguaná reflector" is a high-amplitude event at, or close to, the base of the sedimentary sequence. This reflector probably represents a volcanic body, most likely a sill, since it appears to be slightly discordant with other stratal surfaces.

***Figura 59G**. Interpretación de la línea sísmica 81-PN-7 según MACELLARI (1987) (arriba) y MACELLARI (1995) (abajo).[161]*

[160] Líneas sísmicas reproducidas en MENDI y URBANI, eds. (2017).

[161] Según Carlos E. Macellari (Com. pers., 2024) el "Reflector Paraguaná pudiera más bien ser un nivel carbonático, como ocurre en el Campo Perla".

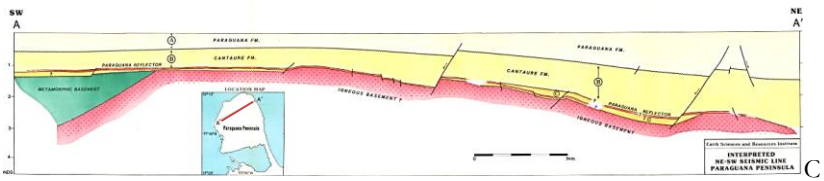


***Figura 59H**: Interpretación de la línea 81-PN-F (MACELLARI 1987). Ubicación en las figs. 59B,C.*

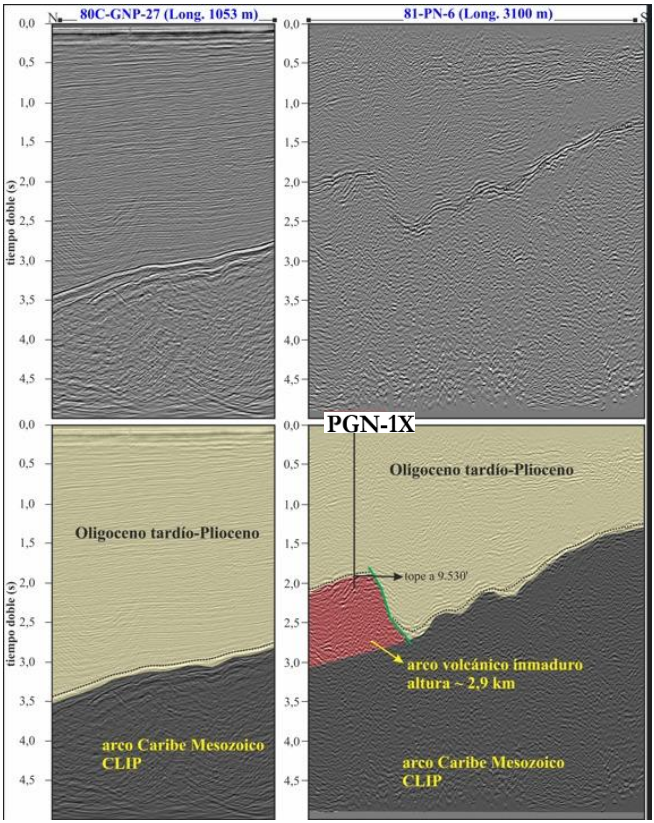


***Figura 59I**. Líneas sísmicas 80C-GNP-27 (Costa Afuera) y 81-PN-6.*

"Expresión sísmica-morfológica en subsuelo del arco volcánico inmaduro originado durante el Oligoceno tardío. Dicho cuerpo volcánico pudo haberse desarrollado en sincronía con los depósitos sedimentarios del Oligoceno tardío presentes en el noroccidente de Venezuela" (BAQUERO 2017: 179).

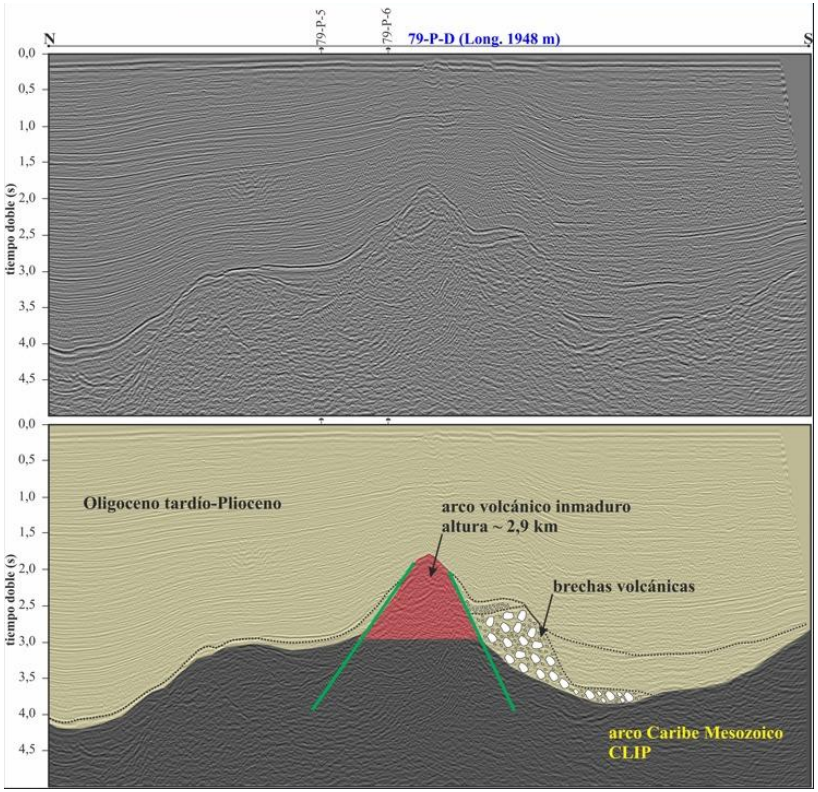


***Figura 59J**. Línea sísmica 79-P-D, Costa Afuera.*

"Expresión sísmica-morfológica en subsuelo del arco volcánico inmaduro u originado durante el Oligoceno tardío… En ella puede observase de manera perfecta el desarrollo de un pináculo volcánico, en la que pudieran existir depósitos de brechas volcánicas en su ladera sur" (BAQUERO 2017: 180).

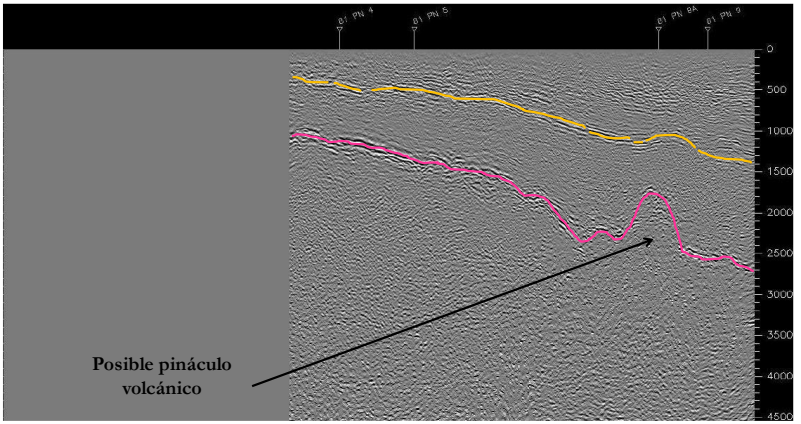
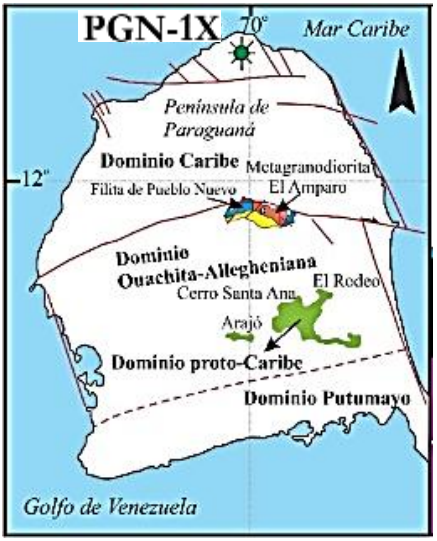


***Figura 59K**. Interpretación de la línea sísmica 81-PN-F por M.Sc. **Iván Baritto** (Comunicación personal, agosto 2024). Trazado morado: basamento, amarillo: un reflector del Neógeno. Se ubica otro posible pináculo volcánico como el de la Fig. 59J de BAQUERO (2017).*



Distribución de los dominios geológicos del basamento ígneo-metamórfico pre-Cenozoico (BAQUERO 2017: 178)

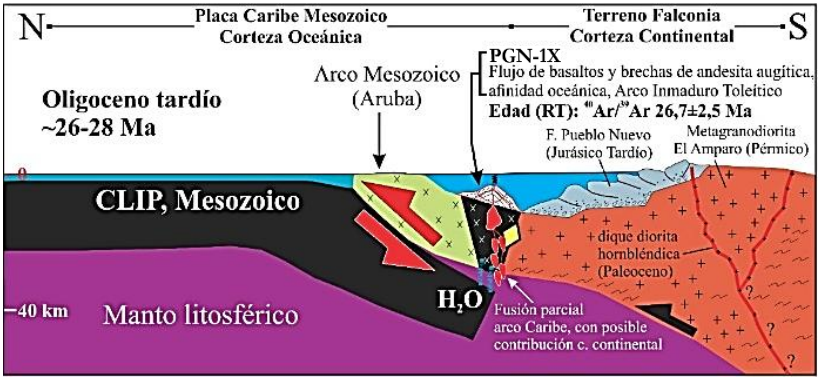


Figura 59L. *(BAQUERO 2017: 178):*

"En esta figura se propone un esquema para explicar el origen de estas rocas volcánicas perforados por el pozo PGN-1X. Aunque la falta de una bien definida anomalía negativa de Nb, Ta y Ti en estas muestras, las cuales junto a las características antes descritas (enriquecimiento de los elementos Ba, K y Sr), reflejan un comportamiento propio de rocas generadas en márgenes convergente (Wilson, 1989; Rollinson, 1993; Lara et al., 2013; Rodríguez, 2014). Esta evolución geodinámica del Oligoceno tardío queda registrada en la arquitectura y estructura tectónica del margen continental de la península de Paraguaná y sus adyacencias, dando a lugar a una morfoestructura que puede reconocerse sísmicamente en el subsuelo de la península de Paraguaná como un alto morfológico que sobresale de la corteza oceánica Caribe mesozoica como una protuberancia , formando así una gran estructura volcánica de aproximadamente 2,9 km de altura. Esta expresión sísmica-morfológica continua tanto al noreste como noreste de la península en costa afuera. La figura 59J *muestra de manera perfecta el desarrollo de un pináculo volcánico, en la que pudieran existir depósitos de brechas volcánicas en su ladera sur. De acuerdo a la sísmica observada en esta área e integrando con los datos de anomalía magnética de la península de Paraguaná, esta unidad volcánica puede ser cartografiada en una dirección E-O, de dimensiones aproximadas de 30 km de largo por 2-5 km de ancho* (Fig. 57B)*".*

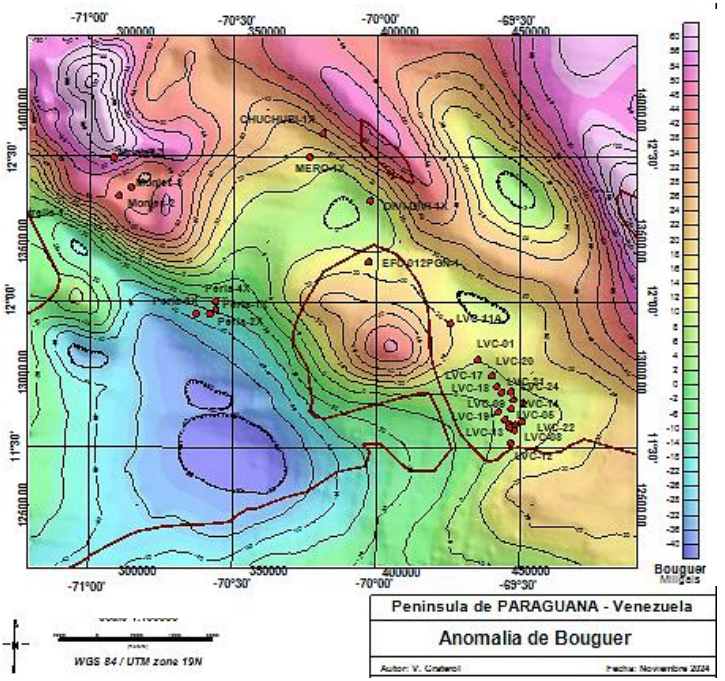


***Figura 60**. Mapa de Anomalía de Bouguer de la Península de Paraguaná y regiones circundantes (GRATEROL 2022).*

3. PERFORACIONES EXPLORATORIAS

Manuel-1

El pozo Manuel-1 fue perforado por la empresa Paraguaná Petroleum Company[162] a unos 3 km al NO del Distribuidor El Cayude[163]. Las operaciones se extendieron desde el 15-11-**1930** hasta

[162] La Paraguaná Petroleum Company fue una empresa subsidiaria de la Standard Oil Company of New Jersey, también con intereses de la Royal Dutch Shell y la Gulf Oil Co.

[163] Según el mapa de la CPC B-4-B, el pozo se ubica a un 1 km al norte de la intersección de la Carretera Coro-Punto Fijo con la Quebrada El Cayude, sobre el cauce de la misma quebrada; que resulta a unos 3 km al NO del actual

el 28-2-**1931** (ANÓNIMO s/f). Como se verá en esta sección, este pozo ha sido de gran importancia por ser el primero con extracción de núcleos en Paraguaná. Esto ha permitido su estudio a lo largo de décadas, en especial por haberse encontrado en su parte más profunda, una secuencia de capas rojas que han dado lugar a largas discusiones con respecto a su edad (Mioceno vs. "Formación La Quinta").

En la carpeta del pozo, se conservan memos del 2 enero y 5, 9 y 19 de febrero de **1931**, suscritos por el geólogo **Charles W. Flagler**[164] (1904-1991) (Fig. 61A), quién va reportando a su superior **Philip E. Nolan**[165] (1987-1958) (Fig. C) (geólogo jefe de la Gulf Oil Co of Venezuela), los avances en la perforación y los estudios de las muestras,

En el memo del **2 enero 1931**, C. W. Flagler reporta que:

> "*… de los núcleos en 1.810´, 1.992´ y 1.987´ fue obtenida una buena separación de minerales pesados. Todos presentan un típico desarrollo de la Asociación Paraguaná, incluyendo: Opacos negros 3, epidoto 3, zoisita 2-3, leucoxeno 2, granate 2, zircón 2, turmalina 1, estaurolita 1, hornblenda 1, glaucofano 1, cloritoide 1, rutilo 1, anatasa 1, cianita ausente a 1,*

Distribuidor El Cayude. Coordenadas UTM 19P Canoa, N1.294,5 km, E393 km.

[164] Charles W. Flagler (1904-1991). Egresado de la Universidad de Michigan, BS´1926. Geólogo de la Gulf Oil Co. y entre 1931 y 1932 trabajó en Táchira, Mérida y Falcón. En 1931 también trabajó en la Concesión Barco en Colombia como asistente de Hollis D. Hedberg. Tiene trabajos publicados de Canadá, USA y Dinamarca hasta 1954. El retrato fue colorizado por el Ing. J. A. Rodríguez, fuente https://www.ancestry.com/genealogy/records/charles-w-flagler-24-jdgwvy

[165] Philip Edward "Buck" Nolan (1887-1958). Egresado de Colorado School of Mines, BS´1913. Luego se servir en la fuerza aérea en la I Guerra Mundial, trabajó en México. En 1921 se traslada a Venezuela con la Maracaibo Oil Exploration Co. y en 1923 es contratado por la Venezuelan Gulf Oil Co. (luego Mene Grande Oil Co.) donde llega a ser geólogo jefe en 1929 hasta su retiro en 1947.
https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/043/043004/pdfs/917.htm

brookita ausente a 1, titanita 0-1, sillimanita ausente a 0. Las especies subrayadas son particularmente características de esta asociación"[166].

La combinación de minerales procedentes de rocas metamórficas tanto de alto grado, como de alta presión, no deja de extrañar y merece estudio futuro. También llama la atención que para entonces ya tenían definida una ´Asociación Paraguaná´ (Paraguana suite).

También hay memos dirigidos a P. E. Nolan por **C. A. Baird**[167] (16 dic. 1930) e **I. C. Thomas** (22 dic. 1930) con más resultados de las muestras; éstos van con copia a **E. C. Rach**[168] y J. E. Smith y C. W. Flagler.

En un memo del 27-2-1931, **J. E. Smith**[169] informa que estudió el núcleo de 3.449´ en la profundidad máxima y lo describe como de color hígado, calcáreo, con granos de cuarzo, feldespato y guijarros de traquita (SMITH 1931). El 28 de **febrero 1931** se cierran las operaciones y se declara seco. En los memos de esas fechas, adicionalmente se mencionan estudios de **Santiago E. Aguerrevere** (1899-1984) (Fig. 61B), **C. C. Wilson**[170] y **H. S.**

166 La escala de abundancia va de 0 (trazas) a 5 (muy abundante).

167 C. A. Baird**.** Geólogo de la Gulf Oil. https://www.uwyo.edu/ahc/_files/pdffa/06977.pdf En 1921 trabaja en la Mexican Eagle Oil Co., en 1924 es transferido a Venezuela donde trabaja en Zulia, Falcón, Anzoátegui y Monagas. Para 1949 era subgerente de la Mene Grande Oil Co. y pasa a ser subgerente para el "Hemisferio Oriental".

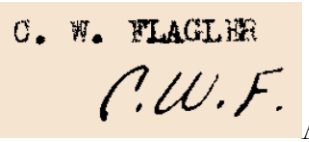
168 Ed. C. Rach. Geólogo de la Gulf Oil Co. entre c.1928 y c.1932; trabajó en Zulia y Falcón. En 1944 trabajaba para la R. W. Byram y Company, luego en otras empresas consultoras. En 1963 aparece como consultor en Texas.

169 J. E. Smith. En RIPPET ha catalogados 12 informes de su autoría fechados entre 1929 y 1956 de Zulia y Falcón. En 1951 trabajaba para la Caribbean y participa en el Congreso Mundial de Petróleo.

170 C. C. Wilson. Geólogo británico que en 1926 trabajó para la British Controlled Oilfiels Ltd. en Falcón occidental. Permaneció en Suramérica (Venezuela, Trinidad y Ecuador) hasta los años 1950´s.

Ladd[171] (1899-1982) (Fig.2.2.61D), quienes también estudiaron las muestras del pozo.





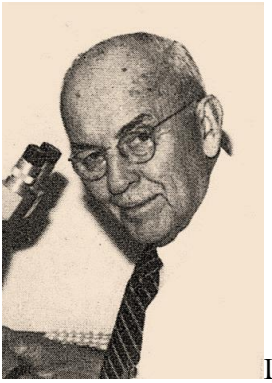
A



B



C



D

***Figura 61. A**: Charles W. Flagler. **B**: Santiago E. Aguerrevere*[172]*. **C**: Philip E. Nolan (1887-1958). **D**: Harry Stephen Ladd (1899-1982).*

[171] Harry Stephen Ladd (1899-1982). Graduado de la Universidad de Iowa PhD´1925. Geólogo de la Venezuelan Gulf Oil Co. con cuatro informes RIPPET del estado Falcón entre 1930 y 1931. Conoció en Venezuela al Dr. Hollis D. Hedberg, con el cual mantuvo una amistad de por vida. Semblanza en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v14/Ladd-HS.pdf

[172] Fuente: https://www.geni.com/people/Santiago-Emigdio-Aguerrevere.era/5501864851450047397

El 1 de junio 1931, **W. S. HOFFMEISTER**[173] (**1931**) presenta resultados con identificaciones de foraminíferos (Fig. 62) (carpeta de pozo).



3356-3366

Globigerina A	few
Amphistegina D	sc.
Reussia A	sc.

Figura 62*. William S. "Bill" Hoffmeister (1901-1950) y fragmento de su informe paleontológico.*

El **29** de junio **1931**, **A. Parke Dickey**[174] presenta un informe petrográfico de las muestras. Una de sus conclusiones es que el pozo:

> *"Manuel No. 1 contiene un conjunto de minerales pesados muy notable por su cantidad y diversificación. Aparentemente, la masa metamórfica de la que se derivaron la mayoría de los conjuntos de minerales pesados de la cuenca, estaba muy cerca de este pozo, y muchos granos que en el curso del transporte normalmente se habrían destruido fueron sellados y preservados. Por lo tanto, minerales muy resistentes como el circón constituyen la misma proporción de los sedimentos que en otras partes"* (DICKEY 1931).[175]

[173] William S. "Bill" Hoffmeister (1901-1950). Paleontólogo-palinólogo de la Lago Petroleum Company.

Retrato en Fig. 10 de https://bioone.org/journals/palynology/volume-40/issue-S1/01916122.2016.1147792/The-Life-and-Scientific-Work-of-William-R-Evitt-19232009/10.1080/01916122.2016.1147792.full

[174] Aparece afiliado al Laboratorio de Petrografía de la Lago Petroleum Co. en Maracaibo.

[175] Por lo indicado en este párrafo, es factible que el estudio de minerales pesados reportados por C. W. Flagler en su memo del 2 de enero de 1931, hayas sido realizados por el Dr. Dickey.

En otro memo sin fecha, hay una tabla de las unidades perforadas, donde la sección entre 3.200 y 3.448´ aparece como "*Old Red Paleozoic"* (Fig. 63A).

De acuerdo a BRUENEN (1949), en la Memoria del Primer Congreso Geológico Venezolano de **1938**, hay dos citas referentes al pozo Manuel-1, a saber: "*En el* Boletín de Geología y Minería *(1938, página 139),* ***H. D. Hedberg*** (1903-1988) *y* ***S. E. Aguerrevere*** (1899-1984) *consideran que las rocas de la base del pozo Manuel-1 son correlacionables con la Formación La Quinta; pero en el mismo* Boletín *(página 132),* ***C. González de Juana***[176] (1906-1982) (Fig. 63B) *afirma que las rocas por debajo de 2.645´ corresponden a "rocas metamórficas*" .

La Vela	50-1320
Upper Damsite.....	1325-1790
Lower Damsite or Socorro.....	1790-2150
Socorro (angular unconformity)	2150-2565
Basal Conglomerate Cretaceous	2565-3200
Old Red Paleozoic	3200-3448

A  B

Figura 63. A*: Unidades interpretadas para el pozo Manuel-1.*
B*: Clemente González de Juana (1906-1982).*

Por el fracaso de los pozos Cardón-1 y Manuel-1, la CSV detuvo las exploraciones en Paraguaná, a excepción de algunos levantamientos sísmicos. Han de pasar casi dos décadas hasta que se reinician los estudios, pero ahora, especialmente por ser Paraguaná un punto de ancla para extrapolar la información a las vecinas cuencas costa afuera del Golfo de Venezuela y la Ensenada de La Vela, que aparecían como más prometedoras.

[176] Biografía en MARTÍNEZ (1990).

El 2 de junio de **1947** el geólogo-paleontólogo **J. Guillaumin**[177] de la Creole Petroleum Corporation (CPC) estudia las muestras del pozo Manuel-1 e identifica los foraminíferos de la secuencia superior, que no difiere de informes anteriores (e.g.: W. S. Hoffmeister). Termina con: *"2.645-3.195´ Conglomerado Basal. 3.195-3.448´ (TD) Capas rojas, Jurásico o Paleozoico"* (Carpeta del pozo).

En 1947 los geólogos **Cecilia Martín de Bellizzia** y **Alirio Bellízzia** (Fig. 64) reciben de la CPC seis secciones finas del pozo Manuel-1, para su estudio petrográfico (sin ser informados de la identificación del pozo, ni la profundidad de las muestras). Probablemente el objetivo de la empresa fue el tratar de resolver la identidad de las rocas más profundas de color rojizo (MARTÍN BELLIZZIA y BELLÍZZIA 1947).

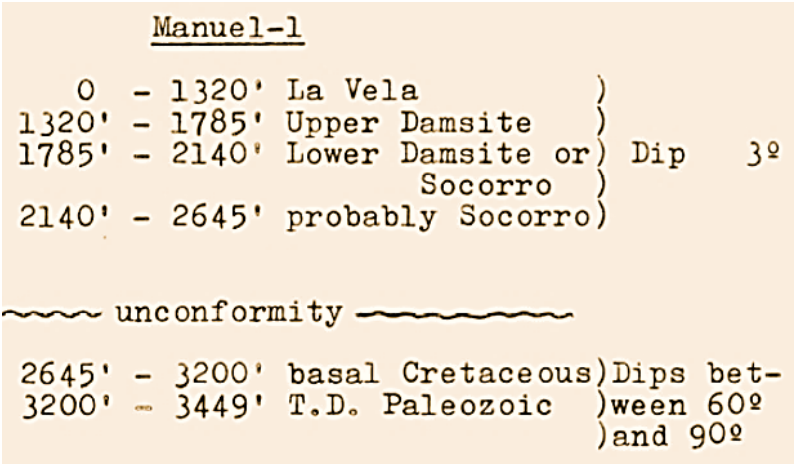


Figura 64. *Cecilia Martín de Bellizzia y Alirio Bellizzia.*[178]

[177] Jacques Guillaumin Jr., graduado en la Universidad de Columbia, BS´1944. En 1946 es miembro de la AAPG con dirección en Nueva York. Desde 1947 trabaja como micropaleontólogo en el Dept. de Exploración de la CPC en Caracas. En 1949 trabaja en hidrogeología.

[178] Fotografía de c.1950 de la colección del Prof. Sergio Foghín, publicada en RODRÍGUEZ y CASTRO MORA (2024: 134). Firmas del informe de MARTÍN BELLIZZIA y BELLÍZZIA (1947)

En 1948 el grupo Shell reinicia estudios en Paraguaná, enviando al geólogo Otto Renz a estudiar el "Cretácico" de la Mesa de Cocodite (ver sección 1). Uno de los apéndices del informe del Dr. Renz, fechado en **mayo 1949** está suscrito por **J. W. R. Brueren**, que reúne la información de los pozos Cardón-1 y Manuel-1. Allí se presenta una tabla que muestra las secuencias perforadas (BRUENEN 1949) (Fig. 65).



Manuel-1

0 - 1320'	La Vela	)
1320' - 1785'	Upper Damsite	)
1785' - 2140'	Lower Damsite or Socorro	) Dip 3º
2140' - 2645'	probably Socorro	)
~~ unconformity ~~~~~~~~		
2645' - 3200'	basal Cretaceous	)Dips bet-
3200' - 3449'	T.D. Paleozoic	)ween 60º)and 90º

Figura 65. *Unidades interpretadas en el pozo Manuel-1 (BRUEREN 1949).*

En **noviembre 1957** el palinólogo **R. H. Tschudy**[179] (1908-1986) (Fig. 66) de la CPC estudia muestras del pozo Manuel-1; sus resultados son incorporados en el informe de RONAI (1958), sin mencionar las identificaciones.

[179] Robert Haydn Tschudy (1908-1986). Palinólogo estadounidense con títulos de BS, MS y PhD de la Universidad de Washington. Trabajó en Caracas para la CPC desde 1945 hasta 1950. Luego de su regreso a los EEUU siguió analizando muestras para la CPC. Semblanza en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v18/Tschudy-RH.pdf

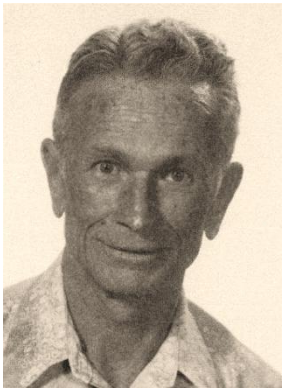
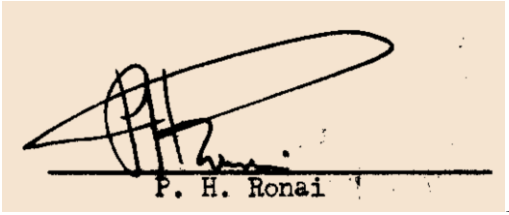


***Figura 66**. Robert H. Tschudy (1908-1986) (LORENTE 2023).*

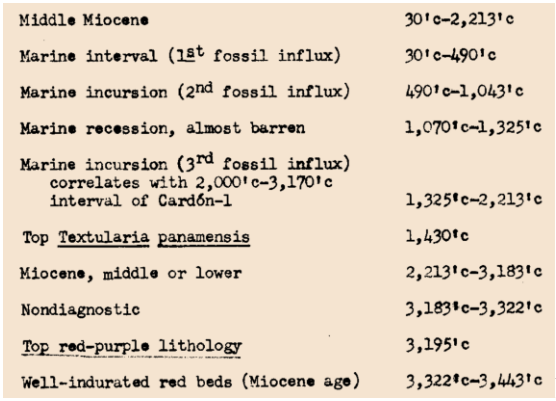
El 3 de **febrero 1958**, el geólogo **Peter H. Ronai**[180] (1927-2010) (Fig. 67A) culmina su detallado informe sobre el pozo Manuel-1 (Fig. 67B).





A

[180] Peter Heinrich Ronai (1927-2010). Nacido en Austria y graduado de la Universidad de Arkansas, BS´1948. Geólogo de la CPC entre c.1949 hasta c.1956, principalmente en micropaleontología. También trabajó para la Gulf en Cuba. Se conoce de sus publicaciones hasta 1972.



Middle Miocene	30'c-2,213'c
Marine interval (1st fossil influx)	30'c-490'c
Marine incursion (2nd fossil influx)	490'c-1,043'c
Marine recession, almost barren	1,070'c-1,325'c
Marine incursion (3rd fossil influx) correlates with 2,000'c-3,170'c interval of Cardón-1	1,325'c-2,213'c
Top Textularia panamensis	1,430'c
Miocene, middle or lower	2,213'c-3,183'c
Nondiagnostic	3,183'c-3,322'c
Top red-purple lithology	3,195'c
Well-indurated red beds (Miocene age)	3,322'c-3,443'c

B

***Figura 67. A**: Peter H. Ronai (1927-2010).*[181]
***B**: Columna del Pozo Manuel-1 según RONAI (1958).*

El autor presenta los siguientes párrafos que resumen los aspectos más importantes de la geología de este pozo y su significancia:

> "*El análisis petrográfico muestra que las calizas arcillosas del intervalo 3.355´-3.362´ están relacionadas genéticamente con las limolitas de color púrpura rojizo, debido a la presencia de fragmentos de rocas ígneas extrusivas que son similares en ambos tipos de litologías. La evidencia petrográfica y de microfósiles (radiolarios y diatomeas) de la sedimentación marina subacuática de las capas rojas, se reconcilia con la presencia de sedimentos que contienen foraminíferos en las secciones de las capas rojas*" (RONAI 1958).

En referencia al informe petrográfico de MARTÍN BELLIZZIA y BELLÍZZIA (1947), RONAI (1958) lo resume como sigue:

> "*…las litologías rojizas-púrpura corresponden a limonitas arenáceas (subgrauwacas), están predominantemente compuestas de granos de cuarzo detríticos y contienen abundantes fragmentos de roca volcánicas ácidas y básicas, probablemente fragmentos de lava desvitrificadas y, un alto*

181 Foto: https://archive.org/details/Razorback_YB1948/page/n161/mode/2up?q=ronaiyview=theater

porcentaje de feldespato alcalino. Estos fragmentos piroclásticos se consideran derivados de ígneas ácidas extrusivas con influencia de básicas contemporáneas o previas. Las muestras enviadas de caliza argilácea (3,335´c-3,356´c y 3,356´c-3,362´c) … revelan fragmentos de las mismas rocas volcánicas y lavas desvitrificada (¿) sin embargo en menor porcentaje. El informe petrográfico considera que estas muestras de calizas están genéticamente relacionadas a las limolitas rojizas-púrpura y que este tipo de calizas argiláceas es frecuente encontradas en asociación con capas rojas (subgrauvacas) en muchas áreas" (RONAI 1958)

Nuevamente, al referirse a las capas rojas y en complemento al párrafo arriba transcrito, dice que:

"*… se asume que las limolitas rojizas fueron depositadas en un ambiente de aguas marinas poco profundas en condiciones oxidantes, como se evidencia por su alto contenido de óxidos de hierro. El ambiente marino de depositación de las capas rojas es sugerido por los resultados del examen paleontológico, donde el Dr. Tschudy encontró fragmentos de diatomeas y radiolarios en algunas de las muestras de limolitas. Por consiguiente, puede entonces interpretarse que las capas rojas, las calizas arcillosas fosilíferas y las argilitas fueron parte de un mismo ciclo marino de depositación"* (RONAI (1958),

Luego presenta sus

"*Consideraciones finales. La sección entre 3.322´c-3.443´c (última muestra) consiste en capas rojas y calizas argiláceas intercaladas, como se ha indicado en párrafos anteriores; basado en la evidencia de fósiles son de edad Mioceno. Los foraminíferos característicos de los intervalos de 3.335´c-3.366´c y 3.427´c-3.435´c son:*

Amphistegina bowdenensis *Palmer*
Archaias angulatus *(Fitchel y Moll)*
Elphidium sagrai *(d´Orbigny)*
Streblus sarmientoi *(Redmond)*
Streblus beccarii *(Linné)*

Más evidencia para una edad Mioceno, es el polen[182] *recuperado de la muestra 3.427´c-3.435´c."*

En la carpeta del pozo Manuel-1, luego se salta hasta un memo de **Rosina Pitelli** (Fig. 68) dirigido a **Arturo Lara**[183] (Fig. 44C), fechado el 25 de abril de **1990** y con el título de *Reinterpretación micropaleontológica de los pozos Manuel-1 y Cardón-1*. Dice que el objetivo fue verificar la existencia de Paleoceno. La autora no estudia las muestras, sino que revisa las tablas de especies reportadas en una síntesis previa de **1983**, realizada por **Pedro J. Barbeito**. La autora aplica la "Zonación de foraminíferos planctónicos de Bolli y Saunders" con los siguientes resultados:

"30´– 710´ … Zonas N17 a N18…
710'– 2350´ … Zonas N16 a N17…
2350'– 3000´… No hay fósiles diagnósticos de edad…
A 3000´ … Tope de capas rojas, semejantes a las capas rojas de la Formación La Quinta, Profundidad final: 3449 pies".



Figura 68. *Firma del Rosina Pitelli en informe de 1990.*

Comentarios

El pozo Manuel 1 ha sido mencionado en la literatura por haberse encontrado en él capas rojizas-púrpura de su sección profunda, que desde 1931 fueron correlacionadas con la Formación La Quinta, lo cual fue divulgado en el *Primer Congreso Geológico Venezolano* de 1938 y tal interpretación se ha continuado hasta 1990 (e.g.: PITELLI 1990).

182 No presenta los resultados del estudio palinológico.
183 Arturo Lara. Geólogo UCV'1984.

De todos los informes existentes en la carpeta del pozo, el de RONAI (1958) es el de mayor importancia y, demuestra fehacientemente que las capas rojas son del Mioceno.[184]

Cardón-1

El pozo Cardon-1 está ubicado cerca de Punta Cardón, en el extremo suroccidental de la Península (Fig. 54A y 70B). Fue perforado por la Paraguaná Petroleum Company entre nov. 1930 y julio 1931 (BECK 1952: 5).

BRUEREN (1949) señala que:

"*… hasta los 2.645´ se penetró una serie semejante litológicamente a la encontrada en Manuel-1. De acuerdo a notas en lápiz en el registro del pozo las siguientes formaciones fueron encontradas:*

1´ - 2000´ Formación La Vela (no se extrajeron núcleos)

2000 - 2999´ Formación Damsite [hoy día Formación Caujarao]

2999 - 3900´ Formación Socorro, incluyendo un conglomerado que consiste principalmente de guijarros de cuarzo desde 3.890 hasta 3.900´

Por debajo del conglomerado sigue lutita gris con buzamiento de 30-60 grados. Esta lutita va desde 3.900´ hasta la profundidad final de 4.512´ y es llamada Eoceno en el registro del pozo. Esa misma determinación es dada por C. González de Juana, Boletín de Geología y Minería*, 1938, página 133".*

En BECK (1952) se presentan la siguiente información:

[184] De aparecer dudas razonables sobre esta edad miocena y si todavía hubiera núcleos disponible de la parte más profunda del pozo, pudiera tomarse una porción muy pequeña para extraer cristales detríticos de zircón y analizarlos por geocronología U-Pb. De obtener una edad mínima más joven que el Jurásico, respaldaría los hallazgos expuestos por Ronai, pero de obtenerse una edad mínima del Jurásico o más viejo, el resultado no sería diagnóstico.

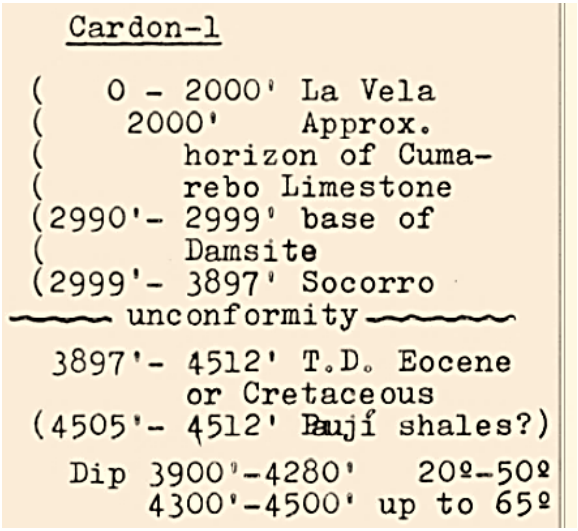
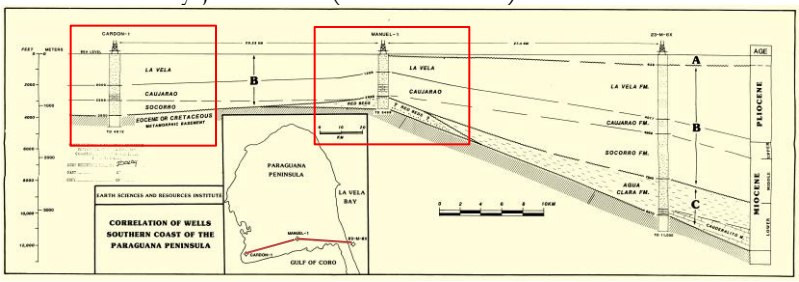


Figura 69. *Unidades interpretadas en el pozo Cardón-1 (*BECK *1952).*

En el informe de P. H. RONAI (1958) ya referido sobre el pozo Manuel-1, se menciona que el año anterior el mismo autor había preparado un reporte similar para el pozo Cardón-1 (RONAI **1957**), al cual no hemos tenido acceso. Estos pozos fueron perforados entre nov 1930 y julio 1931 (BECK 1952: 5).



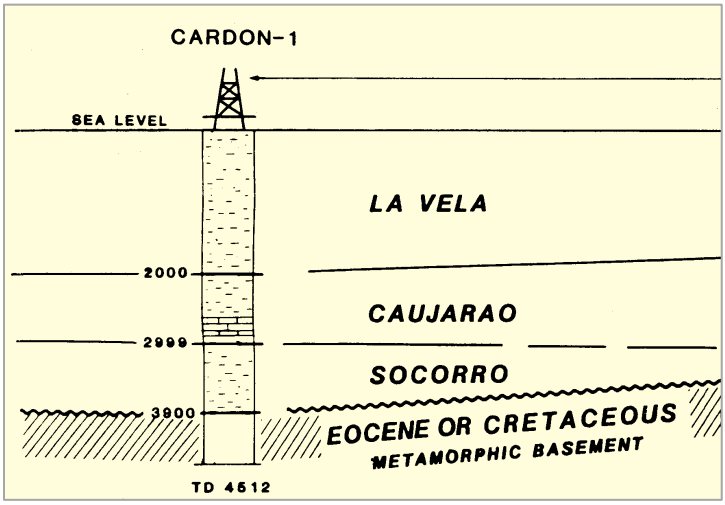


Figura 70A. *Sección E-O en el sur de la Península de Paraguaná donde se correlacionan las unidades de tres pozos exploratorios (MACELLARI 1987).*

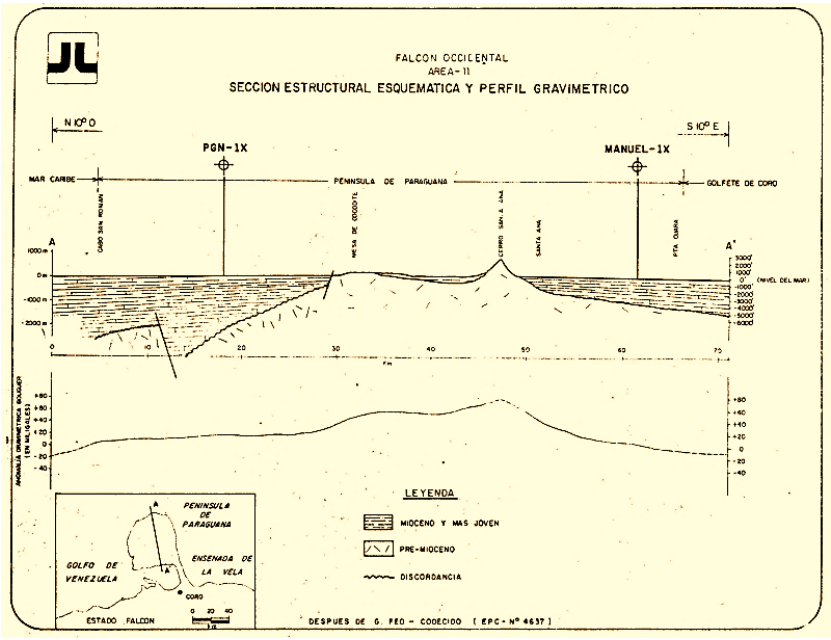


***Figura 70A**. "Sección estructural esquemática y perfil gravimétrico" norte-sur de la Península de Paraguaná". Tomado de PIMSTEIN DE GAETE y LARA (1985) e indica que se basa en G. Feo Codecido (informe EPC.4637).*

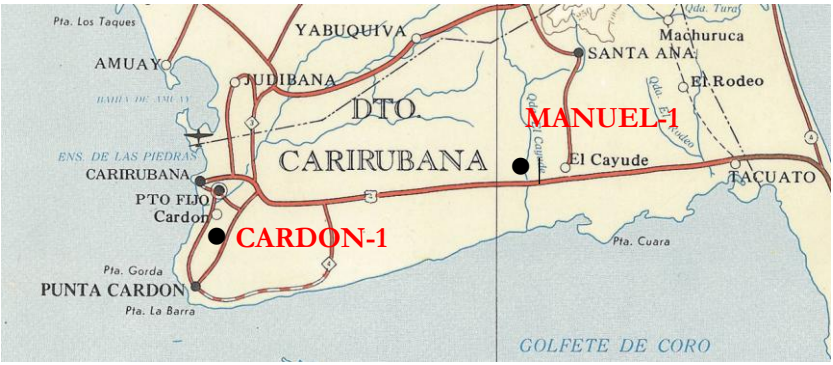


***Figura 70B**. Ubicación de los pozos Manuel-1 y Cardón-1 sobre la carta NC-19-IV, DCN, 1:500k. 1977.*

Pozo PGN-1X [185]

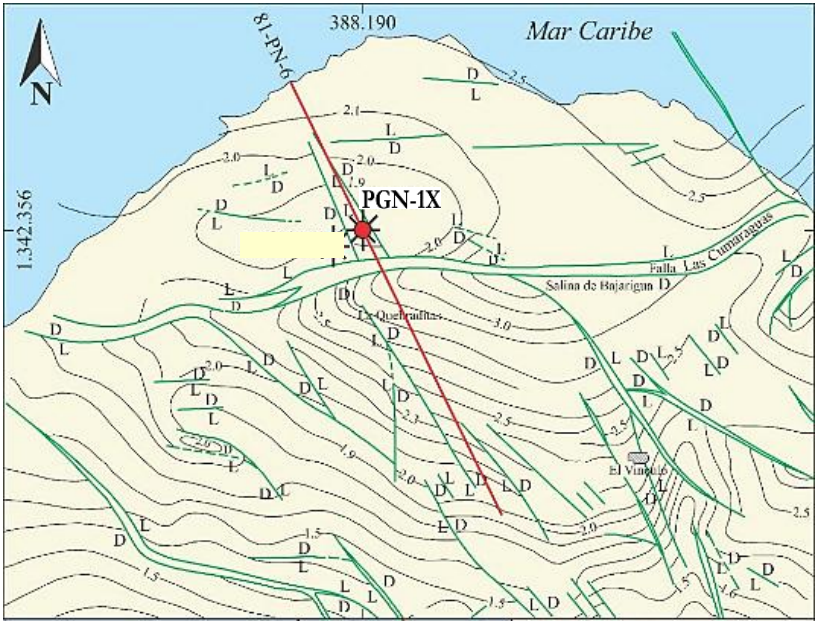


***Figura 70A**. Mapa estructural sísmico del Miembro Cauderalito o equivalente. Contornos isócronos (m.s.), con la ubicación del pozo* PGN-1X *(BAQUERO 2017: 122).*

[185] Durante la perforación del pozo PGN-1X ocurrió una violenta explosión (blow out) donde murieron varias personas (Donald Goddard, com. pers., abril 2025).

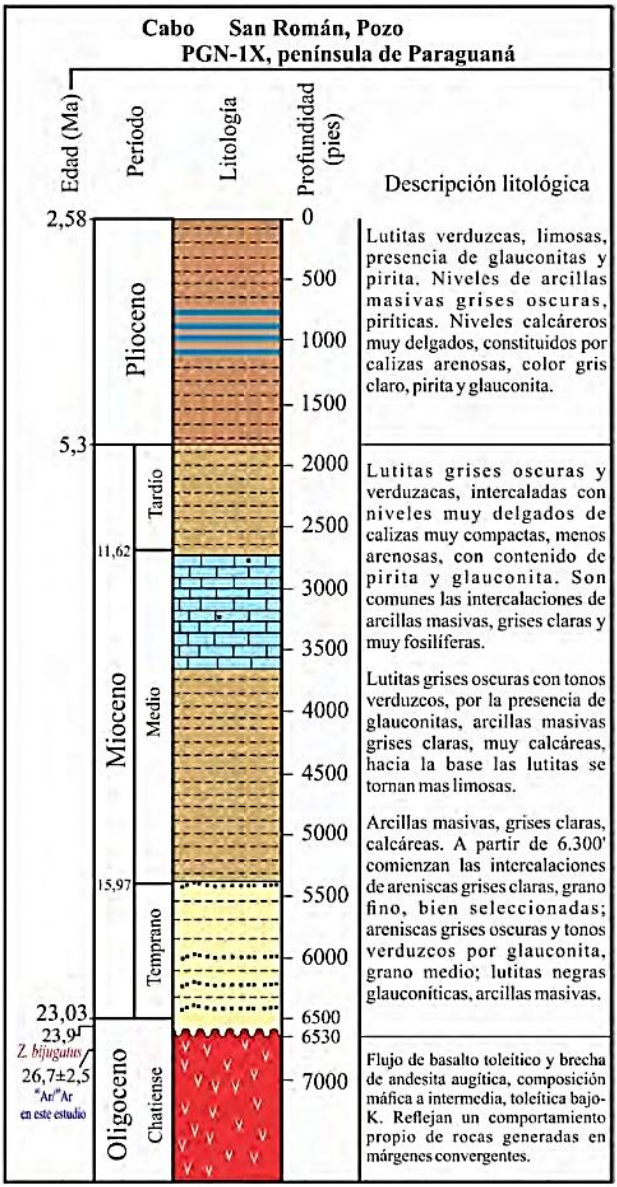


***Figura 70B**. Columna geológica generalizada del pozo PGN-1X. Norte de la Península de Paraguaná (BAQUERO 2017: 149).*

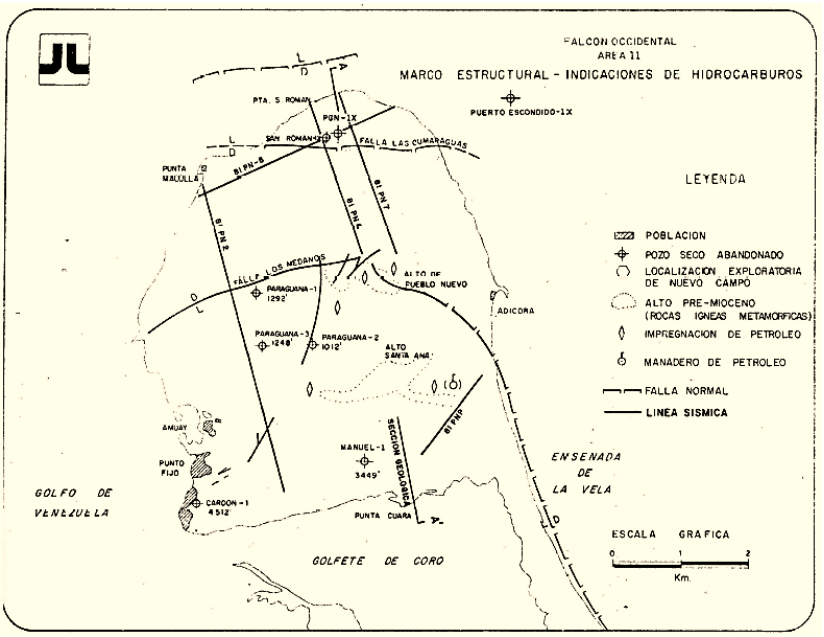


***Figura 70C**. Mapa estructural simplificado e indicaciones de hidrocarburos de la Península de Paraguaná (PIMSTEIN DE GAETE y LARA 1985).*

Pozo P.E.-I-X

El Pozo Puerto Escondido - 1X originalmente se planteó justo en la localidad Puerto Escondido en tierra, luego su localización fue cambiada a Costa Afuera (Fig. 70C) y perforado por CORPOVEN entre octubre 1982 y enero 1983. Las unidades cruzadas se muestran en la Fig. 71 (ROJAS 1983).

Edad	Formación	Topes Estructurales (B.M.R.)	B.N.M.)
Plio		-	-
Pleistoceno	S.D.	1000'	(-8')
Mio-Pliceno	La Vela/Caujarao	3198'	(-3106')
Mioceno Superior	Socorro	4740'	(-4648')
Mioceno Medio	Agua Clara	7651'	(-7559')
No determinada	Clásticos basales		
	Discordancia		
No determinada	Sedimentos Pre Miocenos	--	--
		7870'	(-7788')

Clásticos Basales:

Se denominó clásticos basales a un conglomerado compuesto de granos de tamaño arena fina con granos de cuarzo blanco, ocasionalmente a verdoso y ligeramente rojizos, subredondeados a angulosos y clastos de naturaleza igneo-metamórfica, de colores grises casi negros a verdosos, subredondeados, ocasionalmente angulosos, extremadamente duros.

Sección de Lutitas altamente presurizadas con bajo grado de metamorfismo:

Esta secuencia se caracteriza por ser unas lutitas con bajo grado de metamorfismo de colores grises a negros, duras y compactas sin exfoliación y con venas de calcita y micropirita. Según correlación realizada por el Dpto. de Geología de la Gerencia de Exploración, Caracas se le denominó Sedimentos Pre-Miocenos, de edad no determinada por la ausencia de fósiles característicos.

Figura 71. *Unidades interpretadas en el pozo P.E.-1X y descripción de dos unidades basales (ROJAS 1985).*

4 COMENTARIOS

Cuando se realizó la tesis de grado de MENDI y RODRÍGUEZ (2005), se recomendó como una prioridad de investigación, el estudio detallado de la Mesa de Cocodite para resolver la

incertidumbre de los contactos entre la Metagranodiorita El Amparo y las unidades adyacentes. Entonces no se conocía de la existencia del detallado trabajo y mapa a escala 1:5.000 del Dr. Otto RENZ (1948). De manera que cuando el geólogo Marvin Baquero nos facilitó ese material, incentivó la planificaron de nuevas campañas de cartografía geológica. En ellas se verificó que el contacto de la Filita Pueblo Nuevo es inconforme[186] sobre la Metagranodiorita El Amparo y, ambas yuxtapuestas fueron metamorfizadas a la facies del esquisto verde - clorita.

También se halló una unidad meta-plutónica no previamente reportada y luego datada como neoproterozoica, que resulta ser la roca caja de la Metagranodiorita El Amparo.

Se hizo énfasis en la cartografía de los diques hipoabisales de composición diorítica post-metamórficos, que cortan tanto a la Metagranodiorita El Amparo como a la Filita Pueblo Nuevo. El Dr. M. Baquero logró datarlos como paleocenos por el método de U-Pb en cristales de zircón, relacionados al magmatismo del entonces entrante arco Caribe (Fig. 59L).

En resumen, actualmente la cartografía geológica más detallada de la Península de Paraguaná son las 31 hojas a escala 1:25k divulgados en MENDI y URBANI, eds. (2017), con la actualización para la Mesa de Cocodite a escala 1:10k, en MENDI *et al.* (2019).

En el mapa de RENZ (1948) aparecen cartografiados tres cuerpos de su unidad *Old Metamorphics*, los cuales fueron examinados, con los siguientes resultados:

1- El cuerpo de El Pizarral (Fig. 19C) queda descartado ya que resultó ser la misma Metagranodiorita El Amparo, pero notablemente tectonizada y cizallada, dando lugar a brechas y rocas

[186] En la carretera que cruza el poblado de El Pizarral se observó claramente el contacto inconforme entre la infrayacente Metagranodiorita El Amparo y la Filita de Pueblo Nuevo, con un nivel de 2-3 m de conglomerado basal.

con aspecto gnéisico y esquistoso, que al meteorizarse se convierten en grava y arena.

2- En el sitio de Cantaure no se observó ningún afloramiento, ya que toda la zona aparece cubierta por los suelos típicos de las zonas circundantes y cultivos de maíz, por consiguiente, no se pudieron confirmar los contactos representados en la Fig. 19D. Pero con el hallazgo del Gneis de Los Morales como unidad neoproterozoica roca caja de la Metagranodiorita El Amparo, las relaciones señaladas por Renz en Cantaure (ver figs. 19D,E) no parecen ser acertadas, probablemente por la pobreza de afloramientos y el alto grado de meteorización; más que de una observación directa fehaciente, haya sido producto de interpretaciones con base a un típico modelo de intrusión-roca caja.

3- En la zona de Miralejos y San Isidro al norte del cerro La Luz (Fig. 19B), efectivamente se encuentra una unidad de rocas metamórficas que RENZ (1948) también denomina "Old Metamorphics". MÉNDEZ y GUEVARA (1969) utilizan la cartografía de Renz, pero para esta unidad acuñan el nombre de "*Metamórficas de Miralejos*", un nombre informal que hemos mantenido en el mapa de MENDI *et al.* (2019).

Algunos puntos de interés para futuras investigaciones en cuanto a las unidades sedimentarias, pueden ser los siguientes:

- La "Formación Cocodite" acuñada por NATERA (1956, inédito) en tres cuerpos al norte y este de la mesa de Cocodite (Fig. 25), no fue reconocida en el trabajo de campo de MENDI y RODRÍGUEZ (2005). Dada la fuerte meteorización de la zona, posiblemente puedan obtenerse mejores muestras por medio de calicatas. Según BARTOK *et al.* (2006) estas localidades de Natera, pudieran correlacionarse con las formaciones Socorro o Caujarao.

- Cuatro cerritos ubicados entre Guacujúa al norte del cerro Arajó, fueron referidos como Eoceno por KEHRER (1929, 1930, inéditos) y Cretácico por LIDDLE (1946: 174). RENZ (1948) colecta una muestra que fue estudiada por el paleontólogo TEN BROEK (1948, inédito), indicando con reservas una edad Mioceno medio (Fig. 19I). Si esta edad es confirmada, correspondería a una unidad neógena distinta a la Formación Cantaure (Mioceno temprano). Quizás correlacionable con las formaciones Socorro o Caujarao, como sugiere BARTOK *et al.* (2006) para algunos afloramientos de los alrededores de la Mesa de Cocodite.

- Vale señalar que los miembros El Hato y Amuay de la Formación Paraguaná descritos por HUNTER y BARTOK (1974), requieren una cartografía más detallada.

- En el flanco norte del Cerro Manare al sureste de Pueblo Nuevo, el Dr. R. Beck realiza un hallazgo de una "*caliza margosa justamente encima de la brecha basal",* en la cual el especialista en macroforaminíferos **B. van Raadshooven**[187] …

> "… *determinó* Amphistegina *sp. del grupo de la* Amphistegina lessonnii *d´Orbigny y* Operculinoides *aff.* antiguensis *Vaughan y Cole. Esta última especie sugiere una edad Oligocena para este afloramiento que muestra que la sedimentación del Terciario joven en Paraguaná comienza a una edad más temprana que lo antes conocido*".

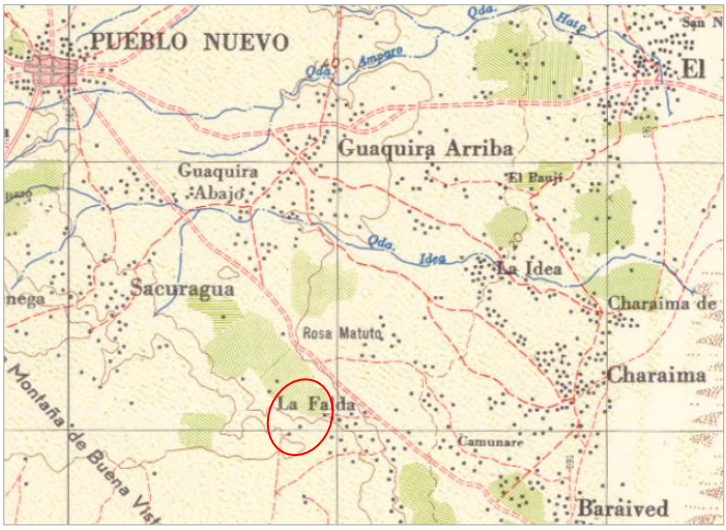
Por la importancia de este hallazgo -nunca vuelto a revisar-, en la Fig. 72 se presenta su posible ubicación.

[187] B. van Raadshooven. Paleontólogo holandés que trabajó en la Cia. Shell de Venezuela entre 1948-1953, conocido por sus trabajos sobre grandes foraminíferos. Autor de *On some Paleocene and Eocene larger Foraminifera of western Venezuela.* Third World Petroleum Congress, The Hague, Sect. 1, p. 476-489 (Pls. 1-3).



A

400 408



1320

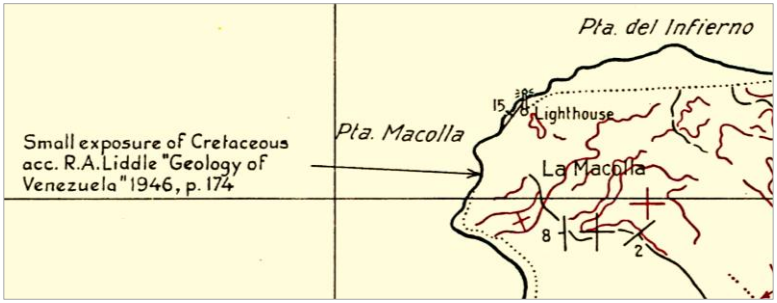
1316

B

Figura 72*. Cerro Manare donde* BECK *(1952) encontró rocas que atribuye al Oligoceno.*[188] *Fragmentos de mapas:* ***A****:* VOORWIJK *y* RENZ *(1948).* ***B****: Hoja 6251 Pueblo Nuevo, 1:100k, DCN 1962.*

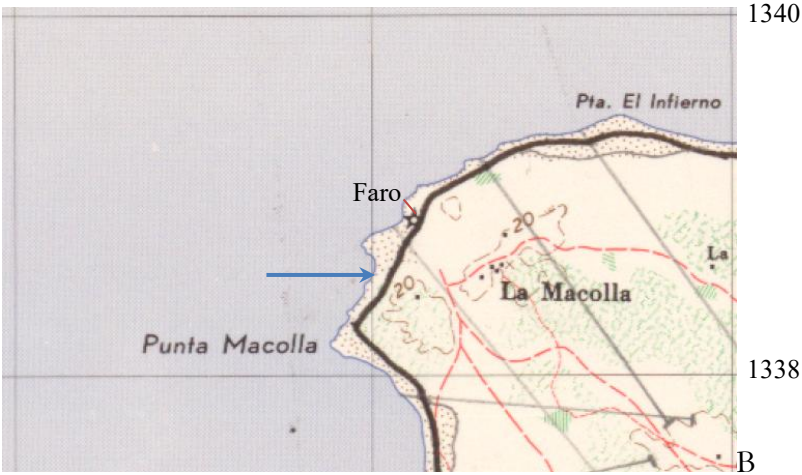
[188] En el informe de R. Beck se indica que la muestra fosilífera es la número Be.3146, pero no se ha localizado el mapa de ubicación que debió acompañar el informe. Las muestras de Beck se encuentran en la Nucleoteca Hans Krause de La Concepción, PDVSA.

- LIDDLE (1946) señala la presencia de rocas del Cretácico cerca de Punta Macoya (Fig. 73), que pudiera corresponder a algún afloramiento de arenisca semejante a los cerritos de Guacujúa que también considera del Cretácico. Esta localidad no ha sido mencionada en trabajos posteriores.



A

364 372



B

Figura 73. *Fragmentos de mapas de los alrededores de Punta Macoya.*
A: *VOORWIJK y RENZ (1948) con la ubicación de presuntos afloramientos del Cretácico citados por LIDDLE (1946).*
B: *Hoja 6152 Punta Macoya, 1:100k, DCN 1962.*

5. LITERATURA CITADA

En esta sección aparece tanto la literatura citada en el texto, como otras referencias e informes corporativos inéditos no verificados por los autores. Al final de cada cita se presentan letras que clasifican el contenido del trabajo según las siguientes disciplinas:

E: estratigrafía, sedimentología, paleontología.
F: geofísica, paleomagnetismo.
H: hidrología, hidrogeología.
M: menes de petróleo.
N: geomorfología, neotectónica, geología marina, espeleología.
P: petrología ígnea-metamórfica, geocronología.
S: geología de superficie, cartografía geológica.
T: geotecnia, tectónica.
Y: yacimientos minerales (no petróleo).

Bajo la temática de hidrogeología se incluyen informes sobre las fuentes de agua del flanco norte de la Sierra de San Luis (Siburúa, Meachiche, etc.) que alimentan los acueductos de la Península de Paraguaná.

Todas las referencias con las siglas EP-xxxx corresponden a informes inéditos de las empresas petroleras según sus citas en la base bibliográfica RIPPET-PDVSA[189].

Abreviatura:

UCV-G: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Geólogo. Inédito.

[189] Por inexcusable descuido de PDVSA probablemente estos informes nunca más podrán ser utilizados, ya que están altamente contaminados por hongos por haberse depositados en un galpón en La Concepción, al oeste de Maracaibo, un lugar de altas temperaturas y humedad, sin ningún tipo de climatización.

ADAMS W. W. 1953. *Paraguana surface geology project W-6-Falcon*. Gulf Oil Co. EP-17997.

AGUERREVERE Pedro I. 1942. *Geology of the Peninsula of Paraguaná*. Caracas. EP-357. S

AGUERREVERE Santiago E. 1929. *Compilation of geological and geophysical reports on the Paraguana Peninsula, district and state of Falcon, Venezuela. Part I: Report on the geology and oil possibilities of the Península of Paraguana (by Santiago E. AGUERREVERE-March 1930). Part II: Being a progress report and summary of the geophysical findings on Paraguana Peninsula to December 13, 1929 and Review of torsion balance exploration company's report (by Pedro I. AGUERREVERE to H. F. MOSES). Part III: Final report on the torsion balance survey Paraguana Peninsula (Torsion balance exploration company-september 25,1929). Part IV: Report on interpretation of Paraguana geophysical surveys (by Dr. C. A. HEILAND, February, 1930). Part V: Report on seismograph survey of the Paraguana Peninsula (by Francis A. SNELL (Venez. Atlantic Refg. CO.- September 5, 1930).* Paraguaná Petroleum Corporation. EPL-01844. Paraguana Petroleum Corporation. EP-1844. S, F

AGUERREVERE Santiago E. 1930. *Report of the geology and oil possibilities of the Peninsula of Paraguaná*. Caracas. EP-3504. M

AGUILERA O. 1993. *Ictiofauna neógena del noroeste de Venezuela y su relación con el paleo-Orinoco y paleo-Caribe*. UCV. Facultad de Ciencias. Tesis doctoral inédita, 136 p. E

AGUILERA O., Luís GARCÍA y Mario A. COZZUOL. 2008. Giant-toothed white sharks and cetacean trophic interaction from the Pliocene Caribbean. *Paläontologische Zeitschrift* 82(2): 204-208. E

AGUILERA O. y D. RODRIGUES DE AGUILERA. 1999. Anormalidades esqueléticas en peces fósiles del Mioceno temprano (Formación Cantaure) de Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 59(151): 45-52. E

AGUILERA O. y D. RODRIGUES DE AGUILERA. 2003. Two new otolith-based Sciaenid species of the genus Plagioscion from South American Neogene marine sediments. *Journal of Paleontology* 77(6): 1133-1138. E

AGUILERA O. y D. RODRIGUES DE AGUILERA. 2004. Amphi-American Neogene sea catfishes (Siluriformes, Ariidae) from northern South America. *En* SÁNCHEZ-VILLAGRA Marcelo R. y CLACK Jennifer A.

(eds.). *Fossils of the Miocene Castillo Formation, Venezuela; contributions on neotropical palaeontology*. Special Papers in Palaeontology 71: 29-48. E

AGUILERA O. y D. RODRIGUES DE AGUILERA. 2004. Giant-toothed white sharks and wide-toothed mako (Lamnidae) from the Venezuela Neogene; the role in the Caribbean, shallow-water fish assemblage. *Caribbean Journal of Science* 40(3): 368-382. E

AGUILERA O. y D. RODRIGUES DE AGUILERA. 2004. New Miocene otolith-based sciaenid species (Pisces, Perciformes) from Venezuela *En* SÁNCHEZ-VILLAGRA Marcelo R. y CLACK Jennifer A. (eds.). *Fossils of the Miocene Castillo Formation, Venezuela; contributions on neotropical palaeontology*. Special Papers in Palaeontology 71: 49-59. E

AGUILERA O., W. SCHWARZHANS, H. MORAES-SANTOS y A. NEPOMUCENO. 2014. Before the flood: Miocene otoliths from eastern Amazon Pirabas Formation reveal a Caribbean-type fish fauna. *Journal South American Geology*, 54: 422-446.

ALBRIZZIO C. 1974. Geological photointerpretation of the Paraguaná Peninsula using ERTS-A multiespectral photography. *NASA Special Publication* 351: 883-896. (Traducción al español en: Fotointerpretación geológica de la Península de Paraguaná con fotografías multiespectrales del ERTS-1. *Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología,* Caracas, 1973. *Boletín de Geología,* Caracas, *Public. especial 7,* 4: 2797-2815. 1977). N

ALLEN F. T. 1951. *Reflection seismograph exploration of eastern Gulf of Venezuela project (Paraguana), Venezuela*. Pittsburgh, Penn.: Gulf Research y Development Co. EP-3835. F

ANÓNIMO. 1943. *Fresh - water supply future refinery at Paraguana*. N. V. de Bataafsche Petroleum. EP-403. H

ANONIMO. 1948. *Paraguana water wells*. Maracaibo. EP-7512. H

ANÓNIMO. 1949. *Localización de un pozo de agua en la región de Meachiche, estado Falcón*. Caracas: Layne Venezuela C.A., para el Ministerio de Fomento. EP-826. H

ANÓNIMO. 1950. *A Final report on the 1949 reconnaissance reflection seismograph work, Coro-Paraguana Area, north-central Falcon, western Venezuela*. Creole Petroleum Corporation, EPL-01848.

ANÓNIMO. 1951. *Gravity meter party #3 traverse closure chart:* Creole Petroleum Co. EP-31308 / CIT Occidente - Maracaibo PDVSA000609 (Mapa sismográfico Paraguana-Falcón). F

ANÓNIMO. 1954. *Report on gravity meter survey*. Houston: Texas Petroleum Company. EPC-12331. F

ANÓNIMO. 1955. *Paraguana water supply additional sources: Summary of investigations carried out in the San Luis mountains in the state of Falcon during the years 1954 and 1955*. Compañía Shell de Venezuela Ltd. EP-3944. H

ANÓNIMO. 1956. *Paraguana water supply: Additional sources*. Compañía Shell de Venezuela. EP-1357. H

ANÓNIMO. 1957. *Seismic computation sheets*. EP-31356, EP-31365 (Hojas de cómputos, mapa de progreso sismográfico Coro-Paraguaná-Falcón). F

ANÓNIMO. 1958. *Migration of Paraguana VDF sections*. CPC, EPL-01852. F

ANÓNIMO. 1959. *Second vertical derivates of total magnetic intensity northwestern Venezuela*. Gulf Research y Development Company. Mapa inédito. (Reproducido en *Geos* 40: 107 + mapa en DVD carpeta 96, 2009). F

ANÓNIMO. 1960. *Estudio general de las fuentes adecuadas para el abastecimiento de los acueductos de Coro y de la zona de Punto Fijo: Informe final*. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. EP-9427. H

ANÓNIMO. 1970. *Formación Cantaure*. Léxico estratigráfico de Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, *Public. Esp.* 4: 503. E

ANÓNIMO. 1980. *Levantamiento sísmico Noreste de Paraguaná 79A / 80A*. CORPOVEN, GECO. EP-4628. EP-32723

ANÓNIMO. 1980. *Marine seismic reflection survey 1980 conducted in Paraguana Area*. CORPOVEN. GECO Noruega. EPC-12192.

ANÓNIMO. 1980. *Marine seismic reflection survey, Venezuela*. Southern Geophysical Consultant, EP-10998 (Noreste de Paraguana).

ANÓNIMO. 1980. *Offshore seismic survey peninsula de Paraguana*. Seismic Positioning (HK) Ltd. EPC-7434.

ANÓNIMO. 1981. *Field operations report land seismic survey Paraguana. North state of Falcon - Venezuela*. CORPOVEN. Western Geophysical Company of America. EP-6944, CIT Intevep IND-00890,1981 (El programa consistió en aproximadamente 700 km de perfiles de reflexión sísmica vibroseis que cubrieron toda la península de Paraguaná. Las operaciones comenzaron el 20 de mayo de 1981).

ANÓNIMO. 1981. *Levantamiento sísmico Paraguaná Norte 81C*. CORPOVEN, Geophysical Incorporated. EP-32582.

ANÓNIMO. 1981. *Report to CORPOVEN S.A. on data processing of the Paraguana Norte area, Estado Falcon*. CORPOVEN. Teledyne Exploration

International, CIT Intevep IND-02096,82 (El prospecto Paraguaná norte fue vibrado y registrado por la Western Geophysical Company of America, equipo de campo V-37. La adquisición de datos comenzó en julio de 1981 y se completó en diciembre de 1981, con un total de 28 líneas con un total de 700 km.

ANÓNIMO. 1982. *Interpretación sísmica*. CORPOVEN. EP-10003 (En el noreste de Paraguaná, como no hay información de pozos, se tomó el tope de la estructura basal como el miembro Cauderalito o su equivalente).

ANÓNIMO. 1983. *Accidente pozo San Roman-1X*. EP-10467 (Informe sobre un accidente ocurrido el 17 de diciembre de 1982 en el taladro SF-117).

ANÓNIMO s/f. *Foraminifera Manuel #1* , 2 p.

ANÓNIMO s/f. *V-A Operaciones. 9. Informe final de perforación y reparaciones. Manuel-1*. La Concepción, carpeta de pozo.

ARNSTEIN Roberto. 1989. Transgresión holocena en la región norcentral de Falcón. *Memoria VII Congreso Geológico Venezolano* (Barquisimeto). *Boletín de Geología, Publicación Especial, pp.* 642-661. E

ASCANIO N. 2010. *Características geomorfológicas de los ambientes depositacionales eólicos del campo de dunas del cabo San Román, peninsula de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela*. Instituto Pedagógico de Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de Grado de Maestría (Inédito).

AUDEMARD Franck. 1993. *Neotectonique, sismotectonique, et alen sismique du nord-ouest du Vénézuéla (système de failles d'Oca-Acón)*. Université Montpellier II, Francia. Tesis doctoral. (Reproducido en *Geos* 40: 78 + 355 p. y 1 mapa en carpeta 49 de DVD, 2019). N

AUDEMARD Franck. 1996. Late quaternary marine deposit of the Paraguaná Península, state Falcón, northwestern Venezuela: Preliminary geological observations and neotectonic implication. *Quaternary International* 31: 5-11. N

AUDEMARD Franck, André SINGER, Carlos BELTRÁN y José Antonio RODRÍGUEZ. 1992. *Failles actives Quaternaires de la région du Falcón*. En: Franck AUDEMARD. *Néotectonique, sismotectinique et aléas sismique du Nord-Ouest du Vénézuéla (Système de Failles d´Oca-Ancón)*. Mapa a escala 1:500k, anexo en la tesis doctoral de AUDEMARD (1993). N

AUDEMARD Franck, M. N. MACHETTE, J. W. COX, R. L. DART y K. M. HALLER. 2000. Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. *USGS Open-File Report 00-018*. N

AUDEMARD Franck, A. SINGER y J. P. SOULAS. 2006. Quaternary faults and stress regime of Venezuela. *Revista Asociación Geológica Argentina* 61(4): 480-491. N

AYALA Laura Mercedes, Ramón Luis MONTERO y Tommaso TOSIANI. 2008. Procesos, factores y calidad química de las aguas subterráneas de la región de Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, UCV, Caracas, octubre 2007. *Geos* 39 (2007): 61-62 + 13 p. y 38 láminas en DVD carpeta 97. H

BAAN W. J. 1944. *Water supply – Paraguana*. Maracaibo. EP-8671. H

BAKER M. C. 1951. *A report on the 1951 reconnaissance seismic survey, Eastern Gulf of Venezuela*. Creole Petroleum Corporation. Marine Geophysical Company of Dallas. Mene Grande. Shell. EPL-02429. (El propósito del estudio fue obtener un mayor control para vincular la geología del Falcón Occidental con la Península de Paraguaná). F

BAQUERO M. 2015. *Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isotópicos*. Univ. Central Venezuela. Dept. Geología, Caracas. Tesis doctoral, vol. 1, 292 p.; vol. 2, 123 p. P

BAQUERO M. 2017. Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isotópicos. *Boletín de Geología*, INGEOMIN, Caracas, 22(35): 1-229.

BAQUERO M., U. CORDANI, K. SATO, F. URBANI, S. GRANDE y D. MENDI. 2011. Geocronología del basamento en el noroccidente de Venezuela: basado en datos de U-Pb en zircón por LA-ICP-MS. *Geos* 41: 16-19 + 21 lám. en DVD (carpeta 01) (Trabajo presentado en el III Simposio Venezolano de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas. Caracas, 2010). P

BAQUERO M., V. VALENCIA, F. URBANI, J. A. PINTO, L. A. CAMPOSANO, J. G. BRITO, S. GRANDE, D. MENDI, F. QUINTERO y J. G. CENTENO. 2013. *Petrografía, geoquímica y geocronología U-Pb en zircón de rocas máficas de la península de Paraguaná, estado Falcón*. INTEVEP, Notas Técnicas NTE-1735,2013, 33 p. P

BAQUERO M., S. GRANDE, M. CAÑIZARES, F. URBANI, D. MENDI Y V. VALENCIA. 2015. *Constraints from petrography, geochronology, and geochemistry on the tectonic evolution of the giant PERLA Gas Field Basement and Paraguaná Peninsula, northwestern Venezuela: implication for the Cenozoic geodynamic evolution*. PDVSA-INTEVEP, Informe. https://www.researchgate.net/publication/299273655 P

BARITTO Iván. 2023a. Hans Kugler (1893-1986) y su contribución a la exploración petrolera en Falcón Oriental, Venezuela. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 58: 45-77.

BARITTO Iván. 2023b. Los inicios de la fotogeología en el mundo y en Venezuela. Contribuciones de Karl Rohr (1895-1995). *Boletín de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 61: 117-148.

BARTOK P. 1994. *Excursión geológica al a Península de Paraguaná*. Sociedad Venezolana de Geólogos. 29 de abril al 1 de mayo. (Reproducido en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 144: 390-328, 2024).

BARTOK P. 1998. *Field trip guide Northern and Central Falcon (including the Paraguana Peninsula*. EP-30646

BARTOK P., P. MANN y A. ESCALONA. 2006. *Field Trip. Tectonics and petroleum systems of the Eastern Maracaibo and Falcón basins: Integrating outcrop geology with on- and Offshore subsurface seismic reflection and well data*. Oct 29 a nov. 3, 2006. 91 pp. (Reproducido en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 144: 428-518, 2024).

BEALL E. W. 1966. *Extract from Falcón Coast report North Paraguana Peninsula offshore*. Signal Oil and Gas of Venezuela. EPC-11128.

BECK R. H. 1951. *Report on oilshows in the region of Quebrada Aguada - Cerro de La Iglesia (Paraguana)*. Londres. EP-1011. M

BECK R. H. 1952. *Report on geological compilation of Paraguaná Peninsula.* Londres. ASPCL. Ago. EP-1169. Reproducido en: *Rev. Venezolana Ciencias de la Tierra* (ex Geos) 43: 33 + 89 p. en carpeta 24 de DVD, 2012.

BECK R. H. 1952. *Some remarks on reservoir possibilities in the eastern San Luis Mountains in connection with the water supply for the Paraguana refineries*. Londres: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-1088. H

BELLIZZIA A. 1986. Sistema montañoso del Caribe - Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur. *Memoria VI Congreso Geológico Venezolano*, sept-oct. 1985. Caracas. Edic. Soc. Venezolana Geólogos, 10: 6657-6836. E

BELLIZZIA A., N. PIMENTEL y R. BAJO. 1976. *Mapa geológico-estructural de Venezuela.* Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, División de Exploraciones Geológicas. Ediciones FONINVÉS. Escala 1:500.000. S

BELTRÁN C. 1993. *Mapa neotectónico de Venezuela*. Caracas: Edic. Funvisis, Escala 1:2.000.000. N

BENKOVICS L., A. ASENSIO, J. COLMENARES, J. CARRINGTON Y W. I. MARTÍNEZ. 2013. New evidences of an active strike-slip fault system in northern Venezuela, near offshore Perla Field. *AAPG international conference y exhibition; Energy for integration and prosperity; abstracts.* T

BENDRAT Thomas Albert. 1912. *General report of trip to Paraguana, lasting from august*. EP-5828. S

BENDRAT Thomas Albert. 1913. *General report on the Peninsula of Paraguana* (*fide* KEHRER 1930). S

BENDRAT Thomas Albert. 1914. Meine Besteigung des Cerro Santa Ana auf der Halbinsel Paraguana in Venezuela. *Petermann's Geographische Mitteilungen,* Gotha: Verlag Justus Perthes 68(2): 83. Traducción al inglés: The rocks of the Cerro de Santa Ana on Paraguana, Venezuela. *American Journal of Science,* ser 4, 37(219): 268-272, 1 mapa, 2 figs. P

BIERWAGEN Elmer E. 1966. *Geology of the Paraguana peninsula Falcon state, Venezuela.* EP-11030. S

BLAIR H. L. 1981. *Interpretación sísmica del área noreste Paraguaná*. CORPOVEN. CIT Intevep IND-00864,1981.

BLOW W. H. 1969. Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *En*: P. R. BRONNIMANN y H. H. RENZ (eds.). *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossies.* Geneva. 1967, 1: 199- 422. E

BOLLI H. M. 1966. Zonation of Cretaceus to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról.* 9(1): 3-32. E

BONINI William E. 1984. Magnetic provinces in western Venezuela. *En* BONINI William E., HARGRAVES Robert B. y SHAGAM Reginald (eds.). *The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics*. Geological Society of America Memoir 162: 161-173. F

BOWEN J. M. 1958. *The hydrology of the eastern San Luis Mountains*. EP-1544. H

BRUERER J. W. R. 1948. *Supplement A: Subsurface data on Paraguana*. The Caribbean Petroleum Corporation. (Suplemento incluido de RENZ 1949: 20-21). E

BUCHER Walter H. 1950. *Mapa geológico – tectónico de los Estados Unidos de Venezuela (con excepción del Territorio Amazonas y parte del estado Bolívar).* Auspiciado por el Min. Fomento, Servicio Técnico de Minería y Geología. Publicado por The Geological Society of America. Impreso por Williams y Heintz Co., Washington. Escala 1: 1.000.000. S

BUCHER Walter H. 1952. Geologic structure and orogenic history of Venezuela. *Geological Society of America Memoir* 113 p. S

BUENO E., A. MENÉNDEZ, S. RADOJICIC, F. SEIJAS y V. TELISMAN. 1978. Texto explicativo del mapa hidrogeológico de Venezuela, escala 1:500,000, Hoja Maracaibo (NC-19-IV). *Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, Nov. 11-16, 1973. *Boletín de Geología, Publicación Especial* 7, 5: 3329-3348. H

CABRERA DE MOLINA Emira. 1985. *Evolución estructural de Falcón central.* UCV-G, Tesis Maestría en Ciencias Geológicas, 59 p. S

CAMACHO Ronna, Sasha SALAZAR, Luis GONZÁLEZ, Henry PACHECO y Carlos SUÁREZ. 2011. Caracterización geomorfológica de las dunas longitudinales del Istmo de Médanos, estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas*, México, no. 76. E

CARR J. y G. W. DODSWORTH. 1952. *Marine seismic survey (1952) of the Gulf of Venezuela and adjacent areas.* Marine Geophysical Company. EPC-1271 (Incluye las secciones: "Paraguana Falcon coast, line 620", "Paraguana - Falcon coast, line 621" y "Paraguana Falcon coast, line 622").

CASE J. y T. HOLCOMBE. 1979. *Geologic tectonic map of the Caribbean regio*n. U.S Geological Survey. Mapa a escala 1:2.500.000. S

CISNERO F. 2014. *Caracterización de los sedimentos recientes del núcleo (LAGSR1-X) de la Laguna Santa Rosa al norte de Paraguaná, Estado Falcón.* Universidad Central de Venezuela. Trabajo especial de grado, https://saber.ucv.ve/handle/10872/14313?mode=full

CODAZZI Agustín. 1840. *Atlas de Físico y Político de la República de Venezuela.* París: Lith. de Thierry Freres. https://bibliotecadigital.bnv.gob.ve/wp-content/uploads/Atlas-fisico-y-politico-de-la-Republica-de-Venezuela-Agustin-Codazzi-.pdf

CODAZZI Agustín. 1841. *Resumen de la Geografía de Venezuela*. París, tomo I. Reimpresión: Ministerio de Educación, Caracas, tomo I, 1960.

https://www.larramendi.es/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1031901

COPLANARH. 1975. *Estudio geomorfológico de las regiones Noroccidental, Centro occidental y Central. Sistema Montañoso Noroccidental.* Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Pub. Esp. 44. N

CORBETT C. G. 1933. *Geology of Paraguana Peninsula, Venezuela: District of Falcon, State of Falcon with reference to oil possibilities and a supply of fresh water for the V.G.O. Co. terminal*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3733. S, H

CORONEL R. Gustavo. 1967. A Geological Outline of the Gulf of Venezuela. *7th World Petroleum Congress,* México, D.F.. Abril.. (Se menciona brevemente la geología de la Península de Paraguaná).

CPC- CREOLE PETROLEUM CORPORATION. 1956. *Hojas A-4-C, A-5-D, B-4-B, B-5-A. Geología de superficie*. Caracas. Escala 1:50.000. Ver NATERA (1956). S

CHAPMAN J. J. 1950. *Memorandum on reported oil seepages Paraguana Peninsula, Falcon*. Caracas. Creole Petroleum Corporation. EP-4040. M

CHEETHAM A. H., J. SANNER y J. B. C. JACKSON. 2007. Metrarabdotos and related genera (Bryozoa: Cheilostomata) in the Late Paleogene and Neogene of tropical America. *Journal of Paleontology* 81(sp67): 1-91. E

DAHLBERG R. S. 1949. *An estimate of water storage in the Siburua area*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. EP-3941. H

DANIELO A. 1976. Formes et dépôts littoraux de la cote septentrionale de Venezuela. *Annales de Geographie*, París, 85(467): 68-97. N

DAGENAIS L. E. 1923. *On the possibility of artesian water along the pipeline project through the state of Falcón and for the pipeline terminal in the Peninsula of Paraguana*. Abril 27 (*fide* BECK 1952).

DAVEY John C. 1950. Venezuela. The coastal islands. *Mining Magazine*, Londres, 83(5-6): 278-281 y 340-346. N, Y

DÁVILA Olaf, Inírida RODRÍGUEZ y Ricardo ALEZONES. 2008. Interpretación gravimétrica-magnética de los macizos ígneo-metamórficos en la península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, UCV, Caracas, octubre 2007. *Geos* 39: 88 + 12 p. en DVD carpeta 152, 2007. F

DAWSON Joseph M. 1923. *General report on proposed harbor site on Piedras Bay. Paraguana Peninsula. State of Falcon*. Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3700 y EP-3946. T

DESJARDINS L. H. 1949. *Creole Petroleum Corporation. Informe 4340-14-1* (fide Fig. 23).

DÍAZ DE GAMERO M. L. 1974. Microfauna y edad de la Formación Cantaure, Península de Paraguaná, Venezue1a. *Boletín Informativo. Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo.* 17(4-5-6): 41-48. E

DÍAZ DE GAMERO M. L. 1989. El Mioceno temprano y tedio de Falcón Septentrional. *Geos* 29: 25-35 (Jornadas 50 Aniversario Escuela de Geología, Minas y Geofísica). E

DICKEY PARKE A. 1931. *Lithology and Mineralogy of Manuel #1. The Paraguianá Petroleum Company*. Petrography Laboratory. Lago Petroleum Corp. 29 junio. 5 p.

DICKEY PARKE A. 1932. *The igneous rocks and tectonics of the Lesser Antilles and northern South America. A reconnaissance of the igneous rocks of the Peninsula of Paraguana, Venezuela.* The Johns Hopkins University. Tesis Ph.D. 73 p. (Publicado en *Geos* 40: 86 + 93 p. en carpeta 63 de DVD, 2010). P

DONNELLY T. W. y J. J. W. ROGERS. 1978. The distribution of igneous rock suites throughout the Caribbean. *En*: MACGILLAVRY H. J. Y BEETS D. J. (eds.). *Transactions 8th Caribbean Geological Conference*, *Geologie en Mijnbouw* 57(2):151-162. P

DULFOUR J. 1948. *Memorandum of the 19th June 1948, regarding restudy of Kehrer samples*. *Fide* RENZ (1949: 14). S

DUNDON Robert F. 1954. *Seismic interpretation*. Geomarine Service International Inc. Creole Petroleum Corporation. EPL-01576 (Área Coro-Paraguaná y discusión de resultados).

EDWARDS K. W., W. F. HAGE, I. D. DAVIDSON y A. N. DUCIES SMITH. 1953. *An appraisal to the natural subsurface reservoir beneath the Siburua property as a source of fresh water supply during dry periods. Falcon state*. Caracas: Shell Caribbean Petroleum Company. EP-2089. H

ELLEMBERG L. 1978. Coastal types of Venezuela – An application of the coastal classifications. *Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge.* 22 (4): 439-456. N

ELLENBERG L. 1978. Jungholozaene kuestenveraenderungen im noerdlichen Falcon, Venezuela. (Upper Holocene coastal evolution in

northern Falcon, Venezuela). *Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge*. 30:104-114. N

ESCALONA Nicolás. 1985. Exploración radimétrica autotransportada preliminar en el estado Falcón. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 6: 5094-5121. F

ESTEVES J. A. y V. PADRÓN. 1996. Nuevas especies de gasterópodos de la Formación Cantaure, Península de Paraguaná (Resumen). *Acta Científica Venezolana*. 47(supl. 1): 301. E

FEO-CODECIDO G. 1968. *Geología y recursos naturales de la península de Paraguaná, Venezuela*. Caracas: Cía. Shell de Venezuela Ltd. (Publicado en *Symposium on Investigations and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions: Preparatory to the Co-operative Investigations of the Caribbean and Adjacent Regions (CICAR),* Curazao 1968. París: Unesco, p. 231-240, 1971). S, Y, P

FEO-CODECIDO Gustavo. 1969. Guía de excursión a la Península de Paraguaná, estado Falcón. *IV Congreso Geológico Venezolano*. Caracas. Guía multigrafiada, 25 p. (Publicado en *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1969, *Boletín de Geología,* Caracas, *Publ. Esp*. 5, 1: 304-315, 1971).

FEO-CODECIDO Gustavo, Cecilia MARTÍN-BELLIZZIA y Pedro BARTOK. 1974. Excursión geológica a la península de Paraguaná. *Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo, Guía de Excursión*, 30 p. (1 a 3 de noviembre de 1974). S, E

FERRELL A. D. 1969. *Geology of the west Falcon sub-basin, Venezuela*. Texas Petroleum. EPC-5792 (Incluye: "Sección estratigráfica No. 5, Cauca-1, Mamon-14, Montañita-1, noreste a Manuel-1 y Santa Ana- Paraguaná". "Sección No. 8, PGG-1 (Guajira) hacia el este a lo largo de la línea sísmica J hasta Cardon-1").

FIGUEIRA Lermit, Carlos E. KEY y C. VON ALBECHT. 1978. *Disponibilidad de aguas subterráneas en el área de la refinería de Amuay*. Caracas. EP-4042. H

FITCH A. A. 1938. *Water supply for El Cardon property, Paraguana*. 8 noviembre (*fide* BECK 1952).

FLAGER C. W. 1932. *Geology of the Manuel and Cardon well sections Paraguana Peninsula*. Londres: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3955. E

FRANCO A. y N. TORREALBA. 1987. *Rocas ultramáficas de Paraguaná y mineralizaciones asociadas*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología. Informe, 37 p. Y

FRANKLIN H. L., G. ZULOAGA y A. L. OWENS. 1945. *Report on the water situation of the Paraguana Peninsula*. Cabimas: Creole Petroleum Corporation. EP-494. H

FREDEA M. F., P. H. SPARKS, M. F. FREDEA y B. F. CARVER. 1928. *Reconnaissance report of water supply in the Peninsula of Paraguana*. EP-3977. H

FUNKHOUSER H. J. 1953. *Paraguana surface geology project W-6-Falcon*. Maracaibo: Mene Grande Oil Company. EP-17997. Reproducido en: *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* UCV*,* 43: 37 + 14 p. en carpeta 35 de DVD.

GALAVÍS F. y Leandro MIRANDA R. 1949. *Localización de un pozo de agua en la región de Meachiche, estado Falcón*. Caracas. EP-8859. H

GARCÍA B. María I. 1993. *Estratigrafía del Neógeno de la Península de Paraguaná, Estado Falcón*. UCV-G. 200 p. (Resumen en *Geos* 34:15, 2001). Mapa geológico en http://190.169.94.11:8080/jspui/handle/123456789/11361 E

GEYER O. F. 1977. El Jurásico de las penínsulas de la Guajira (Colombia) y de Paraguaná (Venezuela). *Abstract 8th Caribbean Geological Conference*, Curazao. p. 57-58. E

GIBSON-SMITH J. 1974. On two new members of the family Ovulidae (Mollusca; gastropoda) from the Cantaure Formation, Venezuela. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana Geología, Minería y Petróleo,* 17(4-6): 87-96. E

GIBSON-SMITH J. Y W. GIBSON-SMITH. 1974. The Genus *Strombina* in Venezuela, with description of a new recent and some fossil species. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana Geología, Minería y Petróleo,* 17(4-6): 49-85. E

GIBSON-SMITH J. y W GIBSON-SMITH. 1982. The genus *Harpa* Lamarck (Mollusca; Gastropoda) in northern South America. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 17(2): 57-58. E

GIBSON-SMITH J. y W GIBSON-SMITH. 1983. Neogene melongenid gastropods from the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 76(3): 719-728. E

GIBSON-SMITH J. y W GIBSON-SMITH. 1985. A second melampid (Pulmonata; Basommatophora) from the early Miocene of Venezuela. *The Nautilus* 99(2-3): 87-89. E

GODDARD Donald. 1994. Xavier Picard (1940-1980): Su vida y su contribución a los conocimientos geológicos de Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 51: 1-10.

GODDARD Donald y Xavier PICARD. 1973. *Los médanos de Coro. Granulometría y migración de arenas*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología, Informe, 30 p. E

GODDARD Donald y Xavier PICARD. 1974. Roca de playa en la costa entre Cabo Codera y Cabo San Román (Paraguaná) y en algunas islas de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos* 9(1): 14-21. N

GODDARD Donald y Xavier PICARD. 1976. Geomorfología y sedimentación en la costa del estado Falcón, Cabo San Román a Chichiriviche. *Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, Venezuela, Nov. 11-16, 1973. *Boletín de Geología* (Caracas), *Publicación Especial* 7, 2:1157-1179. N

GONZÁLEZ H. 2010. *Caracterización fisionómica de las formaciones vegetales localizadas entre Puerto Escondido y Las Raíces, península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela.* Instituto Pedagógico de Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de Grado de Maestría (Inédito).

GONZÁLEZ DE JUANA Clemente. 1948. *Informe sobre las fuentes de agua de Siburúa. Estado Falcón*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-3943. H

GONZÁLEZ DE JUANA Clemente, J. M. ITURRALDE DE ARROZENA y X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas.* Caracas: Ed. Foninves, 2 vols., 1031 p. S, E

GONZÁLEZ DE JUANA Clemente y Manuel RIVERO. 1946. *Water prospects in Paraguana Peninsula*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. EP-533. H

GRANDE S. 2006. Rocas ígneas de la península de Paraguaná. *Geos* 38 (2005): 23-25. (Trabajo presentado en las *I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas*, UCV, Caracas, nov. 2005). P

GRANDE S. 2013. *Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el Noroccidente de Venezuela.* Universidad Central de Venezuela, tesis de M.S. (Publicado en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, Caracas, 45: 164-166 + 300 p. en carpeta 63 del DVD.

GRANDE S. y F. URBANI. 2009. Presence of high-grade rocks in NW Venezuela of possible Grenvillian affinity. *En*: K. H. JAMES, M. A.

LORENTE y J. L. PINDELL (eds). *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate.* Geological Society, London, Special Publications, 328: 533-548. P

GRANDE S., M. BAQUERO, D. MENDI, F. URBANI y A. GÓMEZ. 2022. Petrografía y geocronología de los diques intrusivos en el basamento de Península de Paraguaná, NO de Venezuela. *II Congreso Venezolano de Geociencias. XI Congreso Venezolano de Geología*. UCV. Inédito.

GRATEROL G. Víctor R. 1977. Anomalía de Bourger de la Península de Paraguaná. *Memoria II Congreso Latinoamericano de Geología,* Caracas, 1973. *Boletín de Geología,* Caracas, *Publicación especial 7,* 4: 2863-2864. F

GRATEROL G. Víctor R. 2022. *Principios y Aplicaciones de los Métodos de Exploración Gravimétrico y Magnético*. Caracas: Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. 212 p.

GRIFFITHS N., W. MUELLER, K. G. JOHNSON y O. A. AGUILERA. 2013. Evaluation of the effect of diagenetic cements on element/Ca ratios in aragonitic early Miocene (approximately 16 Ma) Caribbean corals; implications for "deep-time" palaeo-environmental reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 369: 185-200.

GUILLAUME H. A. 1959. *Extend of La Botija oil impregnations (Punta Cardon, Paraguana Peninsula).* Caracas. EP-1651. M

GUILLAUME H. A. 1959. *Petróleo en La Botija / Punta Cardón, Península de Paraguaná.* Caracas. EP-1630 y EP-18599. M

HARDY W. W. 1928. *Report of magnetometer survey rapid reconnaissance of Paraguaná Península.* New York. EP-1854. F

HARTMAN Charles. 1927. *Evidences of petroleum on the Peninsula of Paraguaná.* EP-4407. M

HEDBERG H. D. 1929. *Petrography of Paraguana and El Mamon - Rio Codore stratigraphic sections of Falcon.* Venezuela Gulf Oil Company. EP-3975. E

HEERING J. 1948. *Petrography of Paraguana* (Suplemento incluido en RENZ 1949). (Publicado en: *Geos* 40: 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD, 2010). P

HODSON Floyd y Hellen King HODSON. 1931. Some Venezuelan Mollusks. *Bulletins of American Paleontology.* Part 1, 16(59): 1-94; Part 2, 16(60): 1-141. E.

HODSON Floyd, Hellen King HODSON y Gilbert Dennison HARRIS. 1927. Some Venezuelan and Caribbean mollusks. *Bulletins of American Paleontology* 13(49): 1-160. E

HOEKSTRA J. 1923. *Memorandum on the Oil Possibilities in the States of Carabobo, Yaracuy and SE Falcon.* Noviembre 15 (citado por BECK 1952).

HOEKSTRA J. 1921. *Memorando of the oil posibilities of the Peninsula of Paraguana, Venezuela.* EP-2990. M

HOFFMEISTER William S. 1931. *Paleontological Laboratory Report, Manuel No. 1, Lago Petroleum Corporation*. Julio 1.

HOTTINGER A. F. 1948. *Paraguana water project resident geologist`s monthly progress report*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-8788. H

HUBBARD Bela. 1934. *Memorandum report on torsion balance surveys of North-East Zulia and Falcon, Venezuela*. New York: Standard Oil Company of Venezuela, Venezuelan Gulf Oil Corporation y British Controlled Oilfields Ltd. EP-2422. F

HUNTER V. F. y P. BARTOK. 1974. The age and correlation of the Tertiary sediments of the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Boletín Informativo. Asociación. Venezolana de Geología, Minería y Petróleo.* 17(7-9): 143-154. E

HUNTER V. F. y P. BARTOK. 1976. The age and correlation of the Tertiary sediments of the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Transactions VII Caribbean Geological Conference*, Guadalupe, 1974, p. 497-504. E

HUNTER V. F. 1972. *The Mid-tertiary stratigraphic unit of the Southern Caribbean area.* Caracas: Texas Petroleum Co. EP-3405 y EP/CDEP/PLC 00878,72. E

HUNTER V. F. 1977. Foraminiferal correlation of Tertiary mollusc horizons of the southern Caribbean area. *Transactions Caribbean Geological Conference*, Curazao. *Geologie en Mijnbouw* 57(2): 193-203. E

HURTADO DE BOLÍVAR, Edith. y Nidya JORDAN PETIT. 1983. *Geoquímica orgánica del pozo Puerto Escondido-1X Norte de Paraguaná*. Corpoven, CIT Intevep INT-00695,1983 C.1

INGRAM W. M. 1947. New fossil Cypraeidae from Venezuela and Colombia. *Bulletins of American Paleontology,* 31(121): 127-136. E

JACCARD J. P. 1953. *Geology of Paraguana peninsula, state of Falcon*. Mene Grande Oil Company. EP-3781. S

JACOBSEN P. Jr. 1952. *Memorandum on the 1950-51 gravity meter survey of north central Falcón*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation, EPL-01853 - EP-1853 (Áreas de Coro-Urumaco y de Paraguaná). F

JAHN Alfredo. 1921. *Esbozo de las formaciones geológicas de Venezuela*. Caracas: Lit. Comercio. S

JAM LANDER P. 1997. *Formación Pueblo Nuevo*. http://www.pdvsa.com/lexico/p72w.htm E

JOHNSON G. Duncan. 1953. *Creole Petroleum Corporation. Informe de reconocimientos y fotointerpretación.* (*Fide* Fig. 23).

JOHNSON K. G., M. R. SÁNCHEZ-VILLAGRA Y O. A. AGUILERA. 2009. The Oligocene-Miocene transition on coral reefs in the Falcón basin (NW Venezuela). *Palaios*, 24(1):59-69. E

JUNG P. 1964. *Mioacene mollusken von Halbinsel Paraguná, Venezuela*. Univerität Basel, Geol. Pal. Inst., Inaug. Diss. Naturwiss. 18 p. (versión resumida en alemán, de su tesis doctoral escrita originalmente en inglés y publicada en JUNG 1965). E.

JUNG P. 1965. Miocene mollusca from the Paraguana Península, Venezuela. *Bulletins of American Paleontology* 49(223): 389-652, láms. 50-79. (Resumen en: *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petról.* 8(11): 330-331, 1965). E

KARSTEN H.1858. Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Equador: *32nd versammlung Deutscher Naturfoscher und Ärzte zu Wien im September 1856, Amtlicher Beritcht Viena,* p. 80-117, 7 pl., 1 mapa geol. 1: 8.000.000. S

KARSTEN H. 1886. *Géologie de l`ancienne Colombie bolivarienne, Venezuela. Nouvelle-Grénade et Ecuador.* Berlín. 62 p., 6 pls., 1 mapa, 11 perf. (Traducción al español por A. ERNST de las pags. 7-22, "Idea general de la geología de Venezuela", *Revista Tecnica. Ministerio de Obras Públicas* (Venezuela), 2(13):51-56, 2(14):110-112, 2(15):156-159, 2(17):270-272, 2(18):324-328, 1912. Reimpreso en "*Obras completas de Adolfo Ernst*". Edic. Presidencia de la República, Caracas, Vol. 7. 1988). S

KAZMANN Raphael G. 1956. *Preliminary evaluation of the water supply of the refinery area Paraguana Peninsula, Venezuela*. Creole Petroleum Corporation. EP-23699. H

KEHRER L. 1929. *Preliminary report covering the geological exploration of the Paraguana península (District of Falcon), State of Falcon.* The Caribbean Petroleum Corporation, 1 vol. + 5 anexos. Febrero 16. EP-3370. S

KEHRER L. 1930. *Report covering the geological exploration of state of Falcon and adjacent parts of Zulia, Lara and Yaracuy.* The Caribbean Petroleum Corporation, 73 p. + 20 mapas + 28 fotos. 22 de diciembre EP-181 (El trabajo comenzó en enero de 1928). Reproducido en *Geos*, UCV, 41: 99 + 71 p. en carpeta 41 del DVD, 2011.. S.

KEHRER L. 1937. Algunas observaciones en capas cretáceas y precretáceas de las partes suroeste y central de Venezuela. *Bol. Geol. y Min*., Caracas, 2(2-4): 49-73. (Trabajo presentado en el 2do. Congreso Geológico Venezolano) (Edición en inglés: Some observations on Cretaceous and Precretaceous beds in the south-western and northern central parts of Venezuela. *Bol. Geol. y Min*., Caracas, 2(2-4): 47-70, 1937). E

KEHRER L. 1938. *Water supply Paraguana Refinery*. Maracaibo: The Caribbean Petroleum Company. 27 agosto. EP-8395. H

KEHRER L. 1948. *Outline and introduction to the geology of western Venezuela*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-656. S, E

KEHRER L. 1948. *Geological report on Venezuela*. The Caribbean Petroleum Corporation, 176 p. + 3 anexos. EP-688. S, E

KEMENY Dan J. 1960. *Report on 1949-59 reflection seismograph surveys in the Paraguana Peninsula Area, Falcon State, Northwestern Venezuela*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation. EP-1849. (Resumen del trabajo sismográfico realizado entre 1949 y 1959 en Paraguaná y áreas Costa Afuera circundantes). F

KEY Carlos E., C. VON ALBERT, Roberto V. MANDINI y Heraldo SIFONTES. 1978. *Comentarios sobre la disponibilidad de agua en la Península de Paraguaná.* Creole Petroleum Corporation. EP-4045. H

KOCH R. 1929. *Palaeontological report on Dr. Kehrer´s Falcon collections. Part V*. The Caribbean Petroleum Corporation, EP-168. E

KRUEGER Max L. 1928a. G*eological report covering concessions of Falcon 1, 2, 4, 5 and including a brief reconnaissance report on the general geology of the Santa Ana mountain area of the Paraguana Peninsula. Districts of Democracia, Miranda and Falcon*. Venezuela Gulf Oil Company. EP-3731. S, E, P

KRUEGER Max L. 1928b. *Geological report covering concessions of Falcon 3, 6, 7, 8, 9 and a portion of Miranda 8*. Venezuelan Gulf Oil Company. Maracaibo. EP-3753. S, E, P

KUGLER H. G. 1929. *Geological sketch map of central and eastern Falcon.* North Venezuela Petroleum Co., posteriormente copiado por la Texas Petroleum Company. Publicado en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* 43: 42 + un mapa en carpeta 45 de DVD. 2012.

LABRECQUE J. J., P. A. ROSALES y P. R. CORDOVÉS. 2001. Anomalously high values of cesium-137 in soils on the Peninsula de Paraguana (Venezuela). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247(3): 563-566. F

LAFOREST R. 1955. *Mapa geológico de la República de Venezuela.* Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología. Escala 1:1.000.000. S

LAMBE T. WILLIAM, FRANCISCO SILVA y W. ALLEN. 1981. Instability of Amuay cliffside. *Journal of the Geotechnical Engineering Division* 107(GT11): 1505-1520. T

LANDAU B. M. y R. E. PETIT. 1997. New species of Cancellarioidea (Mollusca, Gastropoda) from the lower Miocene Cantaure Formation of Venezuela. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 29(3-4): 145-150. E

LANDAU B. M. 1996. A new species of *Morum* (Gastropoda, Harpidae) from the lower Miocene Cantaure Formation of Venezuela. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 29(1-2): 53-56. E

LANDAU B., C. M. DA SILVA y G. J. VERMEIJ. 2015. First record of buccinid genus *Chauvetia* (Mollusca, Gastropoda) from the fossil record of the New World (Miocene, Venezuela) and its paleobiogeographic implications. *Journal of Paleontology,* 89: 487-493. E

LARA Sara y Luis Felipe GONZÁLEZ. 2007. Evolución geomorfológica de la planicie lodosa de La Macolla, península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, 62: 7-30. N

LEGGETTE R. M. 1946. *Sources of fresh water supply for two refineries on Paraguana Peninsula, Falcon State, Venezuela*. Caracas: Consulting Ground Water Geologist, para Creole Petroleum Corporation, Shell Oil Company y Standard Oil Co. EP-663. H

LIDDLE Ralph Alexander. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. Fort Worth: J. P. MacGowan, 552 p. E, S

LIDDLE Ralph Alexander. 1946. *The geology of Venezuela and Trinidad*. 2da. ed., New York

LINARES Fabian. 2013. *Generación del mapa de basamento de la cuenca de Falcón, a partir de datos gravimétricos y magnéticos satelitales*. UCV, Tesis Ingeniero geofísico. 138. F

LÓPEZ Isaac. 2012. Petróleo en Paraguaná. 1945-1970. Historiografía. *Presente y Pasado*, Revista de Historia, 17(33): 81-104. N

LORENTE M. A. y DÍAZ DE GAMERO M. L. 1997. Formación Cantaure. http://www.pdvsa.com/ lexico/c19w.htm E

LORENTE M. A. y DÍAZ DE GAMERO M. L. 1997. Formación Paraguaná. http://www.pdvsa. com/lexico/p19w.htm E

LORENTE M. A. y DÍAZ DE GAMERO M. L. 1997. Miembro Amuay (Formación Paraguaná). http://www.pdvsa.com/lexico/a30w.htm E

LORENTE M. A. y DÍAZ DE GAMERO M. L. 1997. Miembro El Alto (Formación Paraguaná). http://www.pdvsa.com/lexico/e4w.htm E

LORENTE M. A. y DÍAZ DE GAMERO M. L. 1997. Miembro El Hato (Formación Paraguaná). http://www.pdvsa.com/lexico/e24w.htm E

LORENTE M. A. 2023. Tales of the Twentieth Century: oil exploration, geological and paleontological laboratories, and the development of palynology in Venezuela. *Boletín de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat,* Caracas, 60: 66-102. (Reproducido en *BHGCV* 141: 304. 2023)

LUNA M. y J. M. VILLAVICENCIO. 1973. *Estudio fisiográfico, climatológico e hidrogeológico de la Península de Paraguaná*. UCV, Escuela de Geografía, Trabajo Especial de Grado, 43 p. N, H

LYNE H. S. 1921a. *Reconnaissance survey of Paraguana Peninsula*. Maracaibo Oil Exploration Company. EP-3757. S

LYNE H. S. 1921b. *Report on Paraguana Peninsula*. Maracaibo Oil Exploration Company. EP-3858. S

MAAT H. 1952. *Gravity surveys along seismic lines January to June 1952*. Maracaibo: Compañía Shell de Venezuela. EP-8992. (Mapas: "4. Paraguaná, perfil gravimétrico a lo largo de la línea 619 de refracción sísmica", "5. …línea 621…", "7. … línea 620…"). F

MACDONALD William D. 1967. *Stratigraphy structure y metamorphism of Upper Jurassic rocks, Paraguana Peninsula, Venezuela.* Princeton University. Inédito. EP-4561. S, P

MACDONALD William D. 1968. Estratigrafía, estructura y metamorfismo de las rocas del Jurásico superior, Península de Paraguaná, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 9(18): 441-458. S, P

MACELLARI Carlos E. 1987. *The regional geology and oil potential of the Guajira Peninsula, Northwestern Venezuela, and Aruba*. Earth Sciences and Resources Institute, University of South Carolina. ESRI Technical Report 87-0005, 294 pp.

MACELLARI Carlos E. 1995. Cenozoic sedimentation and tectonics of the southwestern Caribbean pull-apart basin, Venezuela and Colombia. *En*:

A. J. TANKARD, R. SUÁREZ S. y H. J. WELSINK. *Petroleum basins of South America*. AAPG Memoir 62: 757–780.

MARCOU Jules. 1861. *Carte géologique de la terre par Jules Marcou, contruite par J. M. Ziegler*. Winterthur: J. Wurster, 8 hojas, 71 x 50 cm. [Hoja 6: América del Sur, escala 1: 23.000.000]. S

MARTÍNEZ Aníbal. 1990. *Imagen y Huella. Clemente González de Juana*. Caracas: Intevep, 125 p.

MARTÍN DE BELLIZZIA C. 1959. Estudio petrográfico de rocas procedentes del cerro El Rodeo, Tausabana y Santa Ana, Paraguaná, estado Falcón. *Memorias III Congreso Geol. Venezolano*, Caracas, 1959. *Bol. Geol.* (Caracas) *Public. Esp. 3*, 4:729-743. 1960). P

MARTÍN DE BELLIZZIA C. 1968. Edades isotópicas de rocas venezolanas. *Boletín de Geología,* Caracas 10(19): 356-380. P

MARTÍN DE BELLIZZIA C. y A. BELLIZZIA. 1947. *Informe petrogenético presentado a la Creole Petroleum Corporation, Manuel-1*. 9 pp. *En*: Carpeta del pozo Manuel-1, La Concepción.

MARTÍN DE BELLIZZIA C. y J. M. ITURRALDE DE AROZENA. 1972. Complejo ultramáfico zonado de Tausabana-El Rodeo, gabro zonado de Siraba-Capuana y complejo subvolcánico estratificado de Santa Ana. *Memorias VI Conferencia Geológica Caribe* (Porlamar): 337-355. S, P

MARTÍNEZ VALERY José Antonio y Francisco MORENO. 1981. *Levantamiento alta resolución. Additional filtering of Paraguana H.R. data of 1982*. EP-23419.

MCCARTHY Gerald T. 1947. *Survey report on Paraguana water supply*. Caracas: Consulting Engineers para Shell Oil Company of Venezuela y Creole Petroleum Corporation. EP-666. H

MCMAHON Cathleen E. 2001. *Evaluation of the effects of oblique collision between the Caribbean and South American plates using geochemistry from igneous and metamorphic bodies of northern Venezuela.* University of Notre Dame. Dept. of Civil Engineering and Geological Sciences. Tesis Ph.D. 227 p. (Publicado en *Geos* 39: 195-196 + 250 p. en DVD carpeta 258, 2008). P

MCMAHON Cathleen E. y R. Neal CLIVE. 1999. Variations in Caribbean-South American tectonic environment evaluated through geochemistry of rocks from northern Venezuela. *Abstracts with Programs - Geological Society of America* 31(7): 226. P

MENCHER Ely. 1952. *Oil possibilities of Golfo de Venezuela*. EP-11127 (Anexo mapa: "Costa de Venezuela entre Paraguaná y Chichiriviche").

MÉNDEZ J. G. 1959. *La cromita de Paraguaná, Estado Falcón*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-18313. Y

MÉNDEZ J. G. 1960. La cromita de Paraguaná, estado Falcón. *Memoria III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología* (Caracas), *Publicación Especial 3*, 2: 719-728. Y

MÉNDEZ J. G. 1963. *Clay deposits in S.W. Paraguana*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. Nov. EP-1881. Y

MÉNDEZ J. G. 1970. *Note on the new oil occurrences in the area south of La Botija, Paraguana*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-5172. M

MÉNDEZ J. G. y E. H. GUEVARA. 1969. Isopach map of the Caujarao Formation and equivalents. Caracas: Cia. Shell de Venezuela, mapa 1.250.000. (Publicado en *Geos* 40 (2009): 108 + mapa en carpeta 100 de DVD, 2010). S, E

MÉNDEZ J. G. y S. V. GAMBOA. 1970. *Note on the new oil occurrence in the area south of La Botija, Paraguana, state of Falcon*. Caracas: Compañía Shell Venezuela. EP-3735. M

MENDI D. 2010. Recursos minerales en la zona máfica-ultramáfica de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 40 (2009): 25-28 + 24 p. en carpeta 13 de DVD. (Trabajo presentado en las II Jornadas Venezolanas de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2008). Y

MENDI D. 2016. *Petrogénesis de los yacimientos de cromita en la península de Paraguaná (Venezuela): implicaciones económicas.* Universidad de Granada, España. Tesis de Maestría.

MENDI D. y E. RODRÍGUEZ. 2005. *Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón*. UCV-G, 184 p. (Publicado en: *Geos* 38: 93-94 + 184 p. en carpeta 43 de CD, 2006). S, P

MENDI D. y E. RODRÍGUEZ. 2006. Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 38: 29-31 + 50 láminas en carpeta 14 de CD (Trabajo presentado en las I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2005). S, P

MENDI D. y E. RODRÍGUEZ. 2008. Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 39 (2007): 91 + 12 p. en carpeta 157

de DVD (Trabajo presentado en el IX Congreso Geológico Venezolano, UCV, Caracas, octubre 2007). S, P

MENDI D. y F. URBANI (eds.). 2017. Península de Paraguaná, Venezuela. Una recopilación de información geológica. https://www.researchgate.net/publication/312971335

MENDI D., L. CAMPOSANO y M. BAQUERO. 2006. Petrografía de rocas del basamento de la Ensenada de la Vela, Falcón. Notas de avance. *Geos* 38 (2005): 32-33 + 42 láminas en carpeta 15 de CD. (Trabajo presentado en las I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2005). P

MENDI D., L. CAMPOSANO, F. URBANI y M. BAQUERO. 2008. Petrografía de rocas del basamento ígneo metamórfico del norte del estado Falcón (Resumen). *Geos* 39 (2007): 132-133. (Trabajo presentado en las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería, UCV, JIFI-2006). P

MENDI D., M. BAQUERO, E. PAIVA-OLIVEIRA, F. URBANI, J. PINTO, S. GRANDE y V. VALENCIA. 2013. Petrography and U-Pb zircon geochronology of igneous-metamorphic units in Mesa de Cocodite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *American Geophysical Union, Meeting of the Americas*. Cancun, México. Spring Meeting 2013, abstract #V53A-02. (http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUSM.V53A..02M) (En español: Petrografía y geocronología U-Pb en zircones de las unidades ígneo-matamórficas en la Mesa de Cocodite, Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, 45: 99-102 + cartel + 19 láminas en carpeta 26 del DVD, 2013). P.

MENDI D., F. URBANI y S. PARRONDO. 2015. Actualización de la cartografía geológica de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, 47: 221-222. S

MENDI D., F. URBANI, W. REÁTEGUI, A. GÓMEZ, R. HURTADO y A. RODRÍGUEZ. 2019. *Mapa geológico de la región de Mesa de Cocodite, Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela*. 1: 10k. UCV, Dept. de Geología. https://www.researchgate.net/publication/339237268

MENDI D., J. M. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, J. A. PROENZA, F. URBANI Y E. GERVILLA. 2020. Petrogenesis of the cromitite body from the Cerro Colorado ophiolite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,* 72 (5), 28 p.

METZ Harold. L. 1967. *Regional geology and geophysics of Gulf of Venezuela including the outer shelf and surrounding land and island areas (north Falcon state,*

Paraguana and Guajira peninsulas Netherlands Antilles, North Zulia State). Caracas: Mobil Oil Company. Report VEN-665. INT/CIT IND-00794,67 y EP-11259. F

MISTAGE María. 1989. *Estudio geológico de los cuerpos máficos-ultramáficos del macizo de Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón*. UCV-G. 97 p.

MISTAGE María, Franco URBANI y Ángel FRANCO. 1989. Estudio geológico de los cerros El Rodeo y Arajó, península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1989. Sociedad Venezolana de Geólogos, 1: 83-98. S, P

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. 1956. *Mapa geológico generalizado de Venezuela*. En: COMISIÓN VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA (eds.). Léxico Estratigráfico de Venezuela. *Bol. Geol.,* Caracas, *Public. Esp*. 1. Escala 1:4.000.000. S

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984a. *Estudio geoeconómico del Plutón de El Amparo - Paraguaná*. MMH - CAIGEOMIN, lámina no. 04257. Y

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984b. *Estudio geoeconómico del Plutón de El Amparo. Índice de planos*. MMH - CAIGEOMIN, lámina no. 04258. Y

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984c. *Plano geoquímico Plutón de El Amparo - Paraguaná, edo. Falcón. Hojas Nos. 1-1, 1-2, 1-4*. MMH - CAIGEOMIN, láminas no. 04259 a 04261. Y

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984d. *Geología y geoquímica. Interpretación de resultados. Hojas Nos. 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5 y 3-6*. MMH - CAIGEOMIN, lám. no. 04262 al 04271. Y

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984e. *Estudio geofísico. Interpretación de resultados del Plutón de El Amparo. Hojas nos. 4-1-4-2, 4-3, 4-4-1-3*. MMH - CAIGEOMIN, láminas no. 04272 al 04275, 04280. Y

MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS. c.1984f. *Estudio geofísico. Método de polarización de El Amparo. Hojas nos. 5-1, 5-2, 5-3, 5-4*. MMH - CAIGEOMIN, láminas nos. 04276 al 04279. Y

MOEHRL Kenneth E. 1952. *The Siburua water well field.* EP-3700. H

MORENO S. 2010. *Características geomorfológicas y sedimentológicas de la secuencia de crestas de playa en el suroeste de Adícora, estado Falcón, Venezuela*. Instituto

Pedagógico de Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de Grado de Maestría (Inédito).

MORÓN Camilo. 2015. Panorama geológico, paleontológico, arqueológico, histórico y mitológico del estado Falcón. *Boletín Antropológico*, ULA, 33(89): 104-126. S

MOTISCSKA P. 1984. *Informe petrográfico, rocas ígneas y metamórficas pertenecientes a la región de El Amparo, Estado Falcón*. Min. Energía y Minas, Dir. Geol., Div. Petrología. Inédito, 10 p. P

MOTICSKA-N. P. 1997a. *Complejo Subvolcánico Toleítico Estratificado de Santa Ana*. http://www.pdvsa.com/lexico/s29w.htm E

MOTICSKA P. 1997b. *Plutón de El Amparo*. http://www.pdvsa.com/lexico/e5w.htm E

MURPHY W. H Y B.J. SZENK. 1967. *Geology and structure of the Gulf of Venezuela area*. Caracas: Mene Grande Oil Company. EP-17586. S

MURRELL J. T. 1926. *Report on magnetic survey in State of Falcon*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3851. F

NATERA Brígido R. 1956. *Geology of Paraguana*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. Informe 4340-11-6, CIT Maracaibo EX000878. (Hojas A-4-C, A-4-D, A-5-D, B-4-B, B-5-A. Geología de superficie. Caracas. Escala 1:50.000). (No se localizó el informe, solo se consultaron los mapas). S

NETTLETON L. L., R. W.CLARK, G. R. WATSON, J. BARDEEN y L. W. GARDNER. 1932. *Paraguana Peninsula, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela*. Gulf Research Laboratory. EP-3668. F

NICHOLS C. R. 1923. *Notes on the oil possibilities of part of peninsula de Paraguana state of Falcon*. La Vela de Coro: Standard Oil Company of Venezuela. EP-4039. M

NICHOLS C. R. 1923. *Standard Oil Company of Venezuela*. Informe 4340-11-1 (*fide* Fig. 23).

NICHOLS C. R. 1924. *Memorandum on the Application of Aerial Photography to the Geological work in Venezuela*. Maracaibo. Ene. EPL-01994

NICHOLS C. R. y A. H. L. ANDREAS. 1925. *Reconnaissance report on the oil possibilities of the Peninsula of Paraguana, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela, S. A*. New York. EP-3979. S, M

NICHOLS C. R. y B. HUBBARD. 1925. *Progress report. Falcon*. Nueva York. Aug. 23. EPL-04397.

NOLF Dirk y O. AGUILERA. 1998. Fish otoliths from the Cantaure Formation (early Miocene of Venezuela). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre* 68: 237-262. E

NOVILLO V. 1964. *Reconocimiento del yacimiento de asbestos de Santa Ana*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología, Informe, 3 p. Y

OCHSENIUS Claudio. 1998. The present environment of the Corian Domain, northernmost South America. *Geowissenschaftliche Beiträge* 2: 11-31. N

OCHSENIUS Claudio. 1998. The conchology of the Paraguana shell mounds in Venezuela and its significance for human ecology. *Geowissenschaftliche Beitraege* 2: 164-168. E

PACHECO H. 2010. *Variaciones de la posición de la línea de costa en los sectores de Adícora, bahía de Chichiriviche (estado Falcón) y laguna de Unare (estado Anzoátegui)*. Instituto Pedagógico de Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de Grado de Maestría (Inédito).

PANTIN J. H., Guillermo ZULOAGA y E. W. CLARK. 1947. *Geological observations along the Siburua - Gueque trail*. EP-630. H

PASSALAQCQUA H., S. RANDAZZO, J. LICHERI, J. DE MENA y Felipe AUDEMARD. 1984. *Interpretación integrada, gravimétrica y sísmica de un área del occidente de Venezuela*. INTEVEP S.A. Informe INT-0104,84 y EPC 5624.344, 46 p. F

PATRICK H. B. 1958. *Geology and hydrology of the Siburua-Meachiche, San Antonio fields*. Creole Petroleum Corporation. EP-1421. H

PATRICK H. B. 1959. *Geology of the Rio Ricoa Dam and reservoir site*. EP-1440. H

PÉREZ MENA Ramón. 1966. *Posibles acumulaciones de agua acuíferos poco profundos existentes en la Península de Paraguaná, estado Falcón*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-4351. Mapa en

PÉREZ MENA Ramón. 1967. Recursos de aguas subterráneas península de Paraguaná, estado Falcón. *Bol. Sociedad Venezolana de Geólogos* 2(1): 35-56. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/8937/1/0769.jpg H

PETERS Leo J. 1930. *Report on the calculation of structure from a magnetic profile on Paraguana Península, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela*. Maracaibo: Gulf Research Laboratory. EP-3663. F

PIMSTEIN DE GAETE Clara y Arturo LARA. 1985. *Evaluación Geológica Operacional del Pozo PGN-1X (loc. 84-PP-3), área 11, Paraguana Norte, Falcón Occidental, Estado Falcón*. EP-7945.

PINEDA M. y J. ÁVILA. 1996. *Revisión del Campo La Vela, Costa Afuera*. MARAVEN, EPC-14071. F

POLS Ch. 1929. *Report on gravimetric results, Paraguana Peninsula in the State of Falcon, Venezuela*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3849. F

PORTILLA A. 1984. *Evaluación e interpretación sísmica de las áreas marinas terrestres de Corcoven S.A. en el Estado Falcón*. CORPOVEN S.A., 19 p. F

PURDY y C. R. NICHOLS. 1920. *Preliminary geological reconnaissance of the western part of the state of Falcon, Venezuela*. Londres. EP-3979. S

RENZ O. 1948. *Geological report Nº CPMS-277. Paraguana peninsula. Subsurface data on Paraguana. Photogeology of Paraguana. Petrography of Paraguana. Macrofossils from Paraguana. Comments*. Londres: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-993 (Reproducido en *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD). S

REUBER I. y ELLEMBERG L. 1979. Beachrock in Venezuela. *Acta Cient. Venezolana* 30: 462-477. N

REY O. 1994. Eventos erosivos neógenos en la Península de Paraguaná (Resumen). *Revista de la Facultad de Ingenieria*, UCV, 9(2): 35. E

REY O. 1996. Estratigrafía de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, UCV, 11(1): 35-45. E

RICHARDS E. 1932. *Memorandum - report on Paraguana peninsula*. Maracaibo: Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3958 y EP-3713 S

RIVERO Manuel. 1939. *Informe sobre abastecimiento de Coro y La Vela de Coro*. EP-3689.

RIVERO Manuel. 1940. *Informe geológico del levantamiento de la isla de Toas y de los cerros de Arajó, península de Paraguaná*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. EP-3978. S

ROBBINS R. K. y W. SCHERER. 1965. *Geology of the Paraguana Peninsula.* Maracaibo: Texas Petroleum Company. EP-12129. S

ROBBINS R. K. 1965. *Geological reconnaissance and sampling east Falcon and Paraguana Peninsula*. Caracas: Texas Petroleum Co. EP-11425. S

ROD Emile. 1947. *Some remarks in connection with the ground-water conditions of cordillera de San Luis and water supply for the Paraguana refineries*. Caracas: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-629. H

ROD Emile y P. J. SCHUMACHER. 1948. *Exploration report CPMS 353 Memo of lst. July 1948. Paraguana water supply: Precipitation in intake area and discharge of Siburua springs*. EPC-8809. H

RODRÍGUEZ José Antonio. 2022. Breves memorias de 34 geocientistas en la geología de Venezuela. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 137: 1-62.

RODRÍGUEZ José Antonio y Marianto CASTRO MORA. 2024. Los Bellizzia, Cecilia Martín Franchi (1921-2006) y Alirio Antonio Bellizzia González (1920-1997). Una crónica de la geología venezolana entre los años 1947 a 1976. *Maya revista de Geociencias*, Suplemento Septiembre, p. 131-143.

RODRÍGUEZ S. E. 1968. Estratigrafía y paleontología del Mioceno en la península de Paraguaná, estado Falcón. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana Geología., Minería y Petróleo,* 11(5): 127-152. E

RODRÍGUEZ S. E. 1969. Estudio sobre la alteración hidrotermal presente en el complejo ígneo-metamórfico de Pueblo Nuevo, estado Falcón. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos,* 4(2): 15-36. P

RODRÍGUEZ S. E. 1985. Características de los depósitos comerciales de grafito del borde norte de América del Sur. *Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología* (Bogotá), 3: 23-34. Y

RODRÍGUEZ S. E. 1989. Niveles secundarios de magnesita y dolomita asociados con arcillas esmectíticas en complejos ultramáficos de Venezuela septentrional. *Memoria VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 4: 1965-1976.

RODRÍGUEZ S. E. y Julio A. RODRÍGUEZ ALEMÁN. 1970. Contribución al conocimiento de las unidades ígneas del Complejo de Cocodite, Península de Paraguaná, Estado Falcón (Resumen). *Boletín Informativo, Asociación Venezolana Geología., Minería y Petróleo,* 13(12): 372. P

RÖHL Eduardo. 1986. Richard Ludwig, 1883-1894. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 22: 4-5. (Reproducido en E. RÖHL. *Historia de las ciencias geográficas de Venezuela. 1498-1948*. Caracas: Cromotip, p. 411-412, 1990). S, Y

ROJAS B. Dori. 1983. *Sumario geológico Pozo. P.E.-1X Noeste de Paraguaná*. CORPOVEN Maracaibo. CIT PDVSA Intevep - Los Teques IND-01989,83 (PE: Puerto Escondido)

ROMEIJN C. y H. MAAT. 1953. *Paraguana-Miranda seismic survey*. Maracaibo. CSV, EP-8722. F

RONAI P. H. 1957. *Final report – Cardon-1*. CPC, Maracaibo Geological Exploration Laboratory. 22 mayo (*Fide* Ronai 1958).

RONAI P. H. 1958. *Final report – Manuel-1*. CPC, Maracaibo Geological Exploration Laboratory. 3 febrero, 5 pp. *En*: Carpeta del Pozo Manuel-1, La Concepción.

SALAS J. 2025. *Chronology and Evolution of Holocene Coastal Eolian Systems in the Paraguaná Peninsula, Venezuela.* TEG Maestria (inedito), IGc- USP, Brasil.

SÁNCHEZ-M. Pedro A. 1983. *Sumario Geológico Pozo San Roman-1X*. Corpoven. EP-12292. (El objetivo principal fue el Miembro Cauderalito de la Formación Agua Clara, por la incertidumbre sobre el posible desarrollo de esta unidad hacia esta área debido a que está en los bordes del Alto de Paraguaná, pero de existir tal desarrollo debería tener un alto contenido de clásticos y por lo tanto habría excelente roca yacimiento).

SANTAMARÍA Francisco J. 1972. *Geochemistry and geochronology of the igneous rocks of the Venezuelan coast ranges and southern Caribbean islands and their relation to tectonic evolution*. Rice University. Tesis PhD. (Reproducida en *Geos* 40: 99 + 127 p. en carpeta 87 de DVD, 2010). P

SANTAMARÍA Francisco J. y C. SCHUBERT. 1974. Geochemistry and geochronology of the southern Caribbean – northern Venezuela plate boundary. *Bulletin Geological Society of America* 7: 1085-1098. P

SCHERER W. (ed.). 1997. *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela.* http://www.pdvsa.com/ lexico/lexicoh.htm (Contiene entradas correspondientes a las descripciones de las unidades geológicas que afloran en la Península de Paraguaná). E

SCHILDER F. A. 1939. Cypraeacea aus dem Tertiar von Trinidad, Venezuela, und der Antillen. *Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft- = Mémoires de la Société paléontologique suisse.* 62: 1-35. E

SCHUBERT C. y J. G. MÉNDEZ. 1964. *Mining of clay from "La Galera", Paraguana.* Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-1451. Y

SENN A. 1933. *On the stratigraphy of East and Central Falcón and adjacent areas*. New York: North Venezuelan Petroleum Co. EP-4323. E

SHULTZ A. H. 1967. *Evaluation of Falcon shelf east of Paraguna.* Mobil Oil de Venezuela. EP-11222. S, E

SIEVERS W. F. 1885. *UB Gießen, Hs NF 822 - Tagebuch von 1. Reise nach und in Venezuela 1884 1885. UB Gießen, Hs NF 822*. https://digisam.ub.uni-giessen.de/ubg-ihd-hn/content/titleinfo/4449903

SIEVERS W. F. 1896a. Richard Ludwig´s reisen auf Paraguana. *Globus*, 73: 303-309.

SIEVERS W. F. 1896b. Zweite Reise in Venezuela in den Jahren 1892-93. *Mittheilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg*, 12: 32-54. S

SIEVERS W. F. 1896c. Karten zur physicalischen Geographie von Venezuela. *Dr. Pettermanns Geographischen Mitteilungen* 42: 149-155. (Mapa: *Nördliches Venezuela von W. Sievers. I. Übersicht der geologischen und tektonischen Verhältnisse*. 1: 3.000.000). S

SIEVERS W. F. 1898. Richard Ludwig Reisen au Paraguaná (Venezuela). *Globus*, 73(19):303-309 (Traducción por SCHUBERT C. "Los viajes de Richard Ludwig en Paraguaná y las islas frente a la costa norte de Venezuela". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 14(3): 67-84, 1971). S, P

SKERLEC G. M. y R. B. HARGRAVES. 1980. Tectonic significance of paleomagnetic data from northern Venezuela. *Journal of Geophysical Research,* 85: 5303-5315. F

SMITH J. E. 1931. *Core sample from Manuel no.1 at 3449`*. Paraguana Petroleum Corporation. EP-8021. E

SMITH F. 1962. *Mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela*. Caracas: Primer Congreso Venezolano de Petróleo. Escala 1:1.000.000. S

SMITH Judith Terry. 1991. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, "*Macrochlamis*," *Vertipecten* and *Nodipecten* species. *U. S. Geological Survey Professional Paper* 1391, 127 p. P

SPIKER E. Th. N. 1954. *The palaeontological examination of the wells Manuel-1 and Cardon 1 (Paraguana Petroleum Co.)*. Maracaibo. EP-9049. E

SVE - SOCIEDAD VENEZOLANA DE ESPELEOLOGÍA. 1972-2000. Catastro espeleológico Venezolano. Fa.13 - Cueva del Guano. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 3(3): 182-186, 1972. Fa.14 y 15 - Sima 1 y 2 del Guano. *BSVE* 3(3): 186.187, 1972. Fa.22, Fa.23. Cueva 1 y 2 del Balneario El Pico, *BSVE* 4(1): 53-56, 1973. Fa.29 - Cueva de Piedra Honda o de San José de Cocodite. *BSVE* 4(2): 189-191, 1973. Fa.110 a 112 - Cueva 3 a 4 del Balneario El Pico. *BSVE* 32: 62-63, 1998. Fa.112 - Cueva 5 del balneario El Pico. *BSVE* 34: 28, 2000. N

TAMAYO F. 1981. Biogeografía de Paraguaná. *Acta Macarao*, Instituto Universitario Pedagógico de Caracas, 2: 17–31. E

TAMERS M. A. 1966. Groundwater recharge as revealed by naturally occurring radiocarbon: Aquifers of Coro and Paraguana, Venezuela. *Nature* 212: 489-492. H

TEN BROEK A. N. C. 1948. *Microfossils of Paraguana* (Suplemento incluido en RENZ 1949). (Publicado en: *Geos* 40: 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD, 2010). N, S

THOMAS D. J. y W. D. MACDONALD. 1970. The Cantaure Formation of the Paraguaná. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 13(6): 177-179. E

THOMS H. W. 1946. *Memorandum on the R. M. Leggette survey of the water supply for the Paraguana refineries*. EP-3688. H

THOMS H. W. 1947. *Results of preliminary test hole drilling in the "Cerro Atravesado y Taparo" area, Paraguana Peninsula, State of Falcon*. Caracas: Creole Petroleum Corp. EP-4043. E

TOLAND D. R. 1950. *A final report on the 1949 reconnaissance reflection seismograph work, Coro-Paraguana area, north-central Falcon, western Venezuela*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation. EP-1848; EP/CITOC EX000782. (julio-septiembre 1949). F

TOMALIN W. G. C. 1938. *Water supply - El Cardon property Paraguana Peninsula*. Maracaibo: Comp. Shell de Venezuela. Nov. 23. EP-8418. H

TONG J. A. 1926. *Oil and fresh water possibilities. Peninsula of Paraguana, District of Falcon, State of Falcon*. Maracaibo: Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3751. H

UJUETA G. 1993. Arcos y lineamientos de dirección noroeste-sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia. *Geología Colombiana* 18: 95-106.

URBANI F. 2011. Vida y obra del Geólogo Dr. Louis Kehrer (1897-1979). *Boletín, Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 22: 143-175 <https://www.researchgate.net/publication/316228015>

VÁZQUEZ E.1975. Results of the exploratory program in La Vela Bay, offshore Venezuela. *IX World Petroleum Cong.*, Tokyo. E

VERMEIJ Geerat J. 2001. Distribution, history, and taxonomy of the Thais clade (Gastropoda: Muricidae) in the Neogene of tropical America. *Journal of Paleontology* 75(3): 697-705. E

VERMEIJ Geerat J. 2006. The Cantharus group of *Pisaniine buccinid* gastropods; review of the Oligocene to Recent genera and description of some new species of Gemophos and Hesperisternia. *Cainozoic Research* 4(1-2): 71-96. E

VERMEIJ Geerat J., Melissa A. FREY y Bernard M. LANDAU. 2009. The gastropod genus Nerita in the Neogene of tropical America. *Cainozoic Research* 6(1-2): 61-70. E

VILA Marco Aurelio. 1961. *Aspectos geográficos del estado Falcón*. Caracas: Corporación Venezolana de Fomento, Monografías Económicas Estadales, 286 p. N

VILLAVICENCIO J. M. 1985. Análisis geomorfológico de la Península de Paraguaná. *Revista Geográfica* (Mérida) 102: 17-27. N

VILLAVICENCIO J. M. 1990. *Guía de trabajo de campo "Península de Paraguaná - Sierra de San Luis"*. UCV, Facultad de Humanidades y Educación. Inédito. N



Los autores en el Palacio de las Academias, Caracas, 2009.

VOORWIJK G. N. 1948a. *On the ocurrence of gypsum on the Peninsula de Paraguana*. Maracaibo: The Asiatic Petroleum Corp. EP-676, EP-8787. Y

VOORWIJK G. N. 1948b. *Explanatory note on preliminary photogeological map Peninsula of Paraguana.* Monthly progress report. March (*Fide* BECK 1952).

VOORWIJK G. N. y O. RENZ. 1948. *Geological and photogeological map, Peninsula of Paraguana, state of Falcon.* (Mapa a escala 1:100.000 incluido en RENZ 1948). (Publicado en: *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en DVD carpeta 102, 2010). N, S

WALPOLE L. M. 1945. *Geological reconnaissance report on the El Tausabana area, Paraguana*. Maracaibo. EP-495. P

WILKES D. O. y W. H. THOMS 1949. *Siburua water system project on Paraguana peninsula. Falcon state*. Caracas: Creole Petroleum Corp. EP-2197. H

WYANT D. G., W. N. SHARP y C. PONTE RODRÍGUEZ. Radioactive source materials in los Estados Unidos de Venezuela. *USGS, Trace elements investigations report* 222, 117 p. Y

3

LAS GALERAS DE EL BAÚL,
LAS MONTAÑAS DE LOS LLANOS OCCCIDENTALES: HISTORIA DE SU GEOLOGÍA[1]

Patxi VISCARRET VALERO y Franco URBANI PATAT



Paisaje del macizo de El Baúl.

[1] Este capítulo corresponde a uno de los anexos de la tesis doctoral del Profesor Patxi Viscarret, 2009; posteriormente publicado con el título de "*Revisión de las investigaciones geológicas realizadas en el macizo de El Baúl, estado Cojedes, Venezuela*", por Patxi Viscarret y Franco Urbani, en el *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales*, Caracas, 70(4): 27-69, 2010. La presente versión ha sido actualizada y aumentada por FUP.








Rocas de los cerros de El Baúl



Las galeras de El Baúl están ubicadas en las adyacencias de la población de El Baúl (Fig. 1), al sur del estado Cojedes, a unos 120 km al sureste de la población de Tinaco y, unos 60 km al sur de la población de El Pao. Corresponde a una aislada zona montañosa muy disectada, de abrupto relieve y rodeada por los Llanos occidentales venezolanos. Las elevaciones siguen una dirección noroeste-sureste y abarcan una superficie aproximada de 720 km^2. Este grupo de cerros emergen como un alto topográfico que separa la cuenca sedimentaria Oriental de Venezuela y la de Barinas-Apure al suroeste. Allí se han cartografiado rocas graníticas, metasedimentarias y volcánicas

De la nutrida literatura sobre el macizo de El Baúl se confirma el interés geológico que ha tenido esta la región. En el aspecto petrológico hubo énfasis en las relaciones de campo de los cuerpos graníticos y su roca caja. También ha sido objeto de investigaciones por parte de empresas petroleras durante largo tiempo, debido al papel estructural que juega en la evolución de las cuencas

sedimentarias de Venezuela que, conjuntamente con el acuñamiento regional de las rocas reservorios contra el flanco del escudo de Guayana, es el factor principal responsable por las acumulaciones de crudos pesados, extra pesados y gas. Adicionalmente, en las últimas décadas ha sido explorado en búsqueda de uranio.

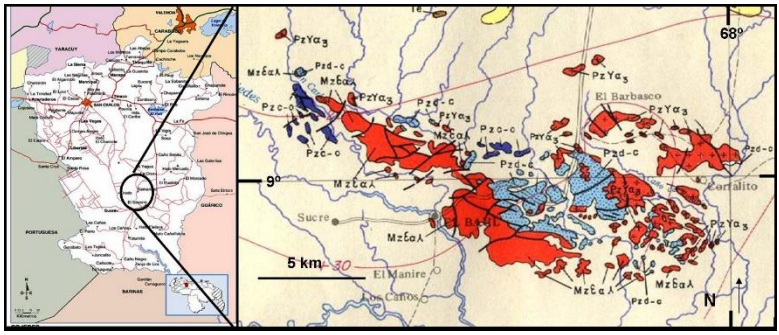




Figura 1. *Ubicación del macizo de El Baúl, estado Cojedes. Unidades: Pzc-o y Pzd-c: Paleozoico, Filita de Mireles y metasedimentarias respectivamente; PzYa₃: Paleozoico, Cuerpos graníticos y Mzελ, Mesozoico, Asociación Volcánica Guacamayas (Tomado de* BELLIZZIA et al. *1976). Abajo: Modelo digital de elevación SRTM (*GARRITY et al. *2004).*

1. SIGLO XIX

En esta sección se presenta una cronología del conocimiento geológico del macizo de El Baúl, desde 1858 a la fecha.

El naturalista y geólogo alemán **Herman Karsten** (1817-1908)[2] (Fig. 2A), en 1858 publica su obra sobre la geología de Venezuela, Colombia y Ecuador, donde menciona las rocas ígneas-metamórficas de El Baúl, también incluye un mapa (Fig. 2A) (KARSTEN 1858). Posteriormente publica un libro donde integra toda la información geológica que recopiló en estos países bolivarianos, donde nuevamente hace referencia de las rocas presentes en la Galera de El Baúl e incluye una sección (Fig. 2B) indicando la presencia de "*granito, sienita, diorita, etc.*" (KARSTEN **1886**).

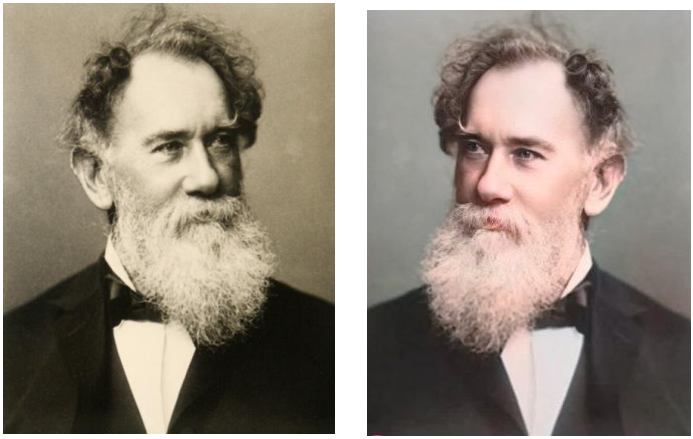


Figura 2A*. Herman Karsten (1817-1908)*[3]*.*

[2] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/k/karsten-hermann/

[3] Retrato de https://www.researchgate.net/publication/311633790 Versión a color cortesía del Ing. José Antonio Rodríguez.

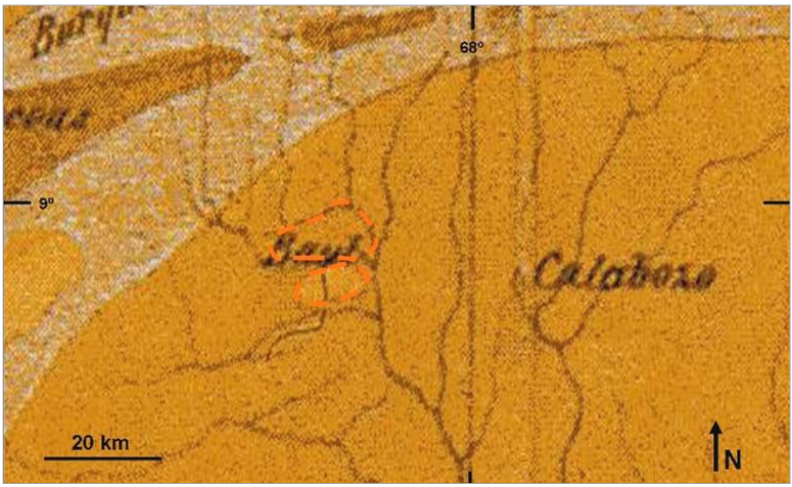


***Figura 2B**. Fragmento del mapa geológico de Venezuela de Karsten (1858). El área resaltada con líneas punteadas representa la zona del macizo de El Baúl.*

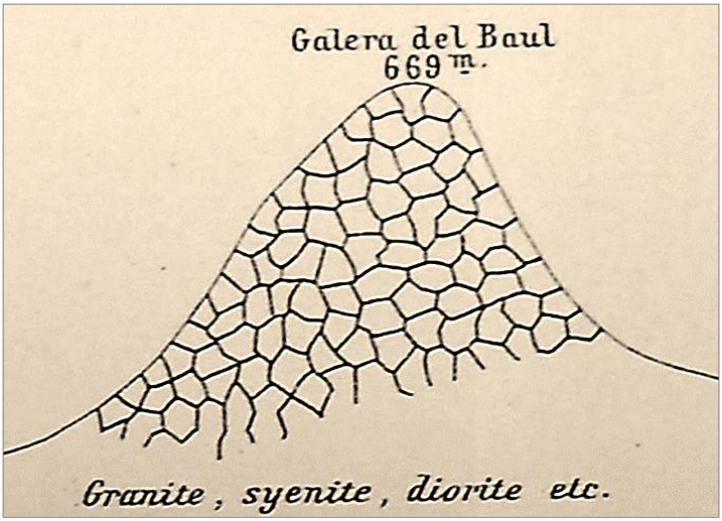


***Figura 2C**. Fragmento de la sección geológica de KARSTEN (1886) indicando la presencia de rocas ígneas en El Baúl.*

El geógrafo alemán **Wilhelm Friedrich Sievers** (1860-1921)[4] (Fig. 3) que visitó Venezuela en dos oportunidades; en **1896** edita un mapa geológico del norte de Venezuela (Fig. 3) y el área de El Baúl la cartografía como una zona de naturaleza geológica desconocida, pero separado de las rocas cuaternarias de los llanos circundantes (SIEVERS 1896).

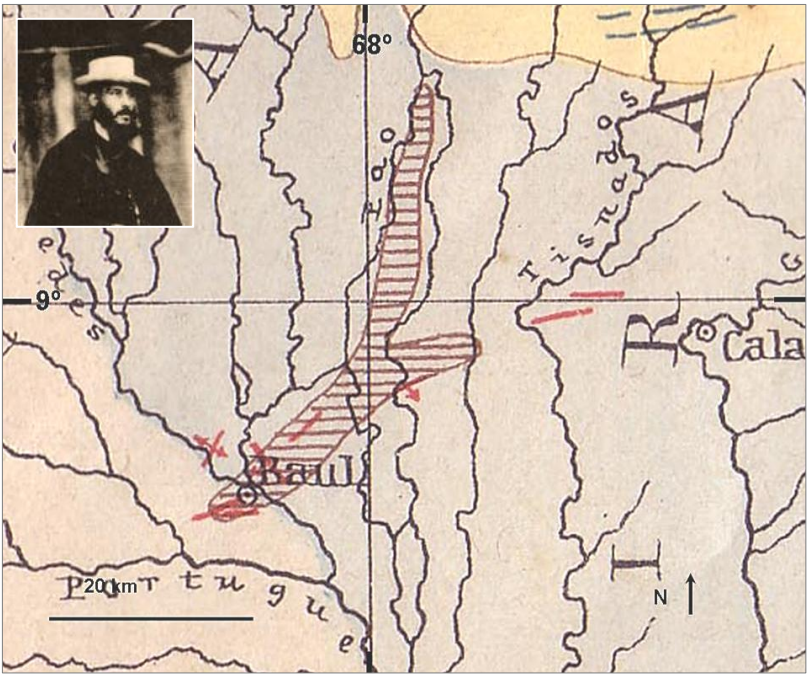


***Figura 3**. Fragmento del mapa geológico de Venezuela de SIEVERS (1896) correspondiente al área de El Baúl. Con un rayado horizontal que indica que corresponde a una zona de características geológicas desconocidas.*

[4] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/s/sievers-wilhelm/

2. PRIEMRA MITAD DEL SIGLO XX

El venezolano **Alfredo Jahn**[5] (1867-1940) en **1921** publica el primer libro de geología de Venezuela (JAHN 1921) y como anexo, aparece un mapa geológico de todo el territorio del país (Fig. 3B), pero curiosamente no lo representa.

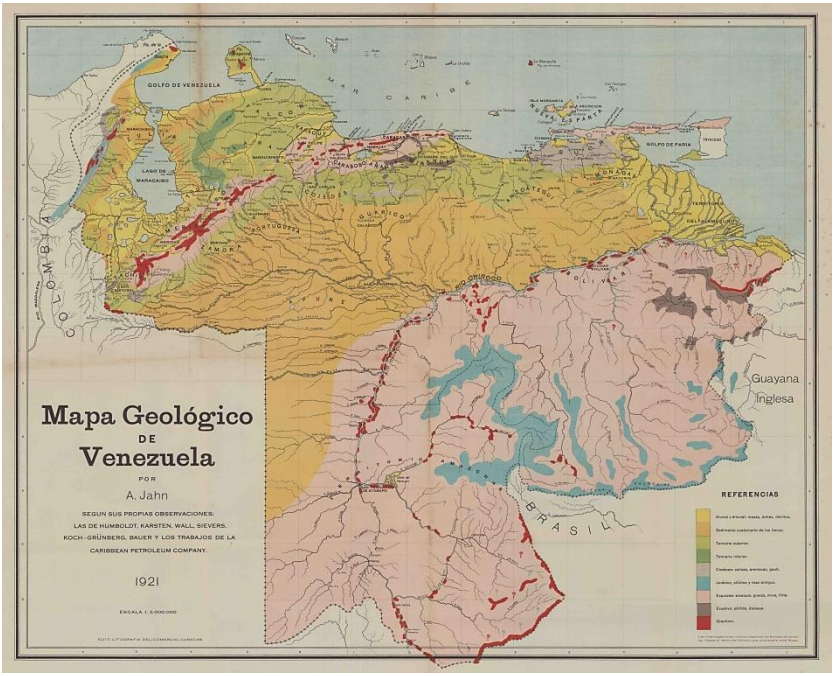


***Figura 3B**. Mapa geológico de Venezuela de JAHN (1921). Nótese que no representa al macizo de El Baúl.*

[5] Información biográfica en https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/dhv/entradas/j/jahn-alfredo/

El geólogo estadounidense Dr. **Ralph Alexander Liddle** (1896-1963)[6] (Fig. 4A) es contratado por las empresas petroleras, para escribir un libro sobre la geología de Venezuela que se publica en **1928** (LIDDLE 1928). Allí describe las rocas de El Baúl, como sigue:

En la sección donde se refiere a la región de Guayana (p. 67) dice:

> *…hay posibilidades que la cuarcita, la cual forma la serie de Imataca pueda continuar por debajo de los más recientes depósitos, los cuales cubren los llanos al norte del Orinoco y reaparecen en diferentes fases en los Andes venezolanos. Un área de viejas rocas ígneas y metamórficas se proyectan a través de las más recientes rocas sedimentarias en El Baúl y sugieren la posibilidad de que gneis y cuarcita de las montañas de Guayana, también se extiendan hacia el NO desde sus superficiales afloramientos y por debajo de la parte del Orinoco a profundidades someras…*

Cuando trata sobre rocas ígneas pre-paleozoicas (p. 82) expone que

> *…Dos áreas ígneas importantes de límites extensos son encontradas fuera de las regiones montañosas (Andes venezolanos, Serranía del Interior, Sierra de Perijá). Una se encuentra en El Baúl, en el estado Cojedes, donde granito y pórfido básico sobresalen a través de los llanos formando colinas aisladas…*

Cuando trata de las rocas volcánicas (basálticas) (p. 93) comenta…:

> *…en adición hay diques y otras pequeñas intrusiones de basalto, esparcidas a través de la costa central de Venezuela. Las galeras de San Miguel y Rojero al NE de El Baúl y el cerro de El Baúl al SO del pueblo de El Baúl están compuestas por granito feldespático, ortósico rosado de grano grueso intruidos por andesita porfídica y rodeados por depósitos recientes, los cuales cubren los llanos en esta región. Estas rocas ígneas se extienden intermitentemente a través de la parte sur del estado Cojedes, a la latitud de El Baúl, desde el cerro Bartolomé, cerca del río Chirgua, en el este, hasta los cerros Santa Patricia y Barraguán, en el oeste. Hay metamorfismo de la lutita conteniendo pequeñas cantidades de arenisca alterada. La pizarra es*

[6] Información biográfica en https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/77/9/P185/6126/MEMORIAL-TO-RALPH-ALEXANDER-LIDDLE-1896-1963

generalmente esquistosa de color púrpura y completamente distorsionada y la cual se asemeja a las capas de Hato Viejo y Carrizal, rodeadas de sedimentos cretácicos y basamento granítico en el pozo Gorrín I. Ambos, el granito y los sedimentos metamorfizados son intrusionados por basalto.

El granito tiene color rosa debido a la gran cantidad de feldespato (ortosa rosada). Los grandes cristales se observaron cerca del hato El Barbasco, aproximadamente en el centro del área donde las rocas ígneas alcanzan la superficie. Es probable que esta localidad esté cerca del centro del área de actividad ígnea. No hay indicación que sedimentos cretácicos o eocenos hayan sido encontrados. La edad de las metamórficas es desconocida. En la vecindad de El Baúl hay venas de cuarzo...

Finalmente, en la sección donde se refiere al geosinclinal del Orinoco (p. 366) dice:

…en el oeste medio de esta gran cuenca, en la parte que colinda con el oeste del río Guárico, es probable que viejas rocas paleozoicas subyacen a profundidades someras a depósitos superficiales. Esto se sugirió por la presencia de viejos granitos, rocas metamórficas y pórfidos tardíos en los llanos de El Baúl, además de la presencia de filita Paleozoica en los Andes venezolanos…

De esta manera, en su texto y en el mapa que lo acompaña, reconoce la presencia de rocas metasedimentarias e ígneas (plutónicas y volcánicas) (Fig. 4B) y sugiere la posibilidad que esta área sea una extensión de las rocas de la región de Guayana.

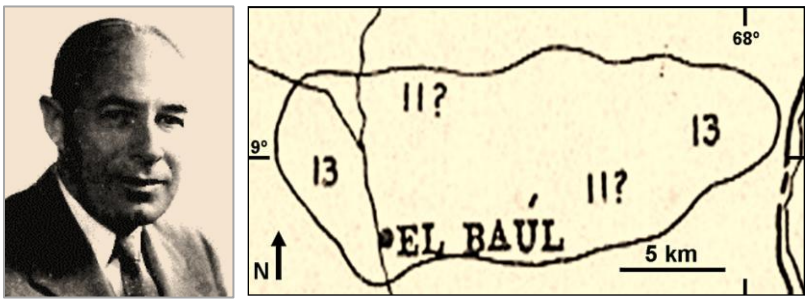


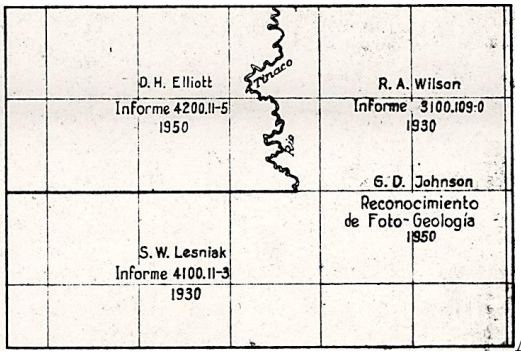
Figura 4*. *A*.** *R. A. Liddle (1896-1963).* ***B*: Fragmento del mapa de LIDDLE (1928). Pre-Silúrico-metamórfico (sigla 11?). Rocas Ígneas (sigla 13).*

En **1930**, el geólogo **Stanislaw W. Lesniak**[7] (Fig. 5B) de la empresa Lago Petroleum Corporation, realiza un reconocimiento geológico con el objetivo de determinar las posibilidades de encontrar petróleo en el estado Cojedes y en los llanos hacia el sur, incluyendo el macizo El Baúl y parte de los estados Portuguesa, Apure y Guárico (LESNIAK 1930) (Fig. 5A).

Ese mismo año, **Roy A. Wilson**[8] (1891-1970) (Fig. 5C) de la Mene Grande Oil Company, presenta un informe donde incorpora toda la información obtenida en campo por las cuadrillas de esa empresa y resume las interpretaciones geológico-estructurales de los estados Cojedes, Guárico y Anzoátegui, donde se incluye el macizo El Baúl (WILSON **1930**). En los trabajos de Lesniak y Wilson se cartografían varios pequeños cuerpos de rocas ígneas ubicados a 25 km al norte de El Baúl, que luego quedan integrados en el mapa E-6 de la Creole Petroleum Corporation de 1963 (Fig. 5A).

[7] Stanislaw Wojciech Lindau Lesniak, de origen polaco, estudia en la Universidad de Missouri (Missouri School of Mines and Metallurgy, Rolla), donde en 1917 obtiene el grado de B.S. En 1919 trabaja en minas en México y entre 1927 y 1930 se encuentra en los estados Falcón, Lara y Cojedes. Retrato en https://issuu.com/clwilsonlibrary/docs/rollamo1917__1_

[8] Roy Arthur Wilson (1891-1970), geólogo con grados de la Universidad de Montana, B.S.´15 y M.S.´16, luego en la Universidad de Chicago, Ph.D´1921. Entre 1921 y 1924 trabaja en el South Dakota Geological Survey. Entre 1928 y 1930 se encuentra en el occidente de Venezuela con la Standard Oil Co. of Venezuela, para luego regresar a su país natal. En 1937 retorna a Venezuela con la Gulf Oil Co. donde trabaja en los nuevos campos de la cuenca oriental (Guárico, Anzoátegui, Monagas y Sucre). En 1950 la Gulf lo traslada a Líbano y en 1961 en Argentina. Semblanza en https://rock.geosociety.org/net/documents/gsa/memorials/v03/Wilson-RA.pdf



A


B

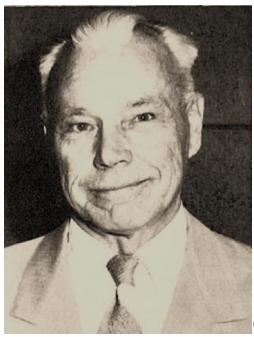
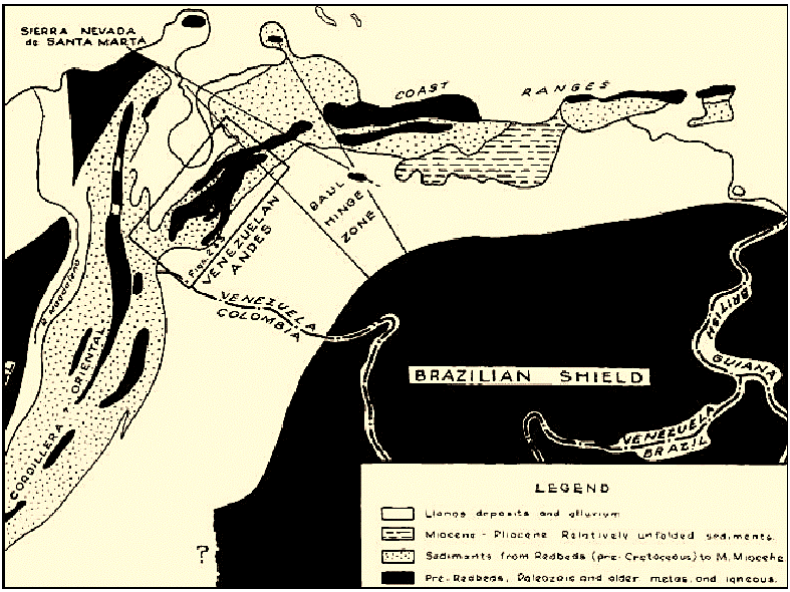

C

Figura 5. ***A****: Fragmento del "Mapa base E-6 geología de superficie" de la Creole Petroleum Corporation, 1963, donde se muestra las áreas cartografiadas por Lesniak y Wilson. Fuente http://saber.ucv.ve/handle/10872/8556*
B*: Stanislaw W. Lesniak.* ***C****: Roy Arthur Wilson (1891-1970).*

El geólogo **Rolf Engleman**[9] (Fig. 6B) de la Venezuelan Atlantic Company, en **1935** interpreta una zona de bisagra ("Baul Hinge Zone") que se extendería desde el río Orinoco, Barquisimeto,

[9] El geólogo Rolf Engleman (¿-+1977) entre 1929 y 1932 trabaja en Venezuela occidental para la empresa Venezuelan Atlantic Refining Co. Es autor de "Geology of Venezuelon Andes". *Bull. AAPG,* 19(6): 769-792, 1935. Luego ejerce en México, Cuba y, en su país natal con la Carter Oil Co. y en 1957 era supervisor de exploraciones de la Esso Standard Oil (N.J.).

Paraguaná y particularmente el levantamiento de El Baúl. Considera que esta zona constituye el límite occidental de la cuenca oriental de Venezuela (ENGLEMAN 1935) (Fig. 6). Aquí se inicia el concepto del "Arco de El Baúl-Paraguaná".



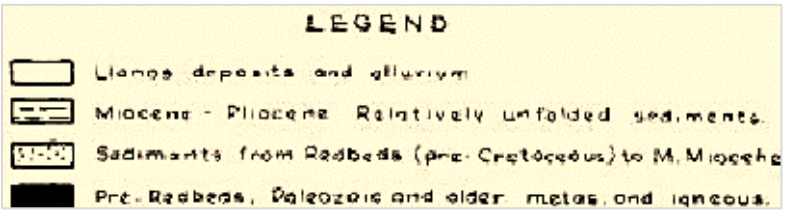


Figura 6A*. Relación de los Andes de Mérida respecto a los mayores rasgos del norte de Sur América, donde se acuña el nombre de "zona de bisagra de El Baúl". El Baúl aparece como "pre-redbeds. Paleozoic and older metas. and igneous" (ENGLEMAN 1935).*



***Figura 6B**. Sr. Boughton (izquierda) y Rolf Engleman (derecha) frente a un afloramiento de yeso en Matanzas, Cuba, primavera 1932*[10].

En **1937**, el personal del **Servicio Técnico de Minería y Geología** (STMG) del Ministerio de Fomento, con motivo del Primer Congreso Geológico Venezolano publica un mapa geológico a escala 1:1.500k del país, donde aparece el macizo de El Baúl (Fig. 7) como un área de rocas, ígneas básicas y cuerpos graníticos no clasificados (STMG 1937). Comparando este mapa con otros posteriores, se nota que las rocas volcánicas y sedimentarias sin diferenciar están cartografiadas en gran parte en la fila de Guacamayas y la zona de Piñero, coincidiendo con la cartografía de MARTÍN (1961) y otros investigadores.

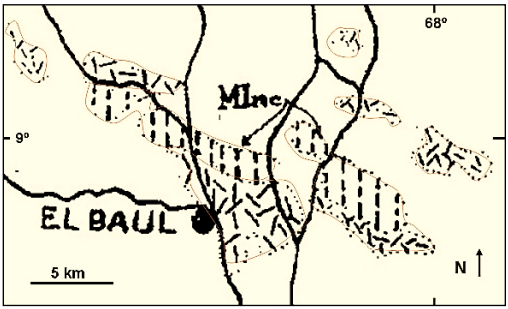


***Figura 7**. Zona de El Baúl, en el mapa geológico de Venezuela, elaborado por el STMG (1937). Metasedimentario e ígneo no clasificado (Minc, líneas segmentadas verticales) y Granito ácido (líneas en distintas direcciones).*

[10] Fuente: *Bulletin AAPG*, 52(12): 2505, 1968. Foto cortesía de la S.V.M.

En **1937**, los geólogos **W. G. C. Tomalin**[11] y el Dr. **Louis Kehrer** (1897-1979)[12] (Fig. 8A) de la empresa The Caribbean Petroleum Company, realizan un reconocimiento geológico del área entre San Juan de Los Morros, Tinaquillo, Calabozo y El Baúl, en los estados Guárico y Cojedes. En El Baúl reconocen rocas metasedimentarias, ígneas graníticas y volcánicas (TOMALIN y KEHRER 1937).

En **1938**, los geólogos estadounidenses **Karl F. Dallmus**[13] (c.1903-+1973) (Fig. 8C) y **Frederick A. Sutton**[14] (1894-1950) (Fig. 8B) presentan en 1938, un informe geológico que abarca desde el oeste de Guárico hasta El Baúl, con la finalidad de ubicar áreas potencialmente petrolíferas (DALLMUS y SUTTON 1938).

[11] William G. C. Tomalin. Geólogo inglés, con grado de B.Sc. en el Imperial College de Londres de 1923. Ese mismo año se hace miembro de la *Geological Society* <https://www.british-history.ac.uk/no-series/london-university-graduates/pp568-581> <https://pdfslide.net/documents/report-of-the-session-1923.html> En Venezuela trabaja en empresas del Grupo Shell: 1937: frente de montañas desde Guárico hasta El Baúl. 1938: cuenca de Monay. 1939: Monagas, Anzoátegui y Trujillo.

[12] Información biográfica en URBANI (2011).

[13] Karl F. Dallmus (c.1905-+1973). Colorado School of Mines, Ingeniero Geólogo 1927. En 1954 es geólogo jefe de las cuadrillas de geología de superficie de la Creole Petroleum Co. (CPC). Su trabajo *Mechanics of basin evolution and its relation to the habitat of oil in the basin* es considerado como uno de los dos trabajos más influyentes en el campo de diastrofismo de 1957. En 1961 era miembro honorario de la AVGMP. Fotografía: *El Farol*, CPC, Caracas, nov-dic. 1971, cortesía del Prof. Orlando Méndez.

[14] Frederick A. Sutton en 1917 obtuvo el grado de B.S. en la Universidad de Utah. Fue un distinguido geólogo petrolero que trabajó en Colombia, Argentina, China, Tibet y Venezuela. En los archivos de PDVSA habían nformes inéditos de su autoría fechados entre 1939-1946 correspondientes a la Cuenca de Maracaibo y Monagas. https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/034/034008/pdfs/1777.htm


A

Louis Kehrer
(1897-1979)


B

Friederick A. Sutton
(1894-1950)


C

Karl F. Dallmus
(c.1903-+1973)

Figura 8. *Geólogos.*

El Dr. **Ralph Alexander Liddle**[5] en **1946** publica la segunda edición de su libro. Nuevamente hace referencias a El Baúl (Fig. 9A), las cuales se indican a continuación (LIDDLE 1946).

En la sección donde se refiere a los llanos de Calabozo (p. 15), comenta que *"el límite oeste de los llanos de Maturín, continua hasta El Baúl donde no está claramente definido el límite entre los llanos de Calabozo y los de Barinas al oeste"*.

En la p. 60 hace mención al basamento encontrado en varios pozos exploratorios de la Cuenca Oriental. *"Por último, en el pozo Gorrín I, se encontró a 3.275 pies. Mas hacia el oeste, no hay más perforaciones a profundidades suficientes para conseguir este nivel, pero es muy probable que esta serie continúe hacia el oeste y conecte con el basamento de rocas de El Baúl"*.

En la p. 101 al referirse a *"pequeñas intrusiones de rocas ígneas básicas"*, indica que *"estas intrusiones están asociadas con el levantamiento, extendiéndose desde el SE de la península de Paraguaná, pasando entre Barquisimeto y Aroa y continuando al SE al Baúl en el estado Cojedes"*.

En la p. 123 comenta que *"rocas sedimentarias del Permo-Carbonífero, las cuales están bien desarrolladas localmente en los Andes Venezolanos, están expuestas en superficie y se adelgazan rápidamente hacia el frente del levantamiento Paraguaná-Barquisimeto-El Baúl. Son lutitas pizarrosas rojas*

que no contienen fósiles y son descritas como rocas metamórficas. Han sido encontradas en el pozo Gorrin I".

En la p. 147 nos dice que *"el Cretácico del este de Venezuela se asemeja al de Texas, pero el de sección de la Sierra de Perijá se parece más a la sección Cretácica de México. Este cambio en el Cretácico puede ser debido a la influencia del levantamiento El Baúl-Barquisimeto-Paraguaná".* De esta manera, el autor aporta nueva información tomada de pozos exploratorios en la cuenca Oriental donde se localizan rocas del basamento cristalino. También incluye una sección geológica donde se representa al granito de El Baúl (Fig. 9B).

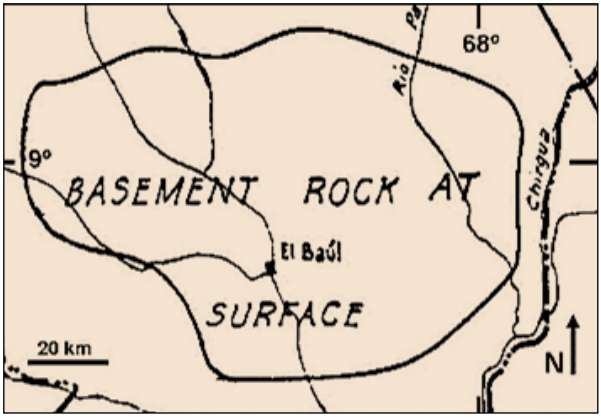


***Figura 9A**. Área de El Baúl representada como un basamento cristalino aflorante (LIDDLE (1946).*

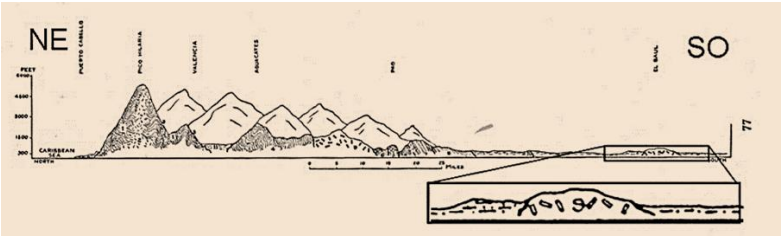


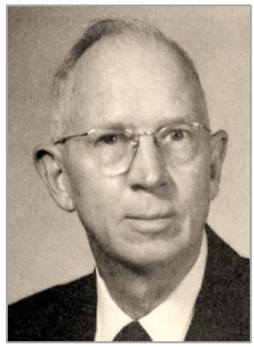
***Figura 9B**. Sección geológica desde Puerto Cabello hasta El Baúl. El granito de El Baúl lo representa con el No. 9 (LIDDLE 1946).*

En **1947**, el geólogo suizo Dr. **Charles Ducloz**[15] (1916-1999) (Fig. 10A) de la Texas Petroleum Company, presenta un estudio geológico regional de El Baúl y adyacencias (DUCLOZ 1947).

El geólogo **Joseph M. Patterson**[16] (1898-1987) (Fig. 10B) de la Texas Petroleum Company, en **1949** presenta una correlaciona entre las formaciones en subsuelo del extremo oeste de la cuenca Oriental con las de la parte nororiental de la cuenca de Barinas, separadas por el alto del basamento de El Baúl. El propósito fue evaluar las posibilidades de exploración petrolera y dar recomendaciones sobre el parcelamiento de concesiones en esta región llanera (PATTERSON 1949).



Charles Ducloz (1916-1999)



Joseph M. Patterson (1898-1987)

Figura 10. *Geólogos.*

[15] Charles Ducloz (1916-1999). Geólogo suizo con doctorado en geología de la Universidad de Ginebra en 1944. En 1945 es contratado por la Texas Petroleum Co. y trabaja en los estados Falcón, Guárico, Barinas, Portuguesa y en la cuenca de Maracaibo. Posteriormente en Perú, Haití y Cuba, donde permanece hasta 1961. https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=ads-003%3A2000%3A53%3A%3A4#68

[16] Joseph Minton Patterson (1898-1987). Geólogo la Universidad de Oklahoma B.A.´1921. Desde 1943 hasta 1960 trabajó en Venezuela para la Texas Petroleum Co. En el catálogo RIPET-PDVSA hay informes de su autoría de los estados Anzoátegui, Monagas, Guárico y Barinas desde 1943 hasta 1955.

3. SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

En 1950, **G. Duncan Johnson**[17] (¿1900-1995?) (Fig. 12A) de la Creole Petroleum Corporation, realiza un estudio fotogeológico de la zona al norte de El Baúl (JOHNSON 1950) (Fig. 5A), que fue integrada en 1963 junto a los trabajos de LESNIAK (1930) y WILSON (1930) en el mapa E-6, donde se ubican unos pequeños cuerpos dispersos de rocas ígneas, tanto a 23 km al noreste, como a 25 km al noroeste del macizo El Baúl. Estos pequeños cuerpos corresponden a una extensión de los granitoides de El Baúl.

El profesor **Walter Hermann Bucher** (1888-1965)[18] (Fig. 12B) en **1949**, menciona que al norte y al sur de El Baúl afloran sedimentos que fueron metamorfizados por granitos, que emergen del aluvión y forman un grupo de colinas dispersas. Además, indica que el granito intruye la filita, que a su vez está cortada por rocas volcánicas. Adicionalmente interpreta que el macizo forma parte del basamento que ha sido levantado para formar un arco que se extiende con rumbo noroeste, desde el borde de Guayana hacia el eje de Paraguaná y, que separa las dos grandes cuencas sedimentarias de Barinas-Apure al suroeste y Oriente al noreste. Los ejes de las dos cuencas suben gradualmente cuando se aproximan a la bóveda del arco (BUCHER 1949).

[17] George Duncan **J**ohnson (¿1900-1995?) de Maryland. Johns Hopkings Univ. PhD´1934. Trabajó para la Creole Petroleum Corp. Entre 1938 y 1955 trabajó en geología de superficie y subsuelo, fotogeología y paleontología en los estados Guárico, Falcón, Lara, Anzoátegui, Monagas, Sucre y Bolívar. Fotografías: c.1955, cortesía del Prof. Orlando Méndez, fuente *El Farol,* Caracas, nov.-dic. 1971. c.1925 https://jscholarship.library.jhu.edu/items/e1d06da0-4c82-4fbe-8b1e-5ea1b322cc61

[18] Walter Hermann Bucher. Nacido en Alemania, con doctorado en 1911 en la Universidad de Heidelberg, en geología y paleontología. Su carrera profesional la hizo en las universidades de Cincinnati y Columbia, donde fue un muy distinguido profesor. https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Hermann_Bucher https://www.findagrave.com/memorial/78900859/walter-hermann-bucher

Al año siguiente en Dr. Bucher publica un mapa geológico a escala 1:1.000.000 que incluye todo el territorio al norte del río Orinoco; donde para el área de El Baúl incluye sedimentos metamorfizados, granitos y rocas volcánicas (Fig. 11). Esta es la primera vez que en un mapa geológico quedan representados separadamente los tres grandes grupos de rocas que allí afloran (BUCHER 1950).

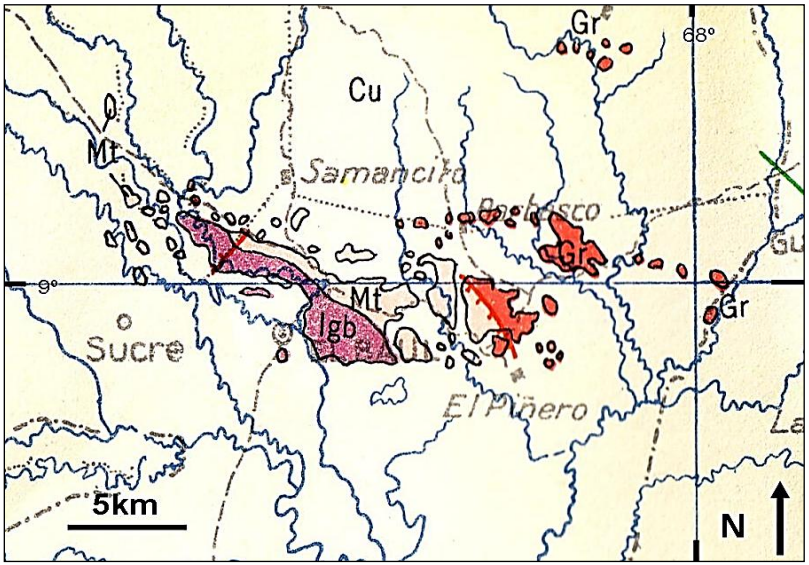


Figura 11. *Fragmento del mapa de* BUCHER *(1950) mostrando la distribución de los tres tipos de rocas de El Baúl: (Mt) sedimentos metamorfizados, (Gr) granitos, (Igb) rocas volcánicas.*

Dos años después, el Dr. Bucher publica un libro sobre la geología y tectónica de Venezuela, donde describe a las rocas metasedimentarias de El Baúl como de color rojizo o púrpura meteorizado, filita o lutita esquistosa, localmente con "*finas capas de areniscas de grano fino, cuarcitas y rocas de grano muy fino, chert y jaspe*", algunas mostrando muy poco metamorfismo. En cuanto al granito

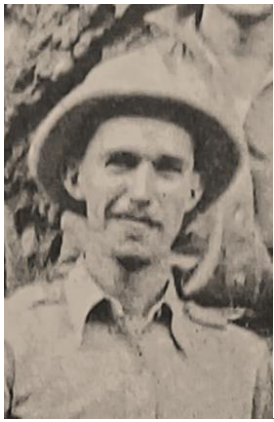
lo ubica como dominante en un área hacia el noreste del macizo y lo describe como de grano fino a medio de color gris claro a rosado, con biotita, desarrollándose localmente a granito porfídico con grandes cristales de feldespato potásico color salmón, de hasta 3 cm de longitud. Afirma que tanto el granito como la filita son cortados por rocas volcánicas las cuales cubren el área oeste de la región y las describe como porfiríticas y en ocasiones vesiculares. Al igual que otros autores previos, asevera que el basamento se eleva gradualmente hacia la superficie en el macizo de El Baúl, constituyéndose en un eje divisorio entre las cuencas Oriental y la de Barinas-Apure (BUCHER **1952**).

A principios del año **1952** el geólogo suizo Dr. **Paul Leuzinger**[19] (1898-1960) (Fig. 12C) de la empresa Mene Grande Oil Company, dirige una cuadrilla en la región de El Baúl realizando su cartografía geológica. En **1953** presenta el informe donde comenta que los alrededores de El Baúl tienen pocas probabilidades para acumulaciones comerciales de petróleo, pero que es de particular interés porque este macizo ha sido una barrera natural, al menos desde el Cretácico, entre las cuencas Oriental y la de Barinas.

Este autor es el que por primera vez cartografía separadamente e introduce los nombres de los granitos de Mogote, Mata Oscura y Piñero (LEUZINGER 1953).

[19] Paul Leuzinger (1898-1960), geólogo suizo con doctorado de la Universidad de Basilea en 1926. Inmediatamente es contratado por la North Venezuelan Petroleum Co. En 1943 pasa a la empresa Mene Grande Oil Co. donde trabaja hasta 1957. Información biográfica en https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=vsp-002%3A1960%3A27%3A%3A157





A

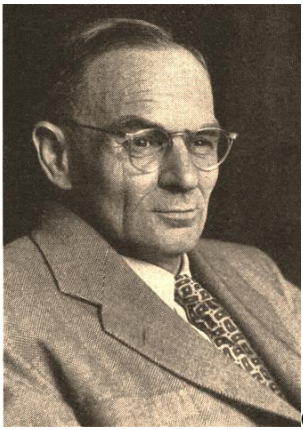
c.1925 *c.1955*

George Duncan Johnson
(¿1900 - 1995?),



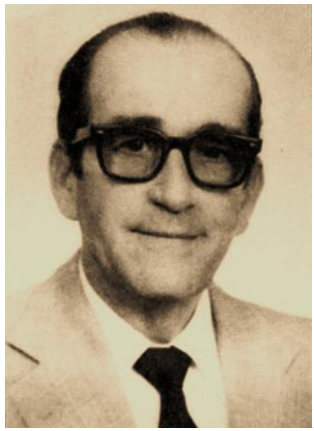
B

Walter Hermann Bucher
(1888-1965)



C

Paul Leuzinger
(1898-1960)



D

Gustavo Feo-Codecido
(1920-1986)

Figura 12*. Geólogos.*

El geólogo venezolano **Gustavo Feo-Codecido**[20] (1920-1986) (Fig. 12D) de la Compañía Shell de Venezuela, en **1954** realiza el estudio petrográfico de las muestras recolectadas por el Dr. Paul Leuzinger.

En ese mismo año, Feo-Codecido visita la región de El Baúl acompañado del Dr. **Leuzinger** y los geólogos **J. P. Jaccard**[21] (1920-1984) y **T. A. Millar** (FEO-CODECIDO 1954a,b). Al igual que autores previos, considera que el alto geomorfológico-estructural de El Baúl, forma parte de un ancho arco, que se extiende, con dirección noroeste, desde el Escudo de Guayana, a través de las regiones de Barquisimeto y Paraguaná, continuando hasta por lo menos la isla de Aruba. Según el carácter textural y composicional agrupó a las rocas aflorantes en varias categorías (Tabla 1). Interpreta que la unidad más antigua de la región pueda ser un gneis, que aflora a 1 km al sur de la casa principal de Hato Piñero y sugiere sea de edad Precámbrico por su semejanza a rocas de la Guayana venezolana.

Feo-Codecido publica un mapa geológico (Fig. 13) simplificado del previo de LEUZINGER (1953). Señala que las rocas metasedimentarias sufrieron metamorfismo de bajo grado, probablemente dinámico y de carácter regional, considerando que algunas rocas son comparables a la Formación Palmarito (Permo-Carbonífero) en los Andes de Mérida, mientras que la cuarcita y la pizarra argilítica, tienen más bien una semejanza con las formaciones Hato Viejo y Carrizal (Triásico superior - Jurásico inferior?).

[20] Gustavo Feo Codecido. Geólogo segunda promoción UCV´1943. Semblanza en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/071/071009/pdfs/1097.htm

[21] Jean-Pierre Jaccard, doctor en geología de la Universidad de Lausanne. Trabajó en Venezuela para la empresa Mene Grande en los estados Falcón y Portuguesa.

Para las rocas graníticas sigue la subdivisión previa del Dr. P. Leuzinger:

-Un tipo porfídico (Granito **Mogote**) con fenocristales de ortosa en una matriz cuarzo-feldespática-biotítica;

-un tipo biotítico (Granito **Mata Oscura-Corralito**) de granularidad uniforme a mediana,

-y un tipo alcalino (Granito **Piñero**) con gran cantidad de feldespato alcalino.

También muestra cuerpos menores de diorita y sienita.

Las rocas volcánicas las describe como riolita porfídica y traquita porfídica, que presume corresponden a un mismo período de vulcanismo. Sugiere que estas rocas están genéticamente relacionadas con los cuerpos de granito y supone que representan la fase final de actividad ígnea regional. Este es el primer estudio petrológico moderno y sugiere que las rocas graníticas son intrusivas en la serie metasedimentaria.

***Tabla 1**. Resumen de las unidades cartografiadas por LEUZINGER (1953) y reproducidas en FEO-CODECIDO (1954a,b).*

Edad	**Características**
Cenozoico	Depósitos cuaternarios (arcilla, arenisca friable, grava y cantos de granito)
Mesozoico (pre-Cretácico ?)	Rocas volcánicas (riolita y traquita porfídica) Rocas graníticas: Granito Piñero (granito alcalino) Granito Mata Oscura (granito biotítico) Granito Mogote (pórfido de granito)
Triásico superior (?) – Jurásico inferior	Rocas metasedimentarias (pizarra filítica, limolita arcillosa y arenisca cuarcítica)
Precámbrico	Complejo basal (gneis)

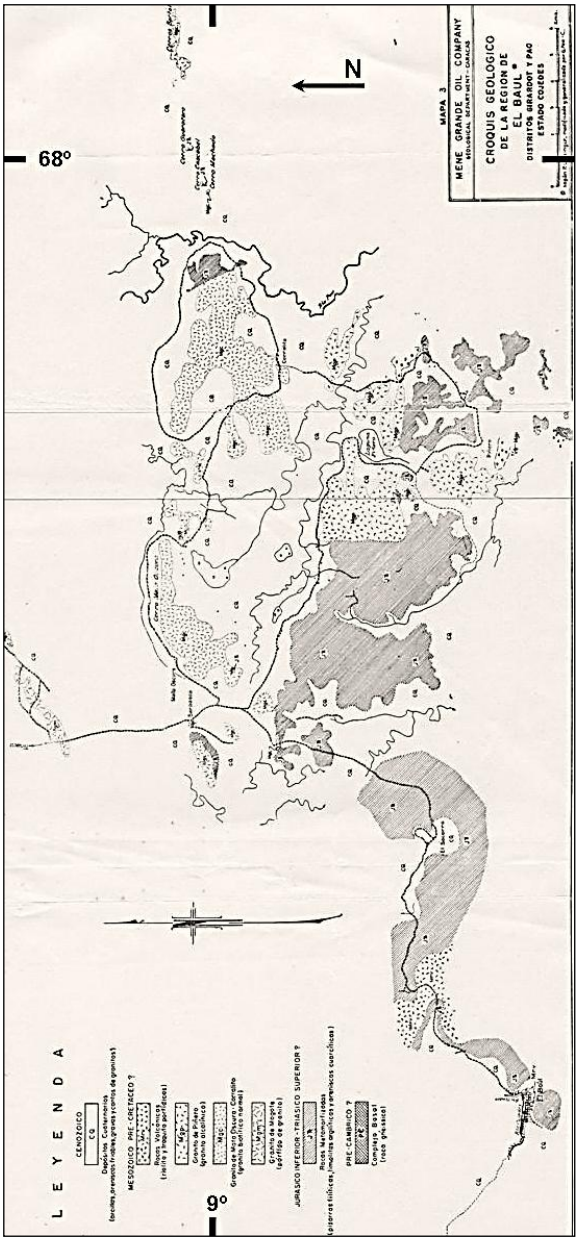

MAPA 3
MENE GRANDE OIL COMPANY
GEOLOGICAL DEPARTMENT - CARACAS
CROQUIS GEOLOGICO
DE LA REGION DE
EL BAUL
DISTRITOS GIRARDOT Y PAO
ESTADO COJEDES
N
68°
9°
L E Y E N D A
CENOZOICO
CG
Depósitos Cuaternarios
(terrazas, pavimentos, conos de gravas)
MESOZOICO - PRE-CRETACEO ?
Kcz
Rocas Sedimentarias
(caliza y arenisca porfiticas)
Mgb
Granito de Pedara
(granito alcalino)
Mgb
Granito de Nata Chiquita, Carrizalito
(granito alcalino rosado)
Granito de Arapito
(granito alcalino)
JURASICO INFERIOR - TRASICO SUPERIOR ?
Js
Rocas Metamorfizadas
(esquistos micáceos, limolitas arcillosas y cuarcíticas)
PRE-CAMBRICO ?
PE
Complejo Basal
(rocas gneisicas)



***Figura 13**. Mapa geológico del área El Baúl según FEO CODECIDO (1954a,b), simplificado del mapa de LEUZINGER (1953).*

Los geólogos **C. Francken**[22] y **R. Lakeman**[23] de la Compañía Shell de Venezuela, en **1954** realizan una nueva campaña de cartografía geológica y presentan un informe geológico y petrológico (FRANCKEN y LAKEMAN 1954).

[22] El geólogo C. Francken, trabajó en Venezuela para la CSV entre 1953 y 1955. en Aragua, Guárico, Cojedes, Portuguesa, Barinas y Anzoátegui.

[23] R. Lakeman entre 1952 y 1955 también se desempeñó con la CSV en la cuenca del lago de Maracaibo y Lara.

En **1954**, los geólogos **A. F. Pocock**, **A. F. Atamanchuk**[24], **W. Weaver** y **E. M. Davin**[25] de la Richmond Exploration Company realizan un programa de perforación con recuperación de núcleos, análisis bioestratigráficos y sísmica en el área de El Tinaco - El Baúl - Calabozo. El principal objetivo del programa fue correlacionar las secciones superficiales alrededor de El Baúl, con secciones expuestas en las montañas del norte y con pozos de la cuenca de Barinas y determinar la influencia que produce El Baúl en esta cuenca (POCOCK *et al.* 1955).

El geólogo suizo Dr. **Emile Rod** (1912-1989)[26] (Fig. 17A) de la empresa Venezuelan Atlantic Refining Company, en abril de 1955 lleva a cabo un reconocimiento geológico y realiza el fundamental hallazgo de trilobites en las rocas metasedimentarias (ROD 1955).

El Dr. Rod tuvo a su disposición el mapa geológico de FRANCKEN y LAKEMAN (1954). La unidad con los trilobites la describe como *Formación Mireles* (Fig. 14B), consistente de arcilla gris oscuro intercalada con arenisca cuarcítica y rica en fauna de trilobites, definiendo la localidad tipo al sur del Cerro Mireles. Indica que se desconoce el tope y la base de la unidad y la correlaciona con la Formación Carrizal. Este autor fue el primero en separar las rocas metasedimentarias en dos unidades, una con el nombre de

[24] A. F. Atamanchuk. Probablemente se trate de un paleontólogo conocedor de fauna paleozoica, natural de una de las repúblicas de la ex-Unión Soviética. https://books.google.cl/books?newbks=1&newbks_redir=0&redir_esc=y&id=StBQAQAAIAAJ

[25] E. M. Davin. Entre 1953 y 1956 trabajó en cuadrillas de geología y sísmica en la cuenca del lago de Maracaibo y Monagas.

[26] Emile Rod fue un reconocido geólogo suizo que obtuvo el doctorado en 1937. Trabajó con la empresa Venezuelan Atlantic Refining Co. entre 1947 y 1956. Información biográfica en https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=vsp-002%3A1993%3A60%3A%3A69 Gordon Young nos contó que el Dr. Rod siempre llevaba una pequeña botella de petróleo y algunos fósiles para mostrarlos a los pobladores y preguntar de su existencia en la región. Al hacer esa pregunta en El Baúl, un joven le dijo que conocía un lugar donde las piedras tenían "cucarachas" y de esa manera el Dr. Rod halló los trilobites.

Formación Mireles, de edad Paleozoico, edad asignada debido a los trilobites y una segunda unidad sedimentaria sin diferenciar.

El Dr. Rod también cartografía separadamente a las rocas volcánicas (Triásico-Jurásico). Utilizando sus observaciones y las descripciones previas de LIDDLE (1946), FEO-CODECIDO (1954 a,b) y BUCHER (1952), interpreta que las rocas de Mireles sufrieron un metamorfismo de bajo grado.

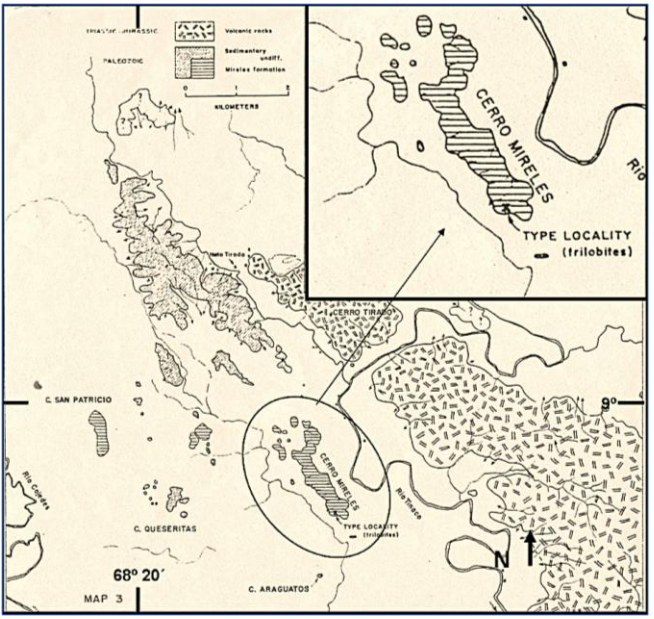


***Figura 14.A**. Dr. Emile Rod (1912-1989). **B**. Mapa geológico de la parte noroeste del macizo de El Baúl. Se indica la localidad de colección de trilobites (ROD 1955).*

El geólogo **Raúl Laforest** (1919-1987)[27] (Fig. 17C) de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, en **1955**

[27] Información biográfica de Raúl Laforest en FOGHIN (2007) y RODRÍGUEZ (2021: 38-39). Nacido en Haití y graduado de geólogo en la UCV´1947.

publica un mapa geológico de toda Venezuela a escala 1:1M (Fig. 15). Separa sólo dos unidades: rocas metamórficas (Mt) e ígneas ácidas (Iga) (LAFOREST 1955). Dentro de las "ígneas ácidas", agrupa tanto a las rocas volcánicas como a los granitoides, con lo cual se disminuye el detalle previamente publicado por BUCHER (1950).

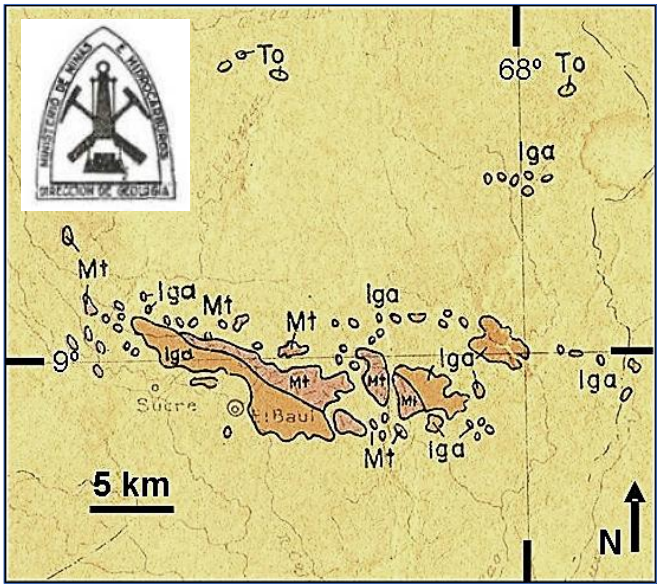


***Figura 15**. Área del macizo de El Baúl en el mapa geológico de Venezuela. Mt: rocas metamórficas, Iga: ígneas ácidas (Tomado de LAFOREST 1955).*

La Compañía Shell de Venezuela, en **1955** asigna al geólogo **K. C. Short**[28], realiza un nuevo reconocimiento del área al norte de El Baúl, con particular referencia a dilucidar la estructura y su geología histórica. La información fue evaluada conjuntamente con el trabajo

[28] El geólogo Dr. K. C. Short trabajó para la Compañía Shell de Venezuela entre 1955 y 1956 en los estados Cojedes, Portuguesa, Carabobo y Bolívar. En 1967 trabajó en Nigeria. En 1988 era gerente general de la Shell Development (Australia). En 1991 fue director de la Monument Oil and Gas Ltd.

de sísmica del verano de 1954 y con las muestras recolectadas durante dicha campaña de perforación (SHORT 1955). Al año siguiente, el mismo autor presenta dos breves informes sobre la geología de área de El Baúl y sus alrededores, con la idea de reconstruir la historia geológica pre-Cretácica (SHORT 1956a,b).

El geólogo **Maurice Kamen Kaye**[29] (1905-2001) (Fig. 17D) en 1956 publica un trabajo que contiene interpretaciones que apoyan las de ENGLEMAN (1935), e incluye el área de Barquisimeto - El Baúl como una zona de bisagra alineada de arcos levantados, que sirve de frontera para la cuenca Oriental (Fig. 16) y, además indica que ello induce al paralelismo de la orientación de los ríos y caños del área (KAMEN KAYE 1956).

En **1956**, en la primera edición del ***Léxico Estratigráfico de Venezuela***, el geólogo **Gustavo Feo Codecido** redacta cuatro entradas sobre el Macizo de El Baúl, indicando como fuente al informe inédito de **P. Leuzinger** de 1952:

-"*El Baúl*", rocas volcánicas en.
-*Mata Oscura* – Corralito, granito de.
-*Mogote*, Granito de.
-*Piñero*, Granito de.

Así mismo, el Dr. **Wolf W. Maync** (1911-2003)[30] (Fig. 16, 17B) redacta la entrada de la Formación *Mireles*. Informa que los trilobites colectados por **Emile Rod** en 1955, fueron enviados al Dr. **Charles**

29 El londinense Maurice Kamen Kaye obtuvo los grados de geólogo y maestría en el Imperial College de Londres. Trabajó en Venezuela entre los años 1930 y 1950 principalmente en Los Llanos y en cuenca oriental. Llegó a ser geólogo jefe de la empresa Caracas Petroleum S.A. Semblanza en https://archives.datapages.com/data/bull_memorials/86/086004/pdfs/699.htm

30 Wolfgang Wilhelm Maync, geólogo suizo, con doctorado en geología de la Universidad de Berna, 1936 (Fig. 16). Trabajó en Venezuela como paleontólogo para la Atlantic Refining Company. ttps://katalog.burgerbib.ch/detail.aspx?ID=140031

E. Decker[31] (1868-1958) (Fig. 17E) de la Universidad de Oklahoma, especialista en fauna paleozoica, quien identifica *Olenellus thompsoni* (Hall), *Paedeumias* sp., y *Wanneria* sp., del Cámbrico inferior (MAYNC 1956).


Promotionen an der phil. II Fakultät der Universität in Bern im Sommer S. 1936

Dekan: Prof. Dr. R. Zeller

Name und Vorname	Heimat	Prüfungsfächer	Titel der Dissertation	Datum der Promotion	Note in Zahl und Worten
Mayne Wolf	Bern	Geologie, Mineralogie, Petrographie, Chemie	Die Grenzschichten von Jura, Trias und Kreide in der Tarentaise	28. Juli 1936	cum laude

Figura 16*. Entrada del grado de doctorado de W. W. Maync, 1936.*

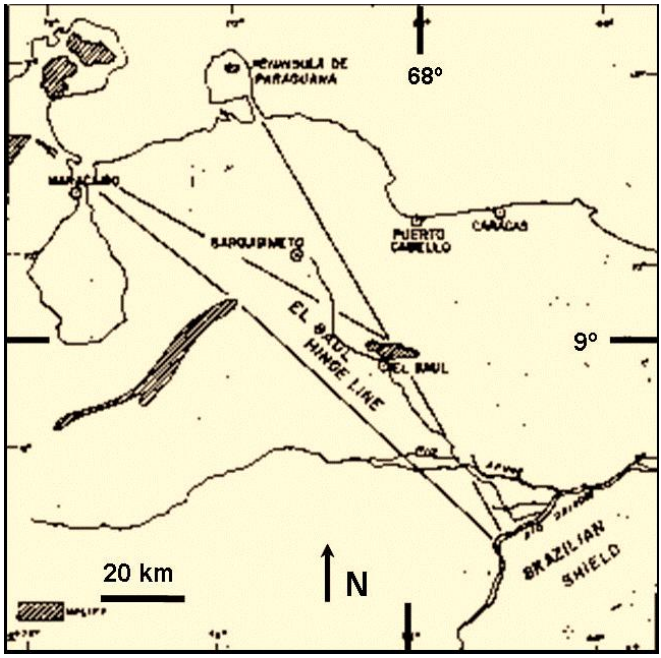


Figura 16*. Mapa indicando al área de El Baúl como una zona de bisagra. Tomado de KAMEN KAYE (1956).*

31 Charles E. Decker. Paleontólogo estadounidense, con grados de las universidades de Northwestern A.B.´1906 y de Chicago M.S.´1908 y Ph.D´1917. Retrato de *The Sooner Magazine* 3(8): 285. 1931. Semblanza https://search.okstate.edu/?q=Charles+E.+Decker

La empresa Creole Petroleum Corporation en **1955** encargan al geólogo estadounidense **John R. Black**[32] para realizar un levantamiento geológico de El Baúl a escala 1:50k (BLACK 1956) (Fig. 18). La subdivisión de las unidades se muestra en la Tabla 2. Este es el primer autor en introducir el nombre de Guacamayas para las rocas volcánicas.

Tabla 2*. Resumen de las unidades cartografiadas por BLACK (1956).*

Edad	**Características**
Cuaternario	Aluvión
Jurásico?	Diques de aplita Volcánicas Guacamaya
Cámbrico medio-Ordovícico superior	Formación Mireles
Precámbrico	Granito El Baúl Diques de cuarzo

Black muestrea el cerro Mireles (Fig. 18C) y los ejemplares de trilobites son identificados por **George Fraunfelter**[33] (1927-1993) (Fig. 17F) y **Arthur N. Dusenbury**[34] (1909?-1983) (Fig. 17G) de los laboratorios de la Creole en Maracaibo, identificando *Paradoxides* sp. del Cámbrico medio.

Interesa señalar que Black concluye que la deformación y la mala preservación de la fauna, puede ser la causante de las discrepancias entre los paleontólogos que habían estudiado los trilobites: C. E. Decker (en ROD 1955, MAYNC 1956) y G. Fraunfelter - A. N. Dusenbury (en BLACK 1956), si bien coinciden en las edades que van del Cámbrico Temprano al Ordovícico Temprano.

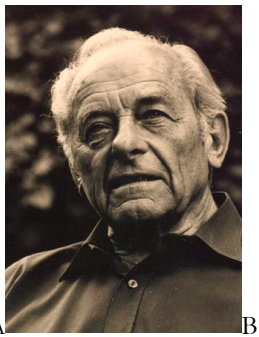
[32] John R. Black trabajó en Venezuela en 1955 y 1956 en la Península de la Goajira y El Baúl. En 1972 trabajaba para la Esso Standard Oil Australia.

[33] George Henry Fraunfelter (1927-1993) geólogo graduado en Lehigh University B.S.´1948, M.S.'1954, University of Missouri PhD´64. Entre 1955-58 trabajó como paleontólogo en la Creole Petrololeum Corporation en Maracaibo. Luego fue profesor de la Southern Illinois University (SIU) at Carbondale, donde está depositada su gran colección de fósiles y rocas. Semblanza y retrato de University Special Collections at Morris Library, SIU.

[34] Información biográfica en https://pubs.geoscienceworld.org/micropress/micropal/article-abstract/31/3/291/84806/Arthur-N-Dusenbury-Jr


A

Emile Rod
(1912-1989)


B

Wolf W. Maync[35]
(1911-2003)


C

Raúl Laforest
(1919-1987)


D

Maurice Kamen Kaye
(1905-2001)


E

Charles E. Decker
(1868-1958)

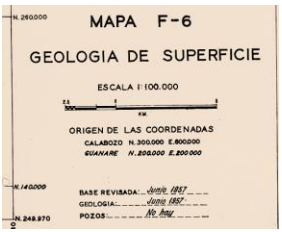

F

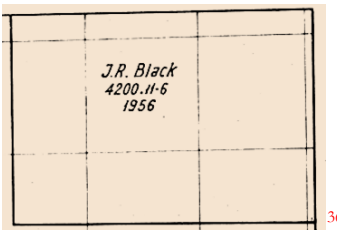
G. H. Fraunfelter
(1927-1993)


G

A. N. Dusenbury
(1909?-1983)

Figura 17. *Geólogos.*



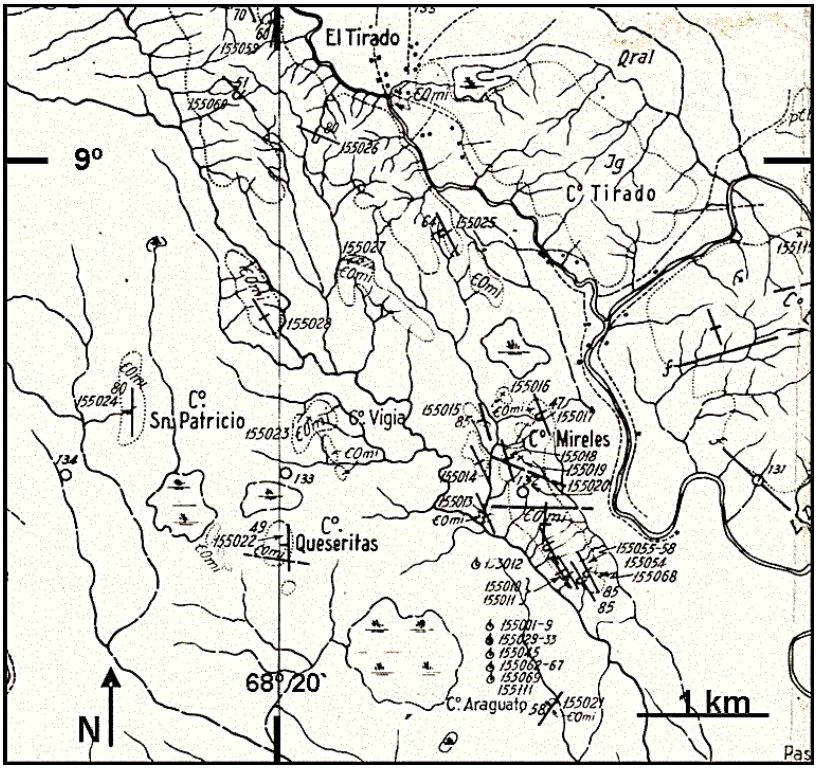


[36]

Figura 17. *Fragmentos del mapa geológico de* BLACK *(1956).*

[35] Cortesia de Beat Scherrer. Swiss National Library https://www.helveticarchives.ch/detail.aspx?ID=356207

[36] Fuente: Mapa F-6, Creole Petroleum Corporation, 1:100.000. http://saber.ucv.ve/handle/10872/8733



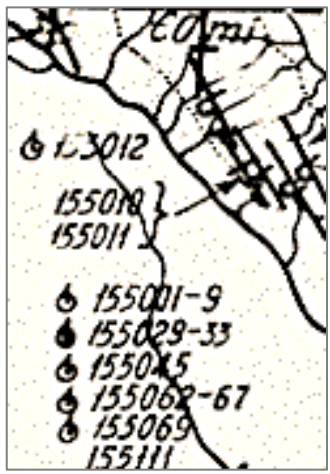


Figura 18. *Fragmento del mapa geológico de* BLACK *(1956) donde aparece la localidad tipo de la* Formación Mireles, *con la ubicación de los lugares de colecta de trilobites (( ).*

Los geólogos **John R. Black** y **José H. Pantin**[37] (Fig. 18B) de la Creole Petroleum Corporation, en **1956** elaboran un nuevo informe donde se correlacionan las rocas de El Baúl, e indican que representa un arco que separa la cuenca sedimentaria Oriental de aquella de Barinas-Apure (BLACK y PANTIN 1956).

José pantin Herrera 1942

El paleontólogo estadounidense **Edward A. Frederickson**[38] (1908-1997) (Fig. 18B) en **1956** estudia los ejemplares de trilobites colectados ese mismo año, por la geóloga Cecilia Martín de Bellizzia en el cerro Mireles. Los identifica como pertenecientes a una sola especie, la *Parabolina argentina* del Tremadociano inferior de Argentina y Bolivia (Fig. 19A). En la publicación (FREDERICKSON **1958**) el autor comenta que según la revisión previa de este grupo por Kobayaski en 1937, esta especie corresponde al Cámbrico Tardío (Croixiano).

Cecilia Martín de Bellizzia[39] (1921-2009) (Fig. 18B) de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, en

[37] José Henrique Pantin-Herrera (Caracas 22-IV-1919-28-IV-1989), Geólogo de la primera promoción del Instituto de Geología de Caracas en 1942. Trabajó toda su carrera en la Creole Petroleum Corporation (CPC). De los años 1944-1956 se conocen de informes de su autoría referentes a Monagas, Falcón, Sucre y la cuenca de Maracaibo. En 1954 asciende a supervisor de geología de superficie del Departamento Geológico de la CPC. En 1968 era el jefe del Dept. de Geología de la CPC, luego, en 1970's ocupó el cargo de jefe de la Oficina de Recursos Minerales de la CPC.

[38] Edward Arthur Frederickson, Jr. (1908-1997). University of Wisconsin PhD´42. Paleontólogo estadounidense. Fue profesor de las universidades de Wisconsin, Oklahoma y, jefe del Dept. de Geología, Kent State University, Ohio. Retrato de 1996: https://core.ac.uk /download/ df/229033271.pdf https://sortedbyname.com/letter_f/frederickson/index_9.html

[39] Cecilia Martín Franchi (1921-2009), primera mujer geólogo de Venezuela, UCV´1947. Semblanzas en: 1) Claudia FURIATI PAEZ. 2006. Cecilia Martin Franchi: Emprendedora de Jornadas Telúricas. *Puntal* (Fundacion Polar. Caracas): 12(20): 18-21.

1955 inicia el levantamiento geológico más completo y detallado de la región de El Baúl, el cual fue presentado en el III Congreso Geológico Venezolano de **1959** y publicado en 1961. Cartografió todo el macizo con unidades y subunidades de los tres grandes tipos de rocas, a saber: metasedimentos, rocas graníticas y volcánicas (MARTÍN 1961).

Las rocas graníticas las agrupa bajo la denominación de *Granito Alcalino de El Baúl*, separadas en las mismas tres facies previamente definidas por LEUZINGER (1953) (Tabla 3a). La Facies Mogote es la de grano más grueso (porfirítica), mientras que las facies Mata Oscura y Piñero son de grano más fino. Acompañan a estas rocas, cuerpos intrusivos menores interpretados como remanentes magmáticos correspondientes a sienita y lamprofiro (que con la nomenclatura actual, en realidad corresponde a diabasa o diorita).



José Pantin Herrera (1919-1989)[40]



Edward A. Frederickson (1908-1987)



Cecilia Martín (1921-2019)

***Fiugura 18B**. Geólogos*

2) J. A. RODRÍGUEZ. 2023. Semblanza. Cecilia Martín Franchi. *Maya, Revista de Geociencias*, UNAM, México, noviembre 2023.

40 Fuente: *Geos* 10 de la fotografía de la primera promoción de geólogos del Instituto de Geología, Caracas, 1942. Fotografía mejorada por cortesía del Ing. José Antonio Rodríguez.

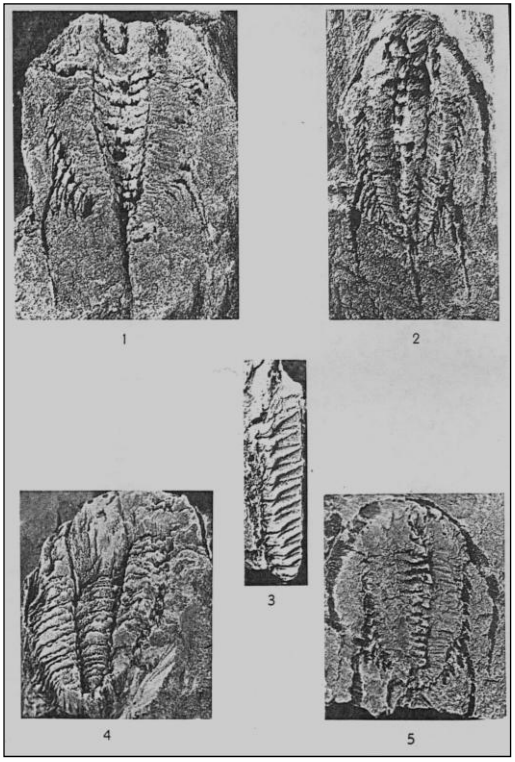


Figura 19. *Ejemplares de* Parabolina argentina *de la Formación Mireles (*FREDERICKSON *1958).*

Los cuerpos de *sienita* los interpreta como una facies marginal o de borde de diferenciación del magmatismo granítico principal. En ellos describe estructuras primarias de flujo, tales como lineaciones y bandeamiento, visibles por el contraste del color de los componentes o por el cambio textural. Posee zonas equigranulares y porfídicas. En las zonas marginales, la sienita esta atravesada por diques de pegmatita sienítica y de diabasa, estos últimos de textura porfídica a equigranular fina, de poco espesor y que a su vez están cortados por vetas de cuarzo, comunes en todas las anteriores unidades.



***Figura 19B**. Fragmento del mapa geológico de El Baúl de MARTÍN (1960).*

Bajo la denominación de *Grupo Volcánico Guacamayas*, incluye al conjunto de rocas volcánicas estratificadas, representadas por coladas de lava y capas de toba, brecha y aglomerado de flujo,

arenisca tobácea y conglomerado, las cuales interpreta como formadas en un vulcanismo asociado a procesos de rift de edad Triásico – Jurásico, originando cinco episodios volcánicos, que dé más viejo a más joven son: Riolita de El Corcovado, Riolita de Tirado, Riolita de La Bandola, Latita Cuarcífera de El Oso y Riolita Latítica de La Segoviera (Tabla 3b).

Las rocas metasedimentarias, las reúne como *Grupo El Barbasco*, que de abajo hacia arriba divide en tres formaciones: Mireles, Cerrajón y Cañaote (Tabla 3c).

Tabla 3a. Resumen de las unidades volcánicas según MARTÍN (1961).

Grupo	**Asociación**	**Miembro**	**Características litológicas**	**Contactos**
Grupo Volcánico de Guacamayas	Latita El Peñón	Riolita Latítica La Segoviera	Riolita latítica. Flujos de lava y toba de ceniza vítrea.	
		Latita Cuarcífera de El Oso	Cuarzo latita. Toba y latita cuarcífera vítrea. Latita porfídica y traquita.	Concordante con la Riolita Latítica de La Segoviera
	Riolita Teresén	Riolita de La Bandola	Riolita. Brecha de flujo, conglomerados, toba y aglomerado riolítico interestratificado. Flujo de latita cuarcífera. Riolítica félsica crema y/o roja. Toba de ceniza riolítica.	
		Riolita de Tirado	Riolita / Brecha de flujo y toba de cristales. Lava riolítica azul claro y vítrea.	Concordante con la Riolita de El Corcovado.
		Riolita de El Corcovado	Riolita félsica porfídica verde, estratificada con toba riolítica y arenisca tobácea.	Discordante o fallado con la Formación Cañaote.

Tabla 3c. Resumen de las unidades metasedimentarias según MARTÍN (1961).

Formación	Miembro	Características litológicas	Observaciones
Cañaote		Metalimolita cuarcítica micácea con lentes de metarenisca arcósica de grano grueso y de conglomerado. Metalimolita cuarcítica con capas de hornfel psamítico. Hornfel psamítico color verde azulado. Metalimolita filítica.	Equivalente lateral de Cerrajón. Contacto superior discordante y tectónico con riolita y toba riolítica de El Corcovado (Grupo Volcánico Guacamayas). Contacto inferior gradacional con Cerrajón. Exhibe evidencias de metamorfismo de contacto con aureola de contacto y superposición de estructuras metamórficas en la cuarcita transformada a hornfel.
	Seudo-Gneis de Cayetano	Metaconglomerado lítico	
Cerrajón		Metalimolita cuarcítica micácea roja con lentes de cuarcita blanca. Hornfel psamítico negro turmalínico. Hornfel pelítico verde pistacho intercalado con filita moteada densa rojo vino y limonita roja.	Considerado equivalente lateral de Cañaote con contactos gradacionales. La parte superior de la unidad fue intrusionada por diques de riolita esferulítica de la Riolita El Corcovado.
	Jobito	Filita gris y roja laminada y metalimolita roja con rizaduras, intercalada con esquisto clorítico finamente foliado.	
Mireles		Metalimolita gris densa localmente arenácea con estructuras sedimentarias, intercaladas con filita gris verdosa y cuarcita blanca Filita carbonácea gris foliada con metalimolita filítica micácea gris verdoso con trilobites.	Metamorfismo regional de bajo grado, correspondiente a la facies del esquisto verde (clorita), con una presunta superposición local de metamorfismo de contacto, exhibiendo desarrollo de aureola de contacto e intervalos psamíticos con estructuras primarias de origen sedimentario.

Tabla 3b. Resumen de las unidades graníticas según MARTÍN (1961).

Unidad	Facies	Características Litológicas	Contactos
Granito Alcalino de El Baúl	Mogote	Facies marginal del granito. Textura porfídica a pegmatítica, tipo rapakivi. Textura pertítica. Concentración de minerales ferromagnesianos como agregados glomero-porfídicos en zonas de brechas. Color gris rosado.	Gradacional con Mata Oscura
	Mata Oscura	Facies intermedia del granito. Textura hipidiomórfica granular gruesa. Color salmón moteado y gris verdoso.	Gradacional con Mogote y Piñero
	Piñero	Facies correspondiente al núcleo del batolito. Segregaciones rosadas y grises. Estructuras primarias de flujo. Densa, equigranular fina a media. Cruzado por diques de aplita y pegmatita, incluye xenolitos de rocas metamórficas.	Gradacional con Mata Oscura. Intrusivo en el Grupo El Barbasco

En **1956** se publica la primera edición del **Léxico Estratigráfico de Venezuela** y Dr. **Wolf W. Maync** (1911-2003) redacta la entrada correspondiente a la Formación Mireles (MAYNC 1956).

De **1957** se conoce de un informe anónimo que presenta algunas notas sobre análisis geoquímicos de muestras de roca del flanco surandino y El Baúl (ANÓNIMO 1957).

En **1958**, la empresa **Hunting Technical and Exploration Services Limited**[41] (HTESL 1958) contratada por un consorcio formado por las compañías Atlantic Refining Company, Creole Petroleum Corporation, Socony Mobil Oil Company of Venezuela y Richmond Exploration Company, realiza un programa de adquisición aeromagnética del área de El Baúl-Apure (Fig. 19C), lo cual permite interpretar la topografía del basamento. Esto fue

[41] HTESL, empresa fundada en 1956, activa hasta 1979.

obtenido con un mínimo de tratamiento matemático y con un consecuente bajo costo.

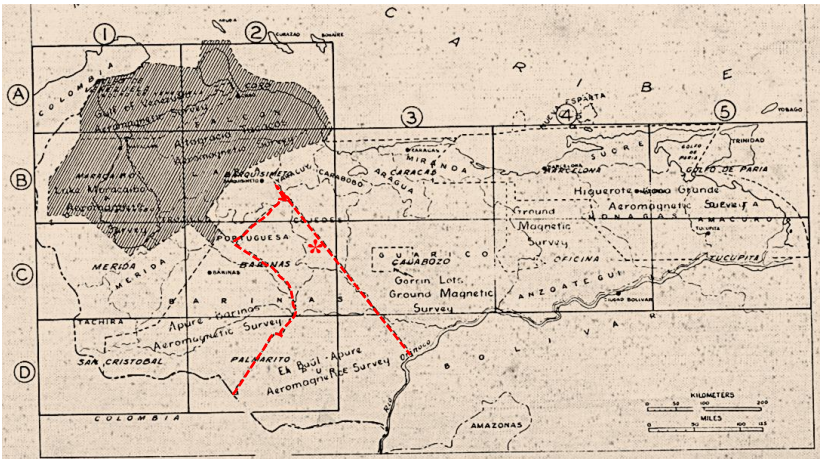


***Figura 19C**. Extensión del levantamiento aeromagnético El Baúl-Apure de 1958 (ANÓNIMO 1959). * El Baúl.*

La empresa **Creole Petroleum Corporation** en consorcio con otras seis empresas, en **1959** realiza una reinterpretación de los resultados aeromagnéticos de 1958 por HTESL (CPC 1959).

El geólogo **Gustavo Feo-Codecido** (1920-1986), como parte de un programa de exploración de minerales radiactivos de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos[42], en **1958** realiza un reconocimiento radiométrico en afloramientos de las rocas ígneas y metamórficas de El Baúl. Primero presenta un informe preliminar (FEO-CODECIDO 1959), luego publicado formalmente (FEO-CODECIDO **1961**). Sus conteos expresados en ppm equivalente de U, expresados en orden decreciente son los siguientes:

[42] Este trabajo formó parte de un proyecto de exploración de minerales radioactivos en Venezuela, iniciado en 1951 por el USGS en colaboración con el MMH.

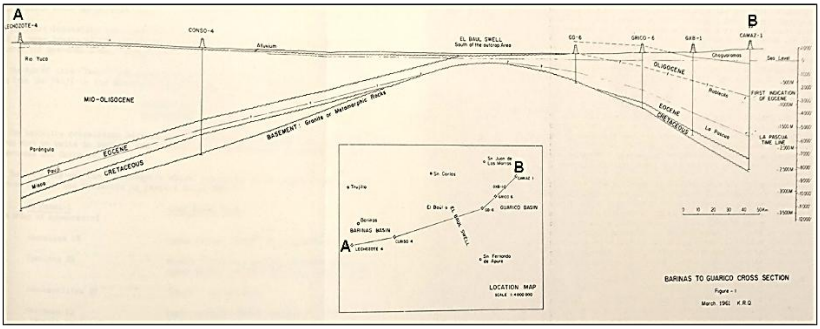
Granito Piñero (105 ppm),
Granito Mata Oscura (55 ppm),
Volcánicas de Guacamayas (33 ppm),
Granito Mogote (20 ppm),
Rocas metasedimentarias (17 ppm),
Cuaternario (12 ppm).

En **1961** los geólogos **K. R. Quarfoth**[43] y **C. M. B. Caudri**[44] (1904-1991) (Fig. 19D) de la empresa Texas Petroleum Co. presentan una correlación y corte estructural donde muestran la elevación del basamento en El Baúl y las relaciones estratigráficas existentes entre las unidades La Pascua-Roblecito al este (Cuenca de Guárico) y Pauji-Misoa al oeste (Cuenca de Barinas) (QUARFOTH y CAUDRI 1961).

"La Cuenca de Barinas al oeste y la Cuenca de Guárico al este de Venezuela han sido consideradas separadas por el arco de El Baúl desde la época Pre-Terciaria. Este trabajo presenta la tesis contraria de que la secuencia La Pascua-Roblecito dentro de la Cuenca Guárico, datada en el Oligoceno Inferior, en realidad es del Eoceno y anteriormente estaba en continuidad deposicional con formaciones eoceno conocidas al oeste en la Cuenca Barinas, correspondientes a las formaciones Pauji-Misoa, como parte del mismo mar transgresivo (Fig. 19F). *Sin embargo, el concepto de comunicación este-oeste fue muy importante y parece haber ganado aceptación general desde que se leyó este artículo en la reunión anual de la AVGMP en 1961"* (Stainforth 1962, resumido por BARITTO 2025).

[43] Kenneth Robert Quarfoth. Egresado de la Universidad de Minnesota 1966. Trabajó en Venezuela para la empresa Texas Petroleum Co.

[44] Cornélie Marguerite Bramine Caudri. Geóloga holandesa con doctorado de la Universidad de Leyden 1934. Fue una reconocida especialista en macroforaminíferos. Trabajó en Trinidad y Colombia. Luego e. En 1950 llega a Venezuela y trabaja para la Texas Petroleum Co. entre 1950 y 1961 45 y 1956 trabajó para la Mene Grande Oil Co. En los estados Falcón, Anzoátegui y Cojedes (BARITTO 2025). https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=vsp-002%3A1991%3A58%3A%3A172





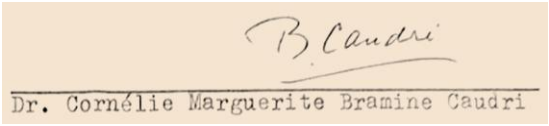
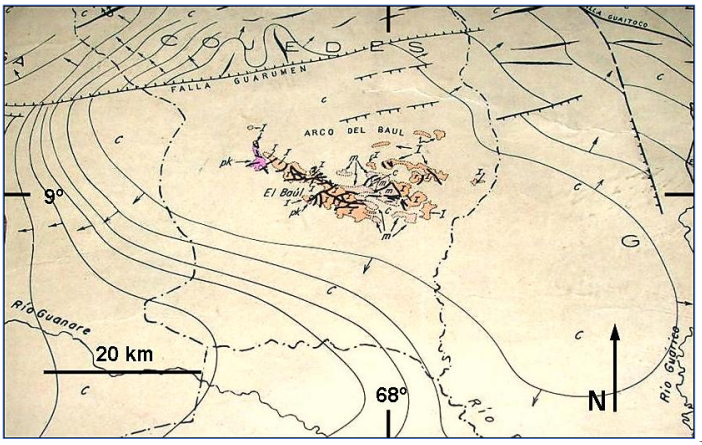


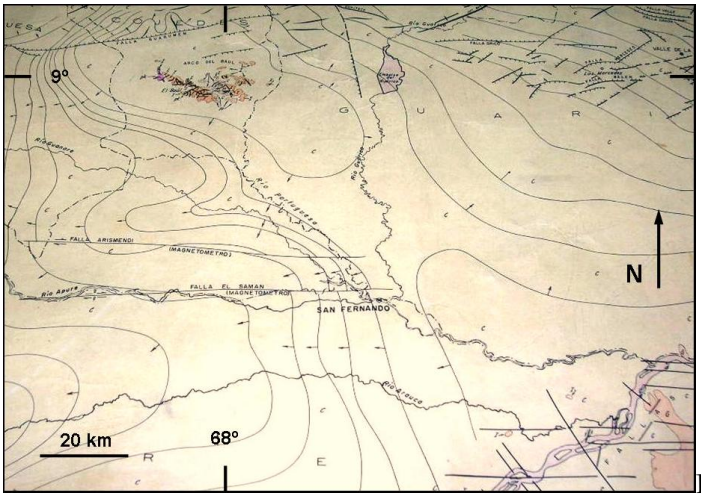
***Figura 19D**. Corte transversal entre la Cuenca de Barinas y la Cuenca de Guárico separadas por el arco de El Baúl (QUARFOTH y CAUDRI 1961).*

El Dr. **Foster D. Smith, Jr**. (1920-2012) (Fig. 22A), de la empresa Mobil Oil Company de Venezuela, en **1962** y en conjunto con personal e información suministrada por la Compañía Shell de Venezuela, Mene Grande Oil Company, Princeton University, Creole Petroleum Corporation, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Orinoco Mining Company, Richmond Exploration Company y la Texas Petroleum Company, compila un mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela (SMITH 1962), donde por primera vez se representan las profundidades del basamento cristalino, visualizándose el denominado "arco de El Baúl" desde Guayana. Al norte de El Baúl ubica la falla de Guarumen (Fig. 20), con la cual el "Arco de El Baúl-Paraguaná" de otros autores queda interrumpido. Reconoce las siguientes unidades: Pk: Precretácico y Paleozoico (que refiere a la Formación Mireles), I: rocas ígneas (donde agrupa a las volcánicas y los granitoides), m: rocas

metamórficas (representando a las formaciones Cañaote y Cerrajón) y C: Cenozoico.



A



B

Figura 20 *Fragmento del mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela (SMITH 1962).* ***A****: Siglas: pk: pre-Cretácico y Paleozoico, I: rocas ígneas (plutónicas y volcánicas), m: rocas metamórficas, C: Cenozoico*
B*. El basamento se extiende como un alto desde el cratón de Guayana hasta El Baúl, luego queda limitado al norte por la falla de Guarumen.*

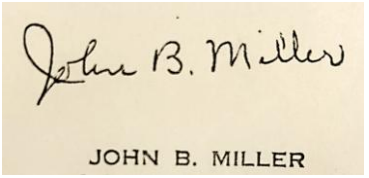
En **1963**, el geólogo **Gustavo Feo-Codecido** (1920-2012), presenta el texto explicativo del nuevo mapa geológico de Venezuela a escala 1:5M. Este mapa representaba la contribución de Venezuela, a la edición del mapa geológico mundial que se estaba elaborando en Francia, para ser presentado en diciembre de 1964 en el XXII Congreso Geológico Internacional a celebrarse en la India. El autor menciona la filita con trilobites del Tremadociano temprano, así como la existencia de cuarcitas del Paleozoico intrusionadas por cuerpos graníticos. Según dataciones realizadas por G. Edwards de la Shell Internacional, para el Granito Mogote se aporta edades de 270±10 Ma (K/Ar) y 287±10 (Rb/Sr), Pérmico Temprano (FEO-CODECIDO 1963). Estas edades son luego reproducidas por MARTÍN (1968).

En septiembre **1963**, geólogos de la empresa **Creole Petroleum Corporation** (CPC), integran el mapa E-6 a escala 1:100k, con información de LESNIAK (1930) y WILSON (1930) y, fotogeología de JOHNSON (1950) (Fig. 5A). De este mapa resulta de especial importancia la ubicación de unos pequeños cuerpos de rocas ígneas en los alrededores de Hato Mercado y laguna de Jobero, al noreste y noroeste respectivamente del macizo de El Baúl, que corresponden a una extensión de los granitoides del macizo. Estos cerritos fueron incluidos en el mapa de BELLIZZIA *et al.* (1976).

En la segunda edición del **Léxico Estratigráfico de Venezuela** de **1970**, se incluyen las fichas de todas las unidades acuñadas y redefinidas en el trabajo de MARTÍN (1961).

No se menciona que los nombres de los granitos de Mata Oscura, Piñero y Mogote son originales de P. Leuzinger (1952).

Los geólogos **John B. Miller**[45] (1912-c.2000 (Fig. 21A) y **Aníbal R. Martínez**[46] (1927-2019) (Fig. 21A y 30A) en **1972** analizan la configuración geológica del "arco" de El Baúl y los aspectos estructurales y estratigráficos con énfasis en las correlaciones regionales. Comentan que las areniscas transgresivas de la Formación La Pascua, infrayacentes a las lutitas de la Formación Roblecito, descansan sobre rocas del basamento en los flancos del arco de El Baúl. Presentan un perfil geológico a lo largo de la carretera de El Baúl a Tinaco, elaborado con base a trabajos de sísmica y perforaciones realizadas en 1955 por la empresa Chevron Oil Company de Venezuela. Allí se puede apreciar un horst delimitado por la falla normal de Guarumen (punto 31-56) y otra falla normal buzando al sur (Fig. 21B) (MILLER y MARTÍNEZ 1972). Esta estructura puede explicar la presencia de algunos cuerpos pequeños de rocas ígneas localizados al norte del macizo de El Baúl.





Aníbal R. Martínez

***Figura 21A**. Firmas de geólogos.*

[45] John B. Miller (Bovill, Idaho 1912-c.2000). BS en geología en la Universidad de Idaho-Moscow. Trabajó por 40 años en empresas filiales de la Standard Oil of California, en Colombia y Venezuela. Es autor de dos importantes trabajos sobre nuestro país: *Directrices tectónicas de la Sierra de* Perijá *y partes adyacentes de Venezuela y Colombia* así como *Habitat of Oil of the Maracaibo basin, Venezuela*.

[46] Aníbal R. Martínez (1927-2018). Geólogo UCV´1951 con tesis de grado en la isla de Margarita. Distinguido Individuo de Número de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat, donde fue su presidente por dos períodos y estuvo a cargo de la Comisión Editora. Semblanza en *Boletín ANIH* 47, 2020. Firma cortesía de la Lic. Dilia Pestana, ANIH.

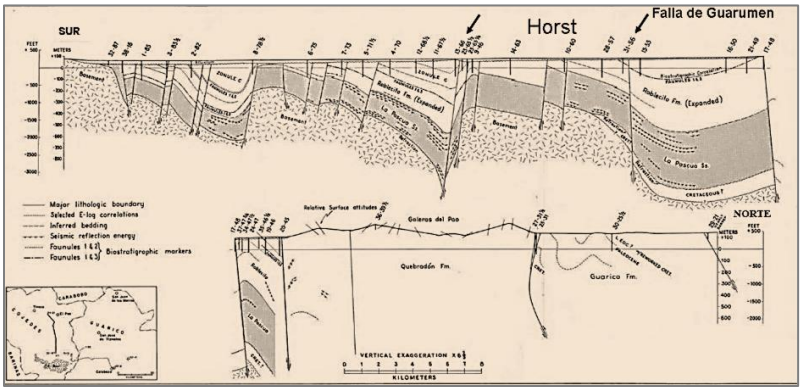


***Figura 21B**. Perfil a lo largo de la carretera de El Baúl a Tinaco donde se puede apreciar un horst, al norte del macizo de El Baúl (MILLER y MARTÍNEZ 1972).*

Los doctores **William D. MacDonald**[47] (Fig. 22C) y **Neil D. Opdyke**[48] (1933-2019) (Fig. 22B), en **1973** toman 19 núcleos orientados de las volcánicas de Guacamayas, para estudios paleomagnéticos y determinación de edades por el método K/Ar. Las edades de las riolitas resultaron en 192±3,8 y 195±3,9 Ma, mientras que los datos paleomagnéticos los combinan con aquellos de las lavas de Las Cabras, Argentina, con lo cual obtienen un polo principal para Suramérica en el Triásico, de 72º latitud S y 91º longitud W (MACDONALD y OPDYKE 1974).

[47] William MacDonald. Geólogo estadounidense que realizó su tesis doctoral en la Península de la Goajira (Colombia) bajo la dirección del Dr. H. H. Hess en su proyecto de estudios del Caribe, 1965. Profesor emérito de la Universidad de Binghamton.

[48] Neil D. Opdyke**.** Columbia Univ. BA´55. Durhan Univ., PhD´1957. Investigador en estratigrafía magnética de sedimentos marinos y continentales. Retrato en https://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/48424.html Información biográfica en https://en.wikipedia.org/wiki/Neil_D._Opdyke

En el *Mapa geológico-estructural de Venezuela* de **1976** a escala 1:500.000), compilado por **Alirio Bellizzia** (9 sep. 1920-1997), **Nelly Pimentel de Bellizzia** y **Rosario Bajo de Osuna** (c.1946-2024) de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (BELLIZZIA *et al.* 1976); para El Baúl se utilizan las siguientes unidades (Fig. 21B): Pzc-o (Mireles) y Pzd-c (Cerrajón y Cañaote), $PzY\alpha_3$ (Granitoides) y Mzελ (Guacamayas). Este mapa incluye curvas de profundidad del tope de basamento, por lo cual se nota la elevación de éste hasta el macizo de El Baúl.

Este mapa ha sido simplificado a escalas menores en mapas de la región del Caribe y de toda Suramérica (e.g.: CASE y HOLCOMBE 1986, MASCLE *et al.* 1990).

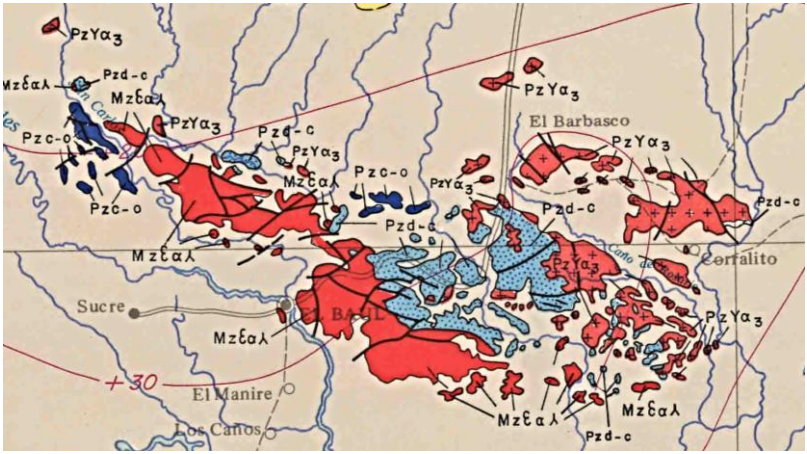
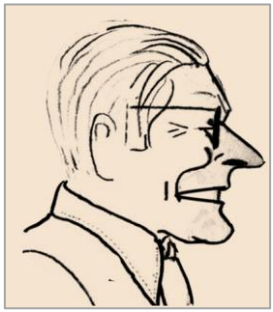


***Figura 21B**. Parte del mapa Geológico Estructural de Venezuela a escala 1:500k de BELLIZZIA* et al. *(1976). Siglas: Pzc-o (Mireles) y Pzd-c (Cerrajón y Cañaote), $PzYa_3$ (Granitoides) y Mzελ (Guacamayas).*

El geólogo **Nicolás Escalona** (1951-2021)[49] (Fig. 22D) en **1977** realiza un estudio de prospección de uranio en el macizo de El Baúl;

[49] José Nicolás Escalona Gutiérrez (Caracas 5-12-1951-Jalisco, México 1-8-2021, por COVID-19). Ingeniero Geólogo, UCV'1975, con tesis de grado en la cuenca del Río Todasana, Vargas; fue la primera tesis guiada por F. Urbani en

comenta que las características litológicas y texturales de la Formación La Pascua, la cual se acuña en el área del macizo de El Baúl, es indicativo de ambientes favorables para la formación de depósitos de U y recomienda revisar y evaluar la geología de esta unidad, bien sea a través de registros de pozos exploratorios, como en superficie (ESCALONA 1977).



A

Foster D. Smith, Jr. (1920-2012)[50]



B

Neil D. Opdyke (1933-2019)



C

W. D. MacDonald



D

Nicolás Escalona (1951-2021)

Figura 22. *Geólogos.*

la Cordillera de la Costa. Al graduarse ingresó en el Consejo Nacional de Asuntos Nucleares (CONADIN), que iniciaban una prospección de uranio a nivel nacional. Fotografía en el Río Todasana durante su tesis de grado, 1974.

[50] Dibujo por el Prof. Orlando Méndez, 1971.

En **1977** la empresa **MARAVEN S.A**. realiza el levantamiento con radar de visión lateral (SLR) del territorio al norte del río Orinoco a escala 1:250k. Allí se muestra el macizo de El Baúl con su tendencia estructural de orientación NO-SE, debido al control de fallas de esa orientación (Fig. 22E).

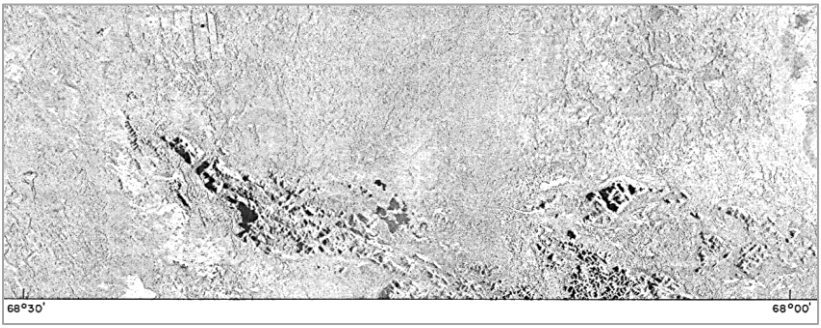


***Figura 22E**. Fragmentos de la imagen de radar hoja NC-19-11 a escala 1:250k, 1977.*

En **1980** el geólogo **Foster D. Smith, Jr**. (1920-2012) (Fig. 22A) de la empresa CORPOVEN, integra la información del basamento de todas las cuencas sedimentarias de Venezuela (SMITH 1970). Clasifica el basamento cristalino en tres provincias, a saber: cratón

Precámbrico, basamento Paleozoico y basamento Mesozoico. En su mapa de profundidades del basamento muestra contornos con intervalos de 5.000 pies y exhiben las fallas mayores. Allí también se muestra que el "arco" termina abruptamente al norte de El Baúl en la falla normal de Guarumen. Los pozos exploratorios cercanos al macizo de El Baúl, en su mayoría llegan a un basamento de granito y granodiorita (Fig. 23).

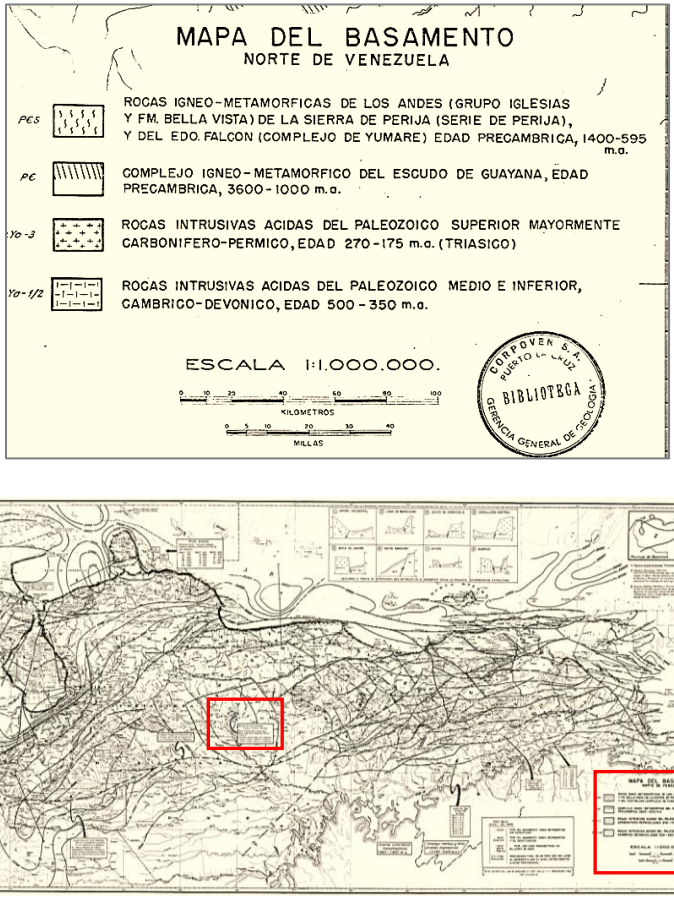


***Figura 23A**. "Mapa del basamento, norte de Venezuela" de SMITH (1980).*

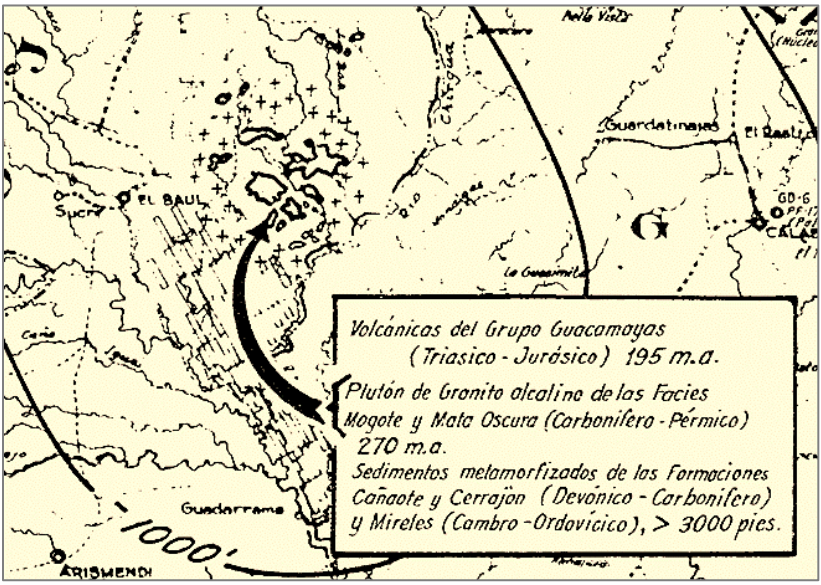


Figura 23A, continuación. *Detalle del "Mapa del basamento, norte de Venezuela" de SMITH (1980).*

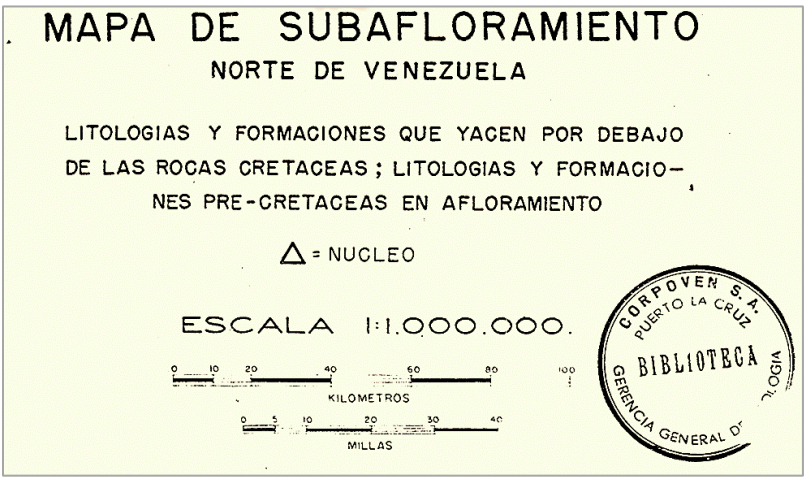


Figura 23B. *"Mapa de Subafloramiento. Norte de Venezuela" de SMITH (1980).*



***Figura 2. 3.23B**. "Mapa de Subafloramiento. Norte de Venezuela" de SMITH (1980).*

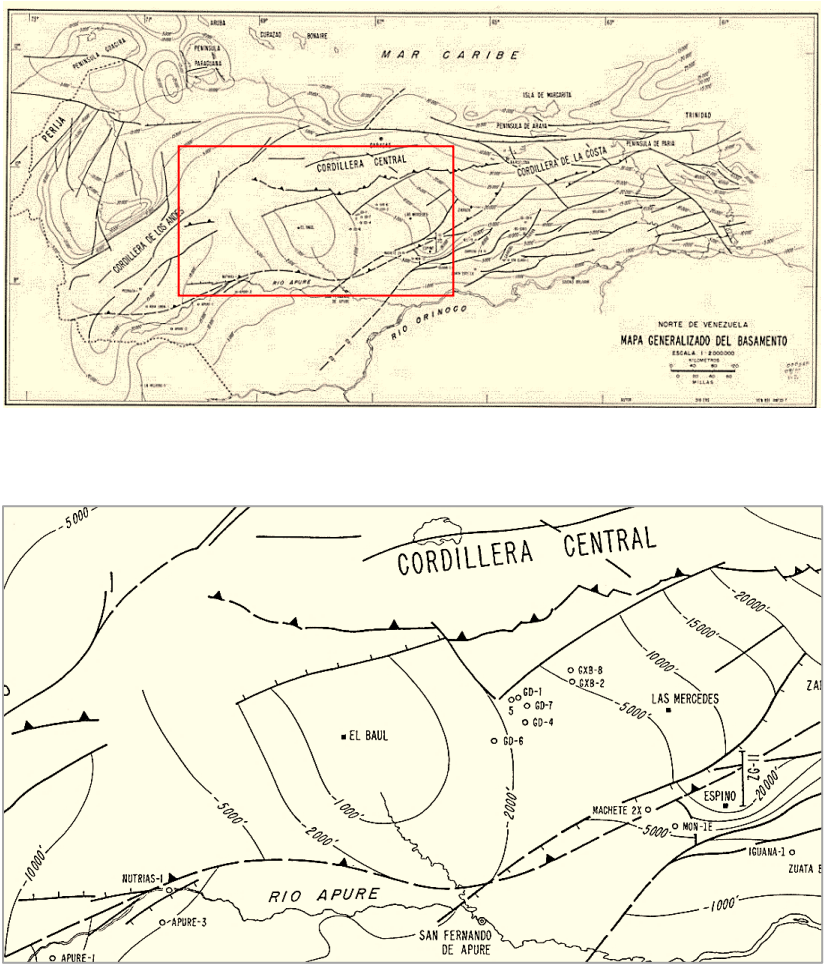


***Figura 23C**. "Mapas generalizados del basamento. Norte de Venezuela" de SMITH (1980), con una ampliación de la región de El Baúl.*

En **1982, Juan Luis Benedetto**[51] (Fig. 24A) y **Enrique Ramírez Puig**[52] (Fig. 24B) interpretan que la Formación Mireles fue sedimentada en facies marinas de plataforma (BENEDETTO y RAMÍREZ 1982).

En **1983** el Instituto de Geoquímica de la Facultad de Ciencias de la UCV, bajo la dirección del profesor **Ramón S. Sifontes** (1936-2019)[53] (Fig. 24C) y otros, inician un amplio programa de investigación y prospección de U en el área de El Baúl, utilizando las técnicas geoquímicas de fluorescencia de rayos x, espectrometría de absorción atómica, carbono total y carbono orgánico por oxidación directa, con la participación de tesistas de pre y post grado.

La primera tesis es la de **Marys Dávila** en 1984, quien analiza químicamente 32 muestras de rocas graníticas para los elementos U, Th, Si, Ca, Mg, Na, K, Ti, Zn, Cu, Ni, Y, Zr, Sr, Ba, Rb y Nb, con el objeto de determinar el potencial uranífero y sus características geoquímicas. Las concentraciones de U obtenidas son: Granito Mata Oscura (10 a 56 ppm), Granito Piñero (10 a 35 ppm) y Granito Mogote (5 ppm (DÁVILA 1984).

A **Luisa Leonzi** le corresponde el análisis de muestras de suelo, 52 de la zona granítica, 22 de las metasedimentarias y 6 de las volcánicas. Determina los mismos elementos del trabajo anterior. Las concentraciones promedio de U provenientes de los granitos Mata Oscura y Piñero son las mayores (16 ppm), le siguen aquellas

[51] Juan Luis Benedetto. Información biográfica en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 137: 141-161, 2021.

[52] Enrique Ramírez Puig. Licenciado en Geología. Universidad de la Plata, Argentina´1973. Ingeniero Geólogo (reválida), UCV´1983. Trabajó en PDVSA. Retrato cortesía del Prof. Jhonny Casas

[53] Ramón Serafín Sifontes Gentili. Geólogo UCV´1965 (Promoción de 1964), tesis en la Península de Paria. CV y discurso en su homenaje por F. Urbani en *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela*, 124, 2017.

de rocas volcánicas (13 ppm), mientras que los valores menores corresponden a las metasedimentarias (11 ppm) (LEONZI 1984).

La tesista **Sonia Pérez** determina la concentración de U, Th, Zr, Fe, Cu, Mn, Pb, Zn y Ti en muestras de roca y suelo. Indica que los suelos y rocas están mineralizados en U y Th por tener concentraciones más altas que las reportadas como normales para estos elementos. Detecta además una alta concentración de Zr en los suelos. Las concentraciones promedio de U de 15, 10 y 8 ppm para granitos, volcánicas y metasedimentarias, mientras que para los suelos desarrollados en los mismos tipos de roca, fueron de 19, 4 y 4 ppm, respectivamente (PÉREZ 1984).

Lídice Rincón estudia con más detalle las rocas graníticas indicando las siguientes concentraciones promedio: Granito Mata Oscura con 15 ppm de U y 57 ppm de Th, Granito Piñero con 21 ppm de U y 68 ppm de Th. El Granito Mogote 5 ppm de U y 6 ppm de Th (RINCÓN 1984).

Sonia Pérez y **Ramón Sifontes**, en 1985 continúan analizando muestras de roca (U, Th y Zr) y de suelo (U, Th, Zr Fe, Cu, Mn, Pb, Zn y Ti). Los promedios obtenidos fueron de 15 ppm en las rocas graníticas, 10 ppm en las volcánicas y 8 ppm en las metasedimentarias (PÉREZ y SIFONTES 1985).

Finalmente, para 1985 los integrantes del grupo de trabajo dirigido por **Ramón S. Sifontes**, e integrado además por **Carlos Yánez**, **Néstor Angulo**, **Juan Torres**, **Luís Zerpa**, **Carlos López Eyzaguirre** y **Jean Pasquali Zanín** (Fig. 24D), presentan el informe final del proyecto que resume las actividades de exploración de U realizadas en los estados Mérida, Cojedes y Bolívar (SIFONTES *et al.* 1985). Concluyen que el macizo de El Baúl constituye una provincia geoquímica uranífera. Sin embargo, ningún tipo de roca, en especial las graníticas y las volcánicas forman por si solas una mena de dicho elemento y algunas acumulaciones podrían encontrarse en los sedimentos adyacentes.

El geofísico **William Bonini** (1927-2017)[54] (Fig. 24E), en 1984 utiliza la información aeromagnética de las empresas petroleras en los años 1950 y años 1981-82. Con ello reconoce las principales provincias magnéticas de Venezuela occidental. Comenta que las fuertes anomalías magnéticas al oeste y sur del levantamiento de El Baúl (Fig. 24F), están asociadas mayormente a las rocas volcánicas (BONINI 1984).



A *Juan Luis Benedetto*



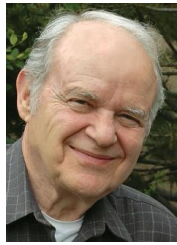
B *Enrique Ramírez Puig*



C *Ramón Serafín Sifontes (1936-2019)*



D *Jean Pasquali Zanín*



E *William E. Bonini (1927-2017)*

Figura 24*. Geólogos*

[54] William Emory Bonini (1927-2017). Princeton University BS´47, MS´49, University of Wisconsin PhD´57. Geofísico, profesor de la Universidad de Princeton. Información biográfica y retrato en https://www.princeton.edu/news/2017/01/03/geoscientist-william-bonini-dedicated-teacher-and-genial-colleague-dies-90



TABLE 2. AVERAGE MAGNETIC SUSCEPTIBILITIES, NATURAL REMANENT MAGNETIZATION INTENSITIES, AND KOENIGSBERGER RATIOS FOR VENEZUELAN ROCKS

Area, units, rock types	n	Susceptibilities x 10^{-3} emu/cm^3 (range)	NRM intensities x 10^{-3} emu/cm^3 (range)	Q ratio (range)	Source
El Baúl Uplift					
Guacamayos Group (Jurassic) Volcanic flow units	46	..	4.0	..	5

Figura 24F. *Fragmento del mapa de anomalía aeromagnética y valores de susceptibilidad magnética para muestras de El Baúl (*BONINI *1984).*

En **1984** los geólogos **Gustavo Feo-Codecido** (1920-2012), **Foster D. Smith, Jr**. (1920-2012), **Nelson Aboud** y **Estela de Di Giacomo**[55] (Fig. 27A) de CORPOVEN, publican un trabajo muy completo sobre el basamento cristalino bajo los llanos venezolanos (FEO-CODECIDO *et al*. 1984). Interpretan que al final del Paleozoico, la cuenca Barinas-Apure culminaba hacia el sur en el escudo Precámbrico, en parte cubierto por sedimentos del Cámbrico (Ordovícico?)-Carbonífero y hacia el norte, un posible cinturón alóctono, de rocas ígneas y metamórficas de edad Ordovícico a Pérmico (Fig. 25A). Citan la continua sedimentación marina en el área de los Andes desde el Ordovícico Tardío hasta el Pérmico,

[55] Estela Bradley de Di Giacomo. Palinóloga que ha trabajado en empresas petroleras venezolanas. Información biográfica y fotografía en M. A. Lorente: *Boletín ANIH*, 60: 66-102. 2023. https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/10/BOLETIN_60_ANIH.pdf.

estaba acompañada por eventos profundos de magmatismo granítico. Plantean un cinturón Paleozoico de rocas ígneas y metamórficas que se extiende a través de los estados Barinas, Portuguesa, Cojedes y Guárico, ocupando de esta manera un área intermedia entre el escudo precámbrico de Guayana y las rocas del Mesozoico a Neógeno, del alóctono de la Cordillera de la Costa. Al igual que SMITH (1980), al norte de El Baúl trunca la elevación del basamento con la falla de Guarumen (Fig. 25B).

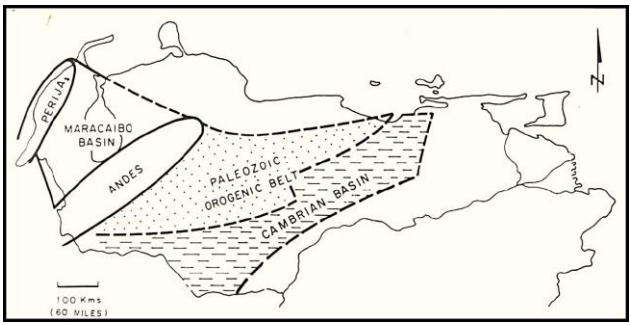


***Figura 25A**. Mapa indicando la distribución de rocas paleozoicas en el norte de Venezuela (FEO-CODECIDO* et al. *1984).*

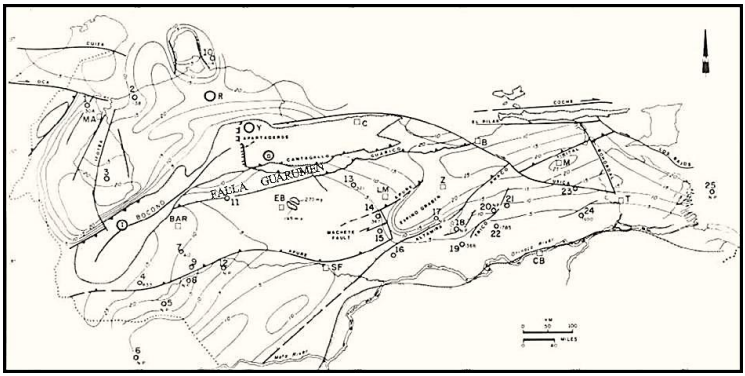


***Figura 25B**. Mapa de profundidades del basamento del norte de Venezuela en donde se observan los pozos exploratorios cerca del macizo de El Baúl (EB), así como la extensión noreste-suroeste de la falla de Guarumen al norte del macizo (FEO-CODECIDO* et al. *1984).*

En **1985**, **G. Don Kiser**[56] (?-2009) (Fig. 27C) y **Ian Bass** de CORPOVEN interpretan los resultados de un levantamiento aeromagnético de alta resolución, volado sobre Venezuela en 1981, permitiendo una mejor interpretación de la configuración estructural del basamento adyacente a El Baúl. Este estudio sirvió para abrir nuevas perspectivas en la búsqueda de crudos livianos-medianos en las cuencas Barinas-Apure y oriental de Venezuela (KISER y BASS 1985). Comentan que, tradicionalmente el arco de El Baúl ha sido reconocido como una barrera que separa estructuralmente la cuenca de Barinas-Apure de la cuenca Oriental de Venezuela, la cual se orienta a través de los pueblos de San Carlos, El Baúl y San Fernando de Apure (Fig. 26).

La estructura del basamento magnético indica una orientación ESE desde El Baúl hacia Calabozo, girando más al SE para conformar el alto de El Machete y el alto de Monasterio antes de unirse al escudo de Guayana, al este de Caicara del Orinoco. Indican que la información sísmica obtenida por la Corporación Venezolana de Petróleo (CVP) en 1980-1982, evidencia la presencia de estos dos altos estructurales asociados con acumulaciones de crudos pesados. Consideran que potenciales trampas en el flanco norte del arco de El Baúl que estén a distancias menores de la "cocina" de petróleo deben contener crudos de más alta gravedad API que los del área de Machete. Mientras que para la fosa tectónica de Guarumen (Fig. 25), interpretan que también pueden existen condiciones propicias para acumulaciones de hidrocarburos, con roca recipiente de buena calidad, sellos adecuados tanto estructurales como estratigráficos y buena roca madre madura tanto al norte como al noreste.

La barrera estructural de El Baúl debe haber interrumpido la migración de hidrocarburos hacia el suroeste, en el área de San Fernando de Apure, pero produciendo acumulaciones sobre la cresta y el flanco norte del arco. Las evidencias estructurales

[56] Gerald Don Kisser Lewis (¿?-2009). Geólogo estadounidense con reválida UCV´1964. Semblanza en *Guanoco*, SVIP, Caracas, 30: 2, 2009. https://www.svip.org/guanoco/Guanoco30.pdf

muestran adelgazamiento, lo que indica la elevación del arco durante el Aptiense-Albiense. La ausencia de sedimentos del Cretácico Tardío, Paleoceno y Eoceno inferior a medio, más el truncamiento del Cretácico por debajo del Terciario, indican levantamiento pronunciado y profunda erosión, a principios del Terciario. El ciclo sedimentario del Terciario se inició con la fase regresiva a principios del Mioceno, representado por los cuerpos de arenisca y arcilla nerítica de la Formación Chaguaramas.

La evolución del macizo de El Baúl, posterior al Mioceno Medio es especulativa por la falta de sedimentos de edad Mioceno Tardío. Es probable que empezó a levantarse de nuevo contemporáneamente con la fase regresiva de la Formación Chaguaramas, durante el Mioceno Temprano hasta alcanzar su configuración actual. Las figs. 26C,D muestran dos secciones que muestran el relieve estructural de El Baúl, el acuñamiento erosional del Cretácico en ambos flancos y la posición de los pozos productores de crudo pesado con respecto al eje del arco.

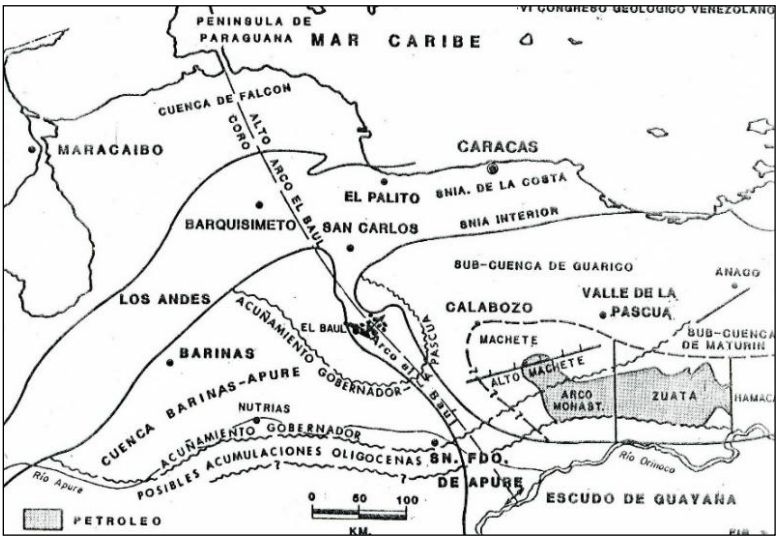


Figura 26A. *Esquema de la orientación tradicional del arco de El Baúl (KISER y BASS 1985).*

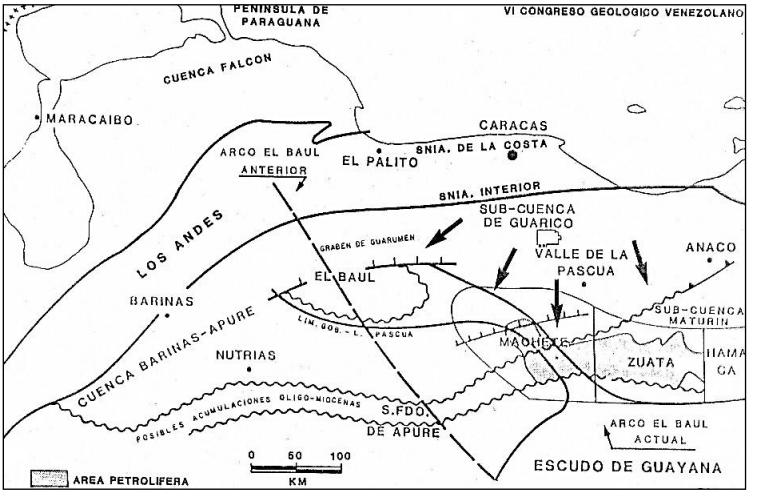


***Figura 26B**. Orientación del Arco de El Baúl según la interpretación de KISER y BASS (1985).*

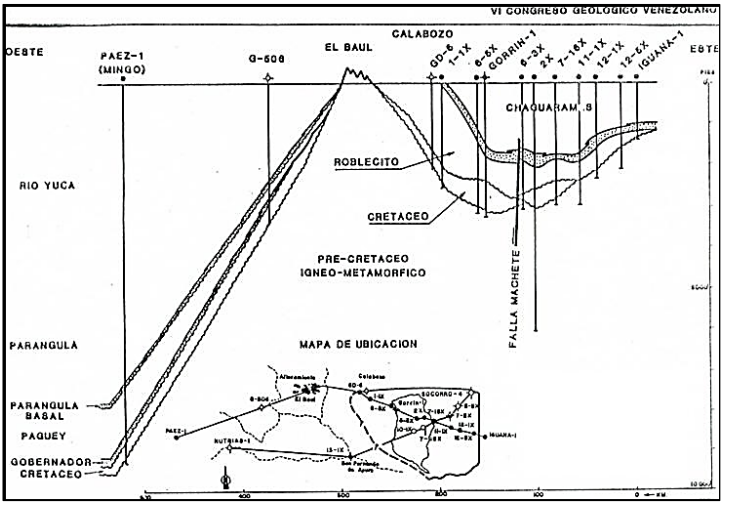


***Figura 26C**. Sección estructural en dirección oeste-este, desde la cuenca de Barinas a la sub-cuenca de Guárico, mostrando el alto estructural de El Baúl (KISER y BASS 1985).*

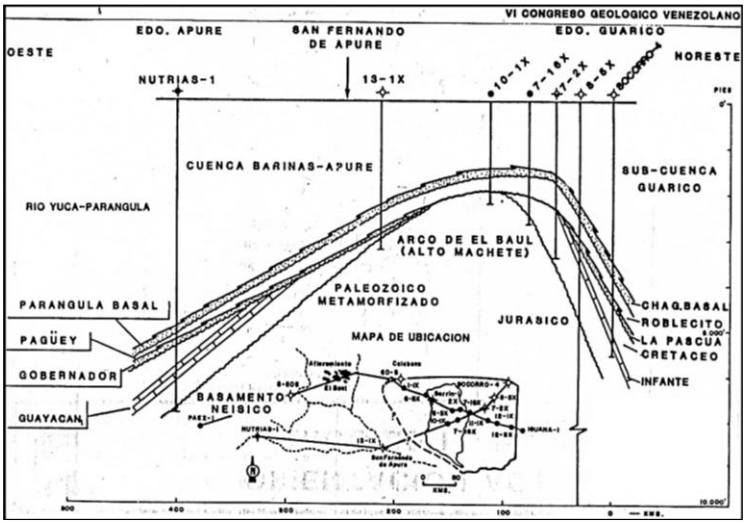
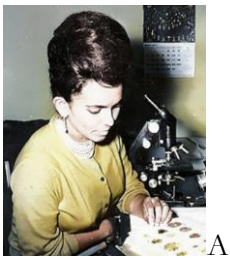


Figura 26D. *Sección estructural en dirección suroeste-noreste, desde la cuenca Barinas-Apure a la sub-cuenca de Guárico (KISER y BASS 1985).*


A

Estela Bradley de Di Giácomo, c.1965


B

Teresa Sánchez de Benedetto (1945-2011).




C

Gerald Don Kiser, c.2005

Figura 27*. Geólogos.*

La geóloga **Emira Cabrera**[57] (Fig. 30A) de CORPOVEN, en **1985** presenta un resumen de la configuración del basamento de los Llanos venezolanos (Fig. 28), elaborando más en lo previamente indicado por SMITH (1980). Aquí se reafirma el cambio del anterior concepto del Arco de El Baúl como algo continuo entre Guayana y el norte de Venezuela, dado que al sur queda interrumpido por la depresión causada por los graben de Espino y Apure-Mantecal, mientras que por el norte se ubica el graben de Guarumen (CABRERA 1985). Pero, aun así, constituye una barrera divisoria entre las cuencas de Guárico y Monagas hacia el este y la de Barinas-Apure al oeste. La información de esta autora es recogida y apoyada por los trabajos posteriores de BARTOK (1993, 2003).

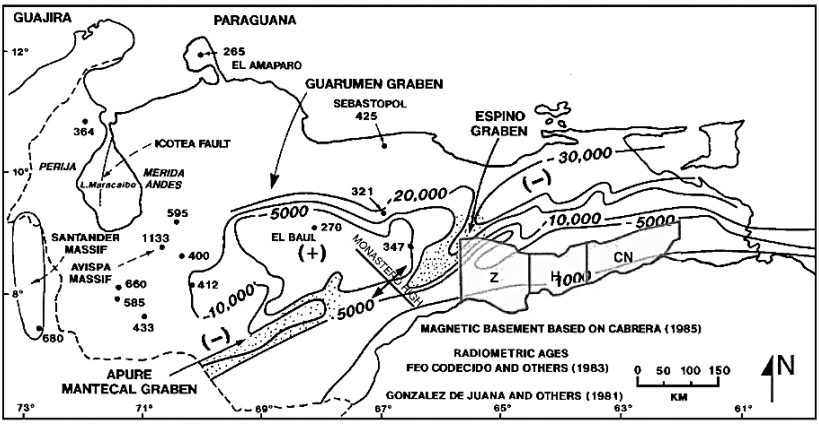


***Figura 28**. Configuración del basamento de los Llanos mostrando los graben de Espino-Apure-Mantecal interrumpiendo al alto de El Baúl (CABRERA 1985, tomado de BARTOK 2003).*

[57] Emira Cabrera de Molina. Ingeniero Geólogo UCV´1976, con tesis en la región de Chirimena, Miranda.

Según los paleontólogos **Juan Luis Benedetto**[40] (Fig. 24A) y **Teresa María Sánchez**[58] (1945-2011) (Fig. 27B), los sedimentos de El Barbasco se acumularon durante la fase de máxima apertura del océano Protoatlántico (BENEDETTO y SÁNCHEZ 1985).

El cooperante francés **Bruno Blin**, en su tesis doctoral de **1988** estudia la región comprendida entre la Serranía de Portuguesa y la región de Tiznados e incluye el flanco norte del macizo de El Baúl. Presenta una sección (Fig. 29) en donde muestra el área de los llanos, el frente de napas, las napas piemontina y la de Tinaco-Tinaquillo (BLIN 1989, BLIN *et al.* 1989). Al igual que MILLER y MARTÍNEZ (1972), presenta el relieve estructural de El Baúl y el acuñamiento del Cretácico en el flanco norte, en donde también se puede apreciar un horst delimitado al norte por la falla normal de Guarumen, lo que explicaría la presencia de los pequeños cuerpos de rocas graníticas a 25 km al norte del macizo.

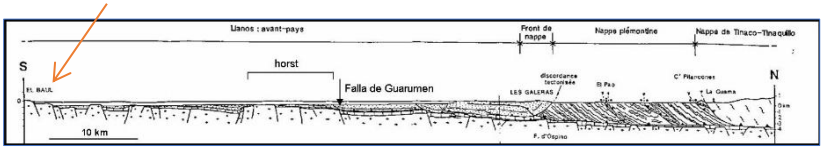


***Figura 29**. Sección norte-sur desde la Serranía del Interior hasta El Baúl. Tomado de BLIN (1989).*

En **1990**, la empresa **Aguasuelos Ingeniería C.A**. realiza un estudio geológico del frente de montañas al sur de la Serranía del Interior (Fig. 29B), que incluye al macizo de El Baúl sin aportar información nueva.

58 Teresa María Sánchez de Benedetto (1945-2011). Geóloga argentina. Entre 1976-1983 trabajó en el Departamento de Geología la UCV. Semblanza en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222012000100013&script=sci_arttext&tlng=en

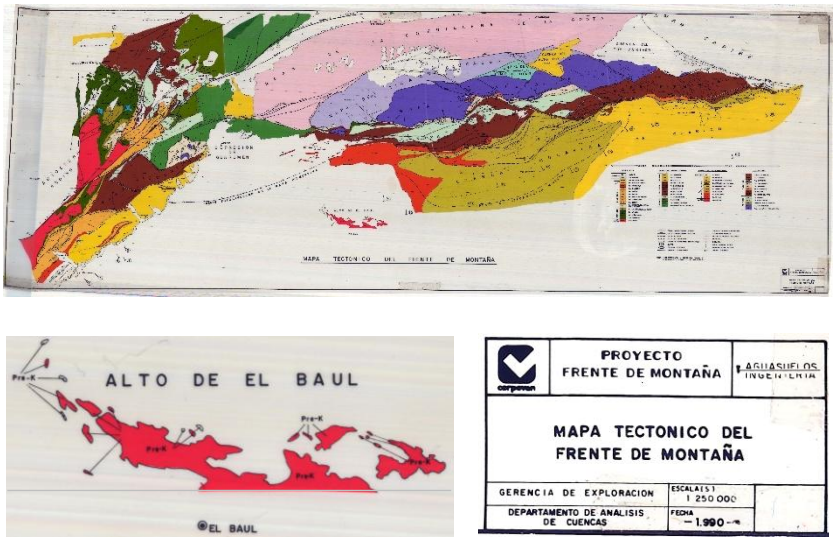


Figura 29B. *Mapa geológico generalizado del frente de montañas por AGUASUELOS (1990).*

El **1991**, el geólogo **Felipe Audemard**[59] de PDVSA, a partir del estudio de líneas sísmicas sugiere que los sedimentos del Cretácico no cubrieron completamente el arco de El Baúl y que en el Oligoceno estaba completamente enterrado. Para el Mioceno Tardío, la sección Oligo-miocena fue parcialmente erosionada. Opina que el origen de la elevación de El Baul no está claro pero que podría ser explicado por la carga flexural de la porción oeste de la Cordillera de la Costa la cual es responsable de la evolución de la sub-cuenca de Guárico y el efecto de carga sobreimpuesta por la Serranía del Interior, la cual está asociada con la



[59] Felipe Audemard M. Geólogo egresado de la UDO – Ciudad Bolívar. PhD de la Universidad de Rice. Coordino en proyecto VIPA de PDVSA.

evolución de la sub-cuenca de Maturín. En vista de esto, El Baúl pudiera representar la interferencia de un aumento perimetral debido al emplazamiento de los corrimientos progradantes hacia el sureste (AUDEMARD 1991).

Los profesores de la UCV, **Daniel Loureiro**, **Jorge Mora** y **Marino Ostos** (**1993**) presentan un resumen donde reconocen dos grupos mayores de discontinuidades del pre-Mesozoico en el área cratónica al norte de Sur América, incluyendo los arcos de Mérida y El Baúl, pero no aportan interpretaciones especiales sobre este último (LOUREIRO *et al.* 1993).

El geólogo colombiano **Guillermo Ujueta** (¿?-2021)[60] (Fig. 30), publica en **1993** un trabajo sobre los arcos y lineamientos de dirección noroeste-sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia (Fig. 30). Menciona que tales arcos fueron identificados a través de información magnética y sísmica, además de la información estratigráfica obtenida en varios pozos petroleros. Determina la presencia de un grupo de fracturas con tendencias noroeste-sureste, las cuales han sido reactivadas en diferentes épocas y referidas como lineamientos. Estos últimos varían en longitud desde 400 km hasta 1.200 km. Interpreta que los lineamientos observados representan trazas superficiales de bordes de bloques del basamento cristalino por debajo de las cuencas sedimentarias, que se han desplazado diferencialmente y que han definido el desarrollo tectónico y sedimentológico de estas cuencas. Menciona que hay una directa conexión entre los lineamientos del escudo de Guayana y los altos



[60] Guillermo I. Ujueta Lozano. Geólogo colombiano muy reconocido en fotointerpretación y sensores remotos. Obituario en https://twitter.com/GeocienciasUnal/status/1442574861155635204

estructurales con tendencia noroeste y sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia (UJUETA 1993). Algunas de las ideas de este trabajo son retomadas por VILLAMIL (2003).

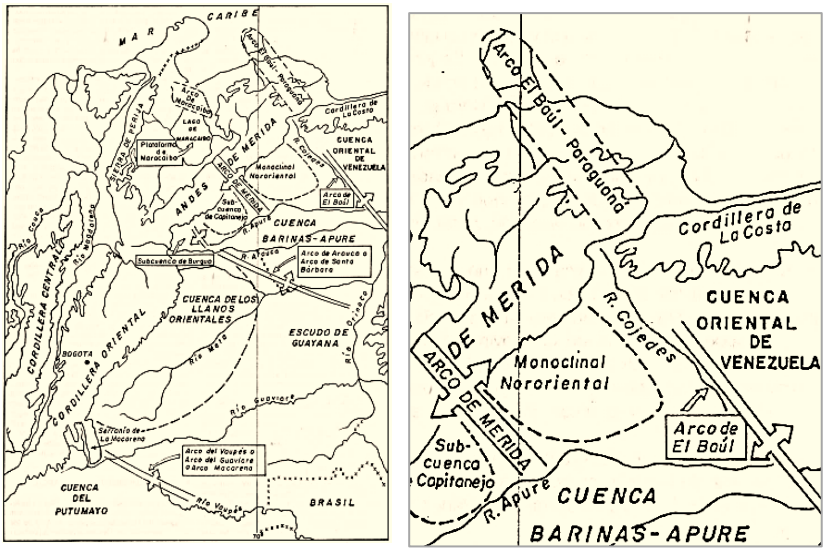


***Figura 30A**. "Arcos de las cuencas subandinas de Colombia y Venezuela" (UJUETA 1993).*

Los geólogos de la **Corporación de Desarrollo de la Región Central** en **1995**, elaboran un informe técnico para el Ministerio de Energía y Minas, con el fin de evaluar y otorgar la Concesión Minera "Baúl I" para la explotación de canteras de granito para fines ornamentales (CORPOCENTRO 1995).

Al momento de nuestro estudio, el cerro donde aflora el Granito El Mogote estaba totalmente explotado.

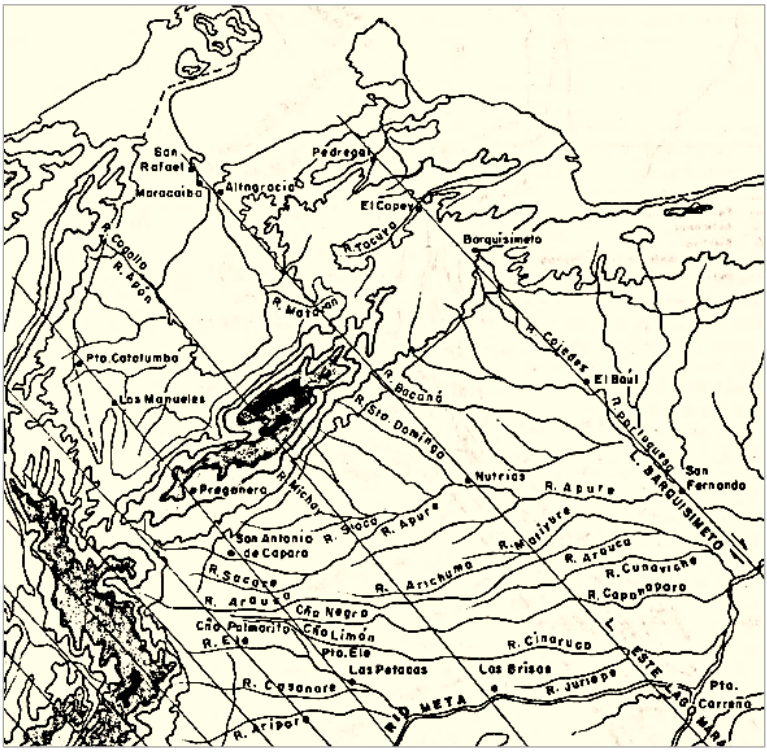


***Figura 30B**. "Arcos de las cuencas subandinas de Colombia y Venezuela" (UJUETA 1993).*

El geólogo **Adolfo Portilla** de CORPOVEN, entre **1993** y **2000** estudia los arcos Arauca, Mérida y El Baúl, a partir del análisis de perfiles sísmicos de alta resolución. Establece que la separación entre las cuencas Barinas-Apure y Oriente se establece en el Cretácico; menciona el rol en los procesos sedimentarios que desempeñó de El Baúl en estas cuencas, ya que constituye el factor estructural más importante al sur de los Andes de Mérida, que controla la sedimentación en las cuencas adyacentes desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno.



Menciona que existen secuencias sedimentarias continuas desde el Cretácico Tardío hasta el Pleistoceno, que se han depositado sobre el arco, excepto donde ellas han sido removidas por la erosión. Sugiere que el arco de El Baúl ha sido una unidad tectónico-estratigráfica que fue levantada desde el Cretácico Tardío-Eoceno temprano hasta posiblemente el Eoceno medio-tardío, para luego ser sumergido durante el Oligoceno temprano-Mioceno y para finalmente levantarse de nuevo durante el Mioceno medio al Pleistoceno (PORTILLA 1993, 1996, 2000).

En **1997** se publica la 3ra. edición del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, coordinada por el Dr. Wolfgang Scherer (INTEVEP), donde el Prof. **Peter Motiscka** redacta las fichas de las unidades descritas por MARTÍN BELLIZZIA (1961):



Cañaote, Formación
Cayetano, Seudo-gneis de
Cerrajón, Formación
El Barbasco, Grupo
El Baúl, Granito Alcalino de
El Corcovado, Riolita de
El Oso, Miembro
El Peñón, Formación Latita Cuarcífera
Guacamayas, Grupo Volcánico de
La Bandola, Miembro
La Segoviera, Miembro
Mata Oscura, Facies
Mireles, Formación
Mogote, Facies
Piñero, Facies
Teresén, Formación Riolítica
Tirado, Miembro

4. SIGLO XXI

Los tesistas de ingeniería geológica de la ULA, **Elcy Ceballos** y **Manuel Molina**, en **2002** estudian la Formación Mireles y encuentran que ha sido sometida a un metamorfismo regional de muy bajo grado, correspondiente a la facies de la prehnita-pumpellyita. Comentan que una parte del Cerro Tirado, previamente cartografiado por MARTÍN (1961) como volcánicas, en realidad corresponde a la Formación Mireles. Asimismo, llevaron a cabo análisis de carbono orgánico total (COT) que muestran un muy bajo contenido en la Formación Mireles (CEBALLOS y MOLINA 2002).

El geólogo **Jaime Reyes**[61] en **2003**, realiza un trabajo de mineralogía de arcillas de la secuencia metasedimentaria de El Baúl. Define procesos petrológicos que muestran una gradación, desde una diagénesis profunda en la Filita de Mireles, a un leve metamorfismo en la Cuarcita de Cañaote. En la unidad Riolita de La Segoviera describe cuerpos de riolita y traquita feldespática inter-estratificados con toba de ceniza muy fina (REYES 2003). Al igual que todos los autores previos, desde LIDDLE (1928), establece correlaciones litológicas, ambientales y diagenéticas entre los metasedimentos de El Barbasco y las formaciones Hato Viejo y Carrizal (REYES 2003).

El geólogo **Franco Urbani** en el **2004**, a través de la interpretación de un modelo digital de elevación de la misión SRTM, delimita un lineamiento de unos 480 km de longitud con rumbo N56ºO, que cruza los llanos venezolanos desde cerca de San Carlos, estado Cojedes, hasta cerca del río Caura, estado Bolívar (Fig. 31). Lo interpreta, como un fenómeno Cuaternario, que en su lado oriental levanta el aluvión de los llanos. Interpreta que se debe a la existencia

[61] Jaime Reyes Abril, Ingeniero Geólogo ULA. En 2003 era profesor de la Escuela de Ingeniería Geológica, Universidad de los Andes, Mérida.

de una o más fallas inversas ciegas (URBANI 2004). Esta estructura podría ser el límite nororiental del bloque de El Baúl.

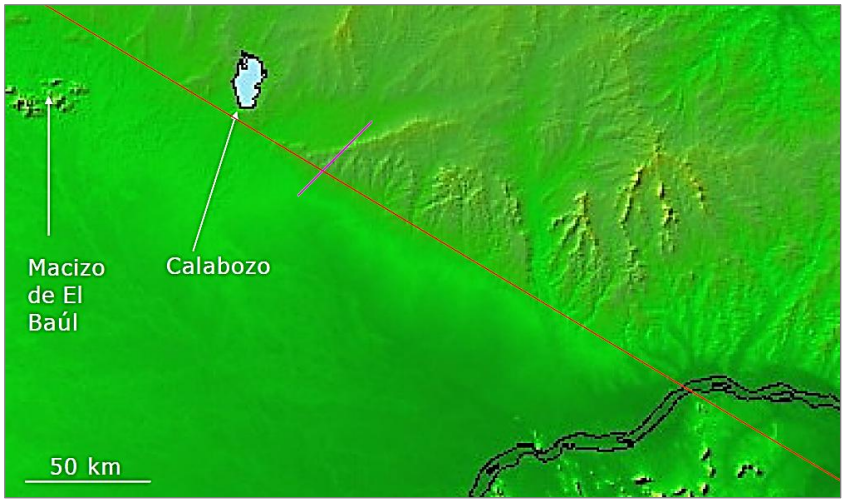


Figura 31*. Lineamiento de Calabozo (URBANI 2004).*

Los geólogos **Paul Hackley**, **Franco Urbani**, **Alex Karlsen** y **Christopher Garrity**, en **2005** publican un nuevo mapa geológico de Venezuela a escala 1:750k en plataforma SIG (HACKLEY *et al.* 2005, 2006). Para El Baúl no hay novedad, ya que utilizan la misma información previa de BELLIZZIA *et al.* (1976), pero actualizada con nomenclatura de unidades litodémicas (Fig. 32).

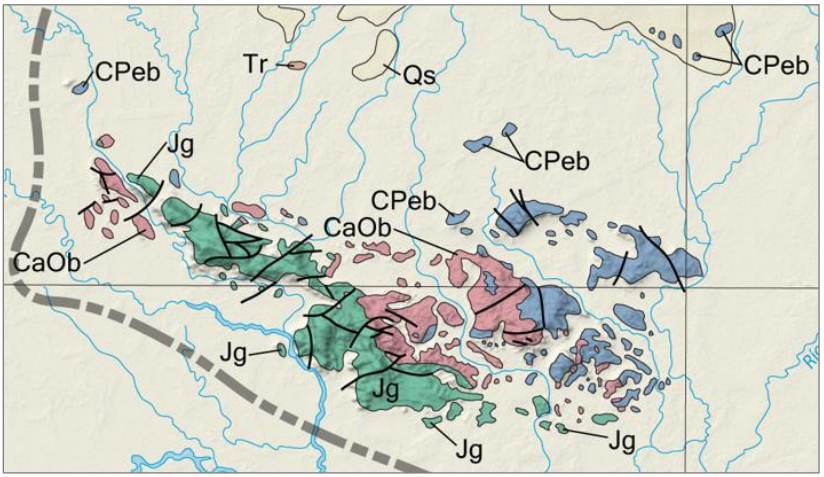


***Figura 32**. Fragmento correspondiente al macizo de El Baúl, del mapa geológico de HACKLEY* et al *(2004). Jg: Volcánicas, Guacamayas. CaOb: Metasedimentarias, El Barbasco. CPeb: Granitos, El Baúl.*

En **2006** el geólogo **Patxi Viscarret** inicia su tesis doctoral[62] ante la Universidad Central de Venezuela, la cual versa sobre estudios de campo, petrográficos, geoquímicos y geocronológicos de las rocas ígneas del macizo de El Baúl (Fig. 33A), también presenta la cartografía geológica en 11 mapas a escala 1:25k y uno general a 1:100k, donde la mayor parte de la información proviene del mapa previo de MARTÍN (1960) a escala 1:40k, actualizada especialmente en las zonas de rocas graníticas, que era el objetivo primario del trabajo. La disertación fue defendida y aprobada en 2009 (VISCARRET 2009).

A continuación, se resumen algunas características de las unidades aflorantes en el macizo de El Baúl (VISCARRET 2009) (Tabla 4):

[62] Tutor académico de la tesis fue el Dr. Franco Urbani.



***Figura 33A**. Trabajo en Hato Piñero: De derecha a izquierda Patxi Viscarret, Franco Urbani, empleado del Hato Piñero y Luis Camposano. 2004.*

Rocas plutónicas e hipoabisales

Granito Mogote. Aflora en la parte noreste del macizo, es rosado grisáceo porfídico a pegmatítico, con fenocristales de feldespato potásico de hasta 12 cm llegando a presentar textura rapakivi (Fig. 33B). Fue considerado como la parte externa del batolito por MARTÍN (1961), una explicación que no es posible con la información geocronológica actual, ya que Mogote es más viejo que Piñero y Mata Oscura. Corresponde a un monzogranito, peralumínico, alcalino-cálcico y tiene tendencias de granito tipo S poco diferenciado y poco evolucionado y tiene características geoquímicas similares a aquellos granitos sintectónicos de zonas de subducción, que provendrían mayormente de la fusión parcial de rocas metasedimentarias de la corteza media-superior, favorecida por cantidades de agua variable.



***Figura 33B**. Granito El Mogote.*

Granito Mata Oscura. Aflora en la parte central, es equigranular, de grano medio a grueso, de color salmón a gris verdoso y representa la unidad granítica de mayor extensión. Fue separado en dos subunidades: "Mata Oscura 1" es la mayoritaria y corresponde a un leucomonzo-granito biotítico. Es peralumínica a medianamente metalumínica, sub-alcalina a alcalina. "Mata Oscura 2" es minoritaria y corresponde un monzogranito biotítico hornbléndico, es levemente metalumínica, subalcalina a alcalina. Pudimos observar el contacto intrusivo con la Cuarcita de Cañaote. Además, MARTIN (1961) reporta un contacto intrusivo con el Granito Mogote en la zona del Hato Corralito (al cual nunca se nos permitió acceso).

Granito Piñero. Es un granito de grano fino a medio y de color rosado salmón. MARTÍN (1961) lo subdivide en dos subunidades, ambas corresponden a un leucosienogranito, pero una corresponde a un granito sin alteraciones hidrotermales, mientras que otra subunidad está muy alterada hidrotermalmente. Estas características son visibles en el campo. Geoquímicamente puede clasificarse como peralumínico a medianamente metalumínico, calco-alcalino a sub-alcalino. Posee contactos intrusivos con la Metapelita de Cerrajón.

Tanto el granito de Piñero como el de Mata Oscura, son del tipo I y más diferenciados y evolucionados que el Granito Mogote.

Otros cuerpos menores:

a) *Sienita de Ave María*: Aparece en cuerpos aislados y en contacto de falla con el Granito Mata Oscura. Presenta relaciones intrusivas con la Cuarcita de Cañaote. Geoquímicamente es peralumínica, alcalina, menos evolucionada que los granitos de Mata Oscura y Piñero.

b) *Diques de aplita*. Son intrusivos en los plutones de Mata Oscura y Piñero (Fig. 33C), en la Filita de Mireles y a la Asociación Metasedimentaria El Barbasco. Petrográficamente fueron clasificados como cuarzosienita y monzogranito. Hay abundantes vetas de cuarzo.



***Figura 33C**. Dique de aplita (derecha) en el Granito Piñero.*

c) *Diques hipoabisales*. Son intrusivos en los granitos de Mata Oscura y Piñero. Fueron clasificados como de diabasa hornbléndica y diorita hornbléndica – biotítica que geoquímicamente muestran enriquecimiento en hierro (tendencia toleítica).



***Figura 33D**. Dique de diabasa. Son difíciles de observar por el color de los afloramientos, a la derecha las líneas rojas resaltan el contacto abrupto.*

Rocas metasedimentarias

MARTÍN (1961) incluyó a todas las rocas metasedimentarias en su Grupo El Barbasco, integrado de base a tope por las formaciones Mireles, Cerrajón y Cañaote. Debido a las diferencias de metamorfismo, deformación y separación cartográfica, URBANI (2008) y VISCARRET (2009) separan a la Filita de Mireles del resto de las unidades del Grupo El Barbasco, a saber:

-La *Filita de Mireles* (FM) presenta trilobites deformados del Cámbrico-Ordovícico y ha sufrido un metamorfismo en la facies de la prenhita-pumpellyita a la facies del esquisto verde (clorita), presentando estructuras penetrativas, con plegamiento no muy frecuente, que en algunos casos llegan a ser isoclinales (Fig. 33E). Está cortada por diques de aplita.

-La *Asociación Metasedimentaria El Barbasco* (AMEB) no presenta fósiles y está subdividida en Metapelita de Cerrajón y Cuarcita de Cañaote. Los contactos entre las dos unidades son transicionales. Esta intrusionada por los granitos de Piñero y Mata Oscura y diques de aplita. En algunas localidades, las rocas volcánicas parecen haberse depositado sobre las rocas metasedimentarias y también hay algunos diques de riolita que la penetran. La AMEB ha sufrido un metamorfismo en facies pre-esquisto verde pero a diferencia de Mireles, no se han observado estructuras penetrativas. Por la diferencia en grado metamórfico y deformación, se interpreta que la AMEB es más joven que la FM.

MARTÍN (1961) indica la existencia de metamorfismo de contacto en las rocas de la AMEB, producido por las intrusiones graníticas. Las asociaciones mineralógicas que señala la autora para este tipo de metamorfismo no han sido confirmadas por autores posteriores (REYES 2008, VISCARRET 2009). Esto puede explicarse tanto por la escasez de afloramientos y la fuerte meteorización, como también porque los trabajos de campo de los últimos autores, han sido de corta duración comparados con la larga y minuciosa campaña de campo de casi cuatro meses por MARTÍN (1961). Este aspecto petrológico es muy relevante y se recomienda retomar en el futuro.

Rocas volcánicas

Este tipo de rocas están separadas en dos asociaciones: La Asociación Riolítica Teresén constituida por las unidades de riolita de Corcovado, Tirado y La Bandola (Fig. 33F), mientras que la Asociación Latítica El Peñón se divide en Cuarzo-Latita de El Oso y Riolita de La Segoviera. Los contactos de las volcánicas con las metasedimentarias y graníticas son principalmente de falla.

***Tabla 4**. Esquema de unidades geológicas de El Baúl.*

MARTÍN (1961)	MARTÍN (1989)[6]	VISCARRET (2009) ([4])
1- Rocas metasedimentario		
Grupo El Barbasco	Grupo El Barbasco	**Asoc. Metasedimentaria El Barbasco**
Formación Cañaote	Formación Cañaote	Cuarcita de **Cañaote**
Seudo-gneis Cayetano	Seudo-gneis de **Cayetano** ([5])	Metaconglomerado de **Cayetano**
Formación Cerrajón	Formación Cerrajón	Metapelita de **Cerrajón**
Miembro Jobito	Miembro Jobito	Metalimolita de **Jobito**
Formación **Mireles** ([1])	Formación Mireles	**Filita de Mireles**
2- Rocas volcánicas		
Grupo Volcánico de **Guacamayas** ([3])	Grupo Volcánico de Guacamayas	**Súper-Asociación Guacamayas**
Asociación Latita Cuarcífera	Formación latita cuarcífera El Peñón	**Asociación Latítica El Peñón**
Latita cuarcífera de El Oso	Miembro El Oso	Latita de **El Oso**
Riolita latítica de La Segoviera	Miembro La Segoviera	Riolita de **La Segoviera**
Asociación Riolítica	Formación Riolítica Teresén	**Asociación Riolítica Teresén**
Riolita Valle Hondo	Miembro La Bandola	Riolita de **La Bandola**
Riolita de Casupal	Miembro Tirado	Riolita de **Tirado**
Riolita El Corcovado	Miembro El Corcovado	Riolita de **El Corcovado**
3- Rocas plutónicas / hipoabisales		
Intrusiones tardías máficas	Intrusiones tardías máficas	**Intrusiones tardías máficas** (diabasa y diorita)
Granito Alcalino de El Baúl	Granito Alcalino de El Baúl	Asociación Granítica **El Baúl**
Intrusiones tardías félsicas	Intrusiones tardías félsicas	Intrusiones tardías Félsicas (aplita)
Sienita (Ave María)	Sienita (Ave María)	Sienita de **Ave María**
Facies **Mata Oscura** ([2])	Facies Mata Oscura	Granito **Mata Oscura**
Facies **Piñero** ([2])	Facies Piñero	Granito **Piñero**
Facies **Mogote** ([2])	Facies Mogote	Granito **Mogote**

([1]) ROD (1955). ([2]) LEUZINGER (1953). ([3]) BLACK (1956). ([4]) Nomenclatura de VISCARRET (2009) con reinterpretaciones posteriores. ([5]) El "seudo-gneis de Cayetano" es un metaconglomerado no cartografiable a escala 1:25k, por ello queda invalidado, pero es de interés por haberse interpretado como un "Complejo basal (Gneis), Precámbrico" por LEUZINGER (1953). ([6]) En el *LEV* 1997, la referencia de "MARTÍN (1989)", aparece citada por P. Motiscka como "*Martín Bellizzia, C., 1989. ??????*". Los autores

(PV, FUP) no han ubicado esta fuente, que cambia los nombres de Valle Hondo por La Bandola y, Casupal por Tirado, ya que los primeros quedarían invalidados por sinonimia.



Figura 33E. *Metarenisca muy diaclasada y deformada. Cerro Mireles. Unidad: Filita de Mireles.*

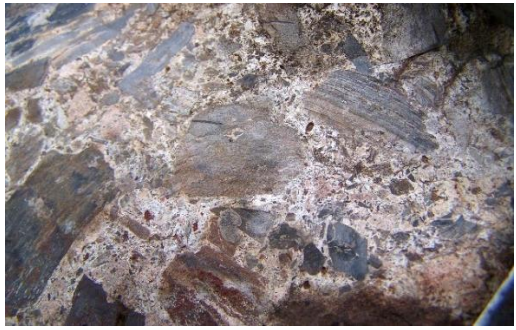


Figura 33F. *Brecha en la Riolita de La Bandola. Cerro Ave María. Ancho: 12 cm*

Nueva geocronología

VISCARRET (2009) obtiene cinco edades U-Pb SHRIMP-RG en cristales de zircón, que permiten colocar a las unidades del macizo en un nuevo marco de eventos orogénicos (Tabla 5).

***Tabla 5**. Comparación de las edades del macizo de El Baúl por varios autores.*

Unidad geológica	**Método**	**Autores**	**Edad previa**	**Edad (Ma) por Viscarret (U-Th o interpretada)**
-Riolita **La Segoviera**	K-Ar	MAC-DONALD y OPDIKE (1974)	192±3,8 Ma 195±3,9 Ma (Jurásico Temprano)	**283,3±2,5 Ma** (Pérmico Temprano)
-Riolita **El Corcovado**	-	MARTÍN (1961)	Triásico-Jurásico	**286,4±2,8 Ma** (Pérmico Temprano)
-Granito **Piñero**				289±2,9 Ma
-Granito **Mata Oscura** 1	Interpre-tado	ANÓNIMO (1997)	Carbonífero-Pérmico	**294,1±3,1 Ma** (Pérmico Temprano)
El Barbasco (Cerrajón y Cañaote)	Interpre-tado	MARTÍN (1961)	Cámbrico Tardío al Ordovícico ?	post-Ordovícico a pre-Pérmico Temprano
Filita Mireles	Paleon-tología	MARTÍN (1961)	Cámbrico-Ordovícico	Cámbrico-Ordovícico
Granito **Mogote**	K/Ar Rb/Sr	FEO-CODECIDO (1963)	270±10 Ma 287±10 Ma (Pérmico Temprano)	**493,8±5,2 Ma** (Cámbrico Tardío)

Con los nuevos resultados se interpreta la siguiente historia geológica para el macizo de El Baúl:

- En el Cámbrico Tardío durante el ciclo orogénico Tacónico, ocurre un primer evento magmático granítico (Granito Mogote). La roca caja de la intrusión pudo haber sido una combinación de rocas ígneas y/o (meta)sedimentarias neoproterozoicas del sistema pericratónico del borde noroeste de Gondwana. Dado que en el subsuelo del oriente del país ocurren las formaciones Hato Viejo y Carrizal del Cámbrico Temprano, rocas equivalentes a éstas, potencialmente pueden haber sido afectadas por el evento magmático.

- En tiempos Cámbrico-Ordovícico se deposita el protolito pelítico de la FM, probablemente en un ambiente intra-arco con basamento continental, seguido de una fase metamórfica de bajo grado de edad pre-Pérmico.

- Probablemente entre el Ordovícico y el Pérmico (pero no se descartan edades pre-ordovícicas) se deposita el protolito de la AMEB. No obstante que se desconocen las relaciones espaciales paleozoicas entre la AMEB y la FM, se presume que se hayan formado en espacio-tiempo diferentes, yuxtaponiéndose en un evento tectónico pre-Pérmico por emplazamiento de napas.

- Para el Pérmico Temprano ocurre un segundo evento magmático félsico (plutónico-volcánico), con cristalización en la mesozona de las rocas graníticas de Piñero y Mata Oscura, mientras que en condiciones hipoabisales y superficiales fue emplazada lava riolítica y latítica. Este evento ocurre al final de la orogénesis Apalachiana, probablemente en el margen activo del norte de Gondwana.

-Las relaciones de campo indican que tanto las rocas graníticas como las volcánicas de este ciclo, intrusionaron a las rocas sedimentarias de la AMEB. Las intrusiones tardías de aplita formadas al final de este segundo ciclo granítico, intrusionan también a los granitos de Mata Oscura y Piñero, a las volcánicas y a las metasedimentarias (FM y AMEB), lo cual implica que para el Pérmico Temprano todas estas unidades mantenían una relación espacial cercana a la actual.

- Los pequeños diques de diabasa y diorita que cortan a los granitos de Mata Oscura y Piñero no han sido datados, pero por su características se puede especular que se hayan formado durante los procesos de rifting del Jurásico (e.g.: OSTOS *et al.* 2005).

El resumen, las nuevas edades obtenidas (Fig. 33, Tabla 6) confirman que el macizo de El Baúl forma parte del cinturón Paleozoico periférico al Escudo de Guayana. Sus características geológicas muestran gran afinidad litológica y geocronológica con rocas de los Andes de Mérida, pero no con el granitoide de Paraguaná (El Amparo).

Por las características del macizo de El Baúl y su condición de basamento de las cuencas sedimentarias adyacentes, no corresponde al concepto de "arco" que se extienda desde el escudo de Guayana hasta Paraguaná, como fue interpretado por varios autores; por el contrario, solo debe considerarse como un alto, el "Alto de El Baúl", cuya continuación hacia el noroeste queda truncada por la Falla de Guarumen.

La exploración petrolera en las regiones adyacentes al macizo de El Baúl no ha resultado en el descubrimiento de yacimientos petrolíferos. Los estudios de prospección de U, han mostrado que algunas unidades graníticas tienen valores relativamente altos, pero no representan una mena explotable económicamente; la prospección pudiera continuarse hacia las unidades sedimentarias adyacentes al macizo.

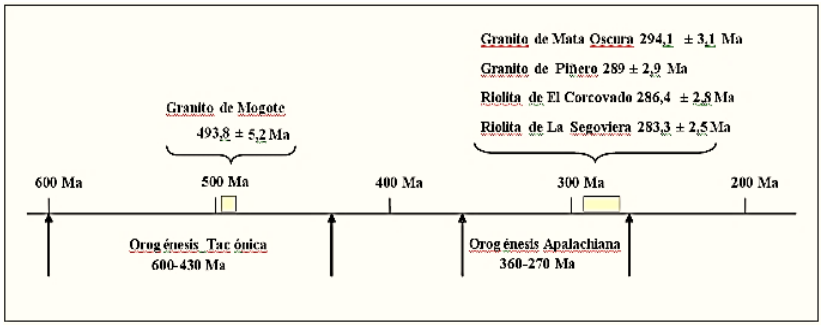


***Figura 34**. Nuevas edades de las unidades de rocas volcánicas y graníticas en referencia a los ciclos orogénicos.*

***Tabla 6**. Esquema simplificado de unidades geológicas de El Baúl.*

Unidades de origen sedimentario
Cuaternario
Aluvión
Ladera rampa
Asociación Metasedimentaria Barbasco
Cuarcita de Cañaote
Metapelita de Cerrajón
Metalimolita de Jobito
Filita de Mireles (Cámbrico)
Unidades volcánicas (Pérmico Tardío)
Super Asociación Guacamayas
Asociación Latítica El Peñón
Latita de El Oso
Riolita de La Segoviera
Asociación Riolítica Teresén
Riolita de La Bandola
Riolita de Tirado
Riolita de El Corcovado
Unidades plutónicas e hipoabisales
Diques de diabasa y diorita (Jurásico?)
Asociación Granítica El Baúl (Pérmico Tardío)
Diques de aplita
Sienita de Ave María
Granito de Piñero
Granito de Mata Oscura
Granito de Mogote (Cámbrico Tardío)

En BAQUERO (2017: 38) se presenta un mapa de anomalía gravimétrica satelital para la región del Graben de Espino (Fig. 34ª), donde a 1,8 km de profundidad ha sido fechado un basalto (K-Ar, roca total) de 162±8 Ma: "*Cabe destacar que en el Graben de Espino, este adelgazamiento cortical Jurásico es inferido por la presencia de una zona que presenta anomalías gravimétricas positivas comprendidas entre 57 y 1 mGal, en la que destaca la expresión gravitacional del Alto de El Baúl*" (BAQUERO

2017 37). Se interpreta que los diques máficos que cruzan unidades de El Baúl sean jurásicos, formados en la etapa de actividad del Graben de Espino.

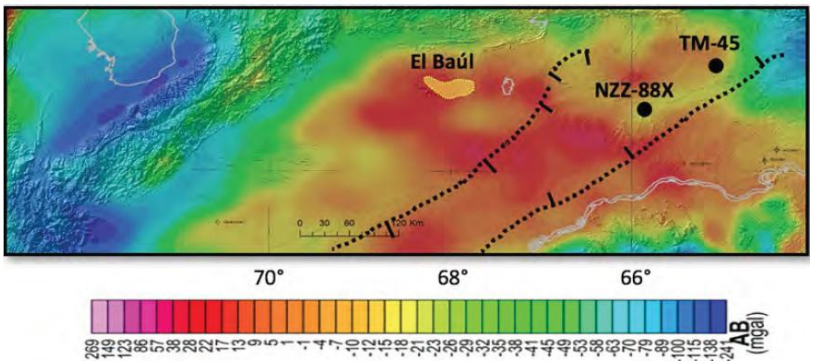


***Figura 34a**. Fragmento del "mapa de anomalía gravimétrica satelital de Venezuela en la región del Graben de Espino (modificado de García (2009) y Orihuela* et al. *(2012)" (BAQUERO 2017: 38).*

La disertación doctoral de **Patxi Viscarret** de **2009**, incluye 11 hojas geológicas a escala 1:25k y un mapa síntesis a escala 1:100k. Esta edición contó con el apoyo en el software ArcGIS de los ingenieros geólogos **Enzo Caraballo** y **Alí Ricardo Gómez** (Fig. 35). En **2013** como parte del proyecto UCV-FUNVISIS de actualización de los mapas geológicos de las regiones de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela, con la base de los mapas de la tesis doctoral de Patxi Viscarret, se preparó una nueva edición de los mapas con la asistencia del ingeniero geólogo **Raúl Coello** (Fig. 35), actualizando la nomenclatura y siglas de las unidades según normas internacionales, además, la anterior unidad "Qal", fue sustituida por 27 unidades cuaternarios tomadas de los mapas de Inventario de Tierras - MARNR, 1979 (Fig. 37).





Enzo Caraballo *Alí Ricardo Gómez* *Raúl Ricardo Coello*

***Figura 35**. Geólogos.*[63]

Información adicional sobre la geología del Macizo de El Baúl, pueden consultarse en el Capítulo 4 de esta obra.

A continuación, se presentan versiones simplificadas de las hojas geológicas a escala 1:25k, tomados de la edición 2013 a escala 1:100k (Fig. 36).

[63] Fotografías tomadas de los perfiles de Researchgate y Linkein.

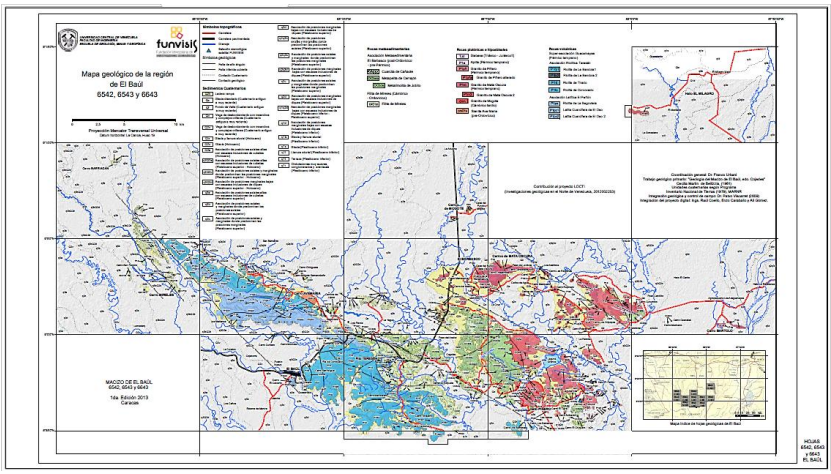


***Figura 36**. Mapa geológico del macizo de El Baúl, estado Cojedes. Escala original 1:100k, como síntesis de 11 hojas a escala 1:25k. Edición 2013.*

Coordinación general: Dr. Franco Urbani
Trabajo geológico primario: "Geología del Macizo de El Baúl, edo. Cojedes"
Cecilia Martin de Bellizzia, (1961)
Integración geológica y control de campo: Dr. Patxo Viscarret (2009)
Integración del proyecto digital: Ings. Raúl Coello, Enzo Caraballo y Alí Gómez.
Unidades cuaternarias según Programa
Inventario Nacional de Tierras (1979), MARNR

Rocas metasedimentarias

Asociación Metasedimentaria El Barbasco (post-Ordovícico - pre-Pérmico)

OCbp Cuarcita de Cañaote

OCbce Metapelita de Cerrajón

OCbcej Metalimolita de Jobito

Filita de Mireles (Cámbrico - Ordovícico)

ЄOm Filita de Mireles

Rocas plutónicas e hipoabisales

TJd Diabasa (Triásico - Jurásico?)

P1a Aplita (Pérmico temprano)

P1pñ Granito de Piñero (Pérmico temprano)

P1pña Granito de Piñero alterado

P1m Granito de Mata Oscura (Pérmico temprano)

P1m2 Granito de Mata Oscura 2

Є4m Granito de Mogote (Cámbrico tardío)

preO1s Sienita Ave Maria (pre-Ordovícico)

Rocas volcánicas

Super-asociación Guacamayas (Pérmico temprano)

Asociación Riolítica Teresén

P1tb1 Riolita de La Bandola1

P1tb2 Riolita de La Bandola 2

P1tt Riolita de Tirado

P1tc Riolita de Corcovado

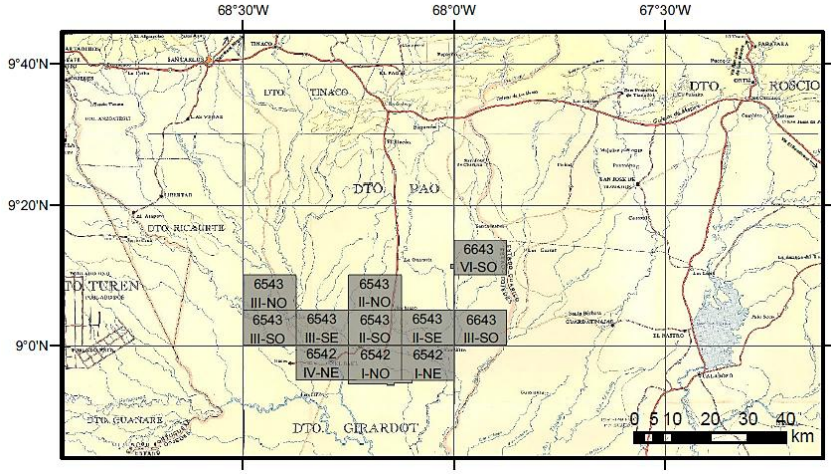
Asociación Latítica El Peñón

P1ps Riolita de La Segoviera

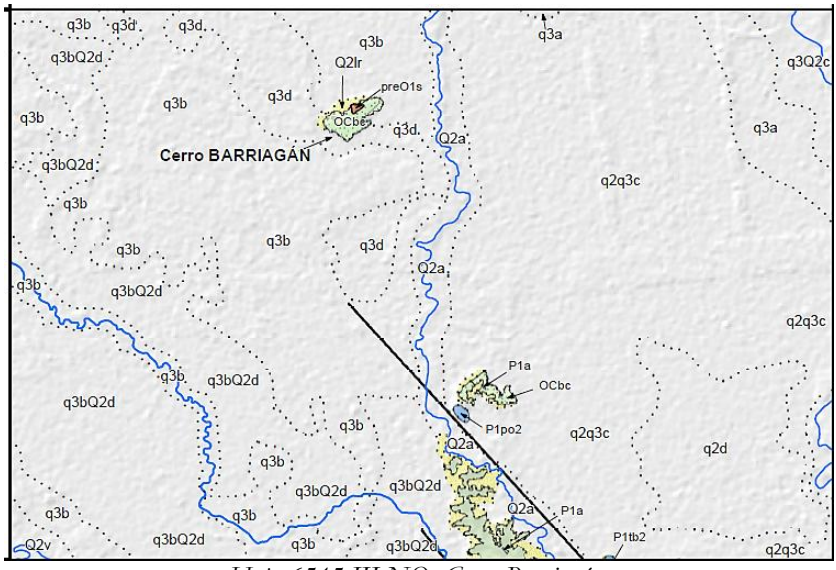
P1po1 Latita Cuarcífera de El Oso

P1po2 Latita Cuarcífera de El Oso 2

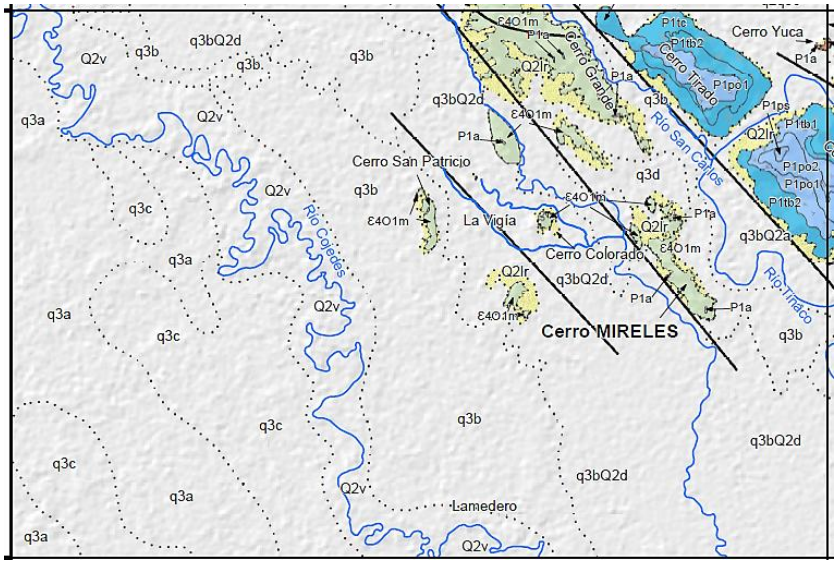
Leyenda de los mapas geológicos a escala 1:25k.



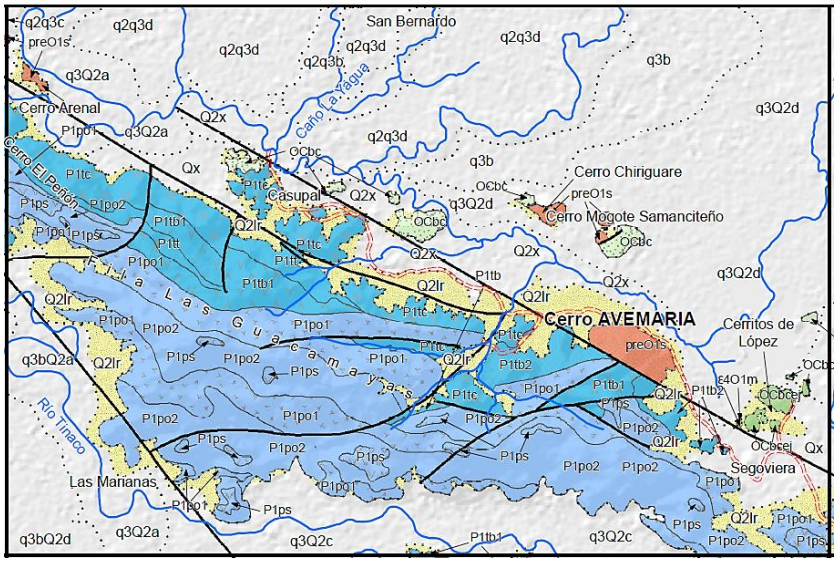
Mapa índice de las hojas a escala 1:25k.



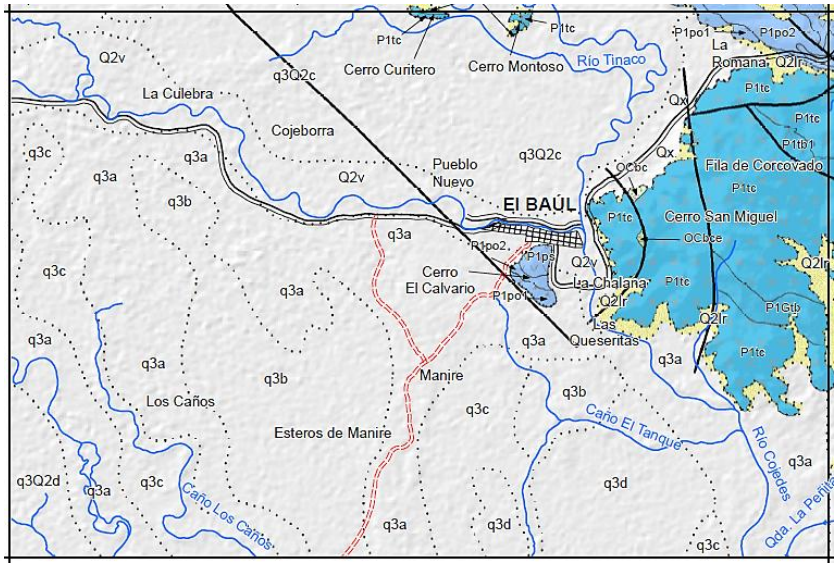
Hoja 6545-III-NO. Cerro Barriagán.



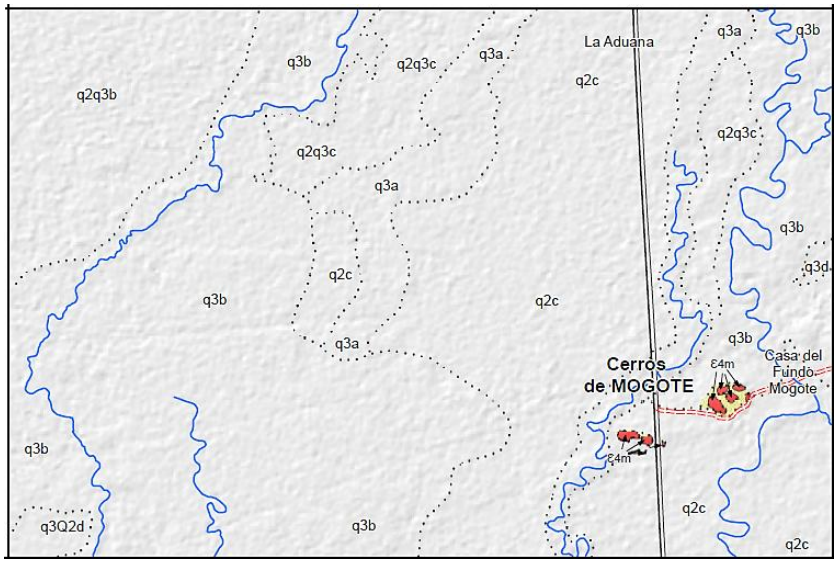
Hoja 6543-III-SO. Cerro Mireles.



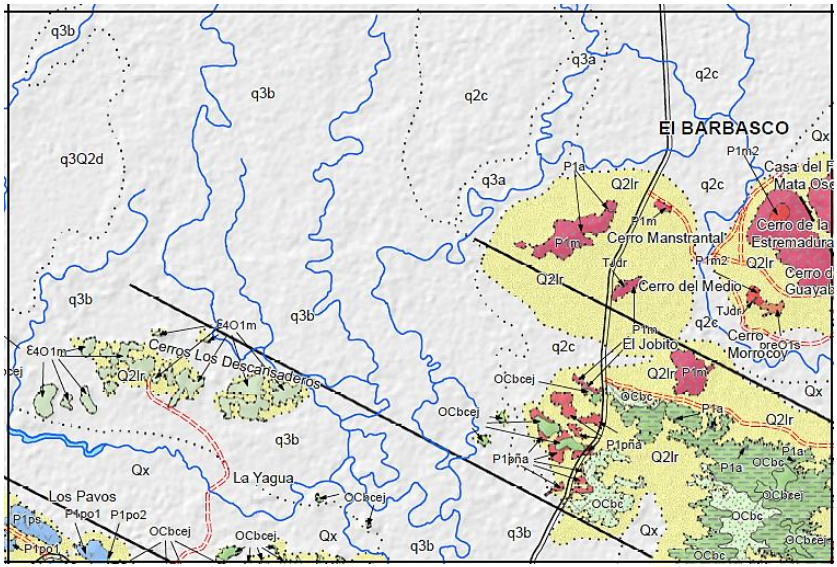
Hoja 6543-III-SE. Cerro Ave María.



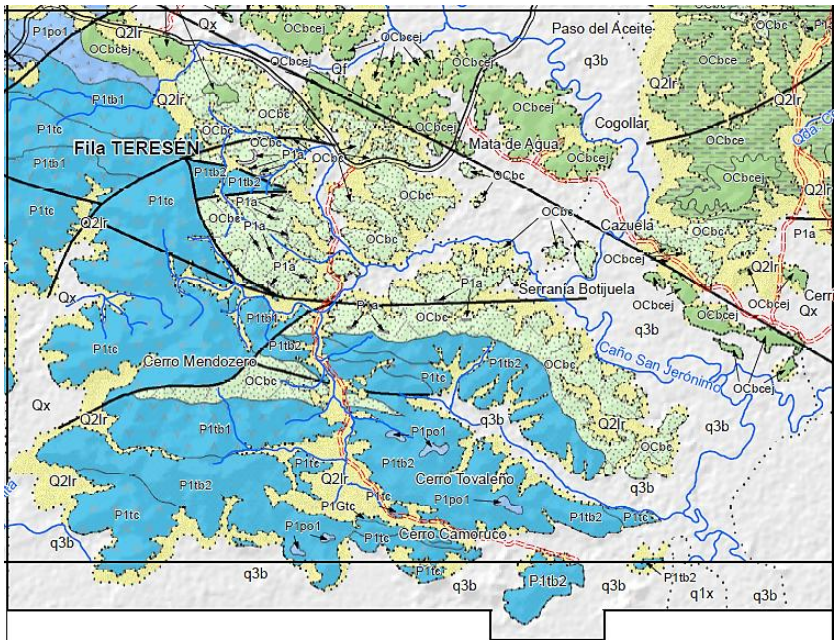
Hoja 6542-IV-NE. El Baúl.



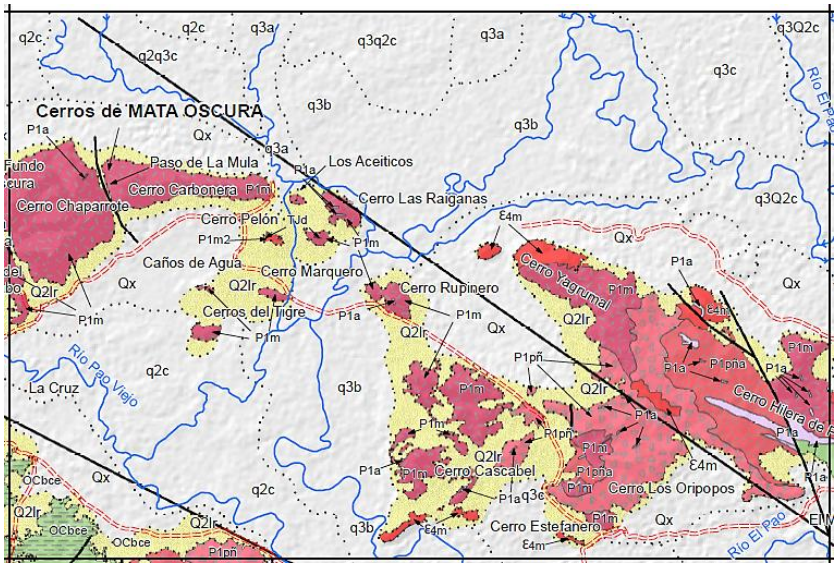
Hoja 6543-II-NO. Mogote.



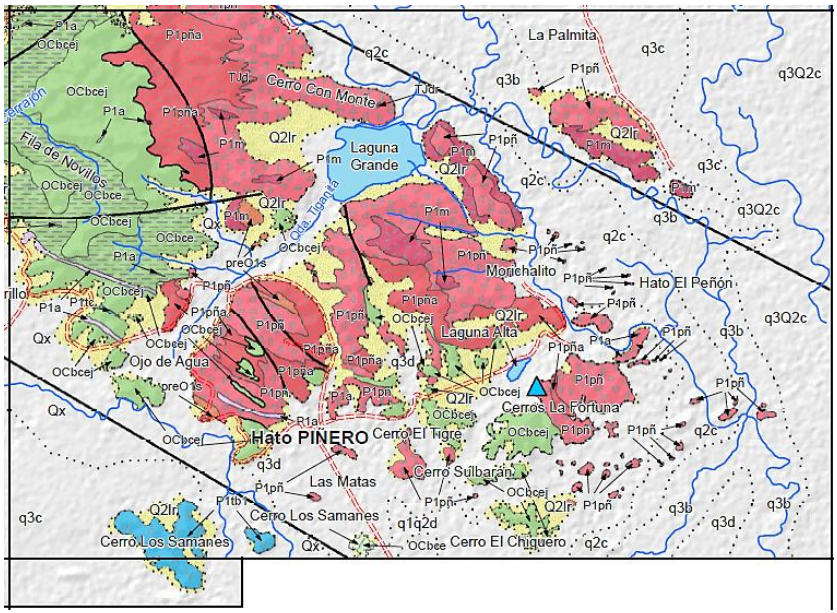
Hoja 6543-II-SO. El Barbasco.



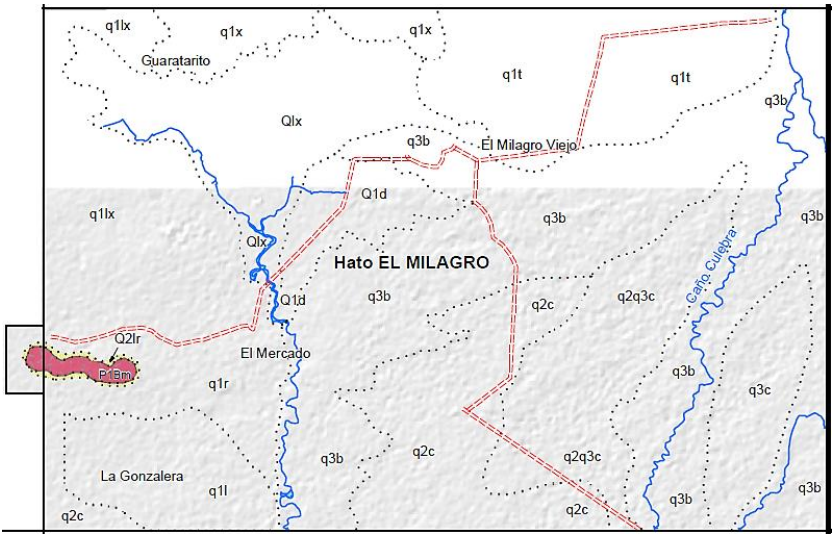
Hoja 6542-I-NO. Teresén.



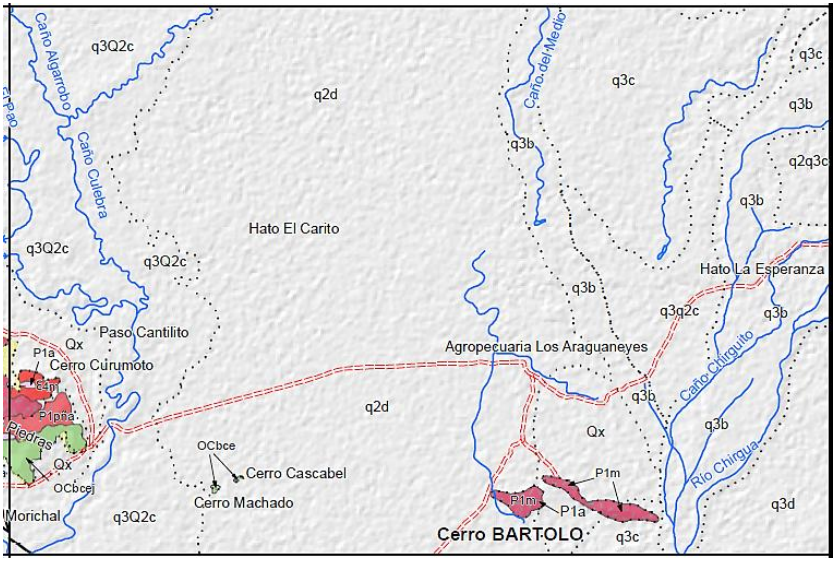
Hoja 6543-II-SE. Mata Oscura.



Hoja 6542-I-NE. Hato Piñero.



Hoja 6643-VI-SO. El Milagro.



Hoja 6343-III-SO. Cerro Bartolo.

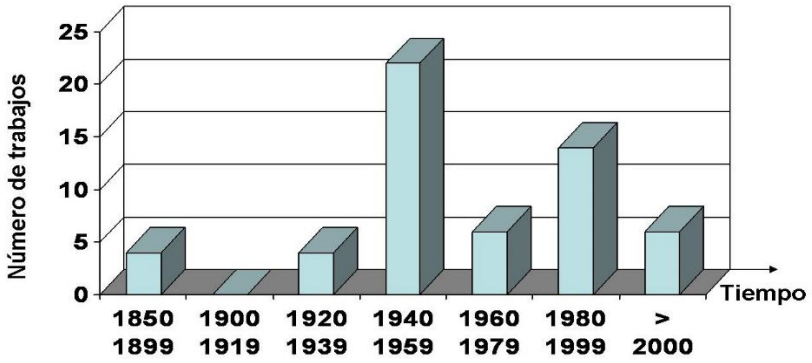


Figura 34*. Distribución cronológica de los trabajos publicados o inéditos que consideran al macizo El Baúl, desde 1858 hasta el presente. El pico de la década de los años 1940-1959 corresponde a la gran actividad exploratoria de las empresas petroleras y, aquella de los años 1980-1999 a la etapa de exploraciones de Uranio.*

5. AGRADECIMIENTOS

El autor principal (PV) agradece a la Universidad de Los Andes, Mérida y a su Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (Proyecto I-959-06-02-B), por haber financiado el proyecto de estudios geológicos del Macizo de El Baúl. A los propietarios y personal de Hato Pinero, Hato Mata Oscura quienes permitieron el acceso a sus terrenos, zonas claves para el levantamiento de campo. A mi amigo Profesor Ángel Andara y demás consejeros del Consejo de la Facultad de Ingeniería de abril 2009, quienes me respaldaron para poder concluir satisfactoriamente el proyecto. Al profesor James Wright de la Universidad de Georgia, USA, por haberme incorporado en el curso de geología isotópica, además de haberme guiado en el proceso de separación de los cristales de zircón y, sus respectivas dataciones en la Universidad de Stanford. Al programa Ecos Nord ULA y UCV, con el cual pude entrenarme en la interpretación de imágenes satelitales (Universidad de Pau, Francia), así como en el estudio de huella de fisión en apatitos (Universidad de Grenoble, Francia). Este trabajo es una contribución parcial del proyecto GEODINOS

(UCV-FUNVISIS-FONACIT G-200200478). Se agradece al Dr. Daniel Burkhard del archivo de la Universidad de Berna por la imagen de la entrada de su graduación de doctorado en 1936.

6. LITERATURA CITADA

ANÓNIMO. 1957. *Note on geochemical analysis of rock samples from the southern Andean foothills and the El Baúl area*. Creole Petroleum Corporation. Informe EPC-9264.

ANÓNIMO. 1997. Facies Piñero. Facies Mata Oscura. En: W. SCHERER (Ed.), *Código Geológico de las Cuenca Petrolíferas de Venezuela*. http://www.pdvsa.com/lexico.

AUDEMARD Felipe. 1991. *Tectonics of Western Venezuela*. Rice University. Houston, Tesis doctoral.

https://repository.rice.edu/items/d7e929be-28e8-435c-82ec-9b6c8f9ae433

BARITTO Iván. 2025. Cornelie Marguerite Bramine Caudri (1904-1991): The Caribbean's Micropaleontologist. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, https://acading.org.ve/boletin-de-la-anih/.

BARTOK P. 1993. Pre-breakup geology of the Gulf of Mexico-Caribbean: Its relation to Triassic and Jurassic rift systems of the region. *Tectonics* 12(2): 441-459.

BARTOK P. 2003. The peripheral bulge of the Interior Range of the Eastern Venezuela Basin and its impact on oil accumulation. En: C. BARTOLINI, R. T. BUFFLER y J. BLICKWEDE, eds., The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics. *AAPG Memoir* 79: 925-936.

BELLIZZIA A., N. PIMENTEL y R. BAJO. 1976. *Mapa geológico-estructural de Venezuela*. Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, División de Exploraciones Geológicas / FONINVES. Escala 1:500.000.

BENEDETTO J. L. y E. RAMÍREZ PUIG. 1982. La secuencia sedimentaria Precámbrico-Paleozoico inferior pericratónica del extremo norte de Sudamérica y sus relaciones con las cuencas del norte de África. *Actas Quinto Congreso Latinoamericano de Geología*, Argentina, 2: 411-425.

BLACK J. R. 1956. *Mapa F-6, geología de superficie*. Creole Petroleum Corporation. Informe 4200 11-6. Escala 1:100.000. http://saber.ucv.ve/handle/10872/8733

BLACK J. R. y J. H. PANTIN. 1956. *Geology and correlation of the paleozoic of the El Baul Hills, Edo. Cojedes*. Creole Petroleum Co. Informe EPL-04095.

BLIN B. 1989. *Contribution à l´étude géologique de la frontière sud de la plaque caraïbe: Le front de la chaîne caraïbe vénézuélienne entre la Serranía de Portuguesa et la région de Tiznados (surface et subsurface). Apport des données paléomagnétiques. Interprétation géodynamique*. Univ. Bretagne Occidentale, Brest, Francia. Tesis doctoral, 389 p. Reimpreso en: *Geos*, UCV, 41, 2011.

BLIN B., E. CABRERA y J.-F. STEPHAN. 1989. Evolución geológica Oligoceno-reciente de la cuenca de Guarumen. *Memoria VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1989. S.V.G., 2: 663-672.

BONINI W. 1984. Magnetic Provinces in western Venezuela. *Geological Society of America. Memoir* 162: 161-173.

BUCHER W. H. 1949. Tectónica de Venezuela. *Boletín de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 1(1): 155-176.

BUCHER W. H. 1950. *Mapa geológico-tectónico de los Estados Unidos de Venezuela*. Caracas: Ministerio de Fomento / Servicio Técnico de Minería y Geología. Mapa escala 1:1.000.000. http://simurg.csic.es/view/990009198500204201/

BUCHER, W. H. 1952. Geologic structure and orogen history of Venezuela. *Geological Society of America, Memoir* 49.

CABRERA E. 1985. *El Paleozoico en los llanos venezolanos*. Reunión de Expertos de la Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe.

CASE J. E. y T. L. HOLCOMBE. 1986. *Geologic-tectonic map of the Caribbean region*. U.S. Geological Survey, Mapa escala 1:2,5M.

CEBALLOS E. y M. MOLINA. 2002. *Estudio geológico de la Formación Mireles, Grupo El Barbasco, área El Baúl, estado Cojedes*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Geológica. Trabajo Especial de Grado. Reproducido en: *Geos*, UCV, Caracas, 40(2009): 62-63 + 181 p. en carpeta 31del DVD, 2010.

CIEN - COMITÉ INTERFILIALES DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA. 1997. *Léxico Estratigráfico Electrónico de Venezuela*. www.pdvsa.com/lexico, consulta enero 2010.

CORPOCENTRO - CORPORACIÓN DE DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRAL. 1995. *Ubicación y caracterización de posibles yacimientos comerciales de feldespato zona de Mata Oscura, municipio El Pao, estado Cojedes*. Valencia: CORPOCENTRO, Informe preparado para el Ministerio de Energía y Minas, concesión minera "Baúl I". Informe IND-3645,95.

CPC - CREOLE PETROLEUM CORPORATION. 1959. *Geological interpretation of the El Baul-Apure magnetometer survey*. Informe EPL-00617. [En consorcio con Mene Grande Oil Co., Venezuela Atlantic Refining Co., Pan Venezuelan Oil Co., Richmond Exploration Co., Socony Mobil Oil Co. of Venezuela. Venezuelan Sun Oil Co.].

CPC - CREOLE PETROLEUM CORPORATION. 1963. *Mapa E-6. Geología de superficie* Caracas. Escala 1:100.000.

DALLMUS K. F. y F. A. SUTTON. 1938. *Preliminary report geological field work in western Guárico*. Caracas: Creole Petroleum Co. Informe EPC-9609.

DÁVILA M. 1984. *Geoquímica del U en la zona granítica del macizo de El Baúl, estado Cojedes*. UCV. Instituto de Geoquímica. Trabajo Esp. de Grado.

DUCLOZ Ch. 1947. *Geological report El Baúl massif, Cojedes, Venezuela*. Caracas: Texas Petroleum Company. Informe PLC-000734,47.

ENGLEMAN R. 1935. Geology of Venezuelan Andes. *AAPG Bull.* 19(6): 769-792.

ESCALONA N. 1977. Formaciones propicias para la exploración de U en la región de los llanos y en la región oriental de Venezuela. *Memoria V Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 3: 1023-1038.

FEO-CODECIDO G. 1954a. *Notas petrológicas sobre formaciones que afloran en la región de El Baúl, estado Cojedes*. Caracas: Mene Grande Oil Company. Informe EPC-9605.

FEO-CODECIDO G. 1954b. Notas petrológicas sobre formaciones que afloran en la región de El Baúl, estado Cojedes. *Boletín de Geología*, Caracas, 3(8): 109-121.

FEO-CODECIDO G. 1959. *Observaciones radiométricas preliminares en la región del El Baúl, Estado Cojedes*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. Informe EPC-1411.18.

FEO-CODECIDO G. 1961. Observaciones radiométricas preliminares en la región de El Baúl, estado Cojedes. *Memoria III Congreso Geológico Venezolano. Boletín de Geología. Publicación Especial 3*, 4: 1681-1697.

FEO-CODECIDO G. 1963. Notes to accompany the Venezuelan contribution to the addition of a World Geological map scale 1:5.000.000. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 6(10): 290-307.

FEO-CODECIDO G., F. SMITH, N. ABOUD y E. DI GIACOMO. 1984. Basament and Paleozoic rocks of the Venezuelan llanos basins. *Geological Society of America Memoir* 162: 175-187.

FRANCKEN C. y R. LAKEMAN. 1954. *Geological and petrological report on the El Baul massif*. Caracas. Informe PLC EP-1256.

FREDERICKSON E. A. 1958. LOWER TREMADOCIAN TRILOBITES FROM VENEZUELA. *Journal of Paleontology*, 32(3): 541-543.

GONZÁLEZ DE JUANA C., J. M. ITURRALDE DE AROZENA y C. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Ed. Foninves, Caracas 3: 911. *En Bol. Historia de las Geociencias en Venezuela*, 135: 125-1213, 2020.

HACKLEY C., F. URBANI, A. W. KARLSEN y C. P. GARRITY. 2005. Geologic Shaded Relief Map of Venezuela. *U.S. Geological Survey, Open File Report 2005-1038*. htpp://pubs.usgs.gov/of/2005/1038

HACKLEY C., F. URBANI, A. W. KARLSEN y C. P. GARRITY. 2006. Mapa Geológico de Venezuela a Escala 1:750.000. *U.S. Geological Survey, Open File Report 2006-1109*. http://pubs.usgs.gov/of/2006/1109/

HTESC - HUNTING TECHNICAL AND EXPLORATION SERVICES LIMITED. 1958. *Aeromagnetic interpretation El Baul-Apure area, Venezuela*: Venezuelan Atlantic Refining Co., Creole Petroleum Co., Socony Mobil Oil Co. of Venezuela, Richmond Exploration Co., Hunting Technical and Exploration Services Limited. Caracas: Informe PLC 000855,58.

JOHNSON G. D. 1950. *Photogeological report, Cojedes*. Caracas: Creole Petroleum Corporation.

KAMEN KAYE M. 1956. Slides and hinge lines in central Venezuela. *AAPG Bull.* 40(5): 1024-1028.

KARSTEN H. 1858. Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Equador. Viena: *Amtlicher Beritcht 32nd versammlung Deutscher Naturfoscher und Ärzte zu wien im September 1856*, p. 80-117.

KARSTEN H. 1886. *Géologie de l`ancienne Colombie bolivarienne, Venezuela. Nouvelle-Grénade et Ecuador*. Berlín. Traducción al español de las p. 7-22 en "Idea general de la geología de Venezuela" con notas de *A. ERNST*,

Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas (Caracas), 2(13):51-56, 2(14):110-112, 2(15):156-159, 2(17):270-272, 2(18):324-328, 1912. Nueva traducción al español por Armando Espinosa Baquero. https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/98

KISER G. y I. BASS. 1985. La reorientación del arco de El Baúl y su importancia económica. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano*. Caracas, 6: 5122-5135.

KOBAYASKI T. 1937. Cambro-Ordovician shelly faunas of South America. *Tokio Univ*., *Fac. Sci., Jour. 2*(4): 369-514.

LAFOREST R. 1955. *Mapa geológico de la República de Venezuela.* Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología. Escala 1:1.000.000. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/8717/1/0502.jpg

LEONZI L. 1984. *Prospección geoquímica de U en la región de El Baúl, estado Cojedes*. UCV. Instituto de Geoquímica. Trabajo Especial de Grado.

LESNIAK S. W. 1930. *Geological report of state of Cojedes and portions of the states of Portuguesa, Zamora, Apure and Guárico Venezuela*. Maracaibo: Lago Petroleum Corporation. Informe EP -24222.

LEUZINGER P. 1953. *Geological report on the El Baul area, District of Girardot, state of Cojedes. Appendix by G. Feo C.* Caracas: Mene Grande Oil Co., Informe 000821,53.

LIDDLE R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. Fort Worth: J. P. Mac Gowan.

LIDDLE R. A. 1946. *The geology of Venezuela and Trinidad* (2da edición). USA, Ithaca: Paleon. Res. Inst.

LOUREIRO D., J. MORA y M. OSTOS. 1993. Pre-Mesozoic rectangular network of crustal discontinuities: One of the main controlling factors of the tectonic evolution of Northern south America (Resumen). *AAPG Bull.* 77(2): 327.

MACDONALD W. D. y N. D. OPDIKE. 1974. Triassic paleomagnetism of Northern South America. *AAPG Bull.* 58(2): 208-215.

MARTÍN DE BELLIZZIA C. 1961. Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes. *Memoria III Congreso Geológico Venezolano*. Noviembre 1959, *Boletín de Geología. Publicación Especial* 3(4): 1463-1530.

MARTÍN DE BELLIZZIA C. 1968. Edades isotópicas de rocas venezolanas. *Boletín de Geología*, 9(19): 356-380.

MARTÍN DE BELLIZZIA C. 1989. (Trabajo no ubicado). Citado por P. MOTISCKA, 1997, Formación Latita Cuarcífera El Peñón, Formación Riolítica Teresén, Miembro La Bandola, Miembro Tirado. En: W. SCHERER, ed. 1997. *Código Estrat. de las Cuencas Petroleras de Venezuela.*

MASCLE A., P. LETOUZEY, B. BIJU-DUVAL, B.BECUE y T. *ROSSI.* 1990. *Geological map of the Caribbean*. Paris: Edit. Technip, escala 1:2.500.000.

MAYNC W. 1956. Formación Mireles. En: *Léxico estratigráfico de Venezuela. Boletín de Geología, Publicación Especial* 1: 430-431.

MILLER J. B. y A. MARTÍNEZ. 1972. Sucesión estratigráfica La Pascua-Roblecito que bordea el Arco de El Baúl. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano.* Caracas, *Boletín de Geología. Publicación Especial* 5, 3: 1735-1757.

NACSN - NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 2005. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bull.* 89(11): 1547-1591.

OSTOS M., H. G. AVÉ LALLEMANT y V. B., SISSON. 2005. The alpine-type Tinaquillo peridotite complex, Venezuela: Fragment of a Jurassic rift zone? En: H. G. AVÉ LALLEMANT y V. B. SISSON, eds., *Caribbean / South American plate interaction, Venezuela.* Geological Society of America Special Paper 394: 207-222.

PATTERSON J. M. 1949. *West end Maturin basin, the Baul uplift and Barinas basin: geological report.* Caracas: Texas Petroleum Company. Informe PLC 000854,49.

PÉREZ Sonia. 1984. *Prospección geoquímica de U en el macizo de El Baúl. Estado Cojedes, Venezuela.* Universidad Central de Venezuela. Instituto de Geoquímica. Trabajo para optar al título de Magíster en Geoquímica.

PÉREZ Sonia. y Ramón SIFONTES. 1985. Prospección geoquímica de U en el macizo de El Baúl. Estado Cojedes. Venezuela. *Memoria VI Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 6: 1965-1978.

POCOCK A. F., A. ATAMANCHUK, W. WEAVER y E. M. DAVIN. 1955. *Geology of the Tinaco-El Baúl-Calabozo área.* Caracas: Richmond Exploration Company. Informe 003425,55.

PORTILLA A. 1993. Tectonic events and structural configuration of the Barinas to Apure basin (Resumen). *AAPG Bull.* 77(2): 341.

PORTILLA A. 1996. El Baúl Arch; has it divided the Oriental and Barinas-Apure basins? (Resumen). *AAPG Bull.* 80(8): 1325.

PORTILLA A. 2000. The Arauca, Mérida and El Baúl Arches in the Barinas-Apure basin, western Venezuela: New evidences related to their existence and importance in hydrocarbon exploration (Resumen). *AAPG Bull.* 84(13): 117.

QUARFOTH K. R. y C. M. B. CAUDRI. 1961. Relationship of the Roblecito and La Pascua Formations of Eastern Venezuela to the Paují and Equivalents of the Barinas Basin. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología Minería y Petróleo,* 4(7): 219-225.

REYES A. 2003. *Edad y relaciones de campo del Grupo El Barbasco, macizo de El Baúl.* Universidad de Los Andes, Fac. de Ingeniería. Trabajo de ascenso. Reproducido en: *Geos*, UCV, 39(2007): 202 + 266 p. en DVD, 2008.

RINCÓN L. 1984. *Determinación de la concentración de U en la masa granítica de El Baúl, estado Cojedes*. UCV. Instituto de Geoquímica. Trabajo Especial de Grado para título de Licenciado en Química, opción geoquímica.

ROD Emile. 1955. Trilobites in metamorphic rocks of El Baúl, Venezuela. *AAPG Bull.* 39(9): 1865-1869.

SHORT K. C. 1955. *Geological report on the foreland area north and northeast of El Baul.* Informe EPC-1307.

SHORT K. C. 1956a. *The sediments of the El Baul area.* Caracas: Compañía Shell de Venezuela. Informe EP-1374.

SHORT K. C. 1956b. *Further comments on the geology of the El Baul area*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. Informe EP-1375.

SIEVERS W. 1896. Karten zur phisikalischen Geographie von Venezuela. *Petermans Mitt.* 42: 125-129, 149-155, 197-201.

SIFONTES R. S., C. YÁNEZ, N. ÁNGULO, J. TORRES, L. ZERPA, C. LÓPEZ EYZAGUIRRE y J. PASQUALI. 1985. *Informe final del proyecto de prospección geoquímica de U según el contrato No. 444/82 suscrito entre CADAFE (Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico) y la Universidad Central de Venezuela*. Caracas: Instituto de Geoquímica. UCV.

SMITH Foster D., Jr. 1962. *Mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela.* Caracas: Primer Congreso Venezolano de Petróleo. Escala 1:1.000.000. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/12900/1/2047.JPG http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/12902/1/2048.JPG

SMITH Foster D., Jr. 1980. El basamento y las rocas Paleozoicas en la parte norte de Venezuela. Reproducido en *Geos* 40 (2009): 109-110 + 71 p. en carpeta 103 de DVD. 2010

SHORT K. C. 1980. *El basamento y las rocas paleozoicas en la parte norte de Venezuela*. Caracas: CORPOVEN S.A. Publicado en: *Geos*, UCV, Caracas, 40(2009): 109-110 + 71 p. en carpeta 103 en DVD. 2010.

STMG - SERVICIO TÉCNICO DE MINERÍA Y GEOLOGÍA, MINISTERIO DE FOMENTO. 1937. Mapa geológico preliminar de la parte norte de Venezuela. *Memoria I Congreso Geológico Venezolano*. Caracas. *Bol. Geol. Min.* 1(2-4). Escala 1:5.000.000.

TOMALIN W. G. C. y L. KEHRER. 1937. *Geological report on the region between San Juan de Los Morros - Tinaquillo and Calabozo - El Baul in the states of Guarico and Cojedes*. Informe EP-221.

UJUETA G. 1993. Arcos y lineamientos de dirección noroeste-sureste en las cuencas subandinas de Venezuela y Colombia. *Geología Colombiana* 18: 95-106. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/41880

URBANI F. 2002. Nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa. *Geos*, UCV, Caracas, 35: 61 + 142 p. en CD.

URBANI F. 2004. El lineamiento Cuaternario de Calabozo, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas 37: 72 + 12 p. en carpeta 2.7. del CD.

URBANI F. 2008. Revisión de la nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela. *Boletín Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales,* Caracas 68(3): 27-43.

URBANI F. 2018. Una revisión de los terrenos geológicos del Sistema Montañoso del Caribe, norte de Venezuela. *Boletín de Geología*, INGEOMIN, Caracas, 36: 118-216.

VILLAMIL T. 2003. Regional hydrocarbon systems of Colombia and western Venezuela. Their origin, potential, and exploration. En: C. BARTOLINI, R. T. BUFFLER y J. BLICKWEDE, eds. The circum-gulf of México and the Caribbean: Hydrocarbons habitats, basin formation, and plate tectonics. *AAPG Memoir* 79: 697-734.

VISCARRET P. 2009. *Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes, con énfasis en la petrología de las rocas graníticas*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. Tesis doctoral. Vol. 1, 200 p., Vol. 2, 171 p. + 11 mapas. Reimpreso en: *Geos*, UCV, Caracas, 41, 2011.

VISCARRET P. y F. URBANI. 2005. Algunos aspectos de la geología de la región de El Baúl, estado Cojedes. *Geos*, UCV, Caracas 38: 49-51.

VISCARRET P., J. WRIGHT y F. URBANI. 2009. New U-Pb zircon ages of El Baúl Massif, Cojedes State, Venezuela. *Revista. Técnica de la Facultad de Ingeniería.* Universidad del Zulia, 32(3): 210:221.

WILSON R. A. 1930. *Reconnaissance report on the states of Anzoategui, Guarico and Cojedes*. New York: Mene Grande Oil Company. Informe EP-9492.



Los autores rumbo al Cerro Mireles, 2008.

4

LOS TERRENOS TECTONOESTRATIGRÁFICOS DEL NORTE DE VENEZUELA [1]

Franco URBANI PATAT



Río Todasana, Estado Vargas.

[1] La primera edición de este capítulo se publicó en el *Boletín de Geología* (INGEOMIN, Caracas), 36: 119-216, 2018. Esta es una versión muy aumentada que incluye toda la información geocronológica de las últimas dos décadas, que ha sido clave para avanzar en el conocimiento geológico.

1. INTRODUCCIÓN

Al norte del continente suramericano lindante con el mar Caribe, se extiende una cadena montañosa no continua, desde Trinidad hasta la Sierra Nevada de Santa Marta, denominada por los geólogos como el "Sistema Montañoso del Caribe" (HESS 1950). De este a oeste, las unidades ígneo-metamórficas se distribuyen desde las penínsulas de Paria y Araya, la Cordillera de la Costa y, continúan hacia los sistemas orográficos Lara-Falcón, reapareciendo rocas de esta naturaleza en las penínsulas de Paraguaná y la Guajira. De estas regiones, la Cordillera de la Costa (CdlC) ha sido la más estudiada, con la incorporación de datos geocronológicos modernos.

En el extenso territorio donde afloran rocas ígneo-metamórficas en el norte de nuestro país, se han compilado 430 mapas geológicos[2] a escala 1:25k (Tabla 1, Fig. 1) que en conjunto abarcan unos 103 mil kilómetros cuadrados de extensión. Gracias a este cubrimiento y los estudios conexos -en especial geocronológicos-, se ha logrado avanzar en el entendimiento de la distribución de las unidades geológicas, su significado, origen y evolución.

En este trabajo se presenta una síntesis de las características más resaltantes de los terrenos tectonoestratigráficos en que se han clasificado las unidades de naturaleza ígnea-metamórfica del norte de Venezuela, junto con una breve referencia a las rocas sedimentarias adyacentes. Se hace énfasis en la literatura de las últimas dos décadas y, se propone este estudio como una contribución destinada a respaldar una eventual actualización futura del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*.

[2] La cartografía geológica ha sido realizada por tesistas de pre y postgrado de la UCV, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Departamento de Geología, Laboratorio 330, Ciudad Universitaria, Caracas, dirigidos por el Prof. F. Urbani. Entre 2002 al 2015 se contó con financiamiento de FUNVISIS y FONACIT (a través del proyecto GEODINOS coordinado por el Prof. M. Schmitz, seguido del proyecto "Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela" coordinado por el Prof. F. Urbani), luego se ha continuado en la UCV sin financiamiento.




Tetas de María Guevara y afloramiento del Complejo Juan Griego. Isla de Margarita.




Filita Pueblo Nuevo, Monte Cano. Península de Paraguaná.
Dique de basalto cenozoico, oeste de Juan Griego. Isla de Margarita.




Diques de granito intrusivos en el Complejo San Julián, Farriar, Estado Yaracuy.
Mármol Zenda, Cueva Ricardo Zuloaga, Estado Miranda.

Las descripciones se presentarán en el siguiente orden:

1. Cordillera de la Costa
    - Serranía del Litoral
    - Serranía del Interior
    - Montañas occidentales (Lara-Yaracuy)
    - Rocas ultramáficas
    - Unidades no metamórficas relacionadas
2. Península de Araya y Paria
3. Península de Paraguaná
4. Península de Goajira
5. Macizo de El Baúl
6. Falcón central y oriental
7. Territorios insulares

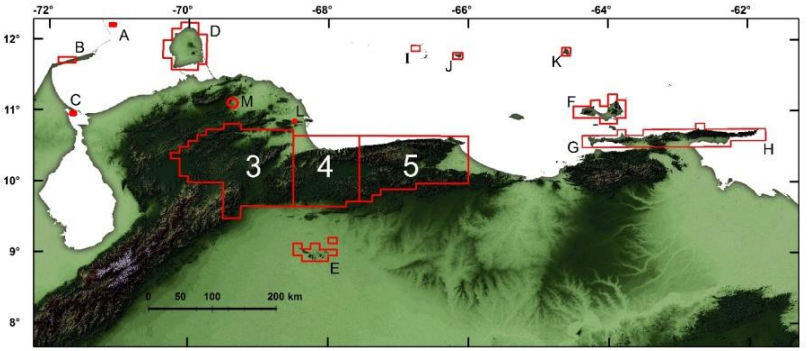


Figura 1*. Localización de las regiones estudiadas. Los números 3 a 5 ubican las figuras 3 a 5.* ***A****: Archipiélago de Los Monjes.* ***B****: Guajira.* ***C****: Toas.* ***D****: Paraguaná.* ***E****: El Baúl.* ***F****: Margarita.* ***G****: Araya.* ***H****: Paria.* ***I****: Gran Roque.* ***J****: La Orchila.* ***K****: La Blanquilla.* ***L****: Yaracuybare.* ***M****: Falcón central.*

Tabla 1. Número de hojas geológicas realizadas

Región	Número de mapas	Autores
Archipiélago Los Monjes Cojoro - Cusia, Guajira, Zulia Isla de Toas, Zulia	1 a 1:5 k 2 a 1:25 k 1 a 1:10 k	Azancot (2008)
Atlas geológico de la región de Carora – Morón - Acarigua - Barquisimeto	149 a 1:25 k, 10 a 1:100k, 1 a 1:10k, 1 a 1:500 k	Urbani, Díaz y Gómez (2017)
Paraguaná	32 a 1:25 k	Mendi y Rodríguez (2005), Mendi (2016)
El Baúl, Cojedes	11 a 1:25 k, 1 a 1:100k	Viscarret (2009)
Atlas de la Cordillera de la Costa	147 a 1:25 k	Urbani y Rodríguez (2004)
Sur de la Serranía del Interior	9 a 1:25k	Medero (2014), Núñez (2015), Díaz (2015)
Araya, Sucre	19 a 1:25 k	Alvarado (2005), Mujica (2017)
Paria, Sucre	33 a 1:25 k	Petrash y Revanales (2006)
Isla de Margarita, Nueva Esparta	18 a 1:25 k	Rekowski y Rivas (2005)

Total de mapas concluidos: Uno a 1:5k, dos a 10k, 420 a 1:25k, 11 a escala 1:100k, 1 a 1:500k.

2. CORDILLERA DE LA COSTA

La parte norcentral de Venezuela está dominada por la Cordillera de la Costa (CdlC), una cadena montañosa con orientación este-oeste, con unos 350 km de longitud y 80 km de ancho, correspondiente a una parte del denominado Sistema Montañoso del Caribe. Estas montañas fueron formadas como resultado de la interacción entre las placas Caribe y Suramérica. Hacia el occidente, más allá del gran valle de San Felipe – Yaritagua que está controlado por la falla de Boconó, se encuentran las serranías de Aroa y Bobare y el sistema orográfico Lara-Falcón.

Con la base de la cartografía geológica de nueve tesis doctorales de la Universidad de Princeton, Alfredo MENÉNDEZ (1966) subdividió las unidades de la CdlC en cuatro Fajas Tectónicas: Cordillera de la Costa, Caucagua-El Tinaco, Paracotos y Villa de Cura. Sebastian BELL (1968) a su vez, definió otras tres fajas de las unidades sedimentarias en el piedemonte sur de la Serranía del Interior. Walter MARESCH (1974) fue el primer autor en considerar la CdlC en el contexto de la tectónica de placas y sugirió un origen de arco de islas para la faja de Villa de Cura. Un resumen de la geología de la CdlC en

relación a la interacción de las placas Caribe y Suramericana puede consultarse en PINDELL *et al.* (2005, 2025).

La Faja Tectónica de la Cordillera de la Costa (FTCdlC) de MENÉNDEZ (1966) incluye toda la Serranía del Litoral, mientras que sus otras fajas abarcan la Serranía del Interior.

J.-F. STEPHAN (1982) y BECK (1986) reconocen la existencia e importancia de una faja estrecha cercana a la costa, con rocas de asociaciones mineralógicas de alta P – baja T (AP-BT) acuñando el término de Faja Margarita-Costera, subdividiendo así a la previa FTCdlC.

Ch. BECK (1986) estudia la estructura de la Serranía del Interior e introduce el concepto de napas, sus "Napas de Aragua", con los nombres de Caucagua-El Tinaco, Loma de Hierro y Villa de Cura.

Para 1989 con la compilación de los mapas geológicos de la región de Caracas a escala 1:25k, realizados por estudiantes y profesores del Departamento de Geología de la Universidad Central de Venezuela, la anterior FTCdlC de MENÉNDEZ (1966) se pudo subdividir en tres fajas distintivas: Costera, Ávila y Caracas (URBANI y OSTOS 1989). Estas fajas resaltan más claramente en los mapas de la CdlC de URBANI y RODRÍGUEZ (2004, escala 1:25k) y en HACKLEY *et al.* (2006, escala 1:750k). La evolución de la clasificación de fajas de la CdlC se presenta en la Tabla 2. Así mismo, en las montañas occidentales de Aroa, Bobare y Yumare que están geográficamente separadas de las elevaciones principales de la CdlC por el amplio valle de San Felipe – Yaritagua, aparece otro grupo diferente de terrenos.

Geográficamente la CdlC está dividida en las serranías del Litoral (Fig. 2, N° 5) y del Interior (N° 6). Esta separación es muy visible entre Barlovento (N° 7) y Valencia, debido a los valles intermontanos controlados mayormente por el sistema de fallas de La Victoria, de carácter subvertical dextral del Plioceno-Holoceno.

Más al oeste, pasado el amplio valle de San Felipe – Cabudare que está controlado por la falla de Boconó, se levantan las montañas de Aroa, Bobare y Siquisique (N° 3), mientras que más al norte se

encuentran cuatro pequeños cerros en Yumare (N° 4). En cada uno de estos bloques geográficos afloran distintos terrenos tectono-estratigráficos.

A través de los trabajos realizados desde 2002 en la región centro-norte del país, se han concluido un total de 420 mapas geológicos a escala 1:25k (Tabla 1). De ellos, 147 mapas corresponden a los publicados en URBANI y RODRÍGUEZ (2004), sumándose los más recientes de HERNÁNDEZ (2013), URBANI y GÓMEZ (2014). MONTOYA (2015), HERNÁNDEZ (2014), MEDERO (2015), NÚÑEZ (2015), DÍAZ (2015), YNFANTE (2017), MAMBIE (2017), CARPINTERY (2017), SÁNCHEZ (2018) y MÁRQUEZ (2026), abarcando toda la región comprendida entre Carora e Higuerote, cubriendo total o parcialmente los estados Lara, Falcón, Portuguesa, Yaracuy, Cojedes, Guárico, Aragua, Distrito Capital, Vargas[3] y Miranda (Fig. 1). Los mapas individuales pueden consultarse en los trabajos citados, donde la cartografía geológica incluida procede de la integración sistemática de todos los trabajos anteriores publicados o inéditos, con o sin trabajo de campo nuevo, pero con muchas reinterpretaciones y mejoras introducidas por el uso de nuevas tecnologías. Para los efectos del presente trabajo dicha cartografía geológica se muestra simplificada en las figs. 3 a 5.

Tratándose de un extenso territorio y con muy variadas características geológicas, en la Tabla 3 se presenta una síntesis de las grandes unidades, agrupadas según su naturaleza, ya sea autóctona, para-autóctona y alóctona, indicando además su grado metamórfico y edad.

[3] En esta obra seguiremos utilizando el nombre de "Estado Vargas" en vez del actual nombre oficial de "Estado La Guaira". Nos parece un irrespeto haber eliminador el nombre del insigne sabio Dr. José María Vargas, el único estado en honor de un prohombre civil.

Tabla 2. Subdivisión de los grandes grupos de unidades de la Cordillera de la Costa (fajas, napas, terrenos).

Menéndez (1966), fajas	**Stephan (1982), fajas**	**Beck (1986), napas**	**Urbani** y **Ostos (1989), fajas**	**Urbani (2015) y este trabajo** **Fajas**	**Terrenos**
Cordillera de la Costa	Margarita-Costera	Margarita-Costera	Costera	Costera (septentrional)	Tacagua (*s.s.*)
					Carayaca
	Cordillera de la Costa	Cordillera de la Costa	Ávila	Ávila (central)	Ávila
					Nirgua
			Caracas	Caracas (meridional)	Los Cristales
					Las Mercedes
					Las Brisas
Caucagua-El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Caucagua - El Tinaco	Tinaco Cachinche Tucutunemo Tácata Tacagua (*Caucagua*)
Paracotos	Paracotos	Loma de Hierro *	Loma de Hierro *	Loma de Hierro	Paracotos
					Loma de Hierro
Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura
					San Sebastián

* Incluye a Paracotos

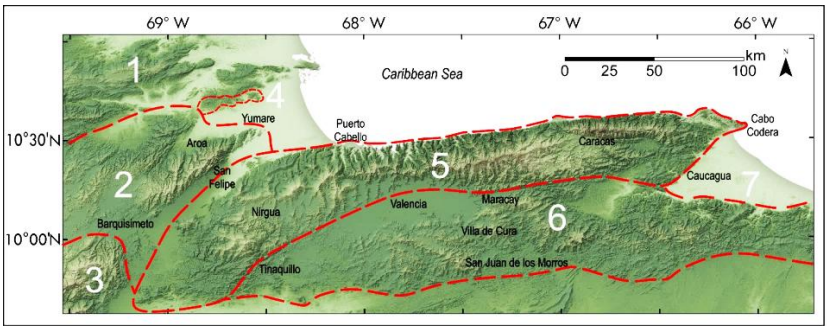


***Figura 2**. Subdivisión geográfica de Venezuela norcentral. **1**: Falcón. **2**: Serranías de Bobare y Aroa. **3**: Estribación nororiental de los Andes de Mérida con rocas de dominio tectónico Caribe. **4**: Cerros de Yumare. **5**: Serranía del Litoral. **6**: Serranía del Interior. **7**: Barlovento.*
Imagen base: Modelo Digital de Elevación de GARRITY et al. *(2009).*

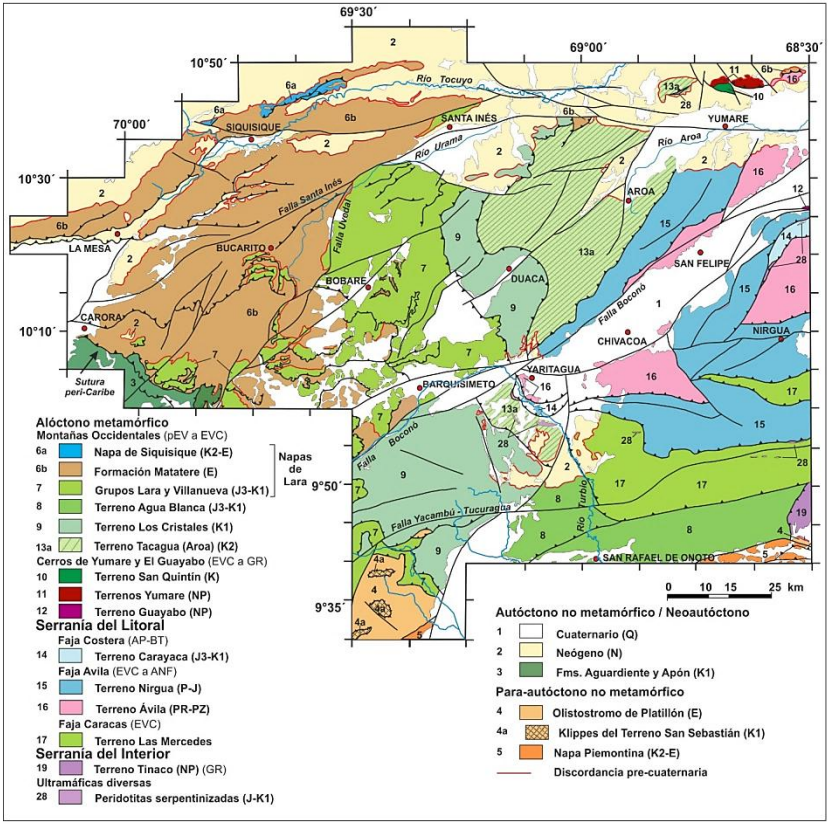


***Figura 3**. Mapa geológico simplificado de la zona occidental de la CdlC, incluyendo parte de la Provincia de las Napas de Lara.*[4]
El esquema completo de las unidades mostradas en las figs. 3 a 5, véase la Tabla 3. Note la separación dextral de unos 50 km del Terreno Los Cristales (no. 9) debido a la falla de Boconó.

[4] Las figuras 3.a 5 fueron elaboradas por Rosbeidy Hernández, Ingeniero Geólogo, M.S.

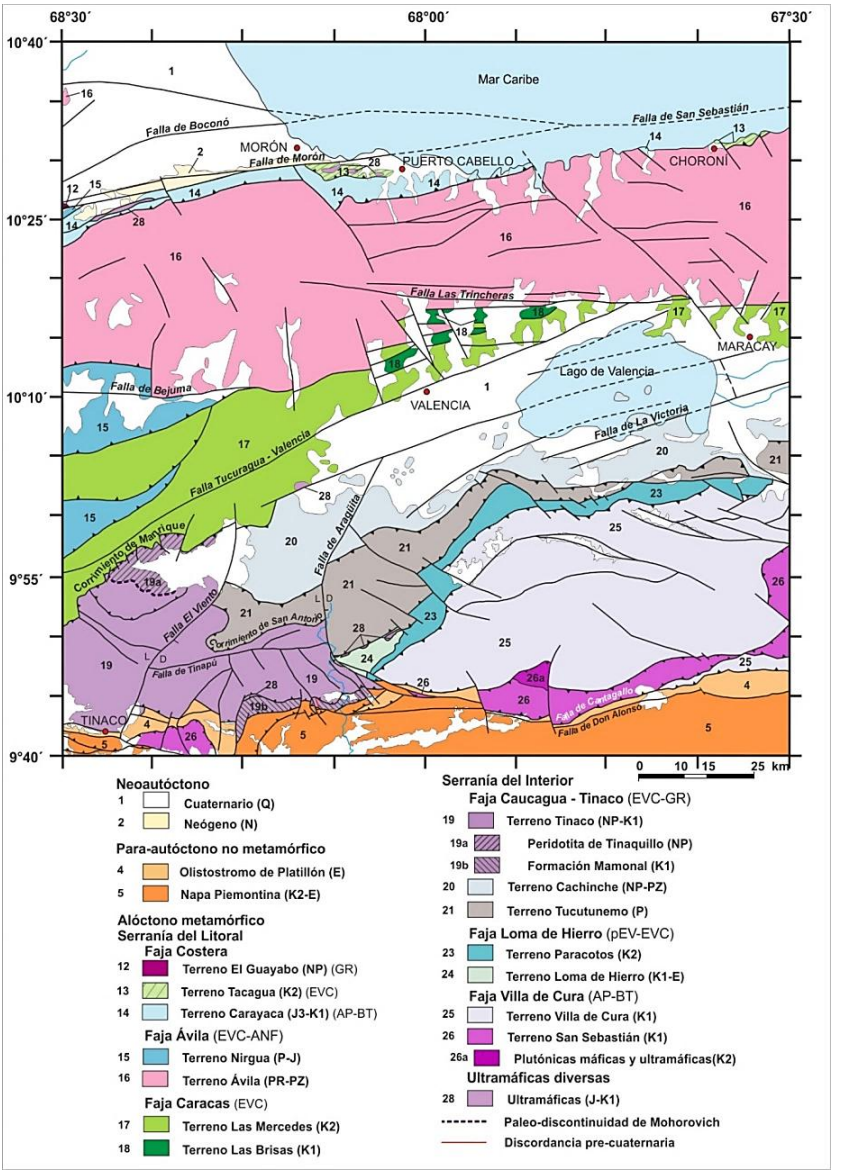


***Figura 4**. Mapa geológico simplificado de la zona central de la CdlC.*

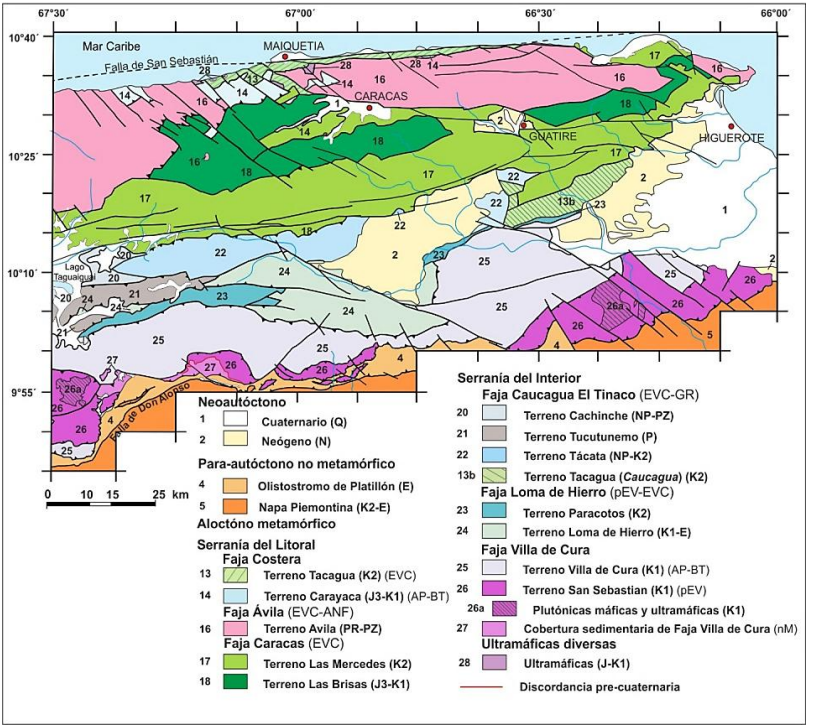


Figura 5*. Mapa geológico simplificado de la zona oriental de la CdlC.*

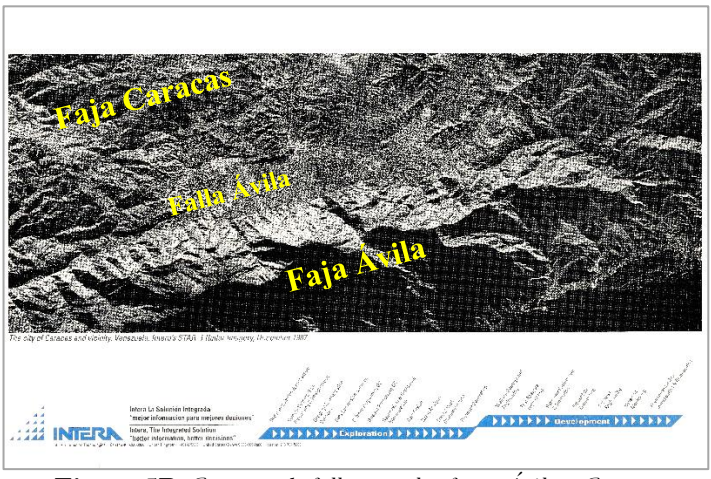


Figura 5B*. Contacto de falla entre las fajas Ávila y Caracas.*

***Tabla 3**. Unidades geológicas mayores de la región centro-norte de Venezuela*

Código	Unidad	Edad	Meta-morf.
AUTÓCTONO			
1	Sedimentos cuaternarios	Cuaternario	
2	Formaciones neógenas	Neógeno	
3	Formaciones **Aguardiente** y **Apón**	Cretácico Tempr.	
PARA-AUTÓCTONO (piedemonte de la Serranía del Interior)			
4	Olistostromo de **Platillón**	Paleógeno	nM
4a	Klippes del Terreno **San Sebastián**	Cretácico Tempr.	sEV
5	Napa Piemontina	Cretácico Tard.-Eoceno	nM
ALÓCTONO			
Montañas occidentales			
6-7	Napas de **Lara**		
6a	Napa de **Siquisique**	Cretácico Tard.-Eoceno	sEV
6b	Formación **Matatere**	Paleoceno-Eoceno	sEV
7	Grupos **Lara** y **Villanueva**	Jurásico Tard.-Cretácico	sEV
8	Terreno **Agua Blanca**	Jurásico Tard.-Cret. Temp.	sEV-EVc
9	Terreno **Los Cristales**	Cretácico Temprano	EVc
13a	Terreno **Tacagua (Aroa)**	Cretácico Tardío	EVc
Cerros de Yumare y El Guayabo			
10	Terreno **San Quintín**	Cretácico	EVc
11	Terreno **Yumare**	Neoproterozoico	G
12	Terreno **El Guayabo**	Neoproterozoico	G
Serranía del litoral			
Faja costera			
13	Terreno **Tacagua**	Cretácico Tardío	EVc
14	Terreno **Carayaca**	Jurásico Tard.-Cret. Temp.	AP-BT
Faja Ávila			
15	Terreno **Nirgua**	Pérmico-Jurásico?	EVb,g
16	Terreno **Ávila**	Mesoproteroz.-Paleozoico.	AE-A
Faja Caracas			
17	Terreno **Las Mercedes**	Cretácico Tardío	EVc
18	Terreno **Las Brisas**	Jurásico Tard.-Cret. Temp.	EVc
Serranía del Interior			
Faja Caucagua – El Tinaco			
19	Terreno **Tinaco**	Neoproteroz.-Cretac. Temp.	EVc-G
19a	Peridotita de **Tinaquillo**		G
19b	Formación **Mamonal**	Cretácico Temprano	nM
20	Terreno **Cachinche**	Neoproteroz.-Paleozoico	A-EVb
21	Terreno **Tucutunemo**	Pérmico	EVc
22	Terreno **Tácata**	Neoproteroz.-Cretac. Tardío	AE-EVc
13b	Terreno **Tacagua (Caucagua)**	Cretácico Tardío	EVc
Faja Loma de Hierro			
23	Terreno **Paracotos**	Cretácico Tardío	sEV
24	Terreno **Loma de Hierro**	Cretácico Temp.-Paleoceno	sEV
Faja Villa de Cura			
27	Cobertura sedimentaria	Cretácico Tardío-Eoceno	nM
25	Terreno **Villa de Cura**	Cretácico Temprano	AP-BT
26	Terreno **San Sebastián**	Cretácico Temprano	sEV
26a	Cuerpos máficos-ultramáficos	Cretácico Tardío	sEV
Ultramáficas diversas			
28	Peridotitas serpentinizadas	Jurásico Tard.-Cret. Temp.	EVc

Abreviaturas de edades: E: Paleógeno. J3: Jurásico Tardío. K: Cretácico. K1: Cretácico Temprano. K2: Cretácico Tardío. N: Neógeno. NP: Neoproterozoico. MP: Mesoproterozoico. P: Pérmico. PZ: Paleozoico. Q: Cuaternario. *Abreviaturas de facies metamórficas*: nM: No metamórfico. sEV: Sub-esquisto verde. EVc: Esquisto verde-clorita. EVb: Esquisto verde-biotita. EVg: Esquisto verde-almandino. AE: Anfibolita epidótica. A: Anfibolita. G: Granulita. AP-BT: Alta presión – baja temperatura. EH: Efectos hidrotermales. Estas abreviaturas se utilizarán en todas las figuras y tablas siguientes.

A continuación, se presentan las principales características de los terrenos tectono-estratigráficos según su orden de aparición de norte a sur, primeramente para las serranías del Litoral e Interior, para luego separadamente con las montañas occidentales (Baragua, Carora, Bobare, Aroa, Yumare y El Guayabo). Se pone mayor énfasis en la descripción de la Faja Caucagua-El Tinaco, por haber sido la menos tratada en trabajos previos.

2.1. SERRANÍA DEL LITORAL (Figura 2, N° 5)

2.1.1. Faja Costera

Terreno Tacagua

Su única unidad es el *Esquisto* ***Tacagua*** que aflora como una franja estrecha paralela a la costa. Está constituido por principalmente por esquisto/filita de color **gris oscuros** (cuarzo-muscovítico-grafítico) con intercalaciones de esquisto de color **verde claro** (metatoba y rara metalava epidótica-actinolítica-clorítica). También hay niveles carbonáticos oscuros-azulados que pueden corresponder a mármol puro o a esquisto/filita ricos en carbonatos. La proporción de elementos volcánicos (roca verde) es muy variable, de manera que algunos afloramientos están constituidos solo de esquisto gris oscuro, mientras que otros únicamente de rocas verdes. Pero más común es que los niveles verdes y los grises están intercalados. Un buen ejemplo

corresponde a la quebrada Uria, donde las intercalaciones son a escala milimétrica a centimétrica, con un patrón cíclico semejante a turbiditas (AGUILAR, 2006) (Fig. 6A,B). Las rocas verdes son de protolito piroclástico, pero algunos niveles gruesos pueden corresponder a lava. La unidad ha sido estudiada geoquímicamente por MÉNDEZ y NAVARRO (1987) y BECALUVA *et al.* (1996) dando resultados ambiguos con afinidades entre MORB y Arco de Isla Primitivo. Análisis químicos inéditos de dos muestras de metatoba de la zona de Choroní se presentan en la Tabla 10. Las mejores descripciones petrográficas de la unidad corresponden a TALUKDAR y LOUREIRO (1982) (Tabla 4). La unidad generalmente se encuentra muy deformada (Figs. 6D,E).

Tabla 4A. *Composición de muestras del Esquisto Tacagua, Vargas. Región de Chichiriviche-Tacagua (TALUKDAR y LOUREIRO 1982).*

	MINERALOGIA (PORCENTAJES EN VOLUMEN)												
TIPOS LITOLOGICOS	CUARZO	ALBITA	MUSCOVITA	CLORITA	GRANATE	GRUPO del EPIDOTO	ACTINOLITA	CALCITA	ANF. AZUL - VERDE	GRAFITO	RUTILO	ESFENA	OPACOS
ESQUISTOS ACTINOLITICOS EPIDOT. CLORITICOS ALBITICOS	47-0 (5)	30-6 (15)	20-0 (1)	15-0 (4)	—	45-3 (30)	65-Tr (43)	6-0 (5)	—	15-0 (0)	—	2-0 (1)	4-0 (1)
ESQUISTOS CUARZO MUSCOVITICOS GRAFITOSOS ± CLORITA	58-25 (50)	40-0 (25)	35-12 (15)	40-0 (1)	5-0 (0)	20-0 (2)	—	10-0 (0)	—	13-0 (3)	—	5-0 (0.6)	Tr-0 (Tr)
ESQUISTOS CALCAREOS MUSCOVITICOS ± GRAFITO	50-2 (30)	30-0 (2)	30-0 (11)	5-0 (0)	—	11-0 (0)	5-0 (0)	65-5 (40)	—	20-Tr (3)	—	Tr-0 (Tr)	Tr-0 (Tr)

Tabla 4B. *Composición de muestras del Esquisto Tacagua. Vargas SUEIRO y URBANI (2005).*

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Anf	Act	Ep	Car	Gr	Grf	Ap	Ci	Ru	Es	Lex	M.A	Óx	Ilm	Mg	He	M.A	Pi	%An	Ic
Esquisto actinolítico epidótico plagioclásico clorítico	87	Prom	4,9	20,9	0,1	0,1	2,3	7,3		33,9	24,9	4,6	0,1	0,2	Tz	0,01		0,7	0,1	0,2	0,3	0,1	Tz	0,1		0,03	8	68
		Mín	0	0	0	0	0	0		10	3	0	0	0	Tz	0		0	0	0	0	0	Tz	0		0	5	39
		Máx	36	50	5	8,3	23	40		66	47	22	9	15	Tz	1		10	3	15	4	3,3	Tz	1		1	10	97
Roca verde	8	Prom	7,8	18,9			1,1	10,5	46		8,2	3						0,4						0,3		0,02		66
		Mín	0	0			0	0	24		1	0						0						0		0		40
		Máx	45	50			5	22	87		20	25						2						2		0,2		91
Esquisto epidótico clorítico plagioclásico cuarzoso	37	Prom	12,3	21,7			3,4	20,3	2,2		30	7,4	0,8	0,2			0,03	1,2			0,6	0,2	0,1	0,1		0,2		59
		Mín	0	0			0	0	0		0	0	0	0		Tz	0	0			0	0	0	0		0		18
		Máx	39	41			30	45	13		67	28	15	3		Tz	1	18			6	3	4	3		2		87
Epidocita	2	Prom	11	9			0,5	0,1			79																	79
Mármol	49	Prom	5,7	2			3,2	0,1	0,3		0,4	84	0,1	2,2		Tz		0,1	Tz		0,2		0,1	0,4	0,5	0,6		4
		Mín	0	0			0	0	0		0	70	0	0		Tz		0	Tz		0		0	0	0	0		0
		Máx	17	12			15	4	10		4	99	2	15		Tz		1	Tz		3		2	5	15	4		16
Esquisto carbonático cuarzo muscovítico grafitoso	22	Prom	15,3	4,7	0,2		7,7	3,9	1,2		3,1	52		5,1	0,03	Tz	Tz	0,1			Tz		0,2	0,8	1,4	0,5		15
		Mín	3	0	0		0	0	0		0	35		0	0	Tz	Tz	0			Tz		0	0	0	0		0
		Máx	38	33	2,9		20	34	10		13	68		15	1	Tz	Tz	1			Tz		3,3	5	20	5		37
Esquisto cuarzo muscovítico plagioclásico clorítico	24	Prom	37,3	20,6	2,2	0,9	19,4	6,1			3,6	2,3	0,7	2		0,04	0	0,6	0	1,1	1,3		0,1	0,3		0,1	9	16
		Mín	15	0	0	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0		0	6	0
		Máx	68	45	15	5	54	40			19	15	8	20		1	1	5	0,9	15	7		2	4		2	10	41
Esquisto cuarzo carbonático muscovítico plagioclásico	7	Prom	33,8	8,7			8,5	4,8	0,8		8	25	1,9			Tz	Tz	Tz			4,3			0,4	3,1	0,3		20
		Mín	17	0			0	0	0		0	15	0			Tz	Tz	Tz			0			0	0	0		0
		Máx	54	32			25	16	3		25	32	10			Tz	Tz	Tz			24			2	25	2		40
Filita clorítica plagioclásica carbonática	3	Prom	3,7	32			4,3	32,1			3,7	21,7		1,3														37
		Mín	0	20			0	25			0	12		0														27
		Máx	11	43			7	41			6	35		2														47
Filita cuarzo muscovítica	1		80				19																			1		1
Cuarcita	3	Prom	77	10			8,3	1	0,3		1,7						Tz	Tz	1		0,3			0,3				5
		Mín	72	10			1	0	0		0						Tz	Tz	0		0			0				1
		Máx	81	10			16	3	1		4						Tz	Tz	3		1			1				7

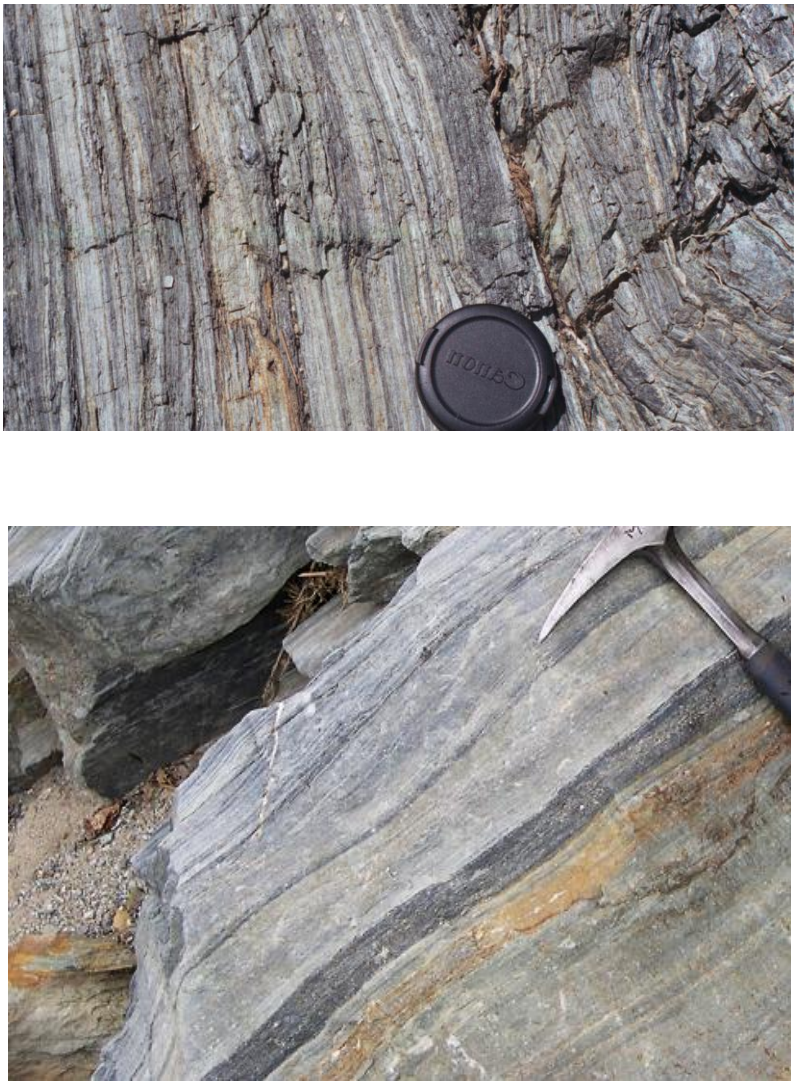


***Figura 6A**. Esquisto Tacagua, Quebrada Uria, Vargas.*

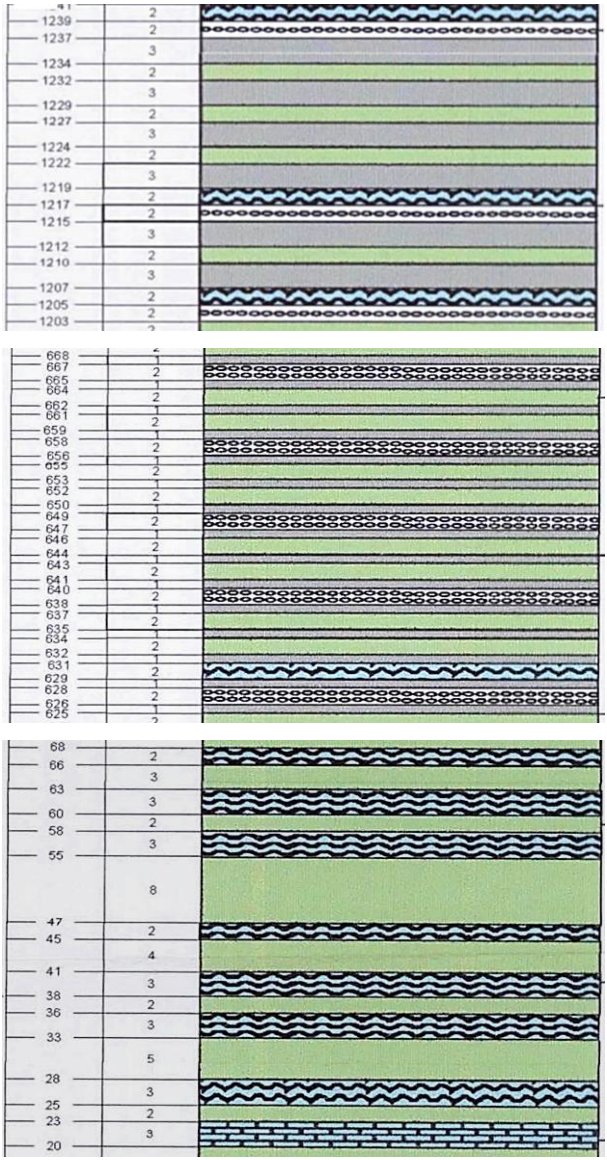


***Figura 6B**. Esquisto Tacagua, Quebrada Uria, Vargas. Fragmentos de la columna litológica del afloramiento de la foto anterior. Escala en centímetros, acumulado y por capa.*

Se midió una sección de 12,5 m, donde se muestra la íntima intercalación de cinco tipos litológicos: esquisto verde (verde), esquisto oscuro grafitoso (gris), esquisto rico en carbonatos (azul con líneas onduladas), mármol (azul con tramado de ladrillo) y capas ricas en cuarzo (cuentas elongadas blancas). La escala vertical representa centímetros acumulados en la sección medida y la escala adyacente indica el espesor de la capa individual (AGUILAR 2006).


C


D

Figura 6*. Esquisto Tacagua.* ***C****: Oeste de Puerto Colombia, Aragua.* ***D****: Rocas muy deformadas adyacentes a un cuerpo de serpentinita. Qda. Seca, Caraballeda, Vargas. Escala: Tapa de cámara fotográfica 4,5cm.*

En algunas localidades, dentro del Esquisto Tacagua hay cuerpos de serpentinita. Los mayores se encuentran en la región de Morón-Puerto Cabello, Carabobo, que alcanzan dimensiones hectométricas (Figs. 8C). En otras localidades como en la Quebrada Seca, Caraballeda, estado Vargas, los cuerpos de serpentinita son de dimensiones métricas a submétricas, envueltos por el esquisto grafitoso. Estos cuerpos ofiolíticos fueron incorporados tectónicamente dentro del protolito del Esquisto Tacagua, para luego ser deformados y metamorfizados conjuntamente con su envoltorio esquistoso.

ELLERO *et al.* (2007) realizan un análisis estructural de la unidad en la zona de Arrecifes-Oricao, estado Vargas, reconociendo cuatro

distintas fases de plegamiento (*D1* a *D4*)[5]. Sus estudios geotermobarométricos permiten la estimación que las condiciones metamórficas de D1 como P>0,45 Gpa y 339°C <T <406°C (profundidad equivalente a 15 km) para la asociación de minerales metamórficos con relictos de clinozoicita, clorita, cuarzo y fengita con alto contenido del componente celadonítico. Las condiciones metamórficas de *D2* fueron determinadas como P>0,20 Gpa y T>400°C. Tales condiciones están en el intervalo de la facies de esquisto verde (clorita). Con base a datos estructurales dichos autores interpretan que la fase D1 se originó durante una incipiente etapa de subducción, seguido de las fases D2-D4 desarrolladas en condiciones de desplazamiento paralelo al borde de placas. El acoplamiento de los terrenos Tacagua y Carayaca probablemente ocurrió en el intervalo de tiempo de las fases D2 y D3 durante la exhumación progresiva de dichos terrenos.

Esta unidad fue sometida a un metamorfismo en facies de esquisto verde (clorita). En algunas pocas muestras del área de Carayaca y Puerto Cabello se han identificado algunos raros y pequeños cristales de granate.

Vale notar que desde tiempos coloniales, dentro del Esquisto Tacagua se conocen "minas" de cobre (calcopirita en la Qda. Mapurite-La Guaira y Uria, Vargas) y de plata (galena argentífera en Tipe, cuenca del río Tacagua, Distrito Capital). Estas mineralizaciones pueden haberse formado por pequeñas surgencias termales submarinas.

En la cuenca de la Quebrada Tacagua al noroeste de Caracas el Ing. Eugenio Szczerban encontró un gasterópodo con pobre preservación (Fig. 6F). El ejemplar fue estudiado por los paleontólogos suizos Otto Renz y Peter Jung (Basilea) quienes señalan su semejanza con el

[5] El autor de este capítulo pone en duda algunos de los resultados de estos autores, ya que en su unidad Tacagua (que en sentido estricto solo debería corresponder a las rocas grises y verdes, arriba descritas), también incluyen rocas cuarzo feldespáticas granatíferas hoy día cartografiadas como parte del Terreno Carayaca.

género *Actaeonella*, de un rango edad Jurásico - Cretácico (URBANI *et al.* 1989).

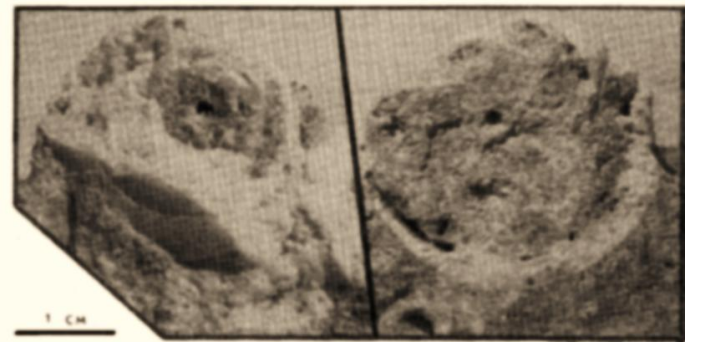


Figura 6F. *Gasterópodo del género* Actaeonella *colectado por el ing. Eugenio Szczerban en la cuenca de la quebrada Tacagua* (URBANI *et al.* 1989).

Dentro del Terreno Tacagua, tentativamente incluimos a las unidades **Aroa** (Serranía de Aroa, Yaracuy) y **Urape** y **Muruguata** (región de Caucagua, Miranda), como sigue:

Esquisto/filita ***Urape*** *y* ***Muruguata***:[6] Estas unidades afloran cerca de la población de Caucagua (Fig. 7), estado Miranda. Al igual que en el Esquisto Aroa, el tipo litológico fundamental es la filita grafitosa con abundantes capas de metalimolita y metarenisca. Los niveles volcánicos son raros, delgados y con la misma asociación de actinolita, epidoto y clorita que en los esquistos de Tacagua y de Aroa. En algunas capas de mármol se han identificado radiolarios y foraminíferos mal preservados de posible edad Cretácico Tardío (véase revisión en URBANI, 1973) (ver fotografía de los fósiles de la quebrada Yaguapa en la Fig. 33F del Capítulo 2).

[6] Debe aclararse que estas dos unidades no forman parte de la Faja Costera, ya que afloran en la parte central de la CdlC, pero por nuestra interpretación de correlación con las rocas de Tacagua, las describimos aquí.

AZUARTE (2004) estudia los taludes de la Autopista Rómulo Betancourt entre Guatire y Caucagua, Miranda, donde afloran las unidades Las Mercedes, Chuspita, Urape y Muruguata, cuya comparación se muestra en la Tabla 5.

Debe notarse que a pesar de las descripciones de las unidades Urape y Muruguata, dadas por Seiders y Azuarte, en el campo y a simple vista es muy difícil su separación, por lo cual a futuro se pudiera considerar la consolidación de ambas en una sola unidad.

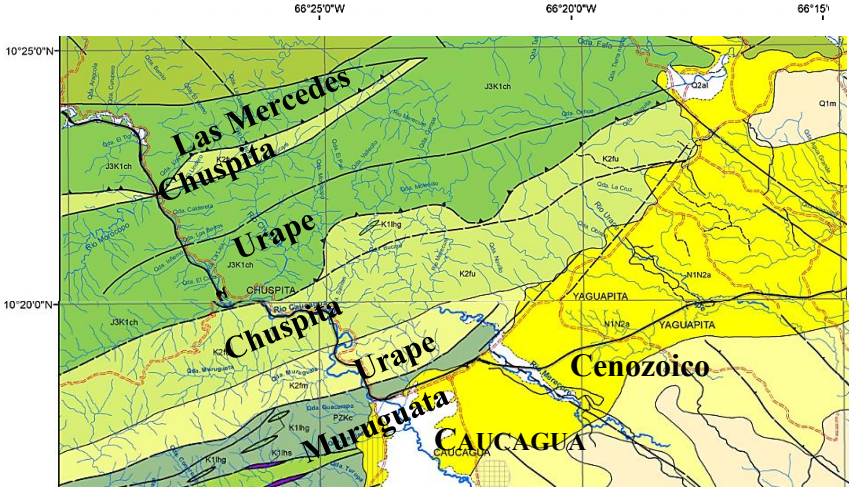


Figura 7. *Distribución de las unidades Urape y Muruguata en la región de Guatire-Caucagua. Adaptado de CARPINTERY (2019).*

No se dispone de edades U-Pb en cristales de zircón de rocas del Terreno Tacagua *sensu stricto*, pero sí del Esquisto Aroa (Fig. 20E). Dicha muestra presenta una edad mínima de 81 Ma (Campaniense), que representa la edad máxima de su depositación, por lo tanto se interpreta una edad Cretácico Tardío, probablemente extendiéndose hasta el Paleoceno temprano para esta unidad.

***Tabla 5**. Resumen de las características de las unidades aflorantes en la sección Guatire-Caucagua (AZUARTE 2004).*

					Unidades establecidas en campo			
Foliación	Litología		Características		**Las Mercedes**	**Chuspita**	**Urape**	**Muru-guata**
Foliada	Filita - esquisto	Constituyentes interfoliados en la matriz	Niveles ricos en cuarzo	Contínuos	F-H	F-O		
				Espesor	5 mm	4 cm		
				Discontínuos			H	F-O
				Espesor			2 cm	2mm
			Niveles ricos en carbonato	Contínuos	F-O			H
				Espesor	7 cm			1- 1,5 cm
				Discontínuos		H		
				Espesor		1 cm		
			Niveles verdes (volcánico)	Discontínuos				H
				Espesor				3 cm
			Presencia de micas		O	H		
			Presencia de pirita			H		
			Material grafitoso		O	O	F-O	O
		Color			Negro	Negro	Gris a negro	Negro
		Proporción general (%)			40	70	55	60
No foliada		Metarenisca	Presencia de micas					
			Presencia de pirita		H			
			Vetas transversales	Cuarzo				
				Calcita	O	H		
			Budines grandes				PF-H	
			Budines pequeños			H	PF-H	
			Capas gruesas	Contínuas		H		
				Espesor		4 cm		
			Capas delgadas	Discontínuas	F-O		H	
				Espesor	3 cm		2 cm	
			Color		Gr. Oscuro	Gris	Gris	
			Proporción (%)		35	20	35	0
		Mármol	Capas gruesas	Contínuas		H		
				Espesor		70 cm		
				Discontínuas	H			
				Espesor	7 cm			
			Capas delgadas	Contínuas			F-H	H
				Espesor			5 cm	2 cm
			Color		Blanco	Gris claro	Gris oscuro - gris claro	Blanco - gris claro
			Proporción (%)		25	10	5	14
		Meta conglomerado	Budines grandes					
			Budines pequeños				H	H
			Color				Gris oscuro	Gris oscuro
			Proporción (%)		0	0	5	1

Abreviaturas
F= frecuente
PF= poco frecuente
O= distribución homegénea
H= distribución heterogénea

El protolito de las unidades del Terreno Tacagua posiblemente se depositó en la parte occidental del océano Proto-Caribe, en ambiente reductor y condiciones pelágicas o hemipelágicas con influencia de flujos turbidíticos. Probablemente en una ubicación frente al Gran Arco Caribe, donde la cuenca ante-arco (forearc) recibiría una alta proporción de elementos volcánicos. La proporción de estos elementos volcánicos va de mayor a menor, en el siguiente orden de unidades: Tacagua *s.s.*, Aroa, Muruguata y Urape, lo que podría representar la mayor o menor cercanía al arco volcánico activo.

Terreno Carayaca

Las rocas de AP-BT como las eclogitas y los esquistos azules son fundamentales para entender los procesos de subducción que ocurren en las zonas de colisión entre placas. En Venezuela estas afloran en la isla de Margarita y en la zona costera de la CdlC.

En los trabajos de STEPHAN (1982) y BECK (1986) se reconoce por primera vez esta faja distintiva de AP-BT en la zona cercana a la costa de la CdlC, acuñando el nombre de "Faja Margarita-Costera", que para la CdlC es equivalente al Terreno Carayaca aquí descrito. Este Terreno se extiende desde el estado Vargas hasta Yaracuy y está cartografiado a escala 1:25k en URBANI y RODRÍGUEZ (2004) con el nombre de "Complejo Nirgua" que entonces tenía una acepción distinta. Su extensión más occidental como se muestra en la Fig. 3 proviene de mapa de BECK (1986: 326) que fuera dibujado en común acuerdo con el geólogo Alirio Bellizzia autor de la "Formación Nirgua" original, quién también lo reproduce en BELLIZZIA (1986: 6724), pero más trabajo deberá realizarse para mejorar la cartografía de la unidad en su terminación occidental.

La presencia de eclogitas ha llamado la atención de los geólogos, desde el trabajo de G. P. Wall de 1866, hasta el más reciente de PINDELL *et al.* (2025). Los estudios geoquímicos indican una afinidad

toleítica y en forma ambigua dan resultados de E-MORB, N-MORB o basalto de arco de islas (OSTOS, 1981, 1992).

El Terreno Carayaca, aflora en dos regiones separadas de la CdlC (Fig. 8A).

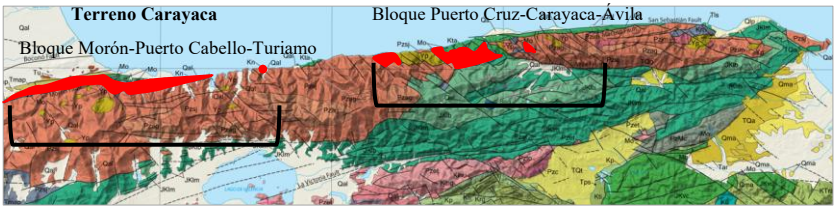


Figura 8A. *Mapa mostrando la extensión del Terreno Carayaca (en rojo). Adaptado de HACKLEY et al. (2004).*

Región de Morón -Puerto Cabello – Turiamo (Fig. 8C,D)

En la parte occidental de la CdlC ha habido confusión con los nombres de las unidades que contienen las rocas de AP/BT. Así, en la región de Puerto Cabello fueron descritas por MORGAN (1970) como "Formación Las Mercedes", luego GONZÁLEZ-SILVA (1972) las asigna a la "Formación Nirgua"[7]. Por ese motivo, URBANI (2000) consideró erróneamente a toda la "Formación Nirgua" cartografiada por el MMH, como una unidad subducida.

Con nuevo trabajo de campo y petrográfico realizados en el estado Yaracuy (COELLO 2012, HERNÁNDEZ 2013, MONTOYA 2015, HERNÁNDEZ 2014), se ha encontrado que la unidad Nirgua en su localidad tipo no tiene asociaciones mineralógicas metamórficas de AP-BT, por consiguiente, se verificó que la extensión de la "Formación Nirgua" hasta Carabobo para incluir las eclogitas, no es

[7] La "Formación Nirgua" fue definida en la región de Nirgua en Yaracuy por BELLIZZIA y RODRÍGUEZ (1968), luego fue extendida hasta Puerto Cabello por GONZÁLEZ SILVA (1972). Posteriormente es descrita formalmente por BELLIZZIA *et al.* (1976).

válido. Allí surgió la necesidad de separar el área previamente cartografiada como "Formación Nirgua" en dos unidades: el actual Complejo Nirgua no subducido (Nirgua *sensu stricto,* que se describirá más adelante en forma separada) y el *Complejo* ***Carayaca***, una unidad subducida y predominante del terreno homónimo.

En los estados Yaracuy y Carabobo, el Complejo Carayaca se ha cartografiado como una franja cercana a la costa entre Urama - Morón – Puerto Cabello – Cata - Jaguate - Turiamo (Fig. 8C,D). Está constituido por rocas metapelíticas (Tabla 3) con cuarzo, mica blanca y granate, que incluyen raros cuerpos de rocas máficas. Este último tipo de rocas, forman una gama desde eclogita hasta anfibolita granatífera, que se encuentran como bloques o lentes de dimensiones submétricos a decamétricos (Fig. 8B,F,G), que han sido descritos como "knockers"[8] por SISSON *et al.* (1997) (Tabla 6).

De esta región destaca la tesis doctoral de MORGAN (1970), previa a la teoría de tectónica de Placas. Luego sigue el trabajo de SISSON *et al.* (1997) con estudios geotermo-barométricos; con la coexistencia de cianita y Mg-glaucofano en un esquisto pelítico que envuelve a un "knocker" de eclogita, determinan condiciones mínimas de P~2000 MPa a una T>600 C (equivalente a unos 75 km de profundidad). Las eclogitas han sido retrogradadas a facies de esquisto azul (glaucofano), anfibolita epidótica (anfíbol verde azul) y esquisto verde (clorita).

Para estas rocas de AP-BT, AVÉ-LALLEMANT y SISSON (2005) interpretan un proceso de exhumación en tres etapas: Primero desde ~75 hasta ~25 km de profundidad (c.120-90 Ma), una segunda etapa hasta de ~25 a ~10 km (c.90-60 Ma) y una tercera etapa durante el Oligo-Mioceno, para luego la erosión fue responsable por la exhumación final.

[8] En geología, los ´knockers´ suelen referirse a afloramientos o protuberancias rocosas pequeñas y aisladas que sobresalen de la superficie circundante.

Tabla 6. Mineralogía de rocas metamórficas seleccionadas de la región de Puerto Cabello estudiadas por SISSON *et al.* (1997).

Sample	Lithology	Grt*	Cpx	Am	Gln	Phe	Tlc	Pg	Ms	Bt	Cld	Ky	Qtz	Pl	Ep	Chl	Cal	Acces	Opaq	Rt
91-13a	Barroisite-bearing eclogite	x	x	x		x							x		x/zo					x
91-13e	Ky–Pg–Gln schist	x			x			x				x	x			x		x/zrn	x	x
91-21a	Eclogite	x	x	x	x	x							x						x	x
91-21b	Grt–amphibolite	x		x									x	x ?	x				x	x
91-21c	Grt–Chl–Qtz–Act schist	x	x	x									x	x ?	x/zo	x				x/ttn
91-25	Barroisite-bearing eclogite	x	x	x			x						x							x
91-28b	Tremolite-marble			x					x				x				x			
91-43a	Barroisite-bearing eclogite	x		x					x				x		x/zo	x			x	x/ttn
91-43c	Gln schist	x			x								x		x	x	x		x	x
91-43d	Gln-schist	x			x								x		x	x			x	x
91-43d	Grt–Qtz–Chl schist	x									?		x		x	x			x	
91-44a	Barroisite-bearing eclogite	x	x	x			x						x	x						x/ttn
91-45	Barroisite-bearing eclogite	x	x	x	x										x				x	x
92-30a	Bar ecl/Grt–Gln schist	x	x	x	x					x			x			x			mag	x/ttn
92-32a	Qtz–Grt–Ab–Mica schist	x							x	x			x	x ab	x	x			x	x
92-32b	Chlorite fels															x				
92-34c	Barroisite-bearing eclogite	x		x		?							x	x/symp†	x/zo	x	x			x
92-35a	Grt–Mi–Qtz–Chl schist	x								x			x	x	x	x			x	x/ttn
92-36c	Barroisite-bearing eclogite	x	?	x		?			x				x		x/zo	x	xx		x/gr?	x/ttn
92-39a	Grt–Gln–Mica schist	x			x				x				x							x
92-39e	Qtz–Grt–Mica schist	x						x					x						x	x
92-39b	Barroisite-bearing eclogite	x	x	x		x	x						x			x				x
92-47c	Chd–Grt–Pg schist	x						x	x	x	x		x			x	x		x	x/ttn
92-47d	Grt–Chl schist	x							x				x	x		x	x			x/ttn
92-47e	Grt–Mi–Act–Chl schist	x		x/act					fuchsite				x	x	x/zo	x	x		x	x/ttn
94-13b	Mi–Grt–Qtz–Ab schist	x								x			x	x		x				
94-18a	Ky–Pg–Gln schist	x			x	x	x	x				x	x			x		x/zrn	gr	x
94-18b	Grt–Qtz–Mica schist	x				?			x	x			x	x/ab					mag	
94-18c	Dol–Qtz–Mica schist					?			x			x	x	x/ab	zo		dol	x	x/gr	x/ttn

*Mineral abbreviations after Kretz (1983); for some samples, the specific mineral species is given. Other abbreviations include: Acces for accessory minerals and Opaq for opaque minerals.
†Occurs in secondary symplectite.
x/ttn, rutile and titanite.

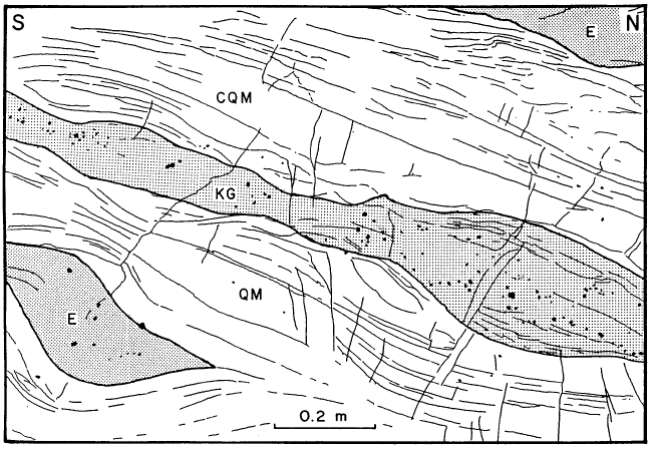


***Figura 8B**. "Gráfico de afloramiento de esquisto con cianita y glaucofana (KG), que aparece en forma de lentes, junto con "knockers" de eclogita (E), dentro de esquisto calcáreo-pelítico (CQM) y esquisto micáceo (QM). Estos "knockers" de esquistos pelíticos con cianita y glaucofana están constituidos por glaucofana + paragonita + cianita + granate + talco + grafito + cuarzo" (SISSON* et al. *1997).*

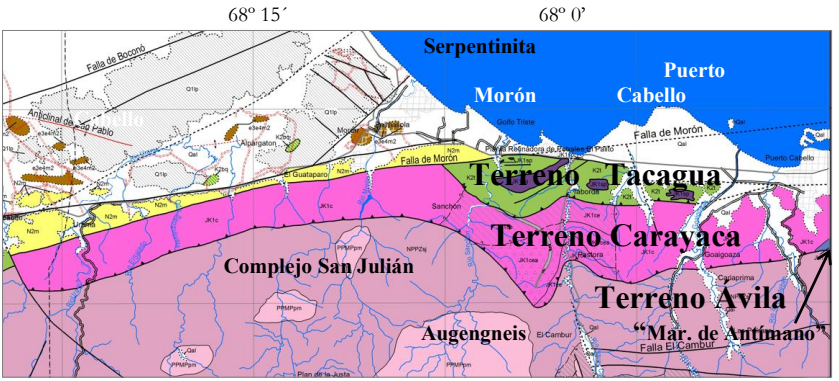


Figura 8C. *Fragmento del mapa geológico de la zona entre Morón– Puerto Cabello – Yapascua.*

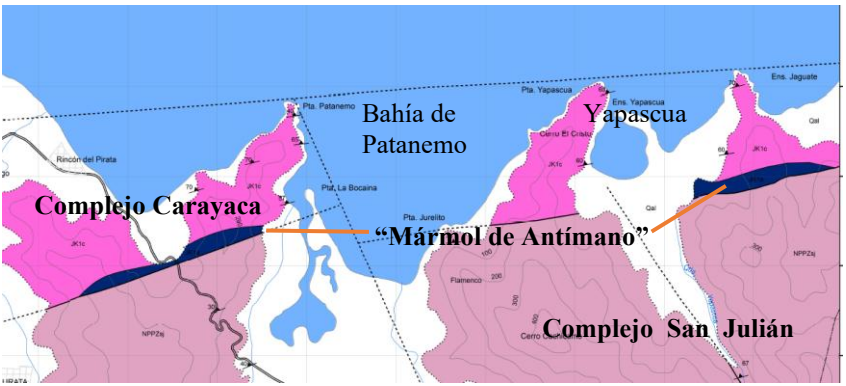


Figura 8D. *Fragmento del mapa geológico de la zona entre Morón– Puerto Cabello – Yapascua.*[9]

En la autopista Valencia – Puerto Cabello, entre Taborda y Pastora, el Complejo Carayaca está bien expuesto pero muy meteorizado. FALCÓN (1981) (Tabla 7) lo separa dos subunidades:

9 Fragmentos de mapas de las tesis de grado de YNFANTE (2017) (arriba) y MAMBIE (2017) (abajo). Los mapas integran la información de trabajos previos, compilados con software ArcGIS a escala original 1:100k, como una simplificación de los mapas base a escala 1:25k. La información de la Fig. 8C corresponde al TEG de Rafael Falcón, 1982.

1- *Esquisto y gneis cuarzo micáceo albítico granatífero.*

2- *Anfibolita, eclogita, mármol, esquisto cuarzo muscovítico*. Esta subunidad aparece rodeada de la (1) (Fig. 8E).

En la segunda subunidad, las roca mayoritarias sigue siendo el esquisto cuarzo muscovítico plagioclásico granatífero, ya que constituye la matriz metapelítica que rodea a los cuerpos de eclogitas (Fig. 8B,F), anfibolitas y otras rocas máficas.

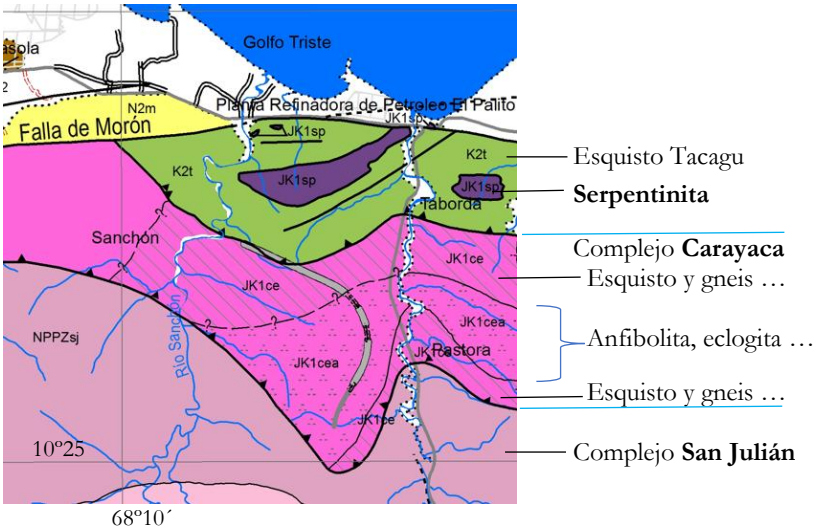


Figura 8E. *Fragmentos de mapa geológico de la zona de El Palito - Taborda.*

Tabla 7. Mineralogía del Complejo Carayaca, zona de Taborda-Morón (FALCÓN 1981, tomado de SUEIRO y URBINA 2005).[10]

Subunidad de Esquisto y gneis cuarzo feldespático micáceo

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	CPx	Act	Ep	Car	Gr	Grf	O:Fe	O:Ti	%An	Ic
Gneis plagioclásicos cuarzo micáceo	3	Prom	22,3	44,3	4,7	6,7	8	2,7			6,7		2		1,7	1	11	21
		Mín	20	41	1	1	5	2			5		1		1	0	10	15
		Máx	25	49	7	15	12	4			10		3		3	2	12	31
Esquistos plagioclásico cuarzo Muscovñitico	12	Prom	18,9	20	2,9	1,3	18,1	8,3		4,7	10,4	0,4	11,8		2,3	0,9	8	40
		Mín	5	0	0	0	8	0		0	2	0	0		1	0	5	15
		Máx	33	43	20	8	32	35		21	24	3	30		5	3	12	57

[10] Las tablas de FALCÓN (1981) deben complementarse con la de SISSON *et al.* (1997), en especial por no estar representados la cianita y el glaucofano.

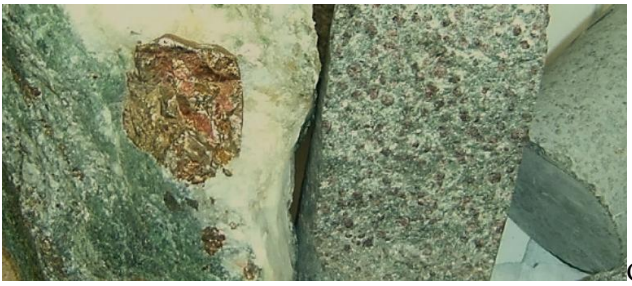
Subunidad de anfibolita, eclogita, mármol, esquisto cuarzo muscovítico

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Par	Cl	CPx	Anf	Act	Ep	Car	Gr	Grf	O:Fe	O:Ti	Pi	%An	Ic
Anfibolita y esquisto anfibólico	27	Prom	5,2	1,7		0,4	4,9		0,2	6,1	36,9		9,6	7,6	23,9		0,4	1,3	1,8		81
		Mín	0	0		0	0		0	0	15		4	0	0		0	0	0		61
		Máx	19	13		4	12		4	20	53		18	31	38		5	5	4		97
Eclogita	1	Prom	3	10				3		34		3	11	3	25			5	3		81
Cuarcita y esquisto cuarzo muscovítico	4	Prom	71,5	2			13,5		0,3			0,3	5,5	3,3	2,5		1,3				10
		Mín	59	0			8		0			0	2	0	0		0				3
		Máx	79	6			26		1			1	10	10	5		3				13
Esquisto cuarzo plagioclásico Muscovítico	11	Prom	41,4	17		0,9	13,2	3,5	2,5			8,4	4,9		5		1,9	1,3	0,2	6,8	25
		Mín	25	5		0	2	0	0			0	0		1		0	0	0	6	12
		Máx	56	31		10	30	13	10			20	14		8		6	3	2	8	39
Mármol y esquisto carbonático	9	Prom	6,4	4	0,7		5,1						5,8	70,3	0,3	3,4	0,1	0,9	3,3		13
		Mín	3	0	0		0						1	54	0	0	0	0	2		8
		Máx	10	10	6		8						24	75	3	6	1	2	4		30

En estas tablas la mica aparece identificada como "muscovita", pero debe entenderse como "mica blanca".



F



G

Figura 8*. Complejo Carayaca. Autopista Valencia - Puerto Cabello, sitio de Pastora.* ***F****: "Knocker" de eclogita.* ***G****: Rocas anfibólicas-granatíferas del Túnel Pastora. A la izquierda un cristal de granate de 2,5 cm de diámetro.*[11]

[11] Muestras colectadas por la Ing. Rocío Sanabria en el Túnel Pastora, del inconcluso proyecto de Ferrocarril La Encrucijada-Puerto Cabello.

El caso del "Mármol de Antímano" de Puerto Cabello (Fig. 8D).

Entre Goaigoaza, Borburata, Patanemo y Yapascua, a lo largo del contacto tectónico entre los complejos Carayaca y San Julián, afloran cuerpos que tradicionalmente han sido asignados al **Mármol Antímano**[12]. MORGAN (1969) los cartografía y describe la presencia de mármol dolomítico con tremolita, e igual, cuarcita con tremolita. Un mármol típico contiene: dolomita 75%, calcita 10% y tremolita 15%; el contenido de MgO puede ser superior al 30%. Hay variedades de mármol blanco.

La asociación de tremolita + dolomita ± cuarzo en rocas calco-silicatadas, indican un metamorfismo en la parte alta de la facies de la anfibolita. La asignación al "Mármol Antímano" hoy día no parece apropiada, dadas las diferencias entre los mármoles de Puerto Cabello y los de la localidad tipo del mármol de Antímano en la región de Caracas, a saber:

Puerto Cabello	***Gran Caracas y Vargas***
Dolomítico	Calcítico (Fig. 19B)
Color: blanco a beige claro	Color: gris claro a gris oscuro y azulado
Tremolita	Tremolita ausente
No incluye cuerpos de rocas anfibólicas	Incluye cuerpos de eclogita, anfibolita granatífera (Fig. 8Ñ), omfacitita (Fig. 8K), glaucofanita (Fig. 8J,P), etc.
Facies de la anfibolita epidótica.	Mineralogía de AP-BT

Esta información muestra que el mármol de la región de Puerto Cabello, no pertenece al Terreno Carayaca (AP-BT), es más semejante al mármol

[12] La primera vez que oí el nombre de "Mármol de Antímano" en esta región, fue en una excursión de la Sociedad Venezolana de Geólogos guiada por Luis González Silva en 1972. Para las rocas del actual Complejo Carayaca utilizaba el nombre de "Formación Nirgua" (previamente denominada Formación Las Mercedes por B. Morgan) y las del Complejo San Julián como "Formación Las Brisas".

tremolíticos del Complejo San Julián, que aflora en la Quebrada Vallecito, Carabobo, a unos 10 km al sur (Tesis de Grado de F. Urbani 1968 y Sebastián Grande 1982).

Bloque Oriental (Puerto Cruz – Carayaca – Ávila)

El Terreno Carayaca aflora entre las localidades de Puerto Cruz, Carayaca, Tacagua, Caracas, también en el cerro Ávila y en cuerpos menores en Río Miguelena (Camurí Grande), Urama y La Sabana, abarcando los estados Aragua y Vargas y el Distrito Capital (Fig. 8A).

El primer trabajo con la cartografía y petrografía de estas rocas, es la tesis doctoral de Gabriel Dengo (DENGO 1951), luego continuado en 1952 con su mapa geológico de Carayaca, donde define la unidad de "*Anfibolitas granatíferas y glaucofanitas*" (Fig. 8H).

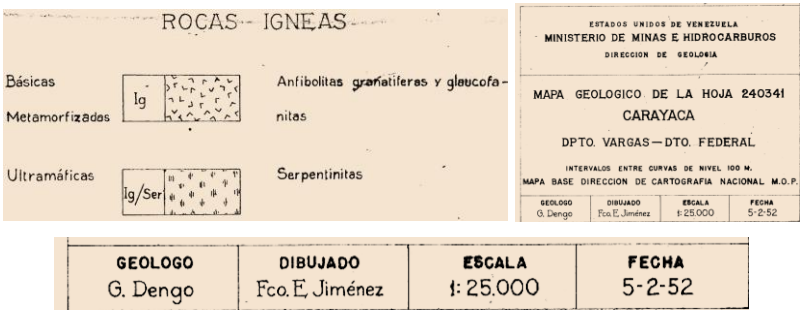


***Figura 8H**. Mapa geológico de la región de Carayaca por Gabriel Dengo, 1952, inédito. La unidad de "Anfibolitas granatíferas y glaucofanitas" corresponde al actual Complejo Carayaca. http://saber.ucv.ve/handle/10872/8700*

El estudio más completo del Bloque Oriental del Terreno Carayaca, corresponde a TALUKDAR y LOUREIRO (1982) (Tabla 8), que abarca entre Puerto Cruz y Tacagua, donde se compila y reinterpreta la información de cinco tesis de grado. Allí cartografían tres unidades informales que se incluyen en el hoy Complejo Carayaca y otra como Mármol Antímano:

Complejo Carayaca:

"*Anfibolitas*" (anfibolita, esquisto muscovítico calcáreo grafitoso).

"*Anfibolita y esquisto cuarzo feldespático*" (anfibolita, esquisto cuarzo feldespático epidótico ± actinolita, eclogita anfibolítica, cuarcita micácea, gneis feldespático cuarzoso actinolítico epidótico).

Mármol Antímano:

"*Anfibolita y mármol*" (anfibolita, mármol, esquisto carbonático muscovítico ± grafitoso, esquisto cuarzo muscovítico ± granate).

Tabla 8*. Cuadros resumen de la composición mineralógica del Complejo Carayaca entre Puerto Cruz y Tacagua. (TALUKDAR y LOUREIRO 1982).*

Complejo Carayaca

COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ROCAS QUE INTEGRAN LA UNIDAD DE ANFIBOLITAS

TIPOS LITOLOGICOS	MINERALOGIA (PORCENTAJES EN VOLUMEN)															
	CUARZO	ALBITA	MUSCOVITA	CLORITA	GRANATE	GRUPO del EPIDOTO	CALCITA	ACTINOLITA	ANF. AZUL-VERDE + ACTINOLITA	GLAUCOFANO	MICA BLANCA	GRAFITO	ESFENA + RUTILO	PIROXENO	OPACOS
ANFIBOLITAS EPIDOTICAS GRANATIFERAS	5-0 (3)	8-0 (3)	—	15-1 (9)	18-4 (12)	40-20 (36)	—	50-40 (46)	—	—	1-0 (Tz)	—	Tz-0 (Tz)	—	1-Tz (Tz)	
ANFIBOLITAS GRANATIFERAS	10-0 (5)	21-0 (10)	—	7-0 (5)	26-0 (20)	6-0 (3)	—	—	90-44 (60)	—	1-0 (1)	—	3-Tz (1)	—	4-0 (1)	
ANFIBOLITAS PIROXENICAS GRANATIFERAS	5-1 (1)	3-0 (1)	—	10-0 (Tz)	27-7 (10)	40-0 (26)	—	—	70-30 (42)	8-0 (0)	15-0 (2)	—	3-1 (1)	12-7 (8)	Tz-0 (Tz)	
ESQUISTOS MUSCOVITICOS CALCAREOS GRAFITOSOS	(18)	—	(22)	—	—	(5)	(39)	—	—	—	—	(12)	(1)	—	(3)	

Tz : TRAZAS

LOS VALORES MOSTRADOS CORRESPONDEN A LOS PORCENTAJES EN VOLUMEN MAXIMO Y MINIMO RESPECTIVAMENTE.
LOS VALORES ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CONCENTRACION MAS REPRESENTATIVA

Complejo Carayaca

TIPOS LITOLOGICOS	MINERALOGIA (PORCENTAJES EN VOLUMEN)															
	CUARZO	ALBITA	MUSCOVITA	CLORITA	GRANATE	GRUPO del EPIDOTO	ACTINOLITA	ANF. AZUL-VERDE	GLAUCOFANO	ONFACITA	MICA BLANCA	RUTILO	ESFENA	OPACOS	OBSERVACIONES
ANFIBOLITAS	20-0 (0)	28-0 (10)	—	—	20-Tz (15)	28-7 (13)	65-0 (50)	50-0 (0)	—	—	20-0 (8)	Tz-0 (Tz)	4-0 (2)	2-0 (0.5)	
ESQ. CUARZO FELDESP. EPIDOTICOS ± ACTINOLITA	60-10 (35)	40-10 (30)	25-3 (12)	5-0 (0)	20-0 (10)	20-0 (8)	50-0 (8)	20-0 (0)	—	—	—	—	—	5-0 (Tz)	
ECLOGITAS ANFIBOLITAS	3-04 (Tz)	4-Tz (2.5)	—	—	45-40 (43)	5-1 (2)	35-Tz (20)	—	50-0 (2)	10-3 (7)	12-2 (10)	2-0 (1)	—	Tz-0 (Tz)	
CUARCITAS MICACEAS	90-50 (65)	30-10 (24)	10-5 (7)	10-0 (0)	4-0 (0)	1-0 (1)	—	—	—	—	—	—	—	4-0 (0)	
GNEISES FELDESP. CUARZO ACTINOLITICOS EPIDOTICOS	50-30 (30)	35-20 (30)	13-1 (2)	10-0 (1)	—	25-0 (10)	25-0 20	—	—	—	—	—	5-0 (Tz)	—	ALGUNAS MUESTRAS CON MICROCLINO Y BIOTITA

Mármol Antímano

COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ROCAS QUE INTEGRAN LA UNIDAD DE ANFIBOLITAS Y MARMOLES

TIPOS LITOLOGICOS	MINERALOGIA (PORCENTAJES EN VOLUMEN)															
	CUARZO	ALBITA	MUSCOVITA	CLORITA	GRANATE	GRUPO del EPIDOTO	CALCITA	ACTINOLITA	ANF. AZUL-VERDE ACTINOLITA	GLAUCOFANO	MICA BLANCA	GRAFITO	RUTILO	ESFENA	OPACOS
ANFIBOLITAS EPIDOTICAS GRANATIFERAS	7.5-0 (7)	5-0 (4)	–	6-0 (0)	20-5 (11)	44-15 (20)	6-0 (0)	73-40 (46)	–	–	4.4-0 (1)	–	1.5-0.5 (0.5)	1-0 (Tz)	2-Tz (0.8)	
ANFIBOLITAS GRANATIFERAS	–	Tz-0 (Tz)	–	Tz-0 (Tz)	40-5 (15)	6-Tz (3)	–	90-60 (78)	–	–	1-0 (Tz)	–	Tz-0 (Tz)	–	1-0 (Tz)	
ANFIBOLITAS GLAUCOFANICAS GRANATIFERAS	2-0 (1.5)	10-0 (7)	–	Tz-0 (0)	30-1 (15)	37-0 (10)	–	–	50-40 (45)	15-2 (10)	Tz-0 (Tz)	–	0.5-0 (Tz)	8-Tz (Tz)	3-Tz (1)	
ANFIBOLITAS ALBITICAS GRANATIFERAS	–	30-10 (18)	–	15-4 (8)	3-1 (2)	2-Tz (1.5)	10-0 (0)	70-50 (60)	–	–	R-0	–	Tz-0. (0)	2-Tz (Tz)	1-0 (Tz)	
MARMOLES	11-2 (4)	3-Tz (Tz)	6-1 (2)	Tz-0 (0)	Tz-0 (0)	2-0 (Tz)	97-52 (83)	6-0 (2)	–			4-Tz (3)	–	1-0 (Tz)	1-Tz (Tz)	
ESQUISTOS CALCAREOS MUSCOVITICOS ± GRAFITO	45-15 (18)	Tz-0 (Tz)	25-7 (20)	15-0 (0)	–	3-0 (0)	60-35 (40)	–	–	–	–	15-5 (8)	–	3-0 (Tz)	4-2 (3)	
ESQUISTOS CUARZO MUSCOVITICOS ± GRANATE	74-36 (39)	12-0 (6)	50-10 (25)	12-Tz (1)	10-0 (Tz)	30-Tz (2)	16-0 (4)	5-0 (0)	–	–	–	–	2-0 (Tz)	4-0 (3)	4-0 (2)	
ESQ. CUARZO MUSCOVIT. GLAUCOFANICOS GRANATIFEROS	85-70 (80)	2-0 (0)	30-9 (9)	2-0 (1)	1-Tz (1)	Tz-0 (0)	–	–	–	4-Tz (3)	–	–	–	2-Tz (2)	2-0 (1)	

C

En la sección oriental del Terreno Carayaca es más bien raro observar lentes o boudines ("knockers") y, predominan niveles de rocas anfibólicas con espesores variables rodeados de rocas esquistosas félsicas, así como extensos cuerpos de anfibolita granatífera, hasta de dimensiones kilométricos o hectométricos. El mineral más distintivo es el glaucofano. El cuerpo de anfibolita granatífera de mayor tamaño se ubica en El Infiernito, Parque Nacional El Ávila (OSTOS 1981) (Fig. 8I). Fotografías de afloramientos se presentan en la Fig. 8J-P.

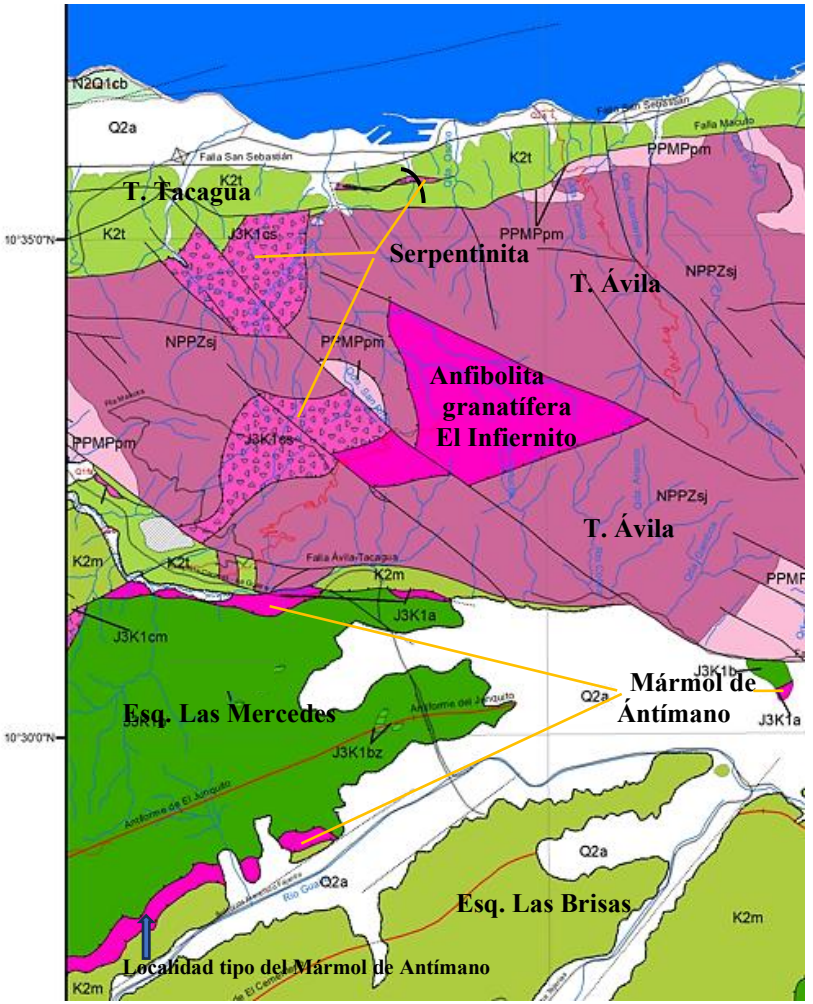


***Figura 8I**. Fragmento del mapa geológico de la región de Caracas.*[13]

[13] Mapa geológico integrados de autores previos, compilación en ArcGIS por SÁNCHEZ (2018). Escala original 1:100k.



***Figura 8J**. Complejo Carayaca. Esquisto glaucofánico, quebrada Serrano o Verde, afluente del río Miguelena, Vargas.*



***Figura 8K**: Mármol Antímano, Río Miguelena, Camurí Grande, Vargas. Se aprecia que el mármol incluye un cuerpo plegado de roca máfica (omfacitita).*



***Figura 8L**: Complejo Carayaca. Esquisto cuarzo micáceo albítico granatífero, Oricao, Estado Vargas.*

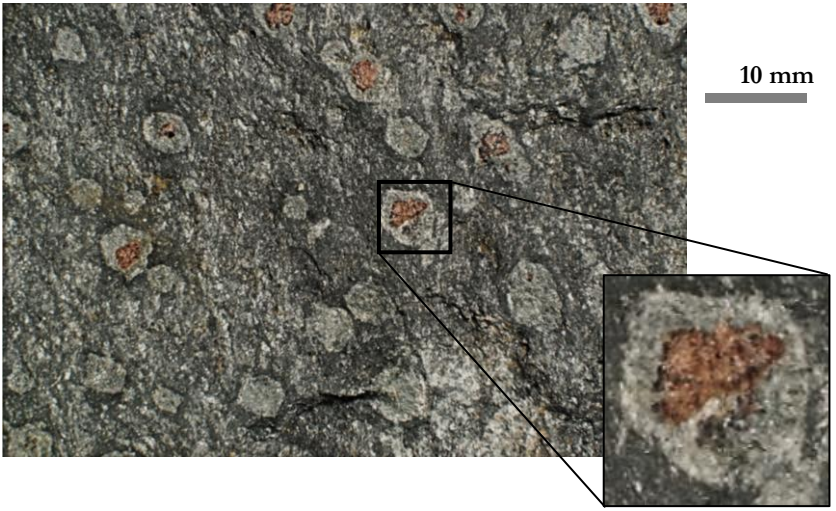
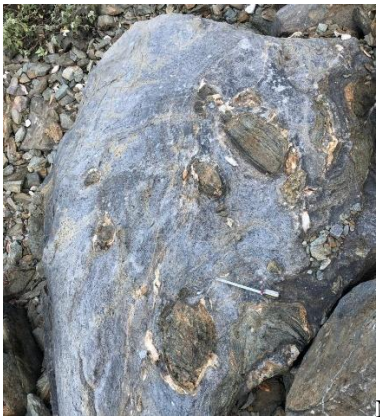


***Figura 8M.** Complejo Carayaca. Quebrada Serrano o Verde, afluente del Río Miguelena, Camurí Grande, Vargas. Anfibolita granatífera con cristales de granate parcialmente cloritizados.*



N



Ñ

Figura 8. *Complejo Carayaca.* ***N****: Cristales de granate sin cloritización. Quebrada Serrano o Verde, afluente del Río Miguelena, Vargas.*
Ñ*: Mármol con bloques de anfibolita granatífera. Chichiriviche, Vargas*[14]***.***



Figura 8O. *Complejo Carayaca, Río Mamo, Vargas. Anfibolita granatífera glaucofánica.*

[14] Foto cortesía del Prof. Ricardo Alezones. Punta oeste de la ensenada de Chichiriviche. Coord. 10º33´04", 67º14´31". Lapicero de escala.


N

Figura 8P. *Complejo Carayaca, Río Mamo, Vargas. Esquisto glaucofánico con pliegues isoclinales.*[15]

El Mármol Antímano en su localidad tipo

Esta unidad fue definida por DENGO (1951) como un mármol masivo de grano medio, color gris claro, con cristales de pirita, alternando con capas de esquisto cuarzo micáceo y, asociadas con cuerpos concordantes de rocas anfibólicas, algunas con estructuras de "boudinage". GONZÁLEZ DE JUANA et al. (1980: 314) interpretar que esta unidad "*representa un horizonte tectónico y no una unidad litoestratigráfica*"[16]. Las rocas máficas son anfibolita granatífera, eclogita y anfibolita/esquisto glaucofánico[17], también hay pequeños cuerpos métricos a decamétricos de serpentinita (Fig. 8Q, ▲).

[15] Fotografías 8O y 8P cortesía del Prof. Oscar Castellanos, Univ. de Pamplona, Colombia. Muestras en proceso de estudios petrológicos.

[16] Interpretación de la coautora Juana María Iturralde.

[17] Hasta los años 1960´s, un conspicuo afloramiento de eclogita se encontraba en la Vuelta del Pescozón, hoy día cubierto por el Hospital Pérez Carreño.

Por la dificultad de cartografiar separadamente los cuerpos del mármol masivo, en la franja cartografiada como "Mármol de Antímano" aflora mayoritariamente esquisto micáceo carbonático grafitoso del tipo Esquisto Las Mercedes, que es la unidad que rodea y envuelve a los cuerpos de mármol, anfibolita-eclogita y serpentinita. Es decir que en esta localidad, corresponde a la definición de un *complejo estructural*, en el sentido del Artículo 37d del *Código Estratigráfico Norteamericano* (CNNE 2024: 49).

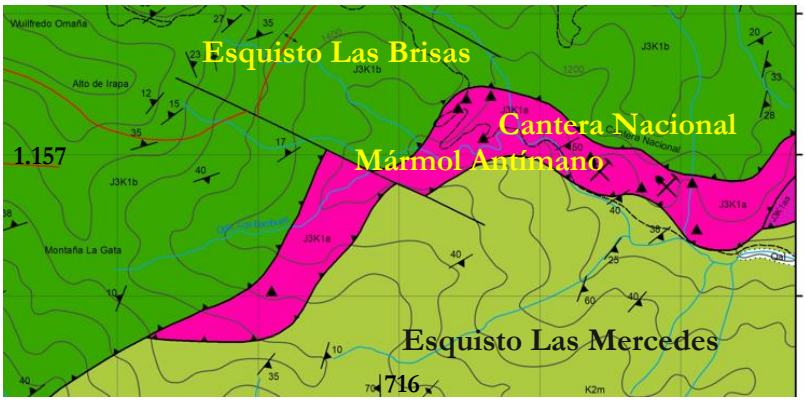


***Figura 8Q**. Mapa geológico de los alrededores de Mamera, oeste de Caracas, Distrito Capital. Hoja 6747-II-NE El Junquito. Información base de María Teresa Cantisano (1989, en MÁRQUEZ 2025). ▲ Serpentinita. Cuadrícula de 1 km. Coordenadas UTM 19P*

Geocronologia

Desde 1992, se han publicado varias edades cenozoicas para el Terreno Carayaca, hoy interpretadas como correspondientes al pico metamórfico de AP/BT (y eventos menores sucesivos), a saber:

1) **SPEED y FOLAND** (**1992**, inédito)[18] analizan por ^{40}Ar-^{39}Ar una mica blanca (fengita) del Mármol Antímano de la localidad tipo. Aportan una edad de **36,6 Ma** (Fig. 8R) que interpretan como una edad de enfriamiento.

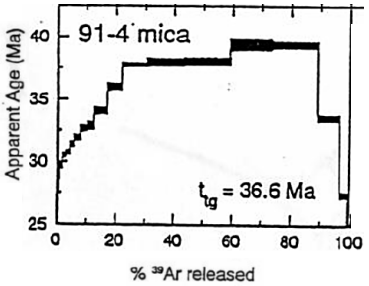


Figura 8R. *Edades ^{40}Ar-^{39}Ar, Mármol Antímano (SPEED y FOLAND 1992,* en *FOURNIER y URBANI 2017).*

2) **FOURNIER** *et al.* (**2011**) en un congreso preesentan una de datación ^{40}Ar-^{39}Ar de fengita del Mármol Antímano en el Río Miguelena, resultando en 35,2±0,4 Ma (muestra Mi.11).

3) **VIETE** *et al.* (**2015**) estudian rocas del Terreno Carayaca en la costa el este de Puerto Cabello (Fig. 8S), entre Patanemo y Cata. Utilizan el método U-Pb en zircón y obtienen resultadoss que les permiten distinguir eventos de crecimiento de zircón de corta duración (<1 Ma), en edades de c.**33**, c.**28**, c.**23** y c.**18** Ma, que asocian a tectonismo (Fig. 8T).

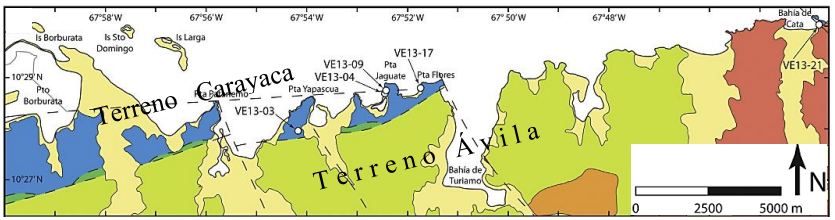


Figura 8S. *Mapa de ubicación de las muestras del Terreno Carayaca estudidas por VIETE* et al. *(2015).*

[18] El manuscrito de SPEED y FOLAND (1992) aparece reproducido en FOURNIER *et al.* (2017).

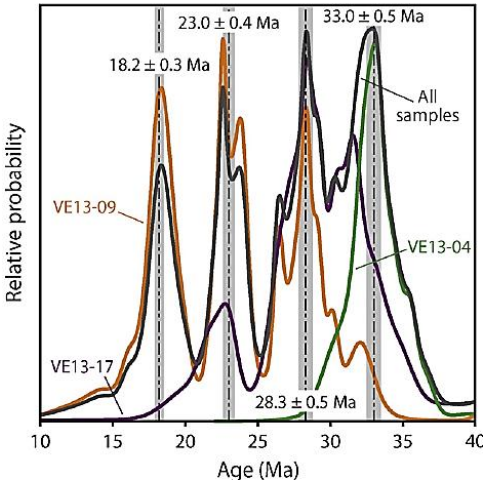
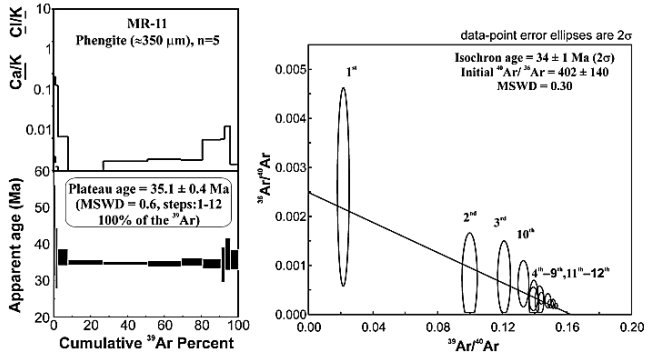


Figura 8T. *Curvas de densisas de probabilidad de las dataciones SS-LASS (*VIETE et al. *(2015).*

4) **FOURNIER** *et al.* (**2017**) presenta el trabajo completo de la presentación de 2011. La fengita datada procede de un nivel de omfacitita (Fig. 8H) dentro del Marmol de Antímano. Por el método de ^{40}Ar-^{39}Ar obtienen una edad de **35,1±0,4 Ma** (Eoceno tardío) (Fig. 8U), con un valor constante del perfil de Si, con lo cual interpretan que las rocas fueron sometidas a un evento de subducción de corta duración, seguido de una rápida exhumación, probablemente más rápida que las rocas del Terreno Carayaca en Carabobo-Aragua, estudiadas por VIETE *et al.* (2015). Concluyen que la …

> "… *edad de fengita de 35 Ma de un lente de omfacitita en el Mármol Antímano del Terrene Carayaca, indica un evento de AP/BT más reciente que lo indicado anteriormente. La preservación de esta edad de la fengita y el perfil del contenido de Si constante, revelan un evento de AP/BT de corta duración seguido de una exhumación muy rápida*".



$^{40}Ar/^{39}Ar$ step-heating age spectrum (left) and inverse isotope-correlation diagram (right) of the phengite from sample MR-11. The size quoted corresponds to the diameter of the crystals analyzed, n: number of crystals heated. The vertical width of each step (age spectrum), the error ellipses (correlation) and age errors are all at ±2σ uncertainty. In the isotope correlation diagram, the numbers adjacent to the error ellipses correspond to the steps in the step-heating experiment.

Figuura 8U. *Edades ^{40}Ar--^{39}Ar de rocas del Mármol Antímano (FOURNIER et al. 2017).*

5) En **PINDELL** *et al.* (2025) se publican una revisión de la geología de la Cordilleraa de la Costa y estudian tres muestras de eclogida de la zona de Taborda (La Pastora). De ellas determinan la trayectoria P-T del metamorfismo en facies de la eclogita, llegando al rango de ultrametamorfismo, condiciones mayores a las determinadas por SISSON *et al.* (1997). Además, presentan nuevas edades Lu-Hf de granate de **38-36 Ma** que reflejan la edad del pico, o cercano al pico del metamorfismo de AP-BT (Fig. 8V-W). Concluyen que …

> … "*las nuevas edades metamórficas máximas del Eoceno tardío (38-36 Ma) corresponden a una subducción eocena de la corteza proto-Caribe a una profundidad de 80-100 km por debajo del antearco caribeño, cuando este último colisionó con Venezuela*", "*…la colisión caribeña fue precedida por una subducción incipiente del Paleoceno y una inversión de falla de rift a lo largo del margen proto-Caribe de Venezuela, exponiendo el basamento del cinturón Caucagua-El Tinaco a la erosión, como se registra en el flysch de la Formación Los Cajones del cinturón Piamontino".*

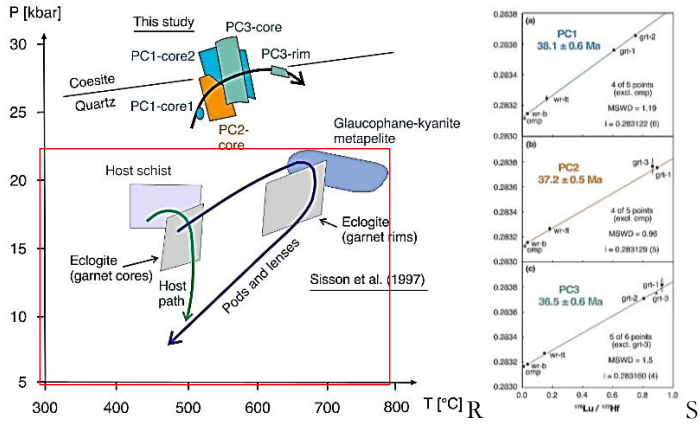


***Figura 8V**: "Resumen de la información disponible sobre las condiciones P-T y las trayectorias P-T para conjuntos de rocas metamórficas de AP/BT en la zona límite de placas del Caribe sur. Wm = mica blanca, Hbl = hornblenda" (*PINDELL* et al. 2025: Fig. 2). El recuadro rojo se amplía en la Fig. 8W. **S**: "Isócronas de Lu-Hf de las eclogitas de Puerto Cabello. Muestras: (a) PC1, (b) PC2 y (c) PC3. Las elipses de error (2 DE) suelen ser menores que las indicadas por los círculos rellenos. Los símbolos en gris indican análisis excluidos de las regresiones. i = valor inicial de $^{176}Hf/^{177}Hf$, con la incertidumbre del IC del 95% en el dígito menos significativo entre paréntesis" (*PINDELL* et al. 2025, Fig. 7).*

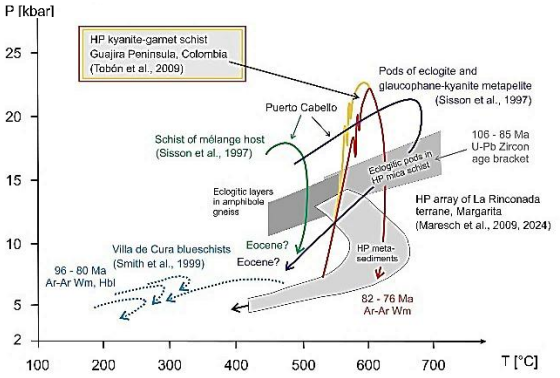


***Figura 8W**. "Condiciones y trayectorias P-T de los conjuntos de rocas metamórficas de AP/BT en la zona límite de placas del Caribe sur. Wm = mica blanca, Hbl = hornblenda" (*PINDELL* et al. 2025: Fig. 2).*

6) Actualmente, Daniel Viete y Herbert Fournier preparan un nuevo trabajo que amplía lo publicado en VIETE *et al.* (2015). Han realizan nuevos estudios geotermo-barométricos y geocronología U-Pb en cristales de zircón. Obtienen una edad de **c.36 Ma** (Eoceno, Priamboriano) para el metamorfismo en facies de la eclogita y de **c.33 Ma** para el pico en facies de anfibolita, que atribuyen a un proceso de relativa corta duración, seguido de otros pulsos de infiltraciones que afectan al sistema U-Pb de los cristales de zircón que llegan hasta el Mioceno. Interpretan que el proceso de AP-BT fue el resultado de la subducción del Proto-Caribe bajo la placa Suramericana (Herbert Fournier, com. per., dic. 2023) (Fig. 8X).

- -

Daniel Viete (com. pers. a J. Pindel, 2015) informa que determinó edades de ZD del envoltorio esquistoso micáceo de las rocas máficas (eclogitas, anfibolitas) de AP-BT de la zona de Puerto Cabello, resultando con edades de c.1.860 Ma, c.1.670 Ma, c.1.400 Ma, c.1.200 Ma, 1.120–970 Ma (Grenvilliano), 590–540 Ma, 500–480 Ma (proto-Andes), 430–370 Ma (Acadiano), 340–290 Ma (Allegheniano) y 170–150 Ma (Jurásico, Bajociense-Kimmeridgiense). De esto se infiere que el protolito de la roca esquistosa - gnéisica[19] que envuelve a los cuerpos disgregados y deformados (knockers) de eclogita y demás rocas máficas del Complejo Carayaca, corresponde a sedimentos depositados en el margen pasivo del norte de Sur América de tiempos Jurásico Tardío a Cretácico Temprano, semejante a los protolitos de los actuales esquistos de Pueblo Nuevo, Las Mercedes, Las Brisas y Mamey.

La edad Jurásico Tardío como "Edad máxima de depósito" (MDA) del protolito del componente metasedimentario del Complejo Carayaca, descarta una idea circulada desde las "*Jornadas venezolanas de geociencias de las rocas ígneas y metamórficas",* 2015, que su protolito fuera el mismo del adyacente Complejo San Julián.

[19] Con escasos niveles ricos en grafito.

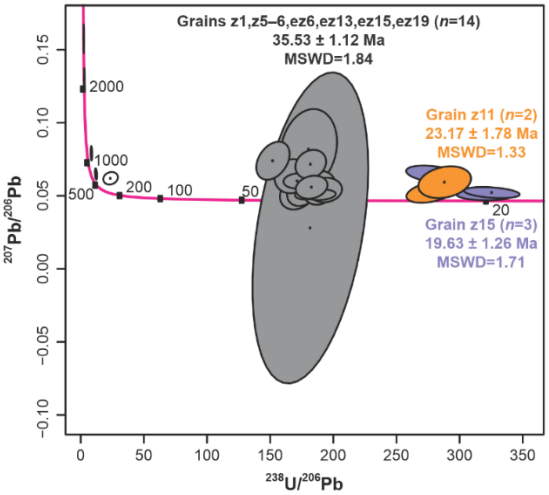


Figura 8X. *Diagrama Tera–Wasserburg para la eclogita VE13-16*[20] *con granos de zircón que se presentan como inclusiones dentro de la omfacita. De la datación de los sobrecrecimientos se obtienen las edades de 35,53±1,12 Ma (n = 14) entregado por siete cristales de zircón y, dos isócronas más jóvenes de 23,17±1,78 Ma (n = 2) y 19,63±1,26 Ma (n = 3) entregados por dos cristales diferentes de zircón. Estas edades cenozoicas lo interpretan como edades vinculadas al metamorfismo HP/LT y a los eventos de retrogradación de las rocas eclogíticas del Terreno Carayaca. En esta muestra también se obtuvieron dataciones de núcleos heredados de c.2.195, c.1.910, c.720, c.512 y c.265 (H. Fournier, com. pers., dic. 2023).*

En la Tabla 9 se recopilan las edades máximas y mínimas (MDA) obtenidas en estudios de ZD en unidade geológicas del norte de Venezuela. Nótese que la Filita Pueblo Nuevo - Paraguaná y el Complejo Carayaca, son las únicas con MDA del Jurásico Tardío.

[20] Muestra procedente de Punta Yapascua. Colectada y analizada por el Dr. D. Viete.

Tabla 9. Intervalos de edades de ZD en unidades geológicas del norte de Venezuela.

Unidad	**(n)**	**Edad máxima**	**Edad mínima "MDA"**[21]	**Autor**
Cojedes II	(99)	Paleoproterozoico	Cámbrico	M. Noguera
Bobare	(200)	Paleoproterozoico	Ordovísico	M. Noguera
San Julian	(›50)	Paleoproterozoico	Silúrico?	M. Baquero
Aguardiente	(100)	Aequeano	Silúrico	M. Noguera
Barranquín	(189)	Arqueano	Silúrico	M. Noguera
Tucutunemo	(98)	Paleoproterozoico	Pérmico	J. Wright
Mamey	(303)	Paleoproterozoico	Triásico Medio	D. Villagómez
Las Brisas y Las Mercedes	(186)	Paleoproterozoico	Triásico Tardío.	J. E. Wright
Pueblo Nuevo	(108)	Arqueano	**Jurásico Tardío**	M. Baquero
Carayaca	(¿?)	Paleoproterozoico	**Jurásico Tardío**	D. Viete
Juan Griego	(111)	Mesoproterozoico	Hauteriviense	J. Wright
Aroa	(94)	Neoproterozoico	Campaniense	D. Villagómez
Matatere, Guárico, Paracotos, Garrapata, Pampatar	(›1000)	Arqueano	Eoceno	M. Noguera
Caramacate	(87)	Hauteriviense	Eoceno	J. E. Wright

Interpretaciones generales

El Complejo Carayaca contiene elementos de corteza oceánica con elementos continentales (OSTOS 1992). La unidad consiste mayoritariamente de metasedimentos (con protolito pelítico, psamítico y carbonático) y raros cuerpos máficos (eclogita y rocas anfibolíticas: MORGAN 1970). En resumen, el Complejo Carayaca es un melange con rocas de AP/BT que fuera ensamblado hasta y durante el proceso de "extrusión" por fallas mayores, como la Falla Morón en la región de Puerto Cabello, que incluye rocas esquistosas jurásico-cretácicas del margen pasivo del norte de Sur América, así como cuerpos de composición basáltica de tipo MORB (ahora eclogitas y anfibolitas).

[21] MDA, "Maximum depositional age", edad máxima de depósito.

Las trayectoria P-T-t determinada para las eclogitas es diferente a la determinada para la matriz esquitosa que rodea a los "knockers"; este hecho soporta el modelo de "melange" ensamblado y extruído a través de fallas de alcance litosférico (ver modelo en la Fig. 8Y).

Con los resultados de estos trabajos, se descarta la ideas previa que las rocas de AP-BT del actual Terreno Carayaca, se hayan formado en la subducción de larga duración actuante en el occidente suramericano al menos desde el Jurásico y que, posteriormente estos terrenos hayan migrado hasta su posición actual de forma similar a lo postulado para la Isla de Margarita (MARESCH *et al.* 2009).

Las nuevas edades cenozoicas para el metamorfismo de AP-BT constituyen un hallazgo fundamental y de carácter regional, ya que corresponden a las eclogitas más jovenes de toda la cuenca del Caribe.

Los cuerpos del Complejo Carayaca han sido exhumados por "extrusión" a través de fallas de alcance muy profundo (modelo de PINDELL *et al.* 2025) (Fig. 8Y), a saber:

-Falla Morón, rocas de los estados Carabobo y Aragua.

-Falla Tacagua-Ávila, cuerpos decamétricos-hectométricos del valle de Tacagua hasta la Alta Florida, Caracas.

-Fallas sin nombre que delimina el contacto entre los esquistos de Las Brisas y Las Mercedes, entre Mamera, Antímano, La Planicie y El Calvario (Mármol de Antímano).

-Los cuerpos mayores en la zona de Infiernito (P. N. El Ávila), posibleemente por fallas de bajo ángulo.

Para finalizar esta sección, hay que señalar que en algunas localidades del estado Vargas y Distrito Capital, asociado a fallas se observa una mezcla de rocas de AP-BT del Complejo Carayaca (rocas eclogíticas y glaucofánicas, anfibolitas granatíferas, etc.), junto con rocas ofiolíticas (serpentinita, clinopiroxenita, gabro, rodingita). Buenos ejemplos se encuentran en:

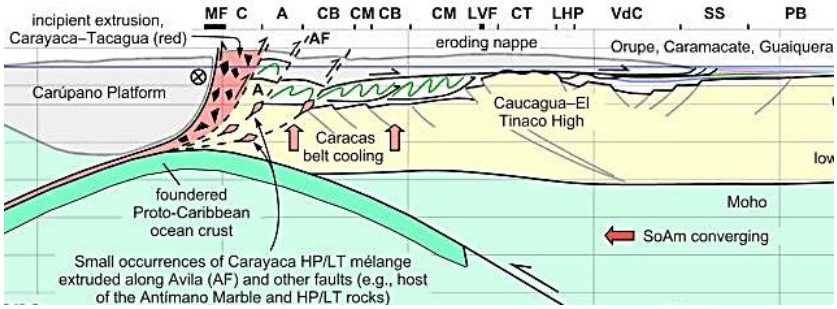
-Quebrada Ocumarito, afluente del Río Mamo, Vargas (Fig. 8Z). Rocas ofiolíticas (serpentinita) y de AP-BT (GRANDE *et al.* 2013)

-Quebrada Serrano o Verde, afluente del río Miguelena, Camurí Grande, Vargas. Rocas ofiolíticas (serpentinita, cloritocita "black wall") y de AP-BT (ARIAS *et al.* 2003).

-Cantera Nacional de Mamera, Distrito Capital. Rocas de AP-BT y ofiolíticas (serpentinita).

-Oricao, Vargas. Rocas AP-BT y ofiolíticas (serpentinita, gabro rodingizado).

En estos casos la serpentinita actua a manera de "lubricante" en las zonas de falla.



***Figurs 8Y**. Modelo de exhumación del Terreno Carayaca por "extrusión" a lo largo de las principales fallas que delimiran el borde norte de la Cordillera de la Costa (PINDELL* et al. *2025).*

Análisis químicos previamente inéditos, de una muestra de anfibolita granatífera colectada en la Cantera Nacional de Antímano, junto a tres muestras del Tunel Pastora cercanas a las muestras estudiadas por PINDELL *et al.* (2025), aparecen en la Tabla 10.



Figura 8Z*. Quebrada Ocumarito, estado Vargas. Roca muy deformada con glaucofanita (azulado) y eclogita carbonatizada (marrón claro) (*GRANDE *et al. 2013).*

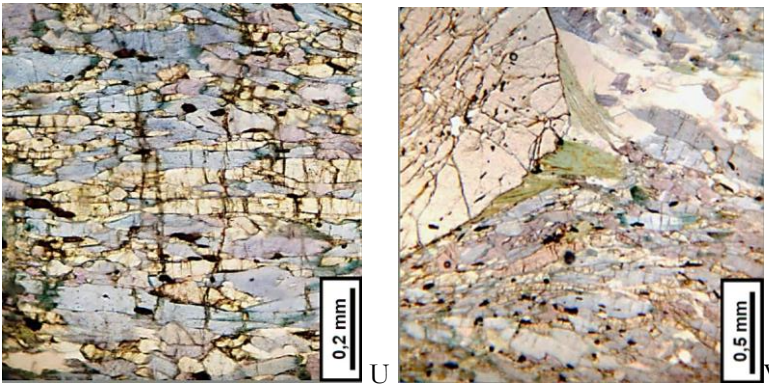


Figura 8W*. Quebrada Ocumarito, estado Vargas. SN.* ***P****: Detalle de la matriz de onfacita acicular alterada a glaucofano columnar con pequeños cristales de rutilo.* ***V****: Porfidoblasto de granate con borde cloritizado, en matriz de omfacita acicular alterada a glaucofano y mica blanca (*GRANDE et al. *2013).*

Tabla 10. Geoquímica. Complejo Carayaca y Esquisto Tacagua.

ID	Localidad	Litología	Unidad	SiO_2	TiO_2	$Al2O_3$	Fe_2O_3	MgO
AK43	Tunel Pastora, Carabobo	Anfib. granatífera	Carayaca	33,57	1,26	15,12	21,83	7,39
AK44				47,54	0,83	15,41	10,45	9,17
AK45*				47,75	0,75	15,05	10,48	8,76
AK47	Puerto Colombia, Ar	Metatoba (esq. verde)	Tacagua	44,58	1,25	15,45	10,41	6,05
AK48				46,65	0,85	19,67	8,52	5,96
JT11B	Mamera, DC	Anfib. granatífera	Antímano	51,58	1,18	12,57	11,58	8,96
JT12iv	Oricao,Vargas	Gabro rodingizado	Ofiolita	28,33	0,27	7,82	1,97	2,74

ID	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	LOI	Total
AK43	0,42	10,70	0,99	0,32	0,06	6,77	98,48
AK44	0,17	11,62	2,31	0,10	0,05	1,32	98,97
AK45*	0,16	13,05	1,33	0,05	0,06	1,52	98,94
AK47	0,15	12,53	1,91	0,07	0,10	7,88	100,39
AK48	0,13	14,32	2,30	0,33	0,06	1,82	100,60
JT11B	0,10	5,83	4,14	0,61	0,08	2,15	98,81
JT12iv	0,07	53,39	0,30	0,07	0,05	3,27	98,29

ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
AK43	40,6	129,5	318,8	62,5	99,4	8,4	14,8	178,0	27,9	119,3	30,29	36,7
AK44	46,9	265,4	457,5	40,5	140,2	13,9	3,0	83,3	22,4	44,1	4,05	39,2
AK45	43,9	251,2	447,5	43,2	146,6	14,3	1,6	76,3	22,0	40,9	3,91	16,8
AK47	38,0	254,3	363,8	43,0	132,4	16,2	4,9	193,7	29,9	71,9	2,28	37,8
AK48	36,8	211,4	284,4	31,6	53,8	16,5	11,4	156,4	22,8	49,2	1,06	147,4
JT11B	44,5	326,0	63,6	45,6	48,6	17,2	29,5	258,0	27,3	64,0	6,28	108,3
JT12iv	6,5	65,2	41,6	11,5	26,2	8,1	1,1	599,5	20,1	75,6	7,24	136,6

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
AK43	42,187	83,36	10,15	38,89	7,47	2,44	6,97	0,89	4,74	0,89	2,51
AK44	2,573	7,11	1,10	5,49	1,80	0,64	2,52	0,47	3,37	0,74	2,20
AK45	3,142	8,08	1,23	6,01	1,90	0,71	2,49	0,46	3,24	0,69	2,09
AK47	3,272	8,72	1,45	7,71	2,68	0,97	3,70	0,69	4,68	0,95	2,79
AK48	1,432	4,88	0,91	5,10	1,91	0,75	2,69	0,50	3,51	0,73	2,15
JT11B	3,965	11,69	1,82	8,65	2,64	0,80	3,49	0,63	4,23	0,89	2,71
JT12iv	16,444	34,69	4,36	15,84	3,08	0,65	2,90	0,44	2,62	0,50	1,47

ID	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
AK43	0,40	2,34	0,40	2,72	1,62	5,54	1,62
AK44	0,37	2,20	0,36	1,14	0,23	0,36	0,26
AK45	0,35	2,05	0,33	1,09	0,21	0,41	0,31
AK47	0,46	2,60	0,41	1,96	0,14	0,35	0,27
AK48	0,35	2,09	0,35	1,29	0,06	0,07	0,10
JT11B	0,42	2,69	0,45	1,68	0,38	0,45	0,12
JT12iv	0,21	1,35	0,22	1,83	0,41	4,97	3,81

* Datada por Sm-Nd (isocrona de dos puntos: roca total y granate), aportando una edad de 46,90±0,14 Ma (por Dr. Elson Paiva de Oliveira, 2005, com. per., en FOURNIER *et al.* (2017, Supl. mat. S1). Utilizando diagramas convencionaes de discriminación de ambientes tectónicos, las muestras AK44 y 45 del Complejo Carayaca ajustan con basaltos calcoalcalinos de arco volcánico (IAB), mientras que las muestras AK47 y 48 del Esquisto Tacagua muestran afinidad de tholeitas de arco.

2.1.2. Faja Ávila

Terreno Ávila

Este terreno se divide en dos partes (Fig. 9A,B): 1- Un *Bloque Oriental o Naiguatá* que se inicia en el valle de Tacagua y termina en Cabo Codera, está constituído mayoritariamente por rocas metaígneas. Este bloque ha sido muy exhumado, con la mayor elevación de la Cordillera de la Costa, el Pico Naiguatá con 2.765 m s.n.m. 2-Un *Bloque Occidental* que se extiende desde Yaracuy hasta Carayaca, con forma irregular y está exhumado en menor grado que el Bloque Oriental. Está constituido predominantemente por rocas metasedimentarias con intrusiones de granitoides bien definidas.

El *Complejo* ***San Julián*** es la unidad más extensa del terreno y, muestra una mezcla de rocas de naturaleza metasedimentaria y metaígneas (tonalíticas a graníticas). A los fines de su cartografía geológica, en esta unidad se han incluido las rocas cuarzo - feldespáticas ± micáceas, ya sea esquistosas o gnéisicas, de protolito sedimentario o ígneo, con metamorfismo de medio grado con la presencia de biotita ± granate ± anfíbol verde-azul (en las escasas rocas máficas). De ahí la gran cantidad de subunidades en que se ha dividido y por consiguiente, su origen, ambiente tectónico y edad es muy variable a lo largo de sus 300 km de extensión (Tabla 11A).

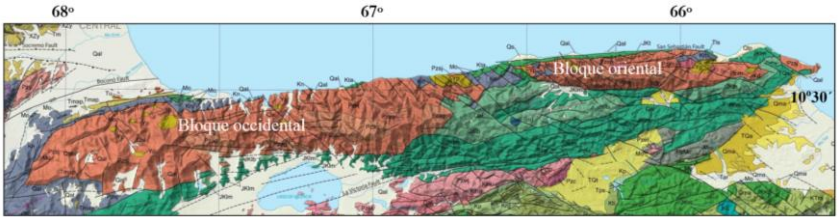


Figura 9*. Distribución del Terreno Ávila (rojo), subdividido en dos bloques, oriental y occidental. El Complejo San Julián ocupa >80% del área de este terreno. Fragmento del mapa de* HACKLEY et al. *(2006).*

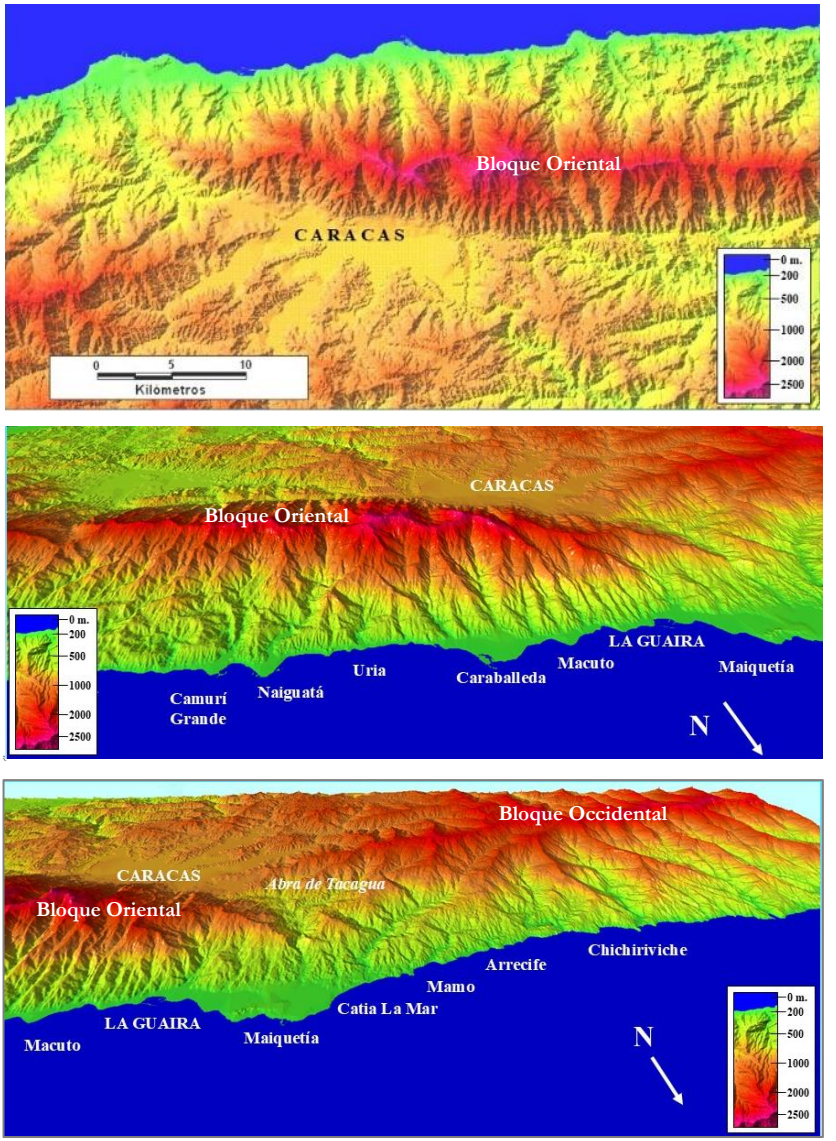


***Figura 9B**. Modelos digitales de elevación donde resalta la forma lenticular del Bloque Oriental del Terreno Ávila. Cortesía de DIGECAFA, 2000.*

Bloque Ocidental

El Complejo San Julián es la unidad principal y envuelve varios plutones como el *Metagranito de* ***Guaremal*** (Tabla 11B) (Fig. 9C), *Gneis* ***Choroní*** (Tabla 11C), *Gneis* ***Colonia Tovar*** (Tabla 11D) y el *Gneis* ***Cabriales*** (Fig. 10A).

Tabla 11A. Composición mineralógica resumen del Complejo San Julián (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Anf	Bi	Cl	Clt	Mu	Ep	Alla	Car	Gr	Grf	Ap	Ci	Tu	Ru	Es	Lex	Ilm	Est	Ox	Mg	He	Goe	Pi	%An	Ic
Esquistos diversos Ic > 35 % *	97	Prom	25	16,5	0,1	1,6	9,5	14,2		10,1	16,1	Tz	0,5	1,8		0,04	0,1	0,2		0,5	0,04	0,1		2	0,2	0,1		0,5	19	47
		Mín	0	0	0	0	0	0		0	0	Tz	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	6	35
		Máx	50	65	12	15	31	40		49	50	Tz	10	20		1	1	20		15	2	8		12	5	5		15	46	90
Esquistos diversos Ic < 35 % *	387	Prom	38,8	18,2	1,9	0,5	4	4,3		21,9	4,4	0,01	0,6	1	0,2	0,1	0,1	0,1	Tz	0,2	0,03	0,01	0,02	1,4	0,1	0,1	Tz	0,3	13	17
		Mín	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tz	0	0	0	0	0	0	0	Tz	0	0	0
		Máx	69	83	65	15	30	21		84	25	2	16	18	10	2	2	4	Tz	8	5	2	5	18	5	5	Tz	10	50	34
Esquito Moteado	4	Prom	12	20			15	8,3		37	6		Tz	1,3		Tz	Tz			0,3						Tz	0,3			31
		Mín	3	10			0	2		0	0		Tz	0		Tz	Tz			0						Tz	0			2
		Máx	25	26			55	20		78	20		Tz	5		Tz	Tz			1						Tz	1			71
Esquisto cuarzo muscovítico con clorítoide	4	Prom	42,8					0,3	18	31,5							0,3	1,3						3,1						26
		Mín	32					0	5	15							0	1						1						12
		Máx	53					1	27	56							1	2						13						32
Gneis plagioclásico cuarzo epidótico micáceo	67	Prom	22,7	47	4,1	0,4	4,8	3,8		8	6,5		1,1	0,2		0,03	0,1			0,3	0,1	Tz		0,7	0,02	0,05		0,2	27	17
		Mín	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0		0	0			0	0	Tz		0	0	0		0	10	1
		Máx	50	78	35	5	22	18		28	25		20	7		1	2			5	2	Tz		4	1	1		5	41	67
Gneis feldespático (Fk) cuarzo muscovítico epidótico	14	Prom	22,3		56,1	4,4	0,7	2,1		8,9	4,9		Tz	0,4		Tz				0,2								0,3		13
		Mín	0		32	0	0	0		0	0		Tz	0		Tz				0								0		0
		Máx	40		80	38	4,5	9,4		22	19		Tz	5		Tz				0,6								1		47
Gneis cuarzo feldespático muscovítico epidótico	114	Prom	46	22,1	8,7	1,1	3,6	2,9		8,4	4,6		0,7	0,6		0,03	0,1			0,3	0,1	0,01		0,9	0,1	0,03		0,2	14	14
		Mín	14	0	0	0	0	0		0	0		0	0		0	0			0	0	0		0	0	0		0	2	0
		Máx	75	40	45	20	23	15		28	23		25	22		1	1			3	1	1		9	3	1		2	32	49
Gneis feldespático cuarzo micáceo	6	Prom	30,5	39,3	10			3,3		6	5,8		1,8															0,5		10
		Mín	27	30	7			1		3	1		0															0		4
		Máx	35	45	14			8		15	15		4															1		16
Gneis anfibólico plagioclásico	1		10	15		60				10				0						5										65
Gneis plagioclásico anfibólico	1		11	27		18				14	8			18						4										48

Tabla 11B. Composición mineralógico resumen del Metagranito de Guaremal (SUEIRO y URBINA 2004).

A: Rocas no foliadas

Tipo litológico	#Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Cl	Mu	Act	Ava	Ep	Car	Gr	O:Fe	O:Ti	Ap	Ci	Tu	Otr	%An	Ic
Granito	21	Prom	27,6	31	21	8	0,7	5,9			2,3	0,4	0,5	0,2	0,8	0,3	0,2	0,4	0,1	25	13
		Mín	0	9	0	0	0	2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
		Máx	64	69	54	21	4	29			6	1	3	1	3	1	1	8,4	1,8	31	25
Pegmatita	3	Prom	37,6	23,2	26,5	0,3	0,3	6,3			2,2		0,3	0,3	0,3			2,3		7	4
		Mín	31	22	25	0	0	1			0,7		0	0	0			0		6	1
		Máx	47	24	28	1	1	10			5		1	1	1			7		7	10
Dique de aplita	2	Prom	35,4	28,7	19,8	7,5	0,5	5,3			0,7		1,1	0,5	0,5				0,2		11
Leucogranito	2	Prom	41,7	19	31,6	0,3	0,3	5,9			0,3	0,2	0,3						0,4		1
Xenolito		Prom	40	10,1	0,5	15,8	2,9	18,5	0,5	0,1	6,4		2,2	0,9	1,2	0,5	0,2	0,2		31	6
Hornfelizado	12	Mín	13	0	0	2	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0		14	6
sin foliar (enclaves)		Máx	52	31	3	40	10	45	7	1	38		12	2	2	3	1	2		51	6

B: Rocas foliadas.

Tipo litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Cl	Mu	Ep	Car	Gr	Grf	O:Fe	O:Ti	Ap	Ci	Tu	Otr	%An	Ic
Gneis Graníticos	17	Prom	39	17	16	7,5	1,2	15	2,1	0,2	0,9		0,3	0,6	0,3	0,1		1	10	14
		Mín	0,1	0,3	0	1,5	0	2,3	0	0	0		0	0	0	0		0	6	3
		Máx	71	35	33	21	7,7	40	10	1	5,3		1	2	1	1		8,7	14	30
Augengneis Cuarzo feldespático muscovítico	13	Prom	38,6	15,9	13,3	8,4	1,1	12,7	3,1	2,1	0,9		0,8	1,4	0,4	0,1	0,1		10	16
		Mín	11	6	0	1	0	3	0	0	0		0	0	0	0	0		7	7
		Máx	77	33	38	20	8	22	10	25	3		3	4	1	1	1		14	30
Xenolito Hornfelizado foliados (Enclave)	13	Prom	42,3	6,4	1,4	18,4	4,5	16,6	4,4	0,3	1,6	0,1	1,1	2	0,5	0,4			7	33
		Mín	13	0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0			6	15
		Máx	74	22	4	40	35	32	15	4	8	1	2	5	1	1			7	59

Tabla 11C. Composición mineralógica resumen del Gneis Choroní (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	#Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Ep	Gr	He	Ic
Gneis		Prom	40	29	24	2,9	3,1	0,4	1	0,3	0,4	5
feldespático	17	Mín	25	15	8	0	0	0	0	0	0	0
cuarzo micáceo		Máx	65	48	40	10	5	3	5	3	7	15
Xenolito de esquisto	1		45	35		10	3	5	5			20

Tabla 11D. Composición mineralógica resumen del Gneis Colonia Tovar (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Ep	Es	Op	Ic
Gneis cuarzo		Prom	44	38,7	10,7	0,7	5,3	0,3			0,3	1
feldespático	3	Mín	39	32	3	0	3	0			0	1
muscovítico		Máx	51	48	21	1	7	1			1	2
Cuarcita		Prom	74,8	2,8		1	17,8	1,5	1,3	0,3	0,8	5
muscovítica	4	Mín	58	0		0	11	0	0	0	0	2
		Máx	83	8		3	30	5	4	1	2	7

La mejor sección de la Serranía Costera de la CdlC corresponde a la Autopista Valencia-Taborda, estado Carabobo, donde de afloran unidades de las fajas Caracas, Ávila y Costera, con los terrenos tectonoestratigráficos Tacagua, Carayaca, Las Mercedes y Ávila. De este último destacan las unidades del *Complejo* ***San Julián*** y el *Metragranito de* ***Guaremal***[22] (Fig. 9D-E, Tabla 11B).

Esta última unidad muestra toda un gama de texturas, que según el grado de deformación y cizalla pueden variar desde núcleos de textura masiva equigranular sin foliación o apenas perceptible, hasta augengneis y gneis alrededor de los anteriorees (Fig. 9C). En algunas zonas de muy fuerte cizalla, en un ancho de talud de apenas pocos

[22] Este plutón ha sido reconocido por muchos autores por aflorar en la única ruta entre Puerto Cabello y Valencia. Fue cartografiado y estudiado petrográficamente por MORGAN (1967), URBANI (1968) y GRANDE (1983). Luego, la información fue integrada por BARRIOS (1988) en mapas a escala 1:25k; redibujados y publicados en el *Atlas Geológico de la Cordillera de la Costa* de URBANI y RODRÍGUEZ (2004), para finalmente ser incorporado en un proyecto ArcGIS por YNFANTE (2018).

metros, se puede observar el paso desde una roca de grano grueso sin deformar a augengneis, gneis, esquisto, gneis, augengneis y roca no deformada.

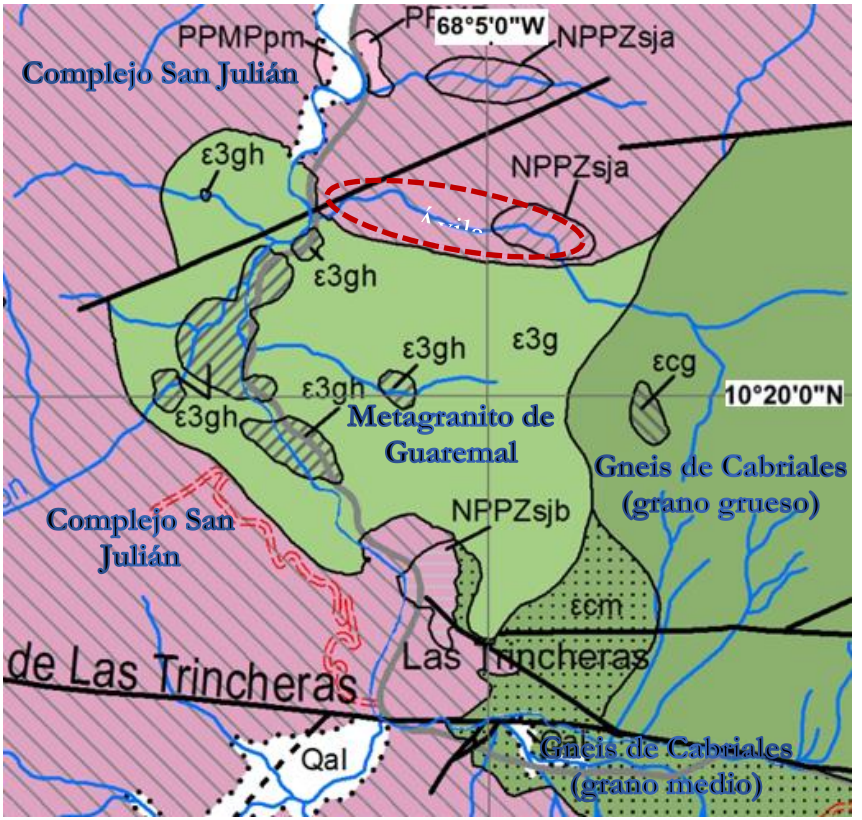


Figura 9C. *Mapa geológico simplificado de la zona de Las Trincheras – El Cambur, Carabobo*[23]*. Leyenda:* ***ε3g****: Metagraniro de Guaremal (****ε3gh****: roca poco o nada deformada,* ***ε3g****: roca gnéisica a augengnéisica).* ***εcg****: Gabro intrusico en el Gneis Cabriales. Óvalo segmentado rojo: Tramo de la Quebrada Vallecito propuesto como localidad de referencias del Complejo San Julián para el Bloque Occidental de Terreno Ávila.*

[23] Fuente: versión en ArcGIS de YNFANTE (2018).

Una característica muy conspicua en la presencia de xenolitos de dimensiones decimétricas a métricas, de color casi negro, petrográficamente clasificados como hornfel (cuarzo feldespático biotítico), que corresponden a la roca caja del Complejo Sán Julián afectada por metamorfismo de contacto (Fig. 10C).



***Figura 9D**. Granito(G) de Guaremal con xenolito (X) hornfelsizado, cruzado por diques del mismo granito. Autopista km 26+400 (URBANI 1968).*

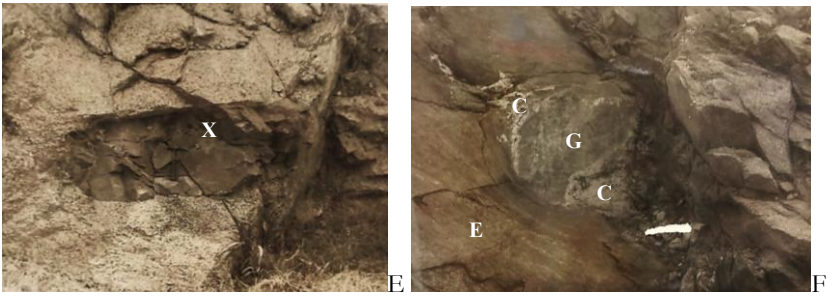


***Figura 9. E**: Metagranito de Guaremal con un xenolito hornfelsizado de 45 cm de ancho. Km 28+800. **F**: Bloque de granito (G) de 2 m de diámetro en una zona de cizalla de la roca caja esquistosa (E) del Complejo San Julián. Tiene forma de "ojo" y se aprecian sombras de presión rellenas de cuarzo (C). Km 28+500 (URBANI 1968).*

El *Gneis* ***Cabriales*** es el batolito más extenso de la Cordillera de la Costa, con localidad tipo en el río homónimo al norte de Valencia. Se distribuye en dos bloques, uno ubicado al norte de Valencia y otro al norte de San Joaquín - Mariara (Fig. 10A). Consta de las siguientes subunidades: Gneis porfirítico de grano grueso (mayoritaria, Fig. 10B-C), gneis de grano medio, gneis de grano fino, augengneis y augenesquisto.

Dentro del área cartografiada genéricamente como Gneis Cabriales, aparecen dos cuerpos genéticamente no relacionados, que por razones prácticas de cartografía los incluimos como subunidades, a saber:

Gnéis sillimanítico (ubicación en Fig. 10A, "sill", imágenes petrográficas en Fig. 10D)[24].

M*etagabro* (ubicación en Fig. 10A, "Gabro") ubicado en las cabeceras de la Quebrada Vallecito, cerca de la divisoria con el Río San Esteban.

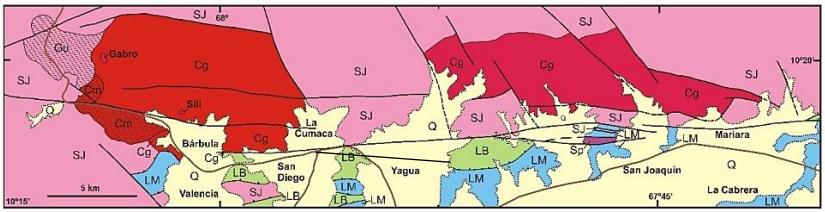


Figura 10A*. Gneis Cabriales, estado Carabobo. Mapa geológico simplificado mostrando la distribución de sus subunidades (Cg: Gneis Cabriales de grano grueso, Cm: Gneis Cabriales de grano medio, Gabro, Sill: Gneis sillimanítico), así como las unidades adyacentes: Gu: Metagranito de Guaremal, LB: Las Brisas, LM: Las Mercedes, Q: Cuaternario, SJ: San Julián). Sp: Serpentinita.*

[24] El Prof. S. Grande (Com. pers., sept. 2023) sugiere su origen en una chimenea de alteración argilítica metamorfizada a la facies anfibolita

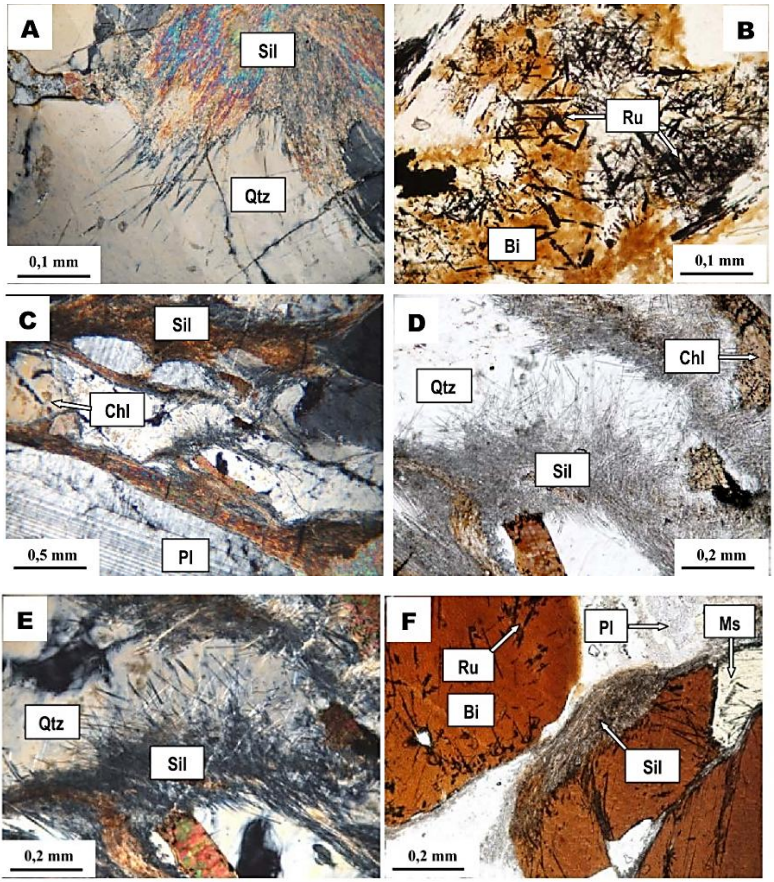


***Figura 10B**. Gneis Cabriales en el Río Cabrieles. Gneis porfirítico con megacristales de feldespato-K de hasta 12 cm con maclas de Carlsbad visibles a simple vista. Rocas semejantes se encuentran en el Complejo Yaritagua (Fig. 12G),*



E

***Figura 10C**. Gneis Cabriales. Río San Diego. Afloramiento con enclaves muy deformados, la textura porfirítica original ha pasado a una textura porfiroclástica. (MAMBIE 2019).*



Fotomicrografías del gneis sillimanítico del Gneis de Cabriales, en la zona de La Entrada-Bárbula, Carabobo. A) Sección Ca-2018r, NX. Se observa un compacto haz de fibras de sillimanita adentrándose en cuarzo. B) Sección Ca-2018s. Biotita alterada a muscovita y clorita mostrando exsoluciones de rutilo sagenítico, en parte alterado a titanita. C) y D): Sección Ca-2019B, SN. Abundante sillimanita en haces pseudoparalelos asociada a bandas micáceas y agregados de fibras adentrándose en cuarzo. En la figura (C) arriba y a la izquierda se observa clorita que remplaza a la biotita y un gran cristal de plagioclasa maclado en su parte inferior. E) Misma sección anterior, NX. Se observa la birrefringencia moderada de la sillimanita. F) Sección Ca-2019A, SN. Secciones basales de biotita titanífera con rutilo sagenítico asociadas a haces de sillimanita fibrosa. En la parte derecha se observa una hojuela de muscovita y a su izquierda un cristal de plagioclasa sericitizada. El cuarzo es incoloro.

***Figura 10D**. Cuerpo de gneis sillimanítico. La Entrada, norte de Valencia (GRANDE 2013). Ubicación en Fig. 10A, "Sill.".*

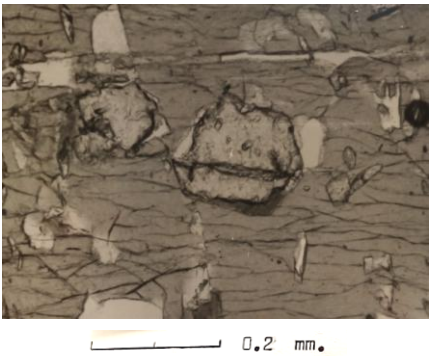


Figura 10E*. Complejo San Julián, El Cambur, Carabobo. Turmalina (T) con inclusión de granate (G) cloritizado (C). (URBANI 1968).*

Edades del Bloque Occidental del Terreno Ávila.

Se disponen de las siguientes edades U-Pb en cristales de zircón:

-*Metagranito de Guaremal*. **501±25 Ma** (Cámbrico-Ordovísico) por SISSON *et al.* (2005).

-*Gneis Choroní*. **471±23 Ma** (Cambrico tardío/Furongiense – Ordovícico) por SISSON *et al.* (2005).

-*Dique de metatrondhjemita,* Cata. c. **511 Ma** (SISSON *et al.* 2005) y **493,2±7,1 Ma** (Cámbrico, Furgoniano) (VIETE *et al.* 2015) (Fig. 10F).

Al oeste de la Falla Boconó, en la continuación del Terreno Ávila, se dispones de tres edades, a saber:

-*Dique de Sienogranito* en el Complejo San Julián, Farriar, Yaracuy. **429,4** (+8,0; -9,9) Ma (M. Baquero) (Fig. 21F-G).

Interpretamos que estas unidades se originaron en ambientes de supra-subducción, en arcos magmáticos generados por procesos de subducción peri-Gondwánicos, coetáneos con las fases iniciales de la orogénesis Caledoniana del hemisferio norte.

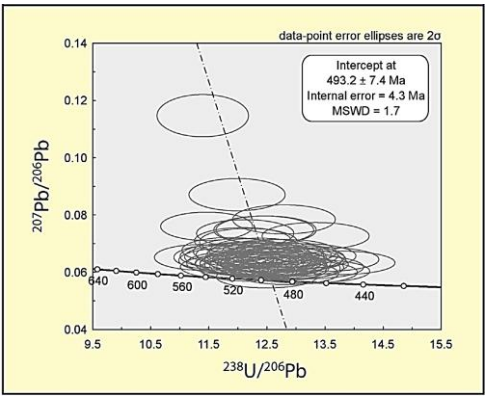


Figura 10F. *Diagrama isocrona de una muestra de un dique trondhjmítico de la parte oriental de la bahía de Cata, Aragua, presuntamente intrusivo en el Complejo San Julián. Incluye 67 análisis puntuales por el método SS-LASS (Single –Shot Laser Ablation Split Stream) en zircón ígneo de la muestra Ve13-21. Aporta una edad de 493,2±7,1 Ma (Cámbrico, Furgoniano) (*VIETE et al. *2015).*

-*Gneis en cerro Salsipuedes*, Yumare, Yaracuy. Intervalo entre 1.065 a 855 Ma, con cálculo por el algoritmo TuffZirc de **945,4** (+19,9; -19,5) Ma (análisis J. E. Wright, cálculo M. Baquero) (Fig. 21A).

-*Gneis en Albarico-Crucito*, Yaracuy. Complejos resultados con valores de c. 388 Ma (Devónico Medio), **c. 355 Ma** (Carbonífero inferior), **c. 321 Ma** (Carbonífero superior) y **c. 293 Ma** (Pérmico Temprano) (U. Martens) (Fig. 21C).

Del Gneis Cabriales, en su litología distintiva de gnéis porfirítido expuesto en la localidad de La Entrada, se obtuvo una isocrona Rb-Sr de tres muestras con edad de **264±4** Ma (Pérmico medio, Guadalupiano)[25].

[25] Una nueva edad U-Pb en zircón probablemente aportará una edad significativamente superior (¿Devónico?). Ver casos del Granito de Guaremal: U-Th 501 Ma vs. Rb-Sr 403 Ma. Augengneis de Peña de Mora: U-Th 1.660 Ma vs. Rb-Sr 1.560 Ma. Granito de El Mogote: 484 U-Pb vs. Rb-Sr 287 Ma.

Contactos

Los contactos entre el Complejo San Julián y los plutones granitoides, usualmente no están expuestos o están muy meteorizados (como en la carretera al Cerro El Café). La excepción son dos lugares donde la zona de contacto presenta un hornfel de grano muy fino, de color gris oscuro por el alto contenido de biotíta, que en una decena de metros grada al esquisto, a saber:

-Con el Metagranito de Guaremal, en un talud de la Autopista Valencia – Taborda, a unos 60 m al sur del puente de la Autopista sobre la Quebrada Vallecito (Fig. 10G-H) (10º20' 54", -68º05´51").

-Con el Gneis Cabriales, en un pequeño afluente del Río San Diego al noreste de Valencia (10º19´00", -67º55'44").

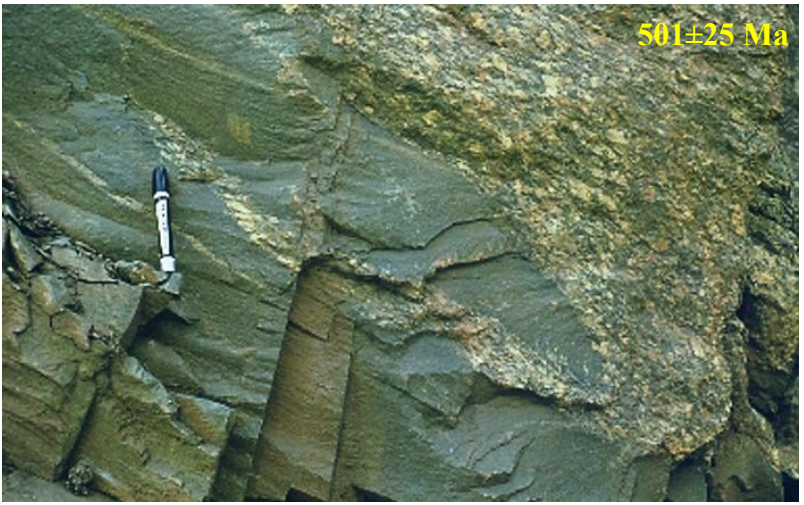


Figura 10G. *Contacto entre el Metagranito de Guaremal (derecha) y el Complejo San Julián (hornfelizado, a la izquierda). Vallecito, Carabobo.*


a


b


c

***Figura 10H**. Contactos entre el Metagranito de Guaremal y el Complejo San Julián. **a**: Contacto abrupto esquisto - gneis. El Playón, carretera vieja. **b** y **c**: Diques de granito en el esquisto dComplejo San Julián. Autopista Valencia-Taborda, contacto sur del plutón.*

Algunas localidades de interés petrológico[26]

- En la localidad de Vallecito, en un talud de la Autopista Valencia-Taborda[27] y a tan solo 10 m al norte del contacto intrusivo del Metagranito de Guaremal con el Complejo San Julián (ver Fig. 10G), aflora un esquisto cuarzo micáceo plagioclasico biotítico[28]. Allí,

[26] En 1968 la Autopista de Valencia - Taborda estaba recién inaugurada y los afloramientos estaban excepcionalmente frescos.

[27] En coordenadas 10º20´53", -68º5'51".

[28] Análisis modal con contador de puntos: cuarzo (53%), muscovita (18), biotita (15), plagioclasa (oligoclasa) (8), epidoto (4), zircón (1), granate y opacos (1).

cortando la foliación se observan lineas blancas de 0,5 a 1,5 mm de espesor con aspecto de "vetas", que al partirse presentan parches negros alargados de acumulaciones de biotita (Fig. 10I-J), rodeados de zonas claras con cuarzo, muscovita y plagioclasa (URBANI 1971). Ya que estas "vetas" no están compuestas por minerales nuevos, se interpreta que el patrón representa una redistribución o recristalización de los minerales de la misma roca; podrían tratarse de vías de infiltración de fluidos activas durante el metamorfismo y, donde la orientación de dichas formas indicaría la dirección del flujo. Heterogeneidades dentro de dichas vias de fluidos, pudieron favorecer el inicio de la cristalización de la biotita y una vez que comienza la nucleación, los cristales pueden crecer juntos y coalescer en estas áreas, reforzando la distribución irregular.

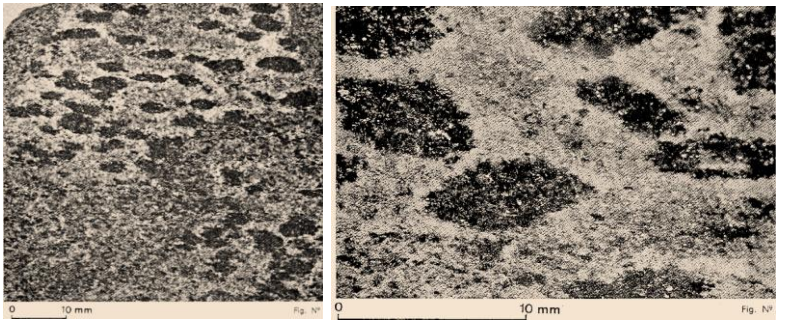


Figura 10I. *Acumulaciones de biotita, Vallecito, Carabobo (URBANI 1971).*

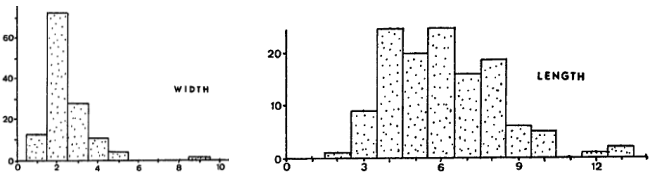


Figura 10J. *Acumulaciones de biotita, Vallecito, Carabobo. Histogramas del largo y ancho en mm (URBANI 1971).*

-Cuerpos de **pegmatita**.

1- En Vallecito, a unos 40 m al sur del contacto intrusivo entre el Complejo San Julián y el Metagranito de Guaremal[29], dentro de esta última unidad aflora un dique de pegmatita de c. 15 m de ancho, con cristales de muscovita de hasta 3 cm (Fig. 10Ka).

2- En el Río Canoabo, afloraba una apófisis de pegmatita de c. 30 m de ancho[30], con libros de muscovita de hasta 3 cm de espesor con hojuelas de 2 a 4 cm (Fig. 10Kb).

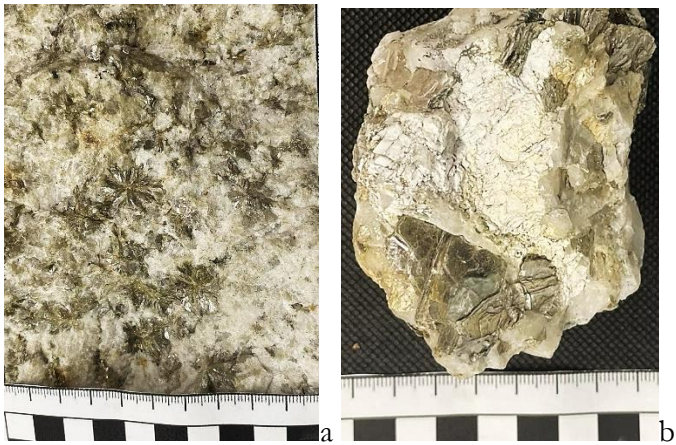


Figura 10K. *Pegmatitas.* ***a****: Vallecito.* ***b****: Río Canoabo*[25].

3- Otro gran cuerpo de pegmatita aflora en Farriar, estado Yaracuy, que se describe en la sección 3, junto con resultados geocronológicos.

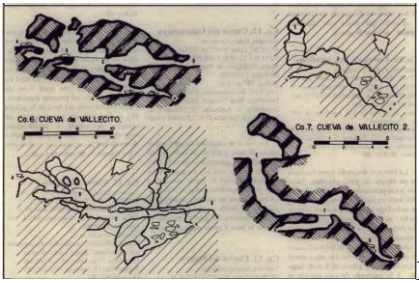
- En los afloramientos del Complejo San Julián en el curso medio de la Quebrada Vallecito, destacan dos localidades (GRANDE 1982):

29 Coordenadas 10º20´48", -68º5'53".

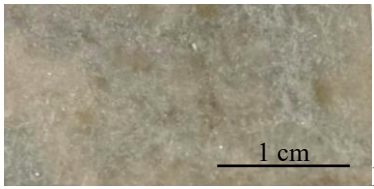
30 Afloraba en coordenadas 10º23´09", -68º19'48". Hoy día está cubierto por el estribo occidental de la represa del Río Canoabo. Fotos cortesía del Prof. Ricardo Alezones, colección del lab 330, UCV.

a- A unos 300 m antes de la vieja casona de la hacienda de café, hay un dique de roca máfica de grano fino de 15 cm de espesor que corta el esquisto. Esta localidad es recomendable para análisis geocronológicos.

b- A medio kilómetro aguas arriba de la casona, se localiza un cuerpo de mármol tremolítico de dimensiones decamétricas con desarrollo kárstico, que alberga dos cuevas adornadas por muchas espeleotemas de calcita (Fig. 10L).



L



M

Figura 10L. *Mármol tremolítico de la Quebrada Vallecito, Carabobo.* ***A****: Planos de cuevas*[31]*.* ***M****: Pieza pulidad del mármol tremolítico (Colección S. Grande).*

- En un afloramiento del Complejo San Julian en Las Trincheras[32], se encuentra un nivel de ***epidotita*** de 1,2 m de espesor, concordante con el esquisto cuarzo micáceo plagioclásico circundante (Tabla 12). Tiene leve foliación, buzamiento subvertical y color verde manzana. En otras localidades también se observan niveles de epidotitas de espesores de pocos centímetros, a veces isoclinalmente plegados. Se formaron sintectónicamente en dominio dúctil, por metasomatismo a pequeña escala con la salida de Na, K, Si y entrada de Fe y Ca.

[31] Cuevas registradas en el Catastro Espeleológico Nacional como: Ca.6 - Cueva de Vallecito 1 y Ca.7 - Cueva de Vallecito 2. *Bol. S.V.E,* 27: 46-47. 1993.

[32] Talud de la Autopista Valencia - Taborda, a unos 200 m al norte del puente sobre el Río Aguas Calientes en Las Trincheras (10º18´27", -68º5´31").

En el mismo afloramiento anterior, en el contacto epidotita-esquisto, hay una zona triturada de unos c. 20 cm de espesor por c. 2 m de largo, rellena de clorita mayoritaria y hematita, así como cristales de cuarzo muy fracturados, el mayor de ellos de 28 cm (Fig. 10R). En otras localidades del Metagranito de Guaremal, también hay zonas de falla parcialmente rellenas de clorita (Fig. 10Q).

Tabla 12. Compocisión química y análisis modal de la muestra de epidotita Ca-53A.[33]

SiO_2	46.5
Al_2O_3	18.0
Fe_2O_3	6.7
FeO	1.0
MnO	.14
MgO	.8
CaO	17.1
Na_2O	3.7
K_2O	.45
TiO_2	.44
Cr_2O_3	.00
$P2O_5$	.18
H_2O	5.1
Suma	100.1

Cr	Co	Ni
130	75	25

Cu	Zn	Rb	Sr
40	150	25	275

	Análisis Modal
Cuarzo	11,8
Biotita	0,9
Clorita	Tr
Epidoto	64,4
Plagioclasa	16,4
Accesorios	5,5
Moscovita	0,9



Figura 10N. *Epidotita con fracturas subverticales milimétricas rellenas de clorita. Note el color ligeramente más claro de la epidotita en su contacto con las vetas de clorita. Ancho: 50 cm.*

[33] Análisis modales y químicos realizados por el autor, en una estadía postdoctoral en el Instituto de Mineralogía y Petrografía, Universidad de Basilea, Suiza, 1978.



Figura 10Ñ. *Cristal de cuarzo encontrado rodeado de clorita. Complejo San Julián, Las Trincheras, Carabobo.*[34]

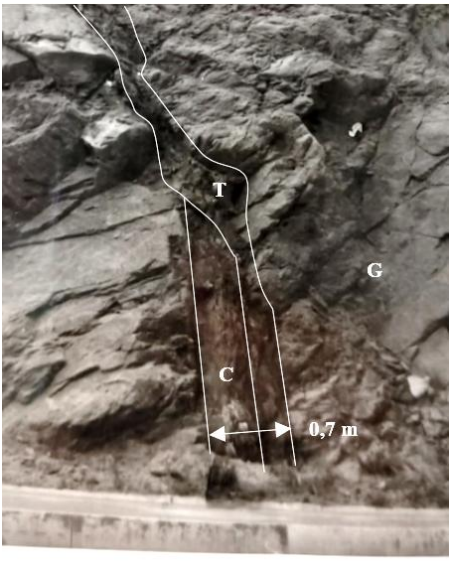


Figura 10O*. Falla en el Metagranito de Guaremal. G: granito, T: granito triturado, C: clorita mayoritaria, Km 27+650 (URBANI 1968).*

[34] Ejemplar colectado por el autor junto a Henry Briceño en febrero 1968. Colección del Laboratorio 330, Departamento de Geología, UCV. Fotografía cortesía del Prof. Ricardo Alezones Urbani.

Estos son casos de cristalización a partir de fluidos hidrotermales, donde la clorita ha cristalizado en zonas de baja presión.

En los trabajos geocronológicos de VIETE *et al.* (2015) (Fig. 8R) y FOURNIER *et al.* (2017), en la Serranía Costera se han identificado varios episodios de infiltración hidrotermal desde el Eoceno hasta el Mioceno.

- Al norte de San Joaquín, Carabobo, siguiendo el camino que cruza la Fila Maestra hasta Cumboto, en Gneis Cabriales se encuentran apófisis de pegmatita simple (cuarzo, fesdespados), con cristales de **berilo** y cuarzo ahumado (10º19´34" -67º49´11") (Fig. 10S).

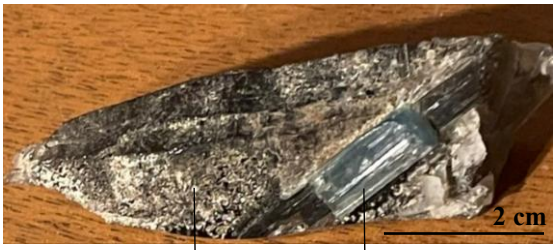


Figura 10P. *Cristales de cuarzo ahumado y berilo, en un cuerpo de pegmatita de dimensiones métricas en el Gneis Cabriales, Carabobo.*[35]

En la excelente sección de la Autopista Valencia-Taborda, dentro del área cartografiada como *Complejo San Julián*, vale señalar tres subunidades que llaman la atención:

- La litología mayoritaria en es un esquisto/gneis cuarzo albítico moscovítico biotítico "moteado", caracterizado por porfidoblastos de albita con forma de motas (Fig. 10X). Este tipo de roca está casi ausente en el Bloque Oriental del Terreno Ávila.

[35] Colección del Prof. Sebastián Grande.

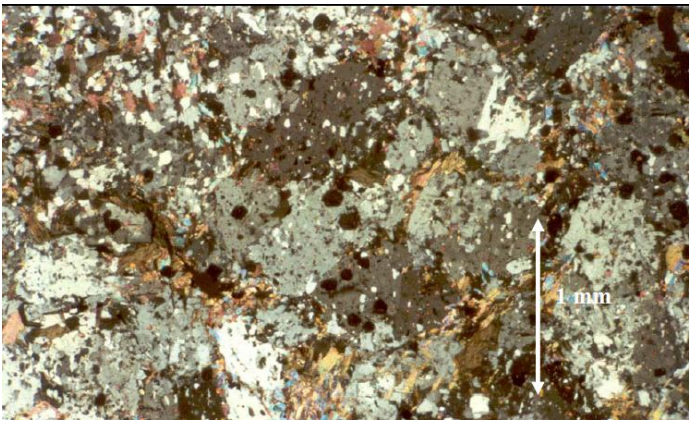


***Figura 10Q**. Textura poiquilítica en porfidoblastos de albita, típica de la subunidad de "esquisto moteado", Complejo San Julian, Quebrada Vallecito, Carabobo. Escala de 1 mm (CONTRERAS 1988). Los cristales de albita redondeada ricos en inclusiones reflejan un crecimiento sin a post-tectónico en condiciones relativamente estáticas.*

- En las quebradas Vallecito y Los Bigotes (km 29 a 31) aflora una subunidad caracterizada por la presencia mayoritaria de *esquisto cuarzo albítico actinolítico epidótico* (con biotita) (GRANDE 1982). Esto apunta a un protolito volcánico básico a intermedio y, sería el mayor cuerpo con este origen localizado en el Terreno Ávila. En el Esquisto Tacagua abundan rocas con esa misma clasificación petrográfica pero sin biotita.

- En el sector Lajas Blancas al norte de Las Trincheras, aflora un cuerpo hectométrico muy conspicuo por ser una roca muy clara amarillenta, sin foliación, con alternancia de bandas poco definidas constituidas de biotita y muscovita, e intervalos granoblásticos de cuarzo y plagioclasa y, sobre esto, se destacan motas negras de hasta 2 cm de diámetro, constituidas por biotita, dispersas a distancias centimétricas – decimétricas, resultando en una roca muy clara con puntos negros dispersos. Como promedio la unidad contiene cuarzo (44%), albita (41), biotita (6), muscovita (4), epidoto (1), lo que permite clasificarla como una metatrondhjemita (GRANDE 1982)

(Fig. 9C, sigla NPPZsjb). Probablemente durante el metamorfismo regional, el protolito trondhjemítico pudo haber tenido pequeñas variaciones composicionales y, la biotita pudo haberse formarse en agrupaciones aisladas, creando la distribución "moteada".

Bloque Oriental o Naiguatá

Este bloque tiene una forma lenticular por corresponder a una zona de relevo transpresivo Plio-Pleistoceno, "exprimido" entre las fallas dextrales de San Sebastián-Macuto y Tacagua-El Ávila (Fig. 9). Puede subdividirse en cuatro sub-bloques (Fig. 11A).

1- *Galipán*. Entre las quebradas Tacagua y Chacaito, donde las rocas cuarzo feldespáticas del Terreno Ávila están intercaladas en contacto de falla, con lonjas tanto del Terreno Carayaca (anfibolitas granatíferas, eclogitas), como de rocas ofiolíticas (serpentinita).

2- *Naiguatá*. Este es el sub-bloque mayor arealmente y más elevado, entre la quebradas Chacaito al este y las quebradas Infiernito - Palacios, al norte de Birongo.

3- *Chuspa*. Se extiende desde la Falla infiernito-Palacios y Aricagua.

4- *Cabo Codera*. Constituye la terminación oriental de la Cordillera de la Costa, entre Chirimena-Carenero y Cabo Codera (Fig. 5).

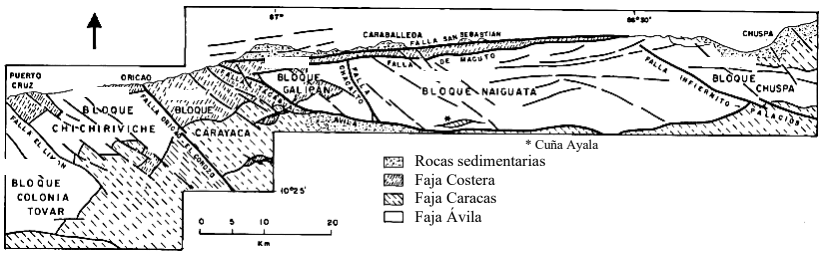


Figura 11A. *Distribución de las fajas Costera, Ávila y Caracas, estados Vargas, Miranda y Distrito Capital.*

Es a través de los afloramientos expuestos en la carretera vieja Caracas-La Guaira, donde muchos geólogos conocieron por primera vez la geología de la CdlC. Allí, la litología que más llama la atencion es un augengneis de grano muy grueso, hoy incluido en la unidad denominada *Augengneis de* ***Peña de Mora*** (Fig. 11B,C, Tabla 13). Su edad fue objeto de debates asignándola desde el Arcaico al Cretácico, hasta que OSTOS *et al.* (1989) obtienen una isocrona Rb-Sr de cuatro muestras de roca total, que aporta una edad de **1.560±83 Ma** (Mesoproterozoico), luego mejorada con una determinación U-Pb en cristales de zircón[36] de **1.659,4±5,8 Ma** (Paleoproterozoico) (URBANI *et al. 2*013). Esta unidad se encuentra en contacto con el Complejo San Julián (de naturaleza metasedimentaria en esta localidad), estructuralmente concordante, pero no diagnóstico en cuanto a la naturaleza original: intrusivo, tectónico o inconforme (en este caso como basamento del protolito de San Julián).

Al igual que en el Bloque Occidental, la unidad mayoritario del Terreno Ávila en este Bloque Oriental es el *Complejo* ***San Julián*** (Fig. 12E), que a su vez envuelve a otras unidades metaplutónicas, como:

Metagraniro de ***Naiguatá*** (Tabla 14A, Fig. 14A),
Metaígneas de ***Tócome*** (Fig. 11G, Tabla 14D),
Metaígneras de ***Cabo Codera*** (Tabla 14B),
Metatonalita de ***Caruao*** (Fig. 11F, Tabla 14C) y
Metadiorita de ***Todasana*** (Tabla 15, Fig. 12D-E).

[36] Análisis financiado el Dr. J. E. Pindell (Tectonic Analysis Ltd.) y llevado a cabo por el Dr. Uwe Martens.

Tabla 13. Composición mineralógica del Augengneis de Peña de Mora (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	# Mu	Valor	Cz	Fk	Pl	F.s.d	Bi	Mu	Cl	Anf	Ep	Allo	Car	Gr	Grf	Ap	Ci	Lex	Es	Ox	Mg	He	Pi	Ic	%An
Augengneis		Prom	31,2	17,1	31,8		3	6,51	4,17	0,03	3,44	0,03	0,31	0,5			0,03	0,2	0,2	0,62	0,03	0,2	0,82	13,2	29
feldespático	29	Máx	12	10	20		0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	29
cuarzo micáceo		Min	45	42	42		10	15	17	0,9	15	0,9	4	6			0,9	0,9	3	5	0,9	3	5	38	29
Augengneis		Prom	29,9	4,71	40,1		5	8,36	2,21	0,5	6,79		0,64	0,21			0,06		0,29	0,86	0,06	0,06	0,43	16,5	34
plagioclásico cuarzo	14	Máx	21	0	28		0	0	0	0	0		0	0			0		0	0	0	0	0	8	26
micáceo		Min	35	9	57		15	20	10	5	20		9	2			0,9		3	3	0,9	0,9	5	25	42
		Prom	7,5	9,75	67,9		1,25	9,75	0,25		1,75			0,1						1,75				5	
Augengneis	8	Máx	3	2	62		0	0	0		0			0						0				2	
plagioclásico		Min	17	18	75		3	14	2		3			1						3				8	
		Prom	55,2	6,5	14,8		6,85	7,5	1,83		6,33			0,2						0,8				16	9
Augengneis cuarzoso	6	Máx	47	0	11		0	0	0		2			0						0				5	9
		Min	68	18	25		20,1	15	5		10			1						3				30,1	9
Augengneis		Prom	25	55	0,16		6,71	5,15	0,87		4,12	0,5	0,55	0,8		Tz	Tz		0,6		0,3		0,5	14	
feldespático	20	Máx	5	42	0		0	0	0		0	0	0	0		Tz	Tz		0		0		0	1	
potásico cuarzoso		Min	39	86	3		15	21	8		18	3	10	15		Tz	Tz		3		3		2	32	
Gneis cuarzo		Prom	34,5	6,07	28,2		4,79	6,57	7,64	0,21	8,29	0,14	1,57	0,7	0,4	0,06	0,06	0,1	0,2	0,5		0,06	0,97	24,9	26
plagioclásico micáceo	14	Máx	17	0	9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	7	18
		Min	60	38	55		14	27	21	3	20	2	19	6	6	0,9	0,9	0,9	1	3		0,9	3	50	31
Esquisto feldespático		Prom	23,3	49,4	0,38		4,08	11,3	1,5	0,38	5,27	0,08	0,7	0,7					0,5		0,2		0,12	13	
potásico cuarzo	13	Máx	0	25,6	0		0	0	0	0	0	0	0	0					0		0		0	3	
muscovítico		Min	43	72,4	5		12,1	28,3	11,1	5	14,2	1	3	8,4					1		3		0,9	26	
Esquisto		Prom	37,5	0,71	21,6		8,7	14,7	8,6	0,57	4,66		0,13	0,5				0,1	1,1	0,2		0,3	0,8	25,6	11
cuarzo plagioclásico	7	Máx	16	0	10		0	0	0,4	0	0		0	0				0	0	0		0	0	3	7
micáceo		Min	50,1	4	30		35	31	24	4	11		0,9	2				0,9	5	1		0,9	3	54	14
Esquisto feldespático		Prom	24,5			40	2,75	18	6,25	2,25	4,5								1				0,75	17,5	
cuarzoso	4	Máx	15			17	0	15	0	0	0								0				0	12	
		Min	35			50	6	22	10	9	10								2				3	26	
Cuarcita moscovítica	2	Prom	73,7					16,1	1,3	5	0,8		0,9	2					0,1				0,2	9	
		Prom	5,29		1			2,84		65	5,86		4,43	14,4					0,7	0,9			0,59	92	
Anfibolita y	7	Máx	0		0			0		46	0		0	0					0	0			0	79	
Anfibolita granatífera		Min	12		4			9		87	11		28	33					3	5			4	100	
Esquisto anfibólico	1		9		15		14	4	12	22	12		0,9					4	5		2			71	
Gneis plagioclásico anfibólico	1		12		30				22	18	16												2	58	
Anfibolita esquistosa	1								3	84	8											1			



Figura 11B. *Sitio de Peña de Mora, localidad tipo del augengneis. Carretera vieja La Guaira – Caracas.*

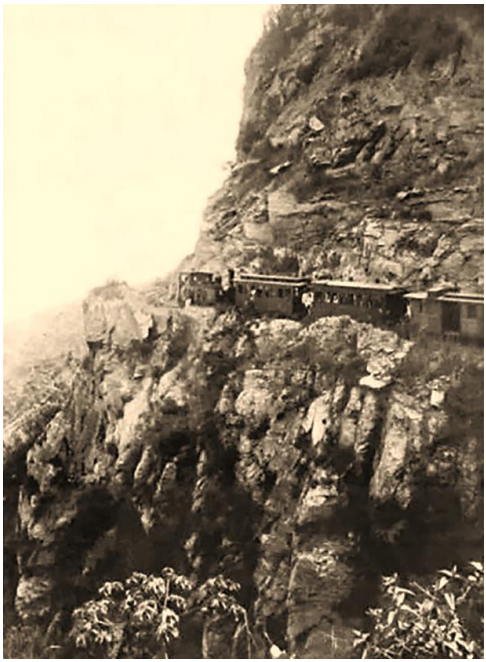


Figura 11C. *Sitio de Peña de Mora, localidad tipo del augengneis. c. 1930's.*

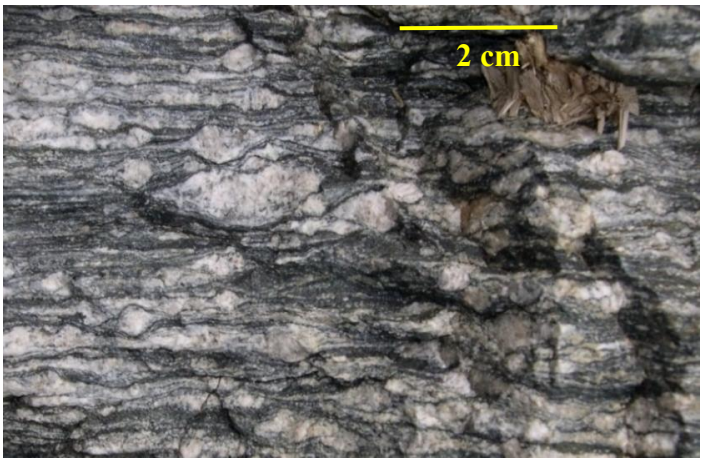


Figura 11D. *Augengneis de Peña de Mora.*
Carretera vieja La Guaira - Caracas, curva de Guaracarumbo.









Río San Julián.

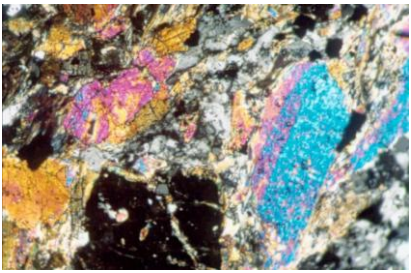


Esquisto cuarzo feldespático con dique trondjemítico, Río Miguelena



Gneis cuarzo feldespático con lente de anfibolita granatífera, Río San Julián

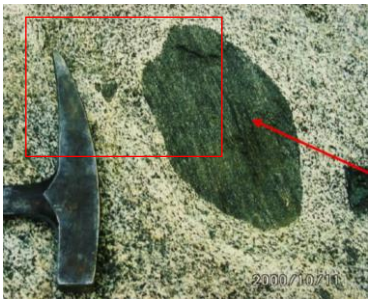
***Figura 12E**. Afloramientos del Complejo San Julián, estado Vargas.*



Anfibolita granatífera, Río Miguelena
Escala: Alto 0,5 mm



Metagranito de Naiguatá,
Río Naiguatá





Metatonalita de Caruao con xenolito de anfibolita (con anfíbol verde – azul).
Cabeceras del Río Miguelena, Vargas.

***Figura 11F**. Afloramientos del Terreno Ávila (CANO y MELO 2002).*

Tabla 14A. Composición mineralógico del Metagranito de Naiguatá (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	#Mu	Valor	Cz	Fk	Pl	Bi	Mu	Cl	Anf	Ep	Ap	Es	He	Ic
Metagranito	5	Prom	26	33	14	7,2	9,4	0,2	0,6	9,4	0,2	0,2	0,2	18
		Mín	18	20	10	2	1	0	0	1	0	0	0	4
		Máx	35	55	20	15	20	1	3	20	1	1	1	35
Metagranodiorita	4	Prom	36	14	34	8	3,5	1,3		3,8		Tz		13
		Mín	26	10	27	5	3	0,1		1		Tz		6
		Máx	41	17	40	10	5	3		7		Tz		18

El granate, circón, limonita, pirita, se presentan como trazas dentro de estas rocas.

Tabla 14B. Composición mineralógico de las Metaígneas de Cabo Codera (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	# Muestras	Cz	Pl	Bi	Cl	Mu	Barr	Hor	Ep	Car	Gr	O:Fe	O:Ti	% An
Anfibolita	2	4,5	35	0	8,5	2,5	26,5	1,5	15	0	3,5	2	0	7
Horblenditita/anfibolitita	2	0	1	1,5	3,5	0	23,5	64	2	2	0	0,5	1,5	7
Metagranodiorita	1	10	15	18	10	2	15	0	30	0	0	1	0	
Metatonalita	1	46	40	0	0	4	0	0	10	0	0	0	0	

Tabla 14C. Composición mineralógico del Metatonalita de Caruao (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo Litológico	#Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Anf	Barr	Hor	Amop	Ep	Car	Gr	O:Fe	O:Ti	Ap	Cl	Es	Mg	Op	Pi	%An	Ic
Granofel		Prom	25	39		8,1	3,8	8,9	2,6				10,5		0,1	0,1	0,3	0,1	0,4	0,4			1,1		33
plagioclásico	7	Mín	20	35		0	0	1	0				4		0	0	0	0	0	0			0		10
cuarzoso (Tonalita)		Máx	30	57		25	10	18	9				15		1	0,9	1	0,9	1	2			5		43
Granofel anfibólico	1					36			40	18			5								1				100
		Prom	14,8	23,3		8,4	6,8	11,2		7,5	10,1		15,3	0,4		2,0	0,1					0,1		28	55
Metamelanotonalita	7	Mín	7	16		0	0	1		0	0		3	0		0	0					0		12	41
		Máx	22	32		19	18	20		20	35		27	2		5	1					1		33	74
		Prom	24	31		9,6	11	5,4		1,6	2,9		12	0,1		1,7			0,1					12	33
Metatonalita	9	Mín	16	21		0	1	0		0	0		1	0		0			0					12	21
		Máx	35	40		33	20	10		11	15		31	1		3			1					12	40
		Prom	34,7	33,4	1,0	2,7	14,4	3,8		0,1			9,2		0,2	1									17
Neosoma cuarzo	19	Mín	13	16	0	0	1	0		0			1		0	0									1
plagioclásico		Máx	59	57	7	23	30	15		2			29		3	5									44
		Prom	15,2	10,4	0,7	4,8	2,2	4,3		27,8	19,6	3,1	10,3			1,4			0,3			0,1		24	71
Anfibolita	7	Mín	5	0	0	0	0	0		0	0	0	3			0			0			0		11	59
		Máx	25	20	4	15	10	15		51	65	25	24			6			1			0,7		37	84
		Prom	8,6	22,1	0,6	12,4	6,9	12,1	19,3				13,8		0,7						1,8	1,7		20	62
Esquistos diversos	4	Mín	1	4	0	7	0	0	0				4		0						0	0		11	42
		Máx	20	41	2	18	19	26	44				26		3						7	5		28	76

Tipo Litológico	#Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Anf	Barr	Hor	Ep	Car	Gr	O:Fe	O:Ti	Ap	Es	Op	Pi	%An	Ic
		Prom	27,5	36,5	0,2	9,7	7,1	5,4	0,8			11,4		1,0	0,2			0,2		0,7		29
Gneis plagioclásico	5	Mín	25	30	0	4	5	2	0			6		0	0			0		0		24
cuarzoso		Máx	34	40	1	15	12	10	3			15		5	1			1		1		32
		Prom	30,3	20,7	7,0	7,7	7,7	7,3				16	0,3		3	0,3					13	34
Metagranodiorita	3	Mín	22	4	0	1	2	0				0	0		3	0					8	13
		Máx	44	40	20	12	16	12				30	1		3	1					20	55
		Prom	5	30,7		10,3	4,0	5,3		12,7	13	14,3	0,7		3,7		0,3				34	60
Metamelanodiorita		Mín	4	12		7	0	0		0	0	4	0		1		0				22	51
		Máx	6	45		14	6	16		20	25	24	2		5		1				46	77
		Prom	6,5	41,7	1,7	14,3	6,5	12				14,5	2,2		0,7						24	41
Metadiorita	3	Mín	4	39	0	4	3,5	1				10	0		0						16	35
		Máx	8	45	5	27	11	20				20,5	6		1						31	47
	1		4,6	42,4		1,6	3,1	5				1,5	34						8		45	16
Milonita	1		40	20		0	5	20				15	0						0			35
Pegmatita	1		50	25		8	15					2			1							3

Tabla 14D. Composición mineralógico del Metaígneas de Tócome - (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Bi	Mu	Cl	Anf	Ep	Car	Es	Ilm	Mg	He	Ic
Augenesquisto		Prom	7,8	17	1,5	Tz	5,8	51	14	0,8	0,5	Tz	1,9	Tz	74
anfibólico	13	Mín	0	0	0	Tz	0	25	1	0	0	Tz	0	Tz	60
y esquisto anfibólico		Máx	35	31	10	Tz	20	94	40	10	3	Tz	11	Tz	99
Esquisto biotítico	1		30	4	50		5	7	3			1			66
Metamelanogabro		Prom	0,4	22,1	6,6	Tz	9,2	42,5	18,5		0,6	0,1	0,1		78
y	10	Mín	0	13	0	Tz	0	20	10		0	0	0		60
Metagrabro		Máx	3	40	15	Tz	23	55	36		5	1	1		87
Metatonalita	2	Prom	17,5	50	20	4	0,1		8,5						29
Granofel anfibólico	1		20	5	3	3	1	42	24		1			1	72

El apatito, circón, turmalina, leucita, rutilo, limonita y pirita se encuentran como trazas en los tipos litológicos: augenesquisto anfibólico, esquisto anfibólico y gabro.



***Figura 11G**. Metaígneas Tócome. Estructuras de mezcla de magmas (magma mingling) cuando todavía no estaban completamente cristalizados. Unos cientos de metros aguas debajo de El Paraiso, Río Tócome, P. N. El Ávila.*[37]

Una de las unidades de mayor interés de la CdlC es la *Metadiorita* ***Todasana***, con rocas mayormente dioríticas que afloran en las cuencas de los ríos Todasana y Oritapo, Vargas. Allí se observa una gran variedad de estructuras de mezcla de magmas, varios ciclos de intrusiones sucesivas mostrando afloramientos con hasta cinco generaciones de rocas cortándose unos a otros (Fig. 12C-E). Las litologías son muy variables, donde por relaciones de corte se observa que el tipo más antiguo es una metadiorita/metagabro (anfibolita granatífera), seguida de varios tipos de gabro, variedades de diorita, hasta diques basálticos de espesores centimétricos. Un hecho notables es que el cuerpo no presenta estructuras penetrativas, solo muestra deformación ductil en un medio magmático.

Los tres tipos de rocas mayoritarias son (Fig. 12A): Grupo 200 (metagabro/metadiorita con "anfibol marrón"), Grupo 600 (metadiorita con anfíbol verde-azul), ambios grupos cortados por hasta cinco tipos tipos de rocas posteriores. El tercer tipo mayoritario es el Grupo 300 (metadiorita de grano grueso) (CABRERA 2007).

[37] Cortesía del ingeniero geólogo M.S. Omar Contreras.

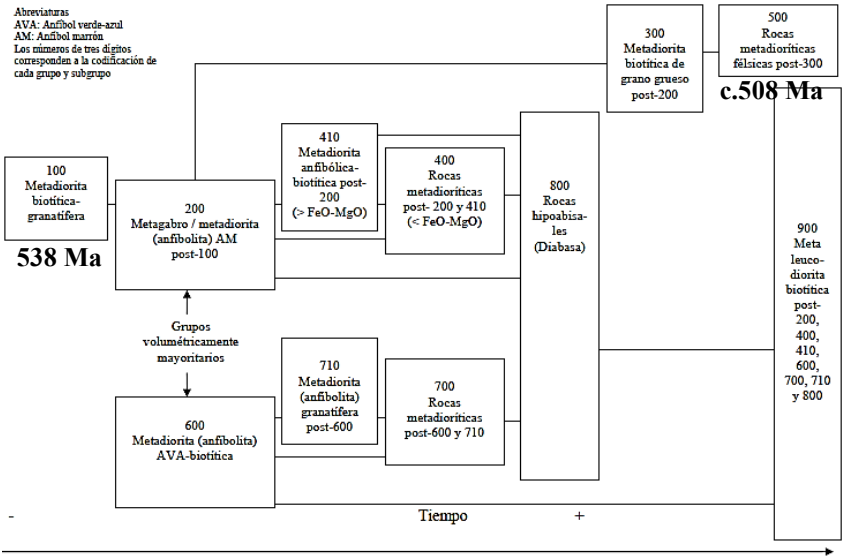


Figura 12A. *Metadiorita de Todasana. Gráfico mostrado la secuencia temporal de los tipos de rocas según sus relaciones de corte (CABRERA 2007).*

Se han obtenido las siguientes edades (URBANI *et al.* 2007) (Fig. 12B):

1) Anfibolita granatífera (Tod-26) (Grupo 100, Fig. 12A):
   538±1 Ma (Cámbrico temprano, U-Pb-zircón, ID–TIMS)
   110±32 Ma (Cretácico Temprano. K-Ar, hornblenda)
   20-25 Ma (Oligo–Mioceno. K-Ar, biotita).

2) Rocas dioríticas:
   c.508 Ma (Cámbrico medio. U-Pb-zircón, SHRIMP-RG).
   Diorita cuarcífera (Grupo 500, Fig. 12A).
   76±4 y **77±4 Ma** (Cretácico Tardío. K-Ar, biotita).[38]

[38] Cantos rodados dioríticos del Río Oritapo (SANTAMARÍA 1972).

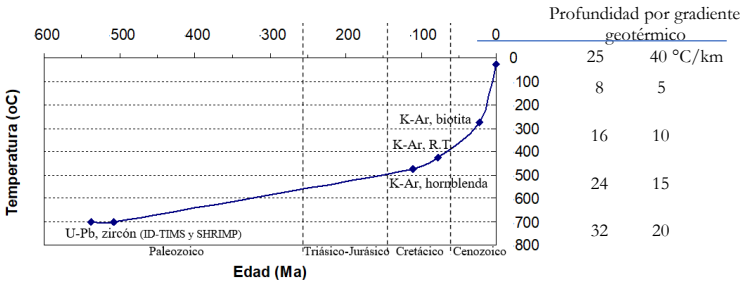
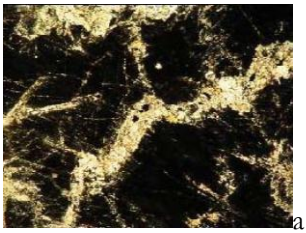


***Figura 12B**. Curva termocronológica de la Metadiorita de Todasana.*

Una de las características petrográficas resaltantes, es que las rocas de los grupos 200 y 600 tienen dos tipos de anfibol: (**1**) En el Grupo 200, el anfibol procede de la alteración de ortopiroxeno y se presenta muy alterado, llegando casi a ser opaco (Fig. 12Ca) (CABRERA 2008); esta transformación también ha sido reportada por GRANDE (2013) en el Complejo Yumare. (**2**) En el Grupo 600, el anfíbol es de color verde azulado (Fig. 12Cb).

La rocas con estos dos tipos de anfibol, al ubicarlas en el mapa geológico, aparecen dispersas sin ningún patrón definido.


a

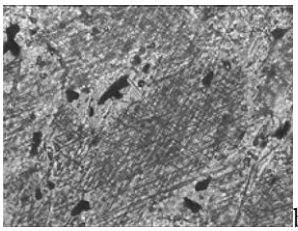

b

***Figura 12C.** Metadiorita Todasana. **a**: Anfibol marrón opaquizado, luz plana. Va-56A. **b**: Anfíbol verde-azul con textura reliquia sagenítica, luz polarizada. Va-104A (CABRERA 2008).*

Por la presencia de granate, ortopiroxeno y algunas muestras con sillimanita, se interpreta que las rocas alcanzaron la facies de la granulita. La transformación de piroxeno a anfíbol se explicaría por efectos retrógrados en condiciones de facies de la anfibolita, asociada a hidratación y exhumación tectónica. La ausencia de deformación

implica condiciones estáticas o con deformación mínima, sin generarse foliación penetrativa y permitiendo la cristalización de una alta concentración de anfíbol. Probablemente esta unidad corresponde a un cuerpo originado en un ambiente de supra-subducción, en un arco magmático de un proceso de subducción peri-Gondwánico, coetáneo con la fase inicial de la orogénesis Caledoniana

Tabla 15. Composición mineralógico del Metadiorita de Todasana - (SUEIRO y URBINA 2004).

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Mu	Cl	Px	Anf	Ep	Gr	Es	Op	Acc	%An	Ic
Anfibolita	21	Prom	2,05	18,9		8,3	0,3	0,06	1,1	54	6,9	5	1,8	0,8	1,2	28	79
		Mín	0	1		0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	20	30
		Máx	33	70		27	2	0,42	12	77	36	23	4	3	4	35	94
Metandesita	4	Prom	0,08	28,4		4,7	0,1	0,13	1	63	1,1		0,6	0,9	0,2	32	71
		Mín	0	21		0	0	0	0	42	0		0	0	0	26	58
		Máx	0	42		10	0	1	5	77	3		2	1	0	42	79
Metadiabasa	4	Prom		36,5		12	0,1	0,09	17	22	0,3		0,4	8,8	1,9	27	63
		Mín		20		0	0	0	6	1	0		0	1	0	23	50
		Máx		50		30	1	0	34	44	1,2		1,2	25	5	32	80
Metagabro	3	Prom		38,8		7	0,3	0,12	13	31	3,7	0,1	0,5	4,8	0,9	40	61
		Mín		25		0	0	0	0	18	0	0	0	1	0	30	46
		Máx		53		18	1	0	42	37	15	0	2	12	2	54	74
Metaleucocuarzodiorita	3	Prom	7,84	80	3,3	1,6	6,1				0,4	0,2	0,5			26	3
		Mín	5	75	0	1	0				0	0	0			22	2
		Máx	10	85	8	2	10				1	1	1			28	4
Metaleucodiorita Pegmatítica	6	Prom		87,9	4,9	1,1	0,6	0,07		3,5	1,1	0,1	0,3	0,2	0,3	30	7
		Mín		82	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	25	2
		Máx		91	9	3	3	0		7	4	1	1	1	1	34	12
Metadiorita	19	Prom	0,37	62,3	0,2	15	0,9	0,06	0,3	13	4,1	0,9	1,4	0,4	0,9	28	36
		Mín	0	50,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	26
		Máx	2,72	73	1,8	27	9,3	1,12	4,6	27	14	3,6	3,7	2,1	4,2	36	49
Metaleucodiorita	18	Prom	0,35	80,2	1	7	3	0,01	0,1	2,8	3,3	0,6	0,9	0,2	0,5	28	15
		Mín	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4
		Máx	2	94	8	17	16	0	1	12	12	4	5	1	5	36	25
Metamelanodiorita	16	Prom	0,22	37,2	0,1	13	0,2	1,99	0,6	34	5,4	0	2,4	3,5	0,9	29	62
		Mín	0	27	0	0	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0	22	51
		Máx	1,21	49	2	33	3	21	5	64	31	1	9	42	2,5	41	73
Metaleucomonzodiorita y leucocuarzodiorita	5	Prom	1,59	66,1	15	3,1	7,5	0,01		2,9	1,1	1	0,5	0,3	0,8	32	10
		Mín	0	54	9	0	0	0		0	0	0	0	0	0	25	2
		Máx	5	81	22	9	24	0		14	3	6	2	2	4	45	19
Neosoma plagioclásico y leucodiorítico	4	Prom	0,5	91,3		2,3	0,3	0,67		1,2	1,2	1,9	0,4	0,1	0,3	30	8
		Mín	0	86		0	0	0		0	0,4	0	0	0	0	25	4
		Máx	2	96		7	1	3		6	2	7	1	0	1	43	14
Pórfido de andesita	3	Prom	0,12	22,3		9,4	0,1	0,2	1,6	53	5,9	4,5	1,1	1,9	0,4	35	77
		Mín	0	7		1	0	0	0	45	0	0	0	0	0	30	68
		Máx	0	32		15	0	0	3	67	17	14	3	4	1	38	93
Metatonalita	1		21,9	56,9		7,7	0,8				9,1	2	1,6			29	20


a


b


c


d

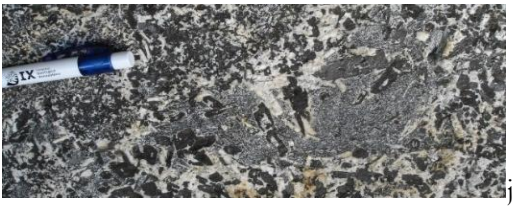

e


f

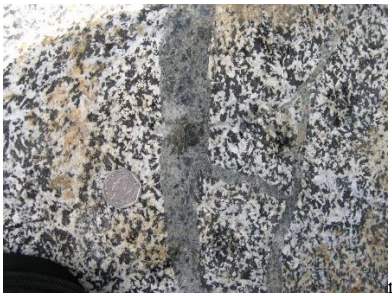
Figura 12D. *Metadiorita de Todasana, Río Todasana, Vargas.* ***a,b****: Agmatitas con paleosoma gabroide y neosoma diorítico, que representan estructuras de mezcla de magma ("magma mingling").* ***c,d****: Roca diorítica con la muy rara estructura de almohadas intrusivas ("intrusive pillows") que se forman cuando en ambientes relativamente someros se mezclan dos magmas de diferentes temperaturas y viscosidades.* ***e****: Dique basáltico con bordes enfriados y cristales de plagioclasa orientadas en el centro, cortando una melanodiorita.* ***f****: Diques.*


g

h

i

j

k

l

m

n

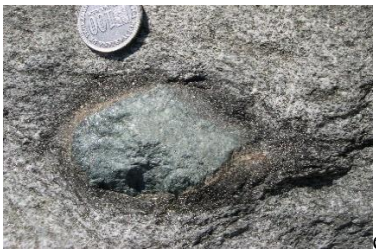
Figura 12E. *Metadiorita de Todasana, Río Todasana, Vargas.*
g: *Diques variados.* ***h:*** *Estructura agmátioca.* ***i:*** *Dos generaciones de diques félsicos.* ***k, l, m:*** *Diques variados.* ***n:*** *Roca parecida a la hooibergita de Aruba, con grandes cristales de hornblenda.*


a

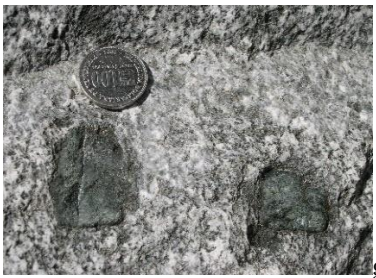

b


c


d


e


f


g


h

Figura 12F*. Río Miguelena, Camurí Grande, Vargas, 2005*
Vistas de bloques rodados de rocas plutónicas con xenolitos que presentan bordes de reacción (Tabla 11F).

Tabla 16. Características de rocas con xenolitos.
Río Miguelena, estado Vargas.[39]

	Roca envoltorio													Xenolito													
ID	Qtz	Pl	Kfs	Hbl-va	Ep	Bt	Ms	Chl	Rt	Zr	Op	Protolito	Nombre meta.	Qtz	Pl	Hbl-va	Act	Bt	Ms	Chl	Ep	Cal	Rt	Ap	Grt	Ttn	Op	Protolito	Nombre meta.	Aureola
Tipo 1: Rocas foliadas																														
Rm1	40	20		2	5	20	5	8			x	Tonalita	GnQtzBtPl				96				2							Hornblendita	Actinolitita	Bien
Rm2	15	40		2	10	25		5				Tonalita	GnPlBtQtzEp			5	95											Hornblendita	Actinolitita	Bien
Rm10	30					50		18-ava			2	Tonalita	GnBtQtzChl		5		85				9						1	Hornblendita	Actinolitita	Bien
Tipo 2: Rocas poco foliadas																														Bien
Mx1	50	25			4	20					x	Tonalita	GrQtzPlBt			95		2						3	x			Hornblendita	Horblenditita	Bien
Tipo 3: No foliadas																														casi nula
Rm3	15	35		15	10	10	5	10				Tonalita	GrPlAmpQtz	5	15	70				5	5							Gabro cuarcífero	Anfibolita	casi nula
Rm4	30	20		10	5	20		10				Tonalita	GrQtzBtPl	5		20		75										Gabro cuarcífero	Granofel biotítico	casi nula
Rm5	20	60			10	10						Tonalita	GrKflPlQtz	5	10			75			10							Gabro cuarcífero	Granofel biotítico	casi nula
Rm6	30	30		15	10		5	10				Tonalita	GrQtzPlAmp		12	60			x	20	5		3		x			Gabro	Anfibolita	casi nula
Rm7	30	15		15	10		15	15	x			Tonalita	GrQtzAmpMic	10	5	60			x	20	5		x					Gabro cuarcífero	Anfibolita	casi nula
Tipo 4: Augengneis (gneis grueso)																														casi nula
Rm8														10	15			30	10		25	5				5		Tonalita	GnBtEpQtz	
Rm9	30	15	30		10	10	3			2		Monzogranito	AGQtzKflPlBt																	casi nula

Gn: Gneis — Biotita: color marron a verde oliva - marrón
Gr: Granofel — Hbl-va: mayormente con visos verde azulados
AG: Augengneis

En las rocas foliadas se observan bordes de reacción (Fig. 12F) ricos en biotita, formados en el contacto magma (tonalítico) – xenolito (hornblendita) por intercambio de Fe, Mg y K, reflejando asimilación incompleta y metasomatismo magmático controlado por difusión y reequilibrio térmico-químico; luego, todo fue metamorfizado - deformado (probablemente en la orogénesis Allegheniana) y retrogradado a la facies esquisto verde (clorita) durante la interacción de placas Caribe – Sur América
.

- - - - - - - -

En el estado Yaracuy, BUSHMAN (1965) y BELLIZZIA *et al.* (1976) cartografiaron la unidad hoy denominada *Complejo* ***Yaritagua***. En su localidad tipo en el Cerro Capuchinos al sur de Yaritagua, aflora un gneis porfirítico (Fig. 12G) con cristales de feldespato-K de hasta 7 cm, muy semejante al Gneis Cabriales del norte de Valencia. Las áreas predominantemente esquistosas del Complejo Yaritagua son casi indistinguibles al Complejo San Julián. La gran la diferencia estriba que en la región de Caracas – Valencia la cartografía geológica ha sido trabajada en más detalle y los granitoides han podido ser cartografiados separadamente de su envoltotio, mientras que en Yaracuy debido a dificultades de acceso y densa cobertura vegetal, ambos grupos (granitoides y sus envoltorios esquistosos) se han cartografiado en forma global sin diferenciar.

[39] Informe inédito de L. Camposano y R. Caldevilla, 2006.



***Figura 12G**. Gneis Yaritagua. Cerro Capuchinos, sur de Yaritagua, Yaracuy.*

Metamorfismo del Terreno Ávila

La asociación mineralógica generalizada del Terreno Ávila corresponde a la coexistencia de **biotita** y **granate**, además de **anfíbol verde-azul**, que siempre está presente en los escasos cuerpos de rocas máficas muy deformadas (diques?). La facies (o más bien subfacies) de anfibolita epidótica es la que predomina para este terreno tectonoestratigráfico.

En algunas localidades puntuales se ha identificado sillimanita (GRANDE y URBANI 2009, URBANI 2010, JAIMES 2012) de manera que localmente el metamorfismo pudo haber alcanzado la facies de anfibolita.

En la CdlC el cloritoide se ha identificado solo en el Complejo San Julián, en la región de Las Trincheras - Cerro El Café, norte de Valencia; este es un mineral típico de metamorfismo de bajo grado en rocas ricas en Al, usualmente precede a la facies de esquisto verde zona del granate.

En el Cenozoico las rocas del Terreno Ávila fueron retrogradadas a la facies de esquisto verde (clorita), debido a los efectos de interacción de las placas Caribe y Suramericana.

Geocronología del Terreno Ávila

Bloque Occidental

Las nuevas edades U-Th en cristales de zircón de cuerpos ígneos, envueltos por rocas metasedimentarias del Complejo San Julián y, publicadas durante las dos últimas décadas, como los granitoides de Guaremal, Choroní, dique metatrondjemítico de Cata y un dique en la cantera de Farriar, aportan edades en el rango de c. **510** a c. **420 Ma** (Cámbrico-Silúrico) (SISSON *et al.* 2005, URBANI *et al.* 2008b, BAQUERO 2015). En consecuencia la roca caja-envoltorio de los granitoides, el Complejo San Julián, es proterozoica.

Bloque Oriental

A diferencia del Bloque Occidental, aquí hay solo dos muestras con estudios geocronológicos U-Pb recientes. Una de ellas corresponde al conspicuo Augengneis de Peña de Mora del Paleoproterozoico (**1.659,4±5,8 Ma**) (Fig. 12H).

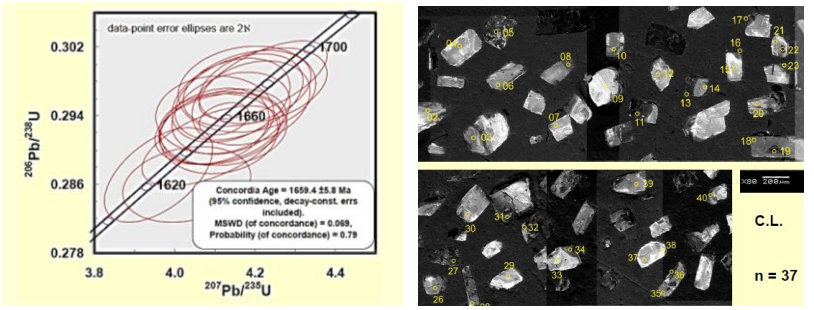


Figura 12H. *Diagrama con la edad U-Pb del Augengneis de Peña de Mora (URBANI et al. 2013).*

Otra muestra corresponde a la *Metatonalita de Caruao* de las cabeceras del Río Miguelena, estado Vargas, la cual es estudiada por FOURNIER *et al.* (2017) por el método de ^{40}Ar-^{39}Ar. Extraen cristales de hornblenda-Mg y flogopita-Fe obteniendo edades de **275±7 Ma** (Pérmico) y **119±4 Ma** (Cretácico Temprano) (Fig. 12I), que sugieren que esta unidad por lo menos fue afectada por dos eventos termales en esas edades, lo cual concuerda con la amalgamación de Pangea e infiltración de fluidos, respectivamente. En otras muestras del mismo Río Miguelena obtienen edades en el intervalo **35-20 Ma**, que reflejan eventos cortos de infiltración de fluidos relacionados con eventos tectotermales. En estas edades, las rocas del Terreno Ávila se mantuvieron en niveles corticales más someros que el Terreno Carayaca. Así mismo, el sistema Ar del Terreno Ávila en general, fue reajustado a **c. 35 Ma** debido al tectonismo asociado a la subducción del proto-Caribe y el emplazamiento de la Faja Villa de Cura. La cloritización (Fig. 8M) de unidades de la Serranía del Litoral pudiera adscribirse a infiltración por fluidos pobres en ^{40}Ar a unos **c. 20 Ma**, como parte de la transpresión dextral de las unidades de la Serranía.

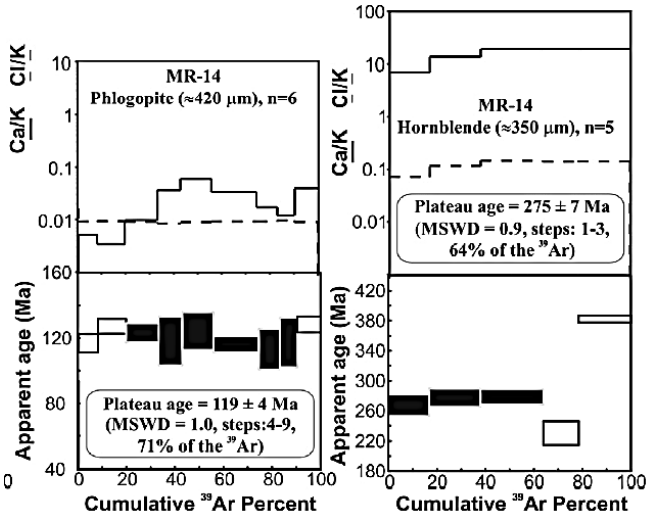


Figura 12I*. Terreno Ávila. Metatonalita de Caruao, Río Miguelena, Vargas (*FOURNIER et al. *2017).*

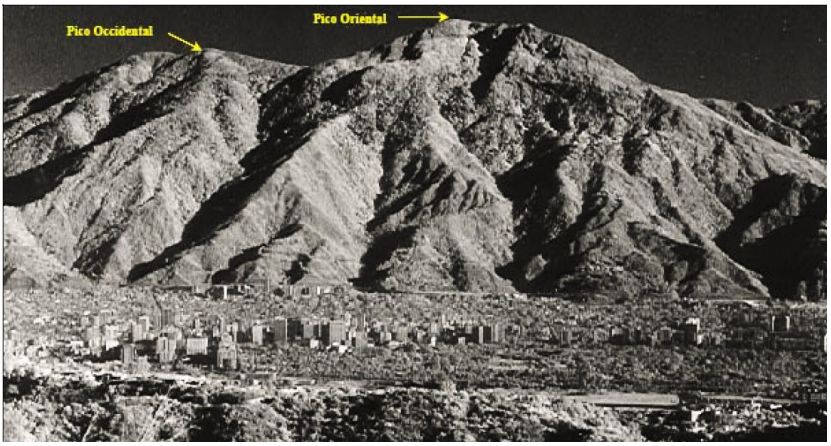


Figura 12J. *Vista de la Silla de Caracas y la ciudad capital, desde la Urb. Colinas del Tamaco. Fotografía con película infraroja por F. Urbani 1977.*

Localidad tipo y de referencia del Complejo San Julián

Como se indicó anteriormente, el Complejo San Julián es la principal unidad del Terreno Ávila, donde en el Bloque Occidental es mayoritariamente metasedimentario y en el Bloque Oriental más de metagranitoides.

En la definición original de URBANI y OSTOS (1989), se propuso como localidad tipo al Río San Julián, que nace en el Pico Oriental de la Silla de Caracas y desemboca en el Mar Caribe en Caraballeda (Figs. 12K), con litologías que representan al Bloque Oriental.

Al contrario, el Bloque Occidental más metasedimentario carece de una localidad de referencia, por lo cual en este trabajo se propone la Quebrada Vallecito, de muy fácil acceso desde la autopista Valencia-Taborda y con muy buenos afloramientos[40].

[40] Estudiada por Franco Urbani en 1968 y Sebastián Grande en 1983, tesistas de la UCV.



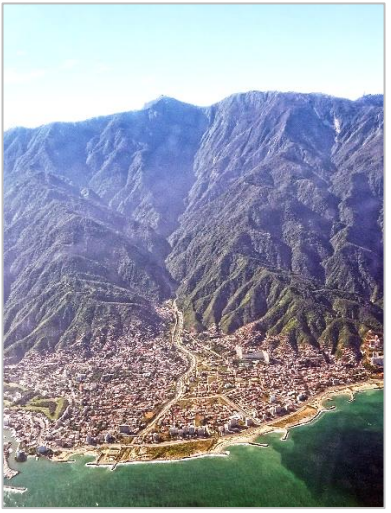


***Figura 12K**. Río San Julián, Vargas, localidad tipo del Complejo San Julián.*[41]

Origen y ambiente del Complejo San Julián

OSTOS (1981) analiza componentes mayoritarios y elementos trazas de diversas rocas de esta unidad (Bloque Oriental), deduciendo un origen sedimentario para los minoritarios esquistos cuarzo - micáceos y, metaígneo para los variados gneises cuarzo feldespáticos.

Con el conocimiento actual, el origen y ambiente lo podemos resumir como sigue:

-Los cuerpos máficos incluidos, por su delgado espesor y forma boudinada, originalmente pudieran corresponder a diques de basalto o diabasa. Otros intervalos máficos probablemente correspondan a depósitos piroclásticos a epiclásticos.

-La cuarcita pudo haberse originados en abanicos submarinos turbidíticos locales; los escasos intervalos carbonáticos (a veces

[41] Fuentes: Izquierda: Grupo Acampavila. Derecha: Ing. Jhonny Casas.

mármoles tremolíticos) pudieran ser calizas pelágicas. La presencia de escasas rocas grafitosas indicaría sedimentación en ambientes localmente euxínicos.

"*La unidad probablemente corresponda a un marco tectónico de cuenca retro-arco ensiálica extensional con un basamento continental. Dicho basamento parece haber variado desde litologías más graníticas en el Bloque Occidental, a más tonalíticas en el Bloque Oriental. Pudo haberse tratado de un rosario de cuencas extensionales en un margen continental, cada una con ciertas características propias, lo que hace que la unidad tenga una gran variabilidad litológica, o de cuencas diferentes, generadas en edades e inclusive en marcos tectónicos distintos. Granitoides como en el Metagranito de Guaremal y los diques de Cata y Farriar, intruyen en San Julián, corresponden al ciclo "Caledoniano". Otras unidades félsicas (e.g.: Augengneis Peña de Mora), más bien pudieran representar un basamento continental extendido de las cuencas retro-arco ensiálicas, ya que nunca se han reportado rocas ultramáficas en esta unidad*" (Prof. S. Grande, *en* URBANI *et al.* 2013).

Dentro del Terreno Ávila el ámplio Complejo San Julián corresponde a un basamento Neoproterozoico, con abundancia de elementos tonalíticos (en especial en su Bloque Oriental) permite interpretar que dichos protolitos plutónicos sea productos de un magmatismo vinculado a un arco continental o margen continental activo. Posterio y fundamentalmente en tiempos caledonianos, este basamento fue intruido por granitos biotíticos que carecen de anfíbol y de minerales aluminofilos, con A/CNK ≈ 1.05–1.25 (e.g.: Metagranito Guaremal). Estos rasgos son consistentes con granitos de tipo S derivados de colisiones continentales u orógenos intracontinentales con fusión prediminante de fuentes sedimentarias, probablemente en ubicación peri-Gondwana.

Terreno Nirgua

Bajo este nombre solamente consideramos a las rocas descritas por BELLIZZIA *et al.* (1976), como "Formación Nirgua " en la región de la localidad tipo y en las montañas de Aroa (Fig. 13B), pero separado de

las rocas metamórficas de AP-BT de la Faja Costera que se extiende desde el Litoral Central hasta Morón, ahora parte del Terreno Carayaca (ver arriba). En este redefinido *Complejo* ***Nirgua***, sus tipos de rocas pueden ser divididos en tres grupos:

(1) Metasedimentos pelíticos-psamíticos (esquisto grafitoso, esquisto muscovítico-cuarcífero, esquisto carbonático, mármol, cuarcita, metaconglomerado, gneis cuarzo muscovítico plagioclásico. Cerca de Urachiche aparecen niveles de espesores métricos a decamétricos de yeso (RODRÍGUEZ 1970) intercalados en la secuencia esquistosa (Fig. 13A).

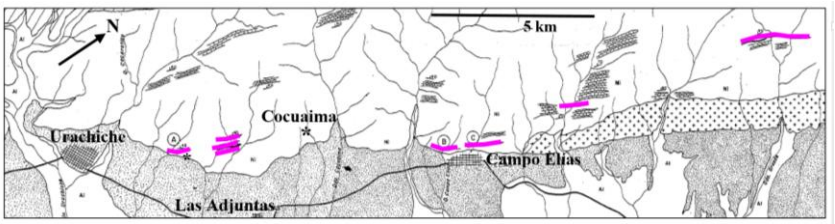


Figura 13A*. Mapa geológico de la región de Urachiche - Campo Elías, mostrando la ubicación de niveles de yeso en el Complejo Nirgua (líneas de color violeta). Los asteriscos ubican mineralizaciones de sulfuros complejos.*
Tomado de RODRÍGUEZ (1970).

(2) Rocas carbonáticas azul-grisáceas (tanto esquisto como mármol), muy bien expuestas en la carretera Nirgua - Chivacoa.

(3) Volcánicas minoritarias (rocas verdes tanto esquistosas como masivas, conteniendo actinolita, epidoto y clorita) (JAIMES 2012, HERNÁNDEZ 2013), mayormente piroclásticas.

No hay evidencias paleontológicas, ni geocronológicas que permitan dilucidar la edad de este terreno.

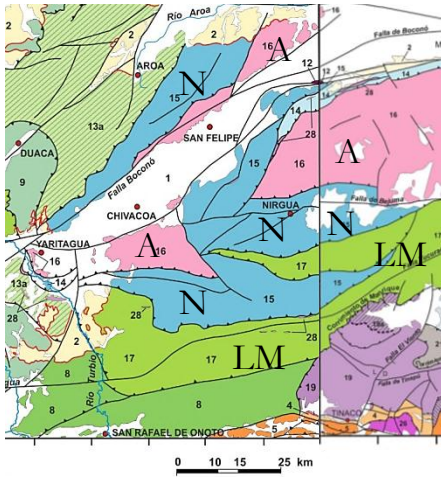


***Figura 13B**. Mapa geológico simplificado de la parte occidental de la CdlC. N: Terreno Nirgua. A: Terreno Ávila. LM: Terreno Las Mercedes.*

Las rocas de la región de Yumare - Campo Elías (Fig. 12B) fueron estudiadas por JAIMES (2012) y HERNÁNDEZ (2014), identificando biotita y granate, que a su vez muestras efectos retrógrados de cloritización.

En las montañas al sur de Nirgua, BELLIZZIA *et al.* (1968, 1976) cartografían algunos cuerpos delimitados por fallas como "Formación Las Brisas". Durante el trabajo de campo de MONTOYA (2015) y HERNÁNDEZ (2014) pudimos corroborar que esta unidad es indistinguible del Complejo Nirgua, a excepción de una importante disminución de los niveles carbonáticos, pero definitivamente no se asemeja al Esquisto Las Brisas de la región de Caracas. Por ese motivo y a fines de su cartografía geológica, se le asigna el nombre informal de *Complejo* ***Nirgua II***, pendiente de estudios adicionales que permitan una mejor asignación o definición a la unidad.

Por la presencia de evaporitas (yeso) (Fig. 12A) se infiere que la unidad pudo ser depositada, ya sea en el Pérmico con el cierre de los océanos dando lugar a Pangea (ciclo Alleghaniano), o en una cuenca rift en tiempos del Jurásico durante la ruptura de Pangea. Ambas configuraciones pueden explicar el hidrotermalismo evidenciado por los depósitos de polisulfuros de Pb-Sb de la zona de Cocuaima (Prof. S. Grande, en URBANI *et al.* 2015b), hasta la presencia de oro en Buria de Londres, Yaracuy, conocida desde el siglo XVI.

2.1.3. Faja Caracas

En trabajos previos, las unidades **Las Brisas** y **Las Mercedes** fueron consideradas integrantes en el *Grupo* ***Caracas*** (terminología estratigráfica sedimentaria: Dengo 1951, también junto a Antímano) o como *Asociación Metasedimentaria Caracas* (nomenclatura litodémica: URBANI 2000), pero a partir de nuevo trabajo de campo y el reexamen de datos cartográficos y petrográficos se confirma que los contactos entre ambas unidades son tectónicos y, los mejores ejemplos se encuentran en la región de Caracas donde en el contacto entre Las Brisas y Las Mercedes, aparecen cuerpos de rocas metamórficas de AP-BT o serpentinitas. Entre Mamera, El Calvario y Alta Florida, aflora una franja del Mármol Antímano. En localidades como Las Adjuntas y la carretera Panamericana en Coche, en el contacto entre Las Brisas y Las Mercedes hay cuerpos de serpentinita (Fig. 14B). Este contacto "anormal" ya había sido observado por GERTH (1955), precisamente por la presencia de lentes de anfibolita que define como "*lonjas o vestigios plegados de rocas completamente extrañas a la unidad",* o más recientemente por OSTOS *et al.* (2005: 81-82). En consecuencia, en este trabajo consideramos a Las Brisas y Las Mercedes como terrenos separados, aun cuando los protolitos de ambas unidades se hayan formado en tiempo Jurásico-Cretácico en el margen pasivo del norte de Suramérica.



Figura 14A. *Panorámicas de región de Caracas donde a través de la Falla Ávila se ponen en contacto las fajas Caracas y Ávila.*[42]

[42] Arriba: Autor desconocido, fuente: Google Images.
Abajo: Fotografía del Dr. Guillermo Zuloaga, revista *El Farol*, CPC, 1968.

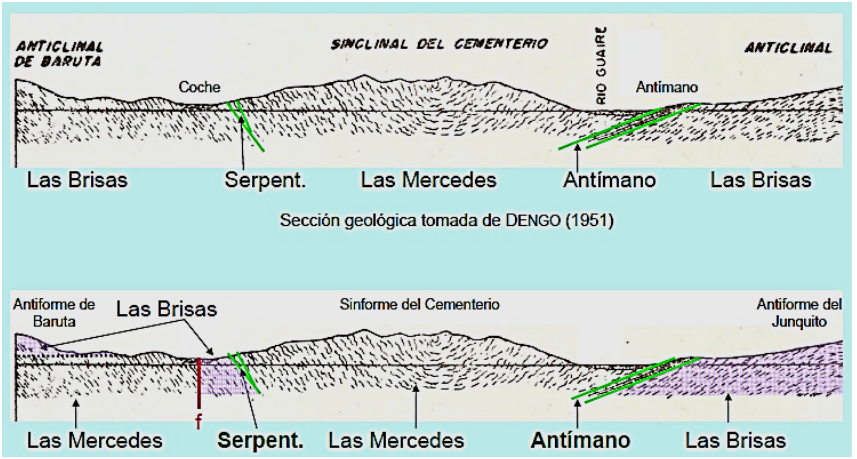


***Figura 14B**. Sección geológica Baruta-El Junquito según DENGO (1951) con las relaciones de su Grupo Caracas (Las Brisas, Antímano, Las Mercedes).* Arriba: *versión orginal como una secuencia estrátigráfica normal.* Abajo: *note que en la zona del Antiforme de Baruta por debajo aparece el Esquisto Las Mercedes, expuesto a todo lo largo del Túnel del Metro a Charallave. Los contactos tectónicos entre los esquistos de Las Mercedes y Las Brisas están definidos tanto, por serpentinia (lonjas de ofiolita de la Faja Costera), como del Mármol Antímano (rocas de AP-BT del Terreno Carayaca). Tomado de URBANI (2012a, lámina 36).*

Terreno Las Mercedes

Este terreno se extiende en forma continua desde Cabo Codera hasta Tinaquillo (Fig. 4 y 5) y contiene dos unidades formales:

1) El *Esquisto Las Mercedes,* compuesto por esquisto de color gris por la presencia de grafito, que grada a rocas muy carbonáticas. La presencia omnipresente de grafito apunta a una sedimentación en una cuenca con condiciones anóxicas. El Esquisto Las Mercedes después del Complejo San Julián, es la segunda unidad de mayor extensión areal de toda la CdlC.

2) El *Esquisto Chuspita* igualmente contiene esquisto grafitoso, alternando con niveles de metarenisca de espesores centimétricos a decimétricos sugiriendo un ambiente turbidítico.

Esquisto Las Mercedes

La unidad fue descrita originalmente por AGUERREVERE y ZULOAGA (1937), luego fue cartografiada por DENGO (1950) y WEHRMANN (1972), quienes presentan buenas descripciones. Adicionalmente, cerca de dos decenas de tesis de grado de la UCV la han descrito y analizado petrográficamente (resumen en Tabla 17).

El Esquisto Las Mercedes está constituido principalmente por rocas esquistosas con cuarzo, muscovíta, carbonátos, plagioclása (albita) y grafito; donde el carbonato puede ir aumentando hasta llegan a formar cuerpos de mármol masivo. La unidad se distingue fácilmente de las adyacentes por su distintivo color gris oscuro debido al grafito.

En el norte de Caracas, la Falla Ávila pone en contacto al Complejo San Julián del Terreno Ávila y el Esquisto Las Mercedes, con una muy inesperada franja de Las Mercedes limitada por fallas incluida deltro del cuerpo mayor de San Julián (Fig. 15A).

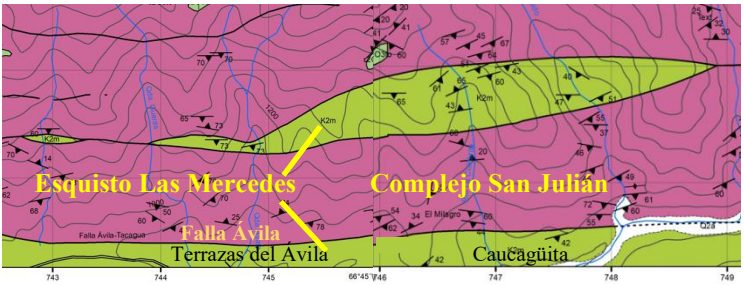


Figura 15A. *Cuerpo del Esquisto Las Mercedes rodeado del Complejo San Julián, en el flanco sur del pico Naiguatá. Fragmentos de las hojas 6847-IV-SE y I-SO (SÁNCHEZ 2019).*

A lo largo de la gran extensión de esta unidad, aparecen zonas cartografiadas como mármol, que entre Tejerías y Los Teques ha sido denominado *Mármol* ***Los Colorados***. La región con mayor presencia de rocas carbonáticas se encuentra entre Salmerón y Birongo, Miranda, llegando a formar grandes peñones de mármol masivo de

dimensiones hectométricas a kilométricas, que presentan gran desarrollo de formas kársticas.

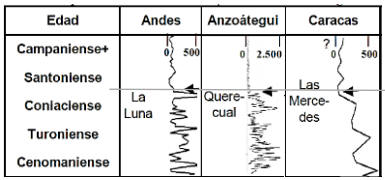
Tabla 17. Composición mineralógica de muestras del Esquisto Las Mercedes (SUEIRO y URBINA 2005).[43]

Tipos Litologicos	#Mu	Valor	Cz	Pl	Fk	Bi	Cl	Mu	Ep	Car	Gr	Grf	SOx	Ap	Lex	Cs	Tu	Es	Ect	Lim	Mg	He	Op	Pi	%An
Mármol	195	Prom	7,1	0,5	0	0	0,3	3	0	83,4		2,6	2,555	0		0	0	0			0	0	0,1	0,1	7,765
		Min	0	0	0	0	0	0	0	70		0	0	0		0	0	0			0	0	0	0	5
		Máx	24	12	3	1	10	13	2	98,8		20	15	1		1	1	1			1	2	5	4	12
Esq cuarzo carbonático y muscovítico	45	Prom	44	3,4	0,1		0,6	13	0,6	32,8		0,4	2,711	0		0	0		0,1				2,5	0,1	21,5
		Min	18	0	0		0	0	0	10		0	0	0		0	0		0				0	0	9
		Máx	65	20	3,1		13	25	20	67		13	13	2		2	1		5				15	5	34
Esq carbonático cuarzo y muscovítico	116	Prom	23	2,6	0,8	0	0,7	11	0,1	55,2		1,7	2,981	0	0,1	0,1	0	0	0		0	0	0,8	0,2	8,333
		Min	7	0	0	0	0	0	0	20		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
		Máx	56	24	15	1	15	30	3	69,1		10	15	1	3	3	1	1,4	2		2,2	2	18	3	14
Esq cuarzo, muscovítico y carbonático	17	Prom	54	2,6	1		0,1	22	0,1	13,4		1,2	3,824			0,1					0		1,4	Tz	16,67
		Min	38	0	0		0	5	0	6		0				0					0		0	Tz	7
		Máx	65	11	7		1	34	1	30		10	10			1					0,7		12	Tz	29
Cuarcita	41	Prom	78	3,4	0,7	0,1	1,4	12	0,2	1,16		0,1	2,18	0	Tz	0	0,1	0,2	0,2			Tz	0,4	0	12
		Min	70	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	Tz	0	0	0	0			Tz	0	0	10
		Máx	96	15	15	3	10	21	1	20		2	8	1	Tz	0,8	1	5	3			Tz	4	1	14
Fil. muscovítico, cuarzo y grafito	16	Prom	24	0,1	0,4	0,3	0,6	64		2,06		6,8	2,94	0,1			0,1		0,1	0,1	0,1			0,2	8
		Min	1	0	0	0	0	14		0		0		0			0		0	0	0			0	8
		Máx	60	2	6	5	5	95		15		20	11	1			1		1	2	1,5			2,5	8
Metaconglomerado	5	Prom	48	23	4,4	Tz		15	Tz	7			0,2								Tz	1			
		Min	25	10	0	Tz		0	Tz	0											Tz	0			
		Máx	65	40	20	Tz		25	Tz	35			1								Tz	5			
Metarenisca	5	Prom	51	9,2	1,6		0,2	7,4		24,8		0,2	5	0,2		0,2									13,5
		Min	39	0	0		0	1		0		0		0		0									13
		Máx	86	14	5		1	17		38		1	11	1		1									14

Desde el trabajo pionero de AGUERREVERE y ZULOAGA (1937), el Esquisto Las Mercedes se ha interpretado como equivalente metamórfico de la Formación La Luna del margen pasivo Cretácico del occidente de Venezuela; ideas fueron acogidas por DENGO (1951) y WEHRMANN (1972). Esta hipótesis es respaldada por el trabajo de URBANI *et al.* (2012), con base a la comparación de los perfiles de concentración de vanadio[44] del Esquisto Las Mercedes comparado con las formaciones La Luna y Querecual (Fig. 15B). Si ésta correlación es válida, el Esquisto Las Mercedes corresponde al Cretácico Tardío.

[43] En las tablas de algunas tesis aparece el mineral biotita, lo cual no parece correcto, ya que en las secciones finas que se han podido reexaminar resultó ser muscovita teñida con óxidos de hierro.

[44] GONZÁLEZ y SÁNCHEZ (2004) y ARREAZA (2004) habían realizado sus tesis en la quimioestratigrafía de las formaciones La Luna y Querecual, respectivamente, hallando en su parte inferior concentraciones altas de V y a partir de cierto punto, las concentraciones bajan drásticamente. Dada la hipótesis de correlación de esas formaciones con Las Mercedes, se llevó a cabo un muestreo en esta unidad de los taludes de las autopistas Regional del Centro y Rómulo Betancourt, encontrando allí también un bajo repentino en V (Fig. 15B).



V (ppm)	*Hoyo d. l. Puerta-Tejerías*	*Guatire-Caucagua*
<100	0 – 9,4 km	0 – 6,3 km
>100	9,4 – 19,2 km	6,3 – 8,7 km

***Figura 15B**. Perfiles de la variación de vanadio en las formaciones La Luna (GONZÁLEZ y SÁNCHEZ 2004), Querecual (ARREAZA 2004) y Esquisto Las Mercedes (LUCARELLI 2011).*

De confirmarse la edad Cretácica Tardío propuesta para el Esquisto Las Mercedes, el protolito de esta unidad y de las formaciones La Luna y Querecual, se depositaron en el margen pasivo del norte de la placa suramericana, pero luego, en el proceso de interacción con la Placa Caribe, las formaciones La Luna y Querecual al no ser sobrecorridas por las napas, no fueron metamorfizadas.

Desde el siglo XVI, dentro de área de afloramientos del actual Esquisto Las Mercedes, son conocidas pequeñas ocurrencias de oro y cobre, como en la zona de Los Teques-Carrizal, Miranda (KLEMM 1859, PALACIO 1891b) y en Valencia (MANZANO 1768).

La localidad tipo del Esquisto Las Mercedes fue establecida en la "Hacienda Las Mercedes"[45], hoy día allí no hay afloramientos visibles debido a la cobertura urbana, por ello, en 2012 se realizaron reconocimientos para encontrar una localidad que sirva como Sección de Referencia accesible que se conserve en el futuro. Entonces se propuso la Quebrada Canoas, que forma el prufundo valle visible al este del viejo peaje de Hoyo de La Puerta (Fig. 15C). Las caracteríticas de esta sección aparece en URBANI *et al.* (2012).

[45] Hoy Urbanización Las Mercedes al sureste de Caracas, cerca del Hotel Tamanaco.

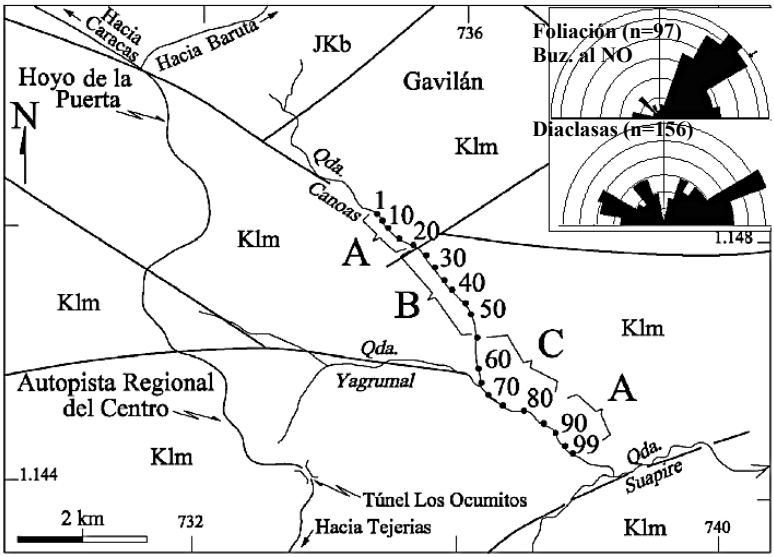


***Figura 15B**. Mapa geológico esquemático de la cuenca de la Quebrada Canoas. El tramo identificado con los números de afloramientos 1 al 99 se propone como nueva Localidad de Referencia para el Esquisto Las Mercedes.*

Esquisto Chuspita

SEIDERS (1965) define la unidad en la región de Caucagua e indica que está compuesta por metarenisca (45%), filita /esquisto oscuro (50%) y mármol (5%). Posteriormente, la unidad es cartogrfiada como una franja que alcanza hasta Las Tejerías (BECK 1986 Seiders consiera a Chuspita como la unidad superior del "Grupo Caracas" y más joven que Las Mercedes). La composiciín mieralógica según la compilación de SUEIRO y URBINA (2005) se muestra en la Tabla 18.

En el *Esquisto Chuspita*, ASUAJE (1972) descubre y colecta amonites desenrollados, que luego de su muerte son estudiados por MACSOTAY (1972), asignándolos al Albiense. Fósiles de los mismos géneros y especies habían sido descritos por el mismo autor en la zona de Barquisimeto – Araure, pero al ser reestudiados en la zona de Agua Blanca, por un especialista en amonites los identifica como del

Tithoniense superior – Berriasiense (BLIN 1989: 59) (Ver más detalles en la sección del Terreno Agua Blanca). Pero cualquiera de estas edades, ya sea Albiense (Macsotay) o Jurásico (Blin), indica que Chuspita es más vieja que Las Mercedes.

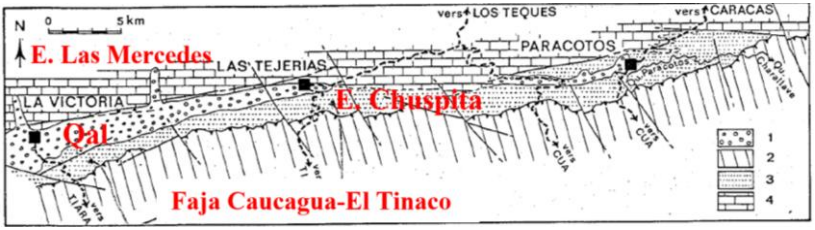


Figura 15C. *Mapa geológico simplificado de la región de Paracotos-La Victoria, mostrando la distribución del Esquisto Chuspita, en contacto con falla de corrimiento (buzamiento sur) con las unidades de la Faja Caucagua-El Tinaco. Tomado de BECK (1986, fig. 155).*

Tabla 18. *Composición mineralógica del Esquito de Chuspita (SUEIRO y URBINA 2005).*[46]

Tipo Litológico	# Mu	Valor	Cz	Pl	Mu	Cl	Ep	Car	Grf	Es	He	Est	Goe	Pi	Ic
Filita cuarzo muscovítica clorítica		Prom	54,8		25	8,1	0,2	3	4,2	0,5	2,8	1,2	0,2	0,2	17
carbonática grafitosa	13	Mín	35		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		Máx	69		42	24	2	39	20	3	8	5	3	2	36
Esquisto cuarzo muscovítico		Prom	53	1,1	23	10		4,3	2,7	0,1	4	1,1	0,1	0,9	19
clorítico carbonático	7	Mín	43	0	13	0		0	0	0	0	0	0	0	5
grafitoso		Máx	60	4	43	26		20	11	1	8	5	1	3	44
		Prom	73		14	7,9	1,3	0	1,4	0	1,3	0,9	0,1		13
Cuarcita muscovítica clorítica	9	Mín	70		12	4	0	0	0	0	0	0	0		5
		Máx	80		17	12	10	0	6	0	6	5	1		18

[46] En esta compilación no hay muestras de mármol, lo que no significa su ausencia. La cuarcita es la metarenisca descrita por Seiders.

Cuerpos exóticos encontrados en la Faja Caracas

* En la parte media de la **Quebrada Canoas**, entre Hoyo de La Puerta y Los Anaucos (Fig. 16A), dentro del Esquisto Las Mercedes, se encuentran cantos centimétricos a decimétricos de meta-cuarzo-diorita, estudiados por REÁTEGUI *et al.* (2013). Proponen un contexto equivalente al de los olistolitos métricos de granito rosado del Ordovícico Tardío, encontrados dentro de la Formación La Luna en el estado Lara.

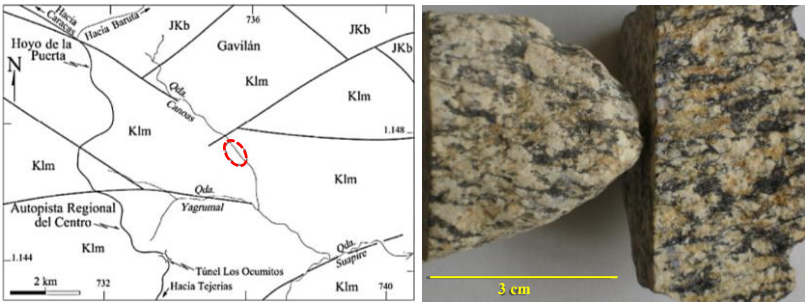


***Figura 16A**. Ubicación de cantos de meta-cuarzo-diorita en el área de afloramientos del Esquisto Las Mercedes, Qda. Canoas (*REÁTEGUI et al. *2013).*

* En la **Quebrada Oruza**, entre Kempis y Caucagua, estado Miranda, dentro del área de afloramientos del Esquisto Chuspita se han localizado dos cuerpos hectométricos de gabro (Fig. 16B), así como bloques sueltos de gabro y volcánicas en varias quebradas. Una muestra del gabro fue datado en **115,5±1,4 Ma** (Aptiense, U-Pb, zircón, n=33, Dr. M. Baquero, en REÁTEGUI *et al.* 2013). Desde Kempis hasta Aragüita, en apenas 6 km en dirección norte-sur, se encuentran intercalados tectónicamente rocas de los terrenos Villa de Cura, Loma de Hierro, Paracotos, Las Mercedes y Tacagua (Caucagua), por ello los cuerpos ígneos de la quebrada Oruza y otros cercanos de serpentinita, gabro y volcánicas probablemente correspondan a fragmentos de la Ofiolita de Loma de Hierro, desmembrados tectónicamente.

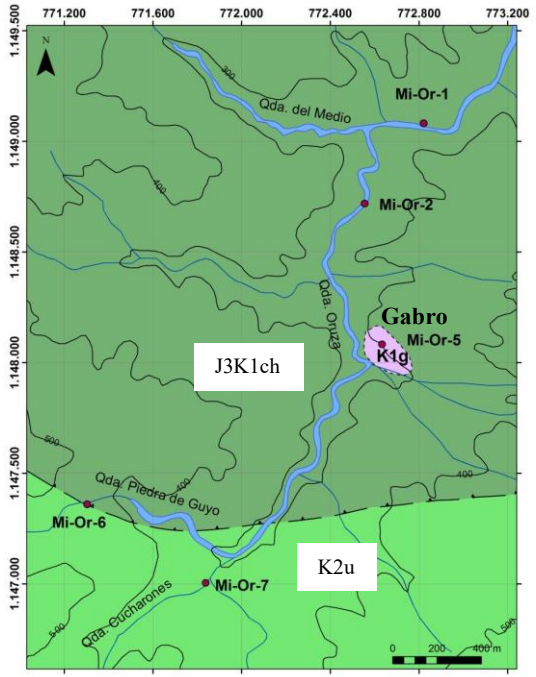


***Figura 16B**. Cuerpo de gabro en la Quebrada Oruza, dentro del Esquisto Chuspita. J3K1ch: Esquisto Chuspita. K2u: Esquisto Urape. K1g: Gabro (*REÁTEGUI et al. *2013).*

* Entre Tejerías y Los Teques, estado Miranda, sobre la traza de la Falla La Victoria, que pone en contacto a los esquistos de Las Mercedes y Chuspita (Fig. 16C), se ubica la **Cantera Turpial**, donde se produce piedra picada. Allí aflora un pequeño complejo con basalto, gabro, diabasa, brecha de flujo basáltica, komatita basáltica, brecha komatítica almohadillada (Fig. 16D), chert ferruginoso grafítico, sin estructuras penetrativas y con asociación mineralógica en facies pre-esquito verde (en facies pumpellyita-actinolita, según definición de WILLNER 2020) (Fig. 16J). La muestra de chert fue enviada por S. Grande al Dr. Mohsen Kariminia (ALS Global, Houston), quien logró extraer fósiles silicificados usando tratamiento con HF, pudiendo identificar una especie de radiolarios, varios

hedbergéllidos, varios prismas de inocerámidos y raros heterohelícidos, que apuntan a una edad Cretácico Tardío (M. Kariminia, com. pers. a S. Grande, 27-7-2016). Esta es la primera ocurrencia de una asociación de este tipo en Venezuela, que ha sido interpretado como un fragmento de la Gran Provincia Ígnea del Caribe (CLIP) (GRANDE *et al.* 2013, 2015).

Probablemente, como efecto de la colisión oblicua de las placas Caribe-Sur América, este cuerpo formaba parte del conjunto de terrenos alóctonos -como Villa de Cura y San Sebastián-, que se fueron apilando y desplazándose por encima de las unidades autóctonas – para-autóctonas de la actual Faja Caracas; entonces,por fallamiento, al bloque Turpial pudo quedar adosado al labio deprimido de alguna falla mayor, preservándolo así de la erosión, mientras que el resto del material alóctono suprayacente fue removido por erosión, quedando solo preservado hacia el sur el "klippe" de la Faja Villa de Cura.

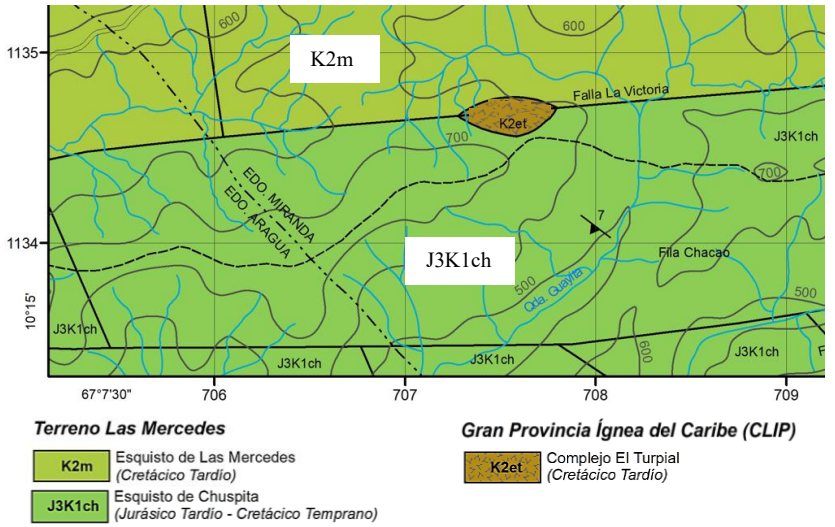


***Figura 16C**. Complejo Turpial, ubicado entre Las Tejería y Los Teques. Fragmento de la hoja 6746-I-NE Puerta Morocha (MÁRQUEZ 2026).*

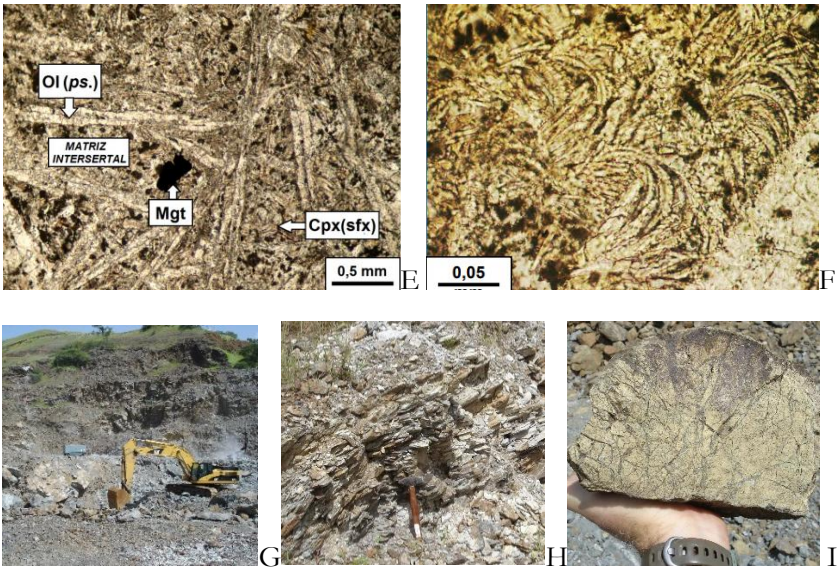


***Figura 16E**. Cantera El Turpial, estado Miranda. **E,F**: Metakomatita con textura spinifex. **G**: Vista de la Cantera El Turpial. **H**: Afloramiento de metachert. **I**: Brecha komatítica.*

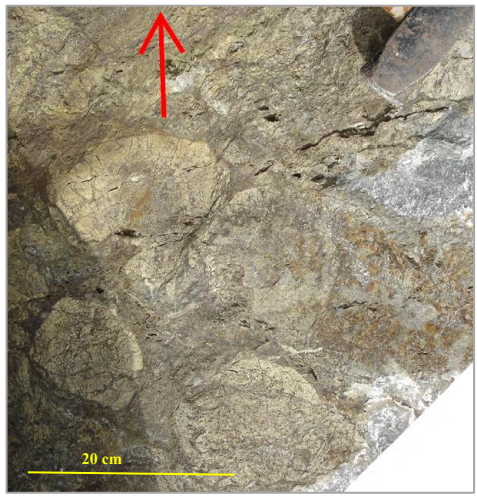


***Figura 16D**. Cantera El Turpial, estado Miranda. Lava komatítica con almohadillas decimétricas. La flecha indica el tope de la secuencia.*

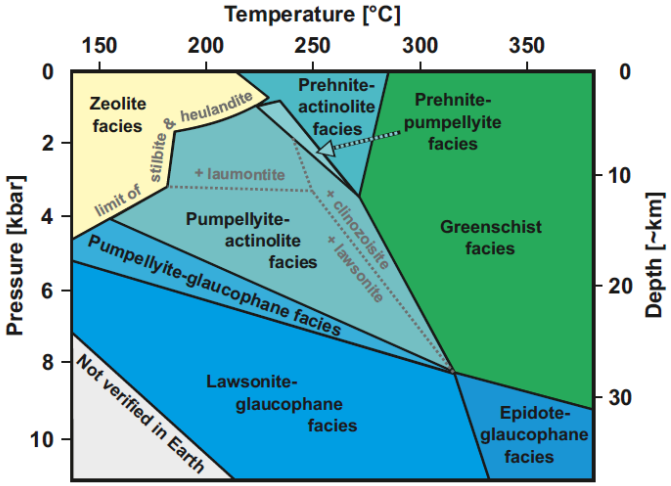


***Figura 16F**. Diagrama PT de rocas de bajo y muy bajo grado (WILLNER 2020),*

Terreno Las Brisas

Este terreno está constituído por el *Esquisto Las Brisas,* una unidad globalmente esquistosa cuarzo muscovítica, que aflora como una franja al sur y suroeste de Caracas (Fig. 5, no. 18). Se presenta muy meteorizado. Los tipos litológicos en orden de abundancia, estimado por SUEIRO y URBINA (2005), son:

Esquisto cuarzo muscovítico,
Mármol cuarzo muscovítico,
Metarenisca,
Esquisto cuarzo feldespático.
Filita muscovítica cuarzosa,
Esquisto carbonático cuarzoso,
Esquisto cuarzo clorítico,
Metaconglomerado,
Esquisto cuarzo muscovítico grafitoso.

Gneis Sebastopol

De acuerdo con los trabajos pioneros de AGUERREVERE y ZULOAGA (1937), DENGO (1951) y WEHRMANN (1972), esta unidad corresponde al basamento sobre la cual fue depositado inconformemente el protolito del Esquisto Las Brisas.

Aflora entre Las Adjuntas y Los Teques y su litología corresponde a un gneis con los siguientes minerales en orden de abundancia: cuarzo, albita-oligoclasa, microclino, muscovita, epidoto, biotita y opacos, que puede clasificarse como un "granitoide rico en cuarzo", semejante a algunas rocas del Terreno Ávila.

A patir de análisis Rb-Sr realizados por H. H. Hess, H. E. Gaudette y W. J. Olszewsky (recalculados por URBANI 1989), se obtiene una isocrona con mucha dispersión que permite estimar una edad de c. **424 Ma** (Silúrico). Muy probablemente una geocronología U-Pb en cristales de zircón pudiera resultar en c. 600-500 Ma (Cámbrico).[47]

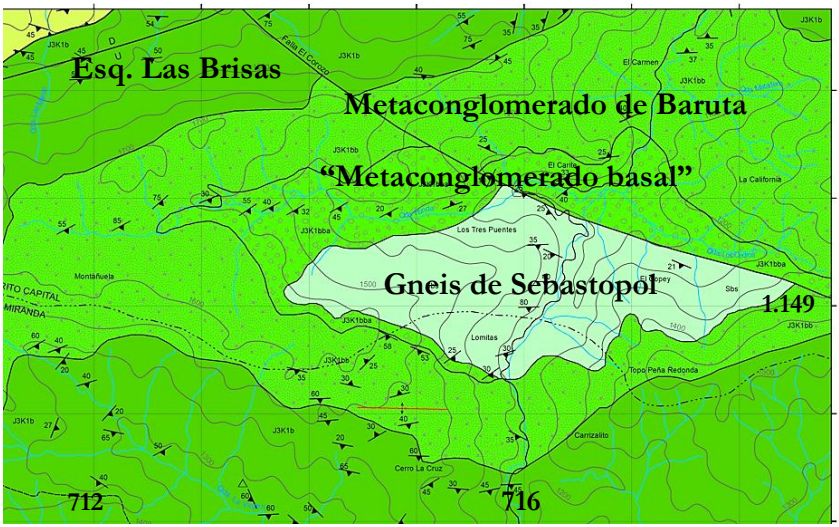


***Figura 17A**. Gneis Sebastopol. Información base: Smith (1951) y Iasello (1994). Hoja 6747-II-SE Los Teques (MÁRQUEZ 2025). Cuadrícula de 1 km. Coordenadas UTM 19P.*

Con el conocimiento actual de la CdlC, consideramos muy acertada la interpretación de BROUWER (1965), que "… *si originalmente hubo una discordancia angular entre el Gneis Sebastopol y la suprayacente Formación Las*

[47] Ver nota de pie de página no. 20.

Brisas, posteriores efectos de cabalgamiento produjeron una concordancia estructural." Hoy día este contacto no puede ser observar por la cobertura urbana informal y la fuerte meteorización.

Mármol Zenda

Esta unidad incluye cuerpos métricos a hectométricos (Fig. 17B-5A) de mármol mayormente dolomítico, descritos formalmente como *Mármol* ***Zenda***. Esta unidad ha sido interpretada como "mega-budines" por LAUBSCHER (1955), que probablemente pudieron corresponder a olistolitos o megaolistolitos.

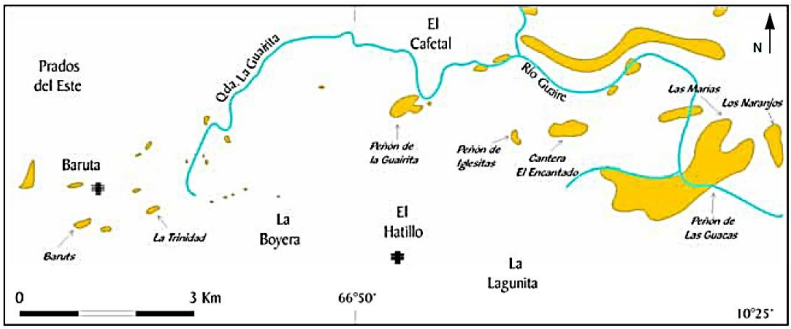


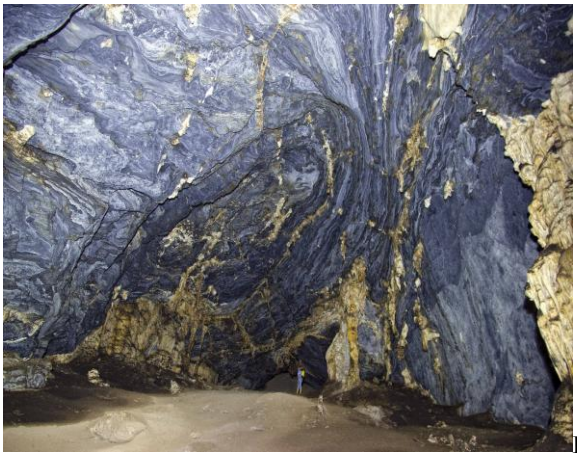
Figura 17B. *Distribución de los cuerpos del Mármol Zenda en el sureste de Caracas (CARABALLO 2005).*



C



D



E





E

***Figura 17**. Mármol Zenda. **C** Cañón del río Guaire y el Peñón de las Guacas, ubicado al este de la Urbanización La Lagunita Country Club. **D**: Mármol expuesto a lo largo del canal que llevaba agua entre las plantas hidroeléctricas de Los Naranjos y Lira. Cañón del Río Guaire. **E**: Salón del Arpa, Cueva Ricardo Zuloaga. **E.** Mármol Zenda expuesto en la Cueva Ricardo Zuloaga*[48].

[48] Fotografías cortesías de Joaquim Astort y Daniel Macedo, Sociedad Venezolana de Espeleología.

Metaconglomerados

Dentro del Esquisto Las Brisas aparecen extensos cuerpos de metaconglomerado hasta de extensión kilométricas (Fig. 17A).

-Un primer grupo se ubica entre Baruta y Tusmare, que DENGO (1951) describe como "gneis microclínico" por la presencia de cristales milimétricos de microclino. Se ha denominado *Metaconglomerado de* ***Baruta***; contiene cuarzo, plagioclasa, calcita, muscovita, apatito, pirita y opacos, con porfiroclastos de microclino, usualmente de color gris muy oscuro a casi negro. Detalles estructurales sobre el "Gneis microclínico" fueron presentados por LAUBSCHER (1955). Por el tamaño de granos, la roca fuente debió ser un granitoide de grano grueso.

-Una segunda región se ubica entre La Mariposa y Sebastopol, cartografiado como *Metaconglomerado* ***La Mariposa*** (URBANI y RODRÍGUEZ 2004).

Fósiles

Hay dos reportes de moluscos fósiles en el Esquisto Las Brisas:

1- WOLCOTT (1943) encuentra moluscos en la quebrada Care al este de Guatire, asignados por el Dr. Virgil Winkler al Jurásico Tardío.

2- Dentro de la Cueva del El Indio (Mi.24) en el sureste de Caracas, URBANI (1969) halló una ostrea identificada por el Dr. Earle Kauffman como *Exogira virgula*, hoy día denominada *Nanogyra virgula*, un fósil índice del Jurásico Tardío – Kimmeridgiense (Fig. 17F).



Figura 17F: Nanogira virgula *colectada en la Cueva del Indio, La Guairita, sureste de Caracas (URBANI 1969).*

Ocurrencias de oro

Desde tiempos de la colonia, hasta fines del siglo XIX hubo pequeñas explotaciones de oro en los alrededores de Baruta, Los Teques y Petaquire (PALACIO 1891b, BARITTO y URBANI 2024).

Geocronología Ar-Ar

Tradicionalmente se ha considerado que la fase metamórfica que afectó a los esquistos de Las Brisas y Las Mercedes fue debida al emplazamiento de la Faja de Villa de Cura en el Oligoceno. Para tratar de dilucidar la hipótesis, VILLAGÓMEZ *et al.* (2015) obtuvieron una edad de **c. 51 Ma** (Fig. 17G) (Eoceno – Ypresiense) en una mica blanca del Esquisto Las Brisas. De ser correcta esta edad, entonces resulta más vieja que lo esperado y pudiera explicarse así:

(1) Que la unidad fue emplazada en una configuración para-autóctona, entonces un metamorfismo de edad c. 51 Ma pudo haber ocurrido debido a un limitado evento de apilación de napas debido a la convergencia entre las placas de Norte y Suramérica (PINDELL *et al.* 2009: 767), con un acortamiento 100 y 150 km para el Eoceno tardío, cuando el arco Caribe estaba todavía en una posición muy lejana.

(2) Si la unidad fuera alóctona y proceda de una fuente lejana occidental al igual que otros de la CdlC, entonces el metamorfismo pudo haber ocurrido por el apilamiento de unidades en el frente de la placa Caribe en una posición geográfica cercana a la actual Goajira.

Por su parte, FOURNIER *et al.* (2017) argumentan que esta edad de c. 51 Ma, debe tomarse con cautela, ya que pudo haber ocurrido interferencia por gases de hidrocarburos[49]. Alternativamente, para el evento metamórfico en facies de esquisto verde (clorita) del Esquisto Las Brisas, prefieren la edad-meseta Ar-Ar de R. Speed (32,9±0,6 Ma) o la de 35-40 Ma de SISSON *et al.* (2005), que se atribuye al emplazamiento de la Faja Villa de Cura en el Oligoceno.

[49] Esta posibilidad fue discutida en comunicaciones cruzadas entre el personal que participó en la fase analítica.

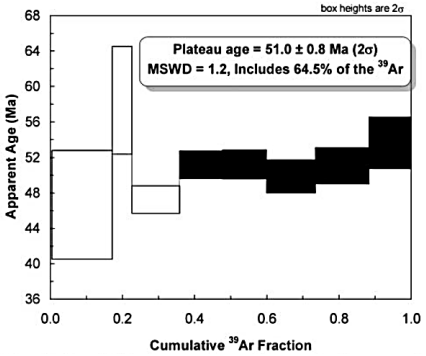


Figura 17G. *Esquisto Las Brisas. Geocronología Ar-Ar de cristales de mica blanca de un esquisto cuarzo albítico micáceo. Quebrada adyacenjte al Morro de La Guairita, SE de Caracas (*VILLAGÓMEZ et al. *2015).*

Terreno Agua Blanca

Este terreno aflora en la parte suroccidental de la Cordillera de la Costa cerca de las poblaciones de Agua Blanca, San Rafael de Onoto y Sarare en el estado Cojedes (Fig. 3.3). Es una secuencia de rocas sedimentarias, sin rocas volcánicas asociadas y, con efectos de metamorfismo de muy bajo grado en facies pre-esquisto verde. RENZ y SHORT (1960) y BELLIZZIA *et al.* (1968) definen tres unidades que de base a tope son:

(1) Una arenisca arcósica a veces conglomerática, pizarras y conglomerado de grano grueso (*Formación* ***Araure***).

(2) Caliza masiva y arenácea con algunas capas delgadas de arenisca cuarcífera (*Formación* ***Agua Blanca****).*

(3) Gradando hacia arriba a arcosa, conglomerado, caliza masiva, lutita carbonosa y caliza laminada (*Formación* ***Cojedes***) (RENZ y SHORT 1960, BELLIZZIA 1986).

Estos sedimentos han sido interpretados como depositados en el margen pasivo Mesozoico del norte de Suramérica.

En las montañas ubicadas al norte de San Rafael de Onoto y San Carlos, estado Cojedes, BELLIZZIA *et al.* (1968) cartografian una amplia región como "Formación Mamey", pero en la leyenda del mapa señalan claras diferencias con la Formación Mamey de la

localidad tipo larense, al decir "*las calizas prácticamente desaparecen y* [la unidad] *se hace altamente arenácea y filítica.*" En los trabajos más recientes de HERNÁNDEZ (2014) y MEDEROS (2015), se considera que este cuerpo es más semejante a la Formación Cojedes *sensu stricto* y lo designan informalmente como "*Formación* ***Cojedes II***", hasta que se acometan estudios específicos que permitan dilucidar mejor su afinidad.

En unidad (nuestra Cojedes II), fue reconocida por BLIN (1989: 59), quien tentativamente la cartografía como "Grupo Los Cristales" y en una caliza halló amonites desenrollados que fueron identificados por G. Thomel del Museo de Historia Natural de Niza, Francia, como pertenecientes a la …

> "… *familia de* Ancyloceratidae *Meek (1876) y aparentemente a los géneros* Leptoceras *Uhlig (1883) (más bien Berriasiense) y* Protancyloceras *Spath (1924) (más bien Tithoniense superior). Los ejemplares recolectados se asemejan al* Protancyloceras hondense *(Imlay) de Cuba. Nosotros podemos datar esta serie carbonática como Tithoniense superior - Berriasiense. Estos resultados contradicen la edad Albiense superior a Cenomaniense avanzada por O. Macsotay (en Stephan 1982) a partir de los mismos amonites desenrollados que identificó como* Idiohamites *sp. y* Pseudohelicoceras *sp."* [50]

Por el hallazgo de BLIN (1989), nuestra "Formación Cojedes II" es de edad Jurásico Tardío – Cretácico Temprano (Tithoniense superior – Berriasiense). Entonces, de ser realmente correlaciona-bles las Formación Cojedes y la informal Formación Cojedes II, traería como consecuencia que la Formación Cojedes, previamente considerada más joven que Araure y Agua Blanca, pudiera ser más vieja que ellas.

[50] Los hallazgos de B. Blin referentes a los amonites desenrollados son reseñados por MACSOTAY y PERAZA (1997), sin mencionar que estos resultados implican que sus indentificaciones previas (MACSOTAY 1972) fueron errroneas, qe manera que, las unidades con las mismas especies de amonites desenrollados, como Mamey, Carorita y Chuspita, son más viejas que lo previamente reportado.

sto también se aplicaría a las unidades Carorita y Chuspita que tienen los mismos fósiles.

En los trabajos de BELLIZZIA *et al.* (1968) y BLIN (1989) no se reconoce a la *Formación* ***Mapuey*** descrita por RENZ y SHORT (1960) en esta región.

Geocronología U-Th de cristales detríticos de zircón (DZ) en unidades de la Serranía Costera

A la fecha este tipo de análisis se han realizado en las unidades Las Mercedes, Las Brisas y Cojedes II.[51]

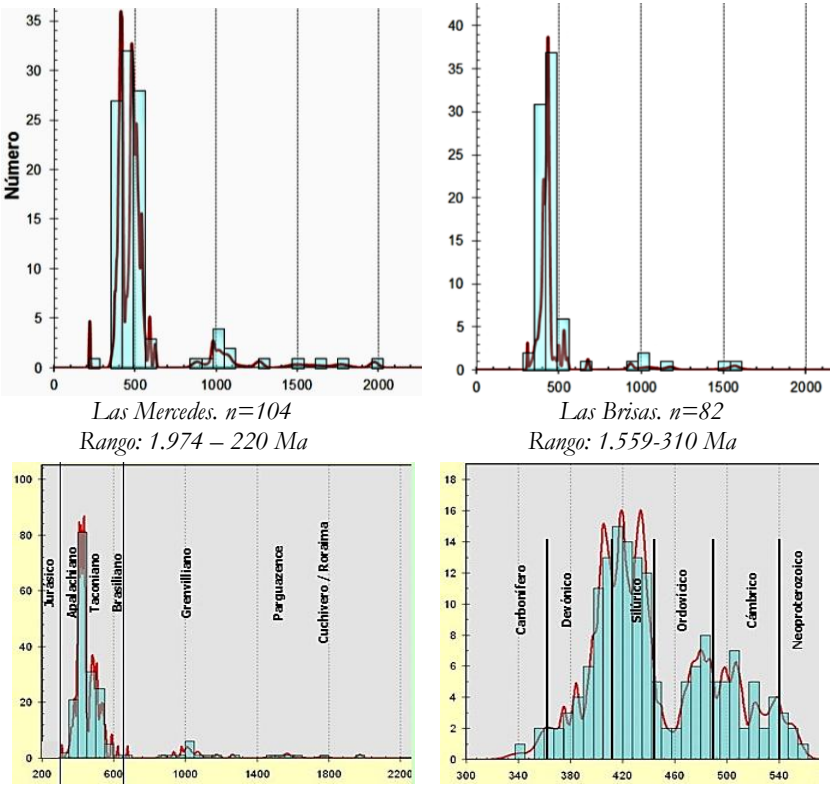
Esquistos de Las Mercedes y Las Brisas (Fig. 18A).

Las muestras de estas dos unidades presentan picos menores en c. 2.000 (Cuchivero), c. 1.500 (Parguaza) y c. 1.000 Ma (Grenvilliano) y un amplio lomo principal entre 350 y 550 Ma. Este último a su vez con subpicos 540, 510, 480 y 420 Ma, que pueden atribuirse a los ciclos Caledoniano - Tacónico y Herciniano[52]. La presencia de edades Caledonianas y del Triásico medio, sugiere que la fuente de los sedimentos proviene de la región protoandina, posiblemente a través de valles de rift que drenan terrenos donde afloraran rocas como las hoy expuestas en la Cordillera Oriental de Colombia. Estas unidades muestran un patrón de edades similares al Esquisto Mamey. Esto sugiere que los esquistos de Las Meredes y Las Brisas probablemente

[51] Análisis de *Las Brisas* y *Las Mercedes* cortesía del Prof. James E. Wright, Universidad de Georgia, Athens, EEUU. Análisis de *Cojedes II* tomados de NOGUERA (2009).
Localidades: ***Las Mercedes*** (dos muestras de meta-arenisca de grano grueso: (a) Talud de Mampote, Guarenas. (b) Talud de Kempis, Autopista Rómulo Betancourt, Caucagua. La Fig. 18A muestra los datos combinados de ambas muestras). ***Las Brisas*** (metaconglomerado, tomada en el talud de la autopista al inicio de la cuesta de Tazón, El Valle, Caracas). ***Cojedes II*** (arenisca de grano grueso, Distribuidor Agua Blanca, Autopista José Antonio Páez).

[52] Nombres variables según autores y localidades. Es frecuente el uso de "Panafricano", "Brasiliano", "Proto-Andes", "peri-Gondwana" o "Famantiano" para edades en el orden de los 500 Ma.

representa cuerpos para-autóctonos o lonjas de corrimientos relativamente autóctonas.



Las Mercedes. n=104
Rango: 1.974 – 220 Ma

Las Brisas. n=82
Rango: 1.559-310 Ma

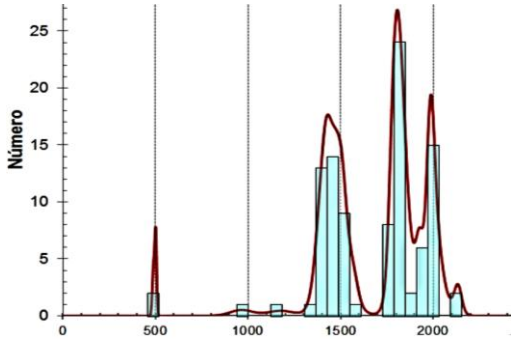
Datos conjuntos de Las Mercedes y Las Brisas. Izquierna n=186, derecha n=165.

***Figura 18A**. Histogramas y curvas de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos.*

Formación Cojedes II (Fig. 18B)

Las edades obtenidas varían entre 2.134 Ma (Paleoproterozoico) y 491 Ma (Cámbrico) (NOGUERA 2009). El pico de 1.600-1.350 Ma coincide con las rocas del magmatismo tipo Parguaza y los picos de mayor edad entre 2,1 – 1,7 Ga, pueden proceder de la Provincia Cuchivero. La fuente de los zircones con edades mayores de 1,5 Ga

provienen del escudo de Guayana, ya sea con drenajes entonces activos desde el Escudo y/o, por erosion de unidades previas que los contuvieses[53]. Apenas hay unos pocos granos de los grupos geocronológicos Grenvilliano y proto-Andes.



n= 99, rango: 2134 – 491 Ma.

***Figura 18B**. Formación Cojedes II. Histogramas y curvas de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos.*

Composición de cuerpos de mármol de la Serranía Costera

Entre 1997 y 2004 se llevó a cabo un muestreo sistemático de cuerpos de mármol en las cercanía de Caracas,[54] siendo analizados químicamente determinado componentes mayoritarios y algunos elementos trazas, así como la concentración de calcita y dolomita. La

[53] DUGARTE (2012, M.S. Univ. Georgia) data los DZ de seis unidades paleozoicas de los Andes de Mérida y, ninguna se asemeja a la Fm. Cojedes II, en especial por la falta de un pico significativo en el rango de 2,1 – 1,7 Ga.

[54] Se colectaron muestras de unos 3 x 3 x 2 cm a las que se determinó el color y tamaño de grano y, ya pulverizadas se analizaron para obtener la proporción calcita / dolomita por DRX y, análisis químicos por fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (componentes mayoritarios con equipo Phillips MiniPal y elementos trazas, con equipo Niton con fuente de isótopos radioactivos).

colección se llevó a cabo en las siguientes unidades y localidades (Tabla 19):

1- Complejo Carayaca. Afloramiento de mármol con boudines decimétricos de anfibolita en el extremo occidental de la bahía de Chichiriviche, Vargas (n=47).

2- Mármol Antímano. Cantera Nacional, Antímano (n=19).

3- Mármol Zenda, Esquisto Las Brisas. En canteras abandonadas y cuerpos de mármol del sureste de Caracas, entre Baruta y Fila de Mariches (Fig. 19B) (n=589[55]).

4- Mármol Los Colorados, Esquisto Las Mercedes. Interior de la Cueva Alfredo Jahn, Birongo, Miranda (n=48).

Las muestras de mármol analizados de los terrenos Las Brisas y Las Mercedes se diferencian de aquellos del Terreno Carayaca, entre otros parámetros, los primeros por ser dolomíticos y los segundos calcíticos (Fig. 19A).

Así mismo, entre los cuerpos del Mármol Zenda que afloran en el sureste de Caracas (Fig. 19B), también hay diferencias significativas, con dos claros grupos, uno entre Baruta y El Cafetal, y otro grupo desde El Encantado hasta Fila de Mariches (Fig. 19B). Las interpretaciones sobre este tema serán objeto de otro trabajo (E. CARABALLO *et al.* en progreso).

[55] Localidades: Sureste de Caracas: Cantera Piedra Azul de Baruta, Cantera La Trinidad, Peñón de La Guairita (Parque Cueva del Indio), Peñón de Iglesitas, Cantera del Este de El Encantado, Peñón de La Guacas. En Fila de Mariches, en los peñones de Lira, Guanasna y San Antonio.

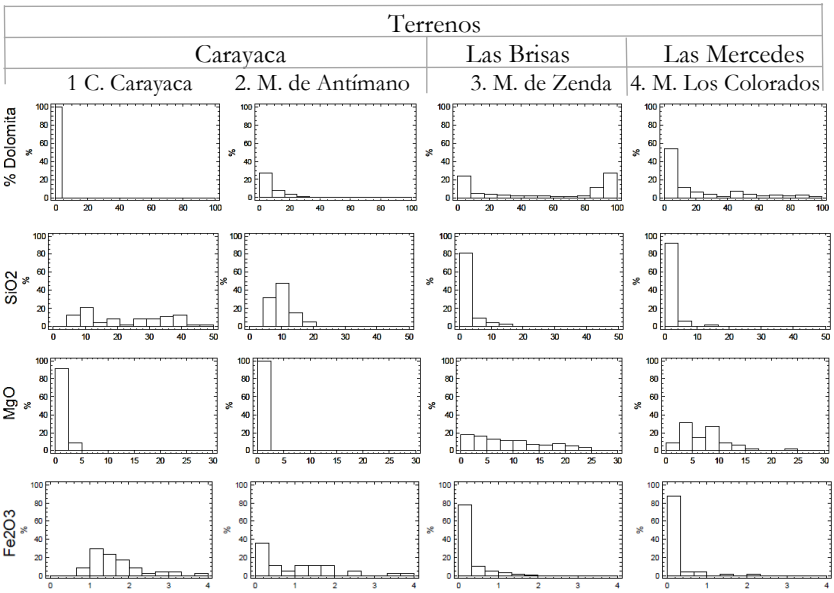


Figura 19A. *Histogramas de análisis mineralógicos y químicos de muestras de mármol de cuatro unidades geológicas de la CdlC (CARABALLO 2005).*

Tabla 19. Composición química promedio de mármoles de la región de Caracas (CARABALLO 2005).

Unidad	Localidad	#	% dol.	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	V	Cr	Ba	Ge	La	Sn	Te	Zr	Sr	Rb	Pb	Se	Hg	Zn	Cu	Ni
Caraya-ca	Chichiriviche	45	0	24,42	1,84	37,34	1,3	1,66	0,15	0,01	147	287	2319	28	18	4	1	16	1367	15	28	15	25	49	150	323
Mármol de Zenda	Baruta	39	91	3,84	2,22	33,72	15,1	0,50	0,11	0,15	41	98	3017	46	24	5	1	16	89	37	25	15	25	49	150	293
	Trinidad	17	99	6,71	1,79	30,77	11, 7	0,24	0,10	0,13	24	85	2678	40	31	4	1	15	77	38	25	15	25	49	150	224
	Peñón de Iglesitas	75	43	2,05	1,77	45,42	7,9	0,39	0,08	0,08	24	152	3248	47	36	8	1	15	155	17	25	15	25	49	150	212
	Cantera del Este	241	-	2,17	2,12	45,19	10,5	0,11	0,07	0,03	24	111	2436	42	40	8	1	15	123	14	28	15	25	49	150	289
	Peñón de las Guacas Canal	102		2,64	1,90	45,75	7,8	0,12	0,07	0,02	-	155	3414	50	40	8	1	15	147	18	25	15	27	57	154	190
	Peñon de las Guacas Camino	54	35	5,77	1,90	44,76	9,1	0,02	0,06	0,03	-	-	-	-	-	-	-	15	101	15	25	15	25	49	150	209
	Peñón de las Guacas C.R.Z	60		1,29	2,01	46,40	9,2	0,01	0,07	0,04	-	113	2938	44	46	7	1	15	94	16	25	16	30	62	165	215
	Peñón de Lira Cantera Los Naranjos	72		0,78	2,32	47,48	9,8	0,37	0,07	0,14	-	17	401	6	4	1	0	15	170	16	25	15	25	50	150	420
	Peñón de Lira Guanasna	6	39	0,44	2,04	46,14	10,1	0,41	0,07	0,07	0	12	327	6	4	1	0	15	83	15	25	15	25	49	150	183
	Peñón de Lira San Antonio	4		0,22	2,04	36,46	19,9	0,13	0,07	0,11	0	8	336	5	3	1	0	15	75	14	25	15	25	49	150	155
Mármol Los Colorados	Cueva Alfredo Jahn	48	20	1,26	0,08	49,49	7,3	0,18	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-	15	115	18	25	15	28	59	152	203

Componentes mayoritarios en %, elementos trazas en ppm.

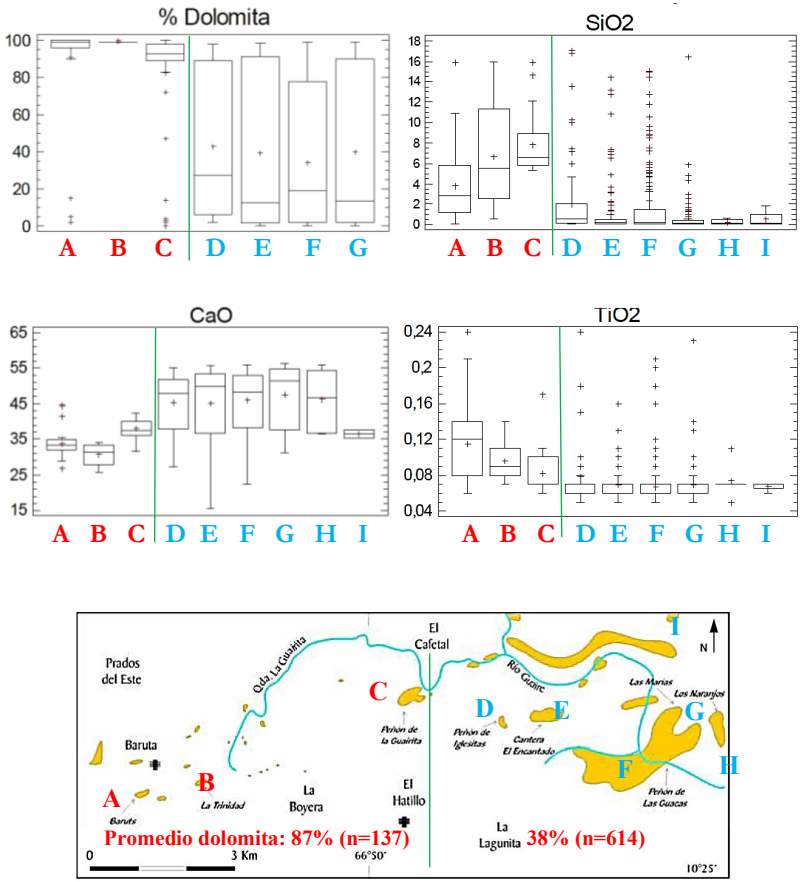


Figura 19B. *Diagramas de caja comparando variables químicas y mineralógicas entre nueve localidades del Mármol Zenda al sureste de Caracas (CARABALLO 2005).* **A**: Cantera Piedra Azul, Baruta, **B**: Cantera La Trinidad, **C**: Peñón de La Guairita, **D**: Peñón de Iglesitas, **E**: Cantera del Este, El Encantado, **F**: Peñón de Las Guacas, **G**: Cantera Los Naranjos, Peñón de Lira. **H**: Peñón de Guanasna. **I**: Peñón de San Antonio.

3. MONTAÑAS OCCIDENTALES (BOBARE, AROA, YUMARE, EL GUAYABO) (Fig. 2, N° 2 y Fig. 3, Tablas 24,25)

Terrenos Tacagua (Aroa) y Nirgua

Las principales características de estos terrenos ya han sido mencionadas en la sección de la "Serranía del Litoral". Las características de campo y petrográficas de estos terrenos para el estado Yaracuy, pueden consultarse en los trabajos de JAIMES (2012), HERNÁNDEZ (2013) y MONTOYA (2015).

El *Esquisto* ***Aroa*** aflora en la Serranía de Aroa, estado Yaracuy, al Oeste de la falla de Boconó. Al igual que el Esquisto Tacagua *sensu stricto* (*s.s.*) en el Litoral Central, está unidad está constituida mayormente de esquisto/filita grafitosa de color **gris oscuro** (Fig. 20A,B) con muy raras intercalaciones de niveles volcánico de color **verde pálido** por los minerales actinolita, epidoto y clorita. A diferencia del Esquisto Tacagua *s.s.*, hay gruesos niveles ricos en carbonatos, llegando hasta cuerpos de mármol masivo (Fig. 20D).

Las rocas verdes son muy raras, a excepción de la zona de las viejas minas de Aroa y Titiara, donde ocurren los depósitos de pirita-calcopirita que fueron explotados entre los siglos XVII y XX (LÓPEZ *et al.* 1944). Este depósito mineral es del tipo "stratabound" probablemente exhalativo-sedimentario (Sedex) del tipo "Besshi" (Prof. S. Grande, 2014, com. pers.).

Una muestra de esquisto cuarzo-muscovítico-calcítico-grafitoso (meta-arenisca) del Esquisto Aroa, fue analizado por el Dr. Diego Villagómez[56] por geocronología U-Pb en cristales detríticos de zircón (DZ) (Fig. 20E). Los 93 análisis concordantes obtenidos muestran

[56] Análisis financiado por la empresa Tectonic Analysis Ltd. dirigida por el Dr. James E. Pindell.

edades que varían entre 630 Ma (Neoproterozoico tardío, Edacariano) y 81 Ma (Cretácico, Campaniense), exhibiendo picos en c. 520 Ma (Cámbrico), 410 Ma (Devónico, pico más prominente), 320 Ma (Carbonífero), 220 Ma (Triásico).

La mayoría de las edades están en el intervalo de 540 a 130 Ma y resalta la ausencia de edades greenvillianas. La presencia de poblaciones "Pan-Africana" y Triásico pueden sugerir que las areniscas de Aroa fueron derivadas parcialmente de la región Proto-Andes, a través de rifts que drenaban terrenos de las actuales las cordilleras Central y Oriental de Colombia. Los zircones del Cretácico pueden sugerir que tuvo aportes del arco andino Cretácico (e.g.: Antioquia y rocas magmáticas más jóvenes de Colombia) y en cercanía del Gran Arco Caribe al entrar hacia la separación Proto-Caribe entre las américas. Esta unidad no muestra contribuciones del Escudo de Guayana.

Basado en la proximidad del Gran Arco Caribe durante la sedimentación, es probable que el Esquisto Aroa sea altamente alóctono relativo al norte de Venezuela (URBANI *et al.* 2023).

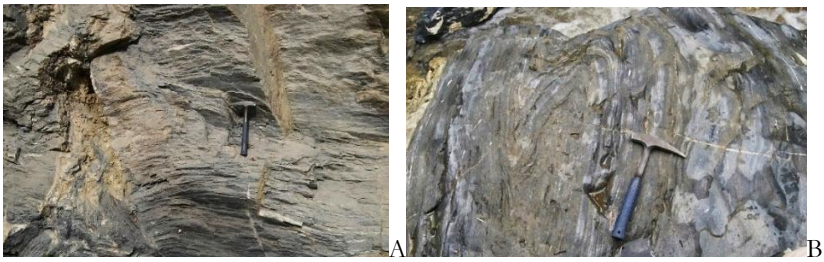
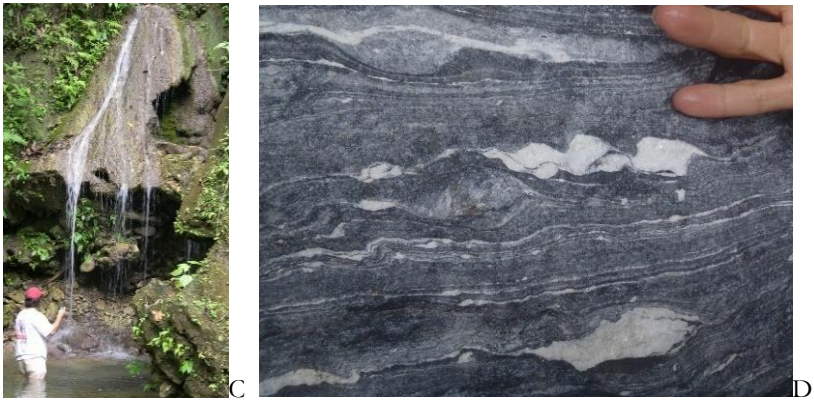


Figura 20. *Esquisto Aroa, Yaracuy.*
Esquisto grafitoso muy plegado, carretera a las Minas de Aroa.



C D

Figura 20. *Esquisto Aroa, Yaracuy.* ***C****: Depósito de tufa (calcita), Quebrada Las Minas.* ***D****: Afloramiento de mármol en la Mina San Antonio.*

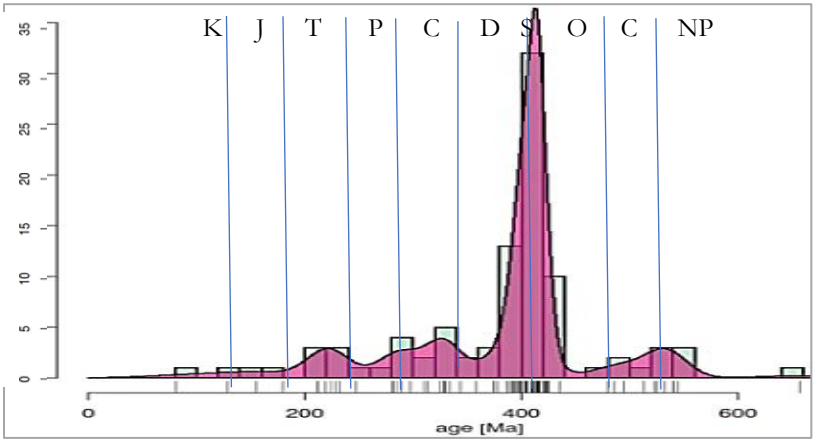


Figura 20E. *Distribución de edades de cristales detríticos de zircón en una muestra del Esquisto Aroa, 630 - 81 Ma, n=94 (*URBANI et al. *2023).*

Terrenos Ávila

De este terreno, en el estado Yaracuy se dispone las dataciones realizadas por los drs. James E. Wright, Marvin Baquero y Uwe Martens, que develan la complejidad del **Complejo San Julián** (URBANI *et al.* 2021):

1) En el cerro **Salsipuedes** del norte de Yumare (Fig. 26B, ver "*" Ya.15), aflora un cuerpo de gneis cuarzo plagioclásico biotítico (tonalítico). Fue analizado por el Dr. J. E. Wright por microsonda SHRIMP-RG. Tanto los núcleos como los sobrecrecimientos de los cristales de zircón con forma redondeada tipo "soccer ball", aportan edades entre **1.060** y **855 Ma** (n = 11) que corresponden al intervalo del orógeno Grenvilliano-Putumayo.

Utilizando el algoritmo "TuffZirc" (cortesía del Dr. Marvin Baquero) se obtiene una edad de **945,4 (+19,9; -19,5) Ma**, pero probablemente no muy significativa por haberse calculado por un grupo coherente de tan solo 5 granos del total de 12 (Fig. 21A-B).

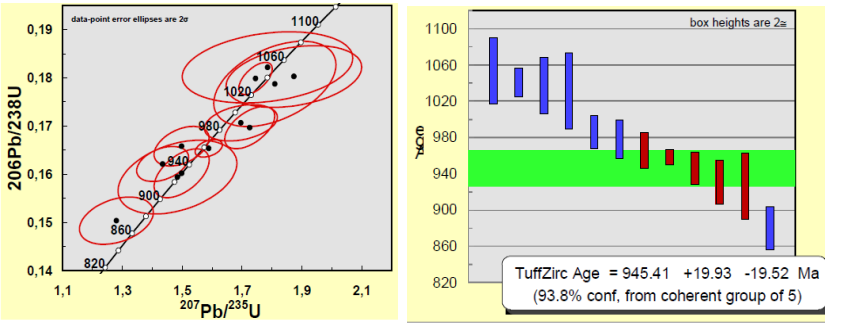


***Figura 21A**. Diagramas de dataciones de la muestra Ya.15 del Complejo San Julián. Cerro Salsipuedes, Yumare.*

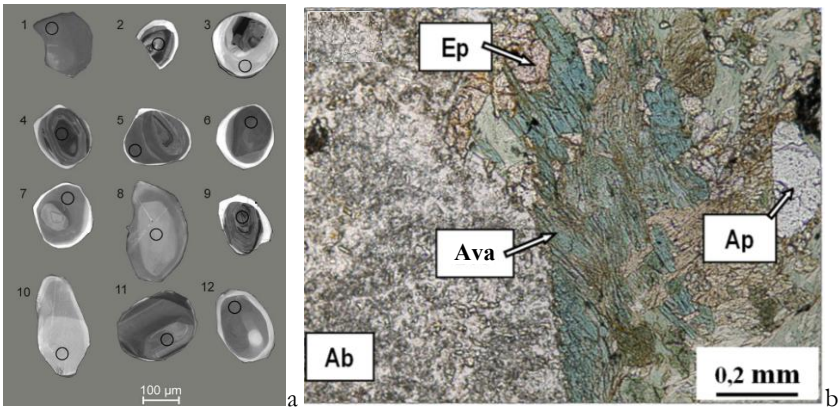


***Figura 21B**. Complejo San Julián, **a**: Imágenes de cátodo-luminiscencia de los cristales de zircón datados por U-Pb. Los círculos negros indican los sitios datados por el equipo SHRIMP-RG. Muestra Ya-15, Cerro Salsipuedes. **b**: Anfibolita mostrando albita (Ab), apatito (Ap), epidoto (Ep) y anfíbol verde-azul (Ava).*

2) Entre **Albarico** y **Crucito**, al sur de Yumare (Fig. 21D), Yaracuy, se colectó una muestra de gneis sienogranítico porfidoclástico que al ser datado[51] presenta una compleja distribución de edades. Con agrupaciones en **c. 388 Ma** (Devónico Medio), **c. 355 Ma** (Carbonífero inferior), **c. 321 Ma** (Carbonífero superior) y **c. 293 Ma** (Pérmico Temprano) (Fig. 21C). La interpretación más factible con el grado de conocimiento actual, es que las poblaciones de c.388 y c.355 Ma (Devónico-Mississipiano) representen la edad del inicio de la cristalización del plutón y subsiguiente fusión parcial. Mientras que los grupos concordantes más jóvenes de c. 320 y ca. 290 Ma (Pennsilvaniano-Pérmico temprano) pueden representar eventos metamórficos que parcialmente recristalizaron a los zircones. También presenta dos cristales con edades Silúrico medio (c.429 Ma) y Devónico Temprano (c.406 Ma). Ninguna de estas edades habían sido previamente registradas entre las pocas edades previas U-Pb para el Terreno Ávila.

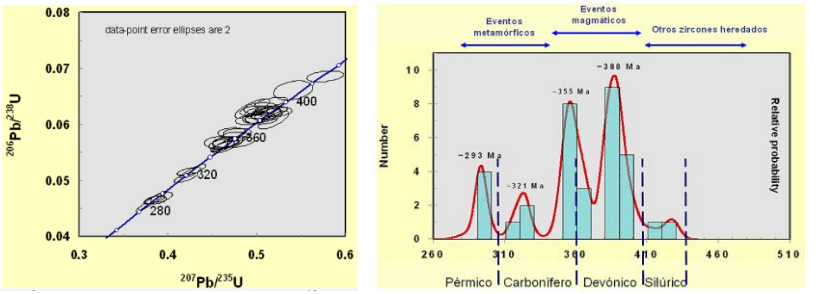
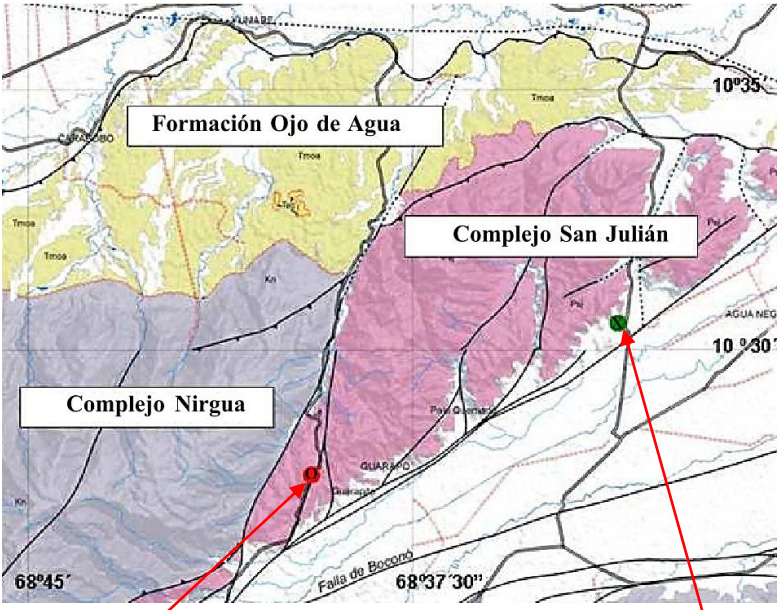


***Figura 21C**. Diagramas de dataciones U-Pb de la muestra Ya-2013-01.*

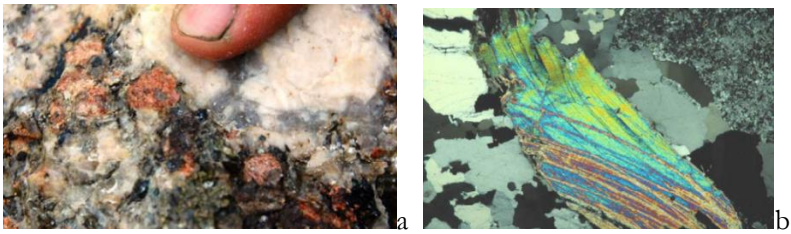


Albarico-Crucito *Cantera Farriar*

***Figura 21D**. Ubicación de rocas datadas del Complejo San Julián,*

3) Cerca del poblado de **Farriar** hay una cantera de esquisto biotítico del Complejo San Julián (Fig. 21D), cortado por gruesos diques y apófisis de pegmatita y granitoides (MENDI *et al.* 2011). Los cristales centimétricos de muscovita de la pegmatita aportan una edad

meseta ^{39}Ar-^{40}Ar de **27-25 Ma** (Oligoceno tardío))Fig. 21F), probablemente la edad de la deformación y metamorfismo producido durante el evento de apilación de napas (BAQUERO *et al. 2*011).



a b

Fig. 21E *Pegmatita de Farriar.* ***a****: Pegmatita cuarzo muscovítica con cristales de granate*[57]. ***b****: Muscovita con maclas polisintéticas generadas por la fuerte deformación de la roca y que cruzan el clivaje del mineral. Arriba a la derecha se observa feldespato–K intensamente granulado, con dominios del orden de centésimas de milímetro. Ancho de la imagen: 1 mm.*

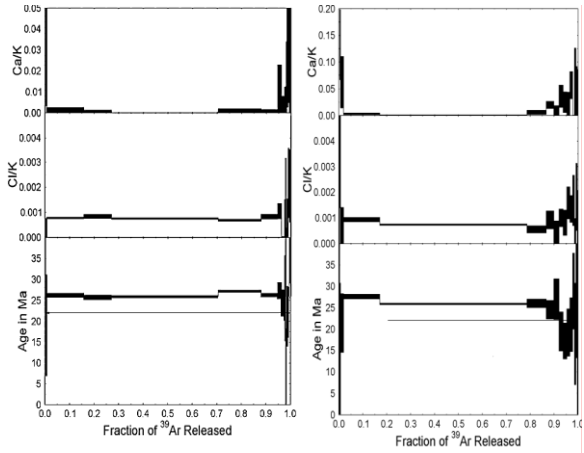


Figura 21F*. Gráficos ^{40}Ar-^{39}Ar en muscovita de la pegmatita de Farriar. Fracción 1 (izquierda): Edad gas total: 26,32 ± 0,23 Ma. Edad de meseta: 26,44 ± 0,20 Ma. Fracción 2 (derecha): Edad gas total: 25,52±0,33 Ma. Edad de meseta: 25,82±0,18 Ma. (BAQUERO* et al. *2011).*

[57] Los cristales de granate, euhedrales, aislados, sin trenes de inclusiones, ni bordes de reacción sugieren un origen ígneo.

En contraste, un dique de sienogranito de espesor decimétrico (Fig. 21F) aporta una edad de cristalización de **429,4 (+8,0; -9,9) Ma** (Fig. 21G), con una población de cristales heredados que llegan hasta 2.150 Ma, (U-Pb, LA-ICP-MS, zircón, Dr. Marvin Baquero, *en* URBANI *et al.* 2021), es decir que corresponde a una intrusión del Silúrico medio lo cual es concordante con otras edades U-Pb de granitoides del Terreno Ávila en la Cordillera de la Costa.



Figura 21F*. Diques de sienograniro intrusivos en esquisto cuarzo biotítico del Complejo San Julián, Cantera Farriar. Nótese una capa negra o "black wall" de biotita en los contactos. La flecha roja ubica el lugar de la muestra darada.*

Esta datación reviste especial importancia, ya que es la única de todo el Terreno Ávila donde se muestran edades claramente heredadas, en este caso por asimilación de la roca caja (esquisto cuarzo biotítico del Complejo San Julián), que llegan a 2.150 Ma.

En Venezuela varias unidades presentan ZD con edades con este intervalo, donde además de aquellas del orógeno Grenvilliano-Putumayo que provienen de terrenos de la actual Colombia, también incluyen cristales de zircón de proveniencia primaria del Escudo de Guayana. Esta distribución hasta el Paleoproterozoico, aparece tanto en unidades cretácicas del márgen pasivo (formaciones Aguardiente y Barranquín), como en unidades neoproterozoicas-paleozoicas de los Andes de Mérida, tales como Mucuchachí, Bella Vista Caparo y El Horno y Supraterreno (Fig. 21H).

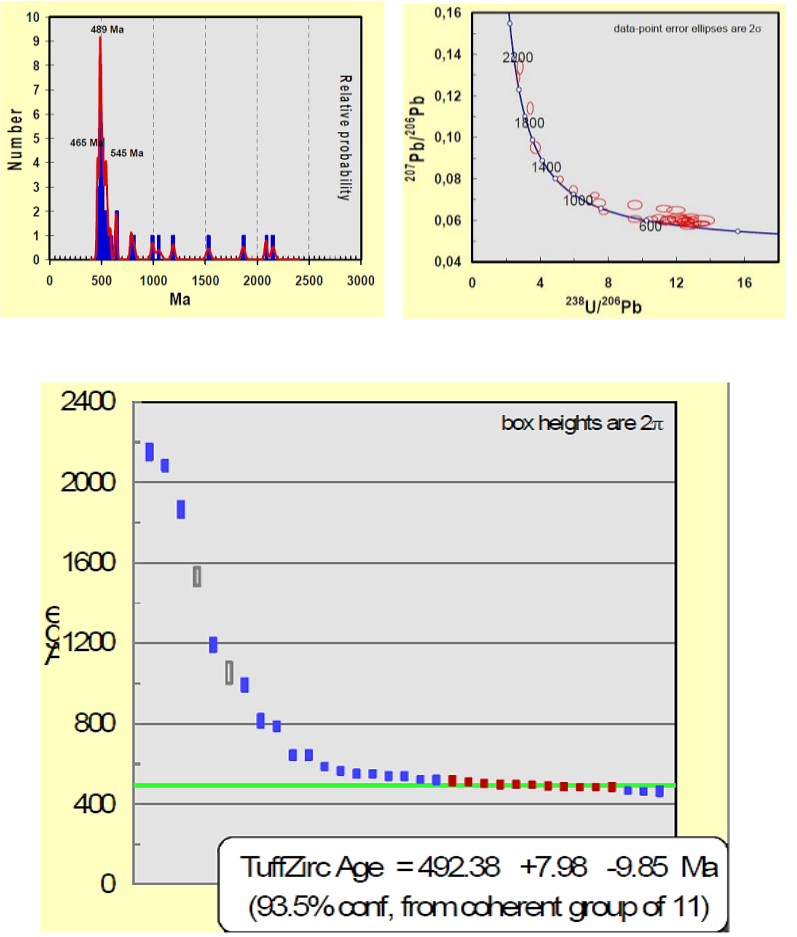


Figura 21G. *Graficos de las dataciones del dique de sienogranito de Farriar, estado Yaracuy.*

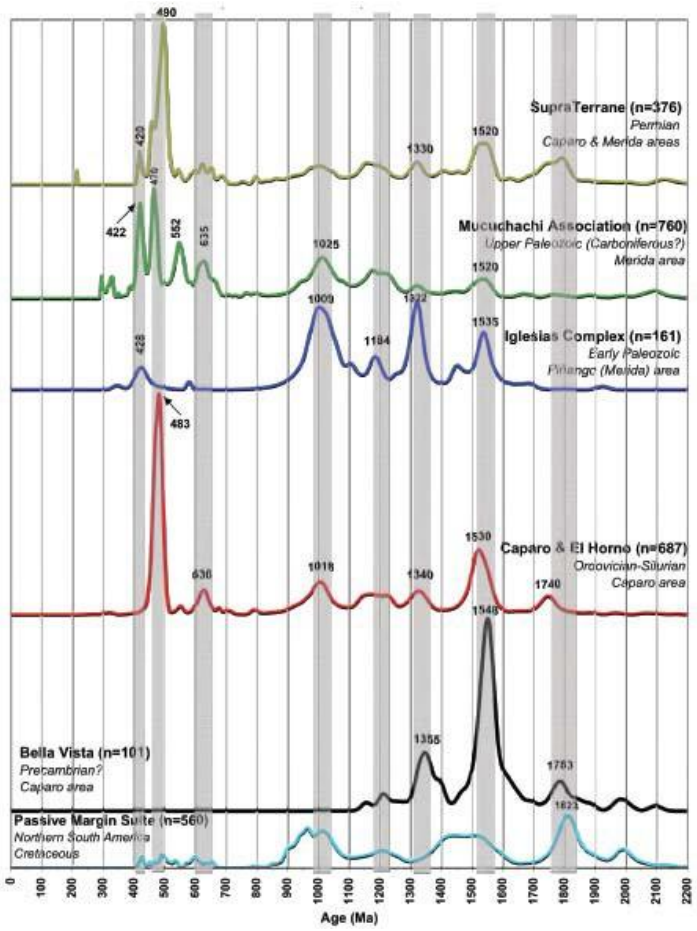


Figura 21H. *Gráficos de densidad de probabilidad relativa de las edades de ZD. De abajo hacia arriba las unidades del Cretácico Temprano de margen pasivo del norte de Suramérica (datos de NOGUERA 2008 y NOGUERA* et al. *2011, formaciones Aguardiente y Barranquín), Asociación Bella Vista (Proterozoico), formaciones Caparo y El Horno (Ordovísico-Silúrico), Complejo Iglesias (Paleozoico inferior), Ensamble Mucuchachí (Tostos, Mucuchachí y Río Momboy) (Paleozoico superior) y las formaciones Sabaneta y Palmarito (Pérmico). Los rectángulos gríses representan poblaciones de edades que son comunes para todas las unidades representadas (DUGARTE 2012).*

Terreno Los Cristales

La unidad mayoritaria de este terreno es el *Esquisto* ***Mamey*** constituida por metasedimentos en facies de esquisto verde (clorita) con protolito de lutita, limolita, arenisca, conglomerado y caliza (BELLIZZIA *et al.* 1976). De confirmarse la presencia de amonites desenrollados en esta unidad, como lo señala MACSOTAY (2013) sin señalar localidad, su edad sería Jurásico Tardío – Cretácico Temprano (ver comentarios en el Terreno Agua Blanca).

De una muestra colectada al norte de la Serranía de Aroa, VILLAGÓMEZ *et al.* (2015)[51] separa cristales de mica blanca en dos fracciones de tamaño, que al ser analizados por el método de ^{40}Ar-^{39}Ar aportan edades integradas de **c. 389 Ma** (Devónico Medio) y **c. 285 Ma** (Pérmico temprano) (Fig. 22A), que interpretan como la edad de las micas de la fuente sedimentaria, sometidas luego a un evento metamórfico de muy corta duración, insuficiente para reequilibrar el sistema isotópico.

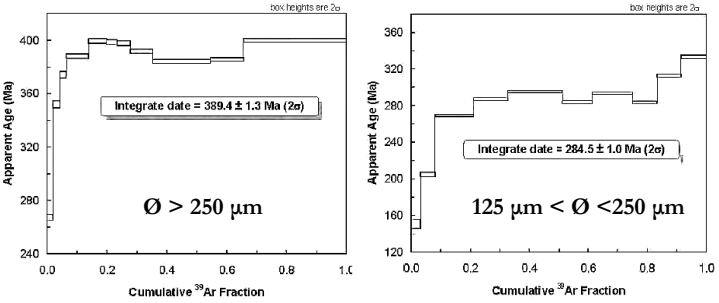


Figura 22A*. Esquisto Mamey. Graficos de datación ^{40}Ar-^{39}Ar (VILLAGÓMEZ* et al. *2015).*

Edades de zircones detríticos (ZD) del Esquisto Mamey (n=303) (Fig. 22B) muestran la presencia de una población de zircón "panafricanos" y del Triásico Temprano, que sugiere que la fuente de los sedimentos provino de la región protoandina, posiblemente a través de valles rift que drenaron la Cordillera Oriental de Colombia.

Alternativamente, los zircones del Triásico podrían ser material de segundo ciclo de unidades más antiguas derivadas originalmente del Macizo de Chiapas (la única región conocida con edades magmáticas del Triásico) antes de la separación de Yucatán de Venezuela. El Esquisto Mamey presenta un patrón de edades de ZD similares a los esquistos de Las Brisas (Jurásico Tardío - Cretácico Temprano) y Las Mercedes (Cretácico Tardío) y, probablemente representa lonjas apiladas para-autóctonas o relativamente autóctonas (Dr. Diego Villagómez, en URBANI *et al.* 2024).

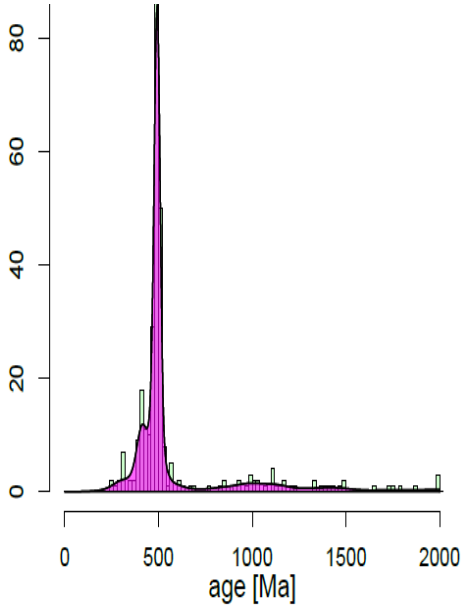


Figura 22B. *Esquisto Mamey. Distribución de edades de zircones detríticos (n=303, intervalo 1.995 – 246 Ma) (URBANI et al. 2024)*

El Esquisto Mamey es la unidad más occidental de la Provincia de la Cordillera de la Costa y, se encuentra en contacto de falla con la Provincia de las Napas de Lara, donde aparecen imbricadas las formaciones Carorita, Bobare, Barquisimeto y Matatere.

SKERLEC (1979) incluye en su Grupo Los Cristales a su Formación Buena Vista, hoy denominada *Esquisto* ***Buena Vista***, reestudiada por HERNÁNDEZ (2014).

En referencia al emplazamiento de los distintos terrenos - napas en la región Yaracuy-Lara, la Fig. 22C muestra un modelo de emplazamiento sucesivo de napas en forma escalonada a medida que la placa Caribe se dezplaza relativamente hacia el este; especificamente para la región de contacto entre las provincias Napas de Lara y Cordillera de la Costa..

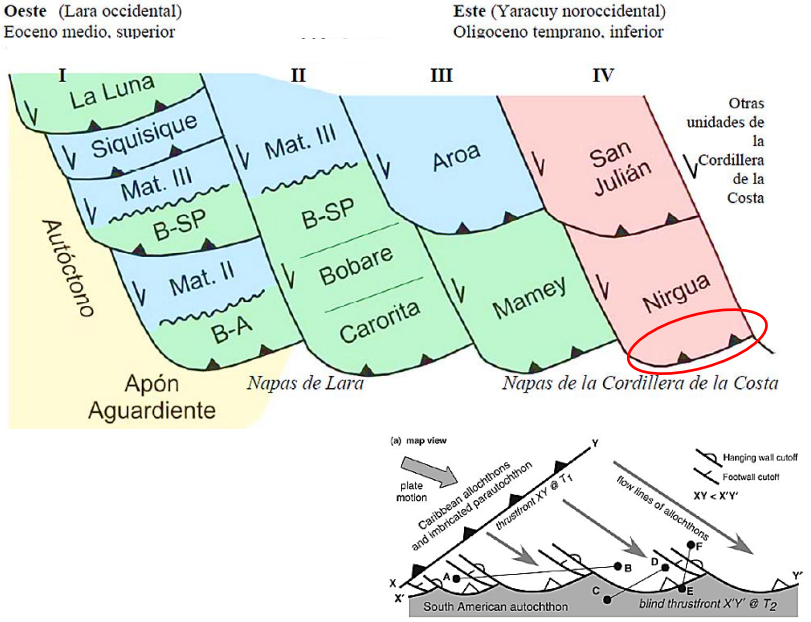


Figura 22C*. Esquema del emplazamiento de napas (URBANI et al. 2021: 563). Abreviaturas: Mat.: Matatere. B-SP: Bobare-San Pablo. B-A: Bobare-Atarigua. Modelo inspirado en PINDELL y KENNAN (2009, fig. 23, ver inserto). El óvalo rojo muestra donde se podría añadir al Terreno Agua Blanca.*

Región de Yumare

Esta región se ubica al norte de las ciudades de Aroa y San Felipe y presenta cuatro cerros con litologías muy diversas, de oeste a este, Tarana, San Quintín, La Zurda y Salsipuedes (Fig. 23A). Son cerros exhumados por influencia de fallas del sistema Oca-Ancón, en su extremo oriental, para luego converger con las fallas de Boconó, San Sebastián y Morón.

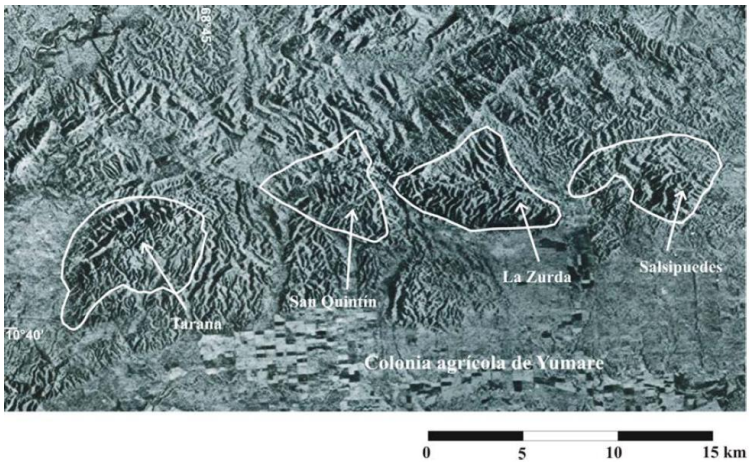


Figura 23A. *Cuatro macizos con rocas pre-cenozoicas al norte de Yumare. Imagen de radar de visión lateral. MARAVEN, 1976.*

Terreno Yumare

El *Complejo* ***Yumare*** es la única unidad del Terreno y aflora en los cerros San Quintín y La Zurda, al norte de Yumare (Figs. 26A,B) (Tabla 20) y está compuesto predominantemente de gneises anortosíticos en el cerro San Quintin y, rocas charnockiticas y granofiro en el cerro La Zurda. Las charnockitas máficas (enderbita), intermedias (mangerita) y félsicas (charnockita), junto con la anortosita y el granofiro (Figs. 24B-E), integran la asociación anortosita – mangerita – charnockita - granito (AMCG). Debido a la presencia de anortosita ilmenítica semejante a la aflorante en algunas

localidades colombianas, BELLIZZIA *et al.* (1976) asumió acertadamente una edad precámbrica.

Una descripción actualizada de la geología de esta región puede consultarse en URBANI *et al.* (2015d). En la Tabla 20 se muestra la mineralogía y principales tipos litológicos.

Tabla 20. Mineralogía y clasificación petrográfica del Complejo Yumare (URBANI *et al.* 2015).

MC	Mtra #	Qtz	Afs	Pl[s]	Bt	Ms	Chl	Ep[+]	Amp[*]	Cpx	Opx	Cal	Tln	Zr	Op	Litología
SQ	Ya-43B	1		96								1			2	Anortosita
LZ	Ya-49R	2		94				4							Tz	
SQ	Ya-132	Tz		97				2		Tz			Tz		1	
SQ	Ya-144A			99				1		Tz					Tz	
LZ	Ya-89	7	32	10			25	21	1		3[h]			Tz	1	Cuarzo-sienita charnockítica
LZ	Ya-139[mc]	2	34	12			1	16	19	8	3		3	Tz	2	
LZ	Ya-44R	7	20	50				7	1	13	1[h]		1		1	Monzonita y czo-monzonita charnockíticas
LZ	Ya-70	15	19	43			8		8	2	2[h]		1	1	1	
LZ	Ya-86B	10	14	40			7	15	10	Tz	3[h]				1	
LZ	Ya-136R	Tz	30	50			3	Tz	Tz	12	4[h]				1	
LZ	Ya-55	12	3	46			12	9	9	4	2[h]				3	Gabro y czo-gabro charnockíticos
LZ	Ya-71C-R	7	5	37				10	33	5	1[h]		2		Tz	
LZ	Ya-88	8		42			15	25	5	Tz	4[h]			Tz	1	
SQ	Ya-71A-R								2		97				1	Ortopiroxenita[c]
LZ	Ya-77D-R	36	35	17	8	2	2						Tz	Tz	Tz	Granofiro
LZ	Ya-152	63	30	5			1								1	

[s]: incluye alteración a sericita; [*]: clinopiroxeno alterado a actinolita;
[mc]: milonitizada y carbonatizada; [+]: epidoto producto de alteración de clinopiroxeno y plagioclasa; [c]: adcumulado ultramáfico;
h: hipersteno oxidado a hematita con clorita rellenando planos de clivaje. MC: Macizos; SQ: San Quintín; LZ: La Zurda. Modificado de Lozano & Mussari (2008) en Grande (2013a). Los mapas a escala 1:25.000 donde se ubican las muestras citadas en todas las tablas y el texto, pueden consultarse en Urbani & Gómez (2014, este libro).

El análisis geocronológico de una muestra de cuarzo-monzonita charnoquítica (granulita félsica) del cerro la Zurda (Fig. 28C, muestra Ya-70b), aporta un intervalo de edades entre 1150 - 873 Ma. Con el uso del algoritmo "Zircontuff" se obtiene una edad de **919 +5/-8 Ma** (Neoproterozoico) (Fig. 24F) (U-Pb, zircón, n= 40, análisis por el Dr. Uwe Martens[51] (*en* URBANI *et al. 2*013), qui interpretan como la mejor aproximación de su edad de cristalización). Los valores de c. 1.050 Ma, probablemente representa el cierre de una cuenca de retroarco formada en el NO del cratón Amazónico, mientras que las edades más jóvenes de c. 870 Ma, pueden representar la ruptura de Rodinia, tal y como ha sido reportado por BAQUERO (2015) en otras localidades del NO de Venezuela. Los complejos Yumare y El

Guayabo fueron los primeros de afinidad grenvilliana identificados por geocronología de U-Pb en la CdlC.



***Figura 24B**: Gneis del Complejo de Yumare, Subunidad de anortosita.*

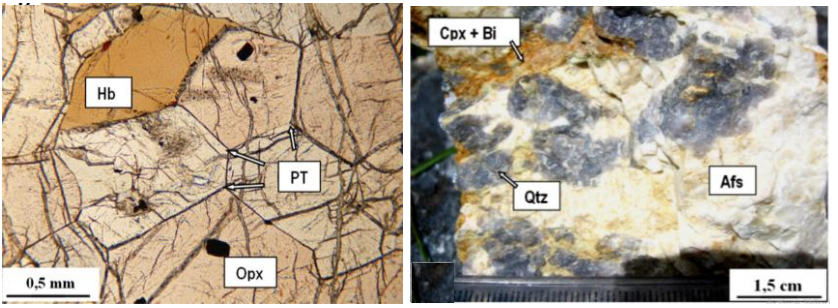


***Figura 24D**: Ortopiroxenita, cerro La Zurda, donde se observa una marcada poligonalización de los cristales de hipersteno (Opx) y hornblenda (Hb), con numerosos puntos triples (PT). **E**: Granofiro del Complejo Yumare. Se aprecia el cuarzo (Qtz) azulado en intercrecimientos gráficos con feldespato-K (Afs). Las bandas rojizas corresponden a clinopiroxeno (Cpx), biotita (Bi) y otros minerales máficos oxidados.*

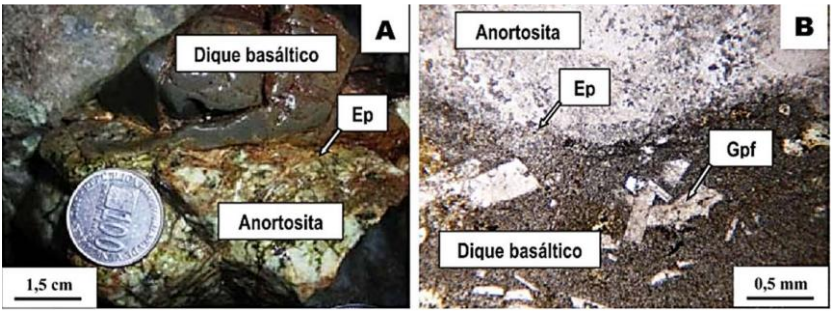


Figura 24E. *Cerro San Quintín, Yaracuy. Contacto entre un dique basáltico y anortosita. Se observala textura afanítica y color oscuro del primero y la granulometría gruesa y color claro del segundo. A la derecha, el contacto visto en sección fina.*

Las similitudes en edad y litología entre los complejos anortosíticos de Yumare y Rogaland (sur de Noruega) son consistentes con la reconstrucción de placas durante el Neoproterozoico, donde una delaminación contemporánea del manto litosférico a lo largo de los subcontinentes Amazonas y Báltica, puede haber dado lugar a regímenes tectónicos que pueden correlacionarse en ambos terrenos (FOURNIER *et al.* 2017).

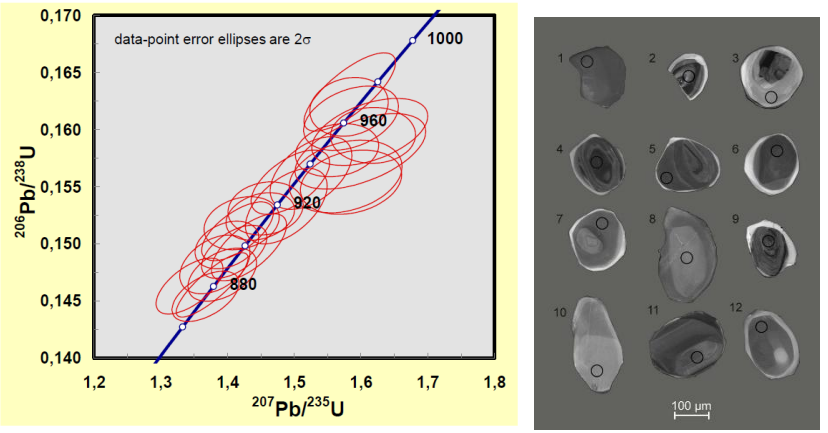


Figura 24F. *Complejo de Yumare. Diagrama U-Pb de una muestra de cuarzo-monzonita charnockítica (Ya-70b).*

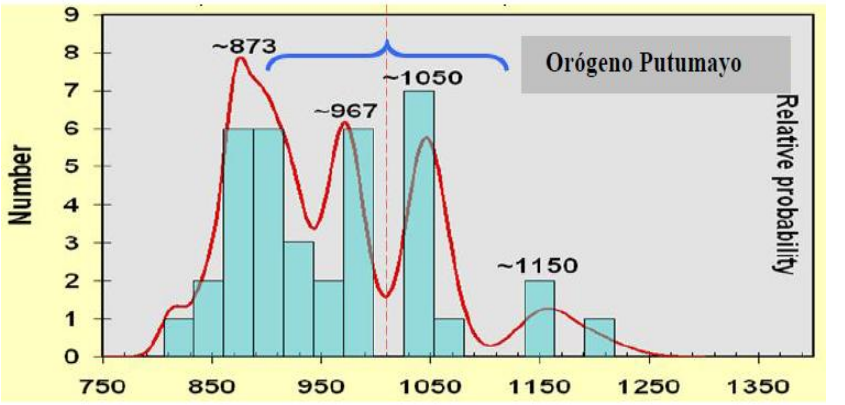


Figura 24G. *Complejo de Yumare. Diagrama U-Pb de una muestra de cuarzo-monzonita charnockítica (Ya-70b).*

Terreno San Quintín

Está constituido, tanto por el *Complejo San* ***Quintín*** (rocas volcánicas -Fig. 25C- y sedimentarias) (Tabla 21A) que afloran en el cerro del mismo nombre, como por el *Metagabro de* ***La Zurda*** (Fig. 25D) (Tabla 21B) que aflora en la parte central de los cerros San Quintín y La Zurda, todos al norte de Yumare. La edad se desconoce pero tentativamente se asigna al Cretácico. Las rocas fueron afectadas por un metamorfismo de la facies de esquisto verde (clorita) (GRANDE 2013, URBANI *et al. 2*015d).

En URBANI *et al.* (2015: 242) se presenta el análisis de un mapa aeromagnético de contornos de la segunda derivada vertical del campo magnético total, observándose que en los cerros donde aflora el Complejo Yumare se presentan pronunciados altos y bajos magnéticos. El mayor pico positivo ubicado junto a su par negativo, alcanza una amplitud de 100 gammas y ocurre justamente sobre el cuerpo de anortosita ilmenítica de la mitad septentrional del cerro de San Quintín (Fig. 25A-B). Esta respuesta corresponde al alto contenido de magnetita.

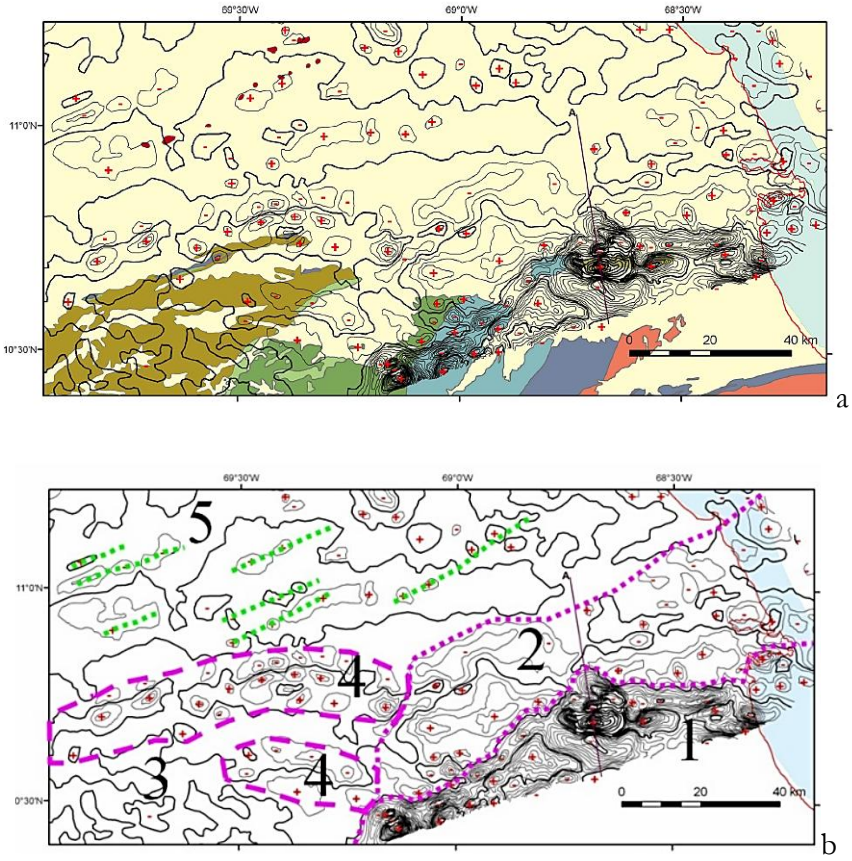
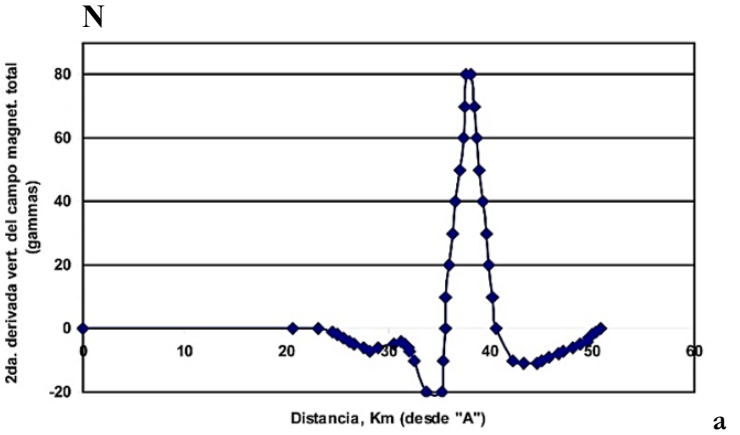


***Figura 25A**. Mapa de contornos de la segunda derivada vertical del campo magnético total. (Mapa aeromagnético de GRDC 1959). **a**: Sobre el mapa geológico de HACKLEY* et al. *(2005). **b**: Interpretación de cinco zonas con respuestas diferentes; el polígono (4) parece corresponder a la continuación en subsuelo de la napa de la Ofiolita Siquisique.*



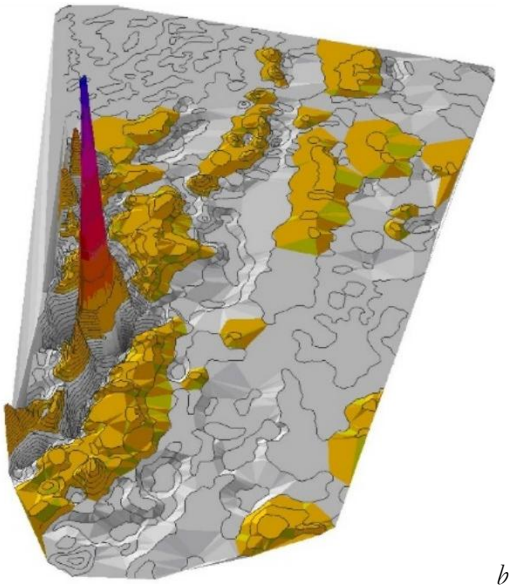


***Figura 25B**. Mapa de contornos de la segunda derivada vertical del campo magnético total. (Mapa aeromagnético de GRDC 1959). **a**: Perfil magnético de la línea ubicada en la Fig. 25Aa. **b**: Repreesentación tridimencional.*
El pico se ubica sobre el Cerro San Quintín donde aflora la anortosita ilménítica con alto contenido de magnetita.

Tabla 21A. Mineralogía y clasificación petrográfica del Complejo San Quintín (URBANI *et al.* 2015).

ID	Qtz	Pl[c]	Mus	Ser	Cpx	Chl	Ep[+]	Cal	Tur	Zr	Ttn	Op	Mtz	Litología
Ya-42	45	25	2	2		5						4	17[a]	Grauvaca feld.
Ya-124A	35	10		10				5		Tz		15	25[a]	
Ya-131	27	20		10						1		7	35[a]	
Ya-126	35	6		10		3	Tz	6	Tz	Tz		10	30	Limolita carb.
Ya-40	5	10				5						5	85[v]	Toba máfica vítrea-cristalina
Ya-43A		1		29		5						5	60 [v]	
Ya-111[m]	10	52				13	Tz				Tz	5	20	
Ya-113	8	15		1		2						Tz	74 [v]	
YA-127	15	5		55				5					20	Toba sericitizada
Ya-41	3	50			3	7						20	17[v]	Toba lítica máfica
Ya-128	5	55				Tz		3				37		Basalto afírico

[+]: epidoto producto de alteración de clinopiroxeno y plagioclasa; [m]: roca milonítica;
[v]: matriz vítrea desvitrificada; [a]: matriz arcillosa fina; [c]: incluye alteración a sericita.
Modificado de Lozano & Mussari (2008) en Grande (2013a).

Tabla 21B. Mineralogía y clasificación del Metagabro de La Zurda (URBANI *et al.* 2015).

MC	ID	Qtz	Pl[c]	Cpx	Hb	Amp	Chl	Ep[+]	Cal	Zr	Ap	Ttn	Op	Litología
SQ	Ya-35[m]	3	62			15	10	7		Tz		1	2	Metagabro clorítico-epid-actinolítico ±milonitizado
LZ	Ya-92		49	Tz		30		20					1	
LZ	Ya-95B	1	63	15		9		10			3		1	
SQ	Ya-112	6	69	Tz		6	2	14					3	
SQ	Ya-116[m]	3	65				20	10				Tz	1	
SQ	Ya-147[m]	2	46		3	22	5	20	1				1	
LZ	Ya-61		1		7	90		1				1		Anfibolititac

[m]: rocas miloníticas con bandas ultramiloníticas; [+]: epidoto producto de alteración de clinopiroxeno, hornblenda y plagioclasa;
[c]: cumulado hornblendítico alterado; [s]: incluye alteración a sericita.
MC: Macizos; SQ: San Quintín; LZ: La Zurda.
Tomado de Grande (2013a).



***Figura 25C**: Brecha volcánica del Complejo San Quintín. Qda. San Quintín.*



***Figura 25D**: Metagabro de La Zurda. Qda. San Quintín.*

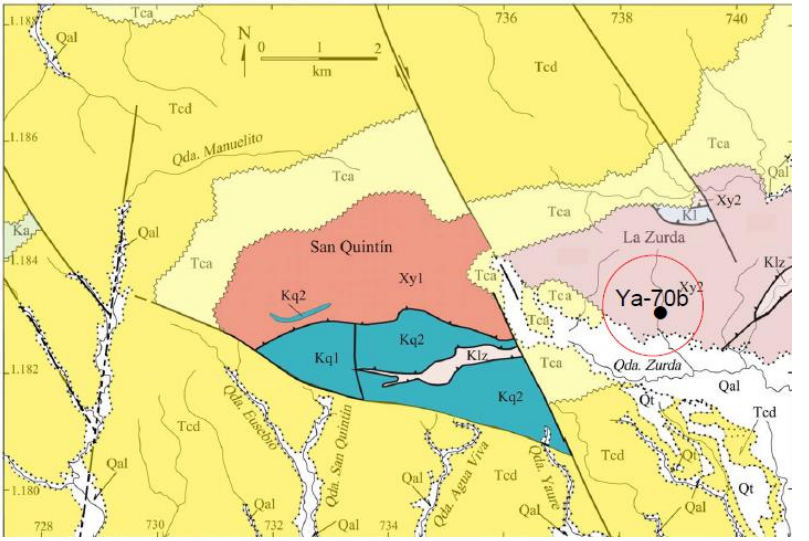


***Figura 26A**. Mapa geológico de los cerros San Quintín y parte del cerro La Zurda (hoja 6448-II-SO). La muestra Ya-70b fue datada por el método U-Pb. Leyenda al pie de la figura 26B.*

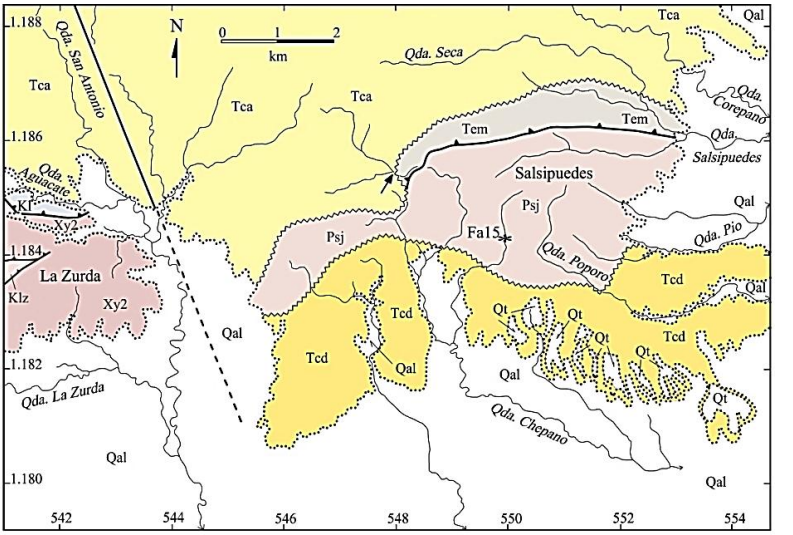


***Figura 26B.** Mapa geológico de los cerros La Zurda y Salsipuedes (hoja 6448-II-SE). La muestra Fa15* del Complejo San Julián datada por U-Pb.*

***Leyenda**. Qal: Aluvión, Cuaternario; Qt: Terrazas, Cuaternario; Tca: Formación Casupal, Mioceno; Tcd: Formación Capadare, Mioceno; To: Formación Ojo de Agua, Mioceno; Tem: Formación Matatere II, Eoceno medio; Ka: Esquisto Aroa (Kaf: filita y esquisto, Kam: esquisto y mármol), Cretácico Tardío; Kl: Formación "La Luna", Cretácico Tardío; Kq: Complejo San Quintín (Kq1: mayormente sedimentarias, Kq2: mayormente volcánicas), Cretácico?; Klz: Metagabro de La Zurda, Cretácico?; Ksp: Serpentinita, Jurásico-Cretácico?; Psj: Complejo San Julián, Neoproterozoico-Paleozoico; Xy: Complejo Yumare (Xy1: anortosita y Xy2: charnoquita), Neoproterozoico. Tomado de URBANI (2015c).*

Terreno El Guayabo

El *Complejo* ***El Guayabo*** aflora en un pequeño cerro elongado delimitado por fallas (Fig. 27A). Contiene rocas metamórficas de alto grado únicas para el norte de Venezuela. Fue reportado por primera vez por GRANDE y URBANI (2009) y luego descrito en detalle por GRANDE (2013). Los tipos de rocas constituyentes pueden dividirse en dos grandes grupos (Tabla 22):

a) Metasedimentos: Mármol con diopsido-feldespato-flogopita, roca calco-silicatada, metaevaporita, granofel feldespato-cuarzo-piroxeno, paragranulita ultramáfica clinopiroxeno-hornblenda-biotita. **b**) Metaígneas: granofel feldespato – cuarzo - clinopiroxeno (meta-cuarzo-sienita), granofiro, gneis granulítico clinopiroxeno-plagioclasa-hornblenda, gneis anfibólico.

Muchas de las litologías y minerales presentes en el Complejo El Guayabo son únicos en Venezuela. La milonitización es muy intensa, que pueden llegar a ser ultramilonitas con porfidioclastos centimétricos fracturados de diópsido y flogopita muy cloritizada y, demás minerales triturados. El cuerpo de El Guayabo con su forma elongada correspende a una zona de relevo transpresívo en el sistema de fallas de Morón (y El Guayabo), cerca de la intersección de los tres grandes sistemas de fallas de Venezuela: Oca-Ancón, San Sebastián y Boconó. En la Fig. 8Y se muestra un modelo de "extrusión" del Terreno Cayaraca (PINDELL *et al.* 2025), que es extrapolable para el cuerpo de El Guayabo.

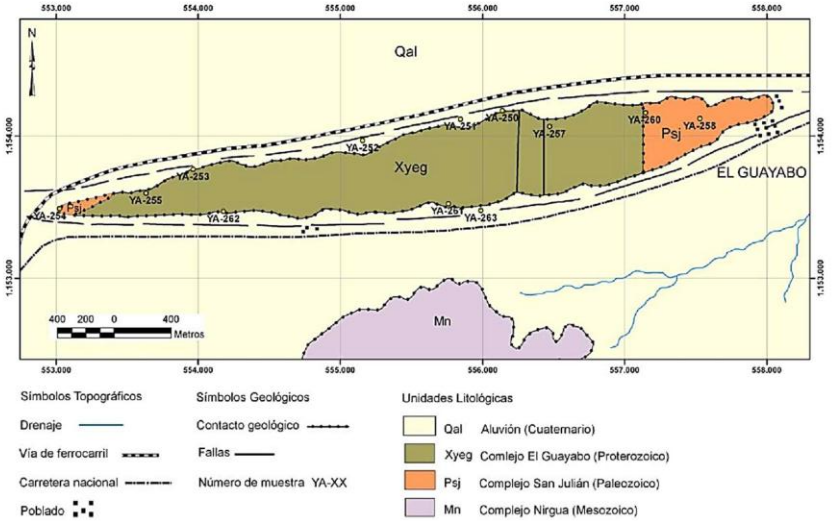


***Figura 27A**. Mapa geológico del cerro El Guayabo, estado Yaracuy. Tomado de GRANDE (2013).*

***Tabla 22**. Mineralogía y clasificación petrográfica.*

Mineralogía y clasificación litológica de las rocas metacarbonáticas, rocas calco-silicatadas y meta-evaporíticas de alto grado del Complejo El Guayabo, estado Yaracuy

Muestra#	Qtz	Afs	Pl	Cpx*	Amp[t]	Chl	Cbn	Phl	Scp		Chn	Gy[+]	Ap	Op	Litología
Ya-01		3		20*			77	Tz	Tz						Mármol diopsídico
Ya-254A		1		14*		8	76		Tz					1	
Ya-254B	1	3		15*	2		75	1	Tz		2		Tz	1	
Ya-254C	1	2		26*			71	Tz	Tz	Tz			Tz		
Ya-257	1	1		22*			76		Tz	Tz			Tz		
Ya-259B[m]		1		20*		5	71	Tz	Tz					3	
Ya-02	2		1	39*			56		Tz	Tz	2				Roca calco-silicatada
Ya-250B	8	20	8	48*			12	1	Tz		3				
Ya-250D1	1	1		32*			61			1				4	
Ya-259A[m]	1			33*		5	59	2	Tz						
Ya-253E	1			27*	3	5	54	Tz	3			3		4	Metaevaporita

*: el clinopiroxeno es diópsido en las rocas carbonáticas y augita en la metasemipelita
[t]: el anfíbol es tremolita en las rocas carbonáticas y actinolita en las metasemipelíticas
[+]: yeso fibroso pseudomorfo de anhidrita

Mineralogía y clasificación litológica de las rocas metasiliciclásticas de alto grado del Complejo El Guayabo, estado Yaracuy

Muestra#	Qtz	Pl	Afs	Cpx^{Ti}	Hb^{m}	Bt^{Ti}	Cbn	Ttn	Ep	Ap	Op	Litología
Ya-251A	52	16	12	14			2	3		1	Tz	Metasemipelita
Ya-250D2				95		1	4					Para-granulita ultramáfica ±hb±bi±ep
Ya-250E2		2		85	12				1	Tz		
Ya-250F				67	24	8	1					
Ya-250 I				37	58		2		3			
Ya-252A	3	1		90	1		3				2	
Ya-253C2		3		85			12					

^{Ti}: clinopiroxeno y biotita son titaníferos en las paragranulita ultramáfica; ^{m}: hornblenda es rica en Mg

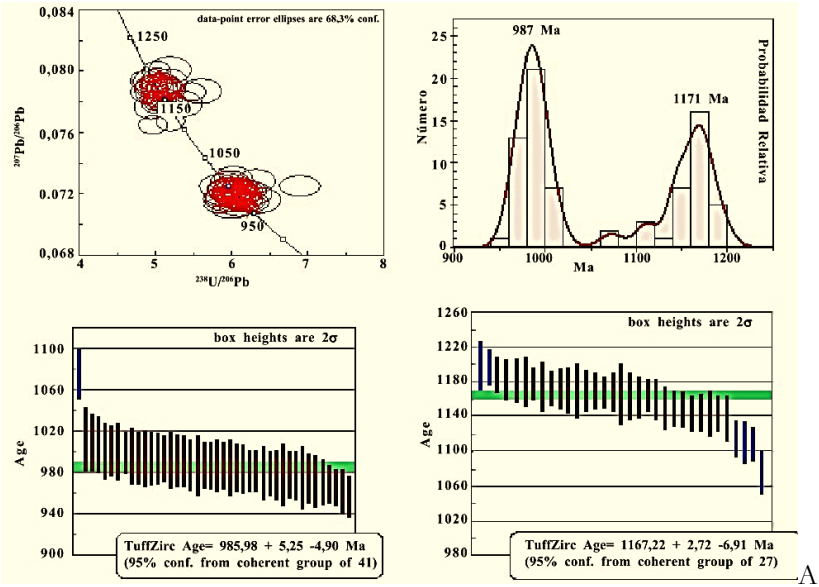
Mineralogía y clasificación litológica de las rocas metaígneas de alto grado del Complejo El Guayabo, estado Yaracuy

Muestra#	Qtz	Afs	Pl	Cpx*	Hb	Bt	Chl	Cbn	Act	Ttn	Ep	Zr	Ap	Op	Litología
Ya-250A	3	91	4	Tz										2	Meta-sienita±cxp y meta-cuarzo sienita±cxp
Ys-250E1	13	69	12	3						Tz				2	
Ya-253A	8	88	2	Tz										2	
Ya-253B	9	88	1	Tz										2	
Ya-258A	3	78	15	Tz										4	
Ya-251B	28	63	6											3	Granofiro
Ya-261	32	56	12												
Ya-262	88	12													
Ya-263	48	45		2								1	1	3^{h}	
YA-250J			44	Tz	46		5			1	4		Tz	Tz	Gneis hbl-pl-ep.
Ya-250D3			62	29						1				8	Gneis cpx-hb-pl (granulita máfica)
Ya-253C			40	42	15					1	1		1	Tz	
Ya-258B			37	20	22	3	8	5						5	

*: el clinopiroxeno es augita-diálaga en las rocas con protolito máfico; ^{h}: puede ser hipersteno oxidado a hematita

BAQUERO *et al.* (2015) presentan la geocronología U-Pb (LA-ICP-MS, zircón) de una granulita félsica (cuarzo-sienita charnoquítica) (Fig. 27C), que aporta dos picos coherentes (Fig. 27B), uno con edad de **1.167,2 (+2,7/-6,9) Ma** (Mesoproterozoico) que fue asignada como la edad de cristalización de la roca ígnea original y otro grupo más joven de **986,0 (+5,3/-4,9) Ma** (Neoproterozoico) atribuida al metamorfismo de alto grado de toda la secuencia.

Estos resultados son casi idénticos al Augengneis de Guapoton, Colombia (IBAÑEZ *et al.* 2011a,b). Estas edades confirman la interpretación previa de GRANDE y URBANI (2009) de una afinidad grenvilliana para este complejo.



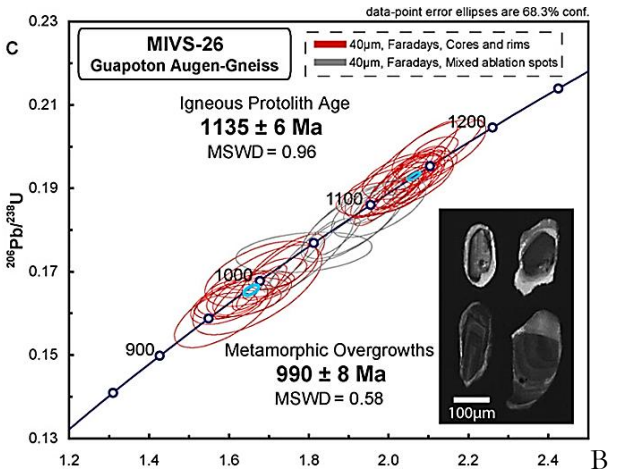


Figura 27B. a: *Diagrama de concordia para una granulita félsica del Complejo El Guayabo, mostrando las dos edades U-Pb en zircón de 1.167,2 (+2,7/-6,9) Ma (Mesoproterozoico) y de 986,0 (+5,3/-4,9) Ma (Neoproterozoico) (*BAQUERO et al. *2015). Muestra Ya-235B.* ***b:*** *Diagrama geocronológico del Augengneis Guapotón según* IBAÑEZ et al. *(2011).*

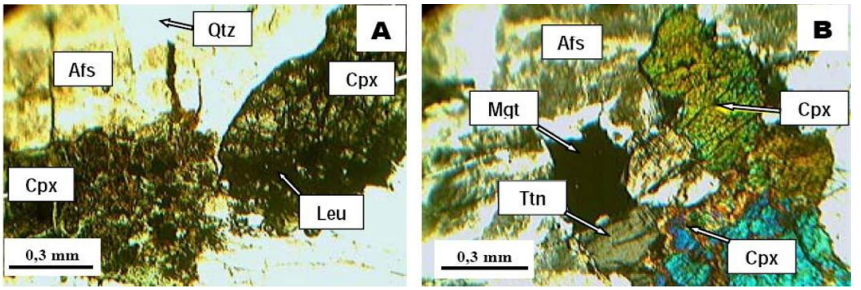


***Figura 27C**. Muestra Ya-253B. A: SN. Cristales oxidados de clinopiroxeno con feldespato alcalino argilizado y cuarzo limpio. B: NX. Clinopiroxeno mostrando sus típicos colores de interferencia y un cristal de titanita, asociado a magnetita. Tomado de GRANDE (2013).*

Conglomerado basal de la Formación Casupal

Durante las exploraciones del MMH en 1961, en el conglomerado basal de la Formación Casupal -discordante sobre la Formación Matatere- aflorante en la Quebrada Chepano, Cerro Salsipuedes (ver flecha negra en la Fig. 26B), el geólogo Domingo Rodríguez Gallardo encontró una caliza con tintínidos que fueron reportandos por BERMÚDEZ y RODRÍGUEZ (1962). En 2006 los tesistas A. Mussari y F. Lozano visitan la localidad en un intento de ubicar alguna caliza semejante a la previamente publicada, pero en su lugar localizaron una amplia gama de clastos de litología sedimentarias y metamórficas (MUSSARI y LOZANO 2009: 112-113) (Tabla 23), a saber:.

Areniscas y grauvacas.

Mármol laminado: calcita 98%, cuarzo 1%, pirita 1% y 1% clorita.

Mármol flogopítico: calcita 97%, flogopita 2%, clorita 1%, cuarzo <1%, opaco (pirita) <1% y espinela <1%.

Ortopiroxenita hornbléndica.

Tabla 23. Mineralogía y composición petrográfica de peñones de la Formación Casupal (LOZANO y MUSSARI 2008).

Mármol con flogopita y espinela.

Muestra #	Cbn*	Srp+	Phl	Chl°	Spl	Op	Litología
Fa-67a	86	5	7	1	1	Tz	Mármol flogopítico con espinela
Fa-67f	92	Tz	5	2	1	Tz	

+: serpentina producto de alteración de forsterita; °: alteración de flogopita y posible diópsido

Ortopiroxenita hornbléndica.

Muestra #	Opx	Hb	Act*	Pl	Chl*	Ep*	Cbn	Op	Litología
Fa-67g	61	6	9	5	13	3	1	2	Ortopiroxenita hornbléndica (alterada)

*: producto de alteración de clinopiroxeno;

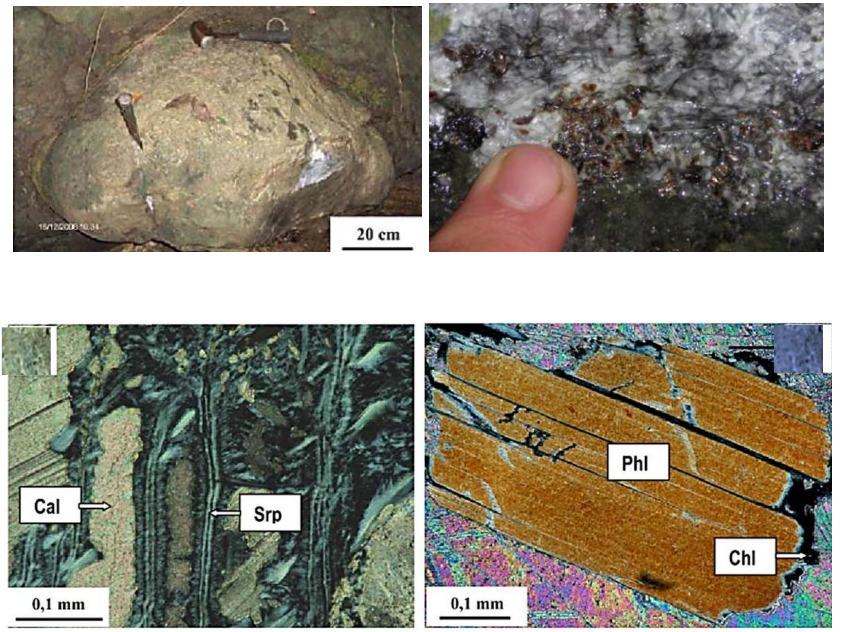


Figura 28. *Mármol flogopítico hallado en el conglomerado basal de la Formación Casupal. Afloramiento, muestra de mano y fotomicrografías (GRANDE 2013).*

Tabla 24. Características de los terrenos ígneo-metamórficos de las montañas de Bobare, Aroa, Yumare y El Guayabo.

Región	Terreno	Características / protolito	Edad de elementos constitu-yentes	Fase metamór-fica antigua	Fase meta-mórfica joven	Observaciones y unidades formales
Yumare	Ávila	*Ver Tabla 4.*				U: Complejo **San Julián**
	San Quintín	Volcanosedimentarias + gabro	Cretácico?	--	EVc	U: Complejo **San Quintín**, Metagabro de **La Zurda**
	Yumare	Asociación AMCG	Neoprote-rozoico	G	EH	U: Complejo **Yumare**
El Guaya-bo	El Guayabo	Rocas sedimentarias y plutónicas	Neoprote-rozoico	G	EH	Cerro delimitado por fallas en relevo transpresivo. U: Complejo **El Guayabo**
Monta-ñas de Aroa y Bobare	Tacagua (*Aroa*)	Sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica interestratificado con raros elementos volcánicos	Cretácico Tardío?	--	EVc	Sedimentos de cuenca antearco euxínica pero relativamente lejos del arco por la rareza de los elementos volcánicos. Contiene depósitos minerales de sulfuros de fondos oceánicos. U: Esquisto de **Aroa**
	Los Cristales	Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos	Cretácico Temprano?	--		Sedimentos del margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Esquisto de **Mamey.** Esquisto de **Buena Vista**
	Nirgua	*Ver Tabla 4.*				U: Complejo **Nirgua**
	Ávila					U: Complejo **Yaritagua**, Complejo **San Julián**.

Recomendaciones

Para mejorar sustancialmente el conocimiento geológico de la Serranía Costera, se recomienda realizar trabajos de geocronología por el método U-Pb en cristales de zircón (o baddeleyita) en las siguientes unidades:

Rocas ígneas

-Esquisto Tacagua. Esquisto verde del talud de la Autopista Caracas-La Guaira, entre los viaductos 2 y 3.

-Metalava El Cármen del Terreno Villa de Cura. Río Caramacate, Aragua

-Basalto Las Hermanas, quebrada homónima, San Sebastián, Aragua.

-Metatonalita Caruao, Río Caruao, Vargas.

-Gneis Cabriales. Autopista Valencia-Taborda, en La Entrada, Carabobo.

Rocas metasedimentarias (ZD)

-Complejo San Julián. Esquisto cuarzo micáceo, cantera abandonada Guaracarumbo[58], carretera vieja Caracas-La Guaira, Vargas. Lugar donde se encuentra en contacto con el Augengneis Peña de Mora.

[58] Actualmente lugar de entrenamiento para cuerpos policiales.

-Complejo San Julián. Esquisto cuarzo micáceo, quebrada Vallecito, Carabobo. Localidad de referencia de la unidad para el Bloque Occidental.

Tabla 25. Resumen de características de los terrenos tectono-estratigráficos de la Serranía del Litoral y región surocccidental de la Cordillera de la Costa

Faja	Terreno	Características / protolito	Edad de elementos constitu-yentes	Fase meta-mórfica más antigua	Fase meta-mórfica joven	Observaciones y unidades formales
Costera	Tacagua	Sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica (+ psamitas y carbonatos) interestratificados con elementos volcánicos	Jurásico - Cretácico ?	--	EVc	Sedimentos depositados en una cuenca de ambiente reductor probablemente en el flanco hacia el arco de una cuenca antearco. Unidad no subducida. U: Esquisto de **Tacagua**
	Carayaca	Complejo de subducción	Jurásico – Cretácico Temprano	AP-BT		Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos envolviendo cuerpos máficos (eclogita – anfibolita). Unidad subducida a ca.75 km. U: Complejo **Carayaca** y Mármol de **Antímano**
Ávila	Ávila	Sedimentos siliciclásticos depositados sobre basamento granitoide + intrusiones granitoides y raros máficos	Neoprote-rozoico + intrusiones paleozoicas	A, AE - EVg	EVc	U: Complejo **San Julián** (mayoritaria), Augengneis de **Peña de Mora**, mas unidades metaplutónicas como **Cabriales**, **Guaremal**, **Choroní**, **Colonia Tovar**, **Tócome**, **Naiguatá**, **Todasana**, **Caruao**, **Cabo Codera**
	Nirgua	Siliciclásticos, carbonatos y yeso + raras volcánicas máficas a intermedias.	Pérmico – Jurásico ?	EVb - EVg		U: Complejos **Nirgua** y **Nirgua II**
Cara-cas	Agua Blanca	Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos	Jurásico Tardío - Cretácico Temprano	--	sEV	Ambientes del margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Formaciones **Araure**, **Agua Blanca**, **Cojedes** y **Cojedes II**
	Las Mercedes	Sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica	Cretácico Tardío?	--	EVc	Cuenca oceánica de ambiente euxínico en el margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Esquistos de **Las Mercedes** (Mármol de **Los Colorados**) y **Chuspita**
	Las Brisas	Sedimentos depositados inconformemente sobre un basamento granitoide	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano?	--		Ambientes de aguas someras en el margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Esquisto de **Las Brisas** (Mármol de **Zenda**, metaconglomerados de **Baruta** y **La Mariposa**), Gneis de **Sebastopol** (basamento Silúrico?)

Tambien hay cuerpos elongados de serpentinita a lo largo de las principales fallas (ver Tabla 8). Abreviaturas en Tabla 3.

2.2. SERRANÍA DEL INTERIOR (Fig. 2, N° 6 y Figs. 4-5)

2.2.1. Faja Caucagua-El Tinaco

La "Faja Tectónica Caucagua - El Tinaco" de MENÉNDEZ (1966), a pesar de ser la primera en ser cartografiada por los tesistas doctorales de la Universidad de Princeton, es la que ha tenido menos trabajos posteriores, con ausencia de geocronológica moderna y petrología. El trabajo de BECK (1986) mejora considerablemente la cartografía de la parte central de esta faja.

En los trabajos de la Universidad de Princeton, del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y la tesis doctoral de BECK (1986) se han cartografiado un total de 22 unidades geológicas formales e informales, las cuales las agrupamos en cinco terrenos tectono-estratigráficos con historias geológicas distintivas, a saber:

1) El "*basamento cristalino*" descrito por RENZ y SHORT (1960) que comprende al Complejo El Tinaco, la Peridotita de Tinaquillo e intrusiones trondjemíticas, así como diversas unidades sedimentarias sobrepuestas (**Terreno El Tinaco**) (Tabla 27).

2) Una unidad que fue denominada por distintos autores con tres nombres distintos (Las Mercedes, Las Brisas o Complejo El Tinaco), que se extiende desde la parte oriental del valle cuaternario de Tinaquillo hasta cerca de Taguayguay (**Terreno Cachinche**).

3) La "Formación" Tucutunemo que aflora ininterrumpidamente desde el sureste de Tinaquillo hasta el valle de Tucutunemo al este del poblado de Villa de Cura (**Terreno Tucutunemo**).

4) Una compleja serie de nueve unidades que afloran al sur de la falla de La Victoria desde Cagua-Taguayguay hasta Santa Lucía (**Terreno Tácata**).

En el análisis de la CdlC que hace BECK (1986), está implícita la diferenciación en estos grupos de unidades, en especial la separación entre el primero y todos los demás.

Terreno El Tinaco (Fig. 30A, Tabla 27)

La unidad más conocida de este terreno tectonoestratigráfico es la *Peridotita* ***Tinaquillo*** (lherzolita) (Fig. 29A), que se encuentra en contacto con una secuencia que MACKENZIE (1960, 1966) describe como *Gneises hornbléndicos de contacto* (GHC).

Los estudios de SEYLER *et al.* (1998) y SEYLER y MATTSON (1989) concluyen que la peridotita representa un bloque de manto subcontinental, seguida de rocas de la corteza continental inferior (la GHC de Mackenzie o TCF de SEYLER *et al.*, 1998), donde el contacto entre ambas corresponde a lo que fuera la discontinuidad de Mohorovich. Según SEYLER *et al.* (1998) la unidad GHC, que ellos denominan TCF ("Tinaquillo crustal formation") presenta metamorfismo en facies de granulita, equilibrados a condiciones *P-T* de 5,5 kbar y 760°C.

En cuanto a la cartografía geológica, SEYLER *et al.* (1998) subdividen la Peridotita Tinaquillo en dos unidades:

-Peridotita y granulitas ígneas asociadas con relictos de texturas protomiloníticas.

-Peridotita y granulitas ígneas asociadas con texturas miloníticas de grano muy fino.

Mientras que a la GHC de Mackenzie la subdividen en:

-*Unidad Máfica Basal* (BMU), con granulitas máficas (metagabronorita).

-*Formación Cortical Tinaquillo* (TCF) con granulitas intercaladas félsicas, intermedias, máficas y ultramáficas.

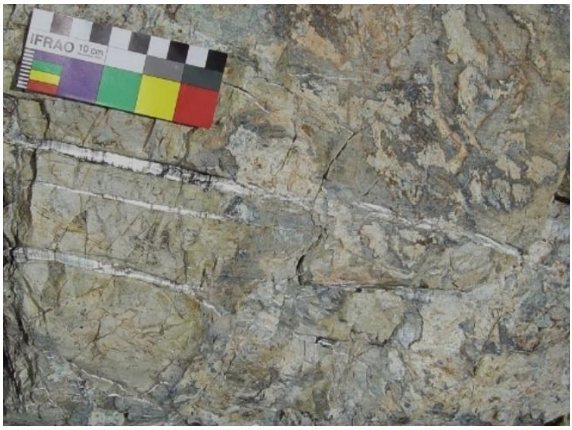


***Figura 29A**. Peridotita Tinaquillo, serpentinizada y con vetas de crisotilo, con fibras perpendiculares a la dirección de la veta.*

A partir de cristales de zircón extraídos de muestras de la unidad GHC/TCF, SEYLER *et al.* (1998) aportan una discordia U-Pb con interceptos en c. 1,1 Ga y c. 125 Ma, que para esa época que en la CdlC no se habían encontrado rocas proterozoicas, no se consideraron geológicamente significantes y fueron interpretadas como edades de eventos heredados y de pérdida de plomo, respetivamente. Más recientemente, FOURNIER *et al.* (2017) reinterpretan la edad de **c. 1,1 Ga** como una edad valedera relacionada con el desarrollo del orógeno Putumayo definido por IBANEZ-MEJIA *et al.* (2011). SEYLER *et al.* (1998) también aportan una edad de **150±2 Ma** correspondiente al intercepto superior de la Concordia U-Pb para un dique. Esta edad Jurásico Tardío pudiera corresponder a fenómenos relacionados con los procesos del rifting jurásico.

Continuando hacia el sur, en contacto concordante con la precedente, pero que en su origen probablemente fue una falla de corrimiento, aparece el *Gneis* ***La Aguadita*** (GLA) descrito por MENÉNDEZ (1965) como para- y ortogneises en facies de la anfibolita (con hornblenda de color verde-azul).

Luego hacia el sur, adyacente al GdLA y en contacto descrito como transicional, MENÉNDEZ (1965) define su unidad de "*Zona de Inyección*" (ZI), que correspondería al mismo GdLA pero profundamente inyectado por diques y sills de trondhjemita, formando estructuras migmatíticas.

Dentro de ésta ZI aparecen extensos cuerpos intrusivos de trondhjemita - leucogranodiorita (los cuerpos de La Gloria, Tinatepo, Carrizal y Las Carpas), que presentan un aspecto variable pasando desde homófanos hasta claramente gnéisicos. URBANI (2015) propne que todos los cuerpos trondjemíticos se reunan bajo el nombre formal de *Metatrondhjemita* ***La Gloria*** (MLG). Dentro de esta unidad, a unos 7 km a NNO de Tinaco hay una cantera de "feldespato", donde GRANDE (2013) identifica un solo cristal de hipersteno por lo cual interpreta que la unidad fue afectada por metamorfismo en facies de la granulita. Este hallazgo no concuerda con los extensos estudios petrográficos de la unidad (MENÉNDEZ 1965, MEDERO 2015), donde como máximo se ha identificado biotita, por consiguiente consideramos factible que la muestra donde se identificó hipersteno, corresponda a un xenolito de los GHC. Para resolver esta discrepancia se rerquieren de estudios petrográficos adicionales.

A unos 45 km al NE de Tinaco en contacto con el GdLA aflora el *Esquisto* ***Tinapú***. A partir de la descripción de MENÉNDEZ (1965) se infiere que originalmente el contacto pudo ser tectónico o inconforme, posteriormente afectado por una fase de metamorfismo-deformación que afectó ambas unidades.

Así mismo, inconforme sobre el Esquisto Tinapú, el GdLA y la ZI se depositó el protolito de las *Metavolcanosedimentarias* ***Las Placitas***, también afectadas por metamorfismo en facies de esquisto verde – clorita, hoy día esta unidad aflora como posibles remanentes erosionales aislados.

En el cerro Pilancones, la *Formación* ***Mamonal*** (redefinida por BLIN 1989) (Fig. 29B) yace inconforme sobre la ZI. Está constituida por un nivel basal conglomerático, seguido por lava basáltica -inclusive almohadillada- (*Basalto* ***Los Pilancones***) y una secuencia sedimentaria. La Formación así redefinida por BLIN (1989), incluye al Miembro Mamonal y las formaciones Pilancones y Cojedes cartografiadas previamente por MENÉNDEZ (1965). De acuerdo a foraminíferos encontrados por RENZ y SHORT (1960) y STEPHAN (1982: 176) la unidad se atribuye al Aptiense-Albiense.

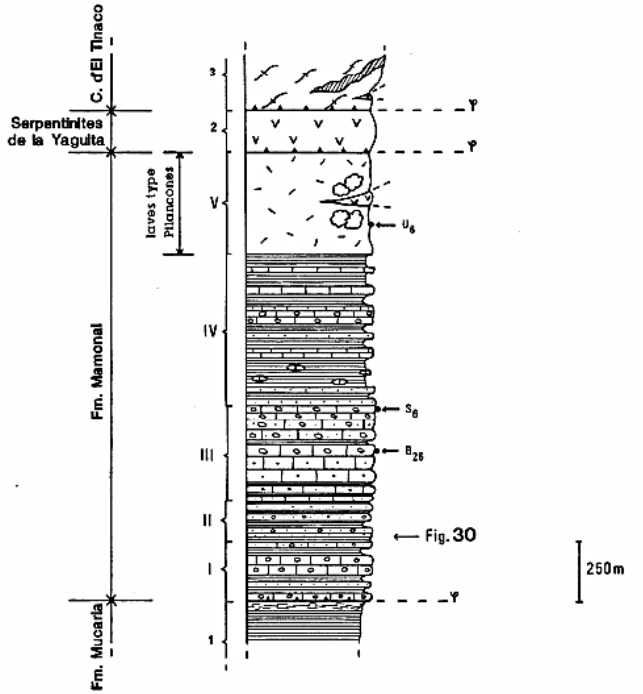


Figura 29B*. Columna de la Formación Mamonal, que incluye al Basalto Los Pilancones, Quebrada Mamonal (BLIN 1989).*

La definición original del *Complejo* ***El Tinaco*** (CET) de RENZ y SHORT (1960) refería en forma general al basamento cristalino sobre

la cual descansa la secuencia sedimentaria - metasedimentaria más joven, es decir que comprendía las unidades GHC, GLA, ZI y la metatrodhjemita (TLG) de MENÉNDEZ (1965). Posteriormente, este último autor amplia la denominación del Complejo para incluir al Esquisto Tinapú. Pero como este Esquisto es una unidad separada y no asociada genéticamente al GLA, proponemos removerla del CET, y así, el GLA restringirlo a la definición original de RENZ y SHORT (1960) que incluiría al "gneis hornbléndico de contacto" (GHC), el Gneis La Aguadita, la trondhjemita intrusiva en él y la zona migmatítica intermedia, de autores posteriores.

Por todo lo anterior, se propone formalizar dos unidades nuevas:

(1) Elevar al Gneis Hornbléndico de Contacto (GHC) de MACKENZIE (1960), equivalente a las unidades BMU y TCF de SEYLER *et al.* (1998), a una unidad formal con el nombre de ***Gneis Vallecito***[59] (GV).

(2) Formalizar la unidad de la Zona de Inyección (ZI) de MENÉNDEZ (1965), asignándole el nombre de ***Migmatita Camoruco*** (MC), por aflorar conspicuamente en el río Tinaco, adyacente a la carretera Tinaco-Tinaquillo en la localidad de Camoruco, desde unos 7 km al norte de Tinaco hasta la intersección de los ríos Tinapú y Macapo.

En la Tabla 27 se presenta un resumen de las unidades, donde se visualiza que sobre el basamento constituido por el Complejo El Tinaco de posible edad Neoproterozoico, se depositaron varias unidades:

[59] El nombre de Vallecito fue utilizado previamente en las "Capas de Vallecito" de BELL (1966), pero el término fue invalidado por CVEN (1970), además, en los estudios de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990) dichas Capas aparecen como sinónimo de la Formación Garrapata.

(1) El actual ***Tinapú*** con protolito enteramente sedimentario, probablemente del Paleozoico inferior.

(2) ***Las Placitas*** con protolito sedimentario rico en materia orgánica y elementos volcánicos máficos (tobas y lavas no almohadilladas), que pudo haberse formado en un ambiente retroarco, ya sea en el Paleozoico superior o en el Jurásico.

(3) La redefinida *Formación* ***Mamonal*** no metamorfizada y mayormente de protolito psamítico, con un miembro que contiene basaltos, algunos con estructuras de almohadillas y brechas de flujo (*Basalto* ***Pilancones***) (Fig. 29B). Ésta es la única unidad con una determinación de edad certera, por la presencia de foraminíferos del Aptiense-Albiense.

La presencia de las rocas volcánicas cretácicas de Pilancones, no se ajusta al ambiente del margen pasivo entonces imperante en Venezuela. En opinión del Dr. Diego Villagómez (Com. pers., 6 mayo 2014), Pilancones podría representar el antearco de Antioquia y las unidades neoproterozoicas del basamento, serían similares a algunas de las aflorantes en la Cordillera Central de Colombia.

Las unidades incluidas en el Terreno Tinaco tienen una larga historia geológica con distintos ambientes de formación y edades (Tabla 27). Ya para el Eoceno, se origina una cuenca antepaís donde se deposita la megaunidad denominada *Olistostromo Platillón*, que fuera definida en la zona de San Juan de Los Morros por MACSOTAY *et al.* (1995). En dicha cuenca se deposita la *Formación* ***Orupe***, que es una de las unidades del Olistostromo y está constituida principalmente por rocas psamíticas. En el cerro Galera Pequeña esta formación se encuentra depositada inconformemente sobre la Metatrondhjemita La Gloria (Fig. 30B).

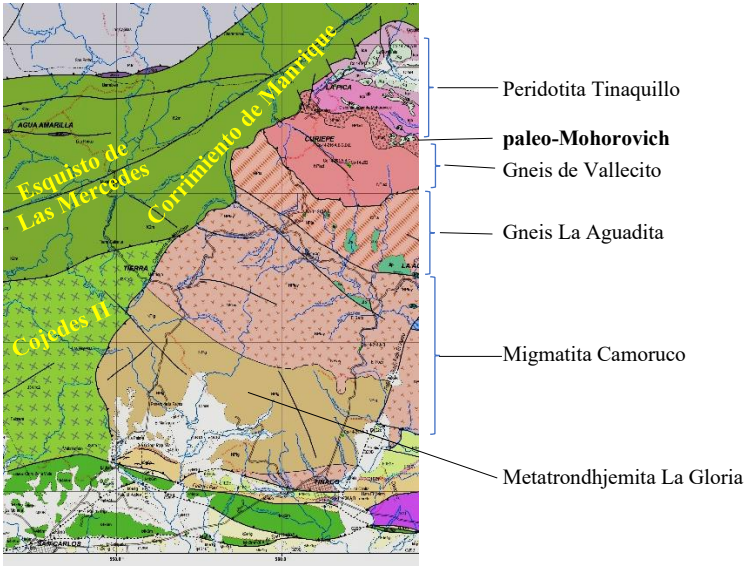


***Figura 30A**. Mapa de la región de Tinaquillo (MEDERO 2015)*

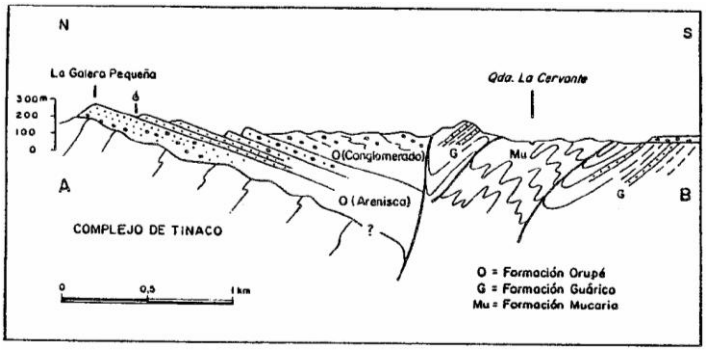


***Figura 30B**. Corte del cerro Galera Pequeña con la Formación Orupe depositada inconforme sobre la Metatrondhjmita de La Gloria (RENZ y SHORT 1960).*

Tabla 27. Resumen de las unidades del Terreno El Tinaco.

Unidad	*Edad determinada o inferida*	*Facies metamórfica*
Formación **Mamonal**	Cretácico Temprano	nM
Sedimentarias sin diferenciar	(Aptiense-Albiense)	
Basalto de **Pilancones**		
Unidad basal conglomerática		
Metavolcanosedimentarias de **Las Placitas**	Paleozoico sup. – Jurásico?	EVc
Esquisto de **Tinapú**	Paleozoico inferior?	EVb
Complejo | Metatrodhjemita de **La Gloria**	Neoproterozoico	A
El | Migmatita de **Camoruco** (ex–ZI)	Neoproterozoico	A
Tinaco | Gneis de **La Aguadita** (3)	Neoproterozoico	A
Gneis de **Vallecito** (ex–GHC, BMU, TCF) (2) (4)	Neoproterozoico	G
Peridotita de **Tinaquillo** (1) (4)	Neoproterozoico	G

(1) Manto subcontinental. (2) Corteza continental inferior. (3) Corteza continental superior. (4) Incluye cuerpos intrusivos de gabro del Jurásico. Abreviaturas en Tabla 3.

Terreno Cachinche

Desde la parte oriental de la cuenca cuaternaria de Tinaquillo, Cojedes, hasta cerca de Taguayguay, Aragua (Fig. 4, 5, unidad no. 24, Fig. 30C), aflora una unidad que ha causado mucha confusión ya que fue cartografiada como:

-"Las Brisas? Cretácico? Esquistos cuarzo biotíticos" (MACKENZIE 1960, 1966).

-"Formación Las Mercedes" (OXBURGH 1965, KONIGSMARK 1965, MACLACHLAM *et al.* 1960 y SHAGAM 1960).

-"Formación Las Brisas" (GONZÁLEZ SILVA 1972).

-"Complejo El Tinaco" (BELLIZZIA *et al.* 1976, mapa geológico de Venezuela a escala 1:500k).

Este terreno está constitiuído por rocas metasedimentaria con una asociación metamórfica de biotita – granate. En dos localidades se ha reportado cianita (Cerro Gordo: MACKENZIE 1966; El Naipe: NUÑEZ 2015) (Fig. 30D).

Como esta unidad no tiene parecido ni relación genética con los esquistos de Las Brisas o Las Mercedes, ni con el Complejo El Tinaco, hemos acuñado el nombre de *Complejo* ***Cachinche***, por el poblado y embalse del mismo nombre, ubicado a unos 10 km al sur de Campo Carabobo. Hay buenos afloramientos en los cauces del río Chirgua y las quebradas El Naipe y Paíto, al sur de la carretera nacional Valencia - Tinaquillo. La descripción litológica puede consultarse en los autores arriba citados, especialmente en GONZÁLEZ SILVA (1972: 1604-1605).

Las muestras analizadas por NUÑEZ (2015) de la quebrada Naipe, contienen un promedios de cuarzo (45%), muscovita (40%), granate (15%), cianita (7%) y cantidades menores de biotita, plagioclasa y grafito, con trazas de zircón, clorita y opacos. La muestra de Cerro Gordo fue identificada como una meta-brecha cianítica, con 54% de éste minetal. Corresponde a la facies de anfibolita almandínica, zona de la cianita.

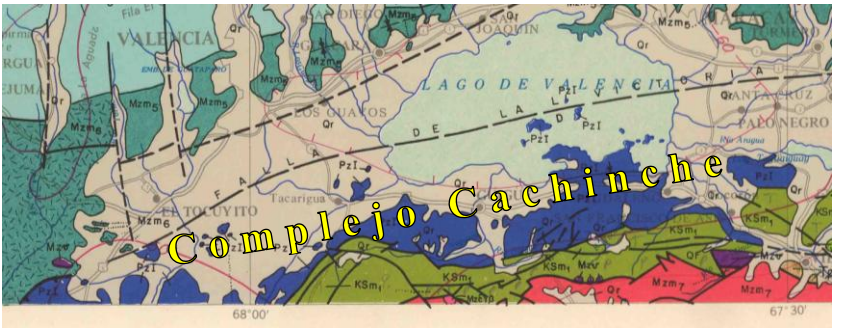


Figura 30C*. Distribución del Terreno Cachinche sobre el mapa geológico-estructural de Venezuela de* BELLIZZIA et al. *(1979).*

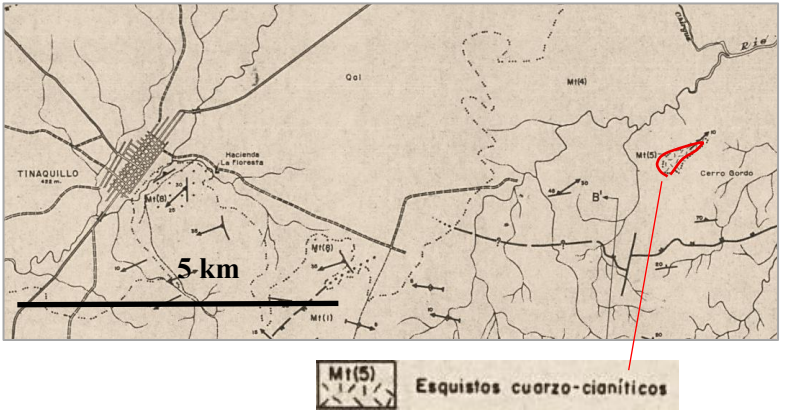


Figura 30D. *Fragmento del mapa geológico de la región de Tinaquillo de MACKENZIE (1966), donde se ubica el cuerpo de esquisto cuarzo cianítico de Cerro Gordo, a 10 km al este de Tinaquillo.*

Terreno Tucutunemo

La *Filita* ***Tucutunemo*** es la unidad mayoritaria de este terreno y aflora en una franja con dirección este-oeste, abarcando desde el sur de Tinaquillo, Cojedes, hasta poblado de El Pao de Zárate, Aragua. En su extremo occidental la unidad está en contacto con el Terreno Tinaco a través del corrimiento de San Antonio, con al menos cuatro pequeños cuerpos alargados de serpentinita a lo largo de la sutura entre ambos. Más hacia el este se encuentra en contacto también de falla con los terrenos Cachinche y Paracotos.

Según SHAGAM (1965), la unidad consiste principalmente en filita carbonácea variando a metarenisca y metalimolita cuarzo - feldespática, encontrándose también cantidades menores de metarenisca de grano grueso y metaconglomerado cuarzo - calcáreo. Hay una zona discontinua pero prominente de mármol negro de grano fino.

En la zona de El Pao de Zárate y río Toro, MACLACHLAN *et al.* (1960) y SHAGAM (1960) cartografían su "Miembro" Los Naranjos (hoy *Metavolcanosedimentarias* ***Los Naranjos***), con metalava maciza, que disminuye hacia el oeste, donde la sección se hace más tobácea y las brechas de flujos son comunes. Las rocas metasedimentarias típicas de Tucutunemo se intercalan con las rocas volcánicas, algunas con estructura almohadillada.

GRANDE (2009) presenta datos petrográficos y geoquímicos (Tabla 26) de las rocas volcánicas, interpretando una afinidad intraplaca, transicional a MORB, correspondiente a un marco de rift continental incipiente, en la etapa de golfo-protoceánico, con basamento continental, donde fue posible la interestratificación de basaltos submarinos extruidos a través de una corteza continental atenuada con secuencias sedimentarias. Este autor también colecta una muestra con fusulínidos que atribuye al Paleozoico superior. En los gráficos geoquímicos de GRANDE (2009) correspondientes a muestras de rocas basálticas de la región de El Pao de Zárate, se vislumbran dos poblaciones geoquímicas, por consiguiente parece recomendable realizar estudios adicionales para verificar si existe una o dos unidades distintas de metasedimentarias con volcánicas interdigitadas.

Concluye que la Filita Tucutunemo y la subunidad Los Naranjos, podrían representar una cuenca retro-arco invertida a raíz del cierre terminal del océano Reico para formar la Pangea, a finales del Pérmico en la orogénesis Allegheniana.

Más recientemente (2024), se procedió a procesar los datos de la Tabla 26 con las técnicas de componentes principales y análisis de agrupaciones (cluster) (Fig. 31A). Allí se visualizan dos grupos de muestras, a los que además se aplicaron los diagramas de discriminación de ambientes tectónicos de Pearse y otros autores, observándose:

-El Grupo 1, relativamente homogeneo y de afinidad toleítica, puede representar magmas más primitivos, vinculados a un entorno de arco o retroarco activo.

-El Grupo 2, enriquecido en Fe, Ti, Nb, Zr y Ba, indicaría un pulso más diferenciado y alcalino, probablemente en un régimen post-arco o extensional.

Ambos episodios magmáticos posiblemente serían sucesivos, durante el desarrollo de una cuenca retroarco pérmica asociada al amalgamiento de Pangea.

Tabla 26 . Composición química de rocas basálticas de la unidad Los Naranjos (GRANDE 2009).

MUESTRA #	AFC-01C	AFC-11C	AFC-23C	AFC-23E	AFC-34	AFC-35	AFC-37C	AFC-40A	AFC-42
SiO_2 (%)%	47,9	48,8	51,7	51,1	51,0	48,8	47,7	49,1	48,0
Al_2O_3	15,7	15,0	14,8	14,3	14,3	15,5	13,9	16,0	14,5
Fe_2O_3	10,8	9,97	7,05	8,04	8,50	9,32	10,5	9,73	8,49
MnO	0,15	0,15	0,13	0,14	0,13	0,15	0,16	0,17	0,16
MgO	5,64	8,60	4,60	5,50	7,98	8,29	10,20	7,21	8,30
CaO	11,40	7,26	12,10	10,40	9,01	6,01	9,21	8,39	9,49
Na_2O	3,31	3,22	4,56	4,73	3,56	4,07	2,23	3,90	3,71
K_2O	0,11	0,81	0,09	0,12	0,45	1,01	0,63	0,27	0,45
TiO_2	1,96	1,49	1,65	1,74	1,30	2,11	1,18	1,09	1,18
Cr_2O_3	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
P_2O_5	0,26	0,13	0,25	0,24	0,11	0,30	0,11	0,11	0,13
PAR	2,31	3,77	2,31	3,08	2,54	3,77	3,23	3,08	4,93
Total	99,6	99,3	99,3	99,5	99,0	99,5	99,2	99,1	99,4

Rb ppm	10	40	20	20	20	40	30	20	20
Sr	150	80	250	160	140	100	140	80	160
Y	50	30	20	30	30	40	30	30	10
Zr	150	90	120	130	60	170	30	60	50
Nb	10	20	20	30	20	30	< 10	10	20
Ba	90	560	80	110	380	360	520	90	100

MUESTRA #	AFC-43	AFC-45B	AFC-47B	AFC-48B	AFC-53	AFC128A	AFC128C	AFC128D	AFC-129
SiO_2 (%)	49,2	48,2	50,1	49,7	46,7	46,3	45,0	45,9	47,0
Al_2O_3	15,3	15,5	15,7	13,9	14,1	11,6	11,7	10,9	12,7
Fe_2O_3	8,69	8,83	9,50	9,54	6,37	18,8	19,0	18,8	15,0
MnO	0,14	0,15	0,13	0,14	0,13	0,28	0,28	0,26	0,26
MgO	6,17	7,18	6,48	8,30	6,25	4,26	4,31	4,10	6,70
CaO	10,50	7,26	12,10	10,40	9,01	6,01	9,21	8,39	9,49
Na_2O	3,57	2,96	4,09	2,82	3,38	3,57	3,54	3,07	3,67
K_2O	0,59	0,95	1,01	1,19	0,85	0,50	0,47	0,60	0,07
TiO_2	1,37	1,18	1,11	1,11	1,17	3,88	3,88	3,74	2,61
Cr_2O_3	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
P_2O_5	0,16	0,11	0,12	0,10	0,12	0,52	0,55	0,48	0,27
PAR	2,47	3,77	2,31	3,08	2,54	3,77	3,23	3,08	4,93
Total	98,3	99,3	98,3	98,9	98,3	99,6	98,5	99,2	99,1

Rb ppm	30	30	20	30	30	50	40	20	20
Sr	240	140	100	60	360	90	60	80	160
Y	20	30	30	20	20	80	80	30	10
Zr	80	50	70	50	50	420	400	60	50
Nb	20	20	30	20	10	40	30	10	20
Ba	100	140	140	240	940	770	670	890	130

MUESTRA #	AFC-130A	AFC130C	AFC-131A	AFC131B	AFC131C	AFC131D	AFC133B	AFC-133C
SiO_2 (%)	45,9	50,3	51,2	46,6	47,0	47,9	49,8	49,4
Al_2O_3	15,6	12,8	13,9	15,0	14,8	14,9	12,5	12,6
Fe_2O_3	9,69	9,20	8,76	10,0	10,0	9,59	13,6	13,6
MnO	0,17	0,19	0,15	0,21	0,19	0,16	0,21	0,22
MgO	7,94	9,24	6,47	6,52	6,75	7,09	6,15	6,37
CaO	9 ,63	9,31	8,90	11,7	11,8	10,1	7,66	8,08
Na_2O	2,77	3,26	4,82	3,34	3,38	4,06	3,85	3,97
K_2O	0,98	0,19	0,16	0,07	0,08	0,15	0,04	0,06
TiO_2	1,59	1,29	1,34	1,39	1,37	1,36	2,16	2,27
Cr_2O_3	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01
P_2O_5	0,13	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,22
PAR	4,00	2,85	2,47	3,23	3,23	3,16	2,39	2,62
Total	98,5	98,8	98,4	98,3	98,8	98,7	98,6	99,5

Rb ppm	30	20	20	10	10	10	30	10
Sr	30	50	80	40	60	90	60	120
Y	40	30	30	10	30	30	40	40
Zr	70	60	60	60	60	80	140	140
Nb	10	10	10	20	10	30	30	30
Ba	460	200	300	160	190	340	140	220

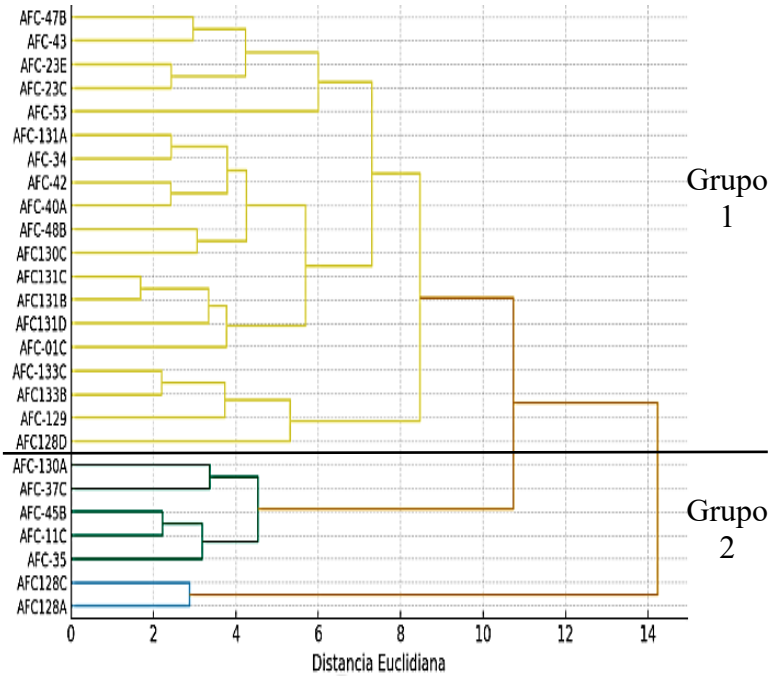


Figura 31A. *Dendrograma, método Ward. Basaltos de la unidad Los Naranjos. Se discriminan dos grupos posiblemente de distintos pulsos magmáticos.*

BECK (1986) define sus *Capas de* ***La Candelaria*** en las cercanías del poblado homónimo a unos 5 km al oeste de El Pao de Zárate, indicando que se encuentra en contacto de "concordancia geométrica" con Tucutunemo. Es una unidad con metamorfismo de muy bajo grado que consiste de rocas cuyo protolito corresponde a caliza conglomerática, caliza bioclástica, conglomerado lítico conglomerático, grauvaca, intercaladas con lava y toba. La describe como de menor contenido de materia orgánica (grafito) y un aparente grado menor de metamorfismo y deformación que Tucutunemo. Beck le asigna una edad Cretácico Tardío, indicando una edad K-Ar de 88 Ma en las volcánicas. Al comparar el mapa de Beck con aquellos de autores anteriores, el área de afloramientos de su unidad coincide parcialmente con la unidad Los Naranjos.

Para dilucidar si se puedan distinguir en el campo, ya sea una o dos unidades basálticas distintas (Los Naranjos vs. Candelaria), se requiere de trabajo de campo y analítico adicional.

Una muestra de metarenisca conglomerática colectada en el río El Toro, cerca del poblado de Boca del Toro (10º07´50", -67º16' 15"), al noroeste de El Pao de Zárate, Aragua, fue analizada por geocronología U-Pb en cristales detríticos de zircón, resultando en una distribución entre 1.547 Ma (Paleoproterozoico) y 266 Ma (Pérmico medio) (Fig. 31B). Se presentan dos picos coalescentes de c. 1.000 y c. 1.200 Ma que abarcan el ciclo Grenvilliano-Putumayo y un pico menor de c. 272 Ma (Pérmico medio), lo que permite interpretar una fuente a partir de rocas proto-Andes y rocas grenvillianas de la actual Colombia. BENJAMINI *et al.* (1986) describe microfauna del Paleozoico superior; esto junto con la Edad Máximia de Depositación (MDA) de 266 Ma, nos permite colocar al Terreno Tucutunemo en el Pérmico medio a superior (Guadalupiense a Lopingianense).

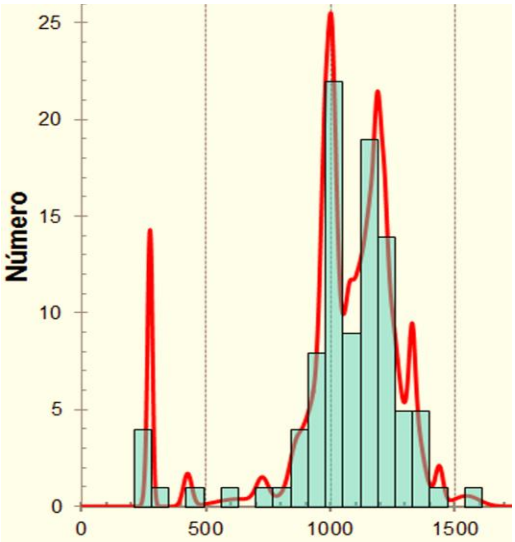


***Figura 31B**. Filita Tucutunemo. Histograma y curva de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos. Análisis cortesía del Prof. James E. Wright, Universidad de Georgia, EEUU. n: 98, rango 1.547 y 266 Ma.*

Terreno Tácata

Al sur de la falla de La Victoria, desde Cagua hasta Caucagua aflora una compleja serie de nueve unidades, cartografiadas con diversos nombres por SMITH (1952), MACLACHLAN *et al.* (1960), SHAGAM (1960), SEIDERS (1965) y sintetizadas por BECK (1986).

En la región de Cúa-Charallave-Tácata de más antiguo a más joven se tienen las siguientes unidades:

- Cuerpos relativamente pequeños de gneis anfibólico - cuarzo - plagioclásico que en las tesis de la Universidad de Princeton y BECK (1986) fueron denominados como "*Gneis La Aguadita*". En este trabajo se propone el nombre informal de *Complejo* ***Sacua*** (**a**) por aflorar típicamente cerca del caserío y quebrada de Sacua a 8 km al oeste de Charallave. BECK (1986: 184-187, 190-191) señala que

consiste en gneis feldespático cuarcífero, gneis anfibólico (hornblenda), diorita y anfibolita, señala la presencia de anfíbol azulado. Por las relaciones de campo y su mayor metamorfismo parece ser la unidad más antigua de la región. Probablemente en facies de la anfibolita epidótica.

- Una unidad de rocas metasedimentarias que BECK (1986) denomina "Esquisto Quebrada Curucujul" y, que aquí denominamos en forma simplificada como *Esquisto* ***Curucujul*** (**b**), que incluye esquisto micáceo, cuarcita, metagrauvaca, metaconglomerado y esquisto verde de protolito volcánico, donde se menciona la presencia de granate almandino (BECK (1986: 181-182, 195). Dicho autor lo cartografió como "*Esquisto Tinapú*".

- La *Metadiorita* ***La Guacamaya*** (**c**) aflora extensamente al sur de La Victoria e intrusiona tanto al Esquisto Curucujul (b) como al Complejo Sucua (a). En distintas localidades grada desde afloramientos sin deformación, pasando a gneis y en algunos lugares donde fue sometido a intenso cizallamiento adquiere una textura esquistosa. Su mineralogía en orden descreciente, consiste de plagioclasa, hornblenda, cuarzo, augita, feldespato-K, epidoto y clorita,

- El "*Granito Sódico*" de MACLACHLAN *et al.* (1960) es redefinido por BECK (1986) como *Gneis Tonalítico* ***Curiepe*** (**d**). Aparece principalmente como cuerpos elongados semejantes a diques y sills, que cortan a las unidades (a), (b) y (c).

- En contacto con el Esquisto Curucujul hay otra unidad esquistosa a la cual BECK (1986: 187-188, 193) le asigna el nombre de "*Formación Tucutunemo*", pero sus detalles litológicos son distintos al Tucutunemo clásico. Para esta unidad se propone el nombre informal de *Esquisto* ***La Magdalena*** (**e**), por aflorar extensamente en los alrededores del poblado de La Magdalena, ubicado a unos 9 km al oeste de Charallave. Consiste en tres grupos litológicos: Una secuencia

carbonática variada, una de rocas pelíticas mayormente filitas sericíticas, así como esquisto verde correspondiente a metalava y metatoba. BECK (1986: 206) le asigna una edad Cretácico Temprano.

- En la margen derecha del río Tuy, a unos 10 km al NO de Cúa, BECK (1986: 194) cartografía las *Capas* ***Quebrada Onoto*** (**f**). Esta es una unidad no metamorfizada y consiste en pelita, pelita carbonática, caliza recristalizada, conglomerado con cemento carbonático y ausencia de material orgánico. Contiene foraminíferos de edad Campaniense-Maastrichtiense. Su contacto con el Esquisto La Magdalena se presume discordante y el autor del nombre considera que estas Capas corresponden a una unidad de cobertura sedimentaria de la serie metamórfica.

- Al oeste de la ciudad de Charallave aflora la unidad homónima, el *Metaconglomerado* ***Charallave*** (**g**). La litología predominante es esquisto cuarzo muscovítico y cuarcita, con raras pero muy distintivas intercalaciones de espesores métricos de metaconglomerado con cristales de cuarzo ahumado (BECK, 1986: 195-197). Su contacto con los esquistos de La Magdalena y Curucujul, han sido interpretados como tectónicos (Fig. 32C).

- Al este de Santa Lucía aflora el *Gneis Granítico* ***San Vicente*** (**h**) (BECK 1986) que intrusiona al gneis anfibólico del tipo del Complejo Sucua (a).

- Entre Santa Lucía y Caucagua afloran las *Rocas* ***Conoropa*** (**i**), una unidad informal definida por SEIDERS (1965) y estudiada más recientemente por SAN MARTÍN & OTERO (2003). BECK (1986) la considera como una unidad equivalente a su *Esquisto Curucujul*, opinión compartida por el autor de este trabajo, pero a los efectos de los mapas integrados a escala 1:25k hemos mantenido el nombre original. Dentro de su área de afloramientos se encuentran cuerpos gnéisicos relativamente pequeños que SEIDERS (1965) denomina "Gneis La Aguadita" (nuestro Complejo Sacua).

La única edad radiométrica confiable del Terreno Tácata corresponde a la *Metadiorita La Guacamaya*, con **298±4 Ma**, U-Pb zircón (BAQUERO *et al.* 2013), correspondiente al límite entre Carbonífero y Pérmico (Cisiraliense). En consecuencia, por las relaciones de corte observadas, el Esquisto Curucujul y el Complejo Sacua son de edad pre-Pennsilvaniense superior, mientras que el Gneis Tonalítico Curiepe es Pérmico Tardío o post-Pérmico (Fig. 32B).

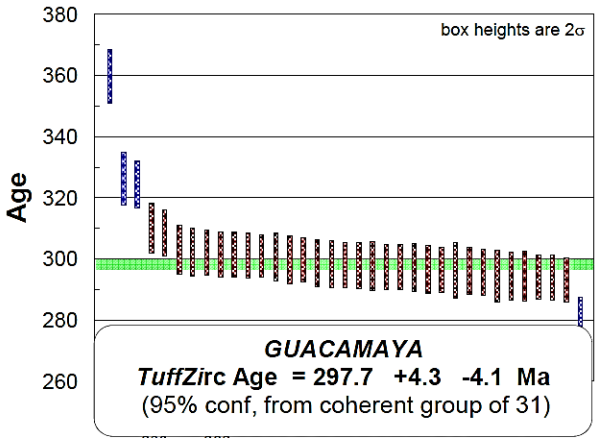


***Figura 32A**. Metadiorita La Guacamaya. (BAQUERO 2013).*

A este terreno le asignamos el nombre de **Tácata**, dado que en los alrededores de este poblado del estado Miranda, en sus quebradas y taludes de carreteras afloran casi todas las unidades mencionadas.

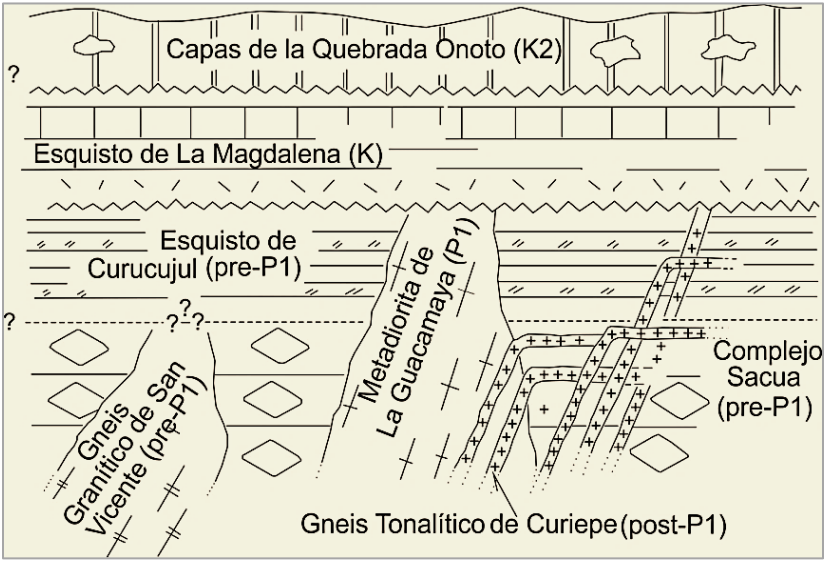


***Figura 32B**. Esquema de unidades del Terreno Tácata, adaptado de BECK (1986: 204) con la nomenclatura y las edades determinadas o inferidas en este trabajo. Siglas de edades: P1: Pérmico temprano, pre-P1: anterior al Pérmico temprano, K: Cretácico, K2: Cretácico Tardío.*

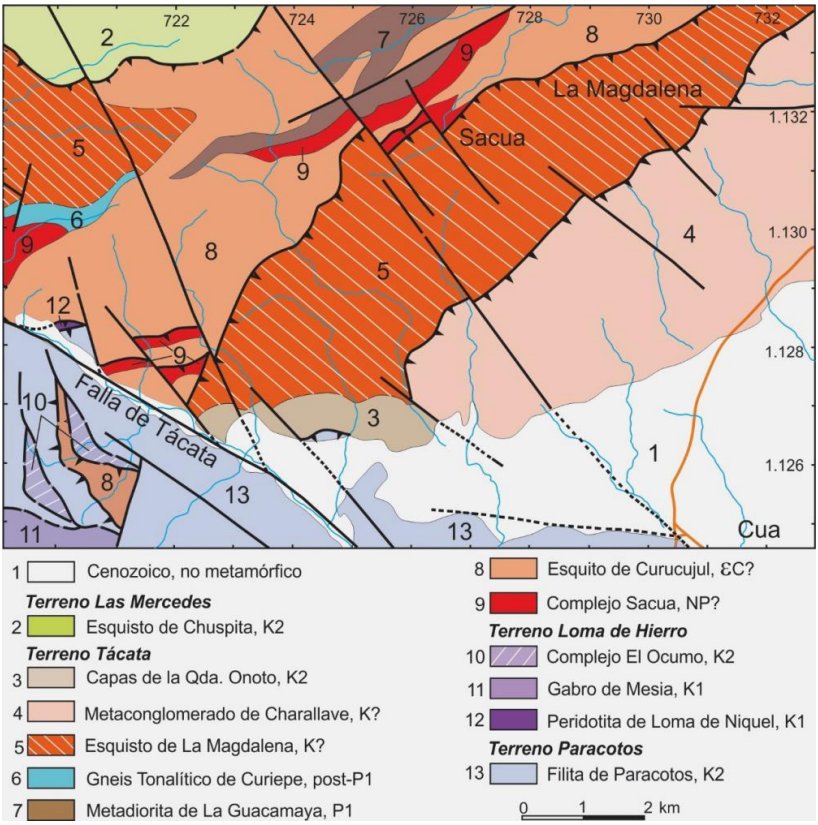
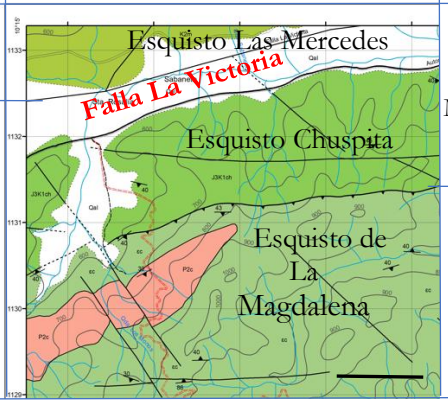
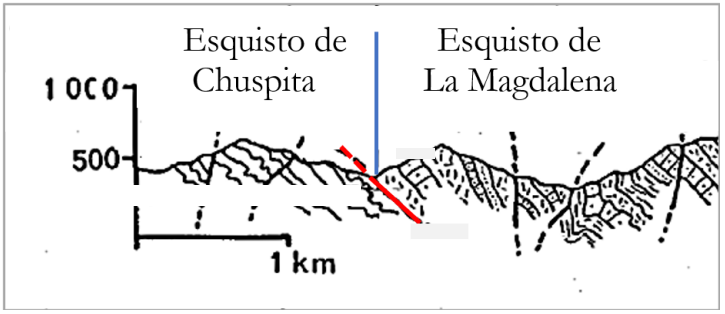


***Figura 32C**. Geología simplificada de la hoja Quebrada Cúa (6846-IV-SO) de URBANI y RODRÍGUEZ (2004: 112), modificado con la nomenclatura aquí propuesta.*

Entre La Victoria y Charallave, la Falla La Victoria delimita geográficamente a las serranías Costera y del Interior y, es donde entran en contacto las unidades de las fajas Caracas y Caucagua-El Tinaco. Estas relaciones se muestran en la Fig. 32B.

Serranía	Faja	Unidad	Terreno
Costera	Caracas		Las Mercedes
del Interior	Caucagua - El Tinaco		Tácata



C

***Figura 32D**. Relaciones entre fajas, terrenos tectonoestratigráficos y unidades en una sección en el meridiano de Tácata. **B**: Fragmento del mapa 6746-I-SO Morocopo (MÁRQUEZ 2025). **C**: Sección geológica adaptada de BECK (1986).*

2.2.2. Faja de Loma de Hierro

Terreno Paracotos

La "Formación Paracotos" descrita originalmente por SMITH (1952) con localidad tipo cerca del poblado del mismo nombre en el estado

Miranda. Luego fue drásticamente redefinida por MACLACHLAM *et al.* (1960), SHAGAM (1960) y BECK (1986), de manera que hoy día en la localidad tipo propuesta por Smith, solo se reconoce al "Esquisto Chuspita", en consecuencia la unidad Paracotos perdió su localidad tipo. Por esta razón, BECK (1986: 239-s) propuso cambiar el nombre de la unidad a *Formación* ***Cataurito***. A pesar que esta propuesta de cambio de nombre es totalmente adecuada, URBANI (2000) sugiere seguir utilizando el nombre de Paracotos, debido a la tradicional usanza y gran penetración de este nombre en la literatura, pero usando como referencia a la localidad de Cataurito ubicada a unos 10 km al oeste de El Pao de Zárate.

El terreno está integrado por la *Filita* ***Paracotos***, compuesta por rocas con protolito de lutita, limolita, arenisca, conglomerado y caliza. Las rocas fueron afectadas por un metamorfismo de muy bajo grado, de pre-esquisto verdes a esquisto verde (clorita), mostrando en sitios localizados una incipiente esquistosidad.

La unidad fue depositada en ambiente turbidítico o wild flysch (GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* 1980). Los clastos de caliza presentan abundante foraminíferos de edad Maastrichtiense, ampliamente reportados en la literatura, con lo cual tradicionalmente se consideró como una unidad del Cretácico Tardío. El Dr. Max Furrer ha identificado especies de *Globigeninidae* del Paleoceno al Eoceno inferior (e.g.: MAGUREGUI 1982). En la Fig. 33 se muestra la interpretación paleotectónica para el Paleoceno tardío, donde se muestra la posición propuesta por PINDELL *et al.* (2025) para la sedimentación del protolito de la Filita de Paracotos; ubicada al norte del alto formado por la inversión de los terrenos de la actual Faja Caucagua-El Tinaco.

Los resultados de geocronología de zircones detríticos (ZD) en Paracotos (U-Pb, LA-ICP-MS, dos muestras, n=143)[60] varian desde 2.588 Ma (Neoarqueano) a 80 Ma (Campaniense), muy similar a lo obtenido para otras unidades flysch del Paleógeno del norte de Venezuela, como las formaciones Guárico, Matatere, Garrapata y Pampatar, del Paleoceno-Eoceno (Fig. 34A). Las muestras de Paracotos y Guárico muestran semejanza altamente significatica por la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

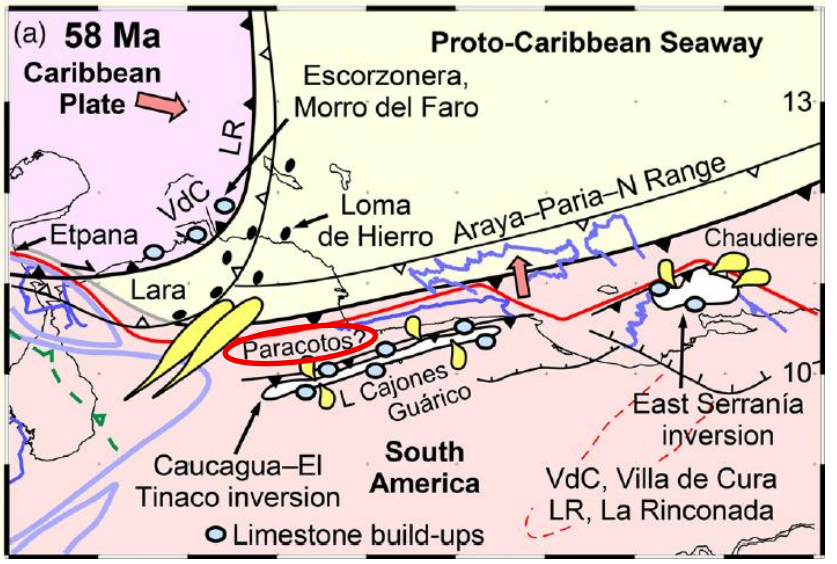


***Figura 33**. Mapa paleotectónico semi-palinspatico propuesto por* PINDELL et al. *(2025) para el Paloeceno tardío. Se muestra la sedimentación del protolito de la Filita Paracotos (óvalo rojo), al norte del alto Caucagua-El Tinaco.*

[60] Análisis de ZD de las unidades Paracotos y Garrapata son cortesía del Prof. James E. Wright 2010, Univ. Georgia, USA. Las análisis de las formaciones Guárico y Matatere proceden de la tesis M.S. de M. NOGUERA (2008).

MAGUREGUI (1982, *fide* CALDEVILLA 2006) a partir de estudios petrográficos de la Filita Paracotos encuentra en ella clastos de los siguientes tipos de rocas:

- Metarenisca: carbonática, de grano fino a medio, muy parecidas a las ya descritas en esta unidad.
- Metalava andesítica: Formadas por gran cantidad de pequeños cristales de plagioclasas macladas, con textura afieltrada, y numerosos cristales de leucoxeno.
- Metalava basáltica: Rica en plagioclasa y clorita, con textura afieltrada reliquia, además de magnetita
- Metagabro: Formados por grandes cristales de plagioclasa y ortopiroxeno reliquia muy alterados a clorita, sericita y epidoto.
- Metaftanita: Casi completamente formadas por cuarzo de grano muy fino.
- Metabasalto: Formado por una matriz vítrea y abundantes agregados de grano fino de actinolita.
- Mármol: Levemente foliados, algunos con foraminíferos, muy parecidos a los ya descritos en esta unidad.
- Filita grafitosa: Iguales a las ya descritas en esta unidad.
- Metalimolita carbonática: Formada por pequeños romboedros de calcita sobre una matriz muy fina de clorita y cuarzo.

Todas estas litologías se pueden encontrar en las unidades neoproterozoicas-paleozoicas-mesozoicas de los terrenos tectono-estratigráficos de El Tinaco, Cachinche y Tucutunemo, de la Faja Caucagua-El Tinaco.

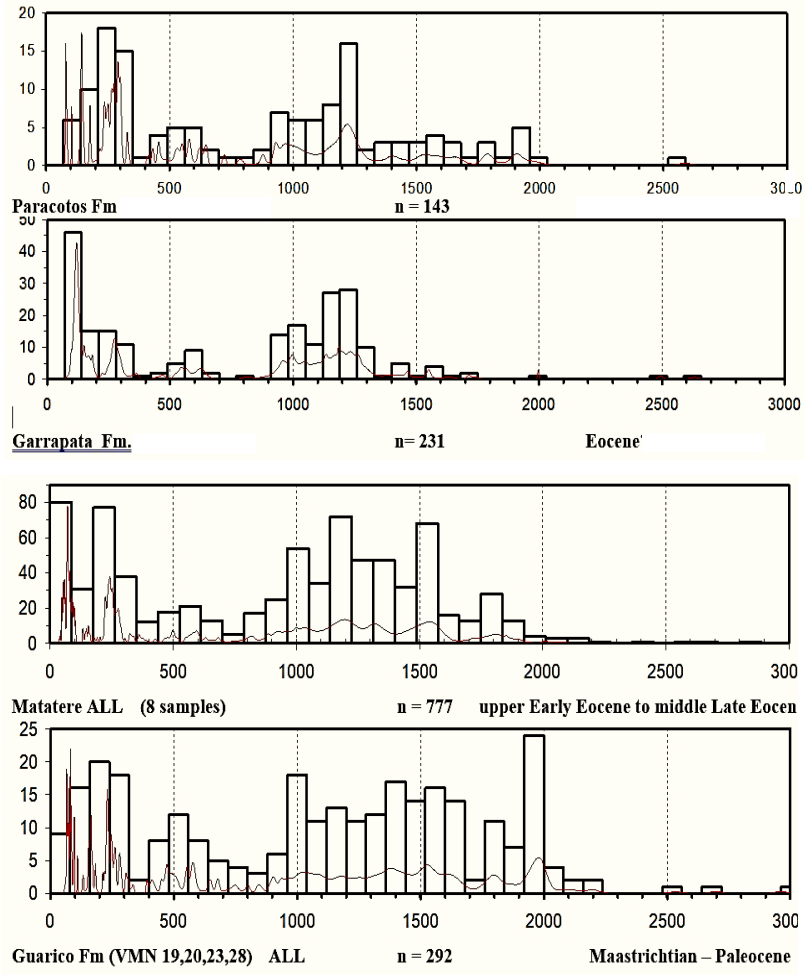


Figura 34A. *Distribución de edades de cristales detríticos de zircón en las unidades Paracotos, Garrapata, Matatere y Guárico.*

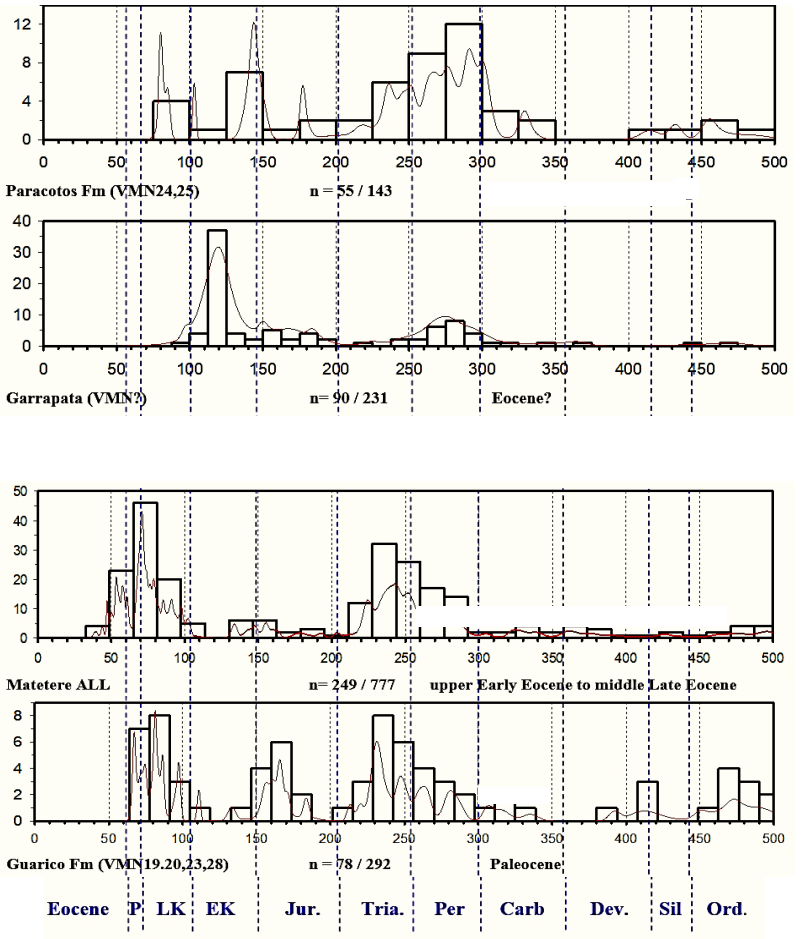


Figura 34B. *Distribución de edades de cristales detríticos de zircón en las unidades Paracotos, Garrapata, Matatere y Guárico. Intervalo 0-500 Ma.*

Terreno Loma de Hierro

Este terreno tectonoestratigráfico corresponde a un fragmento de litósfera oceánica proto-Caribe (Fig. 35A). Consta tanto de la *Ofiolita* ***Loma de Hierro***, que es el mayor bloque de litósfera oceánica en la CdlC (Fig. 35D) e interpretada de origen Proto-Caribe, como de unidades de su cobertura sedimentaria.

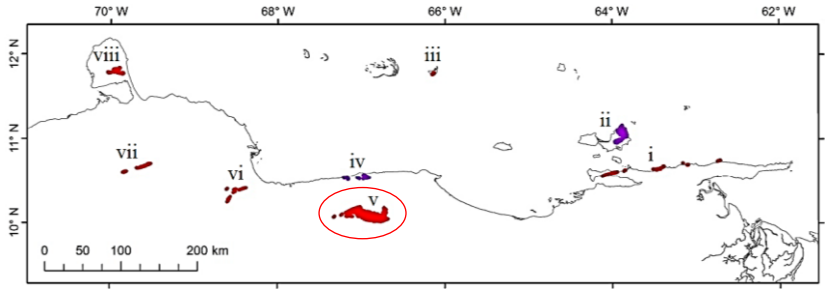


Figura 35A*. Unidades ofiolíticas del norte de Venezuela.*
i*) Ofiolita El Copey (Araya-Paria),* ***ii****) Ultramáfias, isla de Margarita,*
iii*) Peridotita serpentinizada, La Orchila,* ***iv****) Serpentinitas, Serranía Costera CdlC,*
v) Ofiolita Loma de Hierro*,* ***vi****) Serpentinitas en Yaracuy,*
vii*) Ofiolita Siquisique,* ***viii****) Ofiolita Cerro Colorado, Paraguaná.*
Elaborado por MENDI *(2015) a partir de* HACKLEY et al. *(2006).*

Las rocas máficas y ultramáficas de la región de Tiara llamaron la atención desde los trabajos pioneros de AGUERREVERE y ZULOAGA (1938), posteriormente estudiadas por muchos autores. El primero en cartografiar y separar en detalle las unidades de este terreno fue BECK (1986) y con base a este trabajo, se propone la nomenclatura que sigue, con algunos nombres nuevos:

(1) Ultramáficas (dunita, harzburgita, serpentinita): *Peridotita* ***Loma de Níquel*** (Fig. 35B,E).

(2) Gabro: *Gabro* ***Mesia***.

(3) Lava basáltica, en algunas localidades con estructura almohadillada: *Basalto* ***Tiara*** (con afinidad MORB: GIRARD *et al.* 1982).



***Figura 35B**. Peridotita de Loma de Níquel cortado por diques de gabro de grano muy grueso.*



***Figura 35C.** Cotacto de falla entre los terrenos Loma de Hierro y Tácata. Nóte la diferencia del color de la vegetación.*

Buenos afloramientos de las rocas ultramáficas se ubican en la carretera que enlaza la Autopista Regional del Centro con el poblado de Tiara (Fig. 35B,C). En cuanto al Gabro de Mesia y el Basalto de Tiara están bien expuestos en el Río Mésia, que se accede desde Tácata.

Además de las rocas ígneas, BECK (1986) también cartografia su unidad *Capas **Río Guare***, con fauna del Cretácico Temprano, considerándola como cobertura de la ofiolita (Fig. 35E). En su localidad tipo del Río Guare al SE de Tácata, se observan rocas

volcánicas (algunas almohadilladas) con intercalaciones de chert y rocas psamíticas.

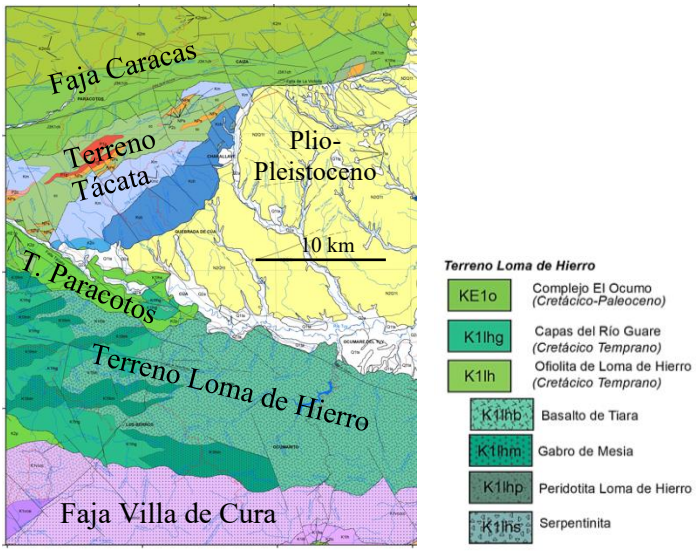
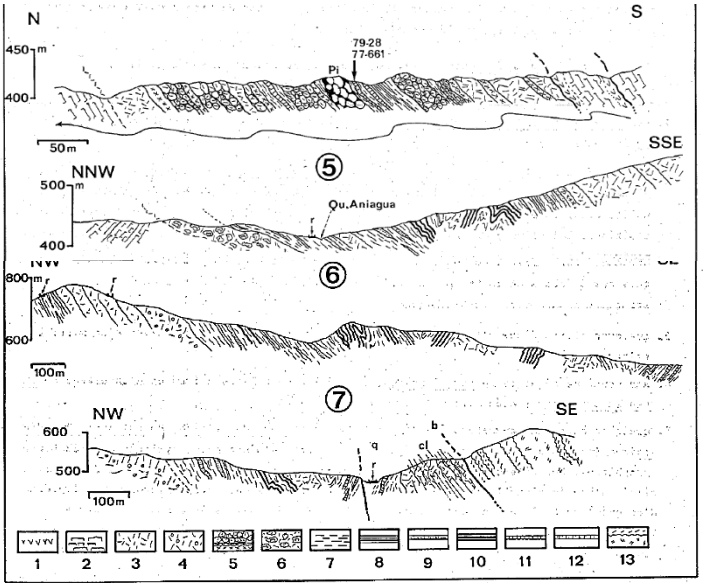


***Figura 35D**. Fragmento del mapa geológico de la hoja 6846 Charallave, con el Terreno Loma de Hierron en contacto de falla con los terrenos Paracotos y Villa de Cura. Región de Charallave (SÁNCHEZ 2019).*

Entre El Pao de Zárate y Villa de Cura hay un cuerpo de rocas sedimentarias paleógenas, descritas por BECK (1986: 245-247) como una serie de conglomerado y olistolitos que reposan sobre las subunidades de serpentinita y lava, la denomina *Complejo* ***El Ocumo***, interpretándola como otra unidad de cobertura de la ofiolita, aun cuando por la descripción pudiera ser una complejo estructura (Fig. 35F)l.

En la zona centro-sur del estado Carabobo aflora la Formación Aragüita de OXBURGH (1965) (Fig. 35G), ahora denominada *Volcanosedimentarias* ***Boca de Oro*** (NÚÑEZ 2016), que interpretamos parte de este Terreno.

La composición mineralógica de las unidades del Terreno Loma de Hierro se encuentra recopiladas en CALDEVILLA (2006).



Leyenda : 1. serpentinita; 2. gabros cumulados anfibolizados; 3. lavas básica afíricas; 4. lavas básicas con vacuolas de calcita; 5. tobas y brechas volcánicas; 6. brecha volcánica con fragmentos de gabro; 7. lutitas, filitas; 8. siltita, a menudo en laminatas; 9. grauwacka de grano fino; 10. radiolarita y chert, a veces dolomíticos; 11. caliza negra piritosa con Radiolarios; 12. grauwacka calcárea de grano fino; 13. tobas estratificadas y lavas, metamorfizadas (Gr. Villa de Cura); r. carretera, carretera de verano.

Figura 35E. *Cortes de las Capas Río Guare (BECK 1986).*

Del Terreno Loma de Hierro se dispone de dos edades U-Pb (LA-ICP-MS) en cristales de zircón, obtenidos por el Dr. M. Baquero en muestras de gabro de la unidad *Gabro de Mesia*:

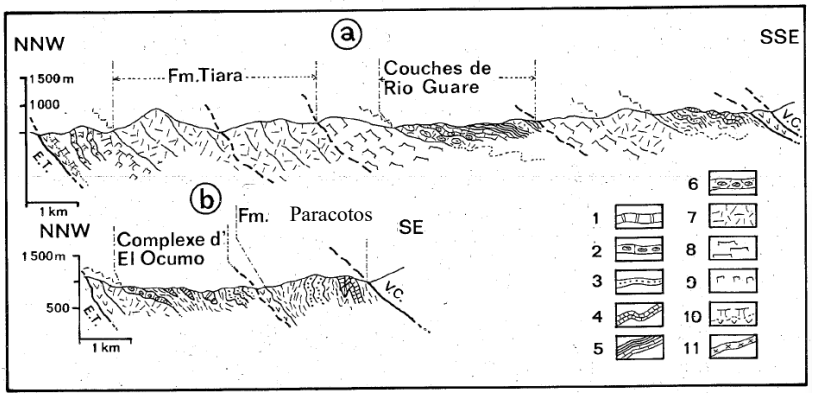
1- Poblado de Tiara[61]. BAQUERO *et al.* (2013) determina una edad de **126,98 (+0,93/-4,02) Ma** (Barremiense) (Fig. 35H).[62]

[61] Coordenadas 10º 07´57", -67º 09´11".

[62] Presenta dos cristales con edades heredadas de c. 360-370 Ma (Devónico Tardío).

2- Quebrada Oruza, al NO de Caucagua (Fig. 16B), con **115,5±1,4 Ma** (Aptiense) (Fig. 35H) (M. Baquero, *en* REATEGUI *et al.* 2013).

Estas edades respaldan la hipótesis del origen proto-Caribe para la Ofiolita Loma de Hierro.



Leyenda : 1. calizas neríticas macizas; 2. conglomerado de rocas volcánicas; 3. arenisca, grayuacka; 4. caliza pelágica en capas delgadas; 5. caliza piritosa, siltita y radiolaritas; 6. brecha volcánica; 7. lava básica maciza; 8. gabros cumulados anfibolitizados y foliados (flasergabros); 9. gabros cumulados; 10. peridotita, serpentinita; 11. piroxenolita.

Figura 35F. *Secciones geológicas con las unidades: Tiara, Río Guare, El Ocumo y Paracotos (*BECK *1986, Fig. 117)*

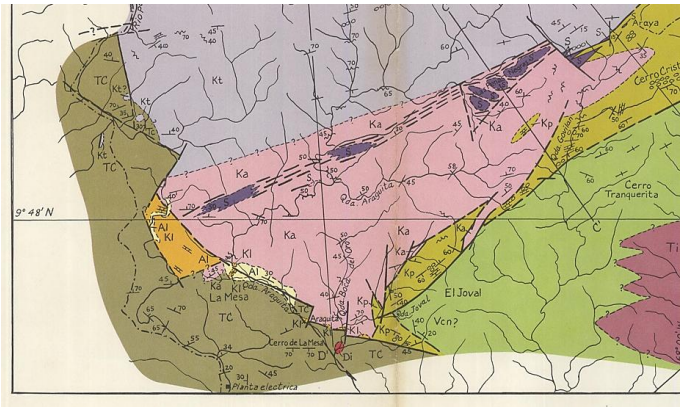


Figura 35G. *Distribución de la "Formación Aragüita" (rosado) que incluye cuerpos de serpentinita (morado) de* OXBURGH *(1965), ahora denominada Metavolcanosedimentarias Boca de Oro.*

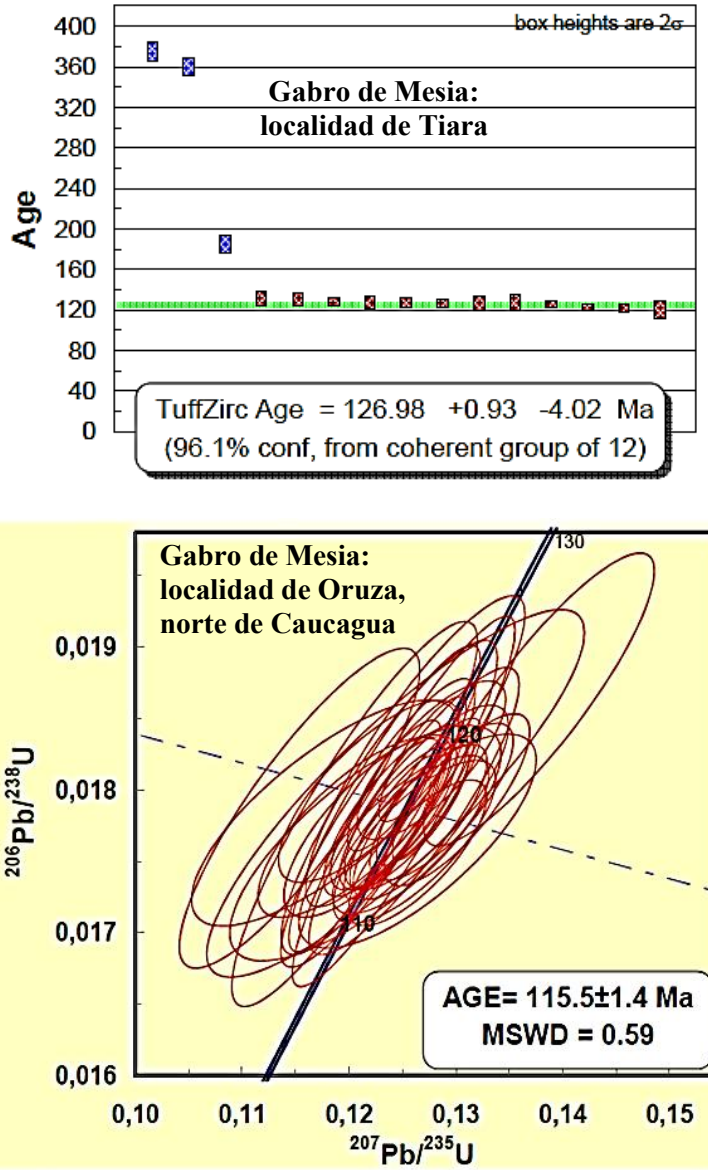


***Figura 35H**. Edades U-Pb en zircón del Gabro de Mesia del Terreno Loma de Hierro (por Dr. Marvin Baquero).*

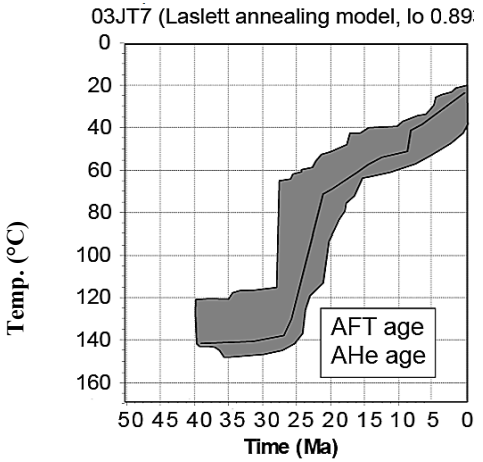


***Figura 35I**. Termocronología de la muestra 03JT7 del Gabro de Mesia, Tiara, Aragua. Note la rápida exhumación entre 27 y 22 Ma (Oligoceno superior).*[63]

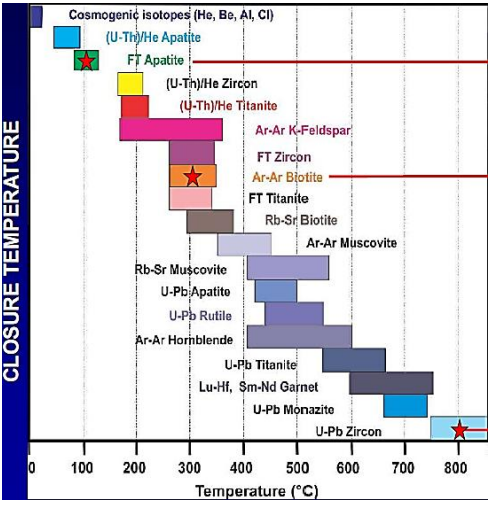


***Figura 35J**. Temperaturas de cierre de distintos sistemas isotópicos usados en geocronología (Singh* et al. *2022, tomado de BAQUERO 2024).*

[63] Análisis realizados por el Dr. Richard Spikings, Universidad de Ginebra: * 28±2 Ma (Trazas de fisión en apatito). * 16,41±0,55 Ma (U-Th/He). Comunicación personal del Dr. Andrew Kerr, Universidad de Cardiff.

Como parte de un proyecto del Dr. Andrew Kerr, Cardiff University, se analizaron seis muestras de la Ofiolita de Loma de Hierro (Tabla 27). Estas se procesaron con los clásicos diagramas de discriminación tectónica, pero deseacharon las muestras JT08, JT10A y JT10B por estar muy alteradas (LOI >7%). Las tres muestras restantes pueden interpretarse como dos grupos: Las muestras JT6i–JT6ii muestran afinidad toleítica tipo MORB (oceánica o de retroarco), mientras que JT7 presenta enriquecimiento en elementos incompatibles, indicando posible influencia cortical o de arco magmático. Por el bajo número de muestras estas interpetaciones deben tomarse con cautela.

Tabla 27. Análisis químicos de muestras de la Ofiolita Loma de Hierro

ID	Litología	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	Na_2O
JT6i	Gabro	48,77	0,40	15,28	6,66	9,87	0,13	13,72	2,36
JT6ii		49,53	0,39	15,26	6,82	10,11	0,14	13,75	2,37
JT7 *	Gabro cuarz.	56,35	0,75	15,98	8,35	3,94	0,17	7,53	2,49
JT8	Perid. serp.	40,62	0,05	0,81	7,21	40,41	0,10	0,58	0,03
JT10A		38,35	0,04	6,77	9,64	33,53	0,07	4,72	0,05
JT10B	Gabro	39,41	0,04	18,17	4,63	14,23	0,07	10,79	0,23

ID	K_2O	P_2O_5	LOI	Total
JT6i	0,33	0,01	2,74	100,26
JT6ii	0,36	0,01	2,54	101,26
JT7 *	1,12	0,11	2,27	99,06
JT8	0,04	0,00	11,07	100,93
JT10A	0,06	0,00	7,20	100,43
JT10B	0,09	0,06	9,98	97,70

ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
JT6i	42,5	179,3	323,4	38,3	153,3	12,9	3,2	288,2	11,5	13,9	0,61	56,7
JT6ii	43,6	175,7	327,4	37,8	151,5	12,7	3,3	289,0	11,6	13,5	0,65	56,6
JT7	26,8	202,7	68,6	24,5	49,8	16,7	39,2	396,4	30,2	135,4	3,25	361,8
JT8	8,4	33,6	2656,8	101,5	1964,9	0,6	0,3	1,3	0,4	1,6	0,10	10,4
JT10A	9,8	33,9	2261,7	74,2	493,2	8,9	0,2	18,1	1,4	1,3	0,06	7,6
JT10B	5,5	42,4	2453,9	74,5	1381,9	4,0	0,3	16,7	1,1	1,1	0,10	3,7

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
JT6i	0,838	2,863	0,498	2,887	1,117	0,607	1,541	0,283	1,974	0,419	1,180
JT6ii	0,957	2,948	0,521	2,952	1,093	0,593	1,522	0,293	1,980	0,421	1,205
JT7	9,280	23,700	3,207	13,810	3,526	1,017	3,944	0,686	4,330	0,929	2,831
JT8	-	0,016	0,005	0,026	0,007	0,001	0,005	0,001	0,016	0,004	0,016
JT10A	-	0,102	0,022	0,153	0,068	0,058	0,127	0,027	0,201	0,046	0,140
JT10B	-	0,077	0,017	0,127	0,057	0,040	0,108	0,022	0,170	0,037	0,127

ID	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
JT6i	0,179	1,122	0,186	0,480	0,044	0,033	0,003
JT6ii	0,179	1,146	0,187	0,475	0,040	0,037	0,005
JT7	0,423	2,813	0,444	3,386	0,225	2,930	0,858
JT8	0,003	0,021	0,004	0,024	0,002	0,015	0,007
JT10A	0,024	0,164	0,023	0,040	0,003	0,007	0,005
JT10B	0,019	0,136	0,020	0,031	0,003	0,009	0,007

Análisis por el Dr. Andrew Kerr, Universidad de Cardiff, Reino Unido. Muestras colectadas por John Tarney, Elson Paiva de Oliveira, F. Urbani y Luis Camposano, 2003.

* La muestra JT7 fue datada por M. Baquero (127 +1,9/-4,3 Ma, U-Pb, zircón, BAQUERO *et al.* 2013)(Fig. 35H) y por el Dr. Richard Spikings, Universidad de Ginebra (ver curva termocronológica en Fig. 35I).

2.2.3. Faja Villa de Cura

Terreno Villa de Cura

SHAGAM (1960) cartografía el transecto entre La Victoria y San Sebastián y acuña en nombre de Grupo Villa de Cura, integrado por las formaciones El Caño, El Chino, El Carmen y Santa Isabel.

Las unidades El Caño y El Chino no han podido ser separadas por autores posteriores, así que NAVARRO (1983) las redefine como la *Metatoba de El Caño-El Chino*, *Metalava de El Carmen* y *Granofel de Santa Isabel*.

Las unidades de El Caño y El Chino contienen metatobas de color azul verdoso ricas en clinopiroxeno, además hay metaftanita, filita clorítica y metarenisca. En el *Atlas* de URBANI y RODRÍGUEZ (2004) se han cartografiado de esa manera unificada sin diferenciar.

El Carmen se caracteriza por la típica metalava basáltica porfídica[64] de color verde - azulado, con fenocristales de augita, pero la litología mayoritaria también es metatoba. Santa Isabel consta de granofel cuarzo - feldespático - epidótico y delgados intervalos de metaftanita y metalava augítica (Fig. 36A).

[64] Denominada ankaramita

Estas unidades poseen litologías propias de una posición antearco de un sistema de arco de islas intraoceánico, luego sometidas a un proceso de subducción adquiriendo así asociaciones mineralógicas de AP–BT, facies de los esquistos azules (MARESCH 1974, OSTOS y NAVARRO 1986, UNGER *et al., 2*005) (Fig. 36B).

De los estudios de SMITH *et al.* (1999) se desprende que la unidad Santa Isabel con barroisita, ha seguido una trayectoria t-T-P diferente a las unidades El Caño-El Chino y El Carmen con glaucofano-lawsonita. Por determinaciones geocronológicas Ar-Ar se determina la edad del pico metamórfico de **c. 96-90 Ma** para Santa Isabel y **c. 80 Ma** para El Caño-El Chino y El Carmen (Fig. 36C). Durante el proceso de subducción estas rocas alcanzaron profundidades no mayores a ~30 km, para luego exhumarse a niveles corticales medios.



Figura 36A*. Metalava piroxénica de la Metalava El Carmen (ŽUJOVIĆ 1884).*

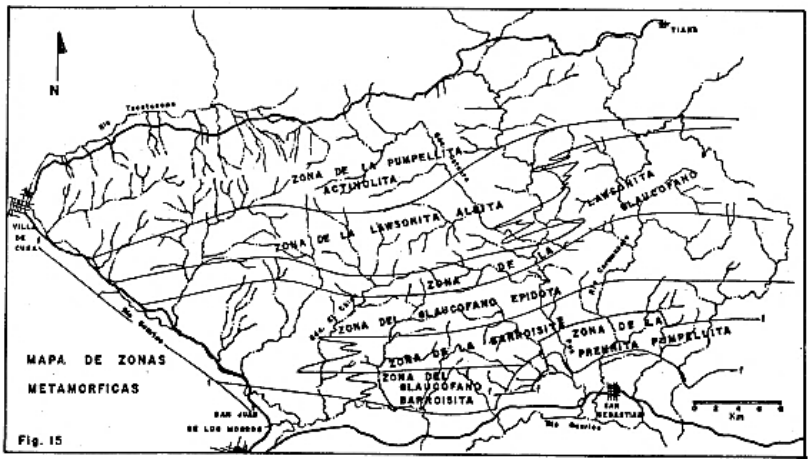


***Figura 36B**. Mapa simplificado con las distribuiones de las asociaciones mieneralógicas típicas de la facies de esquisto azul (NAVARRO 1983).*

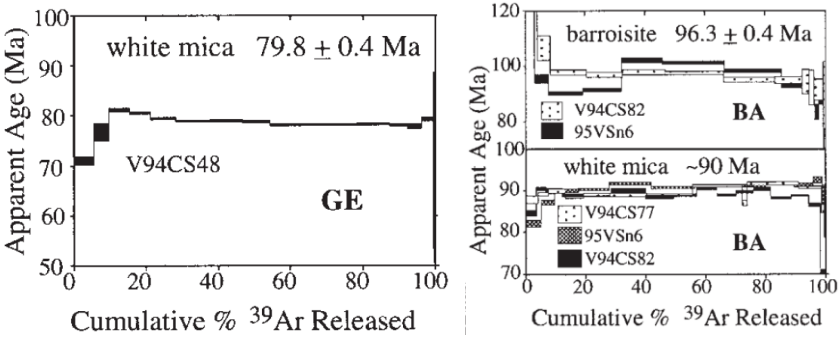


***Figura 36C**. Gráficos de geocronología Ar-Ar de unidades de Villa de Cura (SMITH et al. 1999).*

Por las características litologicas, edad de los picos metamórficos y facies metamórficas alcanzadas, la unidad Santa Isabel se diferencia del grupo de El Caño – El Chino – El Carmen. Para explicar este contraste, UNGER *et al.* (2005) plantean un modelo evolutivo diferencial (Fig. 36D). El contacto entre ambos grupos de undades es tectónico, corroborado por la coincidencia con la isógrada (Fig. 36B).

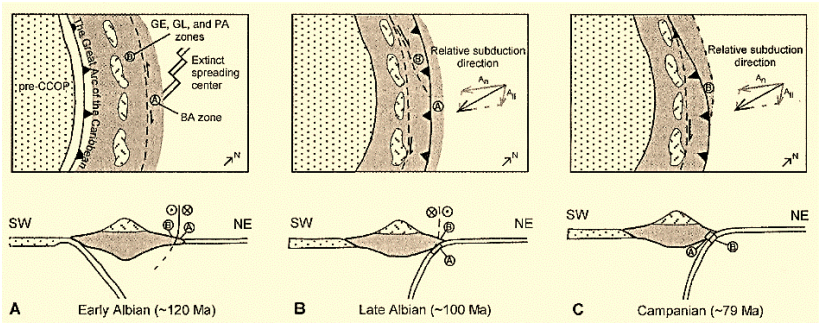


Figura 36D. *Modelo de la evolución metamórfica diferencial entre las unidades Santa Isabel (A) y El Caño-El Chino-El Carmen (B) (*UNGER et al. *2005).*

Terreno San Sebastián

Al sur del Terreno Villa de Cura en los alrededores de San Sebastián, en contacto de falla afloran rocas en facies de prehnita-pumpellyita (extremo SE de la Fig. 4) que corresponden al aquí descrito Terreno San Sebastián.

El Terreno San Sebastián es una sección del arco de islas oceánico que aflora como una franja estrecha a irregular al sur del Terreno Villa de Cura y en contacto tectónico con él. No está bien definido el tiempo de yuxtaposición de ambos terrenos.

La unidad mayoritaria es el *Basalto* ***Las Hermanas*** constituida por variedades de toba y lava, algunas almohadilladas (Fig. 37A,B) (NAVARRO 1983, URBANI *et al. 2*005).

De este a oeste y envueltos por el Basalto Las Hermanas, hay varios cuerpos de rocas plutónicas máficas a ultramáficas, como **Apa**, **Chacao**, **Cantagallo** y **Chaparrote**, que pueden representar cámaras magmáticas o raíces de volcanes.

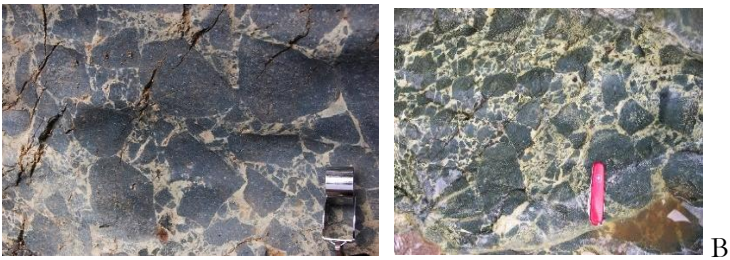
De estos cuerpos, el más oriental aflora en en la densa selva pluvial del Parque Nacional Guatopo y, está caracterizado por rocas ultramáficas a máficas en la secuencia de dunita, wherlita, clinopiroxenita y gabro. Corresponde a la unidad *Ensamble Plutónico*

Apa, en contacto intrusivo con el Basalto de Las Hermanas y de falla con unidades del Terreno Villa de Cura (URBANI 1988) (Fig. 37K). El cuerpo fue estudiado por VIZCARRET (1982) y PÉREZ (1986) y su composición mineralógica está recogida en la Tabla 29.

LAR (1992, fig. II-8) realiza un estudio geoquímico y determina una isocrona Nd-Sm de cinco muestras de roca total aportando una edad de **c. 100 Ma** (Fig. 37D).



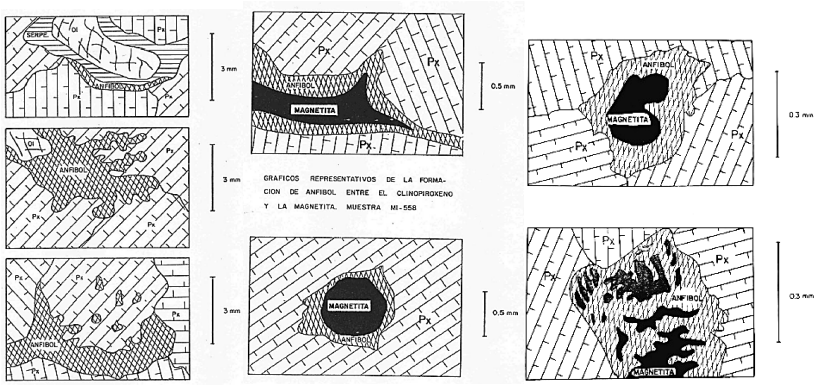
Figura 37. *Basalto Las Hermanas. Localifad tipo en la Quebrada Las Hermanas al este de San Sebastián, estado Aragua.* ***A:*** *Lava almohadillada sin deformar, con hialoclastita de color verde claro en los espacion entre-almohadas ("interpillow spaces").*



B


B

Figura 37B. *Basalto Las Hermanas. Quebrada Las Hermana.. Autobrechas de flujo basáltico compuesta por fragmentos angulosos del basalto en una matriz hialoclástica, producto de fragmentación vítrea y enfriamiento rápido durante la extrusión submarina, desarrolladas entre lavas almohadilladas.*



Clinopiroxenita olivinífera *Clinopiroxenita* *Gabro piroxénico*

Figura 37C. *Ensamble Plutónico Apa. Zonas de reacción entre olivino (ol), clinopiroxeno (Px), serpentinita (serpe), hornblenda (Anfibol) y magnetita (VIZCARRET 1982, URBANI (Ed.) (1989, pt. 3: 74, 84-85). Estas texturas reflejan reemplazo subsolidus, donde el anfíbol se forma entre clinopiroxeno, olivino y magnetita en rocas cumulíticas máficas y ultramáficas, por reacciones magmáticas tardías de hidratación - oxidación.*

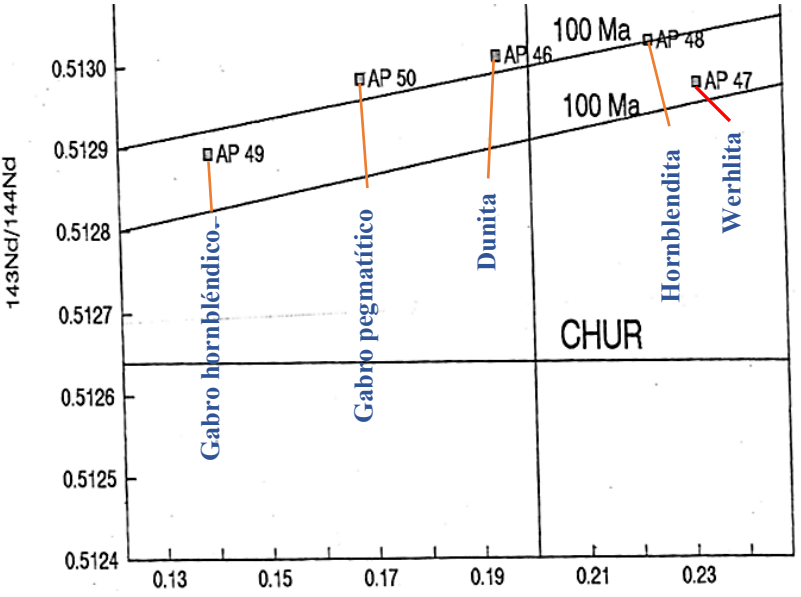


Figura 37D. *Diagrama isocrona Nd-Sm (c. 100 Ma) de rocas del Ensamble Plutónico Apa (LAR 1992, fig. III-81).*

Tabla 29. Composición mieralógica promedio de rocas de la Ensamble Plutónico Apa (VISCARRET 1982).

	MINERALES (%)																		
	CRISOTILO	ANTIGORITA	OLIVINO	DIOPSIDO	ANFIBOL	V - A	EPIDOTO	STILLNO.	CLORITA	ESFENA	CLINOPIROX.	PLAGIOCLASA	CUARZO	PRENITA	CALCITA	VIDRIO (?)	SERICITA	OPACOS (i)
Clinopiroxenita	1,3	2,1	1,5	91,6	0,2													3,2
Clinopirox. olivi.	4,8	4,7	12,8	78	1,5													0,3
Wherlita	17,9	18,6	20,4	42,1														1
Dunita	2,8	8,9	83,9															4,3
Gabro anfíbol v-a					10	23,6	7,1	1,4	2,6	9,3		34,4	1,2	0,6			3,4	6,9
Gabro piroxénico	1,1				9,5	5,1	6,6	1	2,3	12,1	28,7	21		0,7			3,8	9,1
Gabro hornblén.					21,7		10	3,7	2,5	13,5		32,5		1,2			9,4	4,7

Por el alto contenido de magnetita de las rocas de esta unidad, en el levantamiento aeromagnpetico de Geoterrex (1983) se observa una notable anomalía magnética que ha sido estudiada por ORIHUELA y URBANI (1997) (Fig. 37E,F,G) (Tabla 28´).

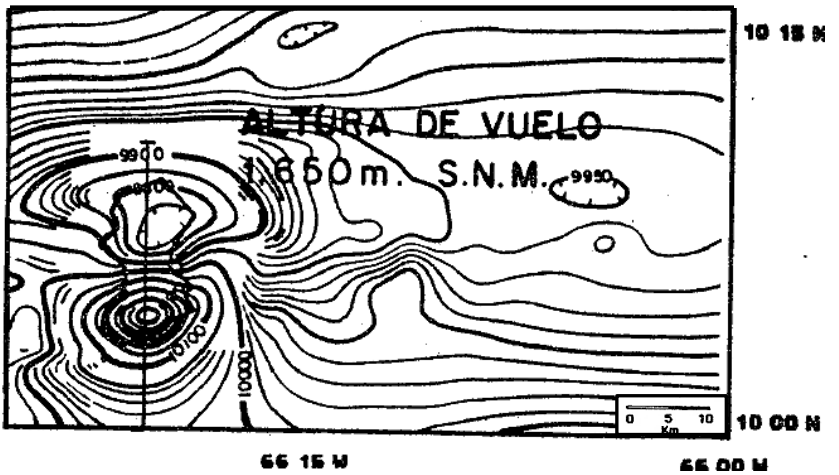


Figura 37E. *Fragmento del mapa aeromagnético del norte de Venezuela de GEOTERREX (1983). La abrupra anomalía magnética se ubica sobre el cuerpo del Ensamble Plutónico Apa (ORIHUELA y URBANI 1997).*

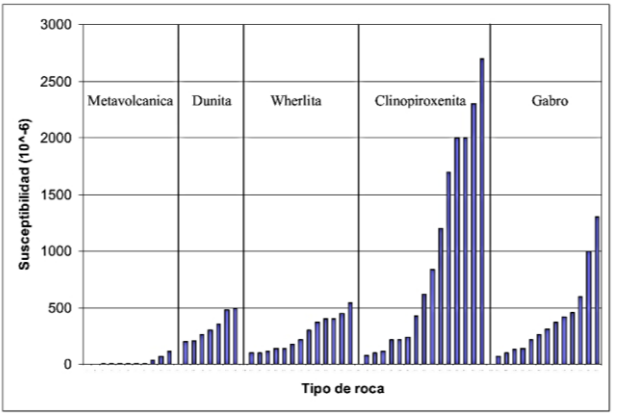


Figura 37F. *Susceptibilidad magnética vs. tipos de rocas del Ensamble Plutónico Apa. Datos en el mismo orden de la Tabla 28´.*

Tabla 28´. *Susceptibilidad magnética y mineralogía de rocas del Ensamble Plutónico Apa y del Basalto Las Hermanas.*

Muestra	Sus.	Ol+S	Cp	An	Op	Otr
Metavolcánicas						
1585	1					100
1518	2					100
1505	5					100
1510	5					100
1521	5					100
1530	5					100
1576	10					100
1579	10					100
1668	40					100
1650b	70					100
1581	120					100
Promed.	***25***					***100***
Dunita						
1624	200	96			4	0
1629	210	99			1	0
1626	260	97			3	0
1672c	300	95			5	0
1617	360	95			5	0
1618	480	86			14	0
1622	500	93			7	0
Promed.	***330***	***94***			***6***	***0***
Wherlita						
1639	100	25	72		3	0
1672b	100	45	55			0
1691	120	20	75		4	1
1641	140	15	82		3	0
1642	140	19	72		6	3
1690	180	16	80		4	0
1699	220	23	74		3	0
1685	300	30	70			0
1677	370	20	77	2	1	0
1608	400	50	50			0
1632	400	85	10		5	0
1708	450	67	30		3	0
1697	540	50	50			0
Promed.	***266***	***36***	***61***	***0***	***2***	***0***

Muestra	Sus.	Ol+S	Cp	An	Op	P+a	Otr
Clinopiroxenita							
1714	80		85		10		5
1706	100	12	81		2		5
1710	120	2	94		2		2
1682	220	12	85		3		0
1683	220	10	90				0
1680	240	10	90				0
1711	430	2	93		5		0
1698	620	1	98		1		0
1541	840	10	82		8		0
1558	1200		92		8		0
1562	1700	5	85		10		0
1553b	2000	8	82		10		0
1556	2000		90		10		0
1564	2300	1	79		20		0
1560	2700	3	72		20		5
Promed.	***985***	***5***	***87***		***7***		***1***
Gabro							
1613	70			35	10	42	13
1643	100			40	5	49	6
1687	130			50	4	40	6
1716	140			28	10	45	17
1702	220			25	5	70	0
1611b	260			55		32	13
1544a	310		15	30	10	42	3
1544b	370		15	30	10	42	3
1684	420			45	16	33	6
1552	460		5	34	13	32	16
1543	600		20	15	5	50	10
1545	1000		15	20	30	35	0
1548	1300		35	10	55		0
Promed.	***414***	***0***	***8***	***32***	***13***	***39***	***7***

Sus. : Susceptibilidad en en cgs x 10^{-6}

Minerales (%):

Ol+s	Olivino + serpentina
Cp	Clinopiroxeno
An	Anfíboles
Op	Opacos
Pg+a	Plagioclasa + productos alteración
Otr	Otros minerales

Trabajo de campo y análisis petrográfico de VISCARRET (1982) y PÉREZ DE GREGORIO (1989). Medición de susceptibilidad magnética por la Prof. N. Orihuela.

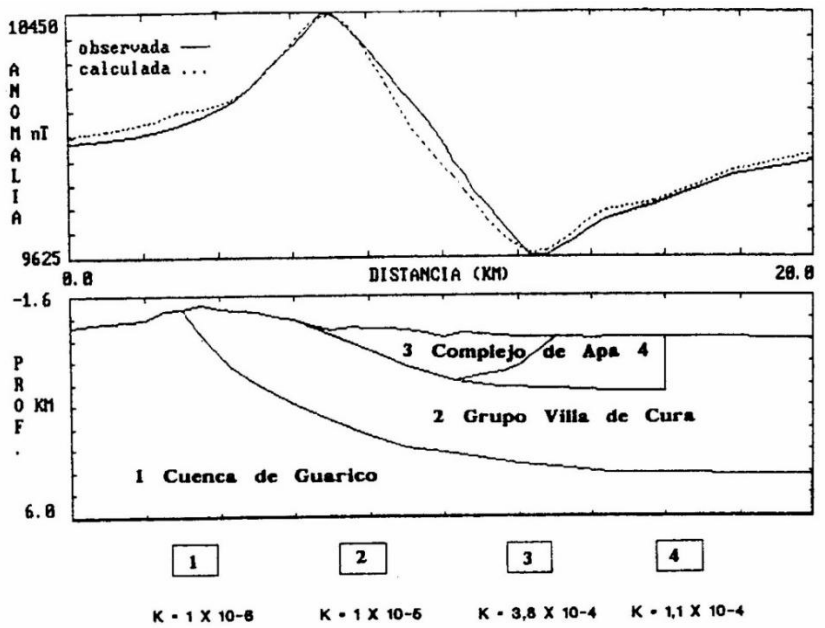


***Figura 37G**. Modelo geológico bidimensional propuesto una sección norte-sur que cruza la asociación Plutónica Apa y alrededores (ORIHUELA y URBANI 19979*

Al oeste de San Juán de los Morros aflora la unidad *Gabro* ***Chacao*** (Fig. 37H-I,K), que fue estudiado por MURRAY (1972), quién considera que es intrusivo en el Granofel de Santa Isabel. Trabajos posteriores de DÍAZ (2014) y HURTADO (2026) muestran que tanto el Gabro de Chacao, como los cuerpos del *Gabro* ***Cantagallo*** (Fig. 37Ia, L) y el *Gabro* ***Chaparrote*** (Fig. 37Ib, M) (NÚÑEZ 2016) intruyen al Basalto Las Hermanas.





***Figura 37H**. Gabro Chacao, río Tiber, oeste de San Juan de Los Morros. Agmatitas y rocas brechas.*



***Figura 37H**. Gabro Chacao, río Tiber, oeste de San Juan de Los Morros. Rocas brechoides.*

 H

Río Tiber. Estructura de "diques laminados" (sheeted dikes) en la parte media del plutón, con rocas basálticas a andesíticas.

 I

Quebrada Carrizalito al norte del Gabro Chacao. Brechas en el Basalto Las Hermanas, que claramente no corresponde con la unidad Santa Isabel del Terreno Villa de Cura.

Figura 37I. *Gabro Chacao y alrededores.*

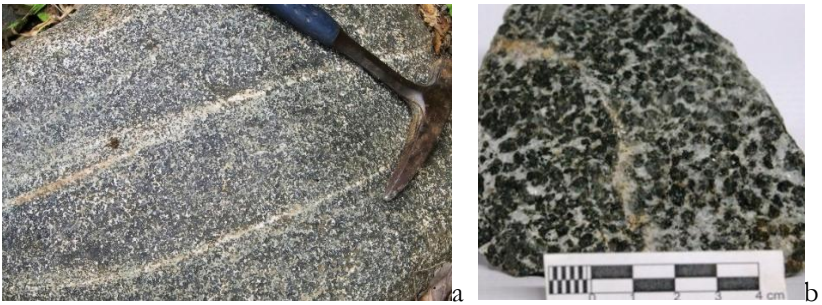

a b

Figura 37I*. a: Afloramiento del Gabro Cantagallo. C: Muestra del Gabro Cantagallo.*

Del Terreno San Sebastián se dispone de las siguientes edades:

- Del Gabro Cantagallo, SANTAMARÍA (1972) y SANTAMARÍA y SCHUBERT (1974) aportan cuatro edades K-Ar de **c. 66 Ma**.

- Del Basalto Las Hermanas hay edades K-Ar en el intervalo de **119** y **34,7 Ma** (GIRARD *et al.* 1982, LOUBET *et al.* 1985, BECK 1986: 281).

- LOUBEt *et al.* (1985) presenta edades K-Ar del Gabro Chacao:

CH 7	Hornblende	$98^{+}_{-}4$
CH 8	Hornblende	$104^{+}_{-}4$
CH 8	Plagioclase	$58.5^{+}_{-}2$
CH 11	Hornblende	$91^{+}_{-}3.5$
CH 16	Hornblende	$101^{+}_{-}4$
CH 16	Plagioclase	$49.8^{+}_{-}2$

Estas edades K-Ar refieren a eventos termales ocurrido luego de la cristalización. Dos edades por métodos más confiables para datar la cristalización de las rocas son las siguientes:

-LAR (1992) determina una edad Nd-Sm la Asociación Plutónica Apa con seis muestras de roca total que aporta una edad de **c. 100 Ma** (Fig. 37D) (límite Albiense-Cenomaniense).

-BAQUERO *et al.* (2013) obtiene una edad U-Pb (zircón, LA-ICP-MS) de un gabro hornbléndico de Chacao[65] que aporta una edad de **92,8 (+1,4/-1,6) Ma** (Cenomaniense-Turoniense) (Fig. 37J).

Con base a estas dos últimas edades de los cuerpos intrusivos, el Basalto Las Hermanas puede asignarse al Cretácico Temprano (probablemente Aptiense-Albiense).

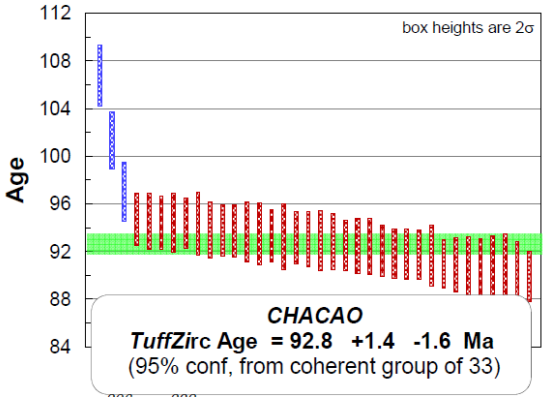


Figura 37J. *Determinación de edad U-Th zircón del Gabro de Chacao (BAQUERO* et al. *2013).*

Al oeste de Acarigua en la Serranía de Portuguesa dentro de las unidades cartografiadas como formaciones Nuezalito y Río Guache II, ambas pertenecientes al Olistostromo de Platillón, se encuentran varios klippes kilométricos de rocas ígneas (MURRAY 1972, SKERLEC 1979, BLIN 1989, AGUASUELOS INGENIERÍA 1990, PÉREZ-S. 2012, URBANI, DÍAZ y GÓMEZ 2017), que denominamos *Ensamble Ígnea* ***Cerro Pelón***. (Fig. 41A). El cuerpo principal es un megaolistolito que presenta una secuencia invertida de dunita (arriba), piroxenita, gabro y basalto (abajo). El basalto es la roca arealmente mayoritario en los demás cuerpos de esa zona. El cuerpo de Cerro Pelón corresponde a un megaolistolito del Terreno San Sebastián.

[65] Muestra de HURTADO (2026).

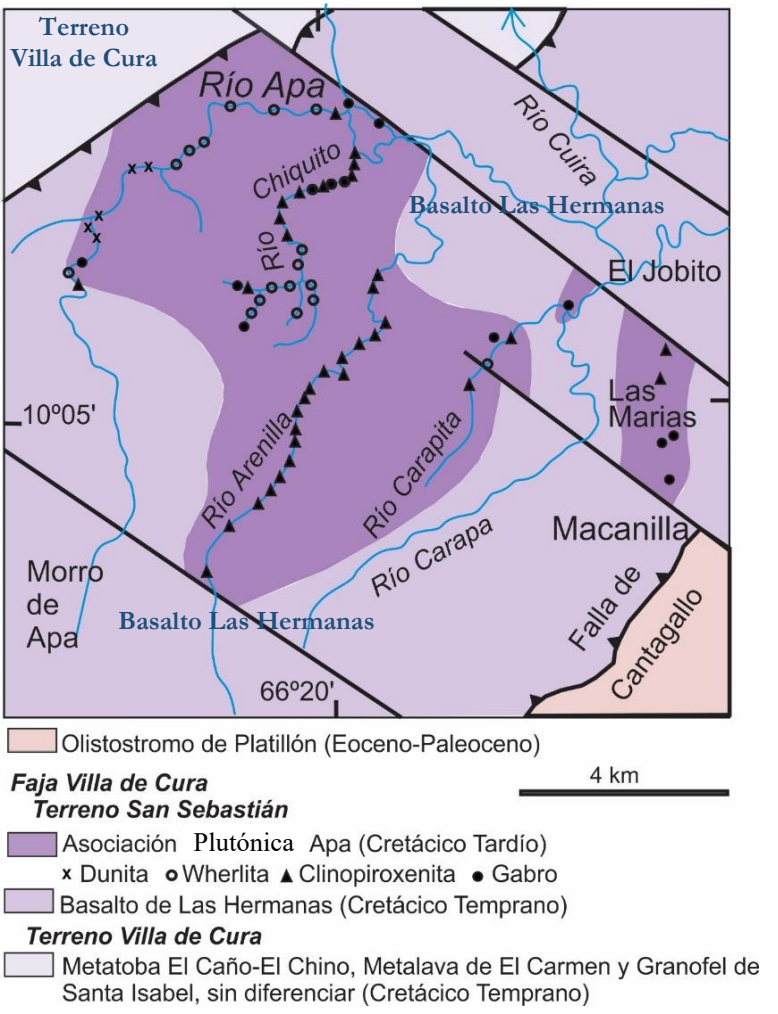


***Figura 37K**. Mapa geológico simplificado de la cuenca media del río Cuira, sur de Caucagua, estado Miranda, donde aflora el Ensamble Plutónico Apa. Mapa de URBANI (1998) con nomenclatura actualizada.*

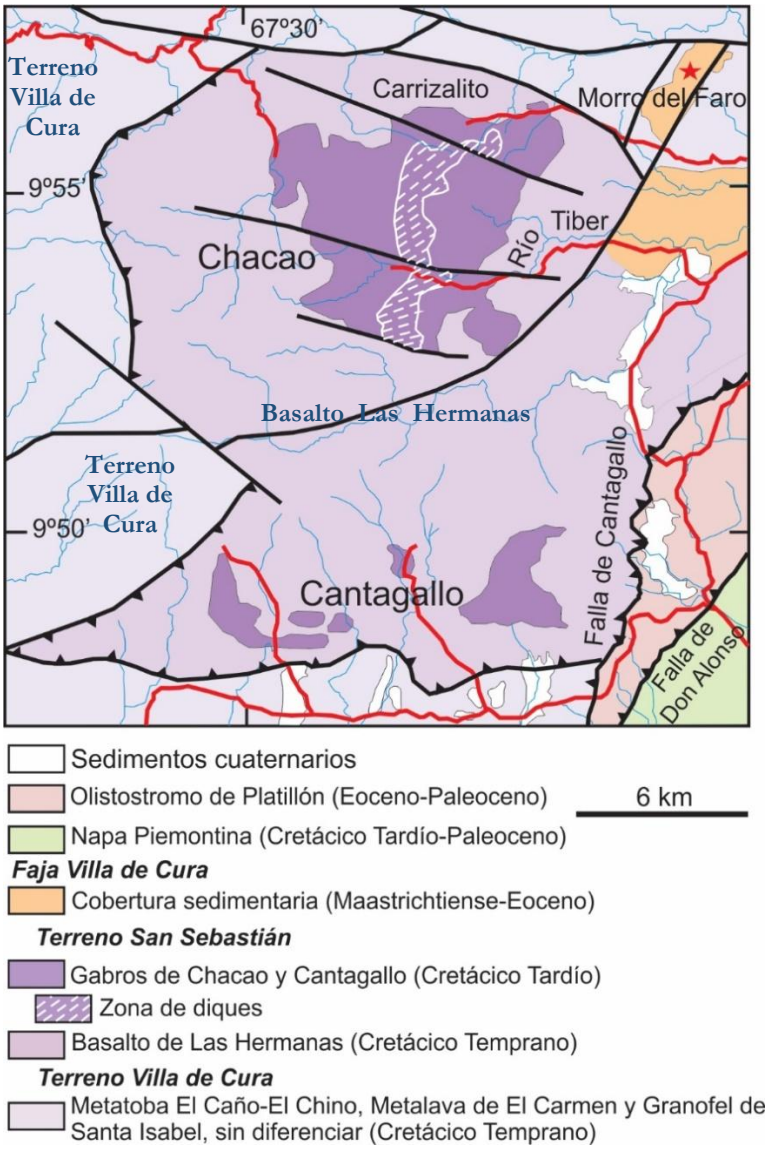


Figura 37L. *Mapa geológico de la región oeste y suroeste de San Juan de los Morros, estado Guárico, donde afloran los gabros de Chacao y Cantagallo. Simplificado de DÍAZ (2015).*

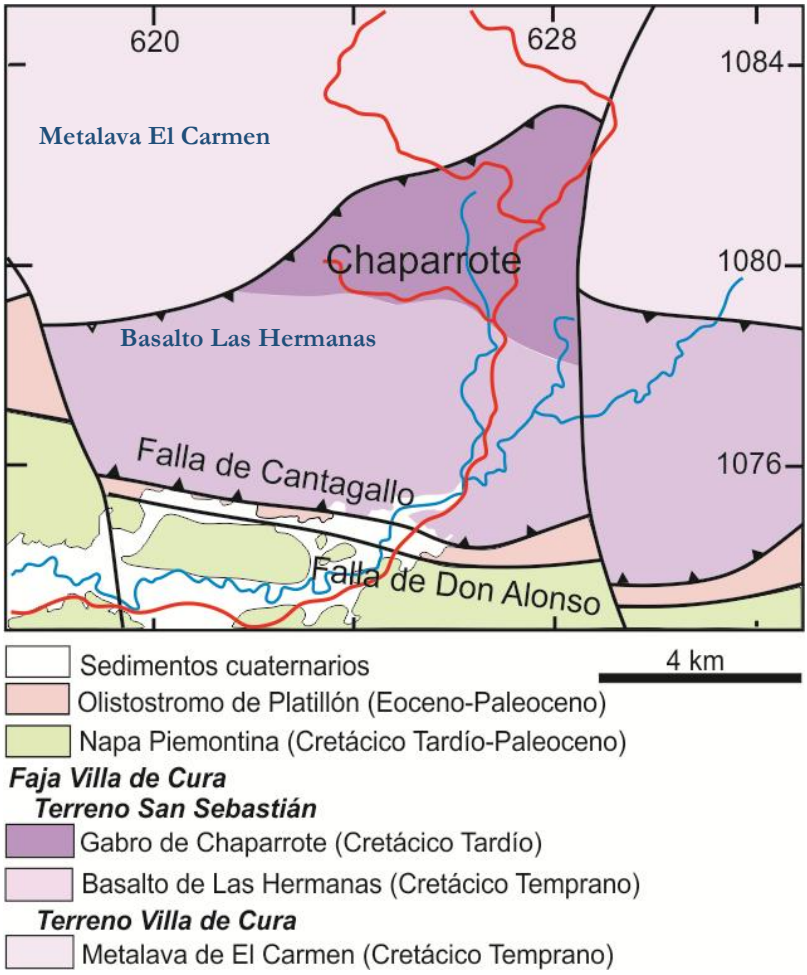


***Figura 37M**. Mapa geológico generalizado de la región de Chaparrote, al este de El Pao, estado Cojedes. Adaptado de NÚÑEZ (2014).*

Las rocas del Terreno San Sebastián carecen de estructuras penetrativas y presentan efectos de metamorfismo de muy bajo grado en facies sub-esquisto verde: facies prenhita-actinolita o prehnita-pumpellyita según el esquema de WILLNER (2020) (Fig. 16J).

El Basalto Las Hermanas presenta gran semejanza con el Grupo Volcánico Tobago (Tobago Volcanic Group) (NEILL *et al.* 2013), mientras que la Ensable Plutónico Tobago (Tobago Plutonic Suite) con dunita, wherlita, clinopiroxenita olivinífera y gabro, se asemeja a al Ensamble Plutónico Apa.

Tabla 29´. Geoquímica de elementos trazas. Gabro Chacao.[66]

	Ba	Co	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	V	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd
GU-2A	153	56,6	17,5	1,0	2,1	5,4	276,8	578	21,4	23,6	1,8	5,6	1,28	9,0
GU-2B	354	36,8	18,2	1,6	1,2	8,6	413,8	374	40,4	19,2	4,2	10,2	1,74	9,4
GU-3A	123	89,9	6,9	0,4	1,0	1,1	77,3	378	8,6	8,5	0,7	2,1	0,47	3,8
GU-5	104	22,4	16,7	2,5	2,4	4,0	101,2	254	72,0	16,7	10,7	15,3	2,19	8,9
GU-12B	204	45,4	16,3	1,4	0,7	4,2	299,6	467	43,4	20,9	4,0	8,4	1,56	8,4
GU-12C	148	23,4	13,7	2,3	0,7	4,8	198,7	249	66,7	24,6	5,9	14,5	2,27	12,0
GU-18A	174	72,1	14,3	1,0	0,3	1,5	138,9	702	21,5	20,8	1,3	4,5	1,11	6,7
GU-18B	531	14,2	17,4	2,8	1,1	15,2	354,9	163	104,8	19,6	9,4	19,7	2,57	11,0
GU-19	189	28,7	17,0	1,8	1,5	6,2	145,5	338	63,3	21,2	6,3	12,8	1,91	8,5
GU-26	126	31,1	18,3	0,8	0,2	2,0	577,7	346	22,8	18,0	3,0	8,3	1,58	9,0
GU-27A	132	40,8	14,5	0,8	0,2	1,8	423,1	421	16,8	10,0	1,7	5,4	0,93	6,3
GU-27B	240	25,9	18,2	1,4	0,8	2,5	518,5	238	50,5	15,9	10,9	21,5	2,89	12,6
GU-31B	174	78,7	15,1	1,2	0,5	1,0	164,5	611	25,5	25,4	1,7	5,9	1,31	9,0
GU-31C	201	51,0	15,8	0,9	<0.1	2,3	334,3	541	16,1	15,6	1,1	4,2	1,16	5,2
GU-32	167	48,1	11,4	0,7	<0.1	4,4	167,3	272	19,9	14,7	1,6	4,1	0,79	5,2
GU-38A	524	36,0	13,5	0,4	<0.1	17,4	403,1	299	10,6	8,9	0,9	2,5	0,47	3,3
GU-38B	224	38,8	15,9	0,6	<0.1	4,5	423,2	339	13,1	18,3	1,6	4,4	0,90	5,7
GU-39	158	32,7	17,1	1,2	0,3	3,1	541,3	223	39,7	15,6	4,9	10,3	1,52	7,2
GU-40	233	28,8	19,5	0,7	<0.1	4,5	435,3	240	18,3	25,3	2,1	7,0	1,37	8,5
GU-41A	158	40,0	15,9	0,5	<0.1	3,5	438,7	419	15,6	10,0	1,7	4,1	0,68	3,3

	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Cu	Pb	Zn
GU-2A	3,07	1,05	4,28	0,71	4,16	0,93	2,67	0,36	2,26	0,27	168,3	2,5	43
GU-2B	3,02	1,03	3,79	0,56	3,83	0,79	2,14	0,28	1,94	0,27	105,1	5,8	37
GU-3A	1,21	0,47	1,78	0,27	1,69	0,36	1,01	0,12	0,70	0,10	122,2	1,2	38
GU-5	2,40	0,80	2,95	0,49	3,27	0,68	2,03	0,26	1,62	0,31	76,7	1,6	9
GU-12B	2,95	0,92	3,80	0,64	3,98	0,88	2,24	0,34	2,13	0,28	124,7	0,4	23
GU-12C	3,09	0,94	3,90	0,66	4,04	0,94	2,78	0,39	2,70	0,43	90,9	1,0	23
GU-18A	2,61	0,95	4,00	0,66	4,35	0,86	2,37	0,29	2,04	0,27	175,3	0,6	25
GU-18B	2,67	0,89	3,33	0,50	3,06	0,66	2,12	1,00	2,20	0,35	46,3	2,0	27
GU-19	2,63	1,03	3,33	0,56	3,70	0,79	2,30	0,32	2,23	0,34	130,3	1,6	25
GU-26	2,56	1,02	3,28	0,55	3,61	0,68	2,10	0,28	1,86	0,27	182,5	1,7	45
GU-27A	1,61	0,59	2,00	0,32	2,09	0,48	1,19	0,15	1,12	0,13	86,5	0,4	24
GU-27B	3,07	1,01	3,27	0,50	2,75	0,62	1,81	0,25	1,60	0,22	14,2	0,2	20
GU-31B	3,04	1,12	4,24	0,74	4,93	0,96	2,84	0,38	2,07	0,32	343,5	0,3	37
GU-31C	2,18	0,83	3,01	0,49	3,19	0,67	2,03	0,25	1,58	0,21	151,5	0,3	42
GU-32	1,67	0,58	2,12	0,38	2,10	0,53	1,64	0,22	1,55	0,23	69,2	0,5	13
GU-38A	1,12	0,48	1,38	0,26	1,64	0,33	0,94	0,13	0,84	0,12	65,9	0,3	34
GU-38B	1,93	0,87	2,96	0,51	3,60	0,67	2,01	0,26	1,69	0,25	676,5	0,5	33
GU-39	1,92	0,78	2,54	0,42	2,45	0,58	1,61	0,25	1,66	0,25	35,8	0,4	69
GU-40	2,82	1,13	3,75	0,66	3,73	0,91	2,72	0,39	2,59	0,38	46,5	0,5	51
GU-41A	1,20	0,55	1,62	0,29	1,75	0,40	1,26	0,15	1,03	0,13	20,3	0,5	40

[66] Trabajo de campo por R. Hurtado, F. Urbani y D. Mendi (HURTADO 2026)

Con las observaciones de campo, petrografía y geoquímica (Tabla 29´) del **Gabro Chacao**, preliminarmente[67] se obtiene lo siguiente:

(1) El procesamiento de los datos de la Tabla 29´ con diagramas de discriminación (e.g.: PEARCE *et al.* 1973), permite interpretar una afinidad de Basalto de Arco de Isla (IAB).

(2) Las frecuentes brechas (Fig. 37H) probablemente se formaron por fragmentación de las paredes durante el ascenso del magma (*stopping*), dande lugar a que pedazos de melanogabro -más antiguo- se encuentren embebidos en una matriz gabroica más leucocrática -más joven-[68].

(3) La zona de "*sheeted dikes*" basáltico - andesíticos puede representan la zona de un sistema un alimentación.

(4) Globalmente, este cuerpo parece reflejar un emplazamiento subvolcánico episódico, con procesos de mezcla de magmas (*mingling*) y autobrechamiento dentro de un sistema de arco intraoceánico.

Estos resultados confirman la interpretación original de MURRAY (1972), que Chacao - Cantagallo, así como Cerro Pelón, corresponden a conductos de alimentación de edificios volcánicos del arco.

Los plutones ultramáficos-máficos del Terreno San Sebastián representan rocas cristalizadas a distintas profundidades:

- Los cuerpos de Apa (*in situ*) y Cerro Pelón (megaolistolito) con secuencias desde dunita hasta gabro, representa niveles corticales profundos a medios, correspondientes a la raíz de una cámara magmática con diferenciación cumulítica.

[67] Un trabajo completo sobre este importante cuerpo actualmente es objeto de la tesis de maestría del Prof. Ruthman Hurtado a ser presentada probablemente en 2026 (HURTADO 2026).

[68] La roca datada Turoniense por el Dr. M. Baquero es de este tipo de gabro más leucocrático. Las edades de las rocas melanocrática y la leucocrática pueden ser muy poco diferentes.

- Los gabros de Cantagallo y Chaparrote con textura uniforme, reflejan cristalización en un ambiente estable en niveles medios a superficiales.

-El Gabro Chacao con gran extensión de afloramientos de rocas brechadas (autobrechamiento) (Fig. 37H) y una la franja que hemos interpretado como "*sheeted dikes*" (Fig. 37I y 37L lineas blancas segmentadas), revelan procesos dinámicos a niveles más someros, donde la interacción de magmas y la fragmentación de paredes son frecuentes. Todo esto en un contexto de arco de islas interoceánico.

Aquí caben algunas consideraciones adicionales sobre la zona de diques laminares (*sheeted dikes* - SD), estas estructuras usualmente se encuentran en ambientes extensionales de cordilleras centroceánicas, que no es el caso para el Terreno San Sebastián, que pertenecen a un arco de islas intraoceánico. De manera que para que existan estos SD, localmente debió existir un ambiente extensional, posiblemente en una configuración de rifting incipiente, o en un ambiente retro-arco quizás semejante a lo postulado para el origen de la cromitita de Paraguaná por MENDI *et al.* (2020) (ver Fig. 45B).

- - - - - - - - - - -

Además de las unidades volcánicas, la Faja Villa de Cura consta de varias unidades de cobertura sedimentaria (Fig. 37N), reconocidas como tales por AGUASUELOS INGENIERÍA (1990), VIVAS y MACSOTAY (1997) y DÍAZ (2015), a saber:

Guaiquera (Eoceno),

Caramacate (Paleoceno-Eoceno),

Morro del Faro (Paleoceno),

Escorzonera (Maastrichtiense).

En el camino de ascenso al Morro del Faro, hay un afloramiento de caliza de la Formación Escorzonera (Fig. 37Ñ), que ha sido visitado por muchos geólogos desde 1944, allí se ha identifico un gasterópodo del género *Actaeonella*. Ejemplares que colectamos fueron examinados

por el Dr. Oliver Macsotay, quien los identificó como *Trochacteon (Neocylindrites)* sp. indet. (Fig. 37O,P). Las cámaras están rellenas de material sedimentario y, volcánico semejante al Basalto Las Hermanas (URBANI *et al.* 2018).

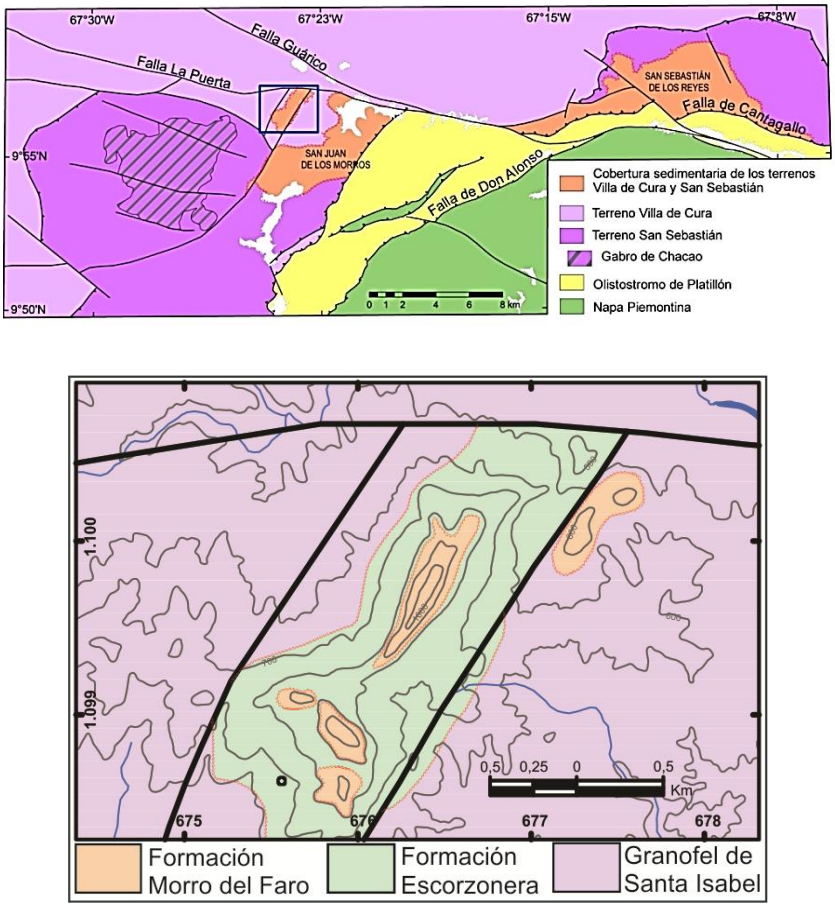


***Figura 37N**. Mapa geológico generalizado de la región de San Juan de los Morros - San Sebastián, con la ubicación de la muestra (círculo negro) (URBANI* et al. *2017, adaptado de DÍAZ (2014).*



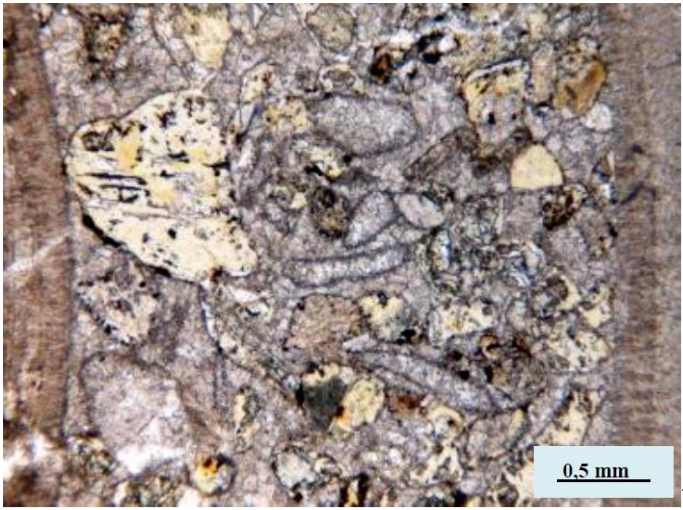
a



b

Figura 37Ñ*. Formación Escorzonera. Camino de ascenso al Morro del Faro, San Juán de los Morros, estado Guárico.* ***a****: Lava con meteorización esferoidal.* ***b****: Afloramiento de caliza con abundantes gasterópodos. Ancho 18 cm.*


a



b

Figura 37O*. Gasterópodo* Trochacteon (Neocylindrites*) sp.*
a*: Secciones trasversales.* ***b****:"Relleno de la concha entre sus paredes recristalizadas a esparita (arcos redondeados a la izquierda y derecha de la figura). En el relleno se observa material clástico sedimentario (limolita, chert) y volcánico, posibles microfósiles y fragmentos de fósiles, todos cementados por esparita" (*URBANI et al. *2018).*

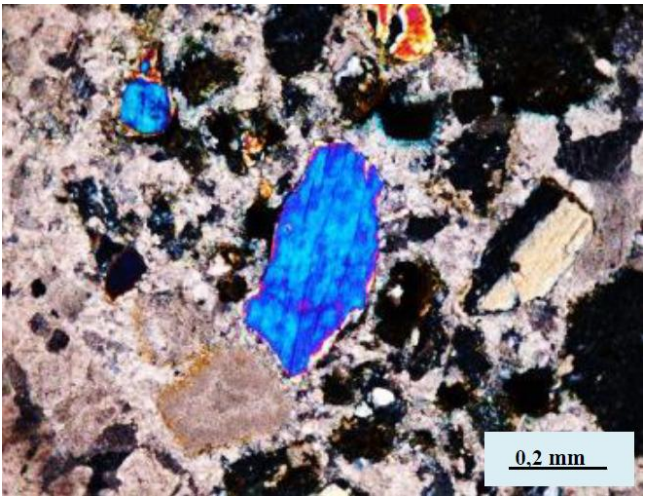


Figura 37P. *Gasterópodo* Trochacteon (Neocylindrites*) sp.*
"Detalle del relleno de la concha. Al centro se observa un cristal prismático de clinopiroxeno fresco con clivaje marcado y colores de interferencia azules y amarillo-rojizos típicos; otros cristales están alterados a clorita pseudo-isotrópica; el cristal a la derecha está maclado. Abajo y a la izquierda del cristal central se observan dos fragmentos de posibles algas calcáreas, micritizados y con bordes de microesparita. Polarizadores cruzados" (S. Grande, en *URBANI* et al*. 2018).*

La geocronología en zircones detríticos realizada por el Dr. James E. Wright (Univ. Georgia, com. pers., 2010) en una muestra de la Formación Caramacate, muestra edades en el intervalo 133-53 Ma (Hauteriviense-Ypresiense) (Fig. 42D), sin influencia del continente suramericano, lo que sustenta la interpretación de ser una unidad de cobertura del arco volcánico intraoceánico.

En los años 1978 a 1982 la empresa MARAVEN realizó una campaña de exploración Costa Afuera en la Cuenca Tuy – Cariaco (Fig. 37Q), donde los pozos EBC-1X y MTC-1X[69] llegan al

[69] Del pozo MTC-1X, el Dr. Pablo Klar de INTEVEP estudió tres muestras del basamento ígneo: 11.785´-11.798´ diorita cuarcífera o trondhjemita, 12.077´-12.090´ toba afanítica (dacítica o riodacítica), 12.090´ igual a la anterior. Las muestras presentan prehnita (información cortesía del Dr. Donald Goddard, 24

basamento volcánico (GODDARD 2025), con litologías semejantes a las rocas del Terreno San Sebastián.

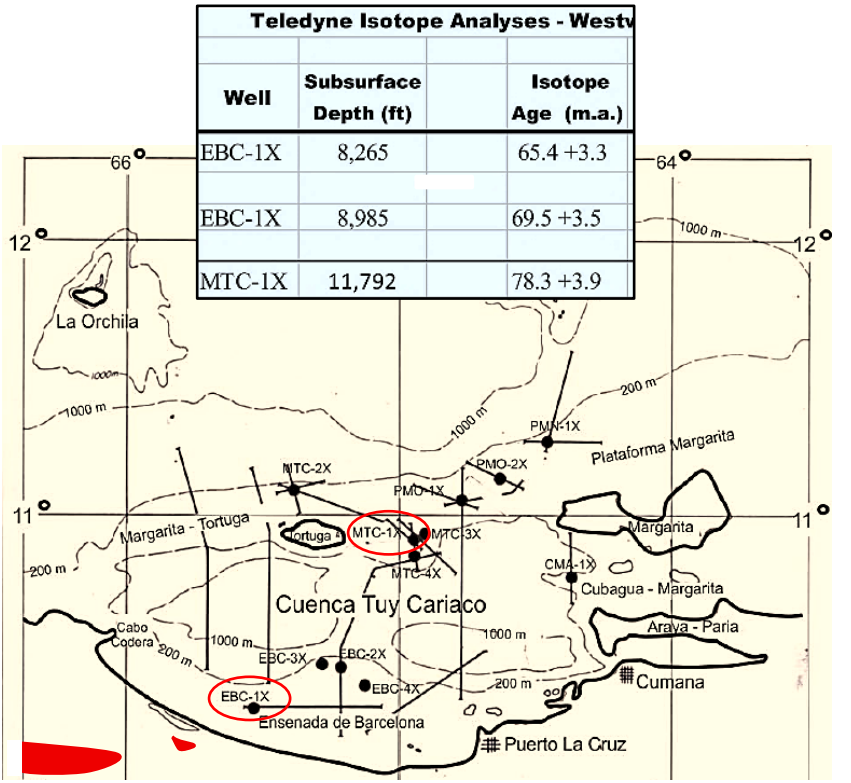


***Figura 37Q**. Ubicación de lineas sísmicas con pozos exploratorios y edades K-Ar. Cuenca Tuy–Cariaco, MARAVEN 1979-1982 (GODDARD 2025). En rojo afloramientos de la Faja Villa de Cura.*

abril 2025). El autor recuerda conversaciones con el Dr. Suhas Talukdar, INTEVEP, quién examinó secciones finas de los pozos indicados, e igual las reconocía como pertenecientes al hoy denominado Terreno San Sebastián, sin los típicos minerales metamórficos del Terreno Villa de Cura.

En tres muestras se obtuvieron edades K-Ar, que están en el rango de las edades obtenidas por el mismo método en el Basalto Las Hermanas.

En la Tabla 30 se presentan los análisis químicos de cuatro muestras, que con la excepción de la EBC-1X 8267´ que está muy carbonatizada, se procesaron por diagramas de discriminación de ambientes tectónicos, encontrando que presentan bajos contenidos de Nb y relaciones altas Y/Nb y Zr/Nb, junto con proporciones Ti/V reducidas, lo que refleja una fuente mantélica empobrecida y afectada por fluidos de subducción. En el diagrama AFM las muestras se ubican entre los campos toleítico y calcoalcalino, indicando magmas basálticos moderadamente evolucionados. En conjunto, los resultados apuntan a un origen en arco de islas.

Tabla 30. Composición química de muestras de rocas volcánicas del basamento de pozos exploratorios de la Cuenca Tuy – Cariaco.

	EBC -1X 8267'	EBC -1X 8973'	EBC -1X 8985'	MTC -1X 11,784'
SiO_2	44.08	50.90	50.93	53.17
TiO_2	0.23	0.81	0.85	1.05
Al_2O_3	15.18	18.32	18.34	18.16
FeO*	3.46	8.84	9.07	10.35
MnO	0.10	0.18	0.19	0.20
MgO	1.91	5.77	6.04	4.08
CaO	31.15	9.56	9.54	9.11
Na_2O	< 0.5	3.83	3.61	2.77
K_2O	< 0.05	1.25	1.09	0.84
P_2O_5	< 0.05	0.18	0.19	0.16
Sum**	96.11	99.64	99.85	99.89
FeO	1.38	6.42	6.83	8.20
Fe_2O_3	2.31	2.69	2.49	2.39
H_2O^+	2.57	2.73	2.85	3.03
H_2O^-	0.13	0.40	0.32	0.05
CO_2	7.94	2.32	1.85	0.60
LOI	9.22	3.95	4.12	2.75
Rb	< 1	16	14	14
V	265	275	275	419
Cr	97	15	17	17
Co	9	34	37	37
Ni	31	15	16	15
Cu	9	58	27	115
Zn	10	80	86	82
Sr	39	362	349	385
Ba	< 20	481	455	597
Y	8.1	20	21	22
Zr	29	77	77	77
Nb	2.2	3.9	3.9	3.9

[70]

Componentes mayoritarios y trazas por FRX, c.1980. Autores y laboratorio desconocido. Cortesía del Dr. Donald Goddard, 2025.

[70] El Prof. S. Grande (28 enero 2025) comenta: "*El valor 44,08 SiO_2 sugiere que puede ser una picrita, pero el MgO es muy bajo y el CaO muy alto, así que es una muestra profundamente alterada a carbonatos*." La carbonatización en basalto también ha sido observada en muestras de la Quebrada Yaracuybare y el pozo TOC-1X en Falcón suroriental (BARITTO *et al.* 2024).

Tabla 31. Sumario de las características de los terrenos de la Serranía del Interior.

Faja	Terreno	Características / protolito	Edad	Metamór-fismo	Observaciones y unidades formales
Cauca-gua – El Tinaco	El Tinaco	-Tercera cobertura (volcanosedimentaria)	-Cretácico Temprano	sEV	-Formación **Mamonal** (+ Basalto de **Los Pilancones**)
		-Segunda cobertura (volcanosedimentaria)	-Jurásico?	EV (clorita)	-Metavolcanosedimentarias de **Las Placitas**
		-Primera cobertura (sedim.)	-Paleozoico?	EV (biotita)	-Esquisto de **Tinapú**
		-Corteza continental superior	-Neoproterozoico	AE?	-Trondhjemita de **La Gloria**
		-	“	AE	-Migmatita de **Camoruco**
		-	“	AE	-Gneis de **La Aguadita**
		-Corteza continental inferior	“	G	-Gneis de **Vallecito**
		-Manto subcontinental	-	G	-Peridotita de **Tinaquillo**
	Cachin-che	Sedimentos pelíticos	Paleozoico?	EV (granate) + cianita	U: Complejo **Cachinche**
	Tucutu-Nemo	-Mayormente carbonatos.	-Cretácico?	EV (clorita)	U: Capas de **La Candelaria**,
		-Sedimentos pelíticos + basalto intraplaca.	-Pérmico “		-Filita de **Tucutunemo** + Basalto de **Los Naranjos**
	Tácata	-Sedimentos carbonáticos	-Cretácico Tardío	nM	U: Capas de la **Quebrada Onoto**
		-Diques y sills	-post-Pérmico	EV (clorita)	-Gneis Tonalítico de **Curiepe**
		-Plutónicas intermedias	-Pérmico	“	-Metadiorita de **La Guacamaya**
		-Volcanosedimentarias	-pre-Pérmico?	“	-Rocas de **Conoropa**
		-Psamitas y psefitas	“	“	-Metaconglomerado de **Charallave**
		-Carbonatos + volcánicas	“	“	-Esquisto de **La Magdalena**
		-Pelitas + volcánicas	“	“	-Esquisto de **Curucujul**
		-Granitoide	“	EV (biotita)	-Gneis Granítico de **San Vicente**
		-Plutónicas intermedias	“	A	-Complejo **Sacua**
	Tacagua (*Cauca-gua*)				U: Filita de **Urape**, Filita de **Muruguata**
Loma de Hierro	Paracotos	Depósitos turbidíticos (pelíticos, psamíticos y carbonáticos) con olistolitos	Cretácico Tardío – Paleoceno?	sEV – EV (clorita)	U: Filita de **Paracotos**
	Loma de Hierro	Rocas de litósfera oceánica con su cobertura sedimentaria	-Eoceno	sEV	U: Complejo **El Ocumo**
			-Cretácico Temp.		-Volcanosedimentarias de **Río Guare**
			-Cretácico Temp.		-Ofiolita de Loma de Hierro (Peridotita de **Loma de Níquel**, Gabro de **Mésia**, Basalto de **Tiara**)
Villa de Cura	Villa de Cura	Mayormente volcaniclásticas de antearco	-Cretácico Temprano?	AP-BT	Subducido a c.30 km de profundidad. U: Metatoba de **El Caño-El Chino, M**etalava de **El Carmen**, Granofel de **Santa Isabel**
	San Sebastián	Volcánicas y plutónicas de complejo de arco de islas oceánico	-Cretácico Temprano	sEV	U: Volcánicas máficas (Basalto de **Las Hermanas**, Basalto de **Tiramuto**).
			-Cretácico Tardío		-Plutónicas máficas y ultramáficas (**Apa**, **Chacao**, **Cantagallo**, **Chaparrote**, **Cerro Pelón**)
	Cober-tura sediment.	Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos.	-Eoceno	-	U: Formación **Guaiquera**
			-Paleoc.-Eoceno		-Formación **Caramacate**
			-Paleoceno tempr.		-Formación **Morro del Faro**
			-Maastrichtiense		-Formación **Escorzonera**

Abreviaturas: sEV: Sub-esquisto verde (facies prenhita-actinolita, prehnita-pumpellyita o pumpellyita-actinolita, según esquema de WILLNER 2020 (Fig. 16F).

Tambien hay cuerpos de serpentinita dispersos (ver Tabla 33).

2.4. PERIDOTITAS SERPENTINIZADAS

A lo largo de toda la Cordillera de la Costa se encuentran cuerpos de peridotita serpentinizada (Fig. 38A). El estudio de éste tipo de rocas fue de mucho interés para el Dr. Harry Hess durante el inicio del Proyecto de Investigación del Caribe (1948-1979). Como parte del mismo, se realizaron 16 tesis doctorales y en un principio, uno de los objetivos fue el tratar de entender el mecanismo de "intrusión" de dichas rocas.

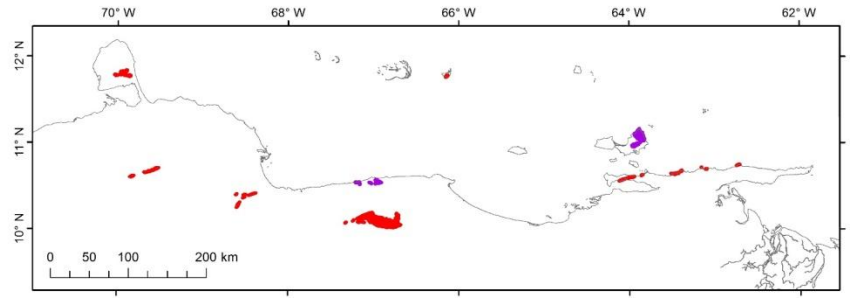


***Figura 38A**. Distribución de las principales unidades de naturaleza ofiolítica en el norte de Venezuela. Rojo: cuerpos de probable origen Proto-Caribe. Violeta: unidades que sufrieron metamorfismo de AP-BT.*
No se incluye la Faja Villa de Cura originada en un arco intraoceánico.

La descripción más completa de estas rocas correspondena por BELLIZZIA (1967). Estos cuerpos ofiolíticos constituyen fragmentos de litósfera oceánica Proto-Caribe, ahora desmembrados y dispersos a todo lo largo de la CdlC; usualmente los cuerpos tienen formas elongadas, con dimensiones métricas a kilométricas y, ubicados preferencialmente en el contacto entre los distintos terrenos tectonoestratigráficos (Fig. 3 a 5).

La litología predominante es la serpentinita, con variedades desde pura, hasta peridotitas parcialmente serpentinizadas con relictos de

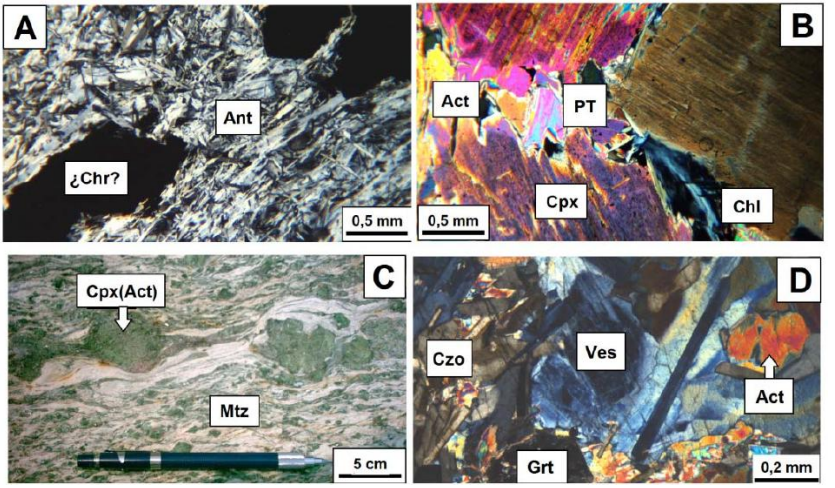
olivino y piroxenos. También se encuentran raros cuerpos decamétricos y diques de gabro rodingitizado, gabro flaser rodingintizado y venas de rodingita, así como metaclinopiroxenita.

Las asociaciones mineralógicas reportadas indican que fueron sometidas a un metamorfismo en facies de esquisto verde (GIUNTA *et al. 2*002, GRANDE *et al. 2*013), que al menos en la mitad norte de la Serranía del Litoral, están en claro contraste con las rocas adyacentes de metamorfismo mayor, como de AP-BT del Terreno Carayaca o de anfibolita epidótica del Terreno Ávila.

A raíz de la apertura de afloramientos en ríos y quebradas del estado Vargas, causada por los flujos torrenciales de diciembre 1999, en dos quebradas se pudo constatar que a lo largo de las fallas que controlan algunos de los cuerpos de serpentinita, éstas se encuentran acompañadas de rocas de AP-BT como eclogita glaucofánica, esquisto glaucofánico, mármol albítico grafitoso con jadeita y nefrita, a saber:

- Quebrada Verde o Serrano, afluente del Río Miguelena, Vargas. El cuerpo de serpentinita se encuentra en la traza de la Falla Macuto, identificandose serpentinita mayoritara, pero también cloritosita ("black wall"), gabro, gabro pegmatítico, esquisto glaucofánico y anfibolita granatífera (ARIAS *et al.* 2002).

- Quebrada Ocumarito, afluente del Río Mamo y adyacencias, Vargas. GRANDE *et al.* (2013) estudian rocas colectadas en un cuerpo cartografiado como "serpentinita", donde además de serpentinita, se encuentran rocas como "… *eclogita glaucofánica y mármol con jadeíta-nefrita típicas de rocas de AP-BT de complejos de subducción, mientras que el cuerpo ofiolítico parece representar cumulados máfico-ultramáficos alterados posiblemente por metamorfismo hidrotermal de piso oceánico*" (GRANDE et al. 2013) (Fig. 38B).



A) Va-07-11. Serpentinita: antigorita y posible cromita nodular.
B) Va-07-7. Metaclinopiroxenita protomilonitica. Cristales adcumulativos poligonalizados con puntos triples (PT), sobrecrecimientos, exsoluciones de ortopiroxeno y maclado polisintético, en una matriz de actinolita de aspecto astilloso y clorita plumosa.
C) Afloramiento de metagabro rodingitizado con textura fláser, cantera frente al Club Oricao.
D) Va-07- 13R. Rodingita. Vesuvianita zonada, clinozoisita acicular, actinolita y hesonita.

***Figura 38B**. Rocas ofioliticas de la Quebrada Ocumarito y Oricao, Vargas (GRANDE* et al. *2013).*

En el trabajo de PINDELL *et al.* (2025), para la zona de Puerto Cabello se propone un proceso de "extrusión" en zonas de fallas (ver esquema explicativo de la Fig. 8Y), que sirve para explicar esta combinación de rocas de distintos orígenes en estas zonas de fallas, donde la serpentinita actua como "lubricante".

A continuación se describen tres ejemplos de cuerpos de serpentinita en la CdlC:

1-Al norte de San Joaquín, Carabobo, un cuerpo kilométrico de serpentinita aparece asociado al sistema de Falla Las Trincheras, en

una compleja intercalación del Complejo San Julián y el Esquisto Las Mercedes (Fig. 38C).

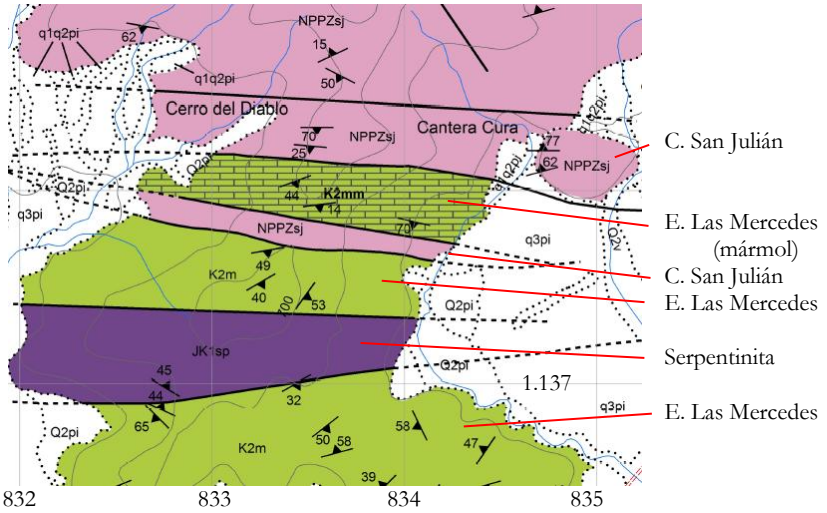


Figura 38C. *Cantera Cura, San Joaquín, estado Carabobo. Zona de falla Las Trincheras, que pone en contacto los terrenos Ávila y Las Mercedes, e incluye un cuerpo de serpentinita. Fragmento de la hoja 6646-IV-NE (MAMBIE 2018). Tanto el mármol como la serpentinita son explotados para "piedra picada".*

2- En Quebrada Seca, Caraballeda, estado Vargas, dentro del Esquisto Tacagua se encuenytran cuerpos de serpentinita de dimensiones métricas a submétricas, envueltos por el esquisto grafitoso. La serpentinita está metasomatizada y presenta la siguiente mineralogía promedio (Tabla 32): serpentina (43%), carbonato de alta birrefringencia (23%), clorita (14%), epidoto (6%), hematita (5%), talco (4%), cuarzo (3%), y trazas de pirita y titanita (ARIAS *et al.* 2003) (Fig. 6D).

Tabla 32. *Composición de muestras de serpentinita carbonatizada incluidas en el Esquisto Tacagu, Vargas. Quebrada Seca, Vargas (*ARIAS et al. *2003).*

Mineral	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5
Grupo de la serpentina	36	39	48	47	39
Albita					
Grupo del epidoto	10	8	7	4	3
Clorita	6	18	16	8	20
Talco	8	5	5	3	1
Mica blanca			5		
Hematita	15	5		3	
Pirita	5		1		1
Carbonato	20	25	18	27	25
Cuarzo				7	10
Esfena				1	1

ID	Componentes mayoritarios (%)								Elementos traza (ppm)								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	K_2O	TiO_2	V	Cr	Co	Ni	Ga	As	Sr	Ge	Ba
LC1	39,6	0,35	8,41	0,21	25,9	6,61	<0,01	0,02	48	1480	72	1659	17	51	174	<10	1511
LC2	47,4	0,25	8,30	0,04	26,6	0,96	<0,01	<0,01	89	1850	110	2000	33	27	18	<10	1258
LC3	41,2	0,00	8,96	0,22	28,7	4,45	<0,01	<0,01	14	1210	80	1690	<15	43	53	<10	1458
LC4	46,0	0,00	8,71	0,08	28,0	1,38	<0,01	<0,01	51	1560	91	1659	<15	47	30	<10	1057
LC5	44,1	0,53	8,40	0,12	29,6	4,05	<0,01	<0,01	43	1859	75	1360	<15	84	35	<10	1099

3-Al noreste de Valencia, Carabobo, incluidos dentro del Esquisto Las Brisas hay tres cuerpos de serpentinita de forma irregular y dimensiones hectométricas. En uno de ellos, la serpentinita se encuentra en contacto con un mármol del Esquisto Las Brisas y, en el contacto entre ambos tipos de roca (Fig. 34??) se localiza una "zona de reacción" constituida por *epidotita* [epidoto (73%), carbonato (20%), óxidos de Fe y Ti (6%) y cuarzo (1%)].

En los casos 2 (carbonatización) y 3 (epidotización), la serpentinita fue probablemente incorporada tectónicamente dentro de los protolitos de los esquistos de Tacagua y Las Brisas. Posteriormente, ambos cuerpos fueron deformados y metamorfizados, ocurriendo reacciones metasomáticas inducidas por fluidos hidrotermales, con

salida de Na, K y Si, y entrada de Fe y Ca, en dominios de equilibrio de escala decimétrica.

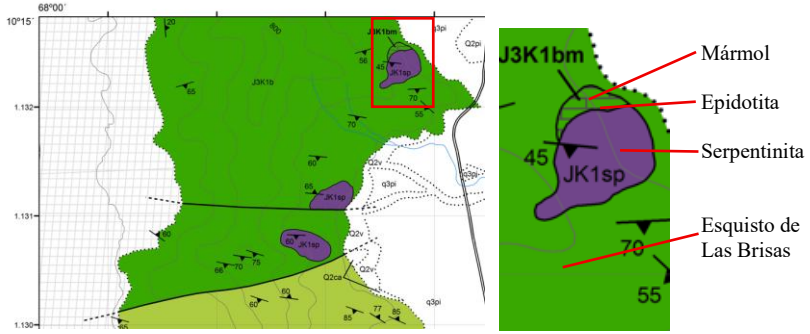


***Figura 38D**. Cuerpos de serpentinita al NE de Valencia rodeados del Esquisto Las Brisas. Fila Montemayor. Hoja 6646-IVSO Valencia. Cartografía por M. FRASS (1982, en MAMBIE 2017).*

Un resumen de las caracteríticas de los cuerpos de rocas ultramáficas de la CdlC se presenta en la Tabla 8, donde se excluyen los cuerpos mayores de la Ofiolita Loma de Hierro (Aragua-Miranda).

Tabla 33. Características de los cuerpos ultramáficos en la Cordillera de la Costa.

Estado, localidad, mapa	Observaciones
Miranda, Cabo Codera. 6947-I-SE	M-H, CI dentro del T. Ávila, cerca del contacto de falla con el T. Las Mercedes
Miranda, Caucagua-Aragüita. 6846-I-NO, 6946-IV-NO	H, CEDF dentro del T. Villa de Cura, cerca del contacto con el T. Paracotos. H, CEDF definiendo el contacto entre los T. Villa de Cura y Paracotos. H, CEDF definiendo el contacto entre los T. Paracotos y Tácata.
Miranda, La Sabana-Oritapo. 6947-IV-NO	H, CEDF definiendo el contacto entre los terrenos Ávila y Carayaca.
Miranda, Los Teques-San Pedro. 6747-II-SE, SO	H-K, CI cerca del contacto entre los terrenos Las Brisas y Las Mercedes
Miranda, Ocumarito. 6846-III-SE	H, CEDF definiendo el contacto entre los terrenos Villa de Cura y las napas sedimentarias piemontinas.
Miranda, Santa Lucia – Caiza. 6846-IV-NE	H, CEDF definiendo el contacto entre los T. Las Mercedes y Tácata
Vargas, Camurí Grande – Care. 6847-NO	H-K, CEDF definiendo el contacto entre los T. Tacagua y Ávila.
Vargas, Chichiriviche – La Guaira. 6747-I-NE, SE, SO; 6847-IV-NO	H-K, CEDF o CI rodeados por los T. Tacagua, Carayaca o Ávila. H, CEDF definiendo el contacto entre los T. Tacagua y Carayaca. H, CEDF definiendo contacto enhtre los T. Tacagua y Las Mercedes.
Vargas, Quebrada Seca, Caraballeda. 6847-IV-NE	M, CI dentro del T. Tacagua.
Distrito Capital, Coche – La Rinconada. 6747-II-NE, 6847-III-NO	M-H, CEDF definiendo el contacto entre los T. Las Brisas y Las Mercedes. M, CI dentro del T. Las Mercedes cerca del contacto con el T. Las Brisas.
Distrito Capital, Mamera. 6747-II-NE, 6847-III-NO	M, CI adyacente al Mármol de Antímano del T. Carayaca, cerca del contacto con los T. Las Brisas y Las Mercedes.
Carabobo, El Palito. 6547-II-NE	H-K, CEDF rodeado del T. Tacagua o en contacto con el T. Carayaca
Carabobo, Morón-Maporita. 6547-III-SO	K, CEDF rodeado por T. Carayaca cerca del contacto con T. Ávila
Carabobo, San Joaquín. 6646-IV-NE	K, CEDF rodeado por el T. Las Mercedes cerca del contacto con el T. Ávila
Carabobo, Valencia. 6546-I-SE, II-SO; 6646-IV-SO	H, CI cerca del contacto entre los T. Las Brisas y Las Mercedes. K, CI en el contacto entre los T. Las Mercedes y Cachinche
Yaracuy, Tarana, Yumare. 6448-III-SE	K, CEDF dentro del T. Tacagua (Aroa)
Yaracuy, Maporita-El Chino-Chivacoa. 6446-I-NE, 6447-II-SE, 6446-I-NO,SO	H-K, CEDF definiendo los contactos entre los T. Carayaca, Ávila y Nirgua
Yaracuy-Cojedes, Sarare-Tinaquillo. 6446, 6546	H-K, tres CEDF en el T. Las Mercedes a 1 km del contacto entre los T. Nirgua y Las Mercedes.
Yaracuy, Sur de Yaritagua, Agua Viva-Cabimba. 6346-II-SO, 6345-I-NE,NO	H, CI dentro del T. Tacagua (Aroa).
Yaracuy, SE de Yaritagua. 6445-I-NO	K, CEDF en el T. Las Mercedes cerca del contacto con el T. Nirgua.
Cojedes, SE de Tinaquillo, San Antonio, 6545-II-NE	H-K, CEDF en el contacto entre los T. Tucutunemo y Tinaco.
Cojedes, Oeste de Tinaquillo. 6445-I-NE, 6445-I-SE	K, dos CEDF en el contacto entre los T. Nirgua y Las Mercedes. H-K. tres CEDF dentro del T. Las Mercedes.
Cojedes, E de El Pao, El Chupón. 6545-II-NO	H-K, CEDF en el contacto entre las metaígneas del T. Tinaco y la Formación Mamonal.
Cojedes, Río de Oro, E de El Pao. 6545-II-NE	H-K, CEDF en el contacto entre los T. Paracotos y Loma de Hierro

Abreviaturas: T: Terreno. CEDF: cuerpo elongado delimitado por fallas, CI: cuerpo irregular. Tamaños: M: métrico, H: hectométrico. K: kilométrico.

2.5. UNIDADES NO METAMORFIZADAS

En la parte occidental de la Cordillera de la Costa y septentrional de la Serranía del Interior, se encuentran diversas unidades sedimentarias sin metamorfismo o con metamorfismo en facies pre-esquisto verde. Estas no serán descritas en el presente trabajo, a excepción de aquellas unidades con gran contenido rocas ígneas. Un resumen de las unidades en consideración y cartografiadas en los mapas a escala 1:25k, se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34. Resumen de unidades sedimentarias no metamórficas o en facies sub-esquisto verde.

UNIDADES SEDIMENTARIAS DEL CUATERNARIO (en Fig. 3, 4 y 5)		
Varias unidades sin denominación formal	Cuaternario	
Formación **Guanapa**	Pleistoceno Superior	
UNIDADES SEDIMENTARIAS DEL OLIGO–PLIOCENO (en Fig. 3)		
Formación **Maporita**	Plioceno - Pleistoceno	
Formación **Guaidina**	Plioceno	
Formación **El Pegón**	Plioceno	
Formación **Rio Yuca**	Mioceno - Plioceno	
Formación **Ojo de Agua**	Mioceno tardío	
Formación **Capadare**	Mioceno tardío	
Formación **Cueparo**	Mioceno tardío - Mioceno temprano	
Formación **Agua Clara**	Mioceno temprano	
Formación **Cerro Pelado**	Mioceno temprano	
Formación **Castillo**	Mioceno temprano	
Capas de **Tamaca**	Mioceno	
Formación **Guaimacire**	Mioceno	
Formación **Churuguara**	Oligoceno tardío - Mioceno temprano	
Formación **Casupal**	Oligoceno temprano - Mioceno temprano	
AUTÓCTONO ANDINO (en Fig. 3)		
Formación **Aguardiente** **	Cretácico Temprano	
Formación **Apón**	Cretácico Temprano	
PARA-AUTÓCTONO (en Figs. 3 y 4)		
Olistostromo de Platillón		
Formación **Garrapata** **	Eoceno temprano-medio	(Frente de montañas)
Formación **Los Cajones**	Paleoceno - Eoceno temprano	
Megaolistolitos		
Caliza de **El Caliche**	Cretácico Tardío	

Caliza de **Las Colonias**	Cretácico Tardío	
Formación **Orupe**	Eoceno medio	(Cercanías de San Carlos, Cojedes)
Formación **Rio Guache II**	Eoceno	(Serranía de Portuguesa,
Formación **Nuezalito**	Paleógeno	equivalentes a la Fm. Garrapata)
Megaolistolitos y klippes		
Caliza de **Palo Gacho**	Cretácico Tardío	
Caliza de **Guayabal**	Maastrichtiense	
Asociación Ígnea **Cerro Pelón**	Cretácico Tardío	
Volcánicas		
Volcánicas - plutónicas, sin diferenciar		
Gabro		
Piroxenita		
Dunita		
Napa Piemontina		
Formación **Rio Guache I**	Paleoceno tard.-Eoceno tempr.	(Serranía de Portuguesa)
Formación **Guárico**	Maastrichtiense superior - Paleoceno temprano	(Frente de montañas)
Formación **Mucaria**	Cretácico -Santoniense sup. - Maastrichtiense	(Frente de montañas)
ALÓCTONO NO METAMÓRFICO (en Fig. 3)		
Napas de Lara		
Napa de Siquisique		(Siquisique - Maparará - Puente Limón)
Complejo Estructural **Los Algodones** (Neógeno)		
"Formación **La Luna**"	Cretácico Tardío	
Ofiolita de **Siquisique**	Cretácico Temprano	
Volcánicas		
Volcánicas - plutónicas, sin diferenciar		
Plutónicas (gabro)		
Formación Matatere * (según Stephan, 1982)		(Lara, Falcón, Carabobo)
Formación **Matatere III**	Eoceno temprano superior - Eoceno medio inferior	
Formación **Matatere II**	Paleoceno tardío - Eoceno temprano	
Formación **Matatere I**	Paleoceno temprano	
Grupo Lara (según Stephan, 1982)		
Unidad Buenos Aires		(Lara septentrional)
Formación **Barquisimeto I**	Cretácico Tardío	
Formación **Bobare I** **	Cretácico Temprano - Albiense	
Formación **Carorita**	Jurásico Tard. - Tithon. - Cretác. Tempr.	
Unidad Atarigua		(Lara meridional)
Formación **Barquisimeto II**	Cretácico Tardío	
Formación **Bobare II**	Cretácico Temprano - Albiense	
Grupo Villanueva		(Serranía de Portuguesa)
Formación **Yacambú**	Cretácico Tardío	~Fm. Barquisimeto
Formación **Volcancito**	Cretácico Temprano	~Fm. Bobare

La denominación de Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina se utiliza siguiendo los criterios y definiciones de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990) y MACSOTAY *et al.* (1995). Las unidades Nuezalito y Palo Gacho definidas por SKERLEC (1979) no se han incluido en el LEV.

* Ver URBANI *et al.* (2016).

** Los histogramas de edades de ZD de la formaciones Aguardiente, Bobare y Garrapata se muestran en la Fig. 40.

Ofiolita de Siquisique

Esta unidad aflora en seis cuerpos separados siguiendo una franja en dirección oeste-este. La localidad tipo se encuentra en Los Algodones, entre los poblados de Siquisique y Baragua (ver mapa en URBANI *et al.* 2015a, Fig. 5). El cuerpo mayor aflora en las cuencas de las quebradas La Torta, Agua Linda, Macuere y Maroroy al noreste de Siquisique (Fig. 39B), continuando con otros tres cuerpos menores en los alrededores de Las Llanaditas, Mapararí, Falcón y otros tres cerca de Puente El Limón, Lara. La ofiolita está yuxtapuesta tectónicamente a la Formación `La Luna`, Formación Matatere III y el Complejo Estructural Los Algodones (Fig. 34A).

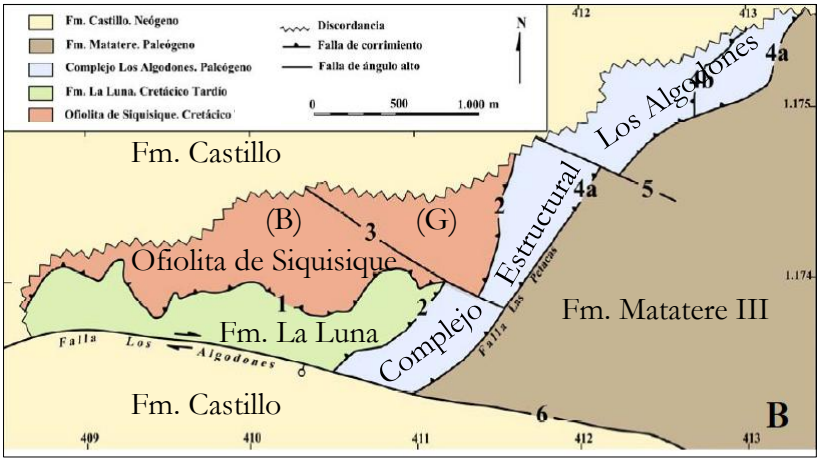


Figura 39A. *Mapa geológico simplificado -sin cobertura cuaternaria- de la región de Los Algodones, oeste de Siquisique (B: Basalto, G: Gabro) (*URBANI et al. *2021). Los números indican el posible orden de ocurrencia de las fallas. Coordenadas UTM, zona 19P, La Canoa.*

La ofiolita se ha cartografiado en plutónicas y volcánicas (Fig. 39Ñ). (1) Las rocas plutónicas corresponden mayoritariamente a variedades de gabro (Fig. 39D,E,O,P,Q), con textura de cumulados, así como gabronorita y norita. También se hallaron muestras sueltas de harzburgita, lherzolita, peridotita piroxénica, dunita y hornblendita.

(2) La unidad de rocas volcánicas comprende variedades de basalto, así como diabasa. Hay buenos afloramientos de lava almohadillada (Fig. 39F) y junto a ella se han localizado capas de chert negro (Fig. 39H). Todas las rocas presentan efectos de cizalla y al microscopio se muestran alteradas, mostrando carbonatización y la presencia de prehnita.

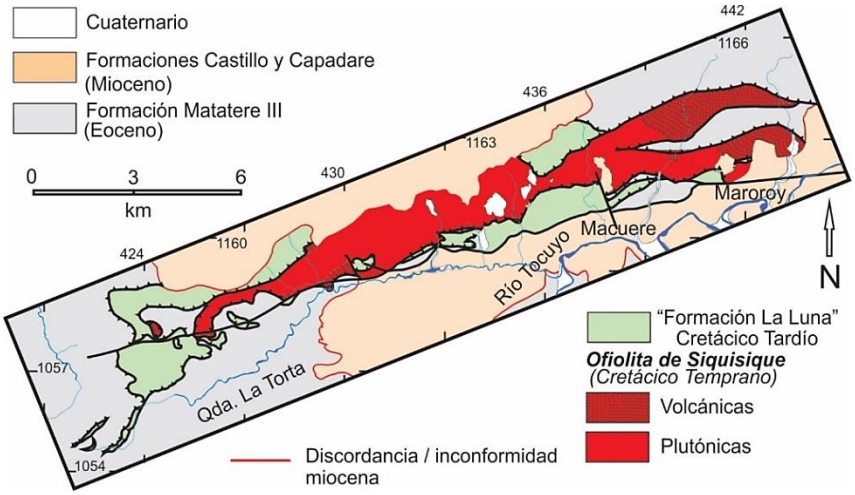


***Figura 39B**. Cuerpo mayor de la Ofiolita de Siquisique entre la quebrada La Torta, Macuere y Maroroy. Resumido de REÁTEGUI (2011).*

A partir de estudios de muestras de gabro y basalto de Los Algodones de KERR *et al.* (2009) y aquellos de la Formación Volcánica Sans Souci de Trinidad por NEILL *et al.* (2014), estos últimos autores interpretan que:

(1) Probablemente los cuerpos de Sans Souci, El Copey y Siquisique tuvieron un origen común cerca del margen pasivo del borde norte de Suramérica (Fig. 39K) y, corresponden a fragmentos del Proto-Caribe, luego incorporados tectónicamente en los terrenos frontales de la placa Caribe, colidiendo en el Oligoceno con las unidades para-

autóctonas, que en nuestro caso corresponden a las Napas de Lara.

(2) Los elementos químicos inmóviles y la firma de los isótopos radiogénicos Nd-Hf indican que fueron formados por una fusión parcial de ≪10% de una fuente heterogénea de peridotita espinélica sin componentes de subducción o de manto litosférico continental. Estos fragmentos proto-Caribe evidencian la diversidad de fuentes mantélicas durante el rifting, sin confirmar un evento único de gran escala asociado a una pluma en el Jurásico–Cretácico.

(4) La Ofiolita Siquisique es entonces correlacionable con la Formación Volcánica San Souci de la costa norte de Trinidad y la Ofiolita de El Copey de la zona de Carúpano.

En cuanto a la edad de la Ofiolita Siquisique, estudios recientes proporcionan la siguiente información:

- La Dra. María Isabel Sandoval Gutiérrez (2015) extrae radiolarios de muestras de chert negro intercalado con lava basáltica en la quebrada Guaparo (Fig. 39H), al noroeste del poblado de Macuere. Los fósiles están mal preservados y el rango de edad de las especies identificadas muestran un intervalo total del Barremiense-Turoniense (c.130-c.90 Ma), con coincidencia aproximada de todas las especies en el Albiense (113-100 Ma) (Fig. 39N).

- El Dr. Andrew KERR *et al.* (2021) estudian muestras de basalto y gabro de la localidad de Los Algodones. Utilizando cristales de baddeleyeita y zircón con una variedad de técnicas de análisis, tanto *in-situ,* como por molienda y extracción, obtienen una edad del magmatismo de **135,8±6,1 Ma** (Berriasiense-Hauteriviense), seguido por varios pulsos de actividad hidrotermal de alta temperatura entre c.119 y c.95 Ma (Aptiense-Cenomaniense) (Fig. 39L,M).

- El Dr. Marvin Baquero (2017, com. pers.) extrae cristales de zircón de una muestra de gabro colectada por Walter Reátegui en la zona de Chorrerones. El análisis por el método U-Pb LA-ICP-MS aporta una edad de **117,6±5,6 Ma**, Aptiense (Fig. 39M), que solapa con la edad de los procesos de alteración hidrotermal de alta temperatura

postulados por Kerr y colaboradores.

La nueva edad U-Pb para Siquisique (135,8±6,1 Ma) se solapa completamente con la edad de determinada por los mismos métodos para la Formación Volcánica Sans Souci de Trinidad (135,0±7,3 Ma) por NEILL *et al.* (2014), corroborando la interpretación de la correlación entre ambas unidades. La edad más joven (Cretácico medio) que proporcionan los radiolarios identificados por la Dra. Sandoval Gutiérrez en los cherts y sus volcánicas intercaladas, se explica por ser el tope de la secuencia oceánica.

Del análisis de un mapa de contornos de la segunda derivada vertical del campo magnético total, obtenido a partir de datos aeromagnéticos, se infiere que en el subsuelo la napa ofiolítica se extiende -en forma interrumoida- hasta unos 25 km al este del cuerpo del Puente El Limón (URBANI *et al.* 2015, Fig. 16).

Análisis químicos de diez muestras de gabro y basalto se presentan en la Tabla 35.



***Figura 39C**. Ofiolita Siquisique, cuenca de la quebrada Los Algodones. El gabro forma laderas de colores claros, mientras que el basalto es marrón oscuro. En la parte superior de la fila yace inconforme la Formación Castillo.*


D



E


F

Figura 39*. Ofiolita Siquisique.* ***D****: Gabro estratificado.* ***E****: Muestras de muy raras troctolitas.* ***F****: Lava almohadillada, quebrada Maroroy.*



***Figura 39G**. Dique de basalto en gabro. Ofiolita Siquisique. Los Algodones.*



***Figura 39H**: Afloramiento de chert negro intercalado con las rocas volcánicas, quebrada Guaparo, Macuere.* [71]

[71] Chert de donde SANDOVAL (2015) extrajo radiolarios del Cretácico Temprano.

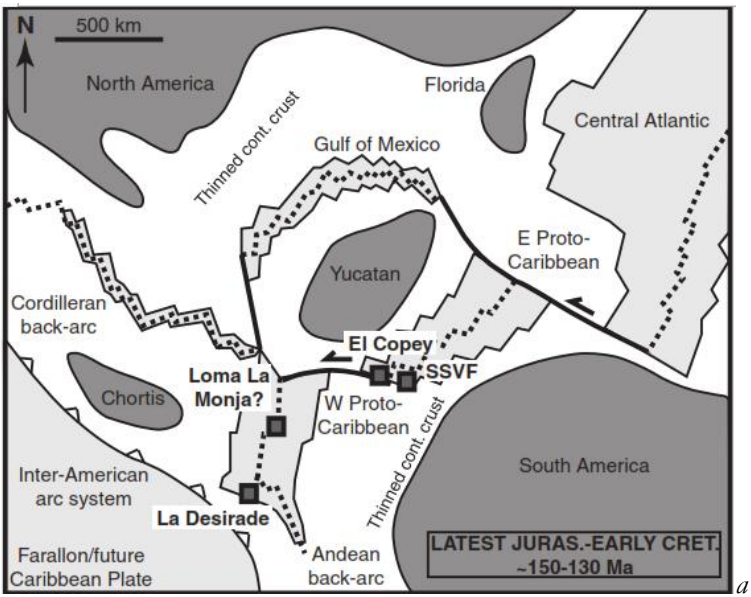


Figura 39I*. Conglomerado basal de la Formación Matatere que descansa inconforme sobre el basalto de la Ofiolita Siquisique. Contiene clastos de rocas basálticas y gabroides. Quebrada Macuere, este de Siquisique.*



a *b*

Figura 39J. a*: Concreción carbonática de la "Formación La Luna", adyacente al basalto de la Ofiolita de Siquisique. Quebrada Guaparo, Macuere.*
b*: Contacto de falla entre la "Formación La Luna" y el gabro de la Ofiolita Siquisique. Los Algodones.*



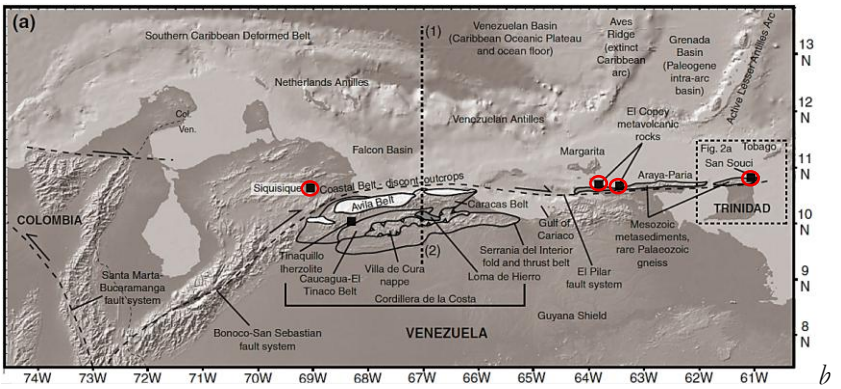


***Figura 39K**. **a**: Modelo geodinámico para el final del Jurásico y Cretácico Temprano, donde se ubican las posiciones probables de origen de la Formación Volcánica Sans Souci (SSVF) y la Ofiolita El Copey, que a su vez corresponde a la Ofiolita de Siquisique. **b**: Mapa simplificado de la región de contacto entre las placas Suramericana y Caribe, ubicando a las tres unidades correlacionables: Siquisique, El Copey y Sans Souci (NEILL* et al. *2014).*

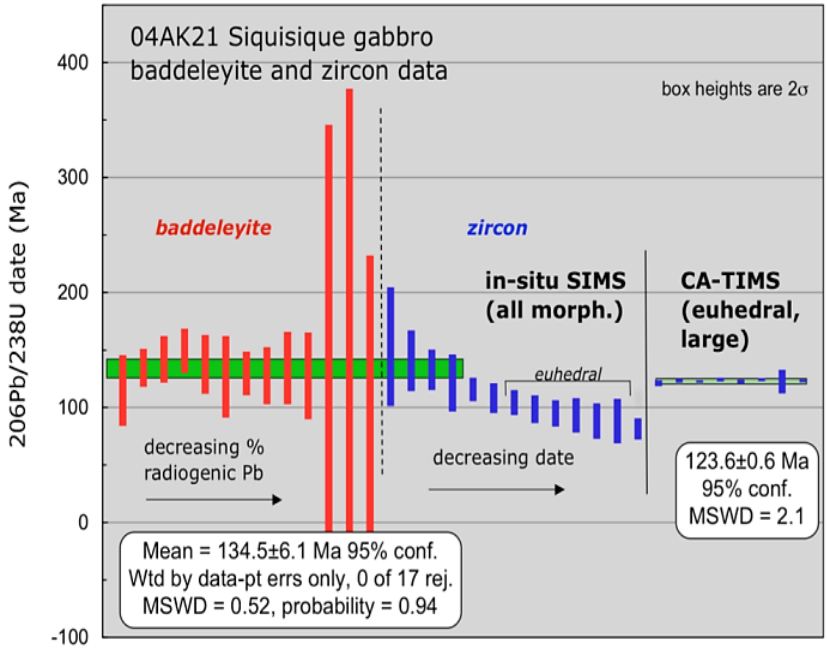


Figura 39L. *Geocronología U-Pb de la Ofiolita Siquisique. "Resultados con la técnica SIMS* [Secondary Ion Mass Spectrometry] in situ *de una sola muestra de* [gabro de] *Siquisique. Los datos de baddeleyitas (rojo) y de zircones anhedrales e irregulares aportan una edad media ponderada de 135±6 Ma (barra verde). Se interpreta que los datos de los zircones grandes, euhedrales y lisos reflejan un crecimiento durante un período de alteración hidrotermal (de alta temperatura). Los análisis CATIMS [Chemical abrasion thermal ionization mass spectrometry] de cristales de zircón (a la derecha) recuperadas del proceso de trituración y separación reflejan una sola población de edades; dichos resultados podrían haberse malinterpretado como la edad magmática en ausencia de imágenes de BSE* [Backscattered-electron] *y datos SIMS* in situ*"* (A. Kerr y K. Chamberlain 2015, com. personal).

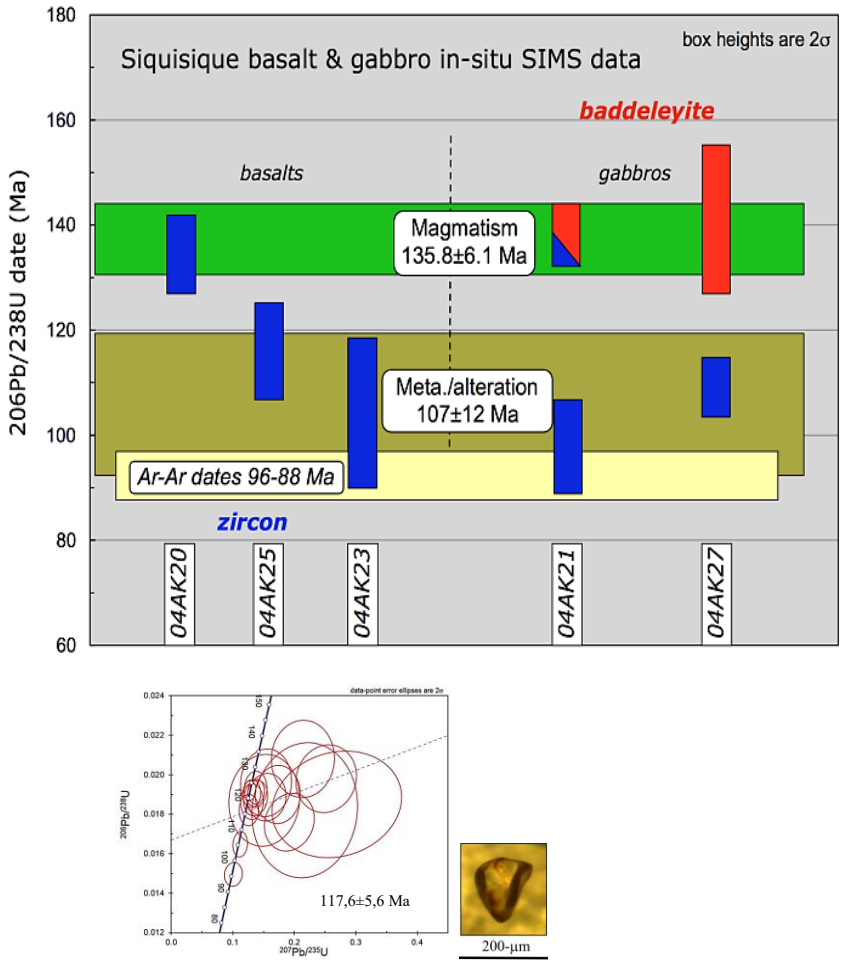


Figura 39M*. Geocronología U-Pb de la Ofiolita Siquisique.*
Arriba*: "Resumen de las medias ponderadas correspondientes a edades SIMS* in situ *de cinco muestras de basalto y gabro, cristales de zircón (azul) y baddeleyita (rojo). El magmatismo es de c.136 Ma (barra verde) basado en datos de cristales de zircón anhedrales y baddeleyita. Las dataciones Ar-Ar de estas mismas muestras (barra amarilla) están en el extremo más joven de un período de alteración prolongada o pulsada" (Drs. A. Kerr y K. Chamberlain, 2015, com. pers.).*
Abajo*: Gráfico geocronológico de un gabro, Los Chorrerones. Análisis por el Dr. Marvin Baquero (2017, com. pers.)*

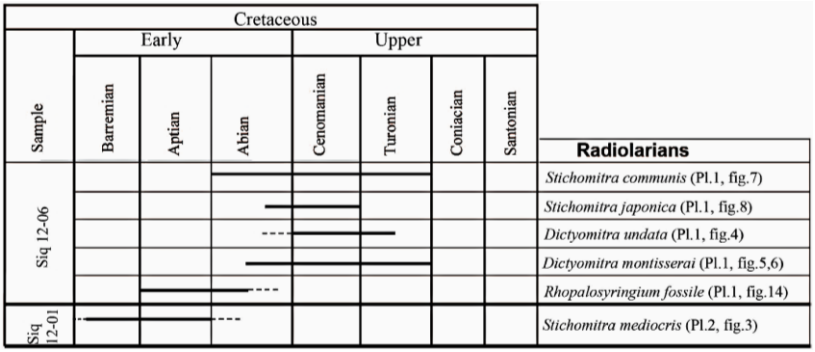


Figura 39N. *Ofiolita Siquisique. Radiolarios identificados por SANDOVAL GUTIÉRREZ (2015: 16) en muestras de chert negro intercalado con basalto de la quebrada Guaparo, Macuere.*

Plutónicas
Melanogabro olivinífero serpentinizado cataclástico
Gabro prehnitizado cataclástico
Gabronorita serpentinizada cataclástica
Harzburgita serpentinizada
Leucogabro cataclástico
Gabro olivinífero serpentinizado cataclástico
Gabronorita cataclástica
Wherlita serpentinizada cataclástica

Volcánicas
Basalto amigdaloide
Basalto prehnitizado cataclástico
Basalto carbonatizado cataclástico
Basalto cataclástico
Basalto carbonatizado
Basalto

Figura 39Ñ. *Ofiolita Siquisique. Tipos de rocas identificados petrográficamente en las subunidades: plutónicas y volcánicas (REATEGUI 2011).*

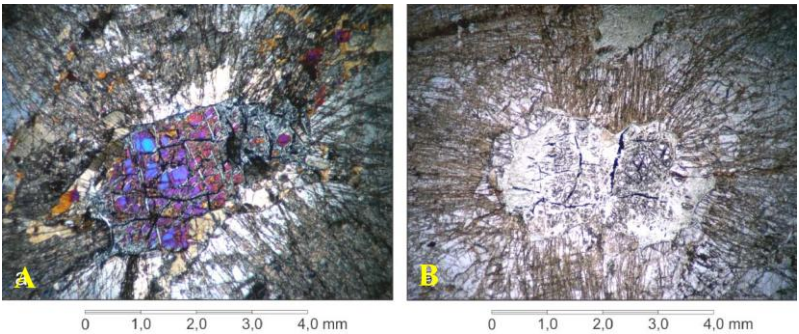


***Figura 39O**. Troctolita. Olivino parcialmente serpentinizado que por expansión genera fracturas radiales en los minerales circundantes, La-564 Ar, Luz polarizada y plana (REATEGUI 2011).*

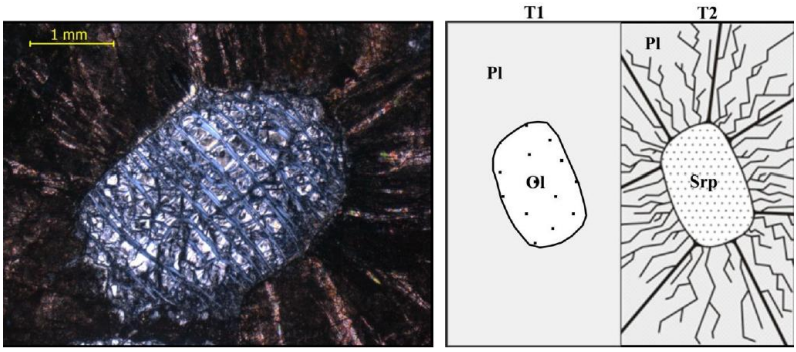


***Figura 39P**. Patrón de fracturas radiales en plagioclasa, en torno a un cristal de olivino serpentinizado (REATEGUI 2011).*

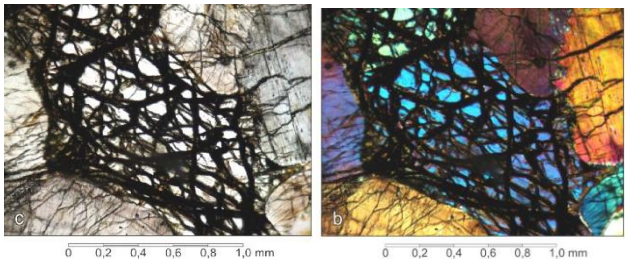


***Figura 39Q**. Gabro olivinífero, La-533. Olivino alterado con fracturas rellenas de magnetita, a su vez rodeado por clinopiroxeno. NP y NX.*

Tabla 35. Composición química de muestras de la Ofiolita de Siquisique. Los Algodones, oeste de Siquisique, Lara.[72]

ID	Unidad	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O
AK19		52,23	0,99	15,96	9,64	7,46	0,13	7,96	4,00	0,59
AK21		49,71	1,11	16,68	9,55	7,04	0,17	10,31	2,95	0,44
AK22	Gabro	49,15	1,24	16,40	9,88	7,38	0,16	9,88	2,93	0,42
AK27		49,12	1,07	13,93	7,07	7,54	0,10	12,96	3,12	0,06
AK28		48,43	0,97	16,00	9,22	6,66	0,14	11,10	3,23	0,13
AK20		49,89	1,43	14,49	10,15	8,09	0,18	9,34	3,47	0,23
AK23		48,23	2,21	13,51	15,01	6,51	0,23	8,82	2,93	0,31
AK24	Basalto	50,53	1,78	14,10	13,05	7,13	0,20	9,34	2,99	0,42
AK25		49,01	1,42	15,24	10,46	8,16	0,19	9,84	2,99	0,38
AK26		48,82	1,71	14,04	12,54	7,39	0,21	10,07	3,40	0,16

ID	P_2O_5	LOI	Total
AK19	0,18	2,4	101,56
AK21	0,11	1,93	100,02
AK22	0,11	2,1	99,66
AK27	0,12	3,14	98,22
AK28	0,07	3,17	99,15
AK20	0,15	2,56	100,01
AK23	0,19	1,8	99,81
AK24	0,16	1,58	101,31
AK25	0,14	2,64	100,51
AK26	0,16	2,52	101,06

I	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
AK19	39,3	183,7	335,3	37,2	93,9	16,3	9,5	259,8	40,0	159,0	5,68	312,9
AK21	41,3	248,4	439,0	36,4	84,6	15,5	7,5	275,2	27,2	76,9	2,53	257,1
AK22	43,9	264,6	383,7	37,8	71,6	15,1	7,0	309,6	27,5	73,0	2,78	278,3
AK27	41,1	202,9	79,6	30,2	53,2	14,3	0,5	154,4	32,5	108,3	3,18	69,4
AK28	42,5	234,7	166,1	33,7	62,9	16,5	1,6	166,4	22,8	64,1	1,90	97,1
AK20	45,0	265,4	337,7	42,0	89,3	14,3	3,5	236,1	30,3	103,3	5,29	154,7
AK23	46,4	383,8	125,0	50,0	81,9	20,1	5,1	186,6	47,8	141,3	4,89	205,2
AK24	47,2	330,0	143,1	42,2	63,2	17,8	7,4	239,0	40,6	115,4	3,82	278,4
AK25	45,2	273,4	339,5	43,8	95,2	15,9	5,3	232,2	30,6	102,8	5,12	138,9
AK26	47,2	329,0	225,4	44,2	67,1	18,4	2,1	154,1	38,2	117,1	4,47	96,9

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
AK19	7,446	19,43	2,82	13,76	4,13	1,23	5,20	0,92	6,06	1,27	3,92	0,63	3,80
AK21	3,695	9,95	1,59	8,29	2,74	1,03	3,62	0,64	4,28	0,89	2,67	0,42	2,52
AK22	3,287	8,59	1,49	7,88	2,67	1,00	3,60	0,64	4,36	0,89	2,69	0,43	2,50
AK27	3,511	10,05	1,51	8,23	2,94	1,16	4,12	0,76	5,14	1,03	3,11	0,51	2,95
AK28	2,840	7,60	1,17	6,15	2,10	0,90	2,93	0,54	3,63	0,75	2,19	0,36	2,14
AK20	4,596	12,04	1,98	10,04	3,18	1,07	4,07	0,73	4,77	0,97	2,89	0,46	2,75
AK23	6,132	16,78	2,57	13,55	4,52	1,62	6,06	1,10	7,24	1,51	4,58	0,73	4,35
AK24	5,511	14,24	2,28	11,97	3,95	1,36	5,28	0,94	6,38	1,31	3,93	0,63	3,78
AK25	5,164	13,33	2,19	10,72	3,31	1,14	4,28	0,76	5,01	1,01	2,92	0,48	2,76
AK26	5,193	14,46	2,27	11,77	3,81	1,35	5,05	0,92	6,18	1,25	3,68	0,61	3,51

[72] Estos análisis fueron utilizados e interpretados en los trabajos de KERR *et al.* (2009) y NEILL *et al.* (2014).

ID	Lu	Hf	Ta	Th	U
AK19	0,59	3,76	0,35	0,57	0,19
AK21	0,41	1,93	0,15	0,17	0,06
AK22	0,41	1,90	0,17	0,17	0,06
AK27	0,49	2,70	0,21	0,29	0,07
AK28	0,35	1,67	0,11	0,15	0,05
AK20	0,42	2,46	0,30	0,31	0,10
AK23	0,68	3,46	0,29	0,33	0,13
AK24	0,59	3,01	0,25	0,26	0,08
AK25	0,44	2,55	0,30	0,32	0,11
AK26	0,58	2,95	0,29	0,31	0,11

Formación Matatere

Durante las primeras exploraciones que realizamos a la zona de Siquisique, llamó la atención la presencia de gruesas capas de conglomerado dentro de la Formación Matatere III, con una gran cantidad y variedad de clastos ígneos. Por ese motivo se inició un estudio de sus facies gruesas, desde la región de Carora hasta el este de Siquisique, con especial énfasis en el estudio petrográfico de los elementos ígneos (MARTÍNEZ y VALLETA 2008). Luego el proyecto se amplió, realizandose la cartografía geológica a escala 1:25k de toda la extensión de afloramientos de la Formación Matatere desde Carora, Quíbor, Barquisimeto, Siquisique y Yumare (URBANI *et al.* 2016). En la parte suroeste de esta amplia región, las unidades de las Napas de Lara de dominio Caribe, entre ellas la Formación Matatere, se encuentran en contacto tectónico con las rocas sedimentarias cretácicas de los Andes de Mérida en la denominada Sutura peri-Caribe (Fig. 40A). Para detalles de los estudios realizados en la Formación Matatere puede consultarse en URBANI *et al.* (2021).

En conglomerados y olistolitos se se han identificado los siguientes tipos de rocas ígneas (URBANI et al. 2021):

-*Volcánicas*: Dacita porfídica, feno-dacita porfídica, basalto andesítico, toba basáltica, metatoba de ceniza, andesita porfídica.

-*Hipoabisales*: Diabasa hornbléndica.

-*Plutónicas*: Tonalita, tonalita anfibólica, diorita, diorita cuarcífera, monzodiorita, granodiorita, gabro, leucogabro, granito, monzogranito, sienogranito, tonalita.

Estos tipos de rocas ígneas, junto con clastos de rocas sedimentarias semejantes a unidades como Aguardiente, Grupo Cogollo y La Luna, coloca a la principal fuente de sedimentos para la Formación Matatere en la cordillera andina, tanto de las unidades del margen pasivo Cretácico, como a las rocas jurásicas (probablemente como principal fuente de volcánicas) y demás rocas plutónicas, mayormente granitoides (Fig. 40B,C).

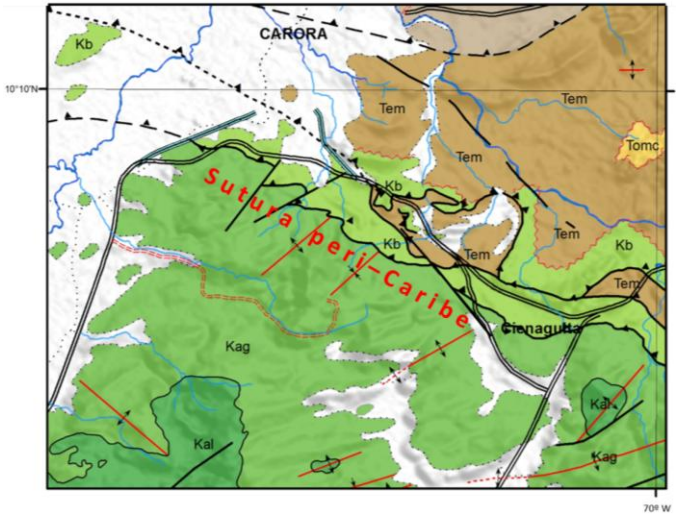


Figura 40A. *Mapa geológico de la región sur de Carora, estado Lara, donde se ubica la Sutura Peri-Caribe, que pone en contacto a unidades de dominio Andino al sur (Kag: Fm. Aguardiente. Kal: Fm. La Luna) y aquellas de dominio Caribe al norte (Kb: Formación Barquisimeto, Tem: Formación Matatere). Cobertura post napas: Tomc: Formación Castillo. Blanco: Sedimentos cuaternarios.*

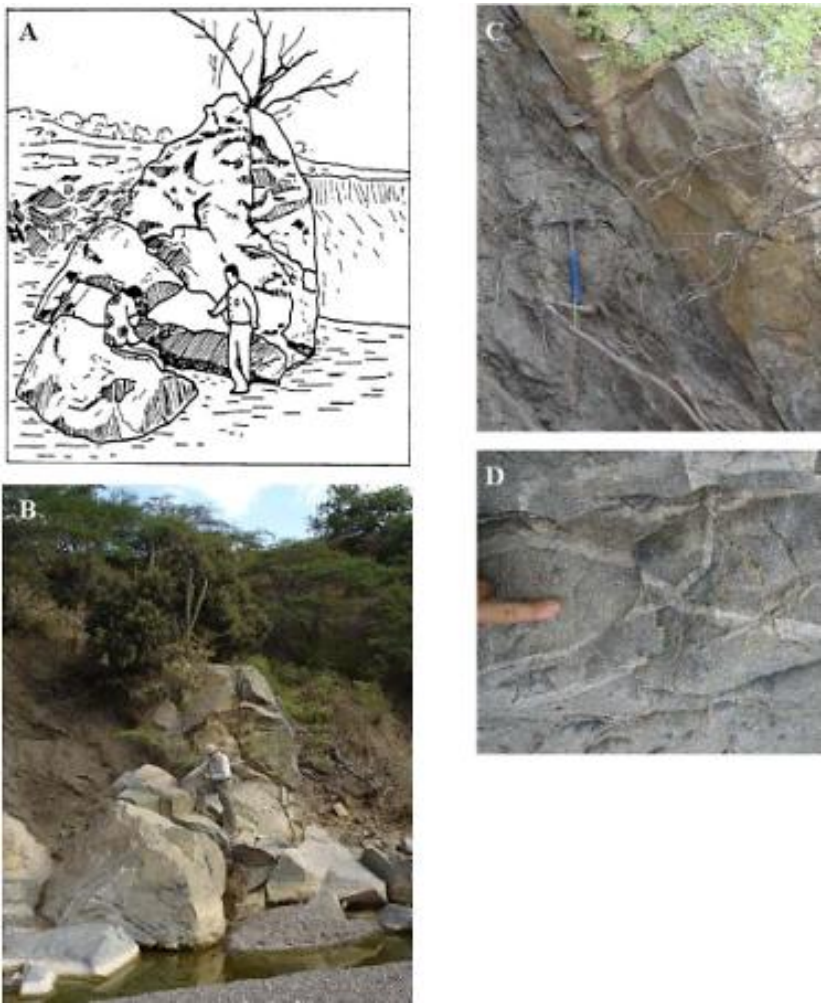


***Figura 40B**. Olistolito de cuarzo-diorita de la Quebrada Parapara (afluente del río Tocuyo). Hoja 6246-IV-NE. A: Croquis de STEPHAN (1982). B: Aspecto general en 2012. C: Contacto entre el olistolito y la lutita de la Formación Matatere III. D: Dos sistemas de pequeños diques de aplita que cruzan la cuarzo-diorita.*


a


b

Figura 40C. a*: Olistolito de monzogranito* [455 (+12, -11) Ma, Ordovísico tradío)] *en la Formación Matatere III. En el bloque de granito se observa que una caliza tipo "Formación La Luna" (con* Hedbergella *y* Heterohelix*) rellenó fracturas y forma contactos abruptos. La Mesa. Norte de Carora.* ***b****: Capa de peñones de la Quebrada El Palmiche. Olistolito de granodiorita* in situ *rodeado de lutita. La-401.*

Región de Cerro Pelón, oeste de Acarigua

En esta región afloran cuerpos de rocas ígneas estudiados por MURRAY (1972), SKERLEC (1979) y BLIN (1989), así como AGUASUELOS INGENIERÍA (1990). Los cuerpos afloran como klippes y megaolistolitos dentro de las formaciones Nuezalito y Río Guache II, ambas pertenecientes al Olistostromo Platillón (Tabla 34). Recientemente, PÉREZ (2012) estudia las rocas ígneas, determinando que las plutónicas varían desde dunita en la cumbre de Cerro Pelón, gradando a piroxenita y gabro (Fig. 41B), así como una unidad basáltica. Este cuerpo principal se encuentra volcado (Fig. 41A). Por la semejanza con los cuerpos de Chacao y Apa, estas rocas ígneas se consideran como megaolistolitos provenientes del Terreno San Sebastián. Por la presencia de rocas ígneas plutónicas ultramáficas y máficas y, volcánicas máficas, lo denominamos *Ensamble Ígneo* ***Cerro Pelón.***

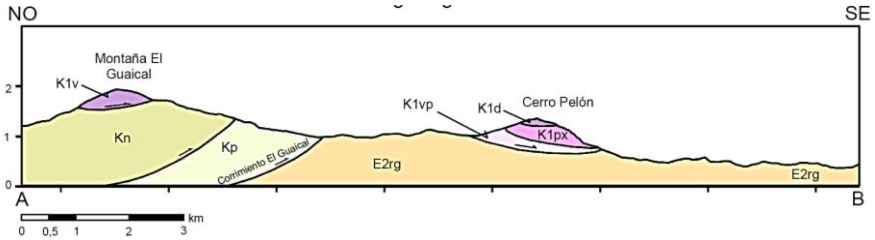


Figura 41A. *Corte geológico de la región de Cerro Pelón – Guaical, Serranía de Portuguesa, oeste de Acarigua, Portuguesa. Unidades sedimentarias (E2rg: Formación Río Guache II. Kp: Caliza Palo Gacho. Kn: Formación Nuezalito), Ensamble Ígnea Cerro Pelón (K1d: dunita, K1px: piroxenita-gabro, K1vp: gabro-basalto sin diferenciar, K1v: basalto). Nótese que el cuerpo de Cerro Pelón está volcado.*

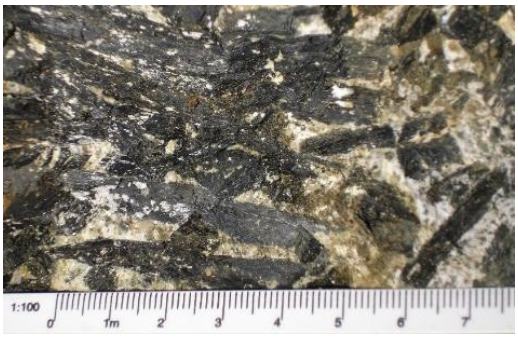


Figura 41B*. Cerro Pelón, Portuguesa. Gabro pegmatítico de la Asociación Ígnea Cerro Pelón.*


C


D

Figura 41*. Formación Nuezalito, río Bocoy, estado Portuguesa.*
C*: Conglomerado con clastos de rocas volcánicas.* ***D****: Fragmento de un olistolito de mármol flogopítico datado por* FOURNIER et al. *2017).*

En la Formación Nuezalito hay gruesas capas de conglomerado con fragmentos de rocas volcánicas (Fig. 41C), gabroides y otras de metamorfismo de alto grado; también olistolitos métricos de estos mismos tipos de rocas. FOURNIER *et al.* (2017) realiza la geocronología Ar-Ar en cristales de flogopita de distintos tamaños, provenientes de un mármol de alto grado (Fig. 41D), resultando edades de **888±4 Ma** y **874±4 Ma** (Fig. 41E), interpretadas como edades de enfriamiento, posteriores a la intrusión hace c. 919 Ma de un complejo tipo Yumare, relacionado con la ruptura de Rodinia a lo largo de la zona colisional Amazonia-Báltica con la generación del orógeno Putumayo.

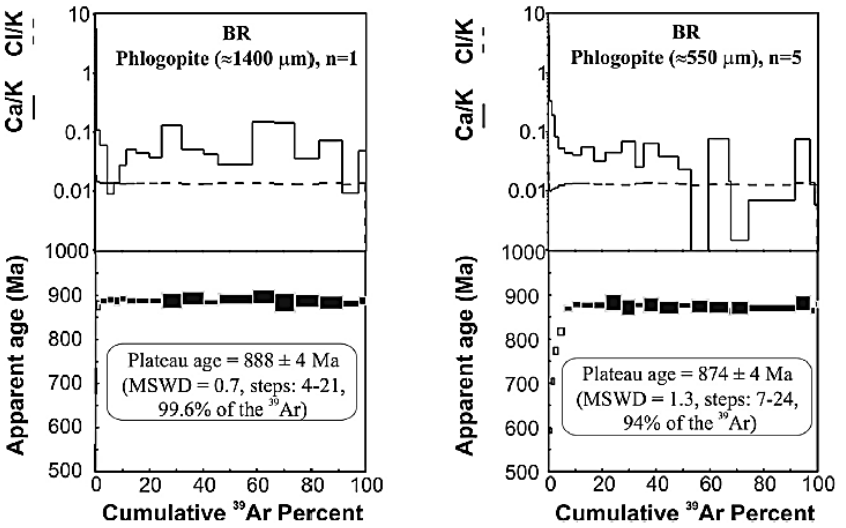


Figura 41E. *"Espectros de edad de flogopita por calentamiento escalonado de $^{40}Ar/^{39}Ar$ del mármol con facies granulita que muestran el tamaño del grano (diámetro), el número (n) de cristales calentados, las edades calculadas y los valores de Ca/K y Cl/K. Los escalones que definen una edad de meseta se muestran en negro. El ancho vertical de cada escalón y los errores de fecha tienen una incertidumbre de ±2 s. (a) Hojuela de flogopita grande (1400 mm de diámetro). (b) Hojuelas de flogopita pequeña (550 mm de diámetro)" (*FOURNIER et al. *2017).*

A continuación se reprorducen gráficos geocronológicos de unidades sedimentarias mencionadas en el texto.

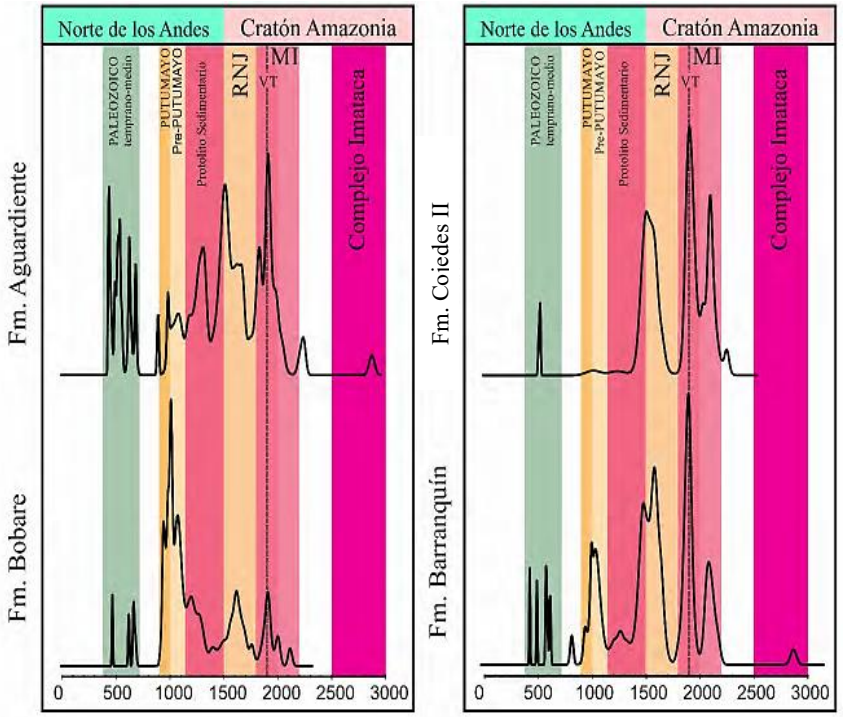
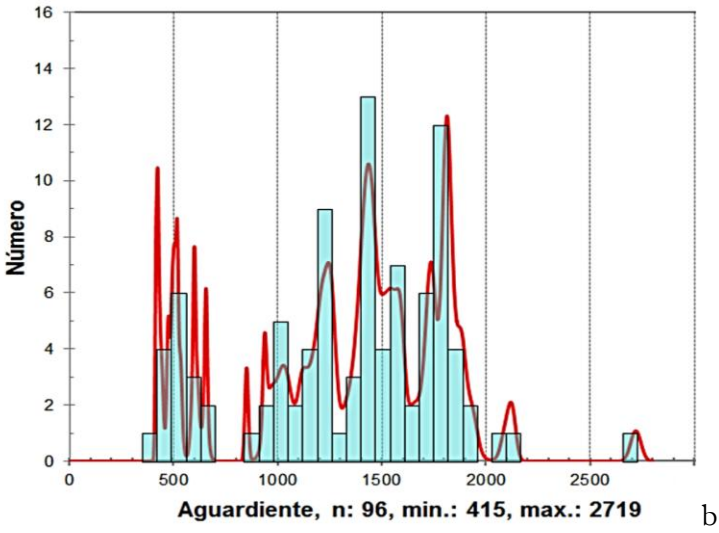


***Figura 42A**. Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades en Ma de zircones detríticos. Comparación entre las formaciones Aguardiente, Barrianqupin, Bobare y Cojedes II. Compilación por BAQUERO (2017: 37).*



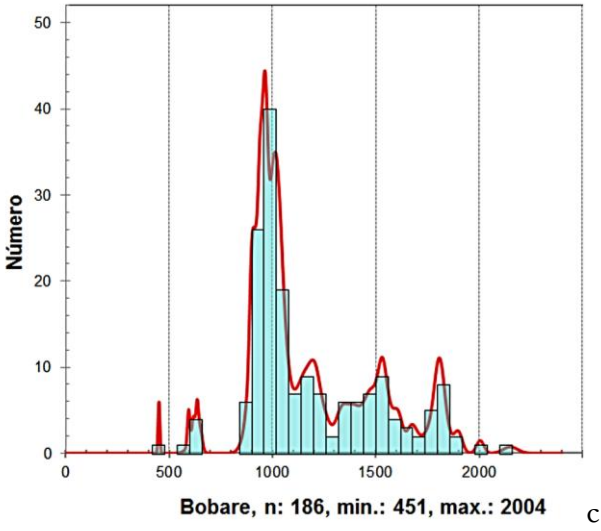


Figura 42*. Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades en Ma de zircones detríticos.*
b*: Formaciones Aguardiente.* ***c****: Formación Bobare (NOGUERA 2009).*

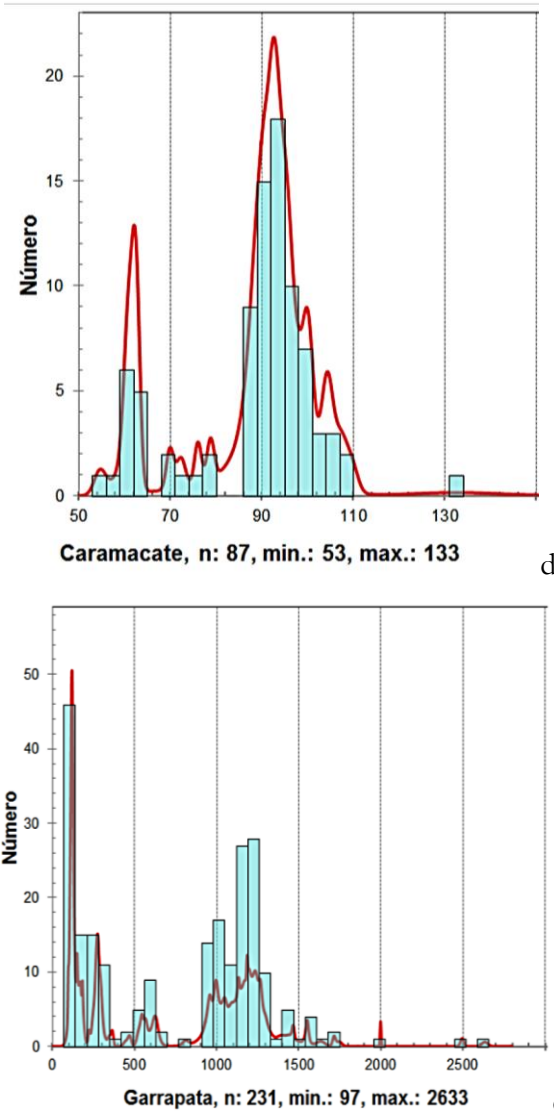


Figura 42*. Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades en Ma de zircones detríticos.* ***d****: Formación Caramacate.* ***e****: Formación Garrapata. Cortesía del Prof. J. E. Wright, Universidad de Georgia, EEUU.*

3. PENÍNSULA DE ARAYA

ALVARADO (2005) y más recientemente Mujica (2017), integran la geología de 19 hojas a escala 1:25k de la Península de Araya, compilados a partir de decenas de tesis de grado de la UCV de los años 1960's, los trabajos regionales de SCHUBERT (1972) y VIGNALI (1965), así como las tesis doctorales de VIGNALI (1979) y CHEVALIER (1987, 1996a,b) (Fig. 43A).

Las unidades que se han cartografiado en la Península de Araya se han agrupado en cuatro terrenos tectonoestratigráficoss: Manicuare, Carúpano, El Copey y Macuro, los dos últimos continuan en la Península de Paria; su distribución conforma franjas con orientación NE lo que es conforme con la interacción oblicua de las placas Caribe y Suramérica. La Tabla 36 se presenta el esquema de las unidades cartografiadas.

El Terreno Manicuare integrado por la unidad *Complejo* ***Manicuare*** es la unidad de mayor grado metamórfico y de mayor edad. Se caracteriza por una asociación mineralógica metamórfica en facies de la anfibolita con granate, cianita y estaurolita (Fig. 43B). El protolito de la unidad es más joven que 385 Ma (Devónico Médio) (MDA), probablemente afectado por metamorfismo en la orogénesis Allegheniana-Herciniana (fines de Devónico al Pérmico medio).

Sigue el Terreno El Copey que aflora entre las fallas mayores de Salazay y Laguna Grande. En las unidades Magüey y Laguna Chica hay predominio de rocas metasedimenatrias intercaladas con rocas volcánicas, mientras que en la Metaofiolita de El Copey, se encuentra la sección completa de ultramáficas (serpentinita), gabro y volcánicas (Fig. 43C). Todo el terreno está muy fragmentado por el fuerte fallamiento, precisamente entre las fallas mayores de Salacay y Laguna Chica. NEILL *et al.* (2015) correlacionan la Metaofiolita de El Capey, con rocas equivalentes de las unidades Sans Souci de Tinidar y Siquisisue, estado Lara (Fig. 39K).

Fue necesario definir una nueva unidad, las *Metavolcanosedimentarias de* ***El Maguey***, dado que su litología es completamente distinta al Esquisto Carúpano, bajo cuyo nombre estaba cartografiada en el mapa de CHEVALIER (1987, siglas K7a y K7b), estando en el dominio de cobertura del sustrato ofiolítico.

El Terreno Carúpano tiene características semejantes con el Terreno Las Mercedes de la CdlC.

Tabla 36. Síntesis de las unidades geológicas de la Península de Araya. Ordenadas en dirección oeste-este.

Unidad		**Litología** y facies metamórfica	**Edad** determinada o inferida
TERRENO MANICUARE.		Alóctono al norte de la falla Salazar. Facies de la anfibolita	
Complejo **Manicuare**			
Unidad III	*K2*	Esquisto grafitoso, esquisto granatífero, cuarcita	Paleozoico
Unidad II	*K1*	Esquisto micáceo granatífero	
Unidad I	*J*	Esquisto micáceo, cuarcita, mármol, metaconglomerado	
TERRENO EL COPEY.		Alóctono. Entre las fallas Salazar y Laguna Grande. Facies de esquito verde - clorita	
Cobertura meta-volcano-sedimentaria del sustrato ofiolítico			
Metavolcanosed. de **Maguey** *K7*			
Mvs.de **Maguey** 2	*K7b*	Mármol con lentes de metarenisca con cemento carbonático	Cretácico Tardío
Mvs.de **Maguey** 1	*K7a*	Mármol de grano fino y metalavas, algunas almohadilladas	
Metavolcanosedimentarias de **Laguna Chica**	*K6*		Cretácico Tardío
Mvs. **Laguna Chica** 2	*K6b*	Meta-volcano-sedimentarias sin carbonatos	
Mvs. **Laguna Chica** 1	*K6a*	Filita grafitosa	
Serie ofiolítica			
Metaofiolita de **El Copey**			
Metavolcánicas	*JK*	Metalavas basálticas, algunas almohadilladas (Fig. 42)	Cretácico Tem.
Metagabro	*JK(G)*	Metagabro	
Serpentinita	*JK(S)*	Serpentinita, peridotita serpentinizada	
TERRENO CARÚPANO.		Para-autóctono, sur de la falla de Laguna Grande. Facies de esquisto verde-clorita	
Esquisto de **Carúpano**	*K5*	Esquisto micáceo grafitoso carbonático y mármol	Cretácico Tardío?
Subunidad de mármol		Mármol, filita cuarzo muscovítico, meta-conglomerado,	Cretácico Tardío?
Olistolito de serpentinita	*K5(S)*	Serpentinita K5(S)	Jurás.-Cretácico?
TERRENO MACURO.		Facies de esquisto verde-clorita	
Esquisto de **Tunapui**	*K3*	Esquisto cuarzo micáceo, metaconglomerado, mármol K3	Cretácico Tem.
OTRAS UNIDADES			
Brecha de **serpentinita**	*K8*	Bloques de serpentinita en matriz grafitosa (suela de corrimiento)	Neógeno
Complejo Estructural **Lechozal**		Amplia brecha de la falla que pone en contacto las unidades metamórficas con la Formación Barranquín.	Mioceno

Las siglas en cursivas luego de los nombres de las unidades corresponden a las utilizadas en el mapa de Chevalier (1987).

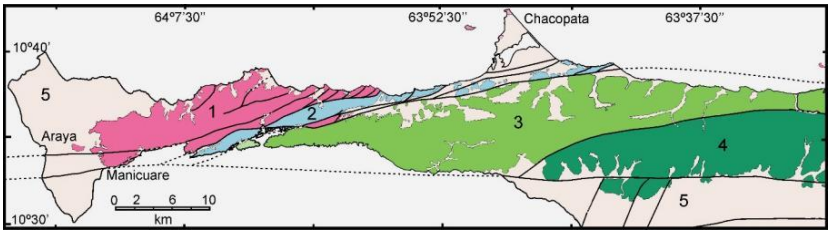


***Figura 43A**. Mapa geológico generalizado de la Península de Araya.*
***1**: Terreno Manicuare, **2**: T. El Copey, **3**: T. Carúpano, **4**: T. Macuro.*
***5**: Sedimentos cuaternarios.*

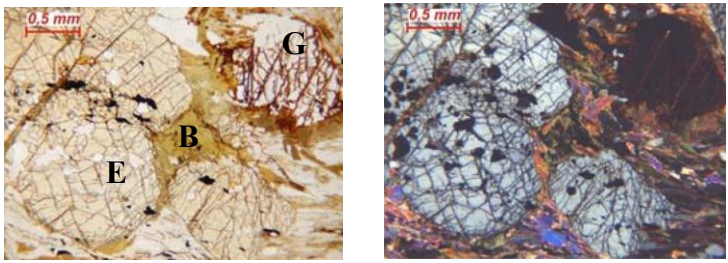
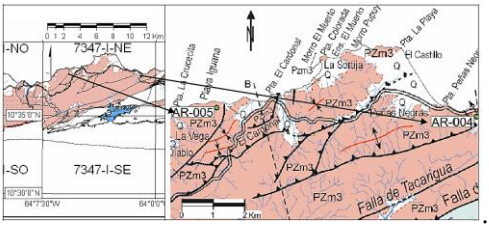


***Figura 43B**. Complejo Manicuare: Esquisto con cuarzo muscovíta biotíta (B) estaurolíta (E) y granate (G). Muestra AR-006 (MUJICA 2013).*



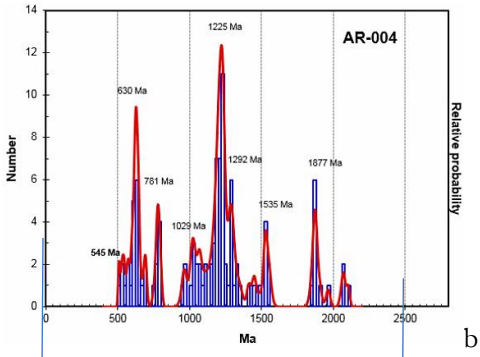
***Figura 43C**. Metaofiolita de El Copey. Lava almohadillada muy deformada en playa El Copey, localidad típo de la unidad (ALVARADO 2006).*

En las unidades Manicuare, El Maguey y Carúpano, la geocronología de zircones detríticos muestran que las edades mínimas obtenidas, que a su vez corresponden a las edades máximas de la sedimentación son de 384,7±7,5 Ma, 374,5±5,8 Ma y 508,5±6,0 Ma, respectivamente (U-Pb, zircón, LA-ICP-MS, Dr. Marvin Baquero, 27-6-2017, com. pers) (Fig. 43D-F).



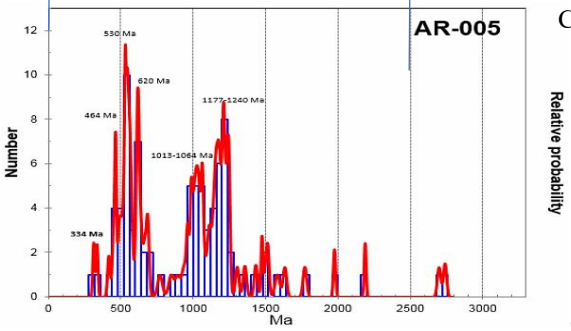
.a

Ubicación de las muestras AR-004 y 005



b

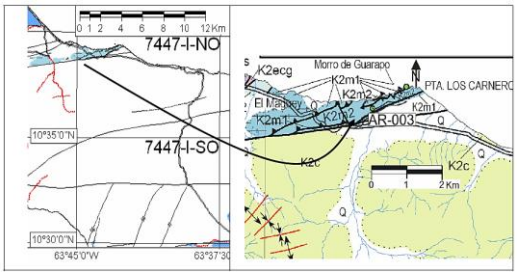
Complejo **Manicuare III**
Cuarcita
MDA: 509 Ma
(Cámbrico, Época 3)



c

Complejo **Manicuare III**
Cuarcita
MDA: 305 Ma
(Pennsylvaniense Tardío)

Figura 43D*. Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades de zircones*



Ubicación de la muestra AR-003

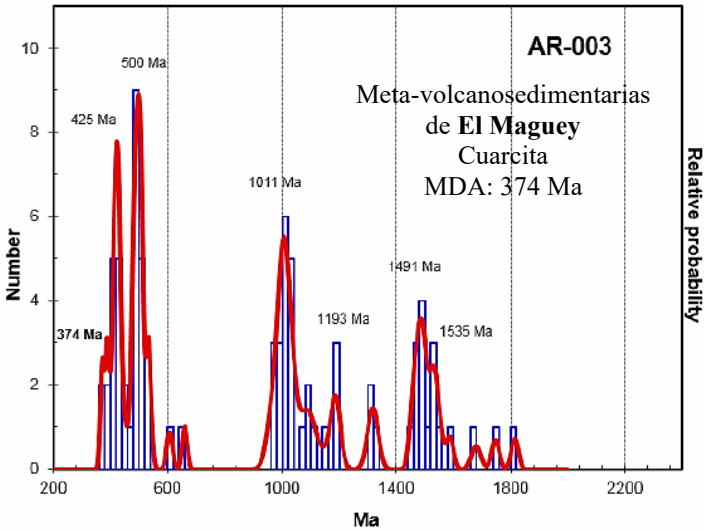
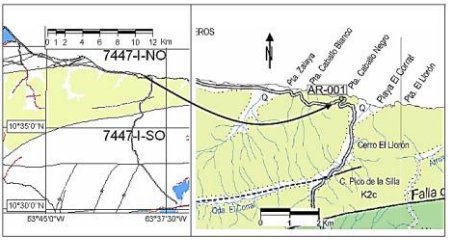


Figura 43E. *Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos*



Ubicación de la muestra
AR-001
Esquisto **Carúpano**

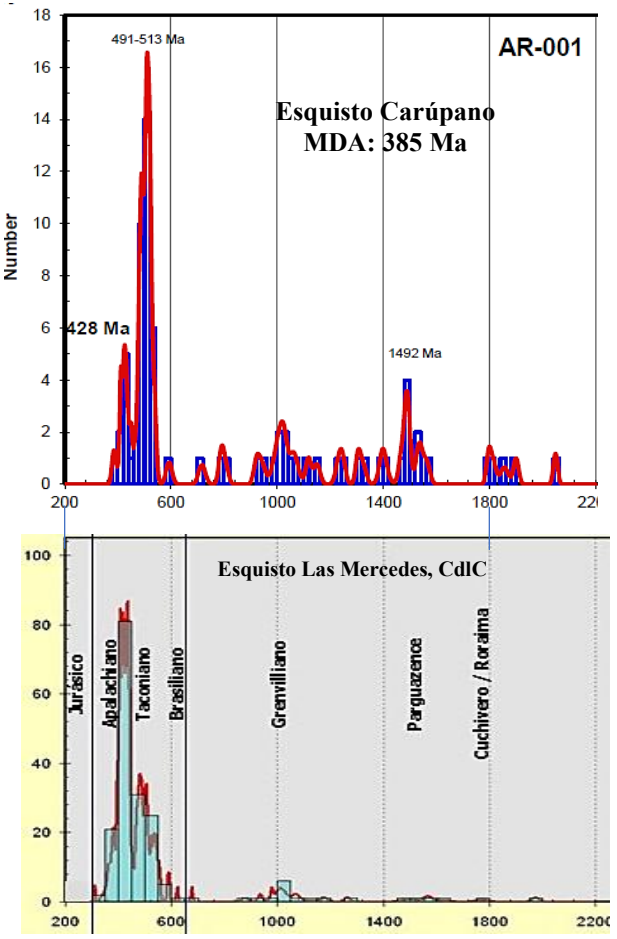


***Figura 43F**. Histogramas y curva de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos. Comparación entre esquistos de Carúpano y Las Mercedes.*

A título comparativo, conviene mencionar que rocas estaurolíticas se han reportado en Venezuela, en los páramos Los Torres y Las Cruces (nombre debido a los cristales de estaurolita con típicas maclas en forma de cruz) en el estado Trujillo. Otra localidad corresponde al basamento del pozo VLE-747 a profundidad de 17.423' ("Bloque V Centro" del lago de Maracaibo), donde el Prof. Sebastián Grande (com. personal, 23 feb. 2024) identificó un esquisto micáceo-estaurolítico-granatífero (Fig. 43G), semejante a la muestra AR006 aquí reportada para el Complejo Manicuare.

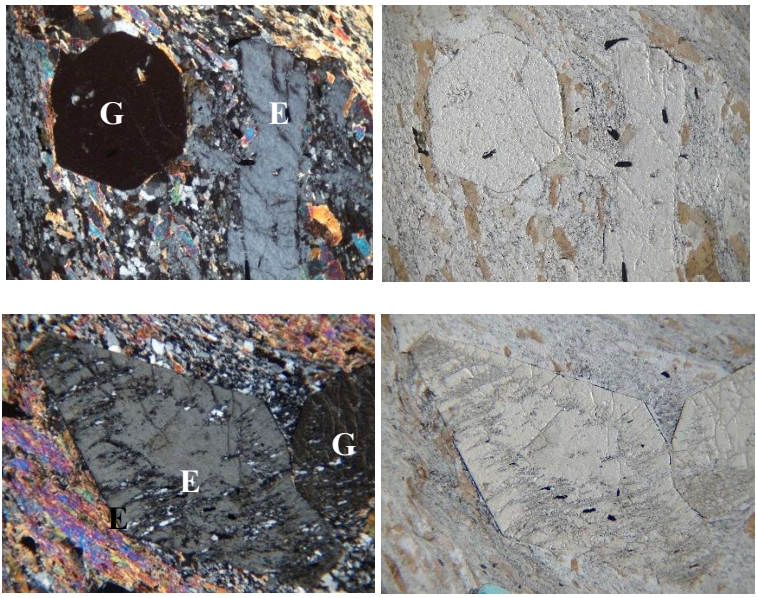


Figura 43G. *Esquisto micáceo-estaurolítico-granatífero. Basamento del pozo* VLE-747, Lago de Maracaibo. *Granate (G) y estaurolita (E) euhedrales rodeados de biotita y muscovita.*[73]

[73] Cortesía del Prof. Sebastián Grande, UCV.

4. PENÍNSULA DE PARIA

La Península de Paria fue cartografiada a escala 1:25k entre 1964 y 1968, por medio de una decena de tesistas de la UCV, coordinados por los profesores Clemente González de Juana, Nicolás Geerardo Muñoz y Mario Vignali. Con ello se establece la base de la nomenclatura utilizada hoy día. Dácadas después, los tesistas PETRASH y REVANALES (2006) integran 33 hojas geológicas a escala 1:25k, donde para las parte oriental y central de la Península se basan en la información de la UCV, mientras que para la parte occidental se utilizan los trabajos a SEIJAS (1972), SIFONTES (1972) y CAMPOS (1981) del MMH (Fig. 44A). A los efectos del presente trabajo tomamos como límite entre Araya y Paria el meridiano de la población de Carúpano.

Las unidades geológicas aflorantes se resumen en la Tabla 37, donde las hemos dividido en tres terrenos tectonoestratigráficos, de norte a sur:

Dominio aloctono:

T. El Copey, una unidad ofiolítica alóctona desmembrada, con serpentinita, piroxenita, metagarbro y metavolcánicas.

Dominio para-autóctono:

T. Carúpano, con una unidad caracterizada por esquisto grafitoso.

T. Macuro, que reune nueve unidades metasedimentarias y dos cuerpos de metagranitoides (probablemente intrusivos).

T. Güinimita, una unidad mertasedimentaria con protolitos de lutita, conglomerado y caliza del Cretácico.

Para más información sobre las unidades puede consultarse a PETRASH y REVANALES (2006). A continuación se consideran algunos temas selectos.

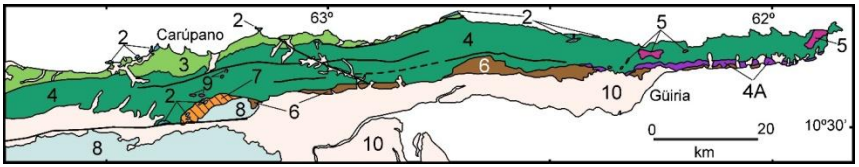


***Figura 44A**. Mapa geológico generalizado de la Península de Paria. Abreviaturas: 2: Terreno El Copey, 3: T. Carúpano, 4: T. Macuro, 4A: T. Macuro, Esq. de Cariaquito. 5: Gneises graníticos de El Dragón y El Mango, 6: T. Güinimita. 7: Complejo Lechozal. 8: Unidades no metamórficas del margen pasivo Cretácico, 9: Riolita Porfídica de Rivilla. 10: Unidades sedimentarias cuaternarias.*

Tabla 37. Síntesis de las unidades geológicas de la Península de Paria. Ordenadas en dirección oeste-este.

Unidad	**Litología – facies metamórfica**	**Edad** determinada o inferida
AUTÓCTONO. Volcanismo del extremo sur del arco de islas de las Antillas Menores. Sin metamorfismo		
Riolita Porfídica de **Rivilla**	Riolita	Plioceno
ALÓCTONO. TERRENO EL COPEY. Facies de esquisto verde – clorita		
Metaofiolita de **El Copey**		Cretácico Tardío
Volcánicas		
Metagabro		
Piroxenita hornbléndica		
Peridotita Serpentinizada - serpentinita		
PARA-AUTÓCTONO. Sedimentación en el margen pasivo del norte de Suramérica		
TERRENO CARÚPANO. Facies de esquisto verde – clorita		
Esquisto de **Carúpano**	Esq. carbonático micáceo grafitoso, mármol	Cretácico Tardío?
TERRENO MACURO. Facies esquisto verde – clorita a biotita		
Esquisto de **Cariaquito**	Esq. cuarzo muscovítico, grafitoso + clorita	Cretácico Temprano
Mármol de **Patao**	Esq. carbonático, mármol, yeso	
Esquisto de **Yacua**	Filita grafitosa carbonática, lentes de mármol	
Esquisto de **Uquire**	Cuarcita grafitosa, esquisto grafitoso	Cretácico Temprano
Esquito de **Tunapui**	Esq. cuarzo micáceo clorítico, metaconglom.	Jur. Tardío-Cret. Tem.
Esquito de **Macuro**	Cuarcita, esquisto cuarzo clorítico	Jur. Tardío-Cret. Tem.
Esquisto de **Guatay**	Cuarcita esquistosa, esquistos cuarzo-micáceo	
Mármol de **Yaguaraparo**	Mármol	
Mármol de **La Horqueta**	Mármol dolomítico	
BASAMENTO. Facies de esquisto verde – clorita		
Gneis de **El Dragón**	Metagranito	Devónico
Gneis de **El Mango**	Metagranito	Silúrico
TERRENO GÜINIMITA. Facies de esquisto verde – clorita		
Metasedimentarias de **Güinimita**	Esquisto sericítico, metaconglomerado, mármol	

Geocronología reciente por el método U-Pb (zircón, LA-ICP-MS) ha permitido al Dr. Marvin Baquero (com. Pers., 27-6-2017) datar las siguientes unidades: (1) Riolita Porfídica de Rivilla, 3,9±0,1 Ma, Plioceno-Zarciense. (2) Gneis El Mango, 424,9±1,0 Ma, Silúrico-Ludlowense. (3) Gneis El Dragón, 409,2±1,9 Ma, Devónico Temprano.

Riolita Porfídica de Rivilla

En el Plioceno, el Terreno Carúpano es intruido por decenas de apófisis de riolita porfídica (Fig. 44B), originadas de la subducción de la placa Atlántica bajo la placa Caribe, siendo éste, el magmatismo más meridional del Arco de las Antillas (MCMAHON 2001). Esta unidad denominada *Riolita Porfídica de* ***Rivilla*** ha sido datada en **3,9±0,1 Ma**, Plioceno-Zarciense (Fig. 44C).

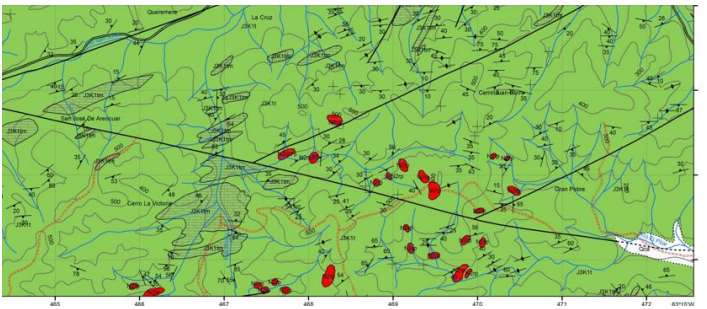


Figura 44B*. Distribución de apófisis de la Riolita Porfídica de Rivilla (rojo), al sur de Carúpan, intrusivos en el Esquisto Carúpano. Fragmento de la hoja 7547-IV-NE Guatacón de Flores (PETRASH y REVANALES 2006,* en *CÁCERES y VILLARROEL 2019). Escala: cuadrícula de 1 km.*

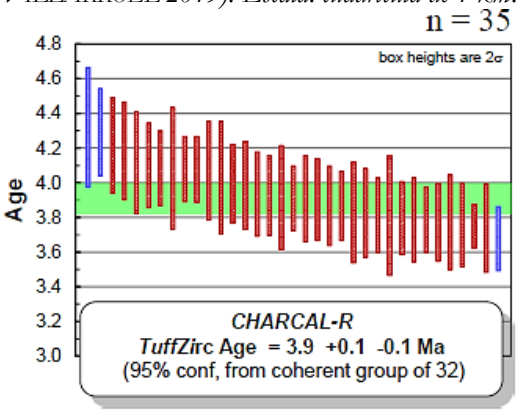


Figura 44C*. Riolita Porfídica de Rivilla. Localidad El Charcal, sur de Carúpano.*[74]

[74] Análisis por el Dr. M. Baquero. Coordenadas UTM, La Canoa: E469.431, N1.171.180.

Rocas ultramáficas y el Cabo Las Tres Puntas

Entre 1964-1967 dos tesistas fueron asignados específicamente para estudiar este tipo de rocas. La localidad de Cabo Tres Puntas en San Juan de Unare fue la más importante. ya que en una pequeña distancia y en contacto de fallas afloran los terrenos Macuro, Carúpano y El Copey (Fig. 44D). En la parte costera afloran rocas ofiolíticas como peridotita serpentinizada, serpentinita, piroxenita, piroxenita hornbléndica, gabro hornbléndico y esquisto graucofánico epidótico.

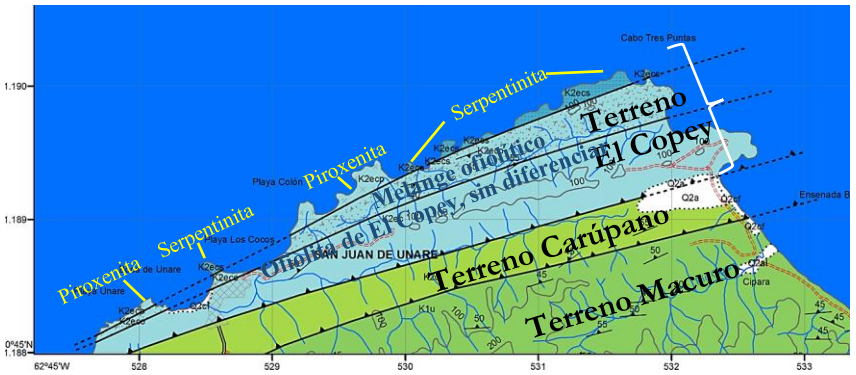


Figura 44D. *Cabo Tres Puntas. Hoja 7648-II-NO San Juan de Unare (PETRASH y REVANALES 2006, en CÁCERES y VILLARROEL 2019). Escala: cuadrícula de 1 km.*

Los gneises de El Mango y El Dragón

Los tesistas de la UCV se esforzaron en explicar la presencia de los distintos tipos de rocas (granito, gneis o augengneis), hoy día explicables por una evolución del protolito por metamorfismo y deformación a través de distintos grados de protomilonitización y presión-solución, variables de una localidad a otra.[75] Por esta mezcla

[75] Algo parecido pasó con las rocas graníticas de Guaremal, Carabobo, donde se asignaron nombres distintos: Granito de Guaremal, Augengneis de Peña de Mora y Gneis de Sebastopol, cuando en realidad corresponden a un mismo plutón con diferentes grados de deformación.

de litologías graníticas se asignó el nombre de "*Asociación ígneo-metamórfica El Mango-Doña Ju*ana".

La primera edad U-Pb/zircón del Gneis El Dragón fue publicada por SPEED *et al.* (1997) de **334-292 Ma** (Carbonífero medio a Pérmico inferior) de la orogénesis Allegheniana; luego corroborada y mejorada por técnicas más precisas por M. Baquero, como sigue: Gneis El Dragón (**409,2±1,9 Ma**) y El Mango (**424,9±1,0 Ma**) (Figs. 44E,F).

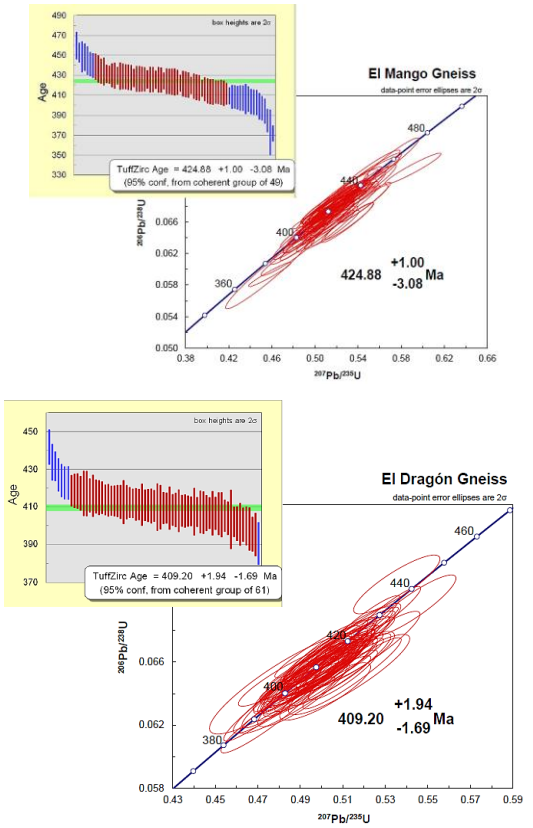


***Figura 44E**. Gráficos geocronológicos de los gneises de El Mango (10º40´13", -62º15´19") y El Dragón (10º43' 31", -61º52´36"). Cortesía del Dr. Marvin Baquero.*



***Figura 44F**. Afloramiento del Gneis El Mango. Localidad tipo.*[76]

Por la edad paleozoica, R. Speed y colaboradores interpretan que los plutones fueron intruidos en metasedimentos de un cinturón de deformación del Paleozoico durante el ensamble de Pangea, posteriormente fragmentados en láminas tectónicas, que pudieron incorporarse a una cuña de acreción que se desarrolló durante el Cenozoico medio al cabalgar hacia el norte de Sudamérica; para probablemente ser transportados en el Neógeno desde sitios muy al norte o al oeste-noroeste de la península de Paria oriental. Las posiciones restauradas implican que Suramérica continental existió o existe bajo una cubierta tectónica muy al norte de la costa actual. Entonces, los protolito de los cuerpos de gneis los interpretan como parte de un basamento Paleozoico continental, quizás a manera de horst en el margen pasivo del Mesozoico temprano del Norte de Sur América.

Una interpretación no considerada por SPEED *et al.* (1997), es que estos plutones hayan intruido al protolito del actual Esquisto Macuro que los envuelve, por consiguiente el Esquisto Macuro debería tener una edad mayor de 425 Ma. A favor de un contacto intrusivo están

[76] Fotografía cortesía del Dr. Marvin Baquero.

las siguientes observaciones realizadas en torno al plutón de El Mango:

-Los tesistas de 1964, señalan la presencia de xenolitos en las cercanías del contacto.

-También mencionan la presencia de "dedos" gnéisicos dentro del esquisto. Esta misma observación aparece en el libro de *Geología de Venezuela* … de GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980) como sigue: "*a lo largo de la carretera río Salado – El Mango y próximo al contacto de la Asociación Ígneo-Metamórfica* [El Mango-Doña Juana], *se observa una zona compuesta por gneises de inyección*[77] *dentro de los esquistos cuarzo micáceos* (Macuro)"

-Adicionalmente, tanto en los mapas primarios de los tesistas, como en los mapas reinterpretados y publicados los González de Juana y otros, aparece una capa de mármol de extensión kilométrica, cortada por el plutón granítico (Fig. 44G).

Esta información apunta a un contacto intrusivo entre El Mango y Macuro, algo sin trascendencia cuando se consideraba que ambas unidades eran del Mesozoico. Pero con las nuevas edades paleozoicas de los granitoides, la naturaleza del contacto cobra especial significado, ya que si realmente es intrusivo, al menos la parte del Esquisto Macuro adyacente al Gneis El Mango sería pre-Silúrico[78].

Preferimos dejar este tema como algo a resolver a futuro, ya que todas las evidencias mostradas pudieran tener otras interpretaciones.

[77] Subrayado nuestro. Probablemente esta observación corresponda a algo similar a lo que se muestra en las figs. 10G,H para al Metagranito de Guaremal en Carabobo.

[78] Pendiente de nuevo trabajo de campo, lo cual por ahora no parece factible ya que la zona de El Mango – Doña Juana está bajo control del narcotráfico.



***Figura 44G**. Fragmento de la hoja 7748-III-SE Cacao, donde se obserba un nivel de mármol del Esquisto Macuro cortado por el Gneis El Mango (GONZÁLEZ DE JUANA* et al. *1972,* en *CÁCERES y VILLARROEL 2019). Escala: cuadrícula de 1 km.*

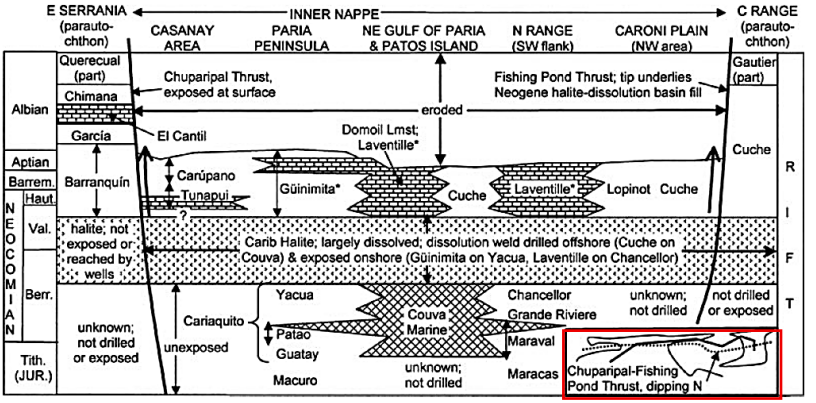
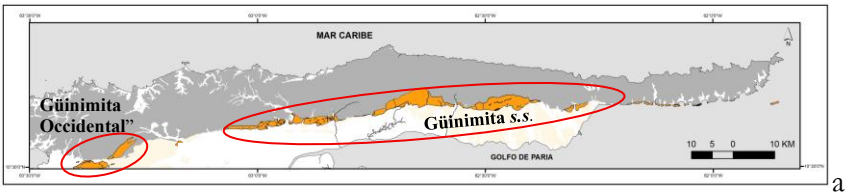


***Figura 44H**. Tabla de corrrelación de unidades geológicas del norte de Trinidad y la Península de Paria (HIGGS 2009). El Esquisto Macuro se ubica a la misma edad de la Formación Maracas (Titoniense). En el inserto de la parte inferior derecha se ubica el Corrimiento de Chuparipal – Fishing Pond.*

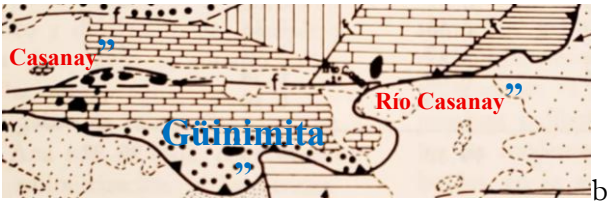
El caso de las Metasedimentarias de Güinimita

La unidad ***Güinimita***, fue cartografiada por los tesistas y profesores de la UCV en los años 1960´s, como una franja en el flanco sur de la Península de Paria, donde se encuentra su localidad tipo (Fig. 44I, ver "Güinimita *S.S.*"). Allí se caracteriza por la presencia de meta-conglomerado, filita cuarzo micáceas y frecuentes capas de mármol, que forman trazas hasta kilométricas. Los mármoles contienen abundante fauna de moluscos, corales, algas y foraminíferos que corresponden al Cretácico Temprano (Barremiense-Albiense) (GONZALEZ DE JUANA *et al.* 1972).

En 1977, el Prof. Vignali y tesistas de la UCV estudian la zona de Casanay-El Pilar y, utilizan el mismo nombre (erroneamente en nuestro criterio actual), para una unidad distinta a la Güinimita *sensu stricto* del sur de Paria; ésta caracterizada por la presencia de olistolitos, incluyendo cuerpos de serpentinita (VIGNALI 1977) (Fig. 44I, ver "Güinimita Occidental").



a



b

Figura 44I. a: *Distribuciónn del Terreno Güinimita (adaptado de PETRASH y REVANALES 2006).* ***b:*** *Mapa geológico simplificado de la región Casanay – El Pilar, donde se muestra la "Formación Güinimita" en contacto de corrimiento con la Formación Barranquín (VIGNALI 1977: 215).*

Al norte de Río Casanay, RIVAS *et al.* (1985) describen el Complejo Lechozal, como una matriz negra a negra azulada lodolítica que incluye una heterogénea mezcla de: ftanita negra con abundantes radiolarios y foraminíferos pelágicos de edad Maastrichtiense-Paleoceno; arenisca cuarcífeta de grano grueso, blanca y fuertemente cizallada atribuida a la Formación Barranquín; mármol fosilífero y meta-microconglomerado ferruginoso atribuidos a Güinimita; metadolomía y mármol, serpentinita y, yeso intensamente fracturados atribuido a Macuro. Esta unidad corresponde a una "suela de corrimiento" (thrust sole) que marca el plano maestro de despegue del sistema mayor de fallas de corrimiento de Chuparipal (Fig. 44J).

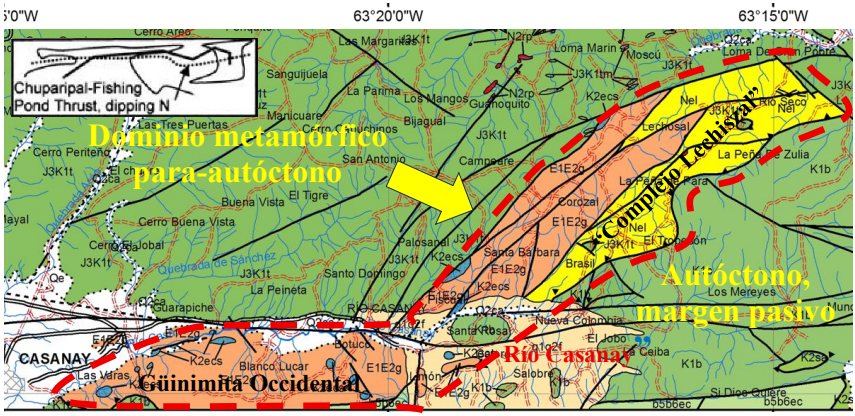


Figura 44J. *Mapa geológico de la regiónn de Casanay – Río Casanay (ALVARADO 2006 y PETRASH y REVANALES 2006, en CÁCERES y VILLARROEL 2019). El área dentro del polígono corresponde a un complejo estructural, que incluye las actuales unidades de "Güinimita Occidental" y Complejo Lechozal.*

En opinión del suscrito, tanto la unidad Lechozal de RIVAS et al. (1985), como la "Formación Güinimita Occidental", es decir toda la zona incluida dentro del polígono de líneas rojas segmentadas de la Fig. 44J, constituye un complejo estructural, en el sentido del Artículo 37d del *Código Estratigráfico Norteamericano* (CNNE 2024: 49).

Este complejo ocurre al norte de Río Casanay, donde el sistema de fallas de Chuparipal tiene una deflexión con rumbo NE, allí se genera un cinturón de ancho kilométrico que corresponde a la zona de sutura de la provincia de unidades **metamórficas** para-autóctonas, contra la provincia de unidades **no metamórficas** del autóctono Cretácico del margen pasivo del norte de Suramérica (formaciones El Cantil y Barranquín). Este es un sistema de fallas mayor, que se extiende hasta Trinidad, donde se conoce con el nombre de "Chuparipal – Fishing Pond thrust" (HIGGS 2009) (Fig. 44H, inserto inferior derecho).

5. PENÍNSULA DE PARAGUANÁ[79]

En la Península de Paraguaná las rocas ígneo-metamórficas afloran en: 1) Cerro Santa Ana y las elevaciones circundantes de Arajó, Siraba, Tausabana, El Rodeo y Cerro Colorado, con rocas de litósfera oceánica. 2) En la Mesa de Cocodite al oeste de Pueblo Nuevo, donde afloran rocas de corteza continental. Estos caracterizan dos terrenos que se describen a continuación.

Terreno Santa Ana (litósfera oceánica, cerros de Santa Ana y alrededores).

Los estudios de MARTÍN *et al.* (1972) y MISTAGE *et al.* (1989) son los más completos realizados. Más recientemente, para este conjunto de unidades, MENDI (2016) propone el nombre formal de *Ofiolita de* ***Cerro Colorado***[80] y lo subdivide de las siguientes subunidades:

Ofiolita de ***Cerro Colorado***
  Basalto de ***Santa Ana***
    Basalto porfídico
    Basalto afanítico
  Diabasa de ***Arajó***

[79] En el Capítulo 3 de esta obra se presenta la historia de la evolución del conocimiento geológico de la Península de Paraguaná.

[80] Los nombres más apropiados como Santa Ana o Paraguaná, ya están utilizados por otras unidades formales.

Gabro de ***Capuana***
Leucogabro
Gabro pegmatítico
Gabro pegmatítico gnéisico
Gabro sausuritizado
Gabro olivinífero-piroxénico de ***Siraba***
Harzburgita de ***El Rodeo***
Harzburgita
Dunita

BAQUERO *et al.* (2013b) presentan una datación U-Pb en cristales de zircón de un gabro pegmatítico colectado en la ladera occidental del Cerro Santa Ana, resultando en **121,5±0,9 Ma** (Cretácico Temprano, Aptiense) (Fig. 45A).

Por su parte, MENDI (2016) y MENDI *et al.* (2017) a través del estudio petrológico-geoquímico de la cromitita del Cerro Colorado, interpretan a la unidad como una ofiolita de back-arc dentro de un sistema magmático suprasubduccion (Fig. 45B). Esta interpretación es coherente con la composición química de los gabros y basaltos (Tabla 38), lo que sugiere un contexto geotectónico de arco de isla intraoceánico con pulsos magmáticos de naturaleza más primitiva.

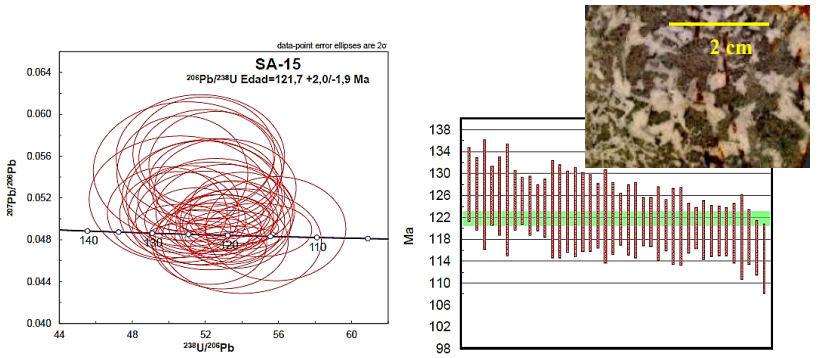
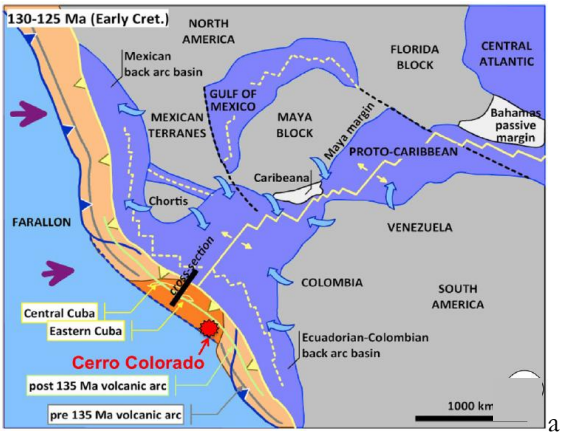
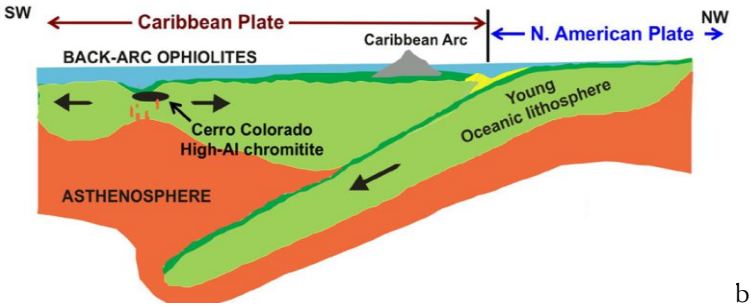


Figura 45A*. Geocronología de gabro pegmatítico de Santa Ana. n=40. (BAQUERO* et al. *2013b).*



a



b

Figura 45B. *Diagramas que muestran el ambiente tectónico "Back Arc" interpretado para la formación de la cromitita de Cerro Colorado (*MENDI et al. *2020).*

Tabla 38. Geoquímica de muestras del Terreno Santa Ana.

ID	Localidad	Litología	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	Na_2O
AK29F		Vena félsica	58,76	0,02	23,38	0,74	0,67	0,03	9,64	4,55
AK29G		Gabro	53,88	0,71	17,87	5,52	7,75	0,07	10,12	4,28
AK30	Arajó	Gabro	51,39	0,60	17,83	5,98	8,10	0,08	12,04	3,65
AK31		Gabro	48,46	0,46	20,14	4,97	6,73	0,10	14,94	2,56
AK32		Gabro	48,73	0,35	19,10	4,75	7,48	0,11	14,92	2,23
AK33		Gabro	48,90	0,23	17,69	5,31	8,87	0,11	14,10	1,80
AK34		Basalto	48,85	1,18	16,21	9,49	8,93	0,16	11,81	2,37
AK35	Moruy	Gabro	48,63	1,01	15,93	8,26	7,54	0,16	13,61	2,39
AK37		Basalto	47,98	1,11	15,45	10,66	8,21	0,18	12,64	2,25
AK38		Basalto	46,85	1,31	16,29	10,85	8,10	0,19	11,39	2,27
AK40		Gabro	50,31	0,36	17,97	5,45	9,06	0,08	14,47	2,55
AK41	Santa Ana	Gabro	46,04	0,11	26,27	3,43	4,59	0,05	13,90	2,18
AK42		Gabro	43,34	0,14	21,81	4,14	13,22	0,07	13,82	0,90

ID	K_2O	P_2O_5	LOI	Total
AK29F	0,04	0,00	0,54	98,37
AK29G	0,06	0,00	1,25	101,50
AK30	0,07	0,01	0,88	100,62
AK31	0,05	0,01	1,14	99,56
AK32	0,01	0,01	1,6	99,28
AK33	0,01	0,01	1,28	98,31
AK34	0,13	0,12	2,03	101,26
AK35	0,08	0,07	1,11	98,78
AK37	0,07	0,08	1,38	100,03
AK38	0,29	0,11	2,04	99,73
AK40	0,03	0,02	1,21	101,52
AK41	0,05	0,01	2,11	98,72
AK42	0,05	0,01	3,54	101,04



ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
AK29F	0,6	9,6	11,6	2,5	15,3	11,5	0,1	196,8	0,8	2,0	0,09	40,5
AK29G	81,8	132,5	978,3	30,4	92,8	10,1	1,0	123,2	8,4	19,3	0,53	29,2
AK30	69,4	138,7	714,8	33,2	105,0	12,0	0,8	129,4	9,3	16,9	0,47	25,3
AK31	29,9	135,6	526,1	24,8	125,8	15,0	0,2	182,4	10,7	11,4	0,36	20,8
AK32	39,1	144,5	901,8	23,9	134,4	14,0	0,0	192,6	10,2	11,0	0,27	12,1
AK33	34,4	115,4	648,7	28,6	155,4	12,3	0,3	114,6	6,9	5,2	0,17	10,2
AK34	39,8	245,7	464,1	41,1	162,8	16,5	3,1	148,3	25,5	79,3	7,20	27,8
AK35	52,1	255,8	519,5	32,4	100,7	15,5	2,1	157,5	25,5	60,3	1,65	25,6
AK37	42,0	239,0	401,0	42,6	111,2	15,6	1,4	126,9	26,8	67,6	1,44	18,1
AK38	38,6	251,5	398,5	44,9	203,9	17,0	8,8	141,1	30,4	84,6	2,80	51,5
AK40	39,0	132,2	712,6	29,6	150,7	11,0	0,3	110,2	10,8	18,7	0,43	14,1
AK41	6,2	27,2	150,8	16,4	102,7	15,0	0,7	159,1	3,2	6,3	0,23	16,9
AK42	8,7	46,2	614,0	38,9	403,2	10,8	1,6	129,9	4,0	8,9	0,28	17,1

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
AK29F	0,341	0,57	0,06	0,25	0,06	0,20	0,09	0,01	0,11	0,02	0,07	0,01
AK29G	0,545	1,75	0,31	1,71	0,70	0,28	0,98	0,20	1,42	0,30	0,88	0,14
AK30	0,846	2,29	0,39	2,06	0,74	0,47	1,12	0,21	1,42	0,29	0,89	0,14
AK31	0,587	1,95	0,39	2,26	0,91	0,55	1,33	0,25	1,74	0,36	1,05	0,17
AK32	0,427	1,52	0,31	1,87	0,78	0,48	1,17	0,22	1,62	0,33	1,00	0,16
AK33	0,215	0,90	0,19	1,21	0,51	0,35	0,82	0,16	1,11	0,23	0,69	0,11
AK34	4,811	13,08	1,99	9,29	2,88	1,02	3,55	0,63	4,18	0,85	2,56	0,42
AK35	2,723	7,75	1,25	6,61	2,37	0,90	3,23	0,59	3,96	0,83	2,50	0,41
AK37	1,943	6,76	1,28	7,02	2,51	0,95	3,40	0,62	4,30	0,90	2,60	0,43
AK38	3,408	9,74	1,67	8,87	2,92	1,09	3,86	0,69	4,74	0,98	2,89	0,47
AK40	0,791	2,52	0,48	2,75	1,01	0,52	1,36	0,25	1,69	0,36	1,03	0,17
AK41	0,469	1,38	0,23	1,15	0,33	0,36	0,42	0,07	0,49	0,09	0,28	0,04
AK42	0,426	1,28	0,22	1,21	0,41	0,22	0,54	0,09	0,68	0,14	0,40	0,06

ID	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
AK29F	0,07	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01
AK29G	0,82	0,16	0,89	0,04	0,04	0,01
AK30	0,81	0,14	0,74	0,03	0,03	0,01
AK31	0,97	0,16	0,42	0,02	0,01	0,01
AK32	0,91	0,15	0,39	0,01	0,02	0,01
AK33	0,63	0,11	0,21	0,01	0,01	0,01
AK34	2,36	0,39	2,04	0,43	0,48	0,15

AK35	2,31	0,37	1,62	0,10	0,10	0,04
AK37	2,50	0,40	1,87	0,09	0,08	0,04
AK38	2,79	0,44	2,14	0,18	0,17	0,06
AK40	0,93	0,17	0,54	0,02	0,03	0,02
AK41	0,25	0,04	0,16	0,01	0,02	0,01
AK42	0,39	0,06	0,24	0,02	0,02	0,02

Análisis por Dr. Andrew Kerr, Cardiff University. Recolección de muestras por A. Kerr, F. Urbani y A. Díaz.

Terreno Cocodite (corteza continental, Mesa de Cocodite)

Los estudios más completos corresponden a MENDI *et al.* (2013) y MENDI *et al.* (2019), quienes cartografían las rocas ígneo-metamórficas junto a las unidades sedimentarias cenozoicas en sus alrededores, separando las siguientes unidades, discriminadas en tres zonas:

1- Flancos occidental y sur de la mesa de Cocodite.

Sedimentos cuaternarios no consolidados. Cuaternario

Discordancia

Formación ***Paraguaná***. Plioceno

Discordancia

Formación ***Cantaure***. Mioceno temprano

Inconformidad sobre Pueblo Nuevo y El Amparo

Filita ***Pueblo Nuevo***. Jurásico Tardío-Cretácico. Subdividida en:

1- Metaconglomerado y Metarcosa,

2- Filita y Cuarcita

3- Filita y Mármol.

Inconformidad

Metagranodiorita ***El Amparo***. Pérmico (Fig. 46A).

Contacto intrusivo

Gneis ***Los Morales***. Neoproterozoico (Fig. 46A).

La mejor descripcipon de la Filita Pueblo Nuevo y la Metagranodiorita El Amparo corresponde a MACDONALD (1968)

(Tabla 39a). A continuación se presentan detalles de dos unidades nuevas.

Gneis Los Morales

Esta unidad proterozoica es la más antigua de Paraguaná; fue intruida por el plutón El Amparo en el Pérmico. Por encima yace inconforme la Filita Pueblo Nuevo y luego, las tres unidades fueron sometidas a metamorfismo en facies esquisto verde (clorita) (MENDI *et al.* 2013) (Tabla 39b). Se han identificado dos grupos de rocas cuyos contactos están cubiertos:

1- *Félsicas*: Granitoides: a) gneises de grano grueso con cuarzo de color gris azulado (Fig. 46A) (en campo denominado "tipo granofiro"[81]), b) granitoides sin o con escasa foliación.

2-*Máficas*: Metagrabro hornbléndico.

2- Flanco norte de los cerros La Luz y Montecano.

Aquí la Filita Pueblo Nuevo está en contacto de falla de ángulo bajo[82] con el "*Gneis* ***Miralejos***"[83] (Fig. 46B).

Gneis Miralejos

La litología de los bloques Central y Occidental de esta unidad (Fig. 49B) es bastante uniforme con un gneis cuarzo plagioclásico feldespato-K (Tabla 39c) que se clasifica como un monzogranito. En el único afloramiento estudiado del Bloque Oriental, aflora un gneis

[81] Al microscopio no se observa textura micrográfica típica de granofiro, pero de haber existido pudo haber sido obliterada por el metamorfismo.

[82] La unida aflora en tres bloques semi-triangulares, que denominamos Oriental, Central y Occidental (Fig. 46B), todos ellos con escasos afloramientos muy meteorizados.

[83] Esta unidad fue denominada "Old metamorphics" por RENZ (1949), luego MENDI *et al.* (2019) y RODRÍGUEZ (2019) la denominan *Metamórficas de Miralejos*. Por la sola presencia de rocas gnéisicas, preferimos el nombre de *Gneis Miralejos*.

con cuarzo gris azulado "tipo granofiro" (Fa330), semejante a los encontrados en el Gneis Los Morales.



Diques de aplita en el Metagranodiorita El Amparo, quebrada La Aguada.



Gneis Los Morales con cuarzo gris azulado. Quebrada Agua Desabrida.
***Figura 46A** Afloramientos.*

Cabe señalar que GRANDE (2013), en el Complejo Yumare de edad Proterozoico, identifica rocas gnéisicas de grano grueso con cuarzo gris azulado que identifica como "tipo granofiro", que forman parte de un ensamble desmembrado de tipo AMCG (anortosita-mangerita-charnoquita-granito). Lo mismo ocurre en el Gneis Los Morales también de edad proterozoica, entonces con esta experiencia y por el hallazgo de una muestra de este tipo de roca en el Bloque Oriental, MENDI *et al.* (2019 y RODRÍGUEZ (2019) interpretan al Gneis Miralejos como una unidad proterozoica de alto grado, correlacionable con el Gneis Los Morales. Otra alternativa a verificar, es que solo el Bloque Oriental sea del tipo Los Morales.

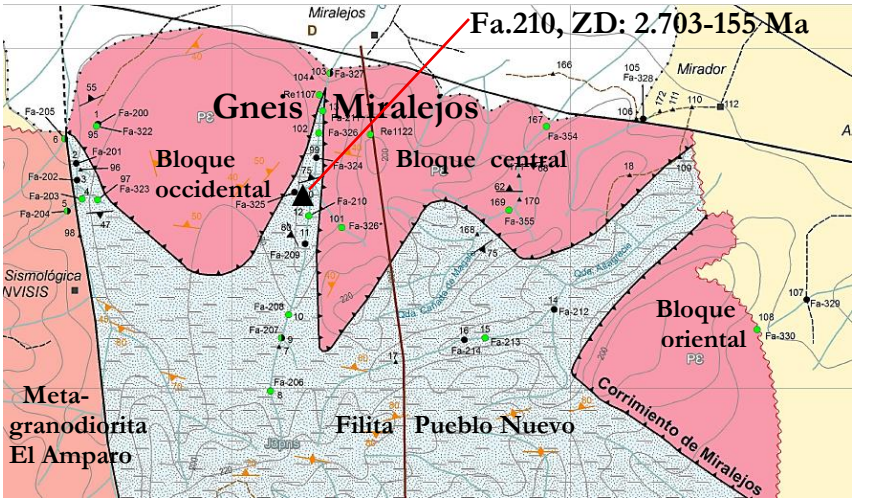


***Figura 46B**. Región de Miralejos, al norte del Cerro La Luz en el extremo noreste de la Mesa de Cocodite (MENDI* et al. *2019).?.*

La ausencia de minerales de alto grado en los gneises Los Morales y Miralejos, puede ser debido a efectos metamórficos en el Pérmico (intrusión de El Amparo) y, luego en el Cretácico-Paleógeno en facies

esquisto verde (clorita) cuando las tres unidades ya estaban yuxtapuestas (Morales, El Amparo, Pueblo Nuevo). Esta última fase corresponde a un evento tectono-metamórfico regional, relacionado con las interacciones entre las placas Caribe y Sur América. Un evento que habría deformado todo el paquete, generando estructuras penetrativas y un ensamblaje mineral de facies esquisto verde en las tres unidades.

Tabla 39. Mineralogía petrográfica (RODRÍGUEZ 2019).

a- Filita Pueblo Nuevo

MUESTRA	Qtz %	Pl %	Mtz %	Bt %	Ms %	Chl %	Ep %	Op %	Ca %	LITOLOGÍA
FA 206	33	5			1,3	0,7		9	51	Mármol
FA 203	20	32	16	14	6	6	6	0		Metaconglomerado
FA 208	90		3		2,7		4			
FA 213 B	72		28			0				
FA 243A	57	0	12	2	12			17		
FA 211 A	81			10				9		Filita
FA 211 B	95							5		
FA 236 G	35	0	30	15	5			15		
FA 323	75	5	0	10				10		
FA 210 RA	70	4	3	7	4	1		5	6	Metarenisca
FA 235 A	49	15		13	8			15		
RE 1134	80	5	5			5	5			
RE 1144	25	25	50	0	0	0	0	0	0	

Mtz: matriz cuarzo-feldespática.

b- Gneis Los Morales

MUESTRA	Pl %	Bt %	Hb %	Ep %	Op %	Nombre de la Roca
FA 231 RC	25	12	52	5	2	Meta-Gabro Hornbléndico
FA 232 RA	20	7	73	6	0	
FA 232 RB	18	5	84	7	5	
FA 345	21	10	79	6	6	

MUESTRA	Qtz %	Pl %	Kfs %	Ep %	Op %	Nombre de la Roca	Clasificación
FA 203	20	32	16	5	2	Ortogneis	GRANODIORITA
FA 343	33	13	43	3	6	Granofel cuarzo-feldespatico	LEUCO-SIENOGRANITO
FA 343 B	37	14	39	7	4		SIENOGRANITO
FA 309	30	15	35	5	4		SIENOGRANITO

MUESTRA	Qtz %	Pl %	Kfs %	Bt %	Mtz %	Hb %	Chl %	Ep %	Op %	Nombre de la Roca
FA 220 RB	24	66	1	2			5	1		GRANOFIRO
FA 229 B	34	43	9	12					2	
FA 309	30	15	35	5	9				6	GRANOFIRO

c- Gneis Miralejos

MUESTRA	Qtz %	Pl %	Kfs %	Bt %	Ms %	Ep %	Op %
FA 322	38	20	17	8	8	2	7
FA 326*	40	8	28	11	7	5	2
FA 327	35	22	16	10	7	5	5
FA 330 A	25	36	22	7	10	2	3
FA 330 B	30	28	27	6	10	1	1
RE 1107	34	23	25	14	2	3	2
RE 1122	38	19	24	9	9	2	3

La muestra Fa330A es de "tipo granofiro".

d- Metagranodiorita El Amparo

MUESTRA	Qtz %	Pl %	Kfs %	Bt %	Ms %	Hb%	Chl %	Ep %	Op %	Litología
FA 204A	29	44	8	9	1		6	1		Granodiorita
FA 218A	47	38	6	6	2		11	14		
FA 221	20	31	5	6		3	24	3		
FA 222A	42	36	7		12		3	1		
FA 222B	21	50	6	13	1		6			
FA 223	18	53	8	3			19			
FA 228C	33	28	6	4	16		9		1	
FA 318	21	40	6	4			20	5	5	
FA 320AR	32	35	5	2			20	5	5	
FA 321FR	22	68	10	1						
FA 321**	19	56	16	8					1	
FA 339A	30	40	22	5	2		1			
FA 340A	33	52	12	5						
FA 225	23	49	4			1	21	1		Tonalita
FA 319A	28	25			2		8	39		
FA 321GR	45	55			1					
FA 337	31	40		11		14			2	
FA 339B	14	18		26			3	31		
FA 350	41	18		35						Granito
FA 321*	37	9	46	9						
FA 321HR	1	28	70						1	
FA 332B	25	20	40	8	3		3			
FA 319B	38		31				8	39		
FA 319C	52	9	1	1	2			34		

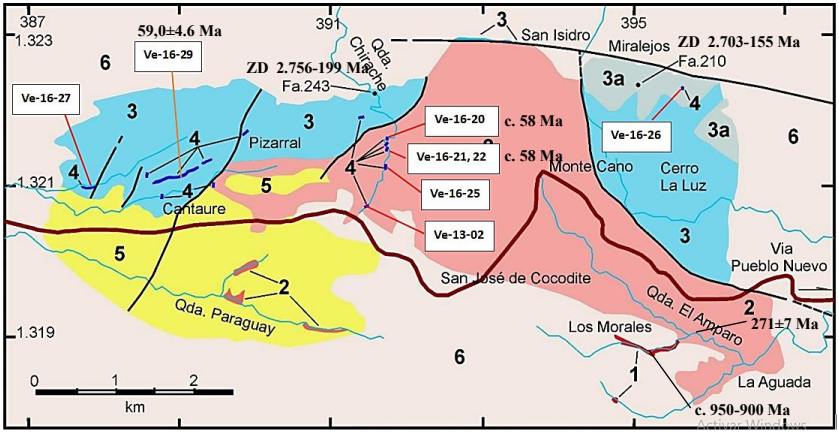


***Figura 46C**. Mapa geológico simplificado de la Mesa de Cocodite, oeste de Pueblo Nuevo. Unidades: **1**: Gneis Los Morales. **2**: Metagranodiorita de El Amparo. **3**: Filita Pueblo Nuevo. **3a**: Metamórficas de Miralejos. **4**: Diques paleocenos. **5**: Formación Cantaure. **6**: Plioceno-Cuaternario. Simplificado de* MENDI et al. *(2019). Los rótulos "Ve-16-xx" ubican muestras de diques.*

3- Diques eocenos, zona de Cocodite - Pizarral.

En esta zona se han cartografiado doce **diques** hipoabisales de extensión métrica a hectométrica (Fig. 46C), con variaciones de tamaño de grano que permite clasificarlos petrográficamente desde diorita hornbléndica porfídica, a lamprofiro – espesartita, hasta andesita hornbléndica con piroxeno (Tabla 40). Son de edad paleocena e intruyen tanto a la Filita Pueblo Nuevo como a la Metagranodiorita de El Amparo. Contienen xenolitos centimétricos-decimétricos de rocas félsicas semejantes a las unidades de El Amparo y Los Morales, también contienen xenolitos de anfibolita (con anfíbol verde-azul, plagioclasa, biotita, clorita) centimétricos (Fig. 46D).

Tabla 40. Mineralogía y clasificación APQ de diques eocenos que cortan la Metagranodiorita El Amparo y la Filita Pueblo Nuevo (RODRÍGUEZ 2019)

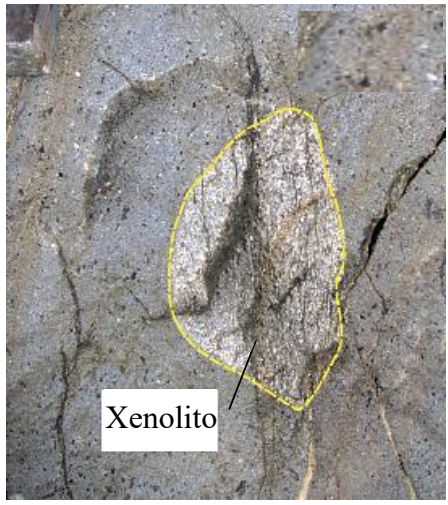
MUESTRA	Qtz %	Pl %	Kfs %	Bt %	Mtz %	Hb %	Chl %	Ep %	Op %	Nombre de la Roca
FA 207 RA	10	12			78					DACITA
FA 207 RB	12	8			80					
FA 207RC	15	8			77					
FA 220 RA	23	39	6	6	1	4		18	3	
FA 229 C	15	50		2		9	12	11	1	ANDESITA
FA 229 D	0	63				2	10	12	13	
FA 231 RC		27		25		42	6			ANDESITA
FA 231 RD		38		0		42	8		12	
FA 232 RA		20		7	10	50	13		0	
FA 232 RB		18		2		75			5	
FA 233	2	46		6	2	35	8			
FA 234A	32	34		10	0	18			6	DACITA
FA 312	8	54	5	10		23				ANDESITA
FA 316		43		16	23	16			2	DACITA
FA 317	9	39		11	15	26				
FA 320 CR	2	40		1	50	1	6			ANDESITA
FA 320 DR	1	47		6	23	0	15	4	4	
FA 321 AR	6	40		11	24	0	19			
FA 321 CR	4	53		2	3	17	13	3	3	
FA 321 DR	2	31		5	47	1	13		1	
FA 321 ER	3	38		2	4	3	43	5	2	
FA 335 A	16	64	3		2	15				
FA 335 B	12	28		4	32		24			
FA 345 B	23	26		3	42		2	2	2	
FA 354A	9	65		2	16			3	5	
FA 354B	6	67			21				6	
FA 355	6	67			21				6	



D



E



F

Figura 46. **D**: Dique de lamprofiro (contacto resaltado en rojo) cortando a la Metagranodiorita de El Amparo, quebrada Chirache. **E**: Xenolito de anfibolita incluido en el dique de lamprofiro (localidad VE-16-20). **F**: Xenolito de tipo Gneis Los Morales en dique de lamprofiro.

Geocronología de zircones detríticos, Filita Pueblo Nuevo.[84]

- Muestra Fa.243, final de la quebrada Chirache. Presentan edades de **2.756-199 Ma** (n=108) (Fig. 47A).

- Muestra Fa.210, Quebrada Miralejos. Aportan edades en el intervalo de **2.703-155 Ma** (n=76) (Fig. 47A).

Los resultados son semejantes, con mayoría corresponden al Triásico Tardío y el resto del Pérmico, Proterozoico y Arqueano.

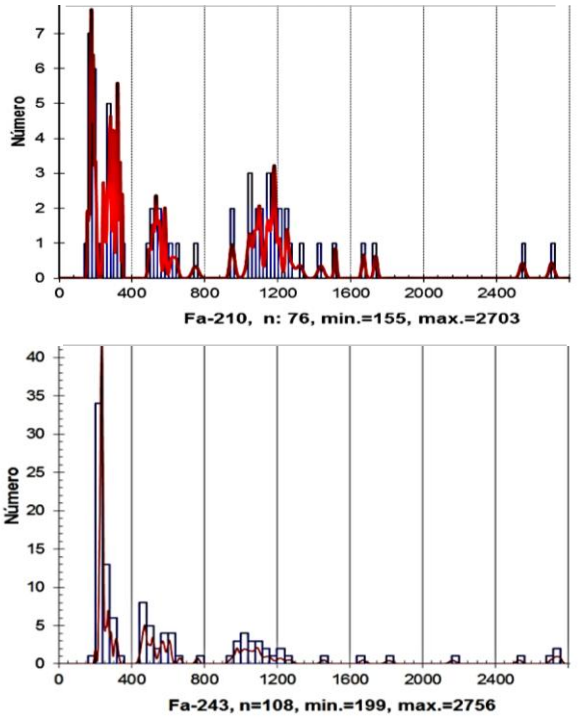


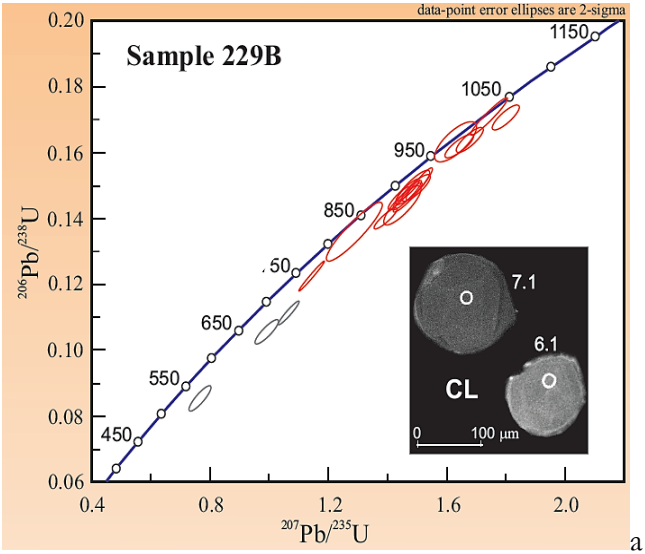
Figura 47A. *Filita Pueblo Nuevo. Histogramas y curvas de probabilidad relativa de las edades de zircones detríticos de las muestras Fa.210 y Fa.243. Para edades mayores de 200 Ma la mejor semezanza es con el patrón de la Formación Garrapata (ver Fig. 24A).*

[84] Cristales de zircón datados por LA-ICP-MS U-Pb. Muestras colectadas por D. Mendi y analizadas por cortesía del Dr. M. Baquero. Ver ubicación en Fig. 46C.

Geocronología de granitoides

Gneis Los Morales

Esta unidad es la roca caja en la cual fue intruida la Metagranodiorita El Amparo. Una muestra[85] de la Quebrada Agua Desabrida (Fa.229B) aporta valores entre **1.050-750 Ma** (Fig. 47B), donde la mayor población se encuentra entre **930-880 Ma**, que se interpreta como una edad del máximo metamórfico, posiblemente ocurrido en una fase tardía de metamorfismo - cristalización del ciclo Grenvilliano-Putumayo y, las edades más jóvenes pudieran ser efecto de magmatismo en las etapas iniciales de la fragmentación de Rodinia. La forma de "pelota de fútbol" de los cristales de zircón es típica de rocas de metamorfismo de alto grado.



a

Figura 47B. Gneis Los Morales (Mendi et al. 2013).

[85] Muestra colectada por David Mendi y analizadas por el Prof. Elson Paiva de Oliveira, Universidad de Brasilia. Ver ubicación en la Fig. 46C.

Metagranodiorita El Amparo

1- VAN DER LELIJ *et al.* (2015, 2016) obtiene una edad de **272,2±2,6 Ma**.

2- El Dr. Elson Paiva de Oliveira (*en* MENDI *et al.* 2013) obtiene **271,3±6,5 Ma**. (Fig. 47C).

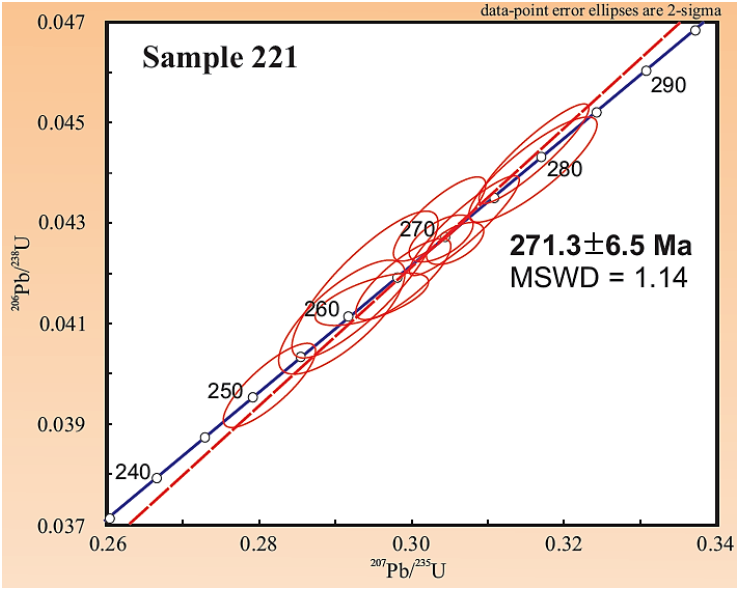


***Figura 47C**. Metagranodiorita de El Amparo (Mendi et al. 2013).*

3- BAQUERO (2013, 2017) data un enclave máfico decimétrico dentro de la Metagranodiorita de El Amparo (muestra Pa-02), (Quebrada Chirache, localidad "Ve-13-02" en Fig. 46C) que aporta una edad de **273,0 (+2,1/-1,6) Ma** (n=88) (Fig. 47D). Dos cristales muestran núcleos heredados del Proterozoico.

Además de estas determinaciones directas de muestras de la propia Metagranodiorita de El Amparo, hay otras dos edades calculadas de

los grupos de zircones heredados contenidos en los diques paleocenos, que aportan edades de 270,2±4,1 Ma y 274,3±6,8 Ma (Fig. 47I). De las cinco edades disponibles, la mejor es de **273,0 (+2,1/-1,6) Ma** (Fig. 47D) determinada con el instrumental más preciso y con un mayor número de disparos (n=88).

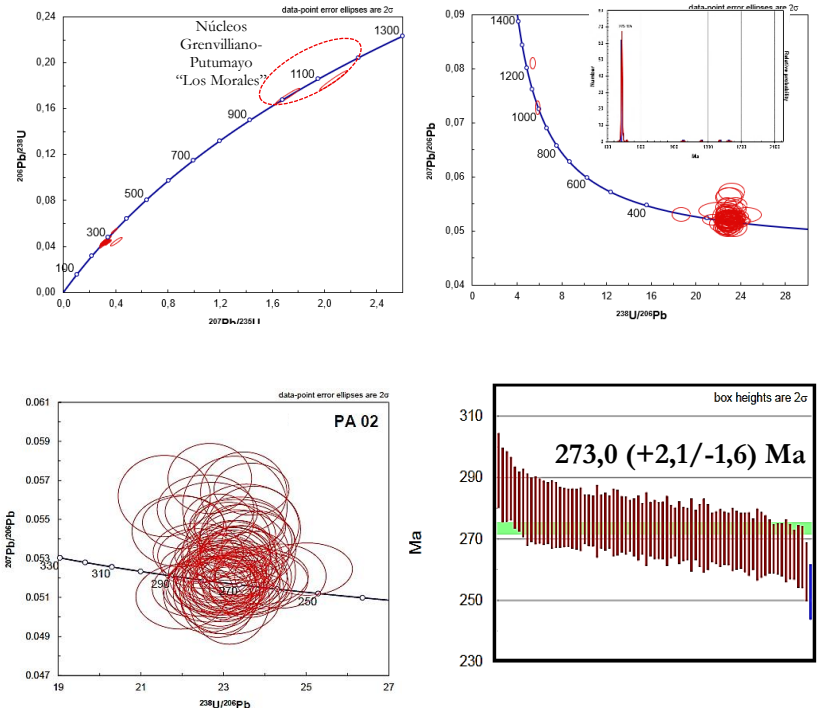


***Figura 47D**. Metagranodiorita de El Amparo (n=88).*

Geocronología de diques paleocenos[86] *(Tabla 41)*

1- El mayor dique corta a la Filita Pueblo Nuevo y aflora a lo largo de unos 700 m de una carretera (Ve-16-29 en Fig. 47F). Se clasifica como un pórfido de diorita hornblendico y es de grano más grueso

[86] Muestras colectadas y analizadas por el Dr. Marvin Baquero.

que los diques de lamprofiros. Aporta edades heredadas del Proterozoico, Pérmico y, solo cuatro cristales de zircón permiten calcular la edad de cristalización del dique en **59,0±4,6 Ma** (Fig. 47Fc)

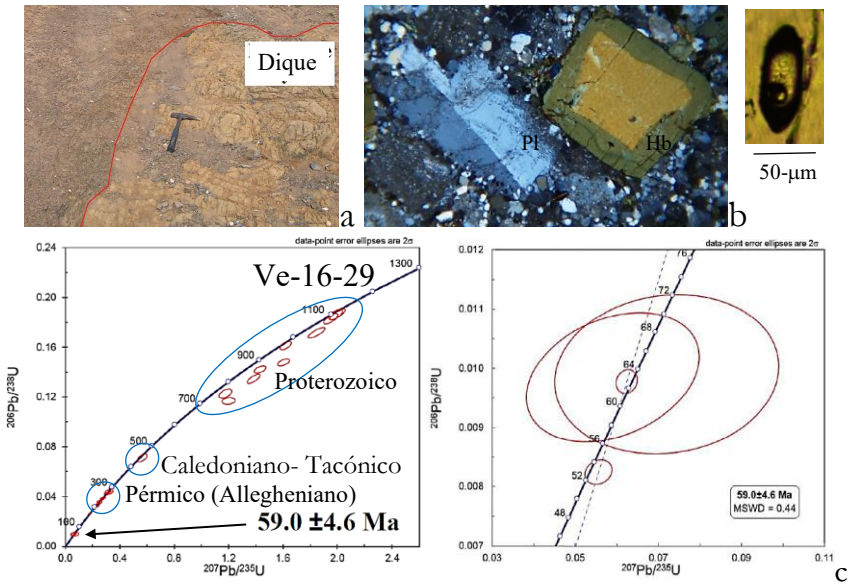


Figura 47F. *Dique de pórfido de diorita hornbléndica, El Pizarral.* ***a:*** *Afloramiento del dique.* ***b:*** *Fenocritales euhedrales de hornblenda con zonación normal y plagioclasa en una matriz de cuarzo-plagioclasa cloritizada (*GRANDE et al. *2023).* ***c:*** *Gráficos geocronológicos.*

2- Dique de lamprofiro - espessartita (muestra Ve-16-20) que corta la Metagranodiorita de El Amparo en la quebrada Chirache (Fig. 47H). Cinco cristales aportan una edad de **c. 58 Ma**. Igual resultado se obtiene de otro dique cercano (muestra Ve-16-22b) (Fig. 47H).

3- Dique Pa-11b (Fig. 47I), localidad Ve-13-02). Cinco cristales de zircón aportan la edad[87] de cristalización de **c. 58 Ma** (Paleoceno) (Fig. 47I). Adicionalmente se dataron múltiples cristales de zircón con

[87] Cristales paleocenos: 50,7±3,1; 58,1±1,4; 58,3±1,2; 58,7±3,4 Ma

edades heredades del Proterozoico (**1.257-790 Ma**) (tipo "Gneis los Morales"), Pérmico (**274,3±6,8 Ma**) (tipo "Metagran. de El Amparo"), Triásico (**258-220 Ma**) y Jurásico Tardío (**178-142 Ma**)[88].

4- Del mismo dique anterior, se separó un xenolito (muestra PA-11c) (Fig. 47J) con una litología semejante al *Gneis* ***Los Morales***, aportando edades meso-neoproterozoicas (**1.400-850 Ma**), mientras que los anillos de recrecimiento son del Pérmico (**270,2±4,1 Ma**).

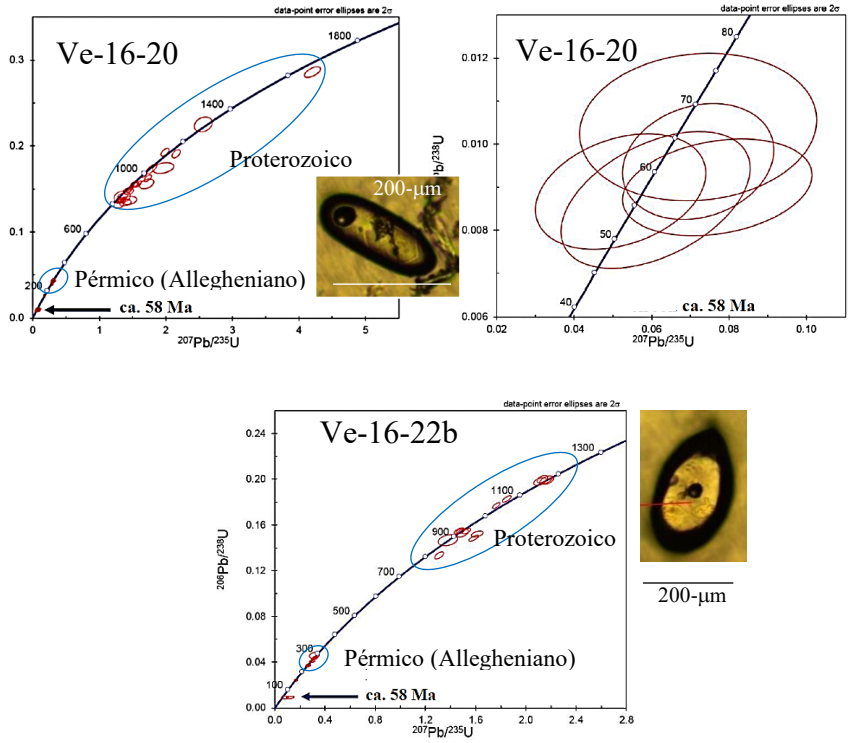


Figura 47H*. Diques de lamprofiro espessartita con edad de cristalización de c. 58 Ma.*

[88] Cristales jurásicos: 142,4±4,7 (MDA); 143,4±3,4; 146,1±3,4; 152,4±3,3; 177,7±5,7 Ma.

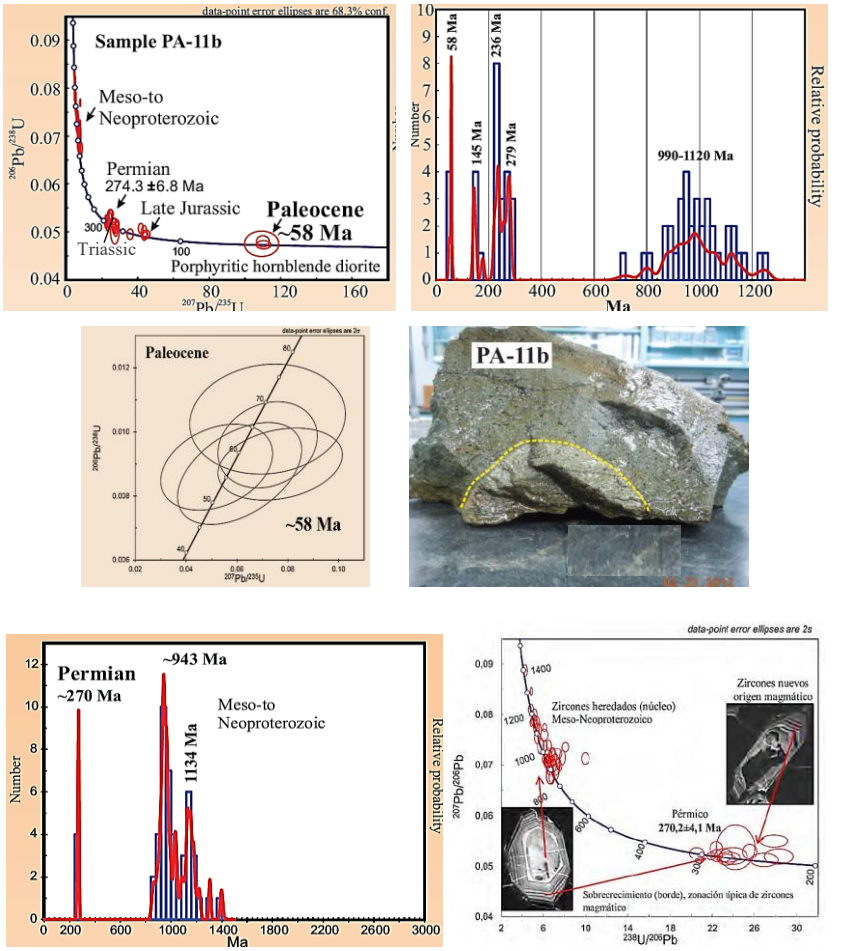


Figura 47I. *Dique de lamprofiro – espessartita (PA-11b) de c. 58 Ma, con cristales de zircón heredados de edades Proterozoico, Pérmico y Jurásico. Incluye un xenolito tipo "Gneis Los Morales".*

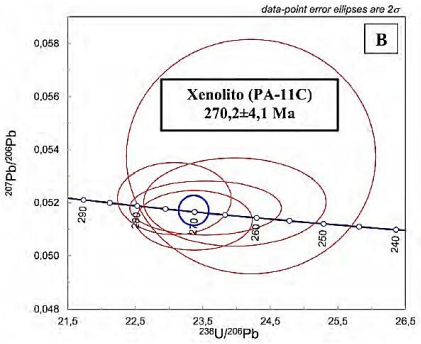


***Figura 47J**. Dique de lamprofiro – espessartita (PA-11b). Gráfico con las determinaciones concordantes de sobrecrecimientos correspondientes al evento magmático "El Amparo" del Pérmico. La zonación de los cristales es típicamente magmática (BAQUERO 2017: 65).*

***Tabla 41.** Resumen de la geocronología de diques eocenos de la Mesa de Cocodite (Marvin BAQUERO, en GRANDE* et al. *2023).*

Sample ID	Lithology	Geochronological Methods		Material	Location		Age
		LA-ICP-MS (1)	$^{40}Ar/^{39}Ar$ (2)		Long.	Lat.	
Mesa de Cocodite, Paraguaná Peninsula, NW Venezuela							
VE13-01	*hornblendic porphyritic diorite*		X	Hbl	70°01'15.14"	11°56'56.05"	55.3 ± 0.9 Ma
VE13-02	*spessartite lamprophyre*	X		Zr	69°59'38.35"	11°57'08.05"	*ca*. 58 Ma
			X	Hbl			54.1 ± 0.7 Ma
VE13-03	*augite bearing hornblende andesite*		X	WR	69°59'37.77"	11°57'12.25"	47.7 ± 0.3 Ma
VE16-20*	*spessartite lamprophyre*	X		Zr	69°59'39.07"	11°57'12.76"	*ca*. 58 Ma
VE16-22-B*	*spessartite lamprophyre*	X		Zr	69°59'38.35"	11°57'08.05"	*ca*. 58 Ma
VE16-29*	*hornblendic porphyritic diorite*	X		Zr	70°01'15.14"	11°56'56.05"	59.0 ± 4.6 Ma

Geoquímica de elementos trazas

Con las concentraciones de elementos trazas presentados en la Tabla 42 se aplicaron diagramas de discriminación tectónica para rocas granitoides o basálticas [e.g.: Rb vs (Yb + Ta), Ta vs Yb y Th – Hf – Ta], obteniéndolo los siguientes resultados:

- *Metagranodiorita El Amparo* (11 muestras). Se presenta una clara afinidad de granitoides de arco volcánico (VAG); el plutón se emplazó en un margen continental activo, vinculado a magmatismo de arco y no a procesos intraplaca o poscolisionales. Esto es compatible con la orogénesis Allegheniana correspondiente al ensamblaje de Pangea en el Pérmico.

Tabla 42. Análisis de elementos trazas.
Metagranodiorita El Amparo y Gneis Los Morales.[89]

El Amparo																	
	Ba	**Co**	**Cs**	**Ga**	**Hf**	**Nb**	**Rb**	**Sr**	**Ta**	**Th**	**U**	**V**	**Zr**	**Y**	**La**	**Ce**	**Pr**
FA-204A	1661	5,9	0,9	20,6	3,5	6,1	104,3	491,6	0,5	7,1	2,2	66,0	129,9	11,1	25,9	50,4	5,7
FA-218A	1159	1,8	<0.1	12,8	2,0	1,8	11,1	638,3	0,3	9,9	1,1	30,0	64,3	4,4	25,4	43,9	4,4
FA-222B	1240	15,3	0,5	21,8	4,7	8,1	53,3	970,3	0,5	6,1	1,6	120,0	170,8	17,2	30,2	61,3	7,4
FA-229A	737	30,6	0,2	13,5	0,8	2,3	28,7	400,3	0,1	0,6	0,4	248,0	22,8	11,0	5,1	9,9	1,5
FA-230	953	0,5	<0.1	15,8	2,0	8,0	13,6	235,4	0,8	14,0	4,4	32,0	57,3	10,3	16,3	26,3	2,8
FA-240B	1297	4,2	0,6	12,7	2,4	5,3	55,3	190,4	0,5	10,5	1,2	67,0	87,4	12,2	47,2	83,7	9,8
FA-303	1222	4,5	0,8	15,3	7,4	7,5	113,4	177,9	0,4	28,1	1,2	54,0	253,8	9,9	54,8	105,0	11,8
FA-321**	1322	7,8	1,7	16,7	5,6	13,0	97,9	205,9	0,8	9,7	2,7	100,0	195,1	12,1	38,6	76,3	9,5
FA-337	1526	14,0	0,4	22,6	4,6	6,9	51,2	937,6	0,3	5,6	1,6	122,0	197,7	15,7	29,1	59,4	7,0
FA-340A	1512	1,6	0,3	17,4	3,2	2,1	33,7	809,6	0,1	2,9	1,0	12,0	100,8	3,6	9,9	18,0	1,8
FA-340B	1028	12,6	1,1	21,5	4,0	17,0	70,7	976,2	1,1	3,2	2,7	109,0	152,0	27,6	22,9	49,9	6,4

	Nd	**Sm**	**Eu**	**Gd**	**Tb**	**Dy**	**Ho**	**Er**	**Tm**	**Yb**	**Lu**	**Mo**	**Cu**	**Pb**	**Zn**	**Ni**	**As**
FA-204A	22,7	3,7	0,9	2,8	0,34	2,13	0,33	1,11	0,18	1,16	0,17	0,30	2,6	5,20	37,00	3,5	0,7
FA-218A	14,5	2,1	0,5	1,4	0,17	0,92	0,14	0,54	0,06	0,46	0,06	0,90	5,0	1,20	9,00	4,5	0,7
FA-222B	32,9	6,0	1,5	4,6	0,60	3,12	0,60	1,47	0,22	1,33	0,19	0,40	29,5	1,20	64,00	7,8	0,5
FA-229A	5,4	1,4	0,5	1,8	0,32	1,60	0,42	1,42	0,17	1,22	0,21	0,30	2,2	2,00	16,00	13,3	8,5
FA-230	9,5	1,8	0,5	1,7	0,26	1,78	0,35	1,08	0,17	1,46	0,20	0,70	2,0	2,90	4,00	2,1	1,0
FA-240B	33,3	6,0	1,4	4,5	0,55	2,91	0,54	1,31	0,14	1,18	0,15	0,80	7,0	5,90	27,00	4,9	5,1
FA-303	44,3	6,1	1,1	3,7	0,43	1,90	0,36	1,07	0,17	1,32	0,20	0,40	7,3	5,70	35,00	13,7	2,6
FA-321**	37,6	6,8	1,6	4,8	0,59	3,13	0,48	1,34	0,19	1,56	0,18	1,90	28,8	10,00	36,00	7,2	40,2
FA-337	28,4	5,0	1,3	3,9	0,56	3,09	0,59	1,65	0,22	1,50	0,22	0,40	46,8	1,40	74,00	7,6	1,0
FA-340A	8,0	1,0	0,7	0,9	0,10	0,54	0,14	0,45	0,04	0,45	0,07	0,40	2,7	6,00	10,00	1,9	<0.5
FA-340B	25,1	5,6	2,1	5,5	0,85	4,86	0,97	3,03	0,40	2,79	0,41	0,30	10,9	4,00	####	2,3	1,2

Los Morales																	
	Ba	**Co**	**Cs**	**Ga**	**Hf**	**Nb**	**Rb**	**Sr**	**Ta**	**Th**	**U**	**V**	**Zr**	**Y**	**La**	**Ce**	**Pr**
FA-220BR	801	1,6	0,2	16,1	1,9	1,0	22,2	616,0	<0.1	8,4	0,8	8,0	68,7	6,1	33,6	56,8	6,0
FA-229B	683	3,3	0,1	16,4	3,6	2,0	11,5	719,9	<0.1	4,0	1,0	33,0	99,0	4,9	31,6	49,0	4,7
FA-309	1288	<0.2	0,3	14,6	2,8	2,2	130,3	67,0	0,2	10,1	1,5	10,0	57,8	30,3	14,0	26,4	3,2
FA-232AR	254	61,7	<0.1	12,9	1,2	3,8	6,2	220,3	<0.1	1,2	0,5	246,0	42,7	17,9	13,6	32,4	4,3

	Nd	**Sm**	**Eu**	**Gd**	**Tb**	**Dy**	**Ho**	**Er**	**Tm**	**Yb**	**Lu**	**Mo**	**Cu**	**Pb**	**Zn**	**Ni**	**As**
FA-220BR	21,2	2,8	2,3	2,0	0,23	1,20	0,17	0,53	0,07	0,48	0,07	1,00	2,6	3,2	15,0	6,0	0,8
FA-229B	15,0	2,0	2,2	1,3	0,17	0,95	0,19	0,52	0,08	0,58	0,09	0,50	4,4	8,3	8,0	11,3	1,7
FA-309	12,1	2,8	0,3	3,3	0,68	4,73	1,09	3,51	0,54	4,07	0,55	0,70	5,9	11,8	17,0	2,3	7,3
FA-232AR	16,8	3,5	1,0	3,3	0,54	2,91	0,68	1,97	0,28	2,23	0,34	0,50	42,5	1,2	28,0	253,5	29,5

Las muestras aparecen ubicadas en el mapa de MENDI *et al.* (2019).

- *Gneis Los Morales*. Los "granofiros Fa-220BR y 229B muestran una afinidad de arco volcánico en márgenes convergentes (VAG), mientras que la muestra Fa309 presenta afinidad intra-placa / A-type (WPG). La muestra de gabro FA-232AR es compatible con ambiente de arco volcánico (ambiente de subducción). Por la pequeña cantidad de muestras estas interpretaciones deben tomarse con cautela.

-*Diques paleocenos*. La composición química (componentes mayoritarios y elementos trazas) de muestras de las localidades Ve16-29 y 20

[89] Cortesía del Prof. David Mendi. Análisis por Acme Labs Canadá.

se presentan en BAQUERO (2013, II: 6). Del comportamiento de los elementos LILE, LREE y HREE y relaciones con Th, Y e Yb (con ausencia de Nb, Zr y Ta), se interpreta un magmatismo de arco en un margen de subducción (criterios de GILL 1981).

BAQUERO (2013, 2017: 164) por su parte, concluye que el conjunto de las tres unidades (Los Morales, El Amparo, Pueblo Nuevo) fueron "*fundidas parcialmente por un evento más joven del Cenozoico relacionado muy probablemente con la subducción oblicua del proto-Caribe o Piso Oceánico Atlántico por debajo de la placa Caribe*" (Modelo J. Pindell, Fig. 47E).

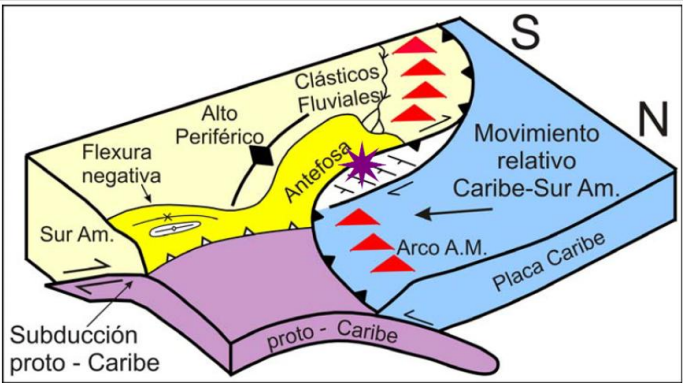


Figura 47K. *"Gráfico de los elementos paleogeográficos en estado estacionario del movi4miento Cenozoico del Caribe con respecto a Sudamérica" (PINDELL 1999)*[90]*. El asterisco ubica la posición de los diques de Cocodite.*

Los diques paleocenos se formaron a temperaturas relativamente bajas, con alta presión parcial de agua (evidenciado por los fenocristales de hornblenda) y, rápido enfriamiento (textura afanítica a porfídica). Al penetrar el magma de los diques a través de las rocas proterozoicas (Gneis Los Morales, etc.), la Metagranodiorita El Amparo y la Filita Pueblo Nuevo, por asimilación incorpora zircones de todas ellas (Fig. 47L).

[90] Reproducción y traducción al español con autorización del autor J. Pindell. Para volver a reproducir, solicitar permiso al autor (JP).

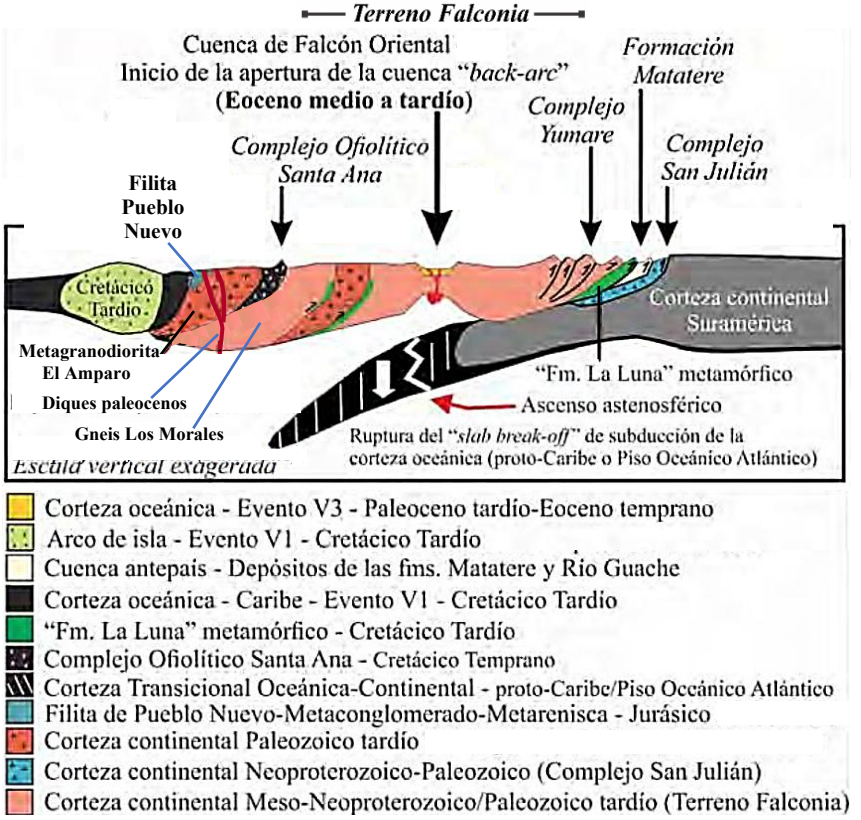


Figura 47L. *Corte geológico conceptual para el Eoceno medio a tardío (Modificado de* BAQUERO *2017: 186).*

Con los resultados geocronológicos, se verifica la presencia de cristales de zircón formados durante varios ciclos:

- c. 1.400-800 Ma. Basamento Neo-Mesoproterozoico. Grenvilliano-Putumayo. *Gneis Los Morales, Gneis Miralejos?*. (luego afectado por el evento Allegheniano).

- c. 450 Ma. Cámbrico. Caledoniano -Tacónico (ensamblaje de Laurasia). Muy pocos granos.

- c. 300-250 Ma. Permo - Triásico. Allegheniano (ensamble de Pangea). *Metagranodiorita El Amparo.*

- c.190-140 Ma. Jurásico. Rifting por ruptura de Pangea.
  -(Sedimentación del protolito de la *Filita Pueblo Nuevo*).

- c. 58 Ma. Diques paleocenos. Ciclo Caribe.

Edad de la Filita Pueblo Nuevo

- En el Cerro La Luz aflora la ***Subunidad de Filita y Mármol,*** allí KEHRER (1937) señala la presencia de amonites del Cretácico. Esta edad queda confirmada por la geocronología U-Pb de zircones detríticos (ZD), que nos aportan edades máximas de sedimentación (MDA) de:

a) Muestra Fa.243. Edad mínima **199 Ma** (Jurásico - Sinemuriense).

b) Muestra Fa.210. Mínimo **155 Ma** (Jurásico– Kimmeridgiense).

c) Dique Pa-11b, zircón heredado más joven: **142,4±4,7** Ma (Titoniense-Valanginiense).

En consecuencia, la edad más joven de las tres muestras corresponde al verdadero MDA (**142,4±4,7 Ma**), c. *Berriasiense*, de manera que esta subunidad es del Cretácico Temprano

- Al norte de Cantaure, MACDONALD (1968) identificó amonites del Jurásico Tardío, así, la ***Subunidad de Filita y Cuarcita*** es jurásica.

Con estas dos líneas de evidencia, a la Filita Pueblo Nuevo le asignamos una edad *Jurásico Tardío (Titoniense)* (parte occidental) a *Cretácico Temprano* (parte oriental). La unidad fue depositada en el margen pasivo del norte de Suramérica y, en la región fuente debieron aflorar unidades de rifts jurásicos (Fig. 48) formados durante el proceso de fragmentación de Pangea.

En la Tabla 6 se muestra una síntesis de las unidades del norte de Venezuela, en las cuales se han realizado dataciones de ZD, con sus intervalos máximo - mínimo. Las dos únicas unidades con edades máximas de depositación (MDA) del Jurásico Tardío son:

1- Filita Pueblo Nuevo (MDA: 142,4±4,7 Ma).

2- Matriz esquistosa del Complejo Carayaca de AP-BT en la zona de Puerto Cabello (MDA: 150 Ma), también con edades heredadas parcialmente semejantes a la Filita Pueblo Nuevo.

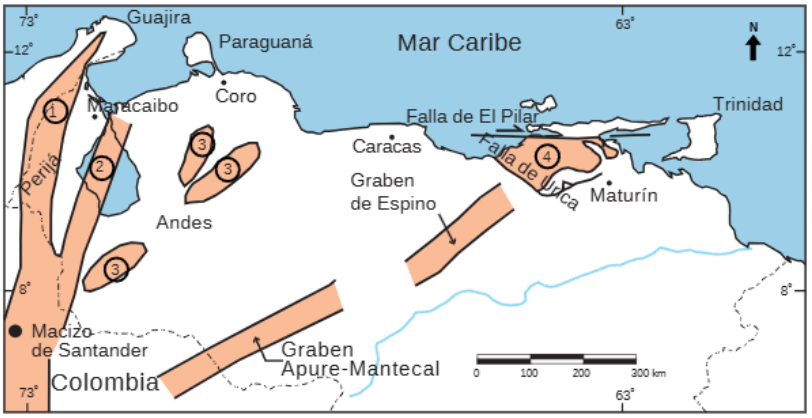


***Figura 48**. Distribución de cuencas rift jurásicas generadas por la ruptura de Pangea (YORIS y OSTOS 1997: 15).*

Terreno Falconia

Debido a los hallazgos en las dos últimas décadas de rocas de alto grado metamórfico en el NO de Venezuela, con edades U-Pb en cristales de zircón que muestran tanto núcleos heredados, como edades concordantes en el rango de c. 1.200 a 800 Ma, GRANDE (2013) interpreta la existencia de un basamento continental granulítico Meso - Neoproterozoico, como un terreno tectonoestratigráfico alóctono, que nombra como Terreno Falconia, adosado al margen NO de Suramérica durante el Paleógeno. Este conformaría el basamento de la parte oriental de la cuenca de Falcón y de la Península de Paraguaná, como lo atestiguan los xenolitos granulíticos hallados en varias rocas ígneas de Falcón y Paraguaná y, en núcleos extraídos en la Ensenada de La Vela (Figs. 47I). Allí se reconocen tres asociaciones:

a) Metasedimentaria, con protolitos psammíticos, pelíticos, carbonáticos, calco-silicatados, incluyendo evaporíticos y magnesianos.

b) Plutónica, constituida por una suite anortosita-mangerita-charnockita-granito (AMCG) tectonizada.

c) Metavolcánica bimodal, con cuerpos máficos transformados a anfibolita, granulitas máfica y granatífera, y posible metatoba riolítica, ahora granulita félsica.

Estas rocas han sufrido fuerte recristalización, deformación cataclástica y alteración hidrotermal y, se prolongan hacia el sur en el subsuelo, al menos hasta el NE de Yaracuy, donde la acción transpresiva del sistema de fallas Oca-Ancón, durante el Neógeno permitió la "extrusión" de las anortositas - charnockítas del Complejo Yumare, con una asociación litológico-metamórfica similar al basamento de la Ensenada de La Vela (Fig. 49).

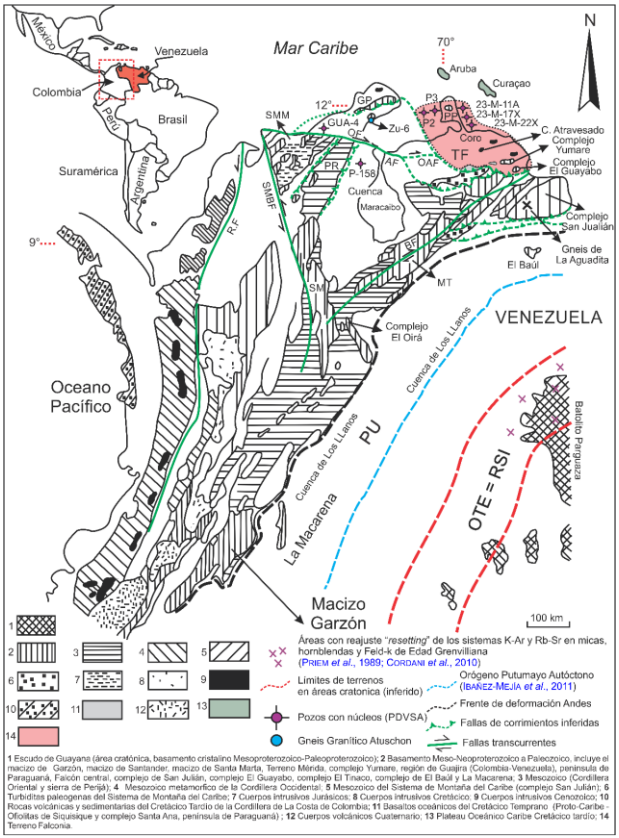
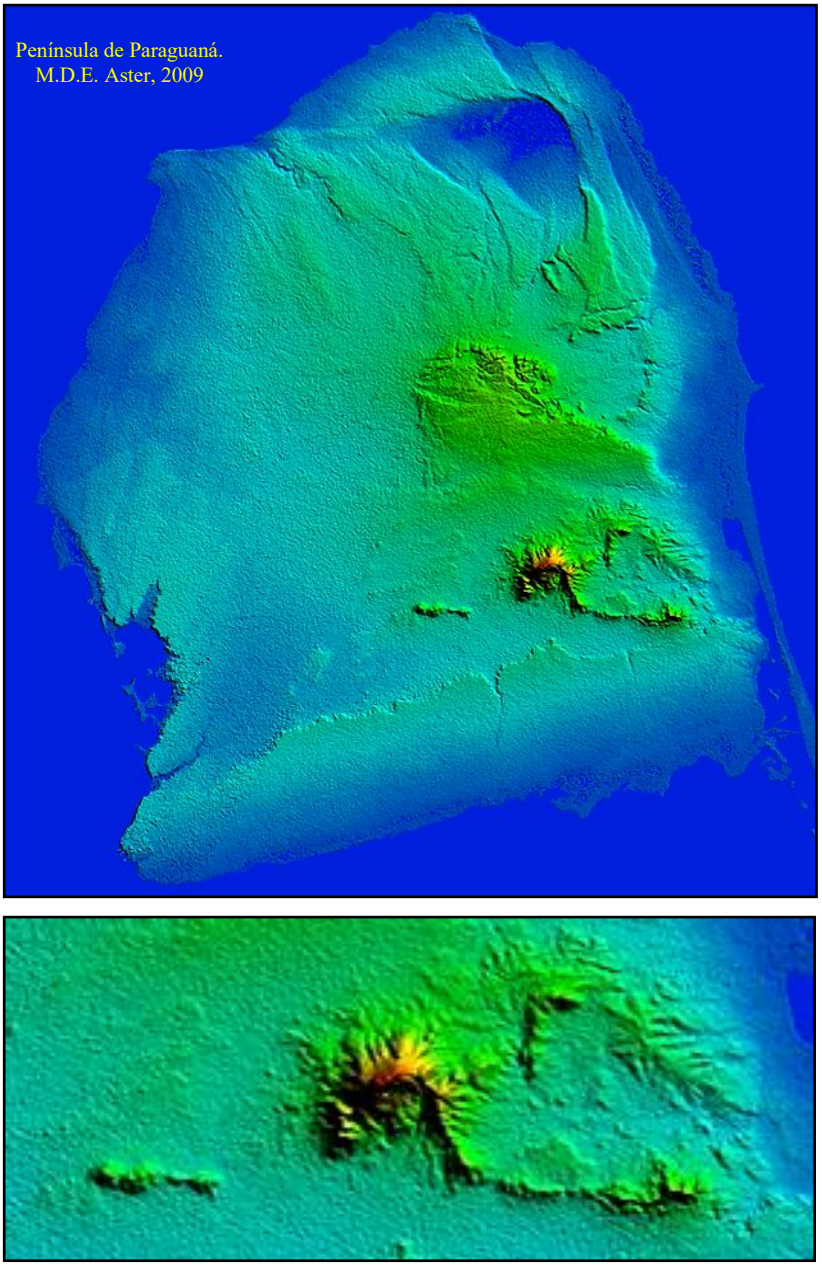


Figura 49. *Mapa del margen norte de los Andes mostrando las principales provincias geológicas. Abreviaturas: TF = Terreno Falconia; MT = T. Mérida; PP = Paraguaná; PR = Perijá; GP = Guajira; SMM = Santa Marta; PU = Cinturón Putumayo; OTE = Evento tectono-termal Orinoquensis-Niqueriense; RSI = Cinturón Rondonian-San Ignacio (Mesoproterozoico); SMBF = Falla de Santa Marta-Bucaramanga; BM = Falla Boconó; OF= Falla Oca; AF = Falla Ancón; OAF = Falla Oca-Ancón , P2 = Perla-2X, P3 = Perla-3X (*BAQUERO *2017).*


Península de Paraguaná.
M.D.E. Aster, 2009

6. PENÍNSULA DE GUAJIRA

Las unidades de rocas ígneo-metamórficas de la parte venezolana de esta península, afloran en los cerros Guasasapa y Atuschon (Fig. 50A) (hoja Cojoro, 5851-III-SE). Fueron cartografiados por RENZ (1947, 1960) y BLACK (1957) y la información fue integrada en el mapa de MÉNDEZ y GUEVARA (1969), pero no aparecen en informes de Colombia (e.g.: ZULUAGA *et al.* 2009). En nuestro reconocimiento de 2007 se cartografiaron las siguientes unidades:

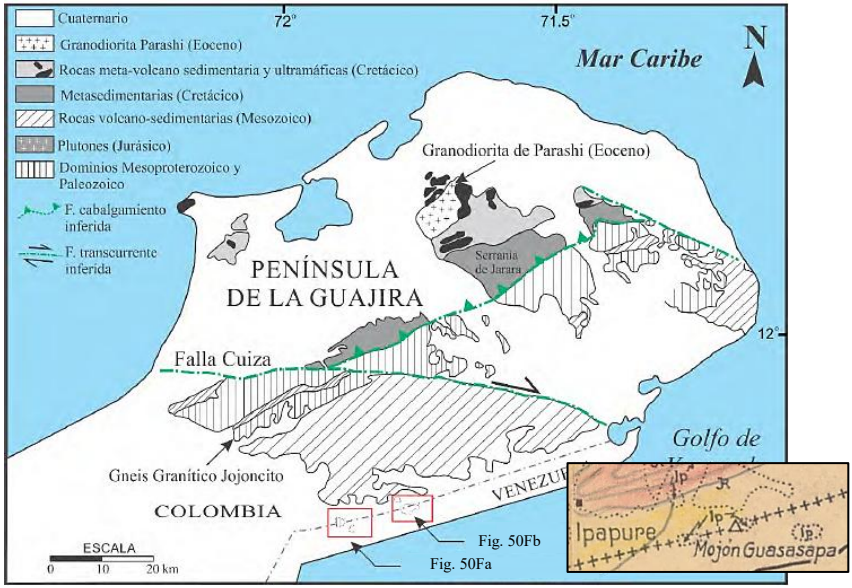


***Figura 50A.**. Mapa geológico de la Península de la Guajira (BAQUERO 2017). Inserto: parte del mapa de JOY & CAMPBELL (1948).*

Gneis ***Atuschon*** (Mesoproterozoico).

Aflora solo en la colina homónima (Fig. 50Fa). RENZ (1947, 1960) lo denomina "Granito de Atuschon". Su extremo noroeste está

cubierto inconformemente por la unidad de dacita. Es un gneis de grano grueso con una composición mineralógica de feldespato-K (35–40%), cuarzo (35–50%), plagioclasa (4–1%), hornblenda (2–20%), biotita (1–13%), accesorios incluyendo zircón, apatito y magnetita (Fig. 50B) (Tabla 43). BAQUERO (2017) determina una edad de **1028,7±4,4 Ma** (U-Pb, zircón, n= 25) (Fig. 50C), e interpreta una probable relación con una serie AMCG pre-Putumayo (Fig. 50E), equivalente al cierre de la cuenca retro-arco del margen activo del noroeste de Amazonia.

Tabla 43. Composición mineralógica del Gneis Atuschon.

Muestras	Composición mineralógica (%)										Texturas	Clasificación según Streicksen (1976)			
												Recálculo			
	Cuarzo	Plagioclasa	Feldespato K	Anfibol	Clorita	Biotita	Calcita	Circón	Apatito	Opacos		A	P	Q	Nombre petrográfico
157.227	45	3	35	7	3	1	0	1	<1	5	Pertítica	42	4	54	Granito feldespato alcalínico
Zu - 01	50	1	40	2	0	4	0	<1	2	1	Mesopertita	44	1	55	Granito feldespato alcalínico
Zu - 03	30	1	40	10	0	12	0	1	5	1	Pertítica	56	1	42	Granito feldespato alcalínico
Zu - 04	35	1	35	2	0	13	0	1	3	10	Pertítica	49	2	49	Granito feldespato alcalínico
Zu - 05	45	4	35	7	1	2	0	1	0	3	Pertítica	42	5	54	Granito feldespato alcalínico
Zu - 06	40	2	35	20	1	0	<1	<1	<1	2	Mesopertita, poiquilítica	45	4	51	Sienogranito
Zu - 06 - A	40	4	35	10	1	0	0	2	5	3	Poiquilítica, pertítica	44	6	50	Sienogranito

La muestra 157.227 fue colectada por J. R. Black en 1956, pertenece a la Colección Creole Petroleum Corp. depositada en INTEVEP, Los Teques. Tomado de AZANCOT (2008: 33).

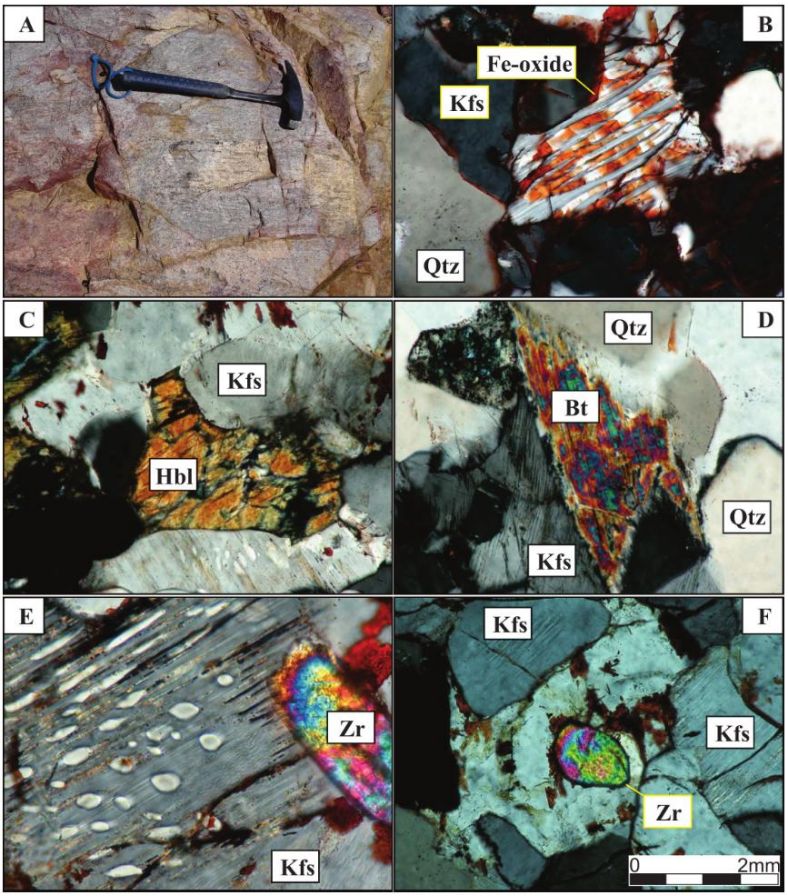


***Figura 50B**. Gneis Atuschon. (A) Aspecto en campo. B a F: Fotomicrografías en luz polarizada. (B) Feldespato-K mesopertítico teñido con óxidos de hierro. (C) Hornblenda rodeada de feldespato-K pertítico. (D) Biotita parcialmente cloritizada rodeada por cuarzo y feldespato-K pertítico. (E) Feldespato-K pertítico con exoluciones de albita en forma de gotas, en el lado derecho puede verse un cristal de zircón subhedral. (F) Zircón metamórfico con típica morfología redondeada de "pelota de fútbol" rodeado de feldespato-K pertítico. Bt: biotita. Hbl: hornblenda, Kfs: feldespado-K, Qtz: cuarzo, Zr: zircón. Fotomicrografías tomadas por F. Urbani de la muestra 157.227 colectada por J. R. Black en 1957 (tomado de BAQUERO (2013).*

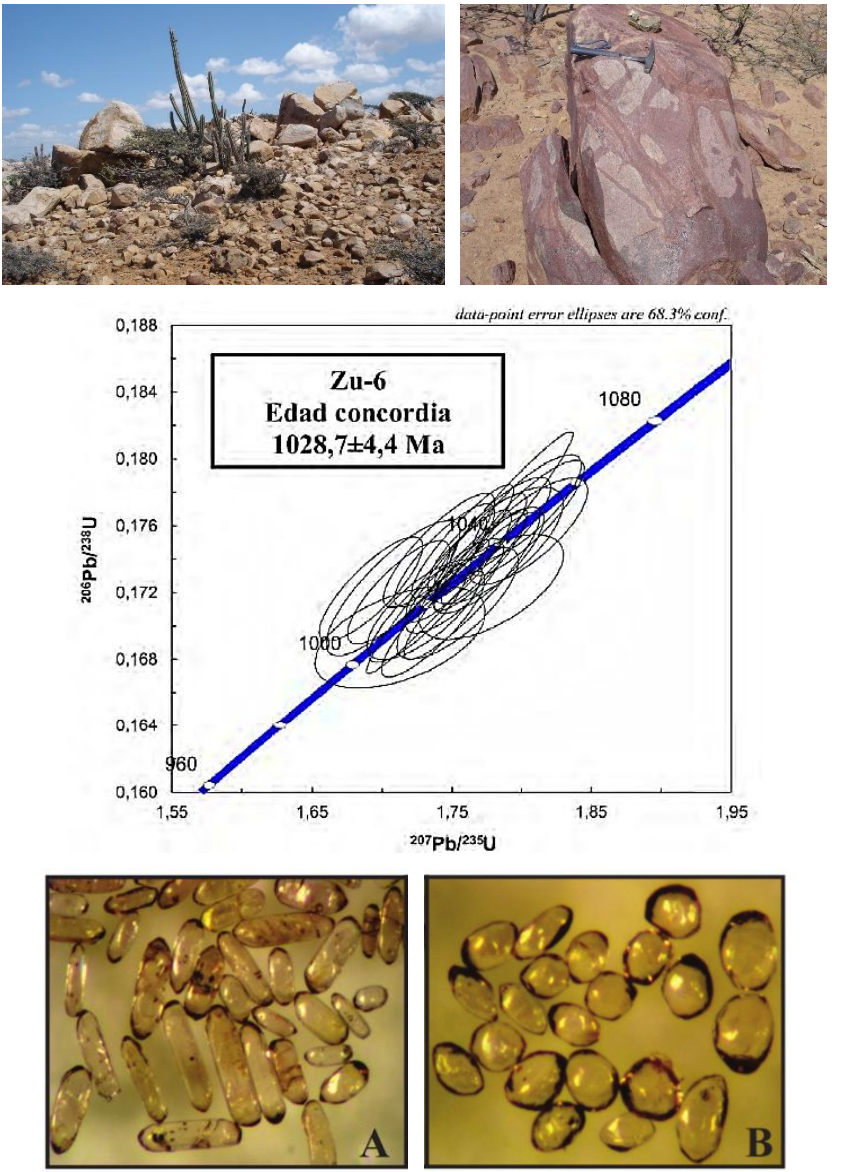


***Figura 50C**. Gneis Atuschon, Cojoro, Península de Guajira. Colombia-Venezuela Afloramientos y geocronología U-Pb de cristales de zircón (BAQUERO 2017).*

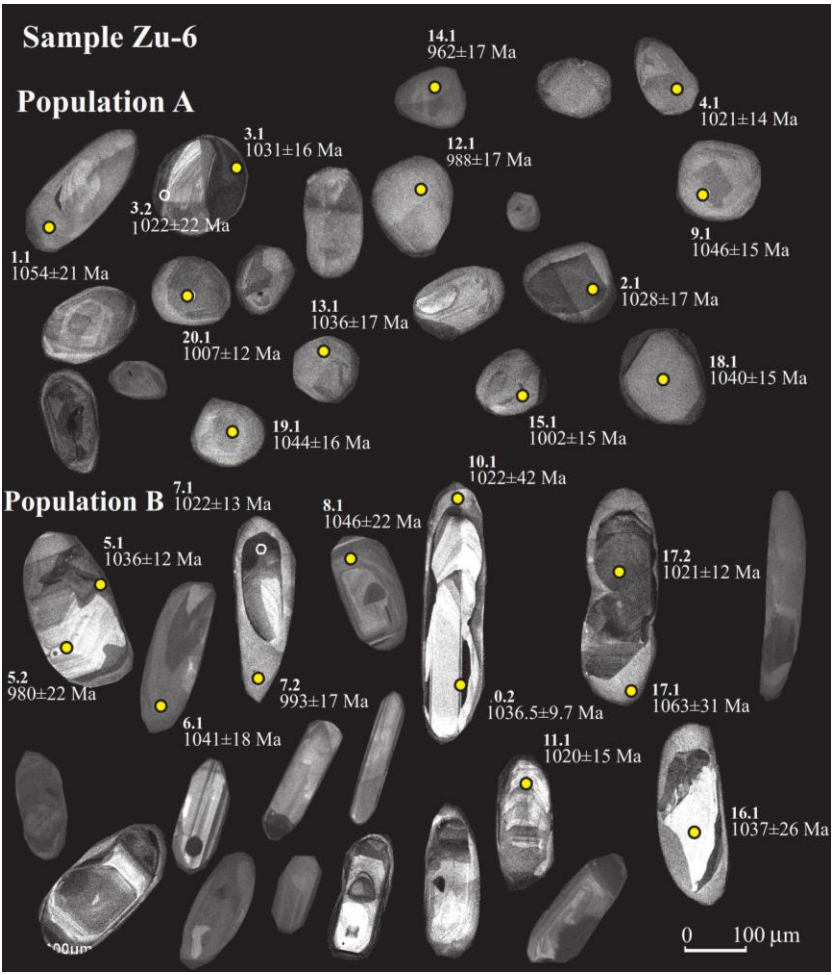


***Figura 50D**. Gneis Atuschon. Se muestran dos tipos de cristales de zircón (BAQUERO 2017).*

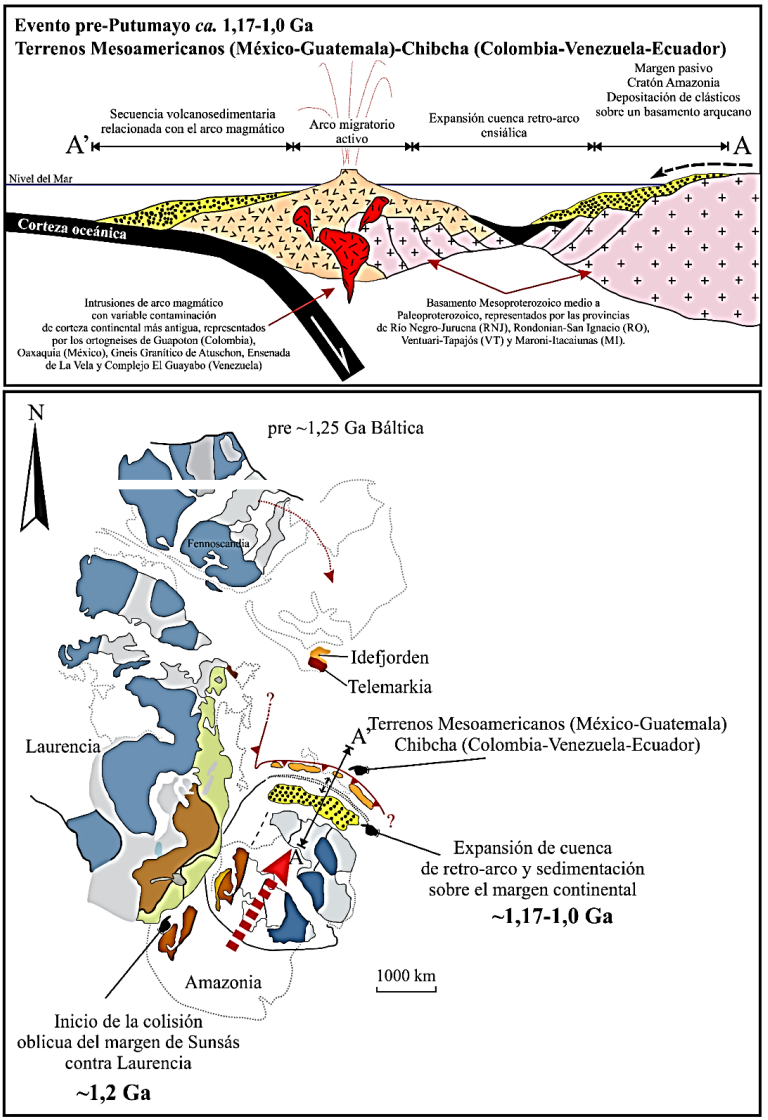


Figura 50E. *Contexto genético del Gneis Atuschon. "Evolución tectónica propuesto para el pre-Puyumayo c. 1,17-1,0 Ga (Mesoproterozoico tardío) y que equivale a la expansión de las cuencas retroarco formadas en el margen NO Amazónico, modificado de Ibañez-Mejía* et al. *(2011)" (*BAQUERO *2013: 79).*

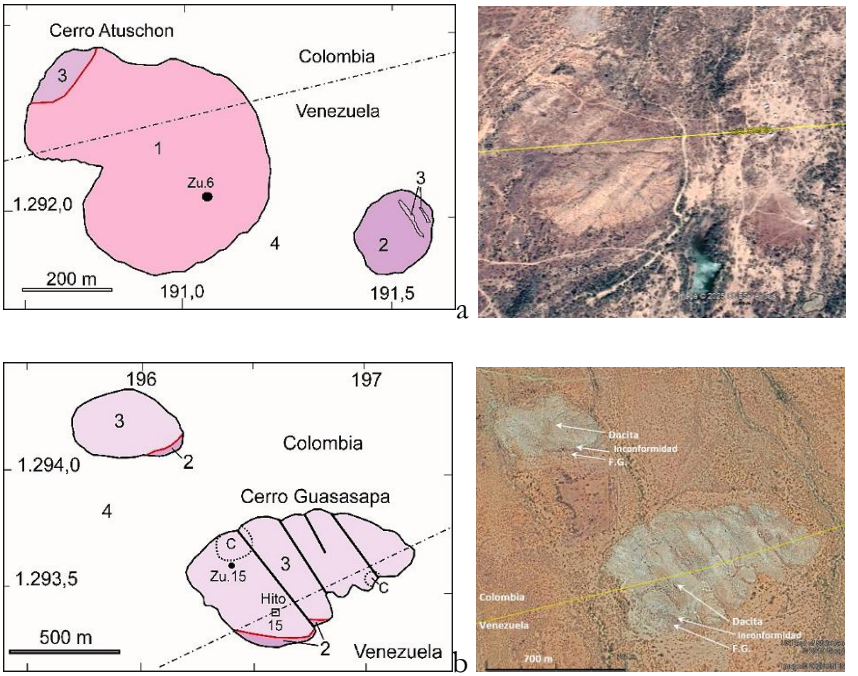


Figura 50F*. Mapas geológicos de los cerros Atuschon (a) y Guasasapa (b), Península de Guajira. Unidades geológicas,* ***1****: Gneis Atuschon (Mesoproterozoico),* ***2****: Formación Guasasapa (Triásico-Jurásico),* ***3****: Dacita (Triásico-Jurásico).* ***4****: Sedimentos no consolidados (Cuaternario). Las líneas rojas indican contactos inconformes. Zu.6 y 15: Ubicación de muestras con análisis geocronológicos. "C" ubica cementerios de la etnia Wayú. Coordenadas UTM zona 19P, datum WGS84*

Formación ***Guasasapa*** (Triásico-Jurásico).

La unidad fue definida por RENZ (1947, 1960) para designar a la unidad basal de su Grupo Cojoro, que luego no es reconocida por ROLLINS (1965), GEYER (1973) y ZULUAGA *et al.* (2009). En un informe y mapa por John R. BLACK (1957), la unidad aparece como "Formación La Quinta", lo cual es razonable ya que se trata de una unidad de capas rojas constituida por arenisca arcósica de grano medio a grueso (Tabla 44), de color castaño rojizo a púrpura. La

Formación Guasasapa descansa inconforme sobre el Gneis Atuschon (Fig. 50Fa) y está cubierta por la dacita (Fig. 50Fb).

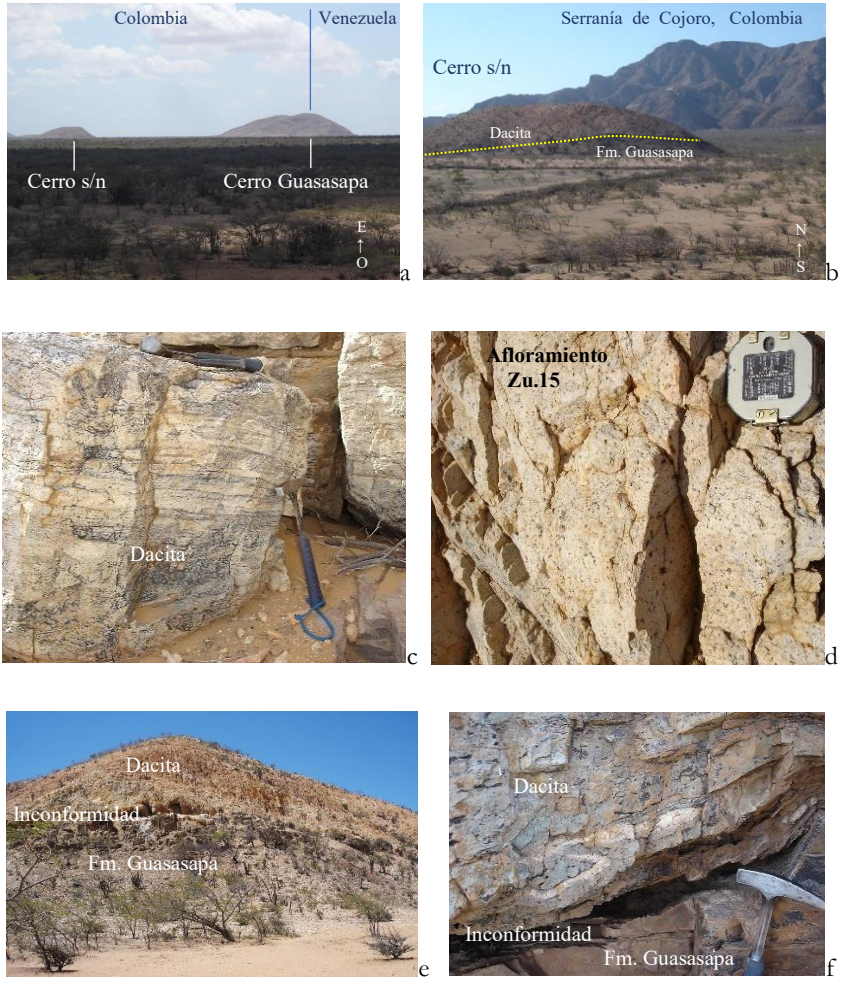


***Figura 50G**. Imágenes del Cerro Guasasapa. En su cumbre se encuentra el "Hito Guasasapa" (no. 15) que delimita la frontera Colombia-Venezolana.*

Tabla 44. Composición mineralógica de la Formación Guasasapa.

Muestras	Cuarzo (%)				Feldespatos (%)			Minerales accesorios (%)						Matriz (%)		Cemento (%)					Clasificación (Pettijohn, 1972) Recálculo (100%)			Nombre
	Monocristalino Plutónico	Monocristalino Metamórfico	Policristalino Metamórfico	Total	Plagioclasa	Feldespato K sin diferenciar	Total	Biotita	Muscovita	Circón	Turmalina	Óxidos de Fe	Otros	Arcillas	Óxidos de Fe	Pirofilita	Óxidos de Fe	Cuarzo	Material carbonático	Caolinita	Cuarzo	Feldespato	Frag. de roca	
Zu-08A	28	2	0	30	15	25	40	0	<1	<1	<1	5	0	8	2	0	0	0	0	15	43	57	0	Arenisca feldespática
Zu-13B	30	0	5	35	10	20	30	0	1	1	0	3	0	8	2	0	0	0	0	20	54	46	0	Arenisca feldespática

Tomado de AZANCOT (2008: 33).

Dacita (sin nombre formal,Triásico-Jurásico).

Es una roca de color blanco a rosado de grano muy fino. Los cuerpos mayores corresponden al cerro Guasasapa y otro cerro semejante ubicado a un kilómetro al noroeste. En los flancos meridionales de ambos cerros (Fig. 50G) la Formación Guasasapa está cubierta inconformemente por la unidad de dacita, cuyo primer metro de espesor corresponde a flujos piroclásticos (Fig. 50H), siguiendo una sección de dacita masiva hasta la cumbre de los cerros.

En el extremo noroeste del Cerro Atuschon, la dacita cubre inconformemente al gneis homónimo, mientras que en una pequeña elevación a unos 500 m al este del anterior, aflora la Formación Guasasapa cruzada por dos diques de espesores decimétricos de la dacita (Fig. 50Fa).

La dacita fue depositada subaéreamente sobre la Formación Guasasapa, primero por rocas piroclásticas (Fig. 50H) seguidas por flujos de lava. Por encima del evento volcánico dacítico se deposita la Formación Rancho Grande, como se observa en el flanco sur de los cerros de Cojoro (ver mapas en URBANI *et al.* 2013). En la colina de Atuschon, la dacita también está depositada sobre el Gneis Atuscón y aparece como diques en la Formación Guasasapa.

Las muestras analizadas petrográficamente se identificaron como feno-dacita porfídica y contienen c. 93% de matríz afanítica, el resto corresponde a fenocristales de cuarzo, plagioclasa (andesina), feldespato-K (sanidina), con trazas de biotita, muscovita, epidoto y zircón (Tabla 45).

Una edad modelo Sm-Nd en roca total - T_{DM} es de 1,05 Ga, sugiere que el magma dacítico se generó a partir de una fuente cortical proterozoica (BAQUERO 2017).

En opinión del autor, el Grupo Cojoro descrito por RENZ (1960) es una unidad válida, constituida por la Formación Guasasapa como unidad basal, luego la dacita extrusiva seguida de la Formación Rancho Grande y en el tope la Formación Uitpana; depositado en cuencas rift (Fig. 48). GARCÍA GONZÁLEZ *et al.* (2008: 29) acepta al Grupo Cojoro (formaciones Guasasapa, Rancho Grande y Uitpana), sin mencionar la dacita.

Tabla 45. Datos petrográficos de la **dacita** del cerro Guasasapa y de diques en la colina de Atuschon.

Muestras	Composición mineralógica (%)													Texturas	Clasificación según			
	Cuarzo	Plagioclasa	Feldespato K	Anfibol	Clorita	Muscovita	Biotita	Epidoto	Circón	Frag. de rocas	Opacos	Fenocristales	Matriz		Recálculo			Nombre petrográfico
															A	P	Q	
Zu - 08	2	3	0	0	0	<1	0	0	0	0	0	5	95	Esferulítica, bahia, glomeruloporfirítica	0	60	40	Feno dacita porfirítica
Zu - 08 - B	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	95	Esferulítica, bahia, glomeruloporfirítica	0	80	20	Feno dacita porfirítica
Zu - 10 - B	3	4	2	0	0	<1	0	0	0	0	0	9	91	Bahia	22	44	33	Feno dacita porfirítica
Zu - 11	1	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	7	93	Esferulítica	0	67	33	Feno dacita porfirítica
Zu - 11 - A	2	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	8	92	Esferulítica, glomeroporfirítica.	50	17	33	Feno riolita porfirítica
Zu - 13	2	3	1	0	0	0	0	0	<1	0	0	6	94	Esferulítica, bahia	17	50	33	Feno dacita porfirítica
Zu - 13 - A	1	<1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	5	95	Esferulítica, bahia	0	<1	99	Feno riolita cuarcífera
Zu - 14	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	93	Esferulítica, bahia	0	57	43	Feno dacita porfirítica
Zu - 15	2	5	0	0	0	1	0	0	<1	0	0	8	92	Esferulítica, bahia	0	67	33	Feno dacita porfirítica

Fuente: AZANCOT (1968: 42).



a



b

*Fig**ura 50H**. Flanco sur del cerro Guasasapa. Contacto inconforme de un flujo piroclástico dacítico sobre la Formación Guasasapa.*
a: Roca piroclástica. b: flujo de lava.

7. EL BAÚL

El macizo de El Baúl ha sido estudiado por muchos geólogos, desde Hermann Karsten en 1858 hasta el presente (ver cronología en el Capítulo 3). El trabajo más detallado es el de Cecilia MARTÍN (1961) que establece una detallada nomenclatura para los tres grupos de rocas: volcánicas, granitoides y sedimentarias con metamorfismo de muy bajo grado. Dicha nomenclatura ha tenido diversas variantes y, la versión actualizada se presenta en la Tabla 47. VISCARRET (2009) integra la información previa, junto a nuevo trabajo petrográfico, geeoquímico y geocronología U-Pb en cristales de zircón (Fig. 51C-I) (Tabla 46), así como la actualización de 11 mapas geológicos a escala 1:25k (VISCARRET *et al.* 2013). A continuación se presentan algunas discusiones:

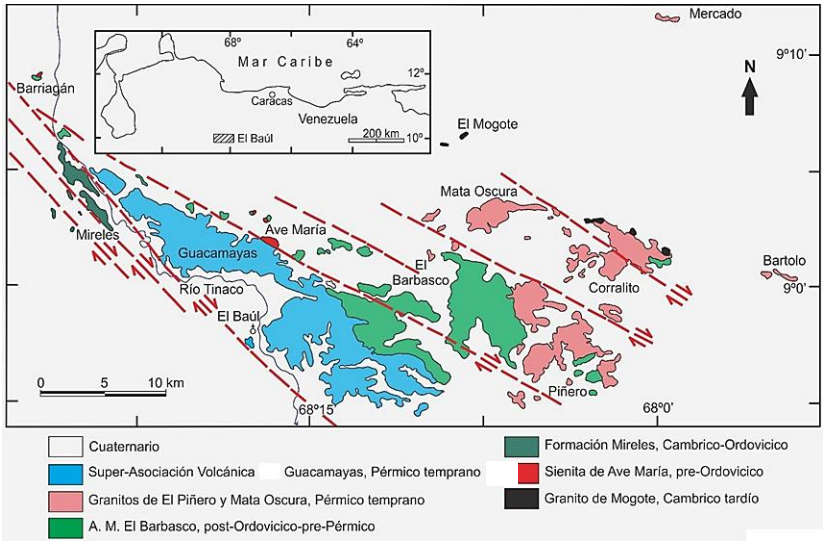


***Figura 51A**. Macizo de El Baúl, Cojedes. Simplificado de VISCARRET (2009).*

Filita ***Mireles***. Esta unidad es muy conocida desde que ROD (1955) descubriera trilobites del Cámbrico-Ordovícico. Está constituida por rocas pelíticas (pizarra y filita) con metamorfismo en facies de esquisto verde (clorita). Presenta plegamiento isoclinal y su mineralogía refleja un metamorfismo es facies de esquisto verde – clorita. Se desconoce la edad del pico metamórfico. Por sus características metamórficas y deformación se considera separada de la unidad de El Barbasco (VISCARRET 2009).

Ensamble Metasedimentario ***El Barbasco***. La unidad presenta débiles estructuras penetrativas, con efectos de metamorfismo regional en facies de esquisto verde – clorita y, de contacto por los granitos de Piñero y Mata Oscura (MARTÍN 1961). REYES (2007) y VISCARRET (2009) estudian muestras clasificadas por C. Martín como hornfel, sin llegar a identificar minerales de metamorfismo de contacto; esto podría explicarse por la fuerte meteorización o por una composición química no apropiada, si bien la textura de grano muy fino cercana a los contactos del granito puede ser debida a los efectos de contacto. En la hoja 6543-II-SO la subunidad El Jobito aparece como "pendiente del techo" (roof pendant) sobre el Granito de Mata Oscura. Este ensamble se ha interpretado como más joven que la Filita Mireles por estar menos deformada (VISCARRET 2009). El Barbasco aparece intruida por las volcánicas de Guacamayas y por granito.

Superensamble ***Guacamayas***. Esta unidad volcánica está dividida en dos asociaciones, una latítica y otra riolítica (Tabla 47). VISCARRET (2009) determina una edad Pérmico temprano. Su contacto ha sido descrito como inconforme sobre las metasedimentarias de El Barbasco. Las rocas volcánicas son unos 7 Ma más jóvenes que los granitos de Piñero y Mata Oscura.

Las **rocas graníticas** fueron divididas por LEUZINGER (1953) en tres cuerpos denominados Mogote, Mata Oscura y Piñero, que luego fueron considerados por MARTÍN (1961) como facies separadas dentro de la denominación global de "Granito Alcalino de El Baúl". Con el trabajo geocronológico de VISCARRET (2009) por el método de U-Pb en cristales de zircón, se concluye que hay rocas de dos ciclos magmáticos, uno Cámbrico para el Mogote y otro del Pérmico temprano, tanto de los granitos de Mata Oscura y Piñero, como de las volcánicas de Guacamayas, equivalentes a los ciclos europeos Caledoniano y Herciniano, respectivamente. Según MARTÍN (1961), en Hato Carrizalito el Granito de Mata Oscura intruye al Granito de El Mogote También hay diques de aplita que cortan tanto a El Barbasco como a Piñero.

Sienita de ***Ave María***. Está en una unidad menor que aflora en las hojas geológicas 6543-III-SE Ave María y 6343-III-NO Barriagán, donde está cubierta inconformemente por El Barbasco, por consiguiente es más antigua que esta última, probablemente sea del mismo ciclo Cámbrico del Granito de Mogote. Es una sienita alcalina con cristales verdes de egirina, aunque la mayoría están oxidados.

Los ***diques de diabasa y diorita*** probablemente fueron intruidos durante los episodio de rifting Triásico-Jurásico (Fig. 48).

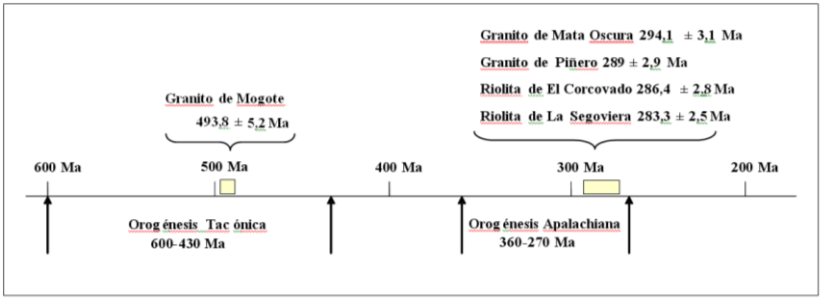


Figura 51B. *Nuevas edades de El Baúl en referencia a los ciclos orogénicos (VISCARRET 2009).*

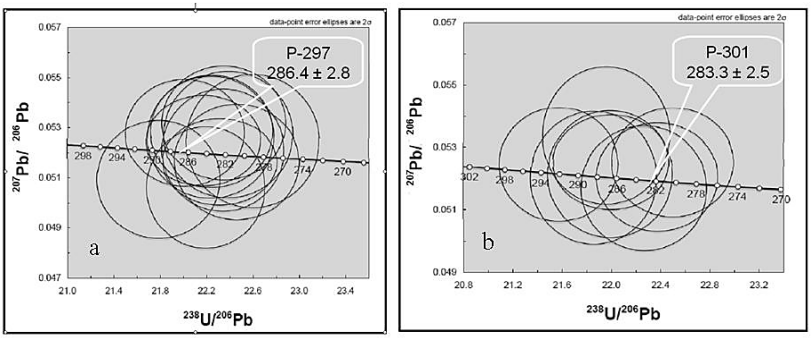


***Figura 51C**. Diagramas concordia Terra-Wasserburg. (a) la Riolita de El Corcovado (P297). (b) la Riolita de Segoviera (P301).*

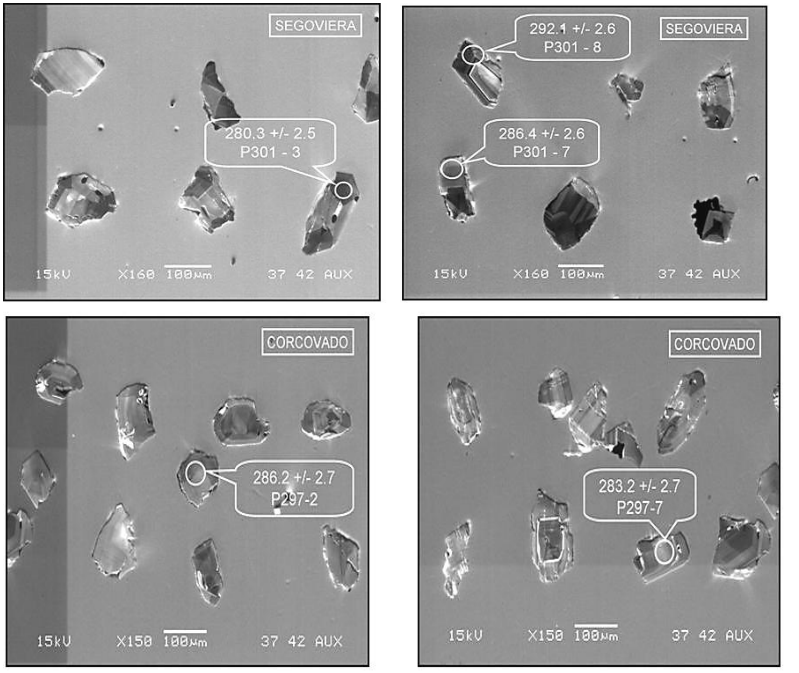


***Figura 51D**. Imágenes MEB que muestran algunos granos de zircón de la Riolita de El Corcovado (P297). El as iónico del equipo SHRIMP-RG incidió en las áreas marcadas con círculos.*

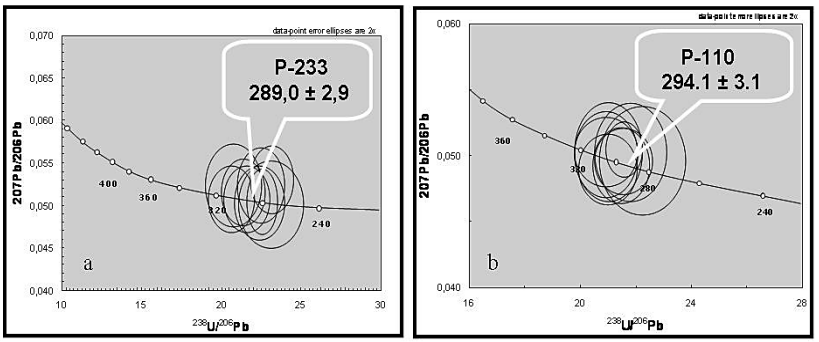


***Figura 51E**. Diagramas concordia Terra-Wasserburg.*
(a) Granito de Piñero (P233). (b) Granito de Mata Oscura (P110).

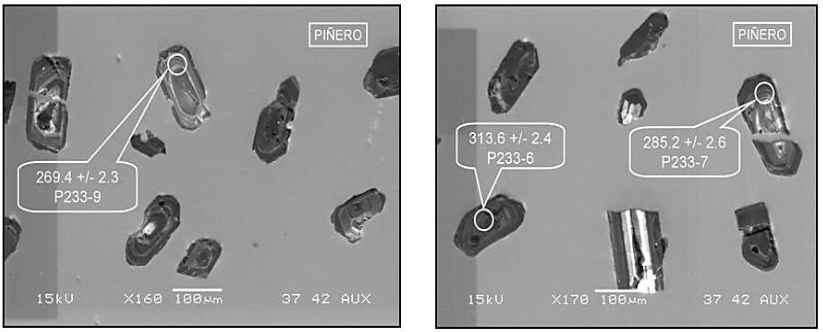


***Figura 51F**. Imágenes MEB de cristales de zircón del Granito de Piñero (P233).*

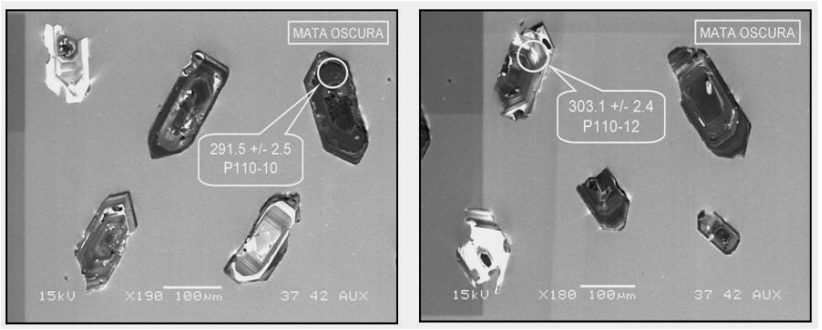


***Figura 51G**. Imágenes MEB de zircón del Granito de Mata Oscura (P110).*

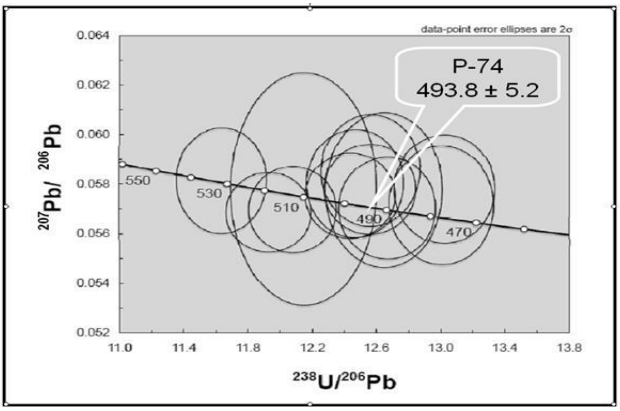


***Figura 51H**. Diagrama concordia Terra-Wasserburg del Granito de Mogote (P74).*

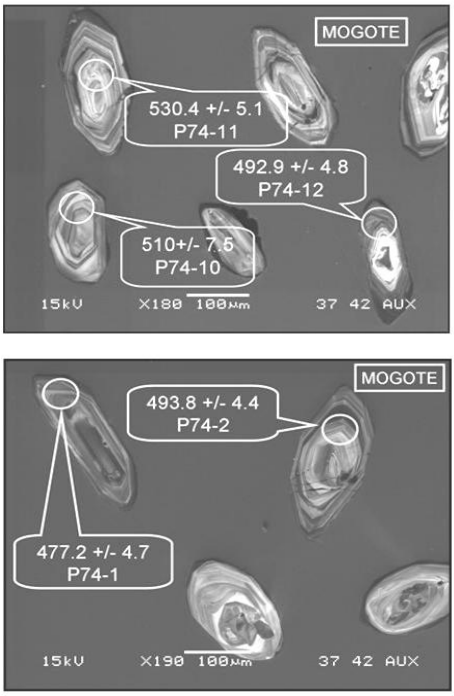


***Figura 51I**. Imágenes MEB de cristales de zircón del Granito de Mogote (P74).*

Tabla 46. Compilación de edades del macizo de El Baúl.

Unidad geológica	Método	Autores	Edad previa	Edad (Ma) por VISCARRET (U-Th o interpretada)
-Riolita **La Segoviera**	K-Ar	MAC-DONALD y OPDIKE (1974)	192±3,8 Ma 195±3,9 Ma (Jurásico Temprano)	**283,3±2,5 Ma** (Pérmico Temprano)
-Riolita **El Corcovado**	-	MARTÍN (1961)	Triásico-Jurásico	**286,4±2,8 Ma** (Pérmico Temp.)
-Granito **Piñero**				**289,0±2,9 Ma**
-Granito **Mata Oscura** 1	Interpre-tado	ANÓNIMO (1997)	Carbonífero-Pérmico	**294,1±3,1 Ma** (Pérmico Temprano)
-El Barbasco (Cerrajón y Cañaote)	Interpre-tado	MARTÍN (1961)	Cámbrico Tardío al Ordovícico ?	post-Ordovícico a pre-Pérmico Temprano
-Filita Mireles	Paleon-tología	MARTÍN (1961)	Cámbrico-Ordovícico	Cámbrico-Ordovícico
-Granito **Mogote**	K/Ar Rb/Sr	FEO-CODECIDO (1963)	270±10 Ma 287±10 Ma (Pérmico Temprano)	**493,8±5,2 Ma** (Cámbrico Tardío)

Tabla 47. Síntesis de las unidades geológicas del macizo El Baúl, Cojedes (VISCARRET 2009)

Unidad	**Edad** determinada o inferida
Diques de diabasa y diorita	Triásico-Jurásico?
Súperasociación **Guacamayas** (+)	Pérmico (Cisuraliense)
Asociación Latítica **El Peñón**	
Latita cuarcífera de **El Oso**	
Latita Cuarcífera de **El Oso 1**	
Latita Cuarcífera de **El Oso 2**	
Riolita de **La Segoviera**	283,3±2,5 Ma
Asociación Riolítica **Teresén**	
Riolita de **La Bandola**	
Riolita de **La Bandola 1**	
Riolita de **La Bandola 2**	
Riolita de **Tirado**	
Riolita de **El Corcovado**	286,4±2,8 Ma
Asociación Granítica **El Baúl**	Pérmico (Cisuraliense)
Granito de **Piñero** (º)	289,0±2,9 Ma
Granito de **Mata Oscura** (º)	294,1±3,1 Ma
Asociación Metasedimentaria **El Barbasco**	Post-Mireles a pre-ígneas pérmicas (post-Ordovícico a pre-Pérmico temprano)
Cuarcita de **Cañaote**	
Metapelita de **Cerrajón**	
Metalimolita de **Jobito**	
Filita de **Mireles** (*)	Cámbrico-Ordovícico
Sienita de **Ave María**	Pre-El Barbasco (Pre-Ordovícico)
Granito de **Mogote** (º)	493,8±5,2 Ma (Cámbrico, Furongiense)

Excluyendo al Granito El Mogote, el promedio ponderado de las nuevas edades es de 288±2 Ma (Pérmico inferior, Cisuraliense, Artinskianiense), que pueden interpretarse como producto de pulsos magmáticos-tectónicos del margen proto-andino, en un marco de eventos tardíos de la colisión Gondwana–Laurentia vinculada al ensamblaje de Pangea (Fig. 51J).



Figura 51J. *"Ensamblaje de Pangea, en la que se muestra un margen continental activo a lo largo del proto-margen de los Andes, causado por la subducción de la placa Pacífico/Farallón por debajo de Suramérica. En el occidente de Venezuela los cuerpos granitoides permo-triásicos están representados por el basamento de la parte norte de la cuenca de Maracaibo, Falcón occidental, península de Paraguaná, ensenada de La Vela, golfo de Venezuela y el macizo de* ***El Baúl****" (BAQUERO 2017: 35).*

8. FALCÓN ORIENTAL: QUEBRADA YARACUYBARE Y POZOS TOC-1S y EGT-003 S

En la región de Chichiriviche, Falcón oriental, se han reportado rocas ígneas de tres localidades: 1- Quebrada Yaracuybare. 2- Pozo TOC-1S. 3- Pozo EGT-003 (Fig. 52A).

Quebrada Yaracuybare

En esta quebrada ubicada a unos 15 km al NO de Tucacas (Fig. 52B) la lutita de la Formación Cerro Misión (Eoceno medio-tardío), se encuentra cortada por cuatro diques con espesores variables entre 0,65 y 2,1 m, subverticales y con rumbo N50-75E (Fig. 52C). La roca es un basalto alcalino con plagioclasa, olivino y clinopiroxeno, muy carbonatizada y cloritizada (Fig. 51D-E) (Tabla 48) (URBANI *et al.* 2015d).

Pozos TOC-1S

BARITTO *et al.* (2022) estudian la base del pozo TOC-1X, que está constituido principalmente por volcánicas extrusivas submarinas (hialoclastitas, flujos de lava basálticos y rocas híbridas o peperitas), cubiertas por una caliza bioclástica blanquecina. Ésta fue formada cuando la lava caliente invadió el sedimento carbonático no consolidado (Formación Cerro Misión). Por el contenido fosilífero de nannoplancton calcáreo, la caliza se pudo datar en Eoceno medio (42,9 Ma). Rocas ígneas también se encuentras en los pozos EGT-003 (Fig. 52A).

Edad del magmatismo

BAQUERO (2015: 187) (Fig. 52G) realizó dataciones ^{49}Ar-^{39}Ar de los diques de la Quebrada Yaracuybare, nos dice que en "*el primer experimento se obtuvo una edad meseta de* ***42,4±3,4 Ma*** *(Eoceno medio* [Luteniense-Bartoniense]*) definida por 9 de las 11 fracciones, que representan en 68,7% del ^{39}Ar liberado. En el segundo experimento se obtuvo una edad meseta de 34,1±3,1 Ma definida por 8 de las 14 fracciones, que presentan el 79,4% del ^{39}Ar liberado. En este caso se toma la edad meseta de* ***34,1±3,1 Ma*** *(Eoceno tardío* [Priaboniense a Oligoceno-Rupeliense]*) como la edad de esta unidad, dado que el primer experimento arrojó una edad mayor que la unidad formacional Cerro Misión del Eoceno tardío*".

Con nuevos estudios bioestratigráficos de alta precisión con nanofósiles calcáreos, BARITTO *et al.* (2022) determinan que la base de la Formación Cerro Misión tiene una edad de **42,9 Ma**, por lo cual, de las dos edades ^{40}Ar-^{39}Ar determinadas por M. Baquero para los diques de Yaracuybare, se puede interpretar la de **42,4±3,4 Ma** (Eoceno, Lutetiano - Bartoniano) como la edad preferencial de los diques, con efectos hidrotermales tardíos en 34,1±3,1 Ma (Eoceno tardío -Priaboniense a Oligoceno - Rupeliense).

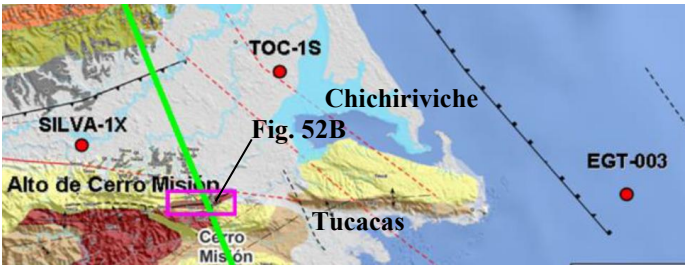


***Figura 52A**. Ubicación de localidades con rocas ígneas de Falcón Oriental (Adaptado de BARITTO* et al. *2022: 21).*

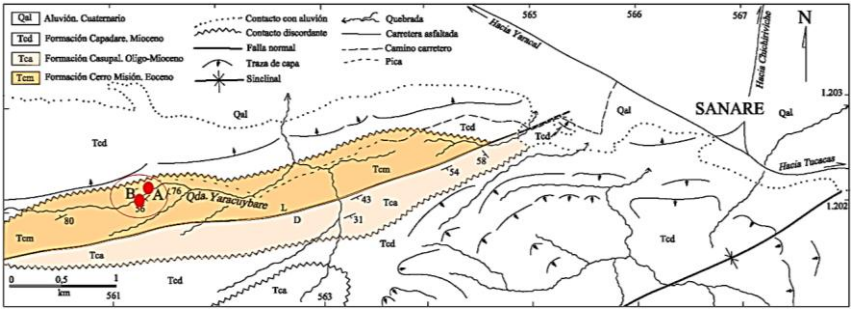


***Figura 52B**. Mapa geológico de la zona de Sanare - Yaracuybare, municipio Silva. Hoja 6548-IV-SO, coordenadas UTM (19P, Canoas). A y B indican la ubicación de los diques. Geología simplificada a partir de NATERA (1957), tomado de URBANI* et al. *(2015).*

Tabla 48. Composición petrográfica de muestras de diques de la Quebrada Yaracuibre. [91]

#	Matriz				Fenocristales		Tot.		
	Crb	Chl (vidrio)	Chl+Ttn (Cpx)	Pl	Crb (ol)*	Chl+Ttn (Cpx)	Matriz	Fen.	Amíg.^
Y1	4	31	17	32	6	1	84	7	13
Y2	16	18	14	30	5	6	78	11	11
Y3	23	17	20	36	3	1	96	4	-
Y4	33	27	16	19	-	2	95	2	3
Y2b	18	24	18	30	7	1	90	8	2

* Algunos pseudomorfos carbonatados pudieran ser de feldespatoides totalmente alterados. ^: Cal:Ep 2:1


A

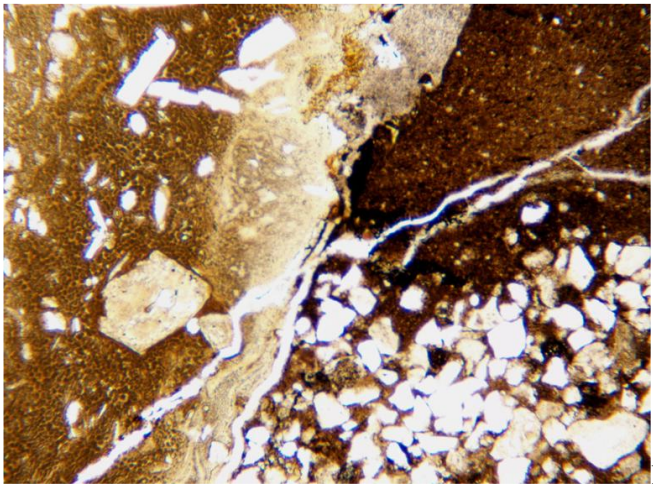

B

***Figura 52C**. Diques de la quebrada Yaracuybare. Localidades A y B (Fig. 50).*

[91] La composición química con componentes mayoritarios y elementos trazas de dos muestras de los diques se presentan en BAQUERO (2013, II: 7).

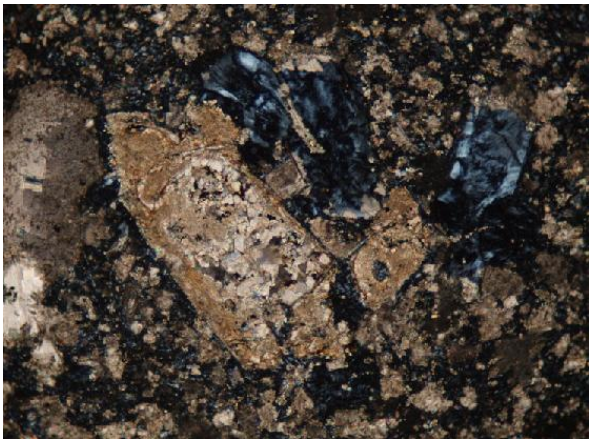


A



B

***Figura 52D**. A: Vista en campo del contacto entre basalto con la lutita de la Formación Cerro Misión, la cual ha sufrido efectos termales. B: Fotomicrografía del contacto entre el basalto (izquierda) con dos capas de la Formación Cerro Misión, una de lutita carbonosa (cuadrante NE) y otra de limolita cuarzosa (cuadrante SE). Nícoles paralelos. Ancho de la imagen: 3 mm, Tomado de URBANI* et al. *(2015).*


A

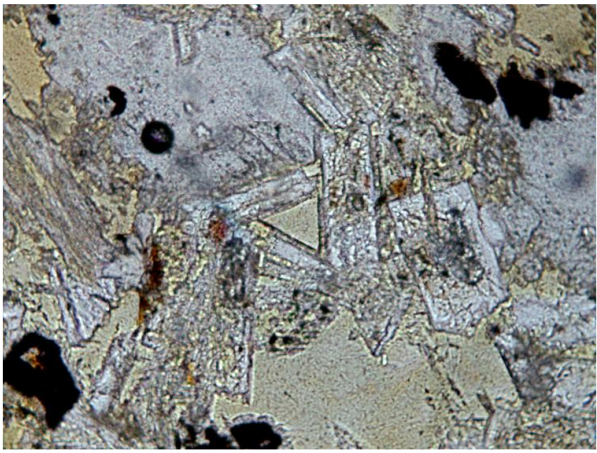

B

***Figura 51E**. A: Pseudomorfos de clinopiroxeno y olivino. Preferencialmente el olivino se altera a carbonatos y el clinopiroxeno a clorita. También hay fuerte cloritización y carbonatación de la matriz. Nícoles cruzados. Ancho de la imagen: 1,5 mm. B: Parches triangulares a poligonales de vidrio máfico cloritizado, evidenciando una textura intersticial. Nícoles paralelos. Ancho de la imagen: 1 mm. Tomado de* URBANI et al. *(2015).*

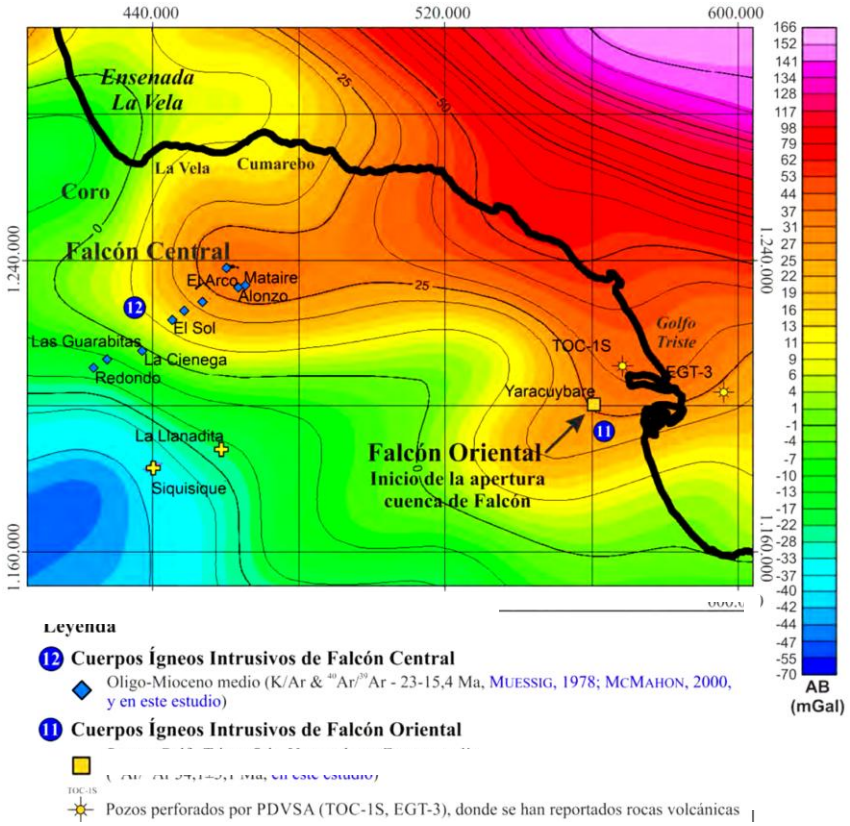


***Figura 52F**. Mapa de anomalía gravimétrica satelital de Falcón centro-oriental donde se visualiza una zona con valores entre 10 y 53 mGal con forma de dos lóbulos que coinciden con la ubicación de los cuerpos ígneos reportados tanto en Falcón central, como en Sanare-Golfo Triste. Esto sugiere que durante la apertura de la cuenca hubo un adelgazamiento cortical, que ocurrió primero en el área de Sanare-Golfo Triste durante el Eoceno medio y, posteriormente en Falcón central. Fragmento del mapa de Orihuela* et al. *(2011). Tomado de la adaptación realizada por BAQUERO (2017: 96).*

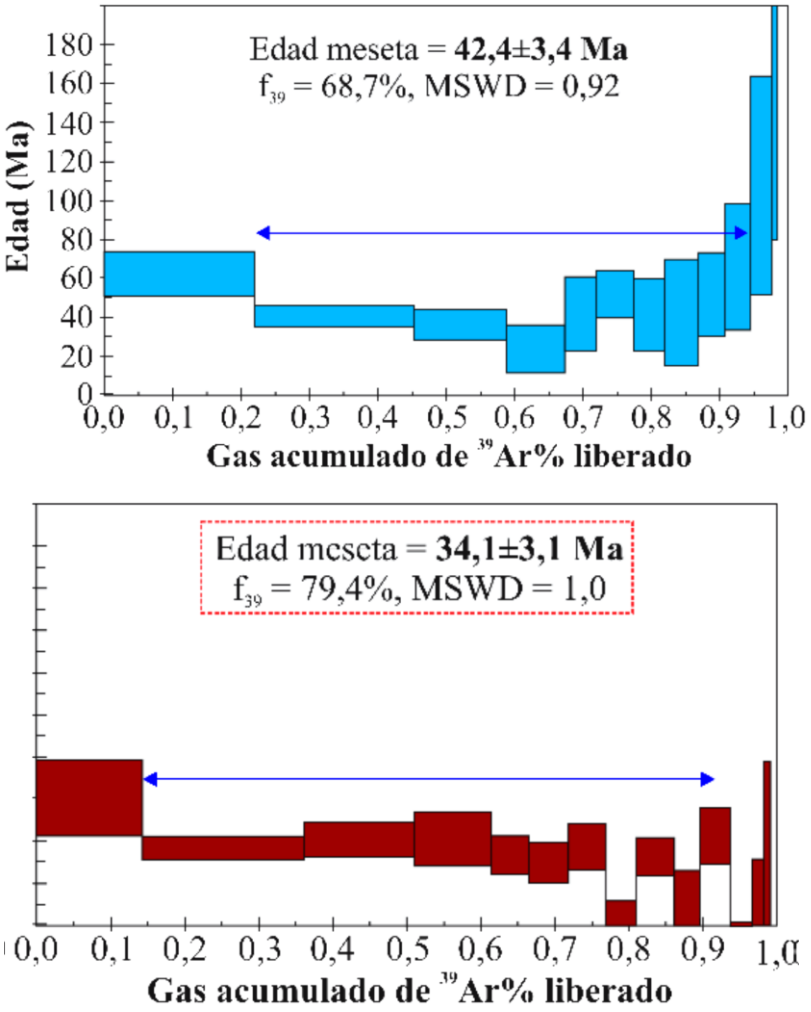


***Figura 52G**. Diagramas de espectros de edad ^{40}Ar-^{39}Ar de muestras de los diques de la Quebrada Yaracaybare. Tomado de BAQUERO (2015: 188).*

9. FALCÓN CENTRAL

Desde la década de los años 1920s, se conoce de la existencia de rocas ígneas intrusivas en el centro de Falcón, en las formaciones Pecaya y Paraíso (KUGLER 1929), siendo cartografiados detalladamente por BRUERER (1949). Las tesis doctorales de MUESSING (1978, 1979, 1984), MCMAHON (2001) y BAQUERO (2013) presentan información petrológica y geocronológica (Fig. 53A, D-F).

El estudio de ESCORIHUELA y RONDÓN (2002) determina que la litología predominante es basalto porfídico (hawaiita), con proporciones menores de andesita porfídica. La matriz contiene piroxeno y plagioclasa, mientras que los fenocristales son de olivino serpentinizado, augita-Ti, labradorita, biotita-Ti y poco anfíbol. Con geoquímica interpretan una afinidad de basalto intraplaca.

Más recientemente, GRANDE (2009) estudia los xenolitos incluidos en una chimenea de brecha del cerro Atravesado, identificando nódulos mantelares de lherzolita (o harzburgita) con Cr-espinela, xenocristales de ortopiroxeno serpentinizado, rocas de alto grado (mármol con diópsido y flogopita, granulita máfica y anortosita), rocas de bajo grado (cuarcita y cuarcita micácea), caliza con foraminíferos plánctico cretácicos, chert negro y otras rocas sedimentarias. Esto le permite concluir que el basamento de la cuenca de Falcón central consta probablemente de napas imbricadas que involucran rocas de varios ciclos tectónicos: de alto grado (Grenvilliano-Putumayo), de bajo grado (caledoniano-apalache o terrenos de dominio Caribe) y margen pasivo Cretácico del norte de Sudamérica (Tabla 48b).

Con los trabajos de MUESSING (1984), MCMAHON (2001) y BAQUERO (2013, 2017) se disponen de edades Ar-Ar de siete cuerpos, variables de **23** a **15 Ma** (Mioceno) (Fig. 53B) (Tabla 49). El proceso de extensión que generó la cuenca falconiana comenzó hacia el este, en la zona de Yaracuybare-Sanare en el Eoceno medio, migrando a Falcón central hasta el Mioceno medio, pasando luego a un régimen compresivo que condujo a la inversión de la cuenca.

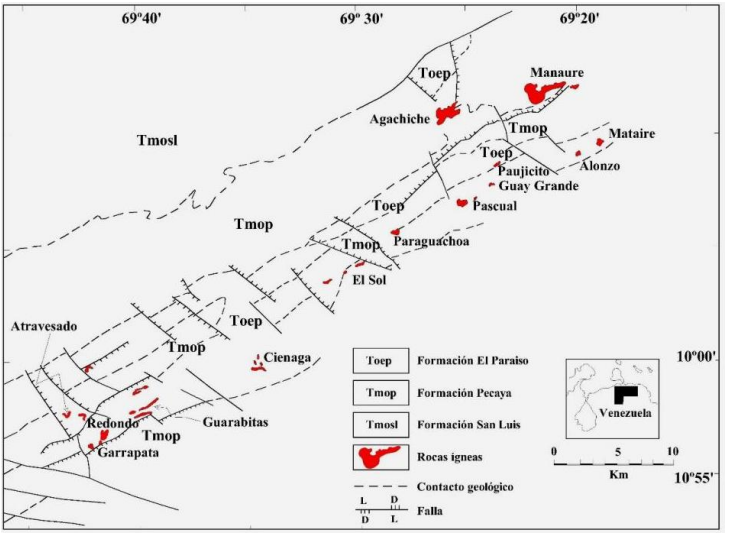


***Figura 53A**. Distribución de los cuerpos ígneos en el centro de Falcón. Redibujado de MUESSING (1984) y MCMAHON (2001).*

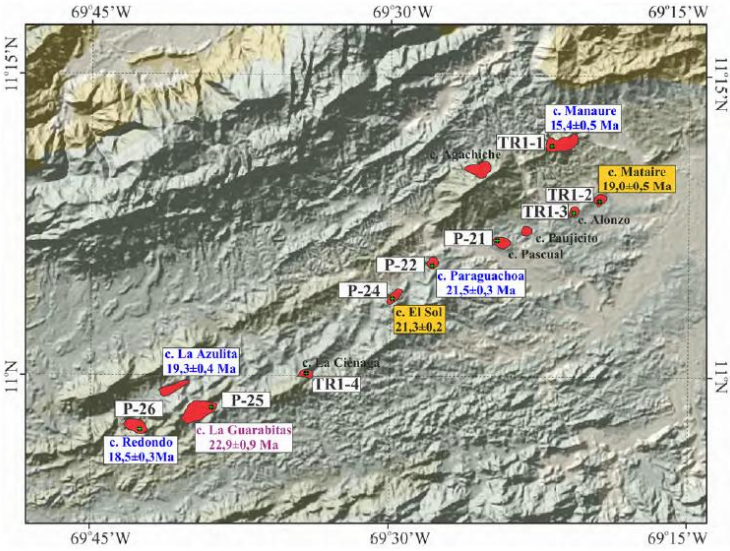


***Figura 53B.** Cuerpos de rocas volcánicas con sus edades ^{40}Ar-^{39}Ar (BAQUERO 2017).*

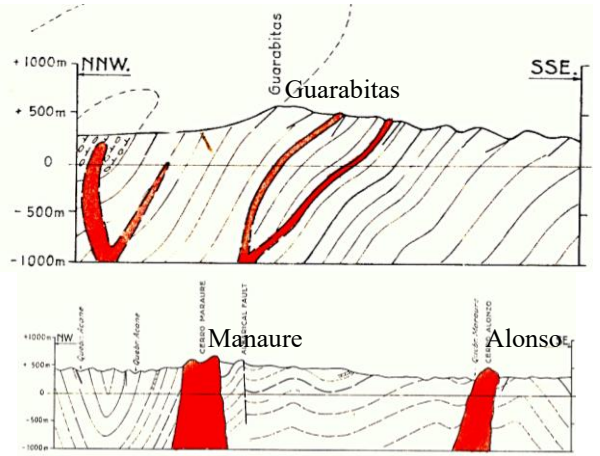


***Figura 53D**. Secciones geológicas de los cuerpos ígneos de Guarabitas, Manaure y Alonso (BRUERER 1949).*

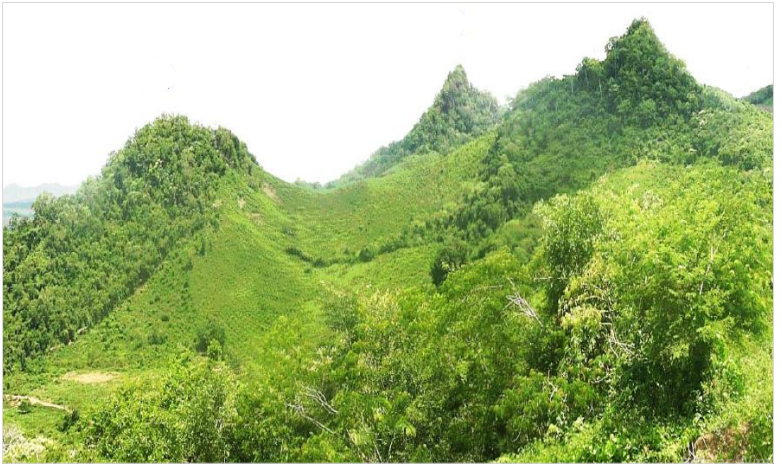


***Figura 53E**. Cerro Aguachiche. Pináculos de rocas volcánicas (ESCORIHUELA y RONDÓN (2002: 156-157).*


B

***Figura 53F**. Basalto columnar localizado al pie del Cerro Aguachiche.*[92]

***Tabla 48b**. Xenolitos de Cerro Atravesado. Su naturaleza y unidades de proveniencia posibles (Grande 2009).*

Xenolito	Litología	Naturaleza	Proveniencia posible
FA-40, 41, 42, 43	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	Nódulo mantelar
FA-44A X2	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	" "
FA-44B X1	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	" "
FA-44BX	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	" "
FA-51B X1	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	" "
FA-53	Peridotita espinélica serpentinizada	IP	Nódulo mantelar gigante
FA-51A X1	Xenocristal de ortopiroxeno	IP	Nódulo mantelar disgregado
FA-51A X2	Xenocristal de ortopiroxeno	IP	" " "
FA-51B X2	Xenocristal de ortopiroxeno	IP	" " "
FA-51B X3	Xenocristal de ortopiroxeno	IP	" " "
FA-51C X3	Xenocristal de ortopiroxeno	IP	" " "
FA-39	Granulita máfica	MI	Basamento grenvilliano
FA-52	Anortosita o leucogabro	MI	" "
FA-38	Mármol diopsídico	MS	" "
FA-50 X1	Mármol con diópsido y flogopita	MS	" "
FA-51C X2	Mármol con diópsido y flogopita	MS	" "
FA-45A X1	Cuarcita micácea	MS	Orógeno paleozoico
FA-49A X1	Cuarcita	MS	Orógeno paleozoico
FA-49A X2	Cuarcita	MS	" "
FA-44A X1	Lutita limosa rica en materia orgánica	SC	Formación La Luna
FA-46 X2	Chert rico en materia orgánica	SB	" " "
FA-51C X1	Caliza fosilífera (wackstone)	SB	" " "
FA-44A X3	Arenisca cuarzosa fina a limonita	SC	?
FA-44A X4	Laminaciones de lutita y limonita	SC	?
FA-44B X2	Limolita	SC	?
FA-44B X3	Lutita con lentículas de cuarzo	SC	?
FA-46 X1	Lutita con lentículas de cuarzo	SC	?

Abreviaciones: **IP**: ígnea plutónica; **SC**: sedimentaria clástica; **SB**: sedimentaria bioquímica; **MS**: metasedimentaria; **MI**: metaígnea.

[92] Fotografía cortesía del Prof. Ricardo Alezones, UCV, 2008.

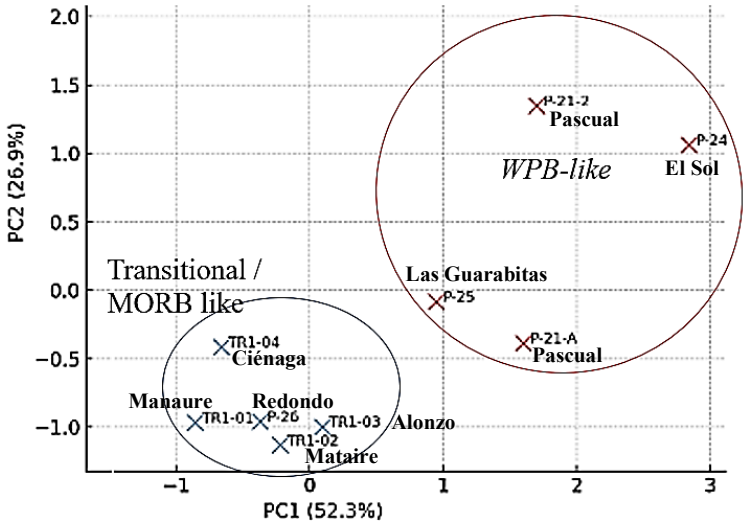
Utilizando los datos de geoquímicos (componentes mayoritarios y elementos trazas) presentados por BAQUERO (2013, II: 3) y procesándolos por las técnicas de Componentes Principales y Análisis de Agrupaciones (Cluster Análisis) (Fig. 53G), tanto con la matriz completa de datos, como solo con elementos inmóviles (Nb. Zr, Y, Th y Ti), las muestras se separan en dos claros grupos. Luego, haciendo uso de diagramas convencionales de discriminación de ambientes tectónicos para rocas basálticas, los dos grupos permiten interpretaciones de ambientes diferentes, a saber:

Grupo 1, "*WPB-like"* (Cerros Pascual, El Sol y Las Guarabitas).

Grupo 2, *más transicional / "MORB-like"* (Manaure, Mataire, Alonzo, Ciénaga, Redondo).

La firma química distintiva del Grupo 2 posiblemente provenga del efecto de la losa proto-Caribe (MORB), rota y en proceso de hundimiento (Ver Fig. 53H).

Considerando los rangos de error en las edades, no se observan diferencias significativas entre las edades ^{40}Ar-^{39}Ar de los dos grupos.



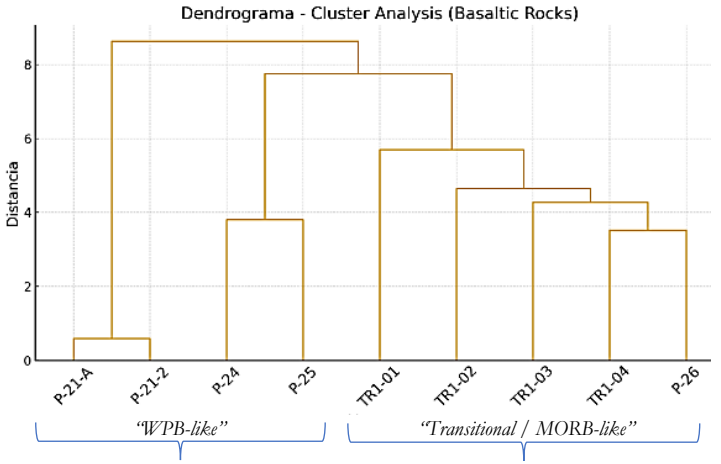


***Figura 53G**. Gráfico de Componentes Principales y Análisis de Agrupaciones (Cluster), de muestras de Falcón Central.*[93]

Tabla 49. Determinaciones de edad ^{40}Ar-^{39}Ar de los cuerpos ígneos de Falcón Central, ordenados de NE (Manaure) a SO (Redondo).

Edad (Ma)	Localidad	Autor	Método
15,4 ± 0,5	Manaure	McMahon	Ar-Ar, roca total
19,0 ± 0,5	Mataire	Baquero	
21,5 ± 0,3	Paraguachoa	McMahon	
21,3 ± 0,2	El Sol	Baquero	
22,9 ± 0,9 *	Las Guarabitas	Muessig	K-Ar, biotita
19,1 ± 0,5			K-Ar, roca total
19,0 ± 0,7			
17,8 ± 0,6			
19,6 ± **	Las Guarabiras	McMahon	Ar-Ar, roca total
19,3 ± 0,4	La Azulita		
18,5 ± 0,3	Redondo		

* Edad preferida por MUESSIG (1978) sobre sus otras determinaciones por tratarse de cristales frescos de biotita. ** Error no indicado

[93] Figuras generadas por Chat GPT.

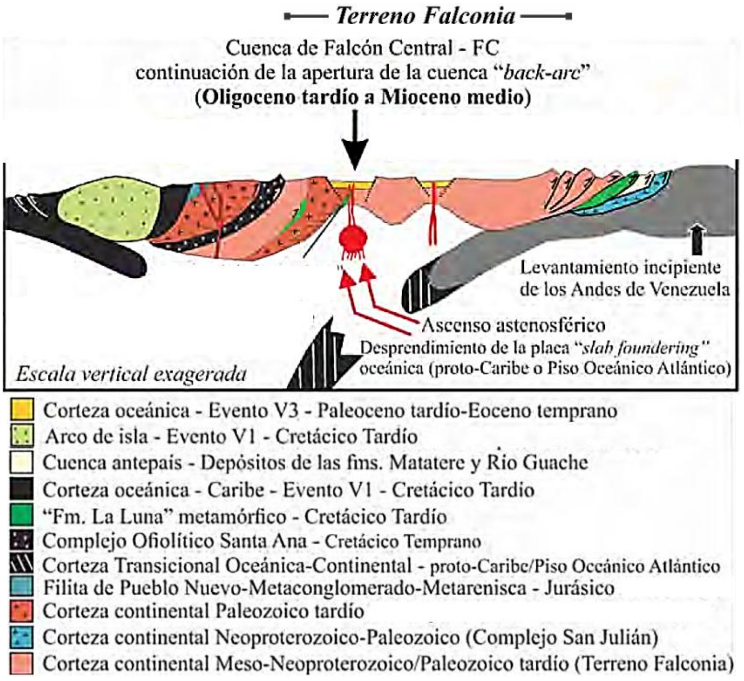


***Figura 53H**. Modelo para la formación de las rocas volcánicas de Falcón Central (Adaptado de BAQUERO 2013: 224).*

TERRITORIOS INSULARES

10.1. Archipiélago de Los Monjes

Los trabajos más detallados del archipiélago de Los Monjes son los de BELLIZZIA *et al.* (1969, 1976). En 2003 el autor realiza un reconocimiento de Los Monjes del Sur a escala 1:5k (Fig. 54A) y las muestras colectadas fueron estudiadas petrográficamente por AZANCOT (2008). La unidad formal aflorante es la *Anfibolita* ***Los Monjes***, definida por A. Bellizzia.

En los Monjes del Sur (Fig. 54B) la anfibolita *s.s.* está cruzada por cuerpos de metagabro de grano medio a grueso. En los Monjes del Norte hay un cuerpo de metagabro hornbléndico cuarcífero en contacto de falla con la anfibolita. La cartografía del archipiélago aparece actualizada en URBANI *et al.* (2013).

De las 17 muestras estudiadas petrográficamente (Tabla 50) por AZANCOT (2007), ocho son foliadas clasificadas como esquisto y nueve sin foliación, clasificables como granofel. La foliación es nematoblástica. La granulometría es usualmente de grano muy fino y las rocas pueden clasificarse petrográficamente tanto como anfibolitas como esquisto anfibólico. La excepción son dos cuerpos de grano más grueso que se clasificaron en campo y laboratorio como metagabros, uno como metagabro hornbléndico cuarcífero (K1mh) y otro como metagabro de grano medio a grueso (Fig. 54C) (K1mg). Los minerales en orden de abundacia son anfíbol (hornblenda, con tintes ligeramente verde azulados), plagioclasa (labradorita), cuarzo, piroxeno (augita) y cantidades menores de epidoto, prehnita y titanita. Con base a la composición química (Tabla 51), mineralogía (Tabla 50) y características de campo, se interpreta que el protolito de la *Anfibolita de Los Monjes* es basáltico-gabroide dentro de un contexto subalcalino toleítico, afectadas por metamorfismo en facies de la anfibolita (hornblenda±plagioclasa±epidoto).

SANTAMARÍA y SCHUBERT (1974) presentan edades K-Ar de una muestra de anfibolita: **116±13 Ma** en anfíbol y **114±12 Ma** en roca total (Aptiense-Albiense).

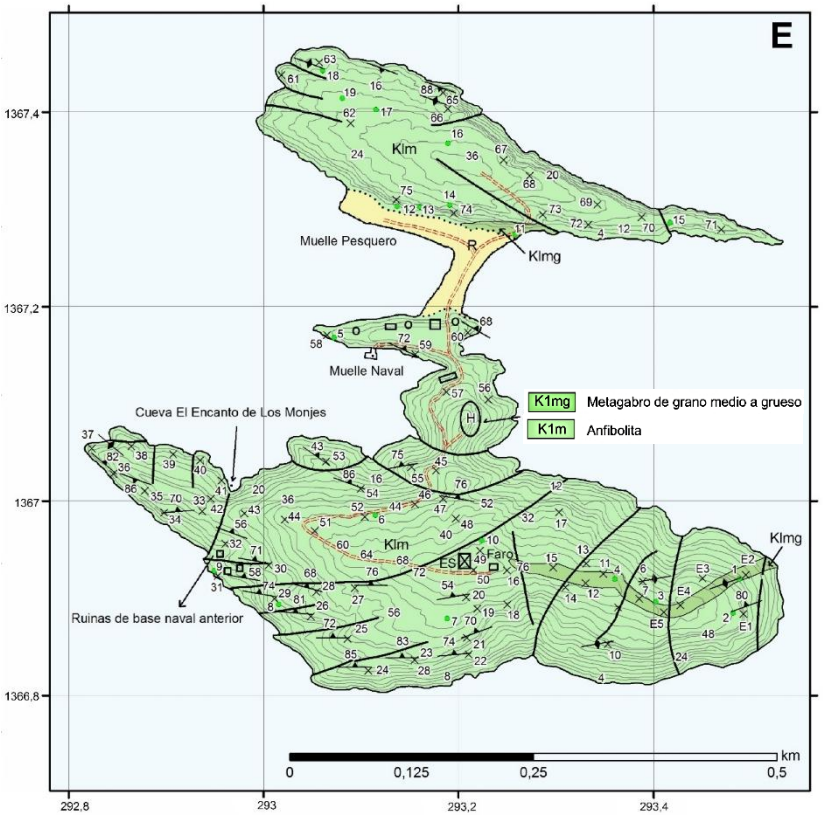


***Figura 54A**. Mapa geológico de Los Monjes Sur (F. Urbani 2003, en AZANCOT (2008).*



***Figura 54B**. Panorámica de Los Monjes Sur.*

Las rocas están muy diaclasadas, con prominentes zonas de cizalla. Por efecto del excremento de las aves, en la superficie se forma una capa de fosfatos blancos por un proceso de fosfatización que penetra en profundidad a través de las diaclasas y zonas de cizalla (Fig. 53). De la observación de campo de la costra fosfática y el análisis por DRX que permite la identificación de monetita $Ca(HPO_4)$, se interpreta que la interacción entre los fluidos derivados del guano, ricos en fósforo y de carácter ácido, puedieran producir un reemplazo mineralógico directo, donde el calcio liberado de la plagioclasa y el anfíbol se combina con el fósforo en solución, precipitando monetita, probablemente hay una fase hidratada intermedia. Lo más llamativo de este proceso, es la generación de un frente de alteración con un contacto abrupto entre la anfibolita fresca y la corteza fosfática blanca (Fig. 54D-G). La ausencia de una zona transicional difusa se puede interpretar como resultado de un reemplazo directo disolución–reprecipitación, favorecido por la sobresaturación en fosfato y la baja permeabilidad de la anfibolita.[94]

[94] Casos similares de contactos abruptos entre rocas máficas frescas y material de alteración lo hemos visto en muchas localidades, e.g.: 1-Dique de diabasa en

Análisis químicos inéditos de dos muestras de anfibolita y metagabro se presentan en la Tabla 51. Con ellos y utilizando diagramas de discriminación de ambiente geotectónico estas muestras se clasifican como *basaltos toleíticos de arco oceánico* (IAT).

Tabla 50. Anfibolita de Los Monjes (AZANCOT 2007).

Muestras	Foliada				No Foliada		Foliación				Composición mineralógica (%)									
	Pizarra	Filita	Esquisto	Gneis	Granofel	Hornfel	Fuerte	Mediana	Pobre	Muy Pobre	Cuarzo	Plagioclasa	Piroxeno	Anfibol	Epidoto	Esfena	Prehnita	Fosfatos	Estilpnomelana	Opacos
E - 63			X				X				2	0	5	86	2	0	0	0	0	5
M - 02					X						15	5	0	78	2	1	0	0	0	1
M - 04					X						10	8	0	74	1	0	1	1	0	7
M - 05			X						X		7	5	0	83	3	0	0	0	0	3
M - 07			X						X		10	5	1	61	6	0	0	1	0	7
M - 09			X						X		25	5	0	60	0	0	0	0	0	10
M - 10					X						3	10	0	80	0	0	0	0	0	7
M - 11					X						20	10	0	50	1	15	0	0	0	10
M - 12			X							X	3	20	0	60	0	10	0	0	0	7
M - 13			X							X	2	15	0	70	2	0	0	4	0	7
M - 14					X						20	15	0	55	0	5	0	0	0	5
M - 14A					X						8	20	0	63	3	5	0	0	0	1
M - 14B			X						X		4	20	1	65	3	0	0	0	0	7
M - 15					X						7	3	0	77	0	0	0	1	9	4
M - 16					X						3	5	0	85	0	3	0	0	0	4
M - 17					X						2	4	0	85	1	0	0	0	0	9
M - 18			X				X				7	3	0	90	1	0	0	2	0	1

Canaima, 2-Gabro en la cuenca del Río Apa (Ensamble Plutónico Apa).

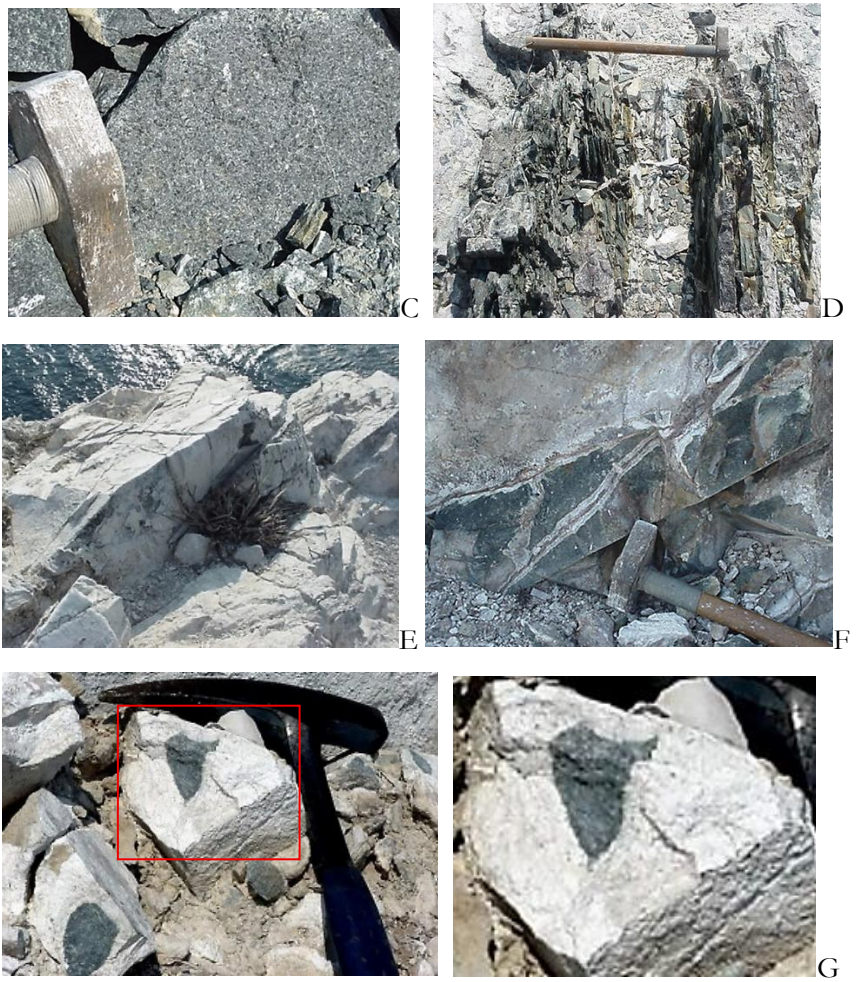


***Figura 54**. Isla Los Monjes Sur. Anfibolita de Los Monjes. **C**: Metagabro de grano medio. **D**: Zona cizallada en la anfibolita. **E**: Anfibolita cubierto de una capa blanca milimétrica de fosfato (monetita). **F**: Diaclasas en la anfibolita por donde ha ocurrido fosfatización. **G**: Bloques de anfibolita separados por diaclasas. El frente de fosfatización avanza hacia el centro, manteniendo la roca fresta e inalterada.*

Tabla 51. Composición química de muestras de Los Monjes Sur

ID	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	Na_2O
M13	50,70	1,45	12,94	14,57	6,30	0,23	10,62	2,17
M14	45,31	1,11	16,83	12,28	8,10	0,18	12,21	1,74

ID	K_2O	P_2O_5	LOI	Total
M13	0,09	0,12	0,83	100,06
M14	0,06	0,07	0,82	98,73

ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
M13	53,1	403,5	114,1	48,0	80,6	17,7	2,0	92,0	30,3	80,9	6,19	31,0
M14	58,7	366,4	336,1	42,2	112,5	18,2	1,2	91,6	20,4	47,0	3,87	25,7

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm
M13	4,806	12,10	1,91	9,45	2,97	1,01	3,83	0,71	4,79	1,00	2,97	0,49
M14	2,747	7,27	1,18	5,86	1,87	0,77	2,55	0,47	3,23	0,66	2,00	0,32

ID	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
M13	2,90	0,49	2,14	0,38	0,39	0,13
M14	1,92	0,31	1,24	0,23	0,22	0,07

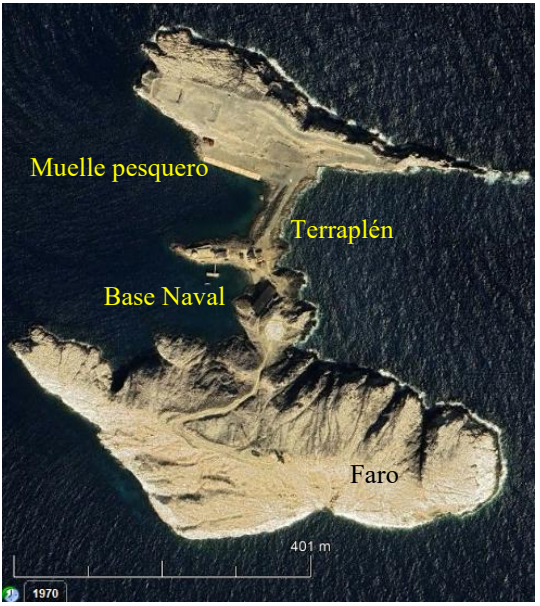
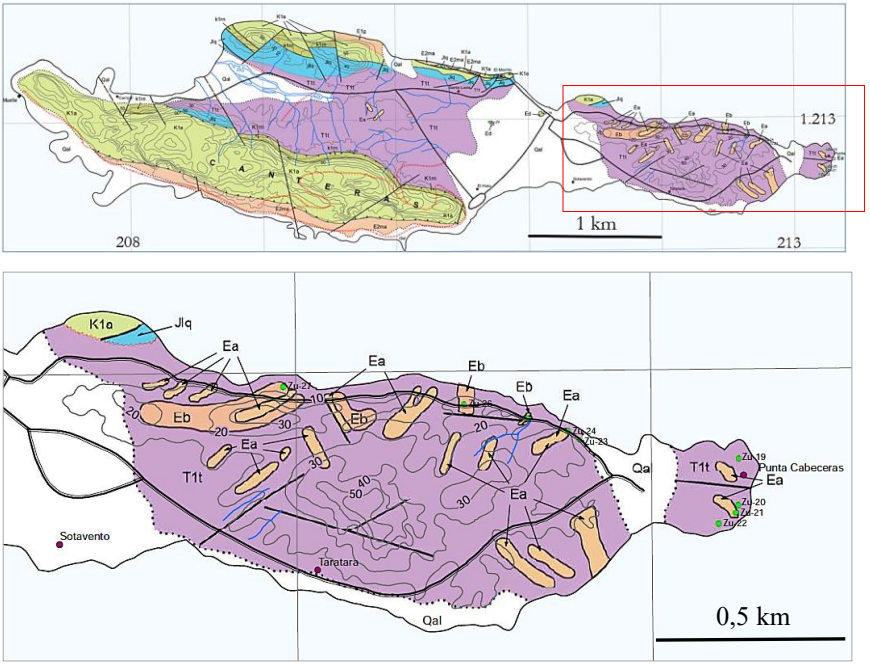


***Figura 54H**. Imagen satelital de Los Monjes del Este (Google Earth, 28-12-2023).*

10.2. Isla de Toas

El estudio geológico más completo de la Isla corresponde a PIMENTEL (1976). Más recientemente, AZANCOT (2008), sobre la base de información previa y de su propio trabajo de campo, integró un nuevo mapa geológico a escala 1:10k, complementado con estudios petrográficos. La unidad ígnea dominante corresponde a la *Granodiorita* ***Toas***, la cual aflora en las partes bajas del centro de la isla, ocupando un área de aproximadamente 1,5 km², y está rodeada al norte y al sur por franjas de rocas meso-cenozoicas. Se trata de una roca de grano grueso, de color claro a rosado, localmente pegmatítica, compuesta por feldespatos, cuarzo y titanita (Tabla 52). Presenta un mayor grado de cizallamiento hacia el sector oriental, mientras que la foliación es débil. Según las descripciones petrográficas de AZANCOT (2008), esta unidad habría estado afectada por un metamorfismo de grado sub–esquisto verde.



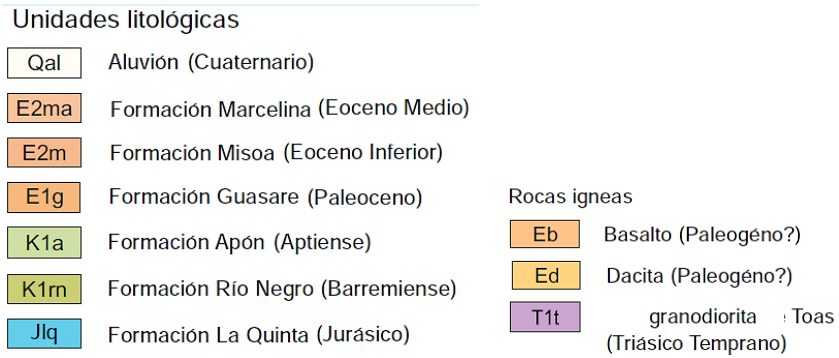


***Figura 55A**. Mapa geológico de la Isla de Toas (AZANCOT 2008). El espesor de los diques está exagerado para mejor visualización.*

Tabla 52. Composición mineralógica de la Granodiotita Toas.

Muestras	Composición mineralógica (%) Fenocristales										Matriz
	Cuarzo	Plagioclasa	Feldespato K	Biotita	Clorita	Calcita	Prenhita	Circón	Apatito	Opacos	
Zu - 19	35	20	4	7	2	5	0	<1	<1	7	20
Zu - 23	30	30	12	5	10	4	7	<1	<1	2	0
Zu - 30	20	10	5	3	2	10	0	0	0	1	49

"Matriz" corresponde a una mezcla muy fina de cuarzo, sericita y óxidos-hidróxidos de hierro (AZANCOT 2008).

Esta unidad ha sido datado por LA-ICP-MS, U-Pb zircón:

a) VAN DER LELIJ (2013: 37) determina una edad de **248,9±1,7 Ma**.

b) BAQUERO (2015: 99) presenta una edad de **245,4±1,6 Ma** (Fig. 55B). Estas edades corresponden al límite entre el Triásico inferior y medio.

La *Granodiorita Toas* es semejante a la *Metagranodiorita El Amparo* (**273,0 (+2,1/-1,6) Ma**, Mesa de Cocodite, Paraguaná, MENDI y RODRÍGUEZ, 2005, Pérmico inferior-medio) y al basamento del *Campo PERLA* en el Golfo de Venezuela (**262,2±2,1 Ma**, BAQUERO *et al.* 2016, Pérmico medio).

A juzgar por las edades y ubicación de los tres plutones, éstos se formaron durante procesos relacionados al ensamble de Pangea. El *Amparo*, de mayor edad, puede corresponda a las etapas finales de la orogénesis Allegheniana, mientras que los plutones más jóvenes, *Perla* y *Toas*, pueden corresponder a procesos post-orogénicos de relajación / extensión.

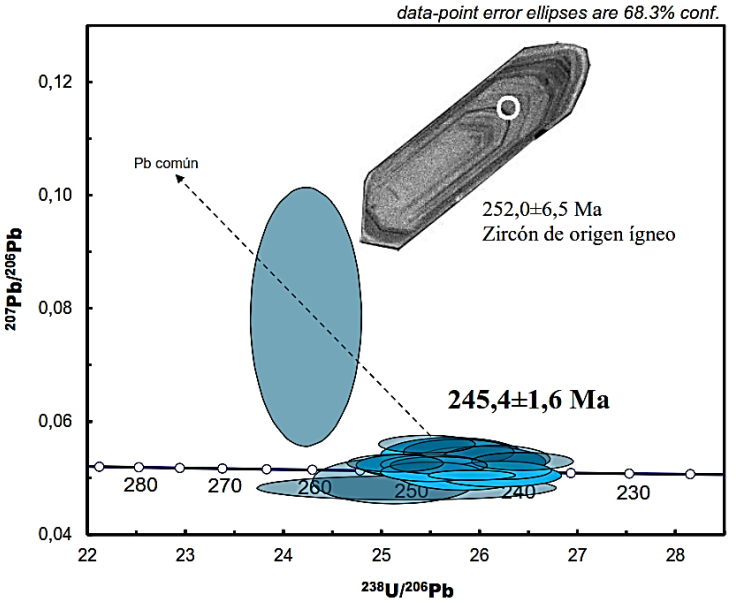


***Figura 55B**. Granodiorita Toas. Diagrama concordia de la muestra Zu.23 de la (BAQUERO 2015: 99).*

La Granodiorita Toas está intruida por diques deca- y hectométricos de naturaleza félsica y máfica (AZANCOT 2008). Las rocas volcánicas son de dos tipos (Tabla 53)55

1) *Félsicas*, descritas como riolita por PIMENTEL (1975) y feno-dacita por AZANCOT (2008). Son de color blanquecino y grano muy fino con textura porfídica (Fig. 55D). El porcentaje de fenocristales que no pasa de 10%, constituidos por cuarzo, plagioclasa (oligoclasa) y trazas de biotita.

2) *Máficas*, casi negras o verde muy oscuro, tienen una matriz más gruesa que las félsicas (Fig. 55C,D). Presentan amígdalas de hasta 3 mm de diámetro y la matriz muy fina no identificable petrográficamente, mientras que los fenocristales identificables en orden de son plagioclasa, opacos (magnetita y hematita) y clorita. Las amígdalas están rellenan de cuarzo y calcita. También hay cristales de piroxeno transformados casi totalmente por calcita. La plagioclasa muestra textura traquítica. Las rocas las clasifican como basalto.

Los cuerpos de rocas félsicas son mayormente de tamaño decamétrico, mientras que las dos apófisis mayores son de basalto, el mayor de ellos con cerca de 400 m de extensión, que a su vez está cortado por un dique félsico.

En referencia a la edad de los diques, es probable que correspondan al magmatismo bimodal ocurrido en el Triásico-Jurásico, relacionado a la generación de rifts en el occidente de Venezuela, como se reportan en los Andes de Mérida y en la Sierra de Perijá[95].

[95] Muestras de las "Volcánicas El Totumo", Triásico-Jurásico, ubicadas en la parte norte de la Sierra de Perijá, fueron estudiadas por URBANI *et al.* (2007) y con base solo a los fenocristales, las identifican petrográficamente como feno-andesita, feno-latita a feno-riolita. La composición química dio resultados ambiguos en cuanto a ambientes de formación.

Tabla 53. Composición mineralógica de diques.

Muestras	Composición mineralógica (%)												Texturas	Clasificación según Streicksen (1976)			
														Recálculo			
	Cuarzo	Plagioclasa	Feldespato K	Clorita	Biotita	Epidoto	Calcita	Circón	Apatito	Opacos	Fenocristales	Matriz		A	P	Q	Nombre petrográfico
Rocas volcánicas félsicas																	
Zu - 21 - A	4	4	<1	0	<1	0	17	0	<1	0	8	92	Afieltrada, esferulítica	0	84	16	Feno andesita porfirítica
Zu - 22 - B	5	4	0	0	1	0	3	0	0	<1	10	90	Esferulítica	0	44	56	Feno dacita porfirítica
Zu - 24 - A	1	2	0	0	1	0	6	0	0	2	6	94	Esferulítica	0	89	11	Feno andesita porfirítica
Zu - 29	5	2	0	0	3	0	0	<1	0	3	13	87	Esferulítica, vitrofídica	0	29	71	Feno dacita porfirítica
Rocas volcánicas máficas																	
Zu - 26	10	40	0	33	0	<1	7	0	0	10	5	95	Afieltrada, traquítica	0	80	20	Basalto amigdaloide
Zu - 27	5	40	0	20	0	0	10	0	0	25	5	95	Afieltrada	0	89	11	Basalto



***Figura 55C**. Contacto intrusivo de basalto (derecha) en la Granodiorita Toas (izquierda) (AZANCOT (2008: 117).*

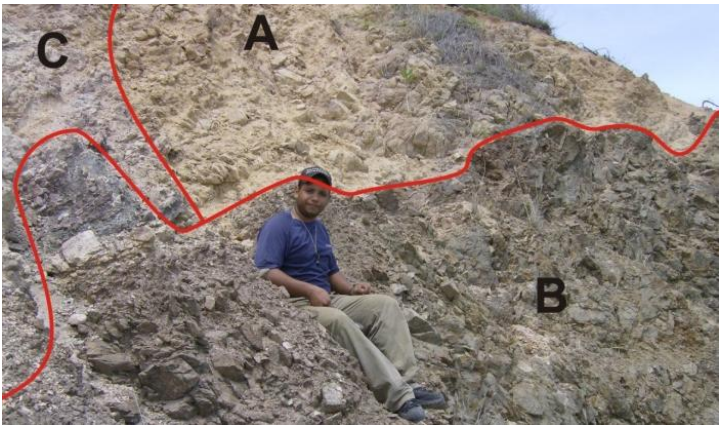


***Figura 55D**. Contactos abruptos entre la Granodiorita Toas (A) cortado por roca volcánica máfica (B) y roca volcánica félsica (C) (AZANCOT 2008: 118).*

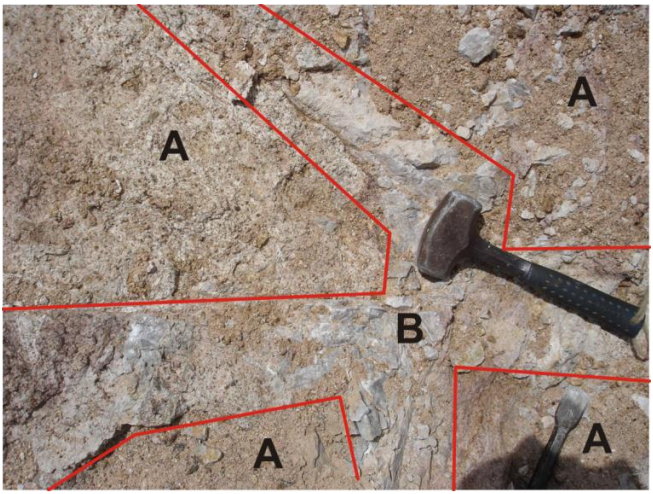


***Figura 55E**. Granodiorita Toas (A), con vetas de barita (B) (AZANCOT 2008, punto Zu-30).*



***Figura 55F**. Vista del valle central de la Isla de Toas donde aflora la granodiorita muy meteorizada.*



***Figura 55G.** Imagen satelital de Isla de Toas. Goggle Earth, 9-2019.*

10.3. Gran Roque

El Gran Roque es la única isla del Archipiélago de Los Roques donde afloran rocas ígneo-metamórficas. Los trabajos previos de mayor importancia son los de AGUERREVERE y LÓPEZ (1938) y SCHUBERT y MOTISCKA (1972), quienes describen y cartografían cinco tipos de rocas, que de más antiguas a más jóvenes (Fig. 54A):

1- Anfibolita (metadiabasa) [Intruida por metagabro (2) y cuarzo-diorita (3)].
2- Metagabro (Coniaciense-Santoniense) [Intruido por diorita cuarcífera (3) y andesita porfídica (5)].
3- Cuarzo-diorita (Maastrichtiense-Daniense) (Fig. 56B-F).
4- Diques de pegmatita y aplita (Fig. 56G).
5- Dique de andesita porfídica (Daniense).

Para la descripción de las unidades debe consultarse a SCHUBERT y MOTISCKA (1972). En los cerros oriental y central aflora mayoritariamente la anfibolita (metadiabasa) con una mineralogía de hornblenda, plagioclasa, epidoto y cantidades menores de cuarzo y opacos. En el centro del cerro oriental se presenta un dique hectométrico de metagabro de grano medio constituido por plagioclasa, clinopiroxeno y actinolita. En estos cerros también se presentan cuerpos intrusivos de cuarzo-diorita. El cerro occidental está constituido por metagabro, cruzado con cuerpos hectométricos de pegmatita y en su extremo más occidental también hay cuarzo-diorita.

En el III *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, 1997, las rocas ígneo-metamórficas de esta isla aparecen con el nombre informal de

Complejo Metaígneo de Gran Roque. URBANI (2018) propone la denominación de *Ensamble*[96] *Ígneo* ***Gran Roque***.

Las rocas máficas están localmente fosfatizadas, con la presencia mayoritaria de variscita ($AlPO_4 \cdot 2H_2O$) (Fig. 56H). Este mineral verde del Gran Roque fue objeto de intercambio por grupos indígenas prehispánicos de Colombia y Venezuela, utilizados para la elaboración de cuentas de collares y se han encontrado en Quibor (Luis Molina, com. pers.), Aruba (Bernardo Urbani, com. pers.) y Santa Marta (Natalia ACEVEDO *et al.* 2017).

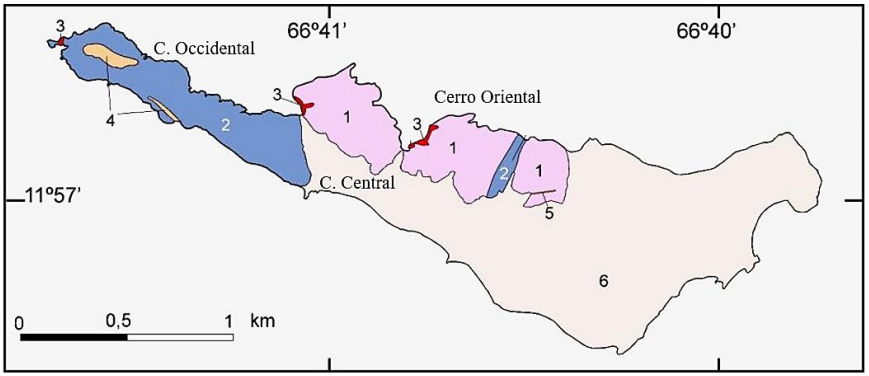


Figura 56A. *Mapa simplificado del Gran Roque. Adaptado de AGUERREVERE y LÓPEZ (1938) y SCHUBERT y MOTISCKA (1972). La línea de costa se ha redibujada según las imágenes satelitales de Google Earth, 8/2013. Hoja 6851-I-NO. Unidades geológicas: 1: Metadiabasa (anfibolita). 2: Metagabro. 3: Cuarzodiorita. 4: Cuerpos mayores de pegmatita. 5: Dique de andesita porfídica. 6: Sedimentos cuaternarios y lagunas.*

[96] En URBANI (2018) se denominó "Asociación", término que en este trabajo se sustituye por "Ensamble", siguiendo al Código Estratigráfico Norteamericano, edición 2024.





B: Anfibolita con transformación fosfática (varistita y whitlockita). Cerro Oriental





C, D: Contacto intrusivo entre anfibolita y cuarzo-diorita. Cerro oriental



E

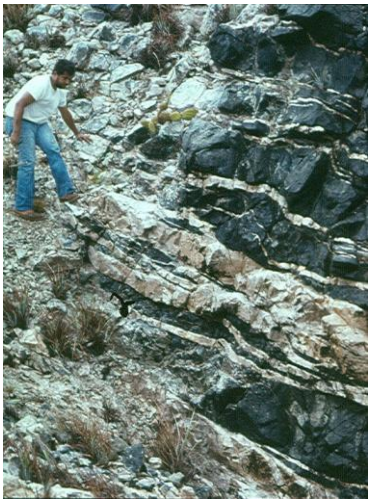


F

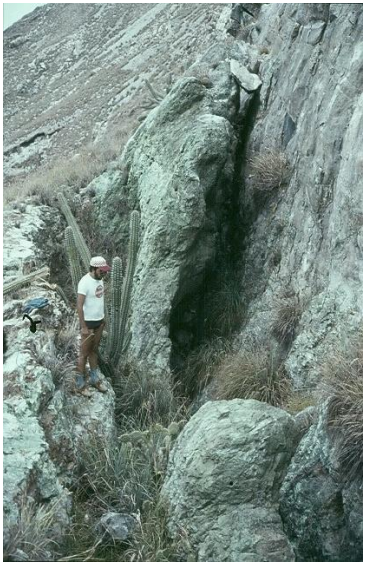
E: Xenolito de anfibolita en cuarzo-diorita. F: Anfibolita (derecha) y cuarzo-diorita (izquierda) con fosfatización en su contacto.

Figura 56. *Afloramientos. Gran Roque.*





G: Metagabro con diques de pegmatita y aplita.







H: Excavación resultado de la explotación de fosfatos a fines del siglo XIX y comienzos del XX. Metagabro transformado a variscita (verde), Cerro Occidental.

Figura 56. *Afloramientos. Gran Roque.*



Figura 56I. *Vista del cerro Occidental.. Gran Roque.*

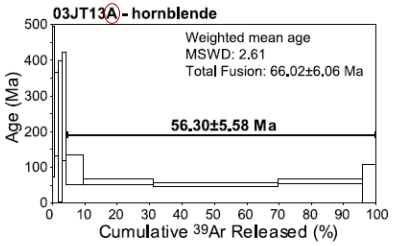
Geocronología K-Ar, ^{40}Ar-^{39}Ar y termocronología

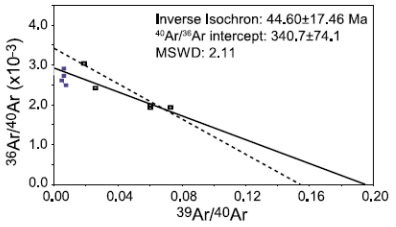
SANTAMARÍA y SCHUBERt (1974) determinan cuatro edades K-Ar: Metagabro (anfibol 130±14 Ma), anfibolita – metadiabasa (anfíbol 127±15 Ma), cuarzo-diorita (hornblenda 66±6 Ma, biotita 65,0±3,6 Ma).

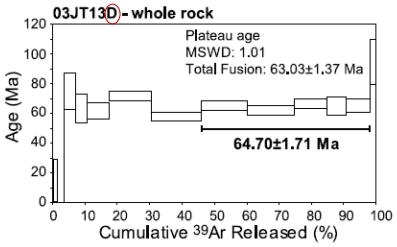
VAN DER LELIJ *et al.* (2010) realiza estudios geocronológicos con las técnicas de ^{40}Ar-^{39}Ar, AFT y (U-Th)He de cuatro muestras de anfibolita y dos de cuarzo-diorita[97] (Fig. 56J), que le permite elaborar curvas termocronológicas (Fig. 56K).

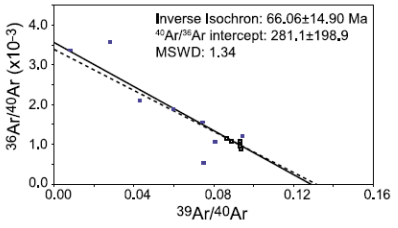
[97] Ver temperaturas de cierre de los sistemas isotópicos en la Fig. 16F.

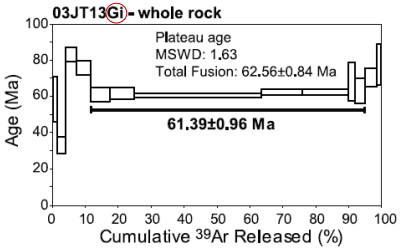
"Anfibolita (metadiabasa)" (1)

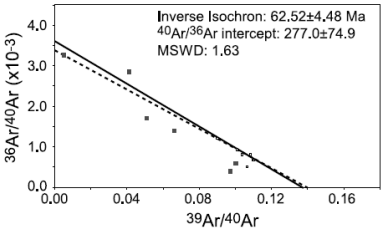


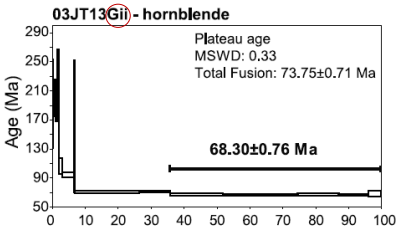


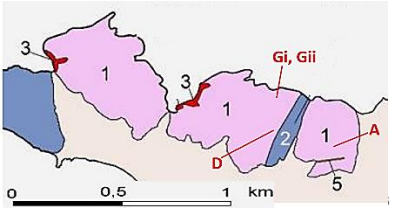












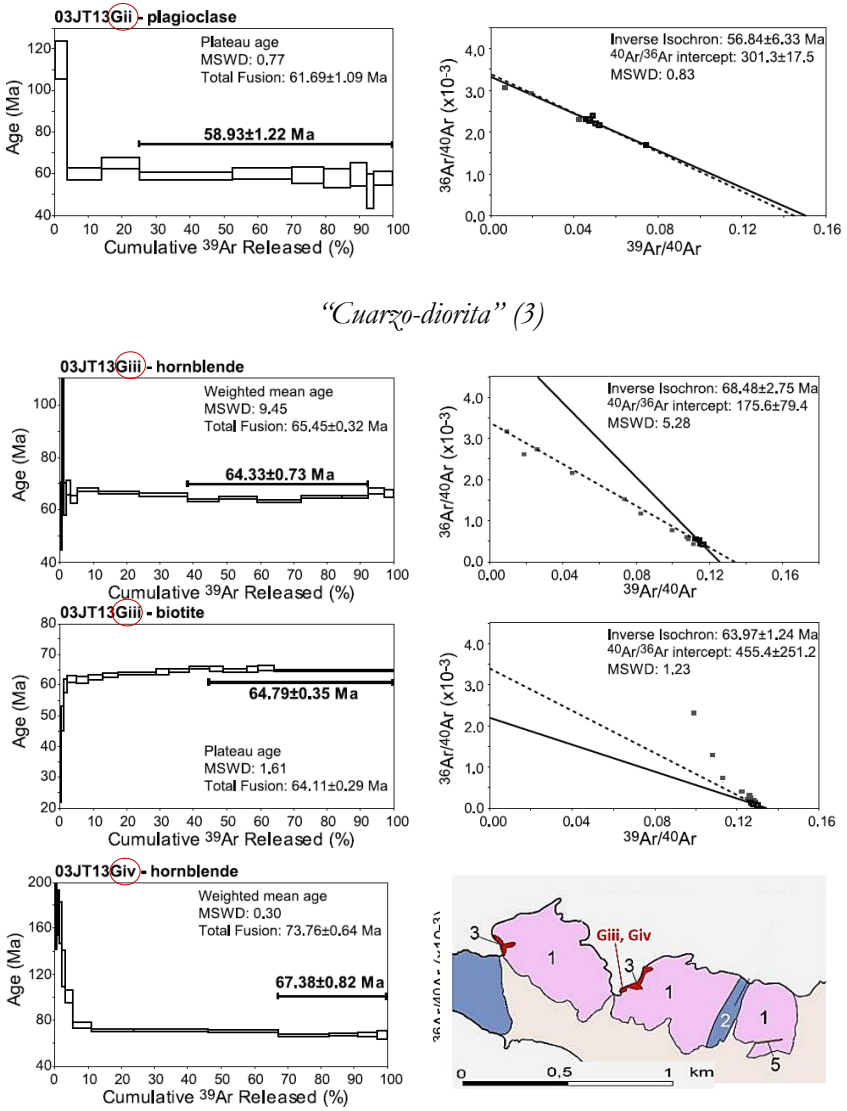


Figura 56J. *Geocronología ^{40}Ar-^{39}Ar de anfibolita (metadiabasa) y cuarzo-diorita del Gran Roque (VAN DER LELIJ* et al. *2010).*

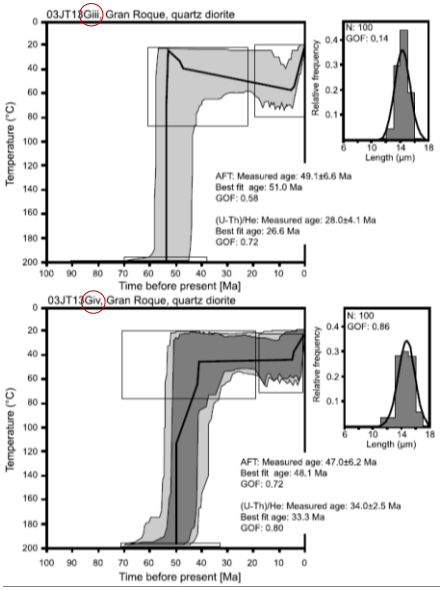


Figura 56K. *Curvas termocronológicas (VAN DEL LELIJ* et al. *2010).*

Geocronología U-Pb zircón

WRIGHT y WYLD (2004) con la técnica SHRIMP-RG[98] determina la edad de la **cuarzo-diorita**, que resulta de **65,6±1,4 Ma** (Fig. 56L).

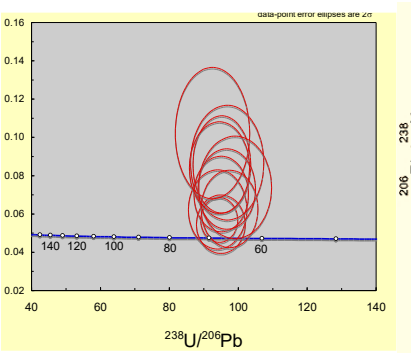
HUMPHREY (2010) analiza una muestra de **metagabro** con la técnica IN-SIMS[99], resultando en **87,0±4,1 Ma** (n=15) (Fig. 56L).

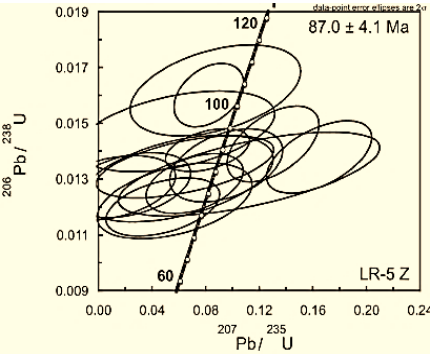
BAQUERO (2017) con la técnica de LA-ICP-MS[100] obtiene dos edades: dique de andesita porfídica (**63.6 ± 1,2 Ma**) y cuarzo-diorita (**63.8 ± 0.5 Ma**) (Fig. 56L).

98 Sensitive High-Resolution Ion MicroProbe – Reverse Geometry.

99 "*In situ* Secondary Ion Mass Spectrometry" o Espectrometría de Masas de Iones Secundarios *in situ*. Esta técnica permite obtener la edad de cristales muy pequeños sobre una sección fina pulida, sin necesidad de separar los cristales de zircón.

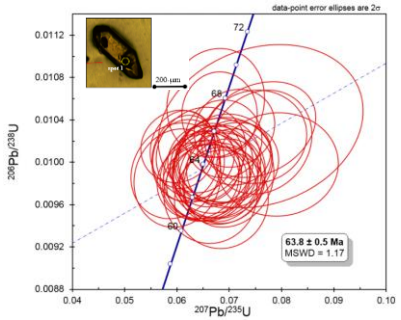
100 Laser Ablation – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry.

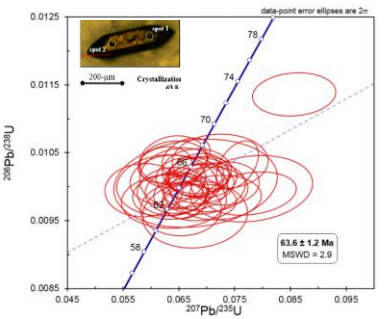




WRIGHT y WYLD (2004)
Cuarzo-diorita, 65,6±1,4 Ma

HUMPHREY (2010)
Metagabro, 87,0±4,1 Ma





BAQUERO (2017)
Cuarzo-diorita, 63.8 ± 0.5 Ma Dique anderita porfídica, 63.6 ± 1,2 Ma



Figura 56L. *Diagramas de geocronología U-Pb en zircón y localización de muestras. Gran Roque.*

Geoquimica y metamorfismo

Con base al análisis de componentes mayoritarios y elementos trazas de las rocas de composisción basáltica (anfibolita y metagabro), SANTAMARÍA y SCHUBERT (1974) y OSTOS y SISSON (2005) las interpretan de afinidad MORB, mientras que GIUNTA *et al.* (2002) indican afinidad de meseta oceánica.

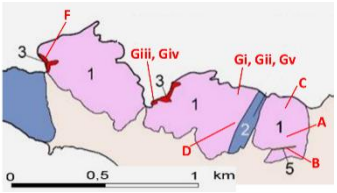
El protolito de la anfibolita fue intruido por gabro, luego ambas son afectadas por metamorfismo en facies esquisto verde (clorita) (SCHUBERT y MOTISCKA 1972, TORO-TORO *et al.* 2014). En etapa post-metamórfica son intruidas por cuarzo-diorita, pegmatita y aplita.

Más recientemente[101] se colectaron muestras de rocas máficas en el norte de Venezuela, incluyendo el Gran Roque (Tabla 54).

Tabla 54. Composición química de muestra del Gran Roque

ID	Unidad	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	Na_2O
JT13A	Anfibolita (metadiabasa)	49,04	0,94	14,13	10,64	8,74	0,18	13,47	1,66
JT13C		48,23	0,49	14,19	8,15	11,80	0,14	14,90	1,15
JT13D		47,83	0,95	13,98	10,76	9,04	0,17	12,86	2,08
JT13Gi		48,67	0,94	13,96	10,85	8,72	0,19	13,29	1,46
JT13Gii		48,67	0,95	13,72	10,59	8,54	0,18	12,94	1,81
JT13Gv		48,93	0,38	15,38	7,36	9,30	0,15	15,02	2,07
JT13Giii	Cuarzo diorita	59,33	0,63	15,33	7,12	3,09	0,14	6,86	2,82
JT13Giv		58,90	0,64	17,39	7,17	3,25	0,13	6,80	2,90
JT13B	Andesita porfídica (dique)	65,05	0,56	15,42	3,84	1,51	0,07	3,36	4,56
JT13F	Cuarzo diorita	57,93	0,60	16,56	7,66	4,04	0,16	6,57	3,01

ID	K_2O	$P2O_5$	LOI	Total
JT13A	0,20	0,06	0,64	99,70
JT13C	0,17	0,04	0,59	99,86
JT13D	0,20	0,09	0,79	98,76
JT13Gi	0,23	0,07	0,35	98,73
JT13Gii	0,26	0,06	0,66	98,40
JT13Gv	0,20	0,03	0,88	99,71
JT13Giii	0,79	0,10	0,62	96,83
JT13Giv	0,63	0,10	1,18	99,07
JT13B	2,81	0,69	2,08	99,95
JT13F	0,86	0,09	1,40	98,89



Ubicación de las muestras JT13xx

[101] Proyecto del Dr. Andrew Kerr, Cardiff University, con F. Urbani como asociado por la UCV. En las campañas de campo de 2003 y 2004 participaron los drs. Andrew Kerr, John Tarney, Elson Paiva de Oliveira y F. Urbani.

ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
JT13A	48,5	296,4	416,7	47,3	161,6	15,6	1,3	94,0	20,2	47,9	3,20	13,4
JT13C	48,4	199,5	1448,7	48,5	293,8	11,9	1,0	59,6	12,2	22,2	1,44	14,0
JT13D	47,0	293,1	429,2	45,6	130,9	15,5	1,1	92,5	20,6	46,0	3,23	15,9
JT13Gi	47,2	295,7	425,4	44,8	159,5	15,0	2,5	93,1	20,4	45,8	3,16	15,1
JT13Gii	46,8	296,9	418,1	45,1	157,2	15,0	3,4	92,6	20,6	46,5	3,09	26,1
JT13Gv	43,7	166,5	131,2	36,7	116,4	12,2	0,9	108,6	9,3	16,3	1,00	23,6
JT13Giii	25,3	162,4	40,5	22,1	24,8	16,3	33,2	187,3	38,4	210,2	4,41	268,8
JT-13Giv	25,5	168,9	42,0	19,1	31,4	15,8	25,8	188,9	36,6	196,5	3,86	190,4
JT-13B	8,6	123,6	49,2	15,2	41,3	21,5	110,8	1074,5	8,9	145,1	5,64	1320,6
JT-13F	28,1	160,3	40,5	23,2	30,5	15,1	62,8	155,2	34,9	127,1	4,81	203,1

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
JT13A	2,443	6,719	1,104	5,575	1,791	0,676	2,526	0,471	3,113	0,648	1,954
JT13C	1,317	3,367	0,563	2,830	0,977	0,392	1,424	0,269	1,852	0,382	1,150
JT13D	2,535	6,946	1,121	5,685	1,831	0,707	2,559	0,456	3,123	0,645	1,941
JT13Gi	2,435	6,436	1,063	5,354	1,814	0,697	2,454	0,457	3,182	0,640	1,963
JT13Gii	2,683	6,816	1,118	5,644	1,837	0,702	2,529	0,465	3,146	0,670	2,005
JT13Gv	1,122	2,837	0,461	2,374	0,785	0,336	1,079	0,207	1,450	0,298	0,868
JT13Giii	7,443	19,905	3,107	14,545	3,980	0,875	4,573	0,826	5,516	1,132	3,543
JT13Giv	6,343	16,987	2,689	12,930	3,737	0,837	4,459	0,783	5,345	1,112	3,481
JT13B	26,397	54,499	7,006	25,930	4,120	1,215	2,787	0,309	1,504	0,261	0,750
JT13F	6,603	17,561	2,723	12,302	3,398	0,719	4,080	0,732	4,954	1,022	3,200

ID	Tm	Yb	Ma.	Hf	Ta	Th	U
JT13A	0,303	1,885	0,308	1,285	0,194	0,201	0,069
JT13C	0,176	1,131	0,205	0,613	0,090	0,117	0,041
JT13D	0,301	1,857	0,311	1,195	0,195	0,197	0,070
JT13Gi	0,300	1,904	0,320	1,194	0,193	0,197	0,070
JT13Gii	0,305	1,934	0,317	1,227	0,202	0,201	0,069
JT13Gv	0,127	0,809	0,146	0,455	0,064	0,097	0,033
JT13Giii	0,551	3,448	0,563	5,007	0,188	0,600	0,368
JT13Giv	0,527	3,376	0,551	4,855	0,206	0,675	0,413
JT13B	0,102	0,635	0,109	3,726	0,278	7,756	2,410
JT13F	0,513	3,326	0,547	3,377	0,317	1,440	0,726

Los datos geoquímicos evaluados estadísticamente por Componentes Principales[102] nos separa dos grupos, tal y como es obvio de las observaciones de campo y petrográficas:

Grupo I – Rocas máficas (JT13 A, C, Gi, Gii y Gv) (**anfibolita-metadiabasa**, >85 Ma). Bajo contenido de SiO_2 (47–49 %), MgO alto (8–12 %), Cr y Ni muy elevados (Cr 400–1450 ppm, Ni >100 ppm). Indican rocas máficas primitivas, poco diferenciadas, que

[102] El análisis estadístico multivariable fue realizado usando Chat GPT.

apunta a magmatismo intraoceánico, en este caso particular, el metagabro corresponde al CLIP, con afinidad calcoalcalina primitiva.

Grupo II – Rocas intermedias a evolucionadas (Giii, Giv, F, B) (**cuarzo-diorita** y **andesita porfídica**, c. 64 Ma). Mayor SiO_2 (58–65 %), alcalis y Rb más altos, Cr y Ni bajos (<50 ppm). Evidencian fraccionamiento mineral y evolución magmática, que sugiere diferenciación en arco oceánico (GAC, Great Arc of the Caribbean).

Las muestras del Gran Roque analizadas termocronológicamente por VAN DER LELIJ *et al.* (2010) "…*arrojaron soluciones de historia térmica muy similares* (Fig. 56K), *con una fase inicial de enfriamiento rápido de >80 °C hacia ~50 Ma, a tasas >10 °C/Ma. Una segunda fase de enfriamiento de 40 °C–20 °C pudo haberse iniciado en el Mioceno medio a tardío, a tasas >3 °C/Ma".* Con estos resultados, los autores interpretan que Gran Roque colisionó con la Placa Sudamericana simultáneamente o poco después de Bonaire, hacia ~50 Ma (Eoceno inferior, Ypresiense). La Fig. 56M muestra una esquema donde el Gran Roque aparece en el contexto de otras unidades y eventos del Caribe.

En resumen, los datos geoquímicos y edades son compatibles con un conjunto de rocas de tres estadios:

1- Anfibolita: basamento oceánico de probable afinidad química MORB, algo más antiguo que la fase principal del CLIP.

2- Metagabro: meseta oceánica CLIP.

3- Cuarzo-diorita: Arco volcánico oceánico GAC.

La exhumación Maastrichtiense–Daniense en Aruba y la exhumación del Eoceno temprano de Bonaire y Gran Roque (Fig. 56L,M) la interpretan como resultado de la acreción secuencial y diacrónica de sus unidades al margen de Sur América (VAN DEL LELIJ *et al.* 2010)."

Las edades U-Pb IN-SIMS de HUMPHREY (2010) de Gran Roque, Aruba y Curazao (Fig. 56N), mejoran el conocimiento del rango de edades de las rocas de meseta oceánica (CLIP) y pre-CLIP.

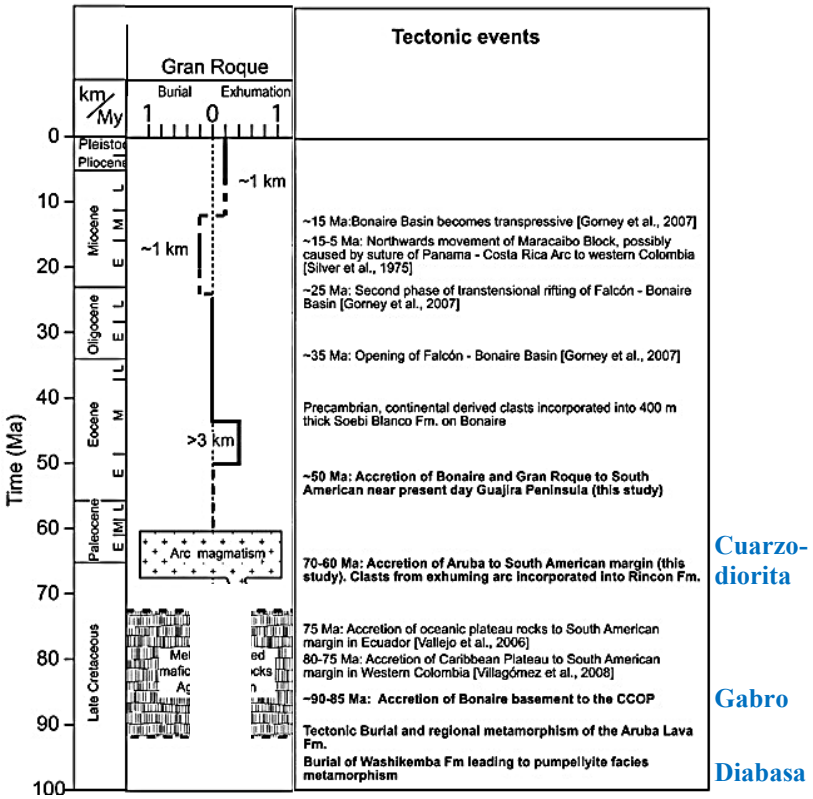


Figura 56M. *Cuadro de eventos y resultados de enterramiento - exhumación derivados de datos termocronológicos, asumiendo un gradiente geotérmico de 30 °C/km (VAN DER LELIJ et al. 2010).*

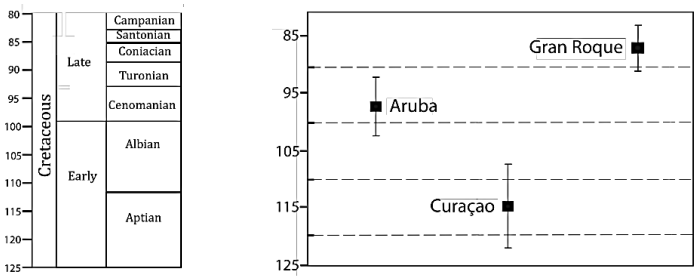


Figura 56N. *Edades U-Pb zircón IN-SIMS de HUMPHREY (2010).*



Figura 56Ñ. *Archipiélago de Los Roques. Imagen satelital de Google Earth, 2015.*

10.4. La Orchila

La isla de La Orchila se ubica a unos 65 km al este del Gran Roque y fue reconocida en el siglo XIX en búsqueda de depósitos de fosfatos. El primer mapa geológico fue levantado por el Dr. Carlos Schubert (SCHUBERT y MOTISCKA 1972). Más recientemente, CÁCERES (2016)[103] cartografía y estudia petrográficamente ocho unidades ígneo-metamórficas divididas en tres terrenos tectonoestratigráficod (Fig. 57A,B, Tabla 55).



***Figura 57A**. Imagen satelital de la Isla de La Orchila. Google Earth.*

[103] Se recomienda consultar la tesis de grado de CÁCERES (2016), que además de los análisis petrográficos incluye la descripción de los afloramientos visitados y sus fotografías.

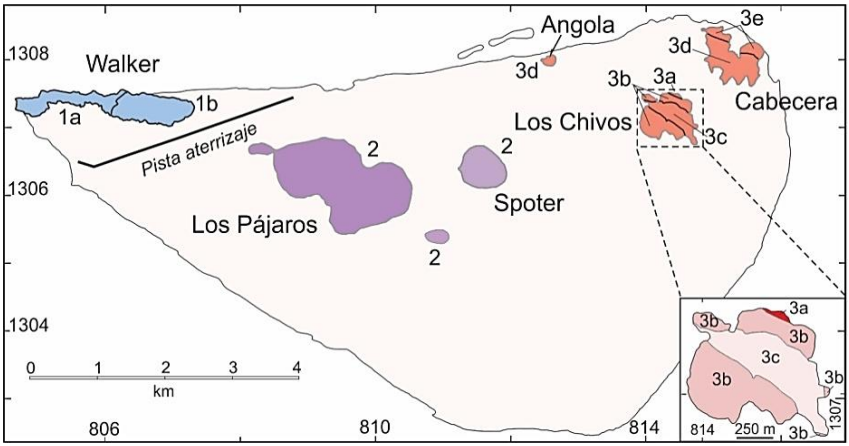


***Figura 57B**. Mapa geológico de la Isla de La Orchila simplificado de CÁCERES (2016). Para las siglas de las unidades geológicas ver la Tabla 55. Hojas 6951-II-NE, NO. Coordenadas UTM 19P, WGS84.*

Tabla 55. Unidades ígneo-metamórficas de la Isla de La Orchila.

Afinidad	**Cerros**	**Unidad**	**Metamorfismo**	**Edad** determinada o inferida	**Sigla**
Caribe	Walker	Diques (lamprófido, andesita)	Esquisto verde (clorita)	**57,3±3,0** Ma *	
		Metatonalita (intruye 1b)		K2?	1a
		Metadiabasa			1b
Manto	Los Pájaros, Spotter	Peridotita serpentinizada		J-K1?	2
Continental	Los Chivos	Gneis tonalítico (dique, intruye 3b) (Protolito plutónico: tonalita)	Anfibolita	**176,9±2,0** Ma * J1	3c
		Esquisto anfibólico plagioclásico (Protolito: basáltico de grano fino a medio)		pre-J1	3b
		Esquisto cuarzo granatífero cianítico (Protolito: sedimento pelítico)		pre-J1	3a
	Cabecera, Angola	Esq. cuarzo plagioclásico micáceo (Protolito: tonalita o granitoide rico en cuarzo o volcánica félsica)		**271,0±5,0** Ma ** P	3d
		Esquisto hornbléndico plagioclásico (Protolito: gabro - basalto)		PZ?	3e

PZ: Paleozoico sin diferenciar. P: Pérmico. J1: Jurásico Temprano. K1: Cretácico Temprano. K2: Cretácico Tardío. Edades U-Pb por *Dr. M. Baquero y **Dr. J. Wright.

1- Terreno de dominio Caribe

En la parte noroccidental de la isla, en el cerro Walker (Fig. 57H) con tres tipos de rocas:

1) En la mitad oriental del cerro aflora la unidad de ***metadiabasa*** (1b), con litologías de metadiabasa y metabasalto, muy uniformes en toda su extensión (Fig. 57C, Tabla 56a). Cerca del contacto con la metatonalida se abservan afloramientos con estructura almohadillada (Fig. 57D).

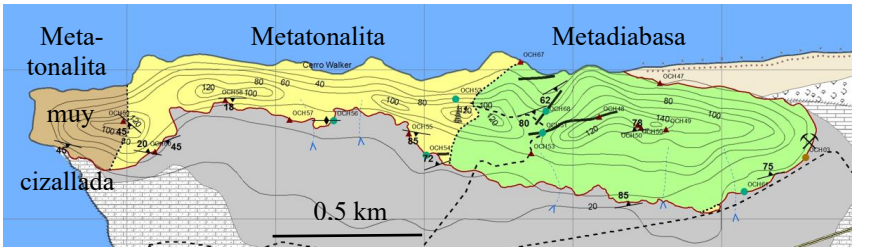


Figura 57C*. Geología del Cerro Walker (CÁCERES 2016). La tonalida intruye la diabasa.*



Figura 57D*. Lava almohadillada en la unidad de metadiabasa. Cerro Walker.*

2) En la parte central del cerro Walker (Fig. 57C) aflora una ***metatonalita*** (1a) (Tabla 56b) (Fig. 57E,F) que intruye la metadiabasa). En el extremo más occidental del cerro, la metatonalita se encuentra muy cizallada y grada a textura gnéisica y esquistosa (ultramilonita), que fue cartografiada como una subunidad separada.



Figura 57E. *Diques de aplita en la tonalita.*

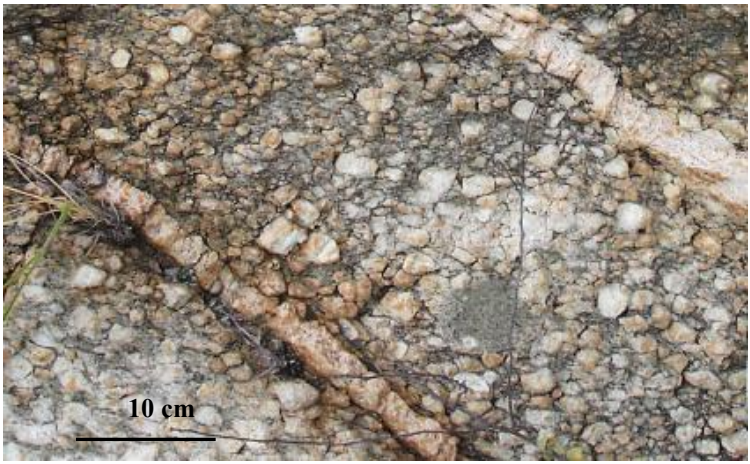
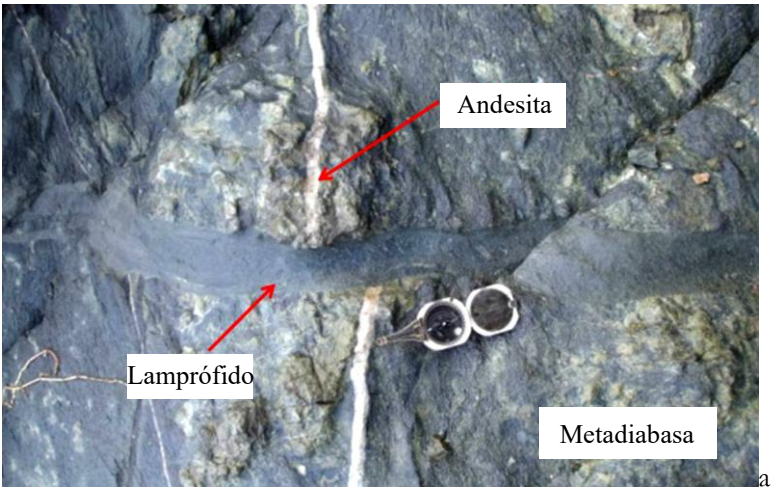
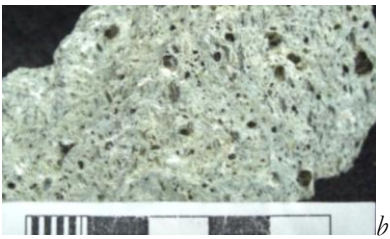


Figura 57F*. Afloramiento de metatonalida de grano muy grueso.*

3) La metadiabasa está cruzada por diques no metamorfizados, de espesores centimétricos a métricos y longitudes hasta hectométricos, petrográficamente identificados como andesita porfídica, lamprófidos (tipo espessartita con fenocristales de hornblenda y kersantita con fenocristales de biotita) (Fig. 57G) (Tabla 56c).



a


b


c

Figura 57G. *Diques.* ***a****: Metadiabasa cruzada por lamprófido, a su vez cortados por andesita.* ***b****: Lamprófido – kersatita con fenocristales de biotita (c. 57 Ma).* ***c****: Andesita con fenocristales de plagioclasa.*



Figura 57H. *Vista del Cerro Walker de oeste a este.*

2- Ultramáficas

En los cerros centrales aflora peridotita serpentinizada (Figs. 57I, Tabla 56d). De las Antillas de Sotavento, La Orchila es la que presenta los mayores cuerpos de rocas utramáficas.

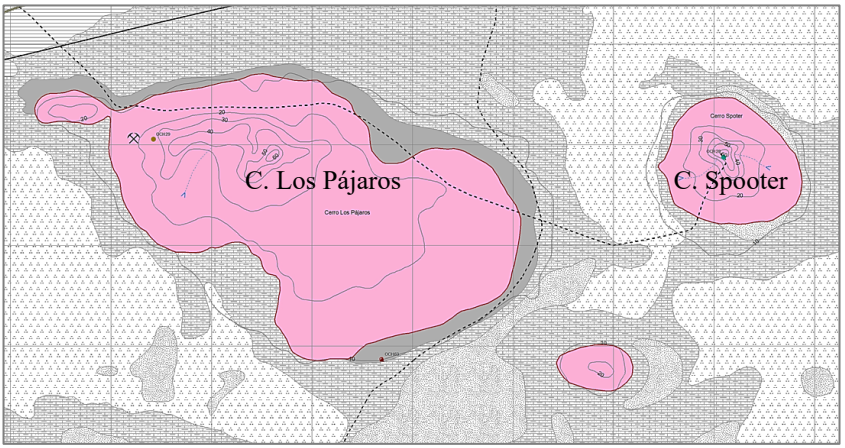


Figura 57I. *Distribución de rocas ultramáficas. Cuadrícula de 0,5 km.*

3- Terreno de corteza continental

En la parte nororiental de la isla hay tres cerros denominados Angola, Cabecera y Los Chivos, donde se han cartografiado cinco unidades: Gneis tonalítico, Esquisto anfibólico plagioclásico, Esquisto cuarzo granatífero cianítico, Esquisto hornbléndico plagioclásico y Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo.

En el Cerro **Los Chivos** (Fig. 57M) se reconocieron tres unidades:

1- La unidad más antigua de la Isla es metasedimentaria y correponde a un ***Esquisto cuarzo muscovítico granatífero cianítico***. Aflora en un área una pequeña área y presenta cristales de granate y cianita azul visibles a simple vista (Fig. 57J, Tabla 56e).



Figura 57J. *Esquisto cuarzo muscovítico granatífero cianítico. Cerro Los Chivos.*

2- La unidad anterior fue intruida por una roca ígnea de composición basáltica de grano fino a medio, ahora nuestra unidad de ***Esquisto anfibólico[104] plagioclásico*** (Fig. 57K, Tabla 56f).



Figura 57K*. Esquisto granatífero. Cerro Los Chivos.*

[104] Anfíbol verde azulado.

3- El Esquisto anfibólico plagioclásico está cortado por un gran dique de tonalita del Jurásico Temprano, nuestro ***Gneis tonalítico***. (Fig. 57K,L) (Tabla 56g), ubicado en el centro del cerro y, en algunos lugares está muy deformado con claro aspecto gnéisico.[105]



Figura 57L. *Gneis tonalítico con xenolito máfico. Cerro El Chivo.*

En el Cerro **Cabecera** (Fig. 57N) se pudieron cartografiar otras dos unidades:

1- El ***Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo***, Pérmico (U-Pb zircón) ocupa la mitad meridional del Cerro (Tabla 56h). Es de grano medio, cuyo protolito probable sea un cuerpo volcánico félsico o plutónico (tonalita a granito rico en cuarzo).

2- Al norte del Cerro y en contacto de falla con la unidad anterior, aflora un ***Esquisto anfibólico[106] plagioclásico***, con raros diques de gabro. El protolito corresponde a basalto-gabro (Tabla 56i).

[105] Hay evidencias que apuntan a que este cuerpo represente un pliegue isoclinal con eje con ligera inclinación hacia el NO y plano axial subvertical.

[106] Hornblenda sin tintes verde azulados.

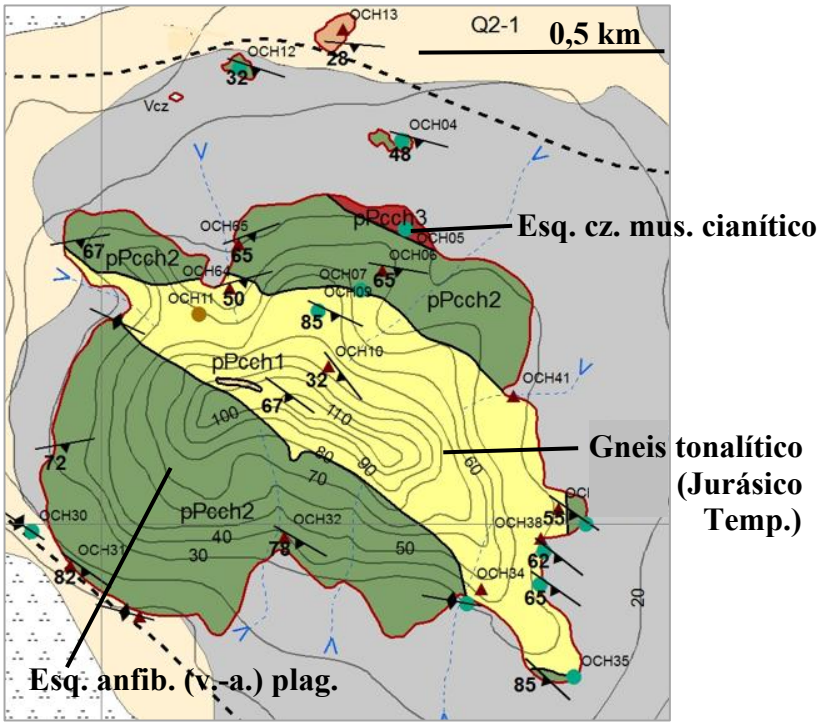


***Figura 57M**. Cerro Los Chivos (CÁCERES 2016).*

En el Cerro **Angola**, adyacente a la nueva casa de playa presidencial, aflora la misma unidad de *Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo* del cdrro Cabecera

A excepción de la isla de Margarita, La Orchila es la única isla venezolana y de las Antillas de Sotavento donde están yuxtapuestos tres terrenos de distinta naturaleza y edad, en especial la única con rocas del Pérmico.

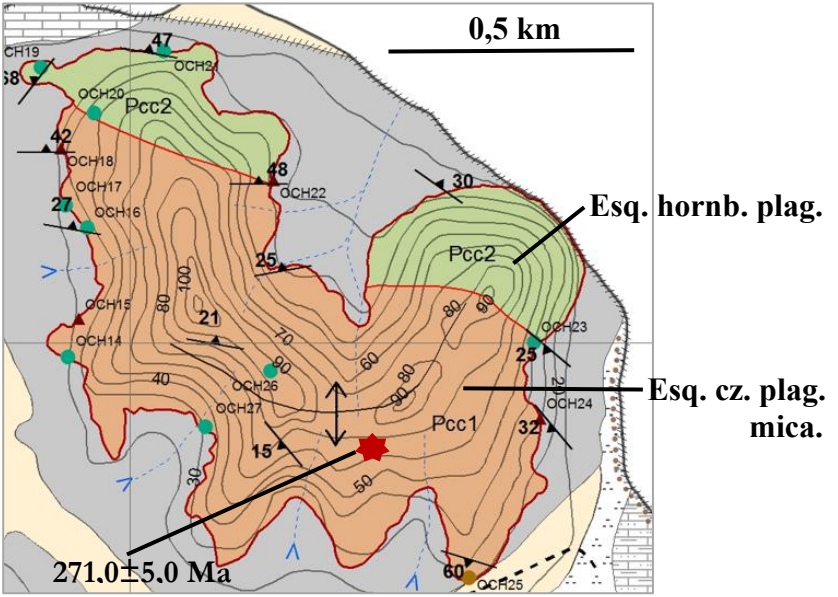


***Figura 57N**. Cerro Cabecera (CÁCERES 2016).*

Tabla 56. Mineralogía y clasificación de muestras (CÁCERES 2016).

a- Metadiabasa. Cerro Walker

Muestra	Qtz	Pl	Ep	Act	Bar	Chl	Bt	Src	M. A.	Nombre
OCH03C	3	60	21	3	0	10	2	0	2	Meta- diabasa epidótica
OCH03D	7	57	22	0	0	9	3	0	2	Meta- basalto epidótico
OCH51A	3	33	4	26	4	26	3	0	1	Meta- diabasa
OCH52A	3	45	17	24	4	2	2	1	<1	Meta- diabasa
	4	50	14	15	2	12	2	<1	<1	Meta- diabasa

Bar: Anfíbol verde azulado.

b- Metatonalita. Cerro Walker

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Bt	Ep	Act	Src	M. A.	Nombre
OCH52B	40	38	6	0	1	0	14	1	Gneis tonalitico
OCH54	37	39	5	0	5	2	11	1	Meta- tonalita
OCH56A	32	40	4	4	4	1	14	1	Meta- tonalita
OCH56B	28	40	6	8	2	1	14	1	Meta- tonalita
OCH56C	15	60	3	2	6	3	10	1	Meta- tonalita pegmatítica
OCH56D	30	33	13	9	6	2	6	1	Meta- tonalita
	30	42	6	4	4	2	11	1	Meta- tonalita

c- Diques en la metadiabasa. Cerro Walker

	Matriz (%)									Fenocristales (%)					
Muestra	Qtz	Pl	Ms	Bt	Ep	Act	Chl	Src	M. A.	Bt	Chl	Pl	Qtz	Hbl	Nombre
OCH03A	39	36	9	0	3	1	0	0	1	6	5	0	0	0	Metalamprofido (kersantita)
OCH66A	30	15	4	0	11	1	1	11	1	4	0	15	7	0	Meta-andesita porfídica
OCH66B	5	51	0	0	11	13	4	0	1	0	0	0	0	12	Metalamprofido (spessartita)
OCH68	33	10	0	0	3	12	4	0	1	0	0	25	0	7	Meta-andesita porfídica
OCH61	4	54	4	24	0	8	0	1	1	0	0	0	0	5	Metalamprofido (spessartita)

d- Ultramáficas. Cerros Los Pájaros y Spooter.

Muestra	Srp	Ol	Opx	Cpx	Opl	M. A.	Esp	Nombre
OCH28	52	23	14	8	1	<1	1	Lherzolita serpentinizada
OCH29	78	2	13	3	3	<1	1	Serpentinita (harzburgita o lherzolita)
	64	12	14	6	2	<1	1	Peridotita serpentinizada

e- Esquisto cuarzo muscovítico granatífero cianítico. Cerro Los Chivos.

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Bt	Ep	Grt	Ky	M. A.	Nombre
OCH05	47	3	19	1	1	18	10	1	Esquisto cuarzo micáceo granatífero cianítico

f- Esquisto anfibólico plagioclásico. Cerro Los Chivos

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Ep	Grt	Hbl	Act	Bar	Chl	M. A.	Nombre
OCH04A	5	13	4	5	10	0	2	60	0	1	Gneis anfibólico plagioclásico granatífero
OCH33	13	26	0	8	0	0	2	49	1	1	Esquisto anfibólico plagioclásico cuarzo epidótico
OCH36A	10	26	0	8	0	1	2	50	2	1	Esquisto anfibólico plagioclásico cuarzo epidótico
OCH39	38	25	4	3	0	19	0	10	0	1	Gneis cuarzo anfibólico plagioclásico
	16	23	2	6	3	5	2	42	<1	<1	Gneis y esquisto anfibólico plagioclásico cuarzo epidótico

Bar: Anfíbol verde azulado.

g- Gneis tonalítico. Cerro Los Chivos

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Ep	Grt	Hbl	Bar	Chl	M. A.	Nombre
OCH07A	41	30	3	9	13	0	0	6	1	Gneis cuarzo plagioclásico granatífero epidótico
OCH09B	52	35	3	6	0	0	0	3	1	Gnéis cuarzo plagioclásico epidótico micáceo
OCH11	52	34	2	2	0	9	0	0	1	Gneis cuarzo plagioclásico anfibólico
OCH35	50	40	2	5	0	0	0	2	1	Meta- trondhjemita
OCH37	46	40	0	6	1	0	5	1	1	Gneis cuarzo plagioclásico epidótico granatífero
	48	36	2	5	3	2	1	2	1	Gneis cuarzo plagioclásico epiótico (tonalítico)

h- Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo. Cerro Cabecera.

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Bt	Ep	Hbl	Grt	Mc	Chl	Cal	M. A.	Nombre
OCH44	66	16	1	13	0,5		2	0,5			1	Gneis cuarzo plagioclásico biotítico granatífero
OCH45	49	25	16	1	6		1	1			1	Gneis cuarzo plagioclásico muscovítico epidótico
OCH01	58	34	6		1						<1	Gneis cuarzo plagioclásico micáceo
OCH46	41	24	15	1	9				6	3	1	Gneis cuarzo plagioclásico micáceo epidótico
OCH14A	33	31	10	15	9				1		1	Esquisto cuarzo plagioclásico biotítico epidótico
OCH17	48	30	5	8	4			4			1	Esquisto cuarzo plagioclásico biotítico granatífero
OCH20A	46	41		2	3	3	1		2		2	Esquisto cuarzo plagioclásico granatífero
OCH25	43	17	3		5	23	8				1	Esquisto cuarzo anfibólico plagioclásico granatífero
OCH26	44	36	2	7	3			7			1	Esquisto cuarzo plagioclásico biotítico
OCH27	36	35	15	7	5					1	1	Esquisto cuarzo plagioclásico biotítico
	46	29	7	6	5	3	1	1	1	<1	<1	Esquisto y gneis cuarzo plagioclásico micáceo

i- Esquisto hornbléndico plagioclásico. Cerro Cabecera

Muestra	Qtz	Pl	Ms	Bt	Ep	Hbl	Act	Grt	Chl	M. A.	Nombre
OCH19A	3	30	4		5	50	6		1	<1	Gneis hornbléndico plagioclásico epidótico
OCH20B	4	29	2		3	61				1	Esquisto hornbléndico plagioclásico cuarzo epidótico
OCH23	8	23	3	9	3	43		9		1	Esquisto hornbléndico plagioclásico biotítico granatífero
	5	27	3	3	4	52	2	3	<1	<1	Esquisto y gneis hornbléndico plagioclásico

Geocronología U-Pb zircón

La primera determinación fue realizada en la unidad *Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo* del cerro Cabecera. Se realizó con la técnica SHRIMP y aporta una edad de **271,0±5,0 Ma** (Pérmico) (Fig. 57Ñ) (Dr. James Wright, 2009, *en* URBANI 2018).

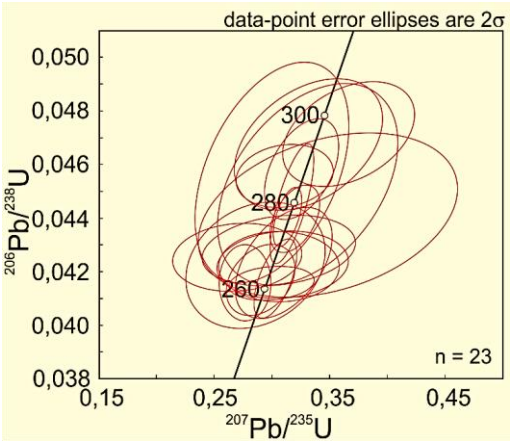


Figura 57Ñ. *Diagrama concordia de una muestra de la unidad de Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo. Cerro Cabecera. 271,0±5,0 Ma (Pérmico).*

Recientemente, el Dr. M. Baquero data muestras con LA-ICP-MS:

- Gneis tonalítico del cerro Los Chivos. Entrega una edad concordante jurásica de **176,9±2,0 Ma** (Fig. 57P)

- Dique de lamprófido - kersantita, extremo oriental del cerro Walker. Aporta una edad de cristalización de **57,3±3,0 Ma** (Eoceno - Ypresiense) (Fig. 57O), con edades heredadas del Cretácico Temprano, Pérmico y Grenvilliano-Putumayo[107].

[107] Sobre la muestra Ve16-06, el Dr. M. Baquero (Com. pers. 7 oct. 2025) dice: "*…las edades de 1.138±27 Ma y 907±24 Ma son de zircones aislados "single age" que no mostraron sobrecrecimiento. No obstante, si se obtuvo un zircón con núcleo Cretácico Temprano (126,9±4,0 Ma)* [Berriasiense] *con un sobrecrecimiento de edad Paleoceno (66,1±2,9 Ma)* [Daniense]*".*

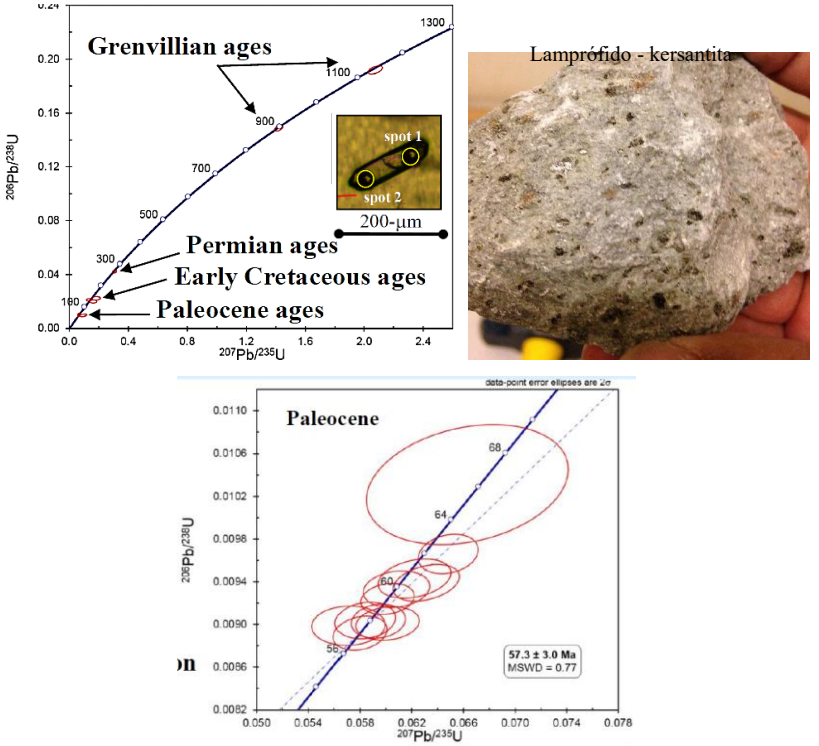


***Figura 57O**. Geocronología U-Pb. Dique de lamprófido -kersantita (biotita) que corta la unidad de Metadiabasa, extremo oriental del cerro Walker.*

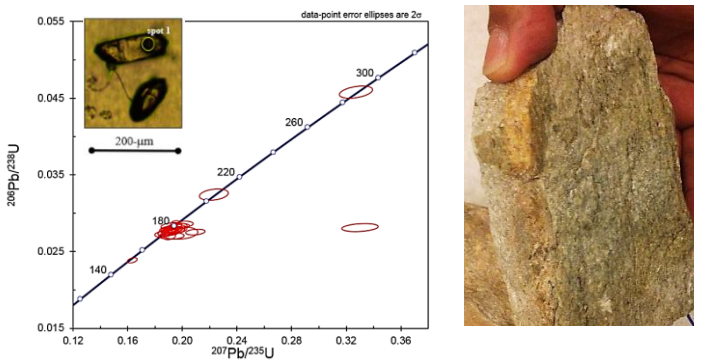


***Figura 57P.** Geocronología U-Pb. Gneis tonalítico del cerro Los Chivos. 176,9±2,0 Ma. Jurásico.*

De los tres terrenos aflorantes en La Orchila, resumimos:

- La unidad ofiolítica del centro de la isla probablemente corresponde a una lonja del proto-Caribe o del basamento del CLIP.

- Las unidades continentales de los cerros orientales, comienzan con una unidad metasedimentaria (con granate y cianita), seguida de rocas metaígneas del Pérmico, a su vez cortada con un cuerpo tonalítico del Jurásico, todo metamorfizado a la facies anfibolita. Probablemente corresponden a un bloque de las actuales cordilleras central y occidental de Colombia, incorporado a la cuña frontal (leading edge) de los terrenos Caribe.

- En el cerro Walker al oeste de la isla, afloran dos unidades con clara afinidad CLIP y tienen semejanza a formaciones de Aruba. La *metadiabasa* probablemente sea correlacionable con la Formación de Lava de Aruba, mientras que el cuerpo de *metatonalida* es semejante al Batolito Tonalítico de Aruba (89±1 Ma, WRIGHT y WILD 2011), por ello se ha asumido una edad cretácica para las rocas del Cerro Walker. Los diques paleocenos corresponden a intrusiones relacionadas a los procesos regionales tectono-magmaticos asociados a la acreción a los terrenos Caribe al margen suramericano, como en el caso de los diques eocenos en la Península de Paraguaná (Fig. 47K).

10.5. La Blanquilla

La única cartografía geológica previa de esta isla es del Dr. Carlos Schubert (Fig. 58), quien en la parte occidental de la isla reconoce su Trondhjemita de ***Garantón*** como un único cuerpo ígneo (SCHUBERT y MOTISCKA 1972). Sin embargo, describen que en la parte noroccidental pasa a una tonalita más oscura, que siguiendo las ideas de la época, fue interpretada como "*un frente o borde máfico del batolito de Garantón*". La unidad es de grano grueso, equigranular, masiva o con ligera orientación de los minerales y color blanco con pequeñas

manchas negras. SCHUBERT y MOTISCKA (1972) identifican plagioclasa, cuarzo, biotita, clorita y hornblenda, en proporciones que no corresponden con una trondhjemita, por lo que WRIGHT y WILD (2011) la clasifican como una granodiorita biotítica hornbléndica.

La tonalita de la parte noroccidental está compuesta por plagioclasa, cuarzo, hornblenda y biotita, es de grano grueso, equigranular, masiva y más oscura que la unidad ubicada al suroeste. Contiene enclaves (su Fig. 4) de anfibolita (hornblenda, plagioclasa, cuarzo y accesorios) y está cruzada por diques de pegmatita (feldespato-K pertítico, cuarzo, plagioclasa y almandino).

WRIGHT y WYLD (2011) obtuvieron edades por el método U/Pb en zircones (SHRIMP) de los dos plutones, resultando en **75,5±0,9 Ma** (Campaniense) para la granodiorita y **58,7±0,5 Ma** (Paleoceno medio) para la tonalita (Fig. 58B). A partir de la composición química interpretan que ambos plutones se formaron en un ambiente de arco oceánico. Con la diferencia litológica y de edades, se justifica la asignación de nombres diferentes; por ello URBANI (2018) propuso los nombres de *Granodiorita* ***Garantón*** y *Tonalita* ***Playa del Manzanillo***, respectivamente. La edad Paleocena es la más joven reportada del Arco de Aves.

La Granodiorita Garantón (c. 76 Ma) puede asociarse al ciclo de magmatismo félsico de arco, como la cuarzo-diorita (c. 64 Ma) del Gran Roque, mientras que la Tonalita Playa del Manzanillo (c. 59 Ma), coincide con el ciclo de magmatismo paleoceno, félsico a intermedio representado por los diques de lamprófidos de la Mesa de Cocodite (c. 58 Ma) y de La Orchila (c. 57 Ma) (Fig. 47K).

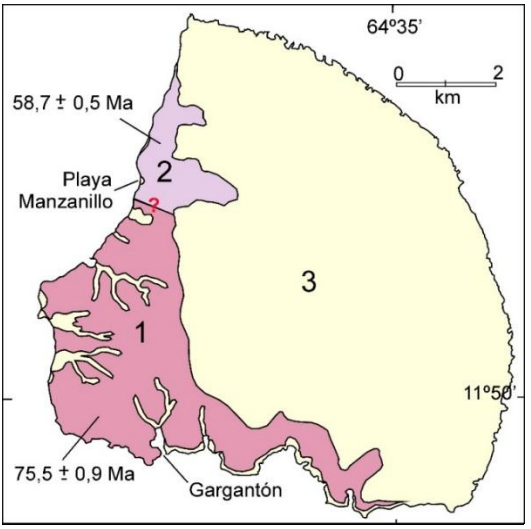


Figura 58. *Mapa geológico de la Isla de La Blanquilla, adaptado de SCHUBERT y MOTISCKA (1972). Unidades geológicas: 1: Granodiorita Garantón, 2: Tonalita Playa Manzanillo. 3: Cuaternario. El contacto entre las unidades 1 y 2 es inferido a partir de imágenes satelitales sin control de campo.*

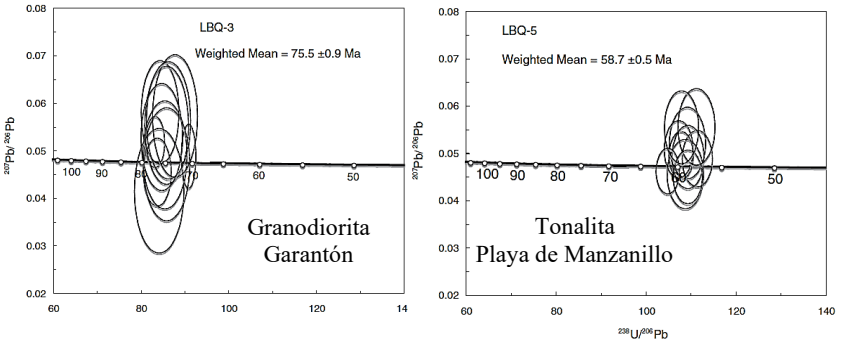


Figura 58B. *Geocronología U-Pb. Isla de La Blanquilla (WRIGHT y WILD 2011: 488).*

10.6. Archipiélago de Los Hermanos

Este archipiélago de siete islas se ubica a unos 10 km al SE de La Blanquilla (Fig. 59). SCHUBERT y MOTISCKA (1973b) cartografía dos unidades principales:

Gneis-esquisto feldespático cuarzo biotítico epidótico. Roca de grano fino a medio, grado de foliación variable, constituido por feldespato (plagioclasa ± feldespato-K), cuarzo, biotita, epidoto y cantidades menores de apatito, mica blanca, opacos y hornblenda.

Gnéis plagioclásico hornbléndico (tonalítico). Es de grano medio a grueso con foliación pronunciada. Mineralogía de plagioclasa, hornblenda, cuarzo y cantidades menores de opacos, apatito, biotita, piroxeno, zoicita y titanita.

Litologías menores: (a) *Anfibolita*. Aparece en "masas tabulares, masas o cuerpos tabulares". El cuerpo mayor se encuentra en el extreno NO de Morro Grande con carácter "aparentemente intrusivo". (b) *Pegmatita*. (c) *Epidotita cuarzo hornbléndica*.

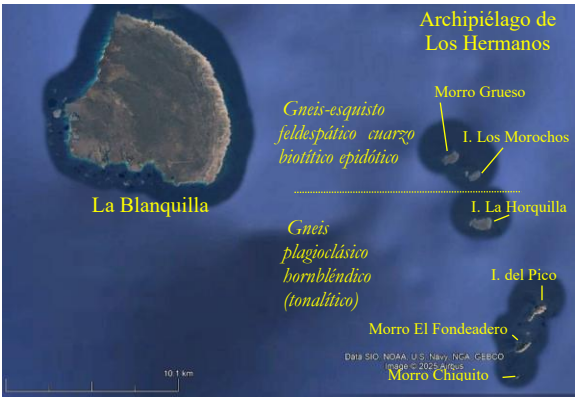


Figura 59. *Imagen satelital con la isla de La Blanquilla y el Archipiélago de Los Hermanos. Google Earth.*

Las unidades del archipiélago de Los Hermanos son similares a rocas de La Orchila, como el "Esquisto anfibólico plagioclásico" y el "Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo", todas interpretadas como de edad pre-Jurásico Temprano, probablemente Pérmico.

10.7. Isla de Margarita

La isla de Margarita es la más estudiada de las islas venezolanas, con tal variedad litológica que ha llamado la atención de los geólof¿gos por más de un siglo. Se han llevado a cabo tesis doctorales como las de TAYLOR (1960), MARESCH (1974), NAVARRO (1974), VIGNALI (1979) y CHEVALIER (1987) y unas tres decenas de tesis de pregrado de la UCV.

REKOWSKI y RIVAS (2005) sintetizan la información de autores previos y presentan 18 hojas geológicas a escala 1:25k, desde la parte oriental (Paraguachoa) hasta su mitad occidental (Macanao) (Fig. 60). Con esta cartografía y adaptando el esquema propuesto por MARESCH *et al.* (2009), las unidades metamórficas las dividimos en dos terrenos tectonoestratigráficos (Tabla 57):

- El *Terreno* ***La Rinconada*** incluye las unidades con metamorfismo de AP-BT como los complejos La Rinconada y Juan Griego, con intrusivos posteriores como el Metagranito El Salado.

- El *Terreno* ***Los Robles*** reúne las rocas afectadas por metamorfismo en facies esquisto verde, que se distribuye como un cinturón periférico al anterior.

Del Terreno La Rinconada, el complejo homónimo es la unidad máfica emblemática de la isla de Margarita de rocas de AP-BT, como las eclogitas, muy estudiado y cuya síntesis aparece en MARESCH *et al.* (2009). Por su parte, el Complejo Juan Griego es la unidad de mayor extensión del Terreno y contiene rocas esquistosas y gnéisicas mayormente metasedimentarias, que incluyen raros cuerpos

lenticulares centimétricos a hectométricos de rocas máficas con clara asociación mineralógica de AP-BT.

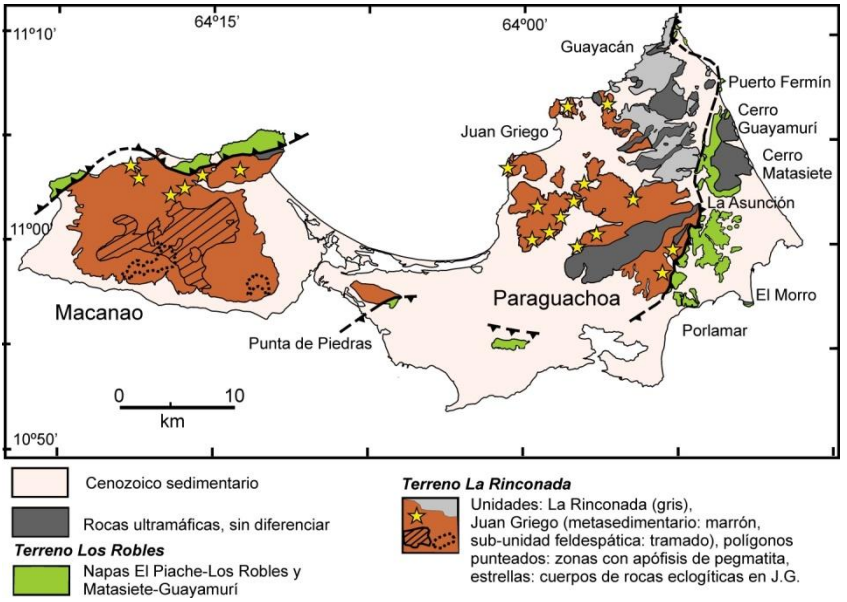


Figura 60*. Mapa geológico simplificado de la Isla de Margarita adaptado de* MARESCH *et al. (2009), con modificaciones a partir de* REKOWSKY *y* RIVAS *(2005). En razón de la escala los granitoides de Guayacán y El Salado no están representadas (ver detalle en* MARESCH *et al. 2009: 116).*

Una muestra de metarenisca del Complejo Juan Griego procedente del talud de la carretera que conduce al Fortín de La Galera en Juan Griego, fue analizada por geocronología U-Pb en cristales detríticos de zircón (Fig. 60B), resultando en una distribución de edades desde 1.320 Ma (Mesoproterozoico) hasta 129 Ma (Cretácico Temprano, límite entre Hauteriviense y Barremiense). El pico mayor es de edades tipo proto-Andes (350-550 Ma), continuando con edades del Triásico, Jurásico hasta el Cretácico Temprano. También hay un pico menor de 1.100-900 Ma del ciclo Grenvilliano.

Tabla 57. Unidades ígneo-metamórficas de la Isla de Margarita.

PARAGUACHOA	**Edad** determinada o inferida
Megazona de cizalla de **Manzanillo**	Cenozoico
TERRENO LOS ROBLES	
Periferia de rocas metamórficas en facies esquisto verde	
Volcánicas de **Los Frailes**	35,7±2.6 Ma, Eoceno tard.*
Complejo **Los Robles** (2) (6)	Cretácico
Mármol **El Piache**	
Unidad carbonática	
Unidad grafitosa	
Unidad metavolcanosedimentaria	
Unidad de esquisto micáceo y cuarcita	
Metabasalto de **Manzanillo**	Cretácico
Metatrodhjemita **Matasiete**	c.117 Ma, Aptiense **
Metagranodiorita **Agua de Vaca**	?
Harzburgita de **Guayamurí** - Matasiete	Jurásico-Cretácico Temprano
TERRENO LA RINCONADA	
Rocas ígneas (metamorfizadas) post evento de AP-BT	
Metagranito **El Salado**	c.85 Ma, Santoniense **
Núcleo de rocas metamórficas de AP-BT	
Ortogneis **Guayacán** (intrusivo en La Rinconada y Juan Griego)	116-106 Ma, Apt. –Alb. ***
Ortogneis **San Juan Bautista** (Intrusivo en Juan Griego)	?
Complejo **Juan Griego** (1) (2) (5)	Barremiense-Aptiense
Esquisto grafitoso	“
Esquisto micáceo granatífero, mármol, gneis	“
Cuarcita y esquisto cuarzo micáceo granatífero	“
Complejo **La Rinconada** (2)(4)	Cretácico Temprano?
Rocas máficas:	“
Zona I: Gneis granatífero epidótico albítico anfibólico	
Zona II: Gneis granatífero paragonítico epidótico anfibólico	
Rocas metasedimentarias:	“
Zona III. Esquisto muscovítico cuarzo grafitoso, esquisto albítico clorítico cuarzoso.	
Peridotita Serpentinizada **Cerro El Copey** (4)	Jurásico-Cretácico Temprano
MACANAO	
TERRENO LOS ROBLES	
Complejo **Los Robles** (6)	
Unidad metavolcanosedimentaria (2)	Cretácico
TERRENO LA RINCONADA	
Complejo **Juan Griego** (5)	
Unidad metavolcanosedimentaria carbonática (1)	Barremiense-Aptiense
Unidad grafitosa (1)	“
Unidad grafitosa y mármol (1)(3)	“
Unidad gnéisica-feldespática (1)(3)	271,0+-6,6 Ma. Pérmico **
Peridotita Serpentinizada **Cerro El Copey**	Jurásico-Cretácico Temprano

* Geocronología cortesía del Dr. Marvin Baquero (Com. pers., 8-2017).

** Geocronología de MARESCH *et al.* (2009).

(1) Incluye cuerpos centimétricos a hectométricos de eclogita, anfibolita o esquisto anfibólico. (2) Intruido por diques de lamprófido, basalto, diabasa y cuerpos menores de gabro del Paleógeno no metamorficos. (3) Intruido por apófisis de pegmatita. (4) Antes reunidas como “Complejo Metaofiolítico Paraguachí”. (5) Antes Asociación Metamórfica Juan Griego. (6) Antes Asociación Metamórfica Los Robles.

Con esta información, la edad del protolito sedimentario del Complejo Juan Griego puede constreñirse entre una edad máxima (MDA) de 129 Ma y la edad intrusivo Ortogneis de Guayacán (116-106 Ma), es decir Barremiense-Aptiense; probablemente para el Aptiense medio las rocas de los actuales complejos Juan Griego y La Rinconada ya estarían yuxtapuestos y siendo subducidos (MARESCH *et al.* 2009: 730).

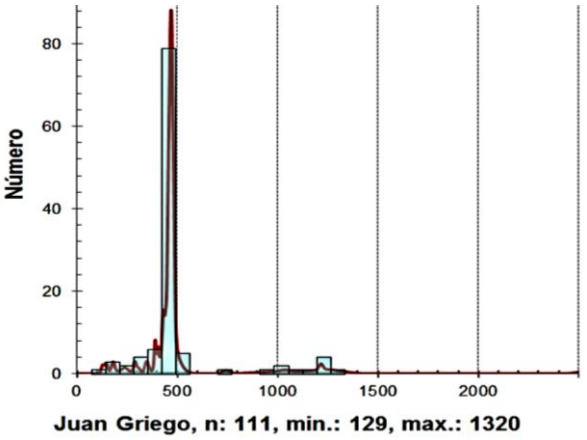


***Figura 60B**. Histograma de edades de ZD. Complejo Juan Griego. Análisis cortesía del Dr. James Wright, 2009.*

Un trabajo poco conocido en el medio venezolano es la tesis doctoral de KAISER (1997) sobre el magmatismo Eoceno, representado por diques de lamprófido y pequeñas intrusiones gabroides, tanto en Paraguachoa como de Macanao.

GRANDE *et al.* (2013) describe el proceso de fosfatización de rocas grafitosas del Complejo Juan Griego en el cerro oriental de las Tetas de María Guevara, identificando variscita, como en el Gran Roque.

NOGUERA *et al.* (2012) analiza los zircones detríticos de diversas unidades turbidíticas de Venezuela, entre ellas la Formación Pampatar, aportando edades desde 2.627 Ma hasta 49 Ma (Eoceno),

mostrando un patrón muy similar a muestras de Curazao, Barbados y las formaciones Matarere y Guárico.

FOURNIER *et al.* (2017) analiza por el método de Ar-Ar muestras de magnesio-hornblenda, alumino-barroisita y muscovita del Complejo La Rinconada y el Gneis Guayacán de AP-BT, aportando edades de c.54-47 Ma. La cercanía entre las rocas estudiadas y la Megazona de Cizalla de Manzanillo sugiere que ésta pudo actuar como una vía principal de infiltración de fluidos calientes, aumentando la temperatura de las rocas ya exhumadas y yuxtapuestas. Este evento hidrotermal es 5 Ma más joven que la última actividad magmática en el arco de Aves (c.59 Ma, La Blanquilla, WRIGHT y WILD 2011) en su extremo meridional y relacionado con la apertura de la Cuenca de Grenada.

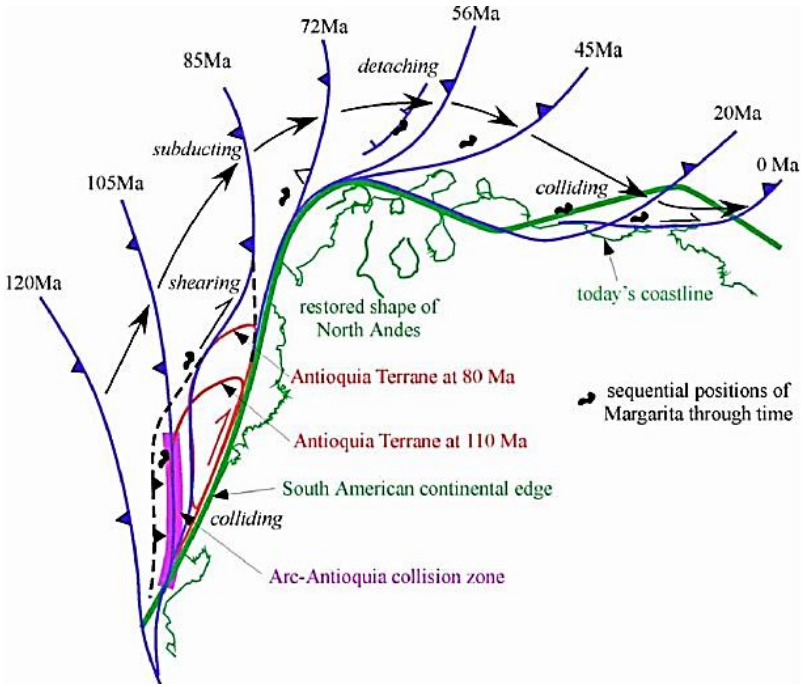
Para mayores detalles de la geología de la Isla de Margarita debe acudirse a los muy completos trabajos de revisión de MARESCH *et al.* (2009, 2024)[108], el primero con la evolución temprana de las rocas y el segundo con los procesos de exhumación:

- En MARESCH *et al.* (2009) se indica que las secuencias metamórficas de la isla de Margarita, comprenden un núcleo de AP-BT (Terreno La Rinconada) subducido hasta ~50 km, compuesto por protolitos oceánicos (Complejo La Rinconada) y continentales (Complejo Juan Griego). Todas las unidades AP/BT comparten una evolución P-T coherente, con barroisita como anfíbol regional y ausencia de glaucofana. No existen estructuras tipo napa posteriores al metamorfismo AP/BT. Las edades U–Pb en zircones de intrusivos tonalíticos–graníticos indican que el pico metamórfico ocurrió entre ~100–90 Ma. La sobreimpresión AP/BT y la amalgamación de protolitos se produjeron originalmente en el noroeste de Sudamérica, coherente con el Modelo de Origen Pacífico para la Placa Caribe. La

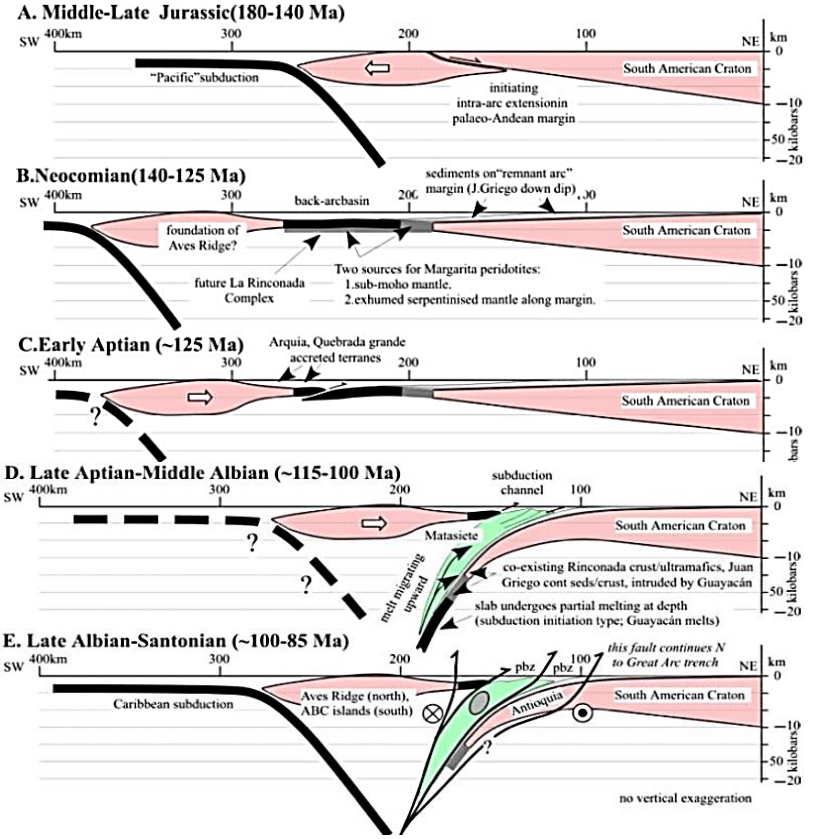
[108] Integran y resumen lo más relevante de medio siglo de investigaciones de su grupo de trabajo en la Universidad de Bochum, Alemania.

superposición de unidades en facies esquisto verde ocurrió tras la exhumación, hacia ~80 Ma (Fig. 60E).

-En MARESCH *et al.* (2024) a partir del análisis de muestras por varias técnicas analíticas-geocronológicas se desentraña la historia de exhumación. Ésta se desarrolló en tres etapas a lo largo de ~70 Ma: (1) 90–80 Ma, ascenso desde condiciones de alta presión hasta niveles dúctiles medios con cizalla penetrativa y recristalización generalizada; (2) 50–40 Ma, exhumación hacia niveles frágiles durante el rifting eoceno asociado a la apertura de la Cuenca de Granada; y (3) 23–12 Ma, ascenso final a niveles someros durante la obducción continental vinculada a la colisión oblicua dextral del Caribe con el margen suramericano. Esta evolución refleja la transición desde cizalla intra-antearco transpresiva hasta extensión intra-arco y, finalmente, acreción obductiva del margen caribeño (Fig. 60C).



a



b

Figura 60C*. Etapas de la evolución de la Isla de Margarita en el Mesozoico y esquema mostrando la traslación hasta su posición actual (*MARESCH et al. *(2009).*

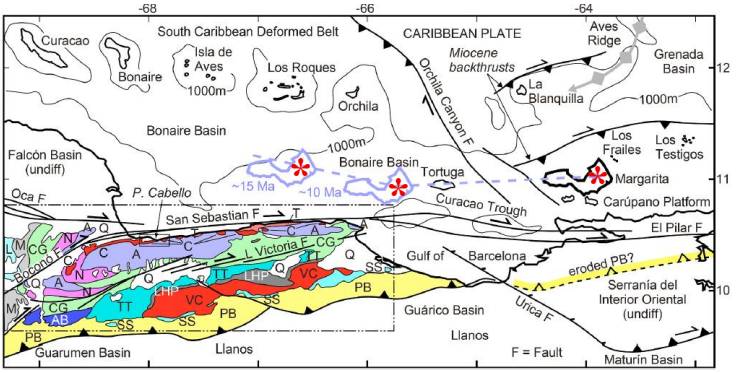


***Figura 60D**. Mapa simplificado del SE del Caribe que incluye la distribución de terrenos tectonoestratigráficos de la Cordillera de la Costa según Urbani, 2015 (rectángulo a colores). Nótese la posición de la Isla de Margarita hace c.15 Ma y c. 10 Ma (*) según PINDELL et al. (2009).*

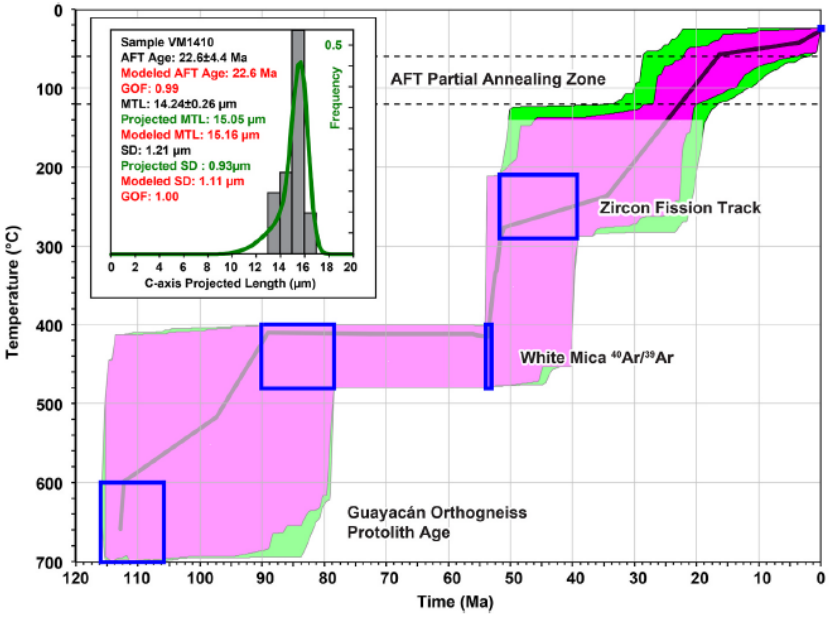


***Figura 60E.** Modelo de evolución termocronolócica del Terreno La Rinconada (MARESCH et al. 2024)*



Figura 60F. *Isla de Margarita y archipiélagos de Los Frailes y Los Testigos.*

10.8. Archipiélago de Los Frailes

El archipiélago fue estudiado por MOTISCKA (1972), quién lo describe como una secuencia esencialmente de tobas estratificadas de sedimentación submarina, así como otra secuencia de coladas basálticas localmente almohadilladas, todo profusamente intruido por por basalto y diabasa toleítica.

Hasta el trabajo de CASAS *et al.* (2023), se postulaba que las rocas volcánicas que afloran en Punta Gorda (cerca de Agua de Vaca, en la isla de Margarita) como parte de la "Formación Los Frailes", ahora esta unidad se describe separada y no relacionada con Los Frailes, con la denominación de Formaciín Gasparico del Cretácico Temprano.

SANTAMARÍA y SCHUBERT (1974) presentan una edad K/Ar de **66±5,1 Ma** en roca total de una diabasa. Más recientemente, el Dr. M. Baquero en una diorita determina una edad U-Pb (zircón LA-ICP-MS) de **35,7±2,6 Ma** (Eoceno – Priaboniense) (Fig. 61).

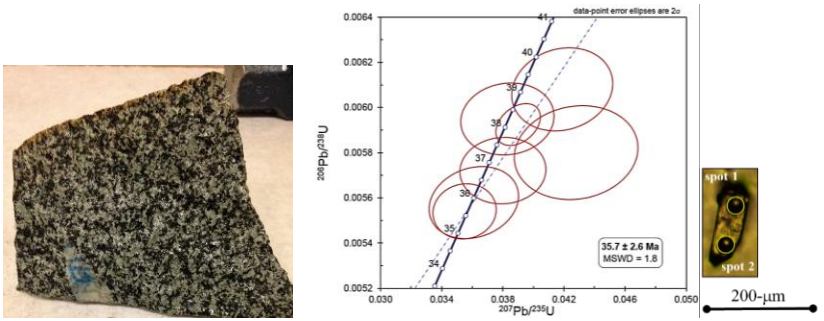


Figura 61. *Geocronología U-Pb de una muestra del Archipiélago de Los Frailes (Cortesía del Dr. M. Baquero).*

10.9. Archipiélago de Los Testigos

El archipiélago fue cartografiado por el Dr. Carlos Schubert y cartografía una unidad volcánica andesítica, intruida por un plutón granítico, todo afectado por metamorfismo de bajo grado en facies de esquisto verde (clorita); así mismo, describe cuerpos menores de cuarzo-diorita y diques basálticos (SCHUBERT y MOTISCKA 1973) (Fig. 62A).

-Los *granitoides* contienen plagioclasa, feldespato-K, cuarzo, hornblenda, clinopiroxeno y actinolita. Esta mineralogía favorece una interpretación de granito tipo-I con una procedencia máfica/híbrida.

-Las rocas *andesíticas* presentan textura porfídica con fenocristales de plagioclasa y cantidades menores y variables de actinolita, clinopiroxeno, epidoto y cuanzo y matríz afanítica.

Geocronología. SANTAMARÍA y SCHUBERT (1973) determina edades K-Ar en cuatro muestras del plutón granítico: En feldespato en la muestra LT136 **44±4,5** Ma. En anfíbol[109] en las muestras LT137 **47±6,1** Ma, LT138 **44±5,4** Ma y LT139 **44±5,5 Ma**.

[109] Los autores mencionan la identificación de hornblenda y actinolita y también "hornblenda actinolítica".

Más recientemente, el Dr. Marvin Baquero obtiene una edad U-Pb (zircón LA-ICP-MS) de una muestra descrita como diorita procedente de la parte central del Testigo Grande, que aporta una edad de **36,4±0,5 Ma** (Eoceno tardío, Priaboniense) (Fig. 62B).

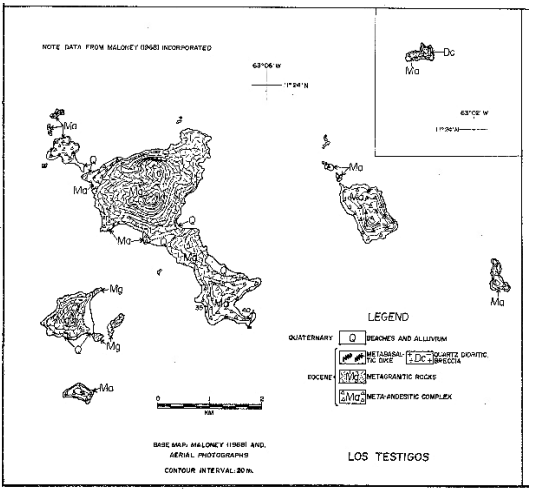


Figura 62A. *Mapa geológico del Archipiélago Los Testigos (SCHUBERT y MOTISCKA 1973).*

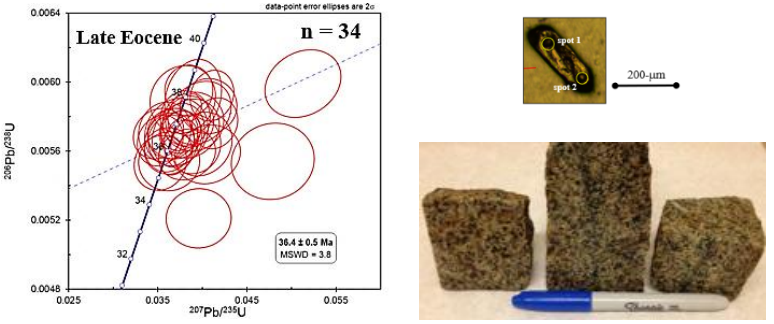


Figura 62B. *Geocronología U-Pb de una muestra del Testigo Grande (cortesía del Dr. M. Baquero).*

10.10. Farallón Centinela

Este un islote ubicado a 25 km al norte de Cabo Codera, muy visible por su color blanco debido al guano de aves[110] (Fig. 63). En el mapa de BUCHER (1950) aparece cartografiado como "*Cretácico no metamorfizado*" y aparece un símbolo de estratificación con rumbo NO y buzamiento SO.

En la Escuela de Geología, UCV, se encuentra una muestra colectada por el geólogo Luis García de los Salmones en 1998, la cual fue estudiada petrográficamente por el Prof. S. Grande en 2016, que la describe como una "*lutíta carbonática o biomicroesparita, con fósiles petrográficamente ennegrecidos probablemente foraminíferos, semejante a los de la Formación Querecual*".

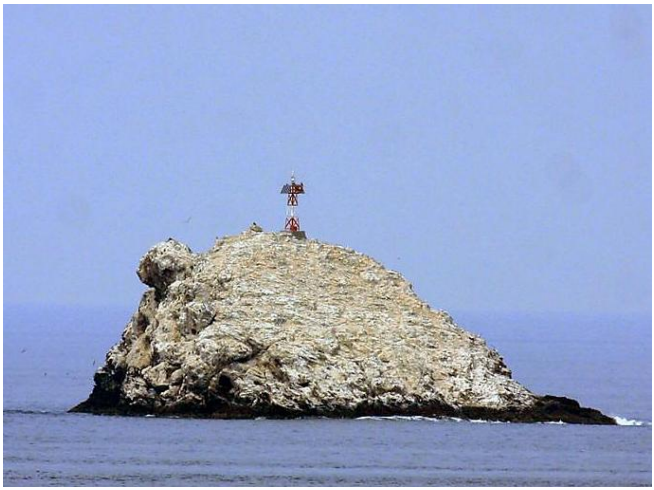


***Figura 63**. Farallón Centinela.*[111]

[110] En 2017 el Prof. Enzo Caraballo (UCV) analiza el guano por DRX, identificando tentativamente berlinita ($AlPO_4$). Esta determinación requiere corroboración adicional ya que este raro mineral solo se ha encontrado en condiciones de alta temperatura o ambientes hidrotermales.

[111] Fuente: Google Images.

LITERATURA CITADA

Abreviaturas:

UCV-G: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Geólogo.

RP xxxxxx: Número de publicación en Researchgate. https://www.researchgate.net/publication/xxxxxx

- - - - - - - - - -

ACEVEDO N., M. WEBER, J. A. PROENZA, M. A. MÁRQUEZ y F. URBANI. 2017. Proveniencia de la materia prima de cuentas de variscita pertenecientes a las sociedades Nahuange y Tairona, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *VI Simposio Latinoamericano de Física y Química en Arqueología, Arte y Conservación del Patrimonio Cultural*. La Paz, Bolívia. https://www.researchgate.net/publication/ 330400012

AGUASUELOS INGENIERÍA. 1990. *Modernización de datos geológicos en el Frente de Montañas. Estratigrafía / Sedimentación*. Caracas: Aguasuelos Ingeniería para Corpoven S.A. *Volumen III*. Informe inédito. https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2024/01/AgSu-1990-ModDaGeFrMo-v3-Estratigrafia-compressed.pdf

AGUERREVERE S. E. y G. ZULOAGA. 1937. Observaciones geológicas de la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Boletín de Geología y Minería*, Caracas, 1(2-4): 8-24.

AGUERREVERE S. E. y V. M. LÓPEZ. 1938. Geología de la Isla Gran Roque y sus depósitos de fosfatos. *Boletín de Geología y Minas*, Ministerio de Fomento, Caracas, 2(2-4): 151-180. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales,* 5(37): 137-172.

AGUILAR Iliana. 2006. "Quimiestratigrafía" de una sección del Esquisto Tacagua, Uria, edo. Vargas. *Geos*, UCV, Caracas, (38): 6-7 + 18 p. + 16 láminas en carpeta 3 del CD.

ALVARADO Adriana. 2005. *Integración geológica de la península de Araya, estado Sucre*. UCV-G. Reproducido en *Geos,* UCV, Caracas, (40): 57-58 + 254 p. en carpeta 25 de DVD. 2010.

ARIAS I., E. ESPÍNOLA, M. NOGUERA, R. OLLARVES y F. URBANI. 2003. Las rocas máficas y ultramáficas en la quebrada Serrano, afluente del río

Miguelena, Camurí Grande, estado Vargas. *Geos* 35 (2002): 62 + 3 p. en CD (CARPETA 2.10).

ARIAS I., S. YÉPEZ S. Y F. URBANI. 2003. Estudio químico y petrográfico de algunas rocas del Esquisto Tacagua, Quebrada Seca, estado Vargas. *Geos*, UCV, Caracas, (36): 11-12.

ASUAJE L. A. 1972. Geología de la región de Guatire-Cabo Codera. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología. Publicación Especial 3*, 5: 1289 + mapa.

AVE-LALLEMANT H. G. y V. B. SISSON. 2005. Exhumation of eclogites and blueshists in northern Venezuela: Constrains from kinematic analysis of deformation structures. *En*: H. G. AVÉ-LALLEMANT y V. B. SISSON, eds., 2005. *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela*. Geological Society of America Special Paper 394: 193-206.

AZANCOT M. 2008. *Petrología de las rocas ígneo-metamórficas de la península de la Goajira, isla de Toas y Monjes del sur, estado Zulia y Dependencias Federales*. UCV-G, 181 p. Reproducido en: *Geos*, UCV, Caracas, (40): 59 + 181 p. en carpeta 26 del DVD, 2010. RP 306079285

AZUARTE D. 2004. Caracterización geológica y geomecánica de los macizos rocosos de la sección Guatire-Caucagua de la autopista Rómulo Betancourt, estado Miranda. *Geos* 37: 57 + 155 p. en CD (Carpeta 1.2.2).

BAQUERO M. 2015 / 2018. *Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isótopicos*. Univ. Central Venezuela. Dept. Geología, Caracas. Tesis doctoral, vol. 1, 292 p.; vol. 2, 123 p. RP 299135026 *Boletín de Geología* (INGEOMIN, Caracas), 35: 2-229. 2017.

BAQUERO M.. 2024. *Radiometric ages of the Caribbean crustal provinces to constrain its tectonic history*. Univ. Houstor, report. https://www.researchgate.net/publication/378310247

BAQUERO M., F. URBANI, S. GRANDE, H. FOURNIER y D. MENDI. 2011. Notas sobre nuevas edades ^{40}Ar-^{39}Ar de muestras de basalto y pegmatita de los estados Falcón y Yaracuy. *Boletín de la Academia Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, Caracas, 71(4): 31-45. RP 311983604

BAQUERO M., F. URBANI, V. VALENCIA, S. GRANDE, *et al.* 2013a. Geocronología U-Pb en cristales de zircón de la Metadiorita de La Guacamaya, gabro de la Ofiolita de Loma de Hierro y gabro de El Chacao,

estados Aragua y Guárico. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra.* (45): 34-36 + 14 p. en carpeta 2 del DVD. RP 311984024

BAQUERO M., V. VALENCIA, F. URBANI, J. A. PINTO, *et al.,* 2013b. *Petrografía, geoquímica y geocronología U-Pb en zircón de rocas máficas de la península de Paraguaná, estado Falcón*. Los Teques: INTEVEP, Notas Técnicas NTE-1735,2013, 33 p. RP 312494887

BAQUERO M., S. GRANDE, F. URBANI, A. GÓMEZ, *et al.,* 2015a. Petrografía y geocronología de rocas graníticas del Complejo El Guayabo, NE de Yaracuy, Venezuela: Un fragmento Meso-Neoproterozoico del orógeno Putumayo. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, (47): 173-175. RP 299135010

BAQUERO M., S. GRANDE, F. URBANI, U. CORDANI*, et al.,* 2015b. New Evidence for Putumayo Crust in the Basement of the Falcon Basin and Guajira Peninsula, Northwestern Venezuela. *En*: C. BARTOLINI y P. MANN, eds., *Petroleum Geology and Potential of the Colombian Caribbean Margin.* AAPG Memoir 108: 105–138. RP 289525926

BAQUERO M., S. GRANDE, M. CAÑIZARES, F. URBANI*, et al.* 2016. *Constraints from petrography, geochronology, and geochemistry on the tectonic evolution of the giant PERLA gas field basement and Paraguaná Peninsula, northwestern Venezuela: implication for the Cenozoic geodynamic evolution.* Los Teques: INTEVEP, Informe interno. RP 299273655

BARITTO Iván y F. URBANI . 2023. Las minas de oro de Petaquire y de los Altos Mirandinos desde el siglo XVI. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas. 59: 86 – 114.

BARITTO I., L. CAMPOSANO, S. GRANDE, M. CAÑIZARES, O. BETANCOURT, F. ARAUJO y J. MONSALVE. 2022. Estudio geológico de la base del TOC-1S, cuenca de Agua Salada, estado Falcón, Venezuela. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 56: 19 – 64.

BECCALUVA L., M. CONTORTI, G. GIUNTA, M. ITURRALDE-VINENT*, et al.,* 1996. Cross sections through the ophiolitic units of the southern and northern margins of the Caribbean Plate in Venezuela (Northern Cordilleras) and Central Cuba. *Ofioliti*, 21: 85-103. http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/1995_Beccaluva_Giunta_Iturralde_Ophiolites.pdf

BECK C. 1986. *La chaine Caraïbe au meridien de Caracas: Geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique Mesozoique-Cenozoique des Caraïbes Meridionales*.

Public. Soc. Geol. de Nord, Villeneuve s'Ascq, France, (14): 1-462. (These de Doctorat d´Etat ès Sciences Naturelles. Universite des Sciences et Techniques de Lille, Francia). Reproducido en *Revista Venezolana Cienc. Tierra,* (43): 24-25 + 469 p. en carpeta 17 del DVD, 2012.

BELL J. S. 1968. Geología de la región de Camatagua, estado Aragua. *Boletín de Geología*, Caracas, 9(18): 291-440.

BELLIZZIA A. 1967. Rocas ultrabásicas en el Sistema Montañoso del Caribe y yacimientos minerales asociados. *Boletín de Geología*, Caracas, 8(16): 159-198.

BELLIZZIA A. 1986. Sistema Montañoso del Caribe - una cordillera alóctona en la parte norte de América del sur. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1985. Edic. Sociedad Venezolana de Geólogos, 10: 6657-6836.

BELLIZZIA, A. y D. RODRÍGUEZ G. 1968. Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. *Bol. Geol.*, 9(18): 515-563.

BELLIZZIA A., D. RODRÍGUEZ-G. y J. BUSHMAN. 1968. *Geología de las serranías de Tucuragua - El Tinaco, estados Lara, Portuguesa, Yaracuy y Cojedes*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, mapa 1:100.000. Inédito. Reproducido en A. BELLIZZIA, D. RODRÍGUEZ, E. ZAMBRANO y J. BUSHMAN. 2012. Mapas geológicos de la región centro occidental de Venezuela. *Revista Venezolana Ciencias de la Tierra,* (43): 33-34 + 10 mapas en carpeta 25 de DVD, 2012.

BELLIZZIA A., C. L. CARMONA y M. GRATEROL. 1969. Reconocimiento geológico de las islas Monjes del Sur (Archipiélago de Los Monjes), Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 10(20): 225-230.

BELLIZZIA A., D. RODRÍGUEZ-G. y E. ZAMBRANO. 1976a. Geología del estado Yaracuy. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano,* Nov. 1969, Caracas. *Boletín de Geología. Publicación Especial 5,* 6: 3317-3434.

BELLIZZIA A., C. MARTÍN, H. PÉREZ-N. y V. GRATEROL 1976b. Reconocimiento geológico del Archipiélago de Los Monjes. *Memorias Segundo Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, 1973. *Boletín de Geología. Publicación Especial 7*, 2: 509-522.

BENJAMINI C., R. SHAGAM y A. MENÉNDEZ. 1986. (Late?) Paleozoic age for the "Cretaceous" Tucutunemo Formation, Northern Venezuela: Stratigraphic and tectonic implications. *Geology,* 15: 922-926.

BERMÚDEZ P. J. y D. RODRÍGUEZ G. 1962. Nota sobre la presencia de *tintínidos o calpionelas* en Venezuela. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol., Min. y Petrol.* 5(2): 51-57.

BLACK J. R. 1956. *Mapa F-6-B. Geología de superficie*. Creole Petroleum Corporation. Informe 4200.11-6. Escala 1:50.000 (El Baúl).

BLACK J. R 1957. *Mapa B-3-A. Geología de superficie*. Creole Petroleum Corporation. Informe 5400.11-23. Escala 1:50.000 (Guajira).

BLIN B. 1989. *Contribution à l´étude géologique de la frontière sud de la plaque Caraïbe: le front de la chaîne Caraïbe vénézuélienne entre la Serranía de Portuguesa et la région de Tiznados (surface et subsurface). Apport des données paléomagnétiques. Interprétation géodynamique*. Universite de Bretagne Occidentale. Tesis doctoral. 375 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 42: 134-135 + 375 p. en carpeta 11 de DVD, 2012.

BROUWER H. A. 1965. Über gneise in der zentralen Cordillera de la Costa von Venezuela. *Geologische Rundschau*, 54(2): 925-932. Traducción al inglés por M. Furrer: "On gneisses in the central Cordillera de la Costa of Venezuela". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 9(4): 91-98. 1966.

BRUEREN J. W. R. 1949. *Geological report CPMS-310. Paraíso-Maraure area (central Falcón*). The Venezuelan Oil Concessions Ltd., 31 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (40): 106 + 31 p. en carpeta 94 del DVD, 2010.

BUCHER W. H., compilador. 1950. *Geologic-tectonic map of the United States of Venezuela (except the Territory of Amazonas and part of the State of Bolivar) (scale 1:1,000,000)*. New York: Geological Society of America. 88 p.

BUSHMAN J. R. 1965. Geología de la región de Barquisimeto, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 6(11): 3-112.

CÁCERES Jefferson. 2016. *Geología de la isla La Orchila, Dependencias Federales, Venezuela*. UCV-G. 148 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/14987

CÁCERES Henry y Samuel VILLARROEL. 2019. *Geología del área Carúpano - Boca de Dragón, Península de Paria. estado Sucre: Comparación geológica entre las unidades Esquisto de Carúpano y Esquisto de Las Mercedes*. UCV-G.

CALDEVILLA Raúl. E. 2006. *Petrografía y geoquímica de la Serranía del Interior Central, Cordillera de La Costa*. UCV-G. 327 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (40): 62 + 327 p. en carpeta 30 del DVD, 2010.

CAMPOS SERRANO C. 2006. *Análisis de facies en la secuencia meridional de la Formación Río Guache*. Universidad Simón Bolívar, Caracas. Tesis M.S., 178

p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (41): 93 + 178 p. en carpeta 33 del DVD, 2011.

CAMPOS V. 1981. *Une transversale de la Chaine Caraibe et de la marge venezuelienne dans le secteur de Carupano (Venezuela oriental): Structure geologique et evolution geodynamique*. Univ. Brest, Francia. Tesis Doctorado 3er. ciclo.

CARABALLO Enzo. 2005. *Integración e interpretación de datos químicos de mármoles de la Cordillera de la Costa, Venezuela*. UCV, Lab 330. Informe inédito. (Integración de informes individuales de cerca de 50 estudiantes de la asignatura Investigación Aplicada entre 1995 y 2005).

CARPINTERY A. 2017. *Integración geológica de la región de Caruao - Caucagua. UCV-G.*

CHEVALIER Y. 1987. *Les zones internes de la chaine sud-Caraibe sur le transect: ele de Margarita peninusle d`Araya (Venezuela): lithostratigraphie, pétrologie, géochemie et évolution tectono-métamorphique*. Univ. Bretagne Occidentale. Tesis doctoral, 271 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 135-136 + 271 p. en carpeta 12 de DVD, 2012.

CHEVALIER Y. 1996. Cretaceous and Paleogene para-autochtonous and allochtonous terrains on mainland and islands of northeastern Venezuela. *II AAPG/SVG International Congress and Exhibition.* 8-11 nov., Caracas. *Field trip Nº 2*. 83 p. Reproducido en *Revista Venezolana Cienc. Tierra,* (43): 36-37 + 83 p. en carpeta 33 de DVD, 2012.

CHEVALIER Y., E. ÁLVAREZ y G. HERNÁNDEZ. 1996. A cross section from the oil-rich Maturín sub-basin to Margarita island the geodynamic relations between South American and Caribbean plates. *II AAPG/SVG International Congress and Exhibition.* 8-11 nov., Caracas. *Field trip Nº 1*. 125 p. Reproducido en *Revista Venezolana Cienc. Tierra,* (43): 36 + 125 p. en carpeta 32 de DVD, 2012.

CHOI S. H., S. B. MUKASA, A. V. ANDRONIKOV y M. C. MARCANO. 2007. Extreme Sr-Nd-Pb-Hf isotopic compositions exhibited by the Tinaquillo peridotite massif, Northern Venezuela: implications for geodynamic setting. *Contrib. Mineral. Petrol.* 153: 443-463.

CNNE - COMISIÓN NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA. 2024. Código Estratigráfico Norteamericano. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 76 (1): 1-86. https://www.academia.edu/118500165/Codigo_Estratigrafico_en_Espanol_2024?utm_source=chatgpt.com

COELLO R. 2012. *Integración geológica de la región Bobare-Farriar, entre los estados Lara y Yaracuy, Venezuela.* UCV-G. 206 p. Reproducido en *Revista Venezolana Cienc. Tierra,* (43): 10-11 + 206 p. en carpeta 2 de DVD.

DENGO Gabriel 1950. Eclogitic and glaucophane amphibolites in Venezuela. *Am. Geophys. Union, Trans*., 31(6): 873-878.

DENGO Gabriel 1951. Geología de la región de Caracas. *Boletín de Geología*, Caracas, 1(1): 39-116.

DÍAZ Pedrimar. 2014. *Geología de la región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes, en los estados Carabobo, Guárico y Aragua*. UCV-G, 182 p. Reproducido en http://saber.ucv.ve/handle/123456789/14312

ELLERO A., A. MALASOMA, M. MARRONI, L. PANDOLFI y F. URBANI. 2007. Tectono-metamorphic history of the Tacagua ophiolitic unit (Cordillera de la Costa, northern Venezuela): Insights in the evolution of the southern margin of the Caribbean Plate. *Island Arc* 16: 105-123. RP 229610935

ESCORIHUELA N. y RONDÓN J. 2002. Estudio geológico de las rocas ígneas que afloran en la parte central de la cuenca de Falcón. UCV-G, 247 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (37): 58-59 + 247 p. en carpeta 1.2.4 de CD, 2005.

FEO-CODECIDO G. 1954. Notas petrológicas sobre formaciones que afloran en la región de El Baúl, estado Cojedes. *Boletín de Geología,* Caracas, 3(8): 109-121.

FOURNIER H. y F. URBANI. 2017. A short communication arising from: "R. Speed and 2404 K. A. Foland (1992, unpublished) "Tectonics of the Venezuelan Coastal Cordillera: Constraints from 40Ar/39Ar dates of schists near Caracas*". Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*, Caracas, 36: 698-702. https://www.researchgate.net/publication/323969276

FOURNIER H., J. K. W. LEE y F. URBANI. 2011. Thermochronology Ar-Ar of samples of the Miguelena river, Vargas state and the Grenvillian-related rocks in the Bocoy river, Portuguesa state, Venezuela. *Geos* 41: 27-30 + 1 cartel en DVD (carpeta 05).

FOURNIER H., J. K. LEE, F. URBANI y S. GRANDE. 2017. The tectonothermal evolution of the Venezuelan Caribbean Mountain System: 40Ar/39Ar age insights from a Rodinian related rock, the Cordillera de la Costa and Margarita Island. *Journal of South American Earth Sciences,* 80, 149-173. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.09.015

GARCÍA GONZÁLEZ M., L. CRUZ, R. MIER, M. VÁSQUEZ, *et al.,* 2008. *Evolución térmica de la subcuenca de la Baja Guajira*. Univ. Industrial de Santander, Grupo Inv. Geol. Hidrocarb. y Carbones. Colombia. Informe Final del Contrato 56 con la Agencia Nacional de Hidrocarburos, 144 p. http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Tesis/Evolucion_Termica_de_la_Baja_Guajira.pdf

GARRITY C. P., P. C. HACKLEY y F. URBANI. 2009. Digital shaded relief map of Venezuela. *U.S. Geological Survey Open-File Report 2004-1322*, version 2.0. Escala 1:1.500.000. http://pubs.usgs. gov/of/2004/1322

GERTH H. 1955. *Der geologische Bau der südamerika-nischen Kordillere. Geologie von Südamerika*. Berlin-Nikolassee: Gebrüder Borntraeger, 264 p. Traducción al español por Frances Charlton de Rivero, "La estructura geológica de la Cordillera Suramericana: Venezuela. Reproducido en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (43): 38-39 + 103 p. en carpeta 37 de DVD, 2012.

GEYER O. F. 1973. Das präkretazische Mesozoikum von Kolumbien. *Geologisches Jahrbuch*, Hannover, 5: 1-156.

GILL J. B. 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Springer, 390 pp.

GIRARD D., C. BECK, J. F. STEPHAN, R. BLANCHET y R. C. MAURY 1982. Pétrologie, géochimie et signification géodynamique de quelques formations volcaniques crétacées péricaraïbes. *Bulletin Societe Geologique France*, ser. 7, 24(3): 535-544.

GIUNTA G., L. BECCALUVA, M. COLTORTI, D. MORTELLARO, *et al.,* 2002. The peri-Caribbean ophiolites: structure, tectono-magmatic significance and geodynamic implications. *Caribbean Journal of Earth Science*, 36: 1-20.

GODDARD D. 2025. Maraven's Tuy-Cariaco Exploration Campaign, Offshore Venezuela. *Explorer*, AAPG. May.

GONZÁLEZ DE JUANA C., N. G. MUÑOZ y M. VIGNALI. 1972. Reconocimiento geológico de la Península de Paria, Venezuela. *Memoria*s *IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. 1969. *Boletín de Geología, Publicación Especial 5*, tomo 3: 1549-1588.

GONZÁLEZ-SILVA L. 1972. Geología de la Cordillera de la Costa, zona centro-occidental. *Memoria*s *IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas. 1969. *Boletín de Geología, Publicación Especial 5*, 3: 1589-1616.

GRANDE S. 2009a. Geoquímica de las rocas metavolcanosedimentarias de Los Naranjos y la Filita Tucutunemo, Aragua central y su interpretación tectónica. *Geos*, UCV, Caracas, (40): 14-17 + 17 p. en carpeta 8 del DVD.

GRANDE S. 2009b. Estudio petrográfico de los xenolitos corticales y mantelares presentes en las lavas del cerro Atravesado, Falcón central, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería, U.C.V.*, 24(1): 11-30.

GRANDE S. 2013. Terreno Falconia: bloque alóctono Neoproterozoico de alto grado metamórfico, en el Noroccidente de Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra* (*Geos*), UCV, Caracas, 45: 1-22.

GRANDE S. 2013. Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el Noroccidente de Venezuela (Tesis M.S., UCV, 2013). *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, UCV, Caracas, 45: 164-166 + 300 p. en carpeta 63 del DVD.

GRANDE S. y F. URBANI 2009. Presence of high grade rocks in NW Venezuela of possible Grenvillian affinity. *En*: K. James, M. A. Lorente y J. L. Pindell (eds.). *The geology and evolution of the region between North and South America*. Geological Society of London, Special Publication 328: 533-548.

GRANDE S. GRANDE S., F. URBANI, D. MENDI, M. BAQUERO*, et al.* 2015. Nuevos hallazgos petrológicos en la cantera El Turpial, estado Miranda. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (47): 203-205.

GRANDE S., F. URBANI, D. MENDI, A. GÓMEZ y W. REÁTEGUI. 2013a. Ocurrencia de cuerpos de rocas metaígneas dentro del Esquisto Chuspita, estado Miranda: cantera El Turpial y quebrada Caiza. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (45): 65-68 + 26 p. en carpeta 14 del DVD.

GRANDE S., F. URBANI y A. MUJICA. 2013b. Petrografía de algunas rocas metamórficas de la región de Ocumarito - Picure - Oricao, estado Vargas, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (45): 68-72 + 21 p. en carpeta 15 del DVD.

GRANDE S., M. BAQUERO, D. MENDI, F. URBANI y A. GÓMEZ. 2023. Petrografía y geocronología de los diques intrusivos en el basamento de la Península de Paraguaná, estado Falcón, NO de Venezuela. *II Congreso Venezolano de Geociencias (XI Congreso Geológico Venezolano),* Caracas, nov. 2023. Inédito.

HACKLEY P., F. URBANI, A. W. KARLSEN y C. P. GARRITY. 2006. Mapa geológico de Venezuela a escala 1:750.000. *U.S. Geological Survey, Open File Report 2006-1109*. http:// pubs.usgs.gov/of/ 2006/1109/

HERNÁNDEZ Ana C. 2013. *Integración geológica de la region Bobare - San Felipe, estados Lara y Yaracuy.* UCV-G., 190 p. http://bibliogeo.ing.ucv.ve/cgi-win/be_alex.cgi?Acceso= T041500007618

HERNÁNDEZ Rosbeidy. 2014. *Geología de la región Terepaima - Sarare - San Rafael de Onoto, estados Portuguesa, Lara, Yaracuy y Cojedes*. UCV-G, 159 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/13601

HESS H. H. 1950. Investigaciones geofísicas y geológicas en la región del Caribe. *Boletín, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo,* 2 (1): 5-22.

HIGGS Roger. 2009. The vanishing Carib Halite Formation (Neocomian), Colombia–Venezuela–Trinidad prolific petroleum province. *En*: JAMES K. H., M. A. LORENTE y J. L. PINDELL (eds). *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Special Publications 328: 659–686. https://www.researchgate.net/publication/258357578

HUMPHREY C. G. 2009. *In-Situ U-Pb secondary ion mass spectrometry (IN-SIMS) geochronology from the Leeward Antilles islands of Aruba, Curaçao, Bonaire, and Gran Roque: Implications for the temporal evolution of the Caribbean Large Igneous Province (CLIP) and early arc magmatism*. Univerasity of Georgia, Athens. Tesis de M.S., 92 p. Reproducido en *Revista Venezolana Cienc. Tierra* (43): 27 + 92 p. en carpeta 20 de DVD. 2012.

HURTADO R. 2026. *Petrología y geoquímica de de la rocas máficas y ultramáficas de Chacao y Cantagallo, estado Guárico*. UCV. Tesis M.S., en progreso.

IBÁÑEZ-MEJÍA M., J. RUÍZ, G. GEHRELS, M. PEPPER*, et al.,* 2011a. Magmatismo y evolución cortical precámbrica en el norte del Cratón Amazónico: evidencias geocronológicas U-Pb y química isotópica de Hf en zircones. *Geos*, UCV, Caracas, (41): 41 + 1 cartel en carpeta 8 de DVD.

IBÁÑEZ-MEJÍA M., J. RUIZ, V. A. VALENCIA, A. CARDONA-MOLINA*, et al.* 2011b. The Putumayo Orogen of Amazonia and its implications for Rodinia reconstructions: New U-Pb Geochronological insights into the Proterozoic tectonic evolution of northwestern South America. *Precambrian Research* 191: 58-77.

JAIMES M. 2012. *Estudio geológico-petrográfico de la zona de Crucito-Albarico-Carabobo, edo. Yaracuy*. UCV-G, 108 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 42: 126-127 + 108 p. en carpeta 5 de DVD, 2012.

KAISER C. 1997. *Multi-component evolution, age and plate-tectonic setting of high-Mg lamprophyric dikes and small gabbroic intrusions on isla Margarita (Venezuela).* Ruhr-Universität Bochum. Tesis doctoral en ciencias naturales, 233 p. http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/KaiserClaudia/diss.pdf

KEHRER L. 1937. Algunas observaciones en capas cretáceas y precretáceas de las partes suroeste y central de Venezuela. *Bol. Geol. y Min*., Caracas, 2(2-4): 49-73. (Trabajo presentado en el 2do. Congreso Geológico Venezolano) (Edición en inglés: Some observations on Cretaceous and Precretaceous beds in the south-western and northern central parts of Venezuela. *Boletín de Geología y Minas*, Ministerio de Fomento, Caracas, 2(2-4): 47-70.

KERR A. C., I. NEILL, F. URBANI, R. SPIKINGS, T. BARRY, *et al.* 2009. The Siquisique basalts and gabbros, Los Algodones, Venezuela: Late Cretaceous oceanic plateau formed within the proto-Caribbean Plate. *AGU, Fall Meeting Abstracts (V41C-2193).* RP 253678360

KLEMM J. G. 1859. Der bergbau in Venezuela. *Berg- und hüttenmännische Zeitung, mit besonderer Berucksichtigung der Mineralogie und Geologie*, Freiberg, 18(31): 277-281; 18(32): 289-293. Traducción al español en *Boletín de Geología, Publicación Especial 14*: 143-164, 2004. https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=nyp.33433090786553;view=1up;seq=289

KONIGSMARK T. A. 1965. Geología del área de Guárico septentrional - Lago de Valencia, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 6(11): 209-285.

KOVACH A., P. M. HURLEY y H. W. FAIRBAIN. 1978. Preliminary Rb/Sr whole rock dating of basement rocks from the Coast Range. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo,* 20(1-3): 86-89.

KUGLER H. G. 1929. *Geological sketch map of central and Eastern Falcon*. North Venezuelan Petroleum. Reproducido en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, (43): 42+ mapa en carpeta 45 de DVD, 2012.

LAR A. 1992. *Étude géochimique de massifs basiques et ultrabasiques (Apa, Todasana, Tinaquillo) de la chaîne tertiaire Caraïbe du Venezuela. Genèse de magmas mantelliques et interaction manteau-croûte*. Universite Paul Sabatier, Toulouse, France. Tesis de doctorado de Universidad. 229 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 138-139 + 229 p. en carpeta 15 de DVD, 2012.

LAUBSCHER H. P. 1955. Structural and petrogenetic aspects of the Baruta area in the Venezuelan Coast Range. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 48 (2): 329-344. https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=egh-001:1955:48::732

LEUZINGER P. 1953. *Geological report on the El Baul area, District of Girardot, state of Cojedes*. (*With appendix by G. Feo Codecido).* Caracas: Mene Grande Oil Co. Informe inédito PLC000821. 36 p.

LÓPEZ V. M., C. DAVEY J. C. Y E. RUBIO S. 1944. Informe geológico y minero de los yacimientos de cobre de Aroa, estado Yaracuy. *Revista de Fomento,* Min. de Fomento, Caracas, 6: 11-166.

LOUBET M., B. MONTIGNY, B. CHACHATI, N. DUARTE, *et al.* 1985. Geochemical and geochronological constraints on the geodynamical development of the Caribbean chain of Venezuela. *En*: A. Masce (Ed.), *Symposium Geodynamique des Caraïbes*, Edit. Technip, Paris, 1: 553-566.

MACDONALD W. D. 1968. Estratigrafía, estructura y metamorfismo de las rocas del Jurásico superior, Península de Paraguaná, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 9(18): 441-458.

MACKENZIE D. B. 1960. La Peridotita de Tinaquillo. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología. Publicación Especial 3*, 2: 761-826.

MACKENZIE D. B. 1966. Geología de la región norte-central de Cojedes. *Boletín de Geología*, Caracas, 8(15): 3-72. http://caelum.ucv.ve/handle/10872/12490

MACLACHLAN J. C., R. SHAGAM y H. H. HESS. 1960. Geología de la región de La Victoria, estado Aragua, Venezuela. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología. Publicación Especial 3*, 2: 676 - 684. Versión en inglés: Geology of the La Victoria area, Aragua, Venezuela. *Bull. Geol. Soc. Am.,* 71(3): 241 - 248.

MACSOTAY O. y T. PERAZA. 1997. Late Jurasssic marine fossils from Northern Venezuela. *Memorias VIII Congreso Geológico Venezolano.* Porlamar, 1997. Sociedad Venezolana de Geólogos, 2: 9-16.

MACSOTAY O. 1972. Significado cronológico y paleoecológico de los amonites desenrollados de la Formación Chuspita del Grupo Caracas. *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. *Boletín de Geología. Publicación Especial 5*. 3: 1703-1710 (El autor no menciona que el hallazgo en campo fue realizado por el geólogo Luis Asuaje).

MACSOTAY O. 2013. Los ammonites heteromorfos de las rocas epimetamórficas mesozoicas de Venezuela y su origen batial. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (45): 85-86.

MACSOTAY O., PERAZA T. y COTILLON P. 2005. Olistostromos, olistolitos y olistones en formaciones sedimentarias del Cretácico y Cenozoico de Venezuela: Origen téctono-sedimentario. *Geos*, UCV, 38: 61 + carpeta 28.

MACSOTAY O., V. VIVAS y P. MOTICSKA. 1995. Biostratigraphy of the

Piemontine Nappe of North-Central Venezuela: Senonian to Eocene gravitational sedimentation. *Boletín de Geología*, *Publicación Especial 10*: 114-124.

MAMBIE S. 2017. *Integración geológica de la región de Ocumare de la Costa-Cagua*. UCV-G.

MANZANO A. 1768. *Don Antonio Manzano, theniente de aquella ciudad. Remite la descripzion geographica. Valencia 10 de septiembre de 1768*. *En*: Felipe Herrera Vial, ed. 1971. *Viajeros por tierras de Carabobo. Siglos XVIII y XIX*. Valencia: Edic. Rectorado, Universidad de Carabobo, p. 225-247.

MARESCH W. 1974. Plate tectonic origin of the Caribbean Mountain System of northern South America: Discussion and proposal. *Geological Society of America Bulletin,* 85: 669-682.

MARESCH W., F. URBANI, H. SCHERTL y K. STANEK. 2010. Field guidebook IGCP 546. Subduction zones of the Caribbean. Subduction/accretion-related high-pressure rocks of Margarita island, Venezuela. November 11-15, 2010. *Geos*, UCV, Caracas, (42): 146-147 + 50 p. en carpeta 20 del DVD, 2012.

MARESCH W. V., R. KLUGE, A. BAUMANN, J. L. PINDELL, G. KRÜCKHANS-LUEDER y K. P. STANEK. 2009. The occurrence and timing of high-pressure metamorphism on Margarita Island, Venezuela: A constraint on Caribbean-South America interaction. *En*: K. JAMES, M. A. LORENTE y J. L. PINDELL (eds.) *The geology and evolution of the region between North and South America*. Geological Society of London, Special Publication 328: 705-741. https://doi.org/10.1144/SP328.28

MARESCH W. V., J. L. PINDELL, R. KLUGE, A. BAUMANN, D. VILLÁGOMEZ, M. R. MANFRED BRIX, S. N. THOMSON, K. P. STANEK, H.-P. SCHERTL y F. FRIEDEMANN. 2024. Three-stage, 70 Myr exhumation of HP/LT rocks on Margarita, Venezuela: Caribbean intra-forearc shear, Grenada Basin rifting, and continental obduction. *Journal of South American Earth Sciences*, 137. http://doi.org/10.1016/j.jsames.2024.104840

MARTÍN BELLIZZIA C. 1961. Geología del Macizo de El Baúl, estado Cojedes. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología, Publicación Especial 3*, 4: 1453-1553.

MARTÍN BELLIZZIA C. y J. M. ITURRALDE DE AROZENA. 1972. Complejo ultramáfico zonado de Tausabana-El Rodeo, gabro zonado de Siraba-

Capuana y complejo subvolcánico estratificado de Santa Ana. *Memorias VI Conferencia Geológica Caribe* (Porlamar): 337-355.

MÁRQUEZ Carlos. 2026. *Integración geológica de la región de Carayaca – Las Tejerías*. UCV-G., en preparación.

MCMAHON C. E. 2001. *Evaluation of the effects of oblique collision between the Caribbean and South American plates using geochemistry from igneous and metamorphic bodies of Northern Venezuela*. Univ. of Notre Dame, Indiana. Tesis doctoral. 227 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 39: 195-196 +210 p. en carpeta 258 de CD, 2008.

MEDERO R. 2015. *Geología de la región Palmichal – Tinaco, estados Yaracuy y Cojedes, Venezuela*. UCV-G. 186 p. Reproducido en http://saber.ucv.ve/handle/123456789/13571

MÉNDEZ J. G. y E. H. GUEVARA. 1969. *Isopach map of the Caujarao Formation and equivalents*. Caracas: Cia. Shell de Venezuela. Mapa inédito. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (40): 105 + mapa en carperta 100 del DVD, 2010.

MÉNDEZ J. y E. NAVARRO. 1987. Caracterización geoquímica de las metalavas de la Formación Tacagua. *Memorias 1ras. Jornadas de Investigación en Ingeniería*, UCV, Nov. 1997. Caracas, p. 44-47.

MENDI D. 2016. *Petrogénesis del depósito de cromita en la península de paraguaná, Venezuela: implicaciones económicas*. Universidad de Granada, España. Master en Geología Aplicada a los Recursos Minerales. 55 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/16834

MENDI D. y E. RODRÍGUEZ. 2005. *Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón*. UCV-G, 184 p. Publicado en: *Geos*, UCV, Caracas, (38): 93-94 + 184 p. en carpeta 43 de CD, 2006.

MENDI D., S. GRANDE, E. CARABALLO, G. GARBÁN*, et al.* 2011. Dos localidades de interés mineralógico del estado Yaracuy, Venezuela: Pegmatita turmalinífera en Farriar y un nódulo de barita del cerro La Zurda. *Geos*, UCV, Caracas, (41): 48-50 + 19 láminas en carpeta 12 del DVD.

MENDI D., M. BAQUERO, E. P. OLIVEIRA, F. URBANI,A. GÓMEZ*, et al.,* 2013. Petrography and U-Pb zircon geochronology of igneous-metamorphic units in Mesa de Cocodite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *American Geophysical Union, Meeting of the Americas*. Cancun, México. *Spring Meeting 2013*, abstract #V53A-02. Disponible en

http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUSM.V53A..02M (En español: Petrografía y geocronología U-Pb en zircones de las unidades ígneo-matamórficas en la Mesa de Cocodite, Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (45): 99-102 + 1 cartel + 19 láminas en carpeta 26 del DVD, 2013).

MENDI D., F. URBANI, M. BAQUERO, S. PARRONDO, *et al.,* 2017. *Paraguaná Peninsula, Venezuela: A compilation of geological information - Una recopilación de información geológica.* Caracas: Edic. FUNVISIS. RP 312971335

MENDI D., F. URBANI, W. REÁTEGUI, A. GÓMEZ, R. HURTADO y A. RODRÍGUEZ. 2019. *Mapa geológico de la región de Mesa de Cocodite, Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela*. 1: 10k. UCV, Dept. de Geología. https://www.researchgate.net/publication/339237268

MENDI D., J. M. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, J. A. PROENZA, F. URBANI Y E. GERVILLA. 2020. Petrogenesis of the cromitite body from the Cerro Colorado ophiolite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *Boletín Sociedad Geológica Mexicana,* 72 (5), 28 p.

MENÉNDEZ A. 1965. Geología del área de El Tinaco, Centro Norte del estado Cojedes, Venezuela. *Boletín de Geología,* Caracas, 6(12): 417 - 543.

MENÉNDEZ A. 1966. Tectónica de la parte central de las montañas occidentales del Caribe, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 8(15): 116-139.

MISTAGE María, F. URBANI y Ángel FRANCO. 1989. Estudio geológico de los cerros El Rodeo y Arajó, península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1989. Sociedad Venezolana de Geólogos, 1: 83-98.

MONTOYA K. 2015. *Geología de la región Barquisimeto - Nirgua, estados Lara y Yaracuy*. UCV-G, 163 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/13570

MORGAN B. A. 1970. Petrology and mineralogy of eclogite and garnet amphibolite from Puerto Cabello, Venezuela. *Journal of Petrology* 11(1): 101-145.

MUESSIG K. W. 1978. The central Falcon igneous suite, Venezuela: alkaline basaltic intrusions of Oligocene-Miocene age. *Geol. en Mijn*., 57(2): 261-266.

MUESSIG K. W. 1979. *The Central Falcon igneous rocks, Northwestern Venezuela: their origin, petrology, and tectonic significance*. Univ. de Princeton, New Jersey, Tesis doctoral. 281 p.

MUESSIG K. W. 1984. Structure and Cenozoic tectonics of the Falcon Basin, Venezuela, and adjacent areas. *En*: The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics. *Geological Society of America Memoir* 162: 217-230.

MUJICA NADAL A. 2017. *Geología de la región de Araya - Saucedo, estado Sucre*. UCV-G. 368 p. RP 317973743

MURRAY C. G. 1972. Zoned ultramafic complexes of the Alaskan type: Feeder pipes of andesitic volcanoes. *Geological Society of America Memoir* 132: 313-335.

NACSN - NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 2005. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bulletin*, 89(11): 1547–1591.

NAVARRO E. 1974. *Petrogenesis of the eclogitic rocks of isla de Margarita, Venezuela*. Univ. of Kentucky, USA, Tesis doctoral, 259 p. Reproducido en *Geos,* UCV, Caracas, (39): 196-197 + 240 p. en carpeta 259 del DVD, 2008.

NAVARRO E. 1983. Petrología y petrogénesis de las rocas metavolcánicas del Grupo Villa de Cura. *Geos*, UCV, Caracas, (28): 170-304.

NEILL I., A. C. KERR, A. R. HASTIE, J. L. PINDELL y I. L. MILLAR. 2013. The Albian-Turonian Island Arc Rocks of Tobago, West Indies: Geochemistry, Petrogenesis, and Caribbean Platetectonics. *Journal of Petrology*, 54(8): 1607-1639.

NEILL I., A. C. KERR, K. R. CHAMBERLAIN, A. K. SCHMITT, F. URBANI, *et al. 2*014. Vestiges of the proto-Caribbean seaway: Origin of the San Souci Volcanic Group, Trinidad. *Tectonophysics*, 626: 170-185.

NOGUERA M. 2008. *Analysis of provenance of Late Cretaceous – Eocene turbidite sequences in Northern Venezuela, tectonic implications on the evolution of the Caribbean*. University of Georgia, Dept. Geology, M.S. Thesis, 209 p. Reproducido en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (45): 168 + 209 p. en carpeta 67 de DVD, 2013.

NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, A. PARRINELLO*, et al.* 2010. Detrital zircon geochronology of Paleocene/Eocene turbidites from Venezuela and offshore islands: Implications for Late Cretaceous subduction initiation along the Leeward Islands and Aves ridge. *Geos*, UCV, Caracas, (40): 29 + 1 cartel en DVD.

NOGUERA M., J. E. WRIGHT, F. URBANI y J. PINDELL. 2011. U-Pb geochronology of detrital zircons from the Venezuelan passive margin:

Implications for an Early Cretaceous proto-Orinoco river system and proto-Caribbean ocean basin paleogeography. *Geologica Acta*, 9(3-4): 265-272. RP 286291467

NUÑEZ S. 2015. *Geología de la región Tinaquillo-Cachinche-Chaparrote, estados Cojedes, Carabobo y Guárico*. UCV-G, 190 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/13568 http://saber.ucv.ve/handle/10872/13568?mode=full

ORIHUELA N. y F. URBANI. 1997. Estudio magnetométrico del Complejo Apa, Guatopo, estado Miranda. *Geos* 32: 104-109.

OSTOS M. 1981. *Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas - La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, D.F.* UCV-G, Trabajo de ascenso, 279 p.

OSTOS M. 1992. *Tectonic evolution of the south-central Caribbean based on geochemical and structural data*. Houston: Rice University, tesis PhD. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (30): 1-194.

OSTOS M. y E. NAVARRO. 1986. Faja de Villa de Cura. ¿Realmente un complejo de arco de isla alóctono?. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1985. Sociedad Venezolana de Geólogos. 10: 6615-6637.

OSTOS M., E. NAVARRO y F. URBANI. 1989. Edad Rb/Sr del Augengneis de Peña de Mora, Cordillera de la Costa. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1989. Sociedad Venezolana de Geólogos. 1: 127-136.

OSTOS M., F. YORIS y H. AVÉ-LALLEMANT. 2005. Overview of the Southern Caribbean - South American plate boundary zone. *En*: H. G. AVÉ-LALLEMANT y V. B. SISSON (eds.). *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela*. Geological Society of America, Special Paper 394: 53-89.

OTERO P. y SAN MARTÍN A. 2003. Geología de la zona de Conoropa, Caucagua, estado Miranda. UCV-G, 146 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (36): 87 + 146 p. en carpeta 1.2.8 del CD, 2004.

OXBURG E. R. 1965. Geología de la región oriental del estado Carabobo, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 6(11): 113-208. (Versión en inglés: Geology and metamorphism of Cretaceous rocks in eastern Carabobo state, Venezuelan Coast Ranges. *Geological Society of America Memoir* 98: 241-310, 1966).

PALACIO M. E. 1891a. Plano de la mina del Espíritu Santo. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela*, 1(2). Mapa suelto 33x53 cm, escala 1:200 (Mina de oro de Baruta, Miranda).

PALACIO M. E. 1891b. Carta al Presidente del estado Miranda. *Boletín de la Riqueza Pública de los Estados Unidos de Venezuela*, 1(3): 52-53 (Minas de cobre de Carrizal, Miranda).

PÉREZ-S. M. 2012. *Geología de la región de Cerro Pelón, Serranía de Portuguesa, estado Portuguesa*. UCV-G, 216 p. http://saber.ucv.ve/handle/123456789/14362

PETRÁSH. D. A. y C. A. REVANALES. 2006. *Integración geológica de la península de Paria, estado Sucre*. UCV-G. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (40): 68-70 + 319 p. en carpeta 41 del DVD, 2010.

PIMENTEL N. 1976. Geología de la Isla de Toas. *Memorias Segundo Congreso Latinoamericano de Geología,* Caracas. *Boletín de Geología, Publicación Especial 7,* 2: 523-525.

PINDELL J. L. y L. KENNAN. 2009. Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: an update. *Geological Society,* Londres, *Special Publications 328*: 1-55. doi: 10.1144/SP328.1

PINDELL J. L., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANECK, *et al.* 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. *En*: H. G. Avé-Lallemant y V. B. Sisson (eds.), 2005. *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela*. Geological Society of America Special Paper, 394: 7-52.

PINDELL J. L., L. KENNAN, D. WRIGHT y J. ERIKSON. 2009. Clastic domains of sandstones in central/eastern Venezuela, Trinidad, and Barbados: heavy mineral and tectonic constraints on provenance and palaeogeography. *Geological Society,* London, *Special Publications 328*: 743-797.

PINDELL J., W. V. MARESCH, F. URBANI, E. SCHERER, H.-P. SCHERTL, K. STANEK, W. DUAN y D. VILLAGÓMEZ. 2025. Late Eocene Lu–Hf ages on Carayaca (Puerto Cabello) eclogites: reconstructing the history of the Cordillera de la Costa Central, northern Venezuela. *Journal of the Geological Society*, Londres. 182, 31 pp. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.7772236

REÁTEGUI W. 2011. Reconocimiento geológico de la región comprendida entre Guacamuco y Puente Limón, municipios Urdaneta y Federación, edos. Lara y Falcón. *Geos*, UCV. Caracas, 42, 129-130 + 172 p. en carpeta 9 de DVD.

REATEGUI W., M. BAQUERO, F. URBANI, V. VALENCIA, D. MENDI y A. GÓMEZ. 2013. Ocurrencias de rocas metaígneas dentro de las áreas de afloramientos de la Filita Urape y los esquistos Las Mercedes y Chuspita, estado Miranda. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra* (*Geos*), UCV, Caracas, 45: 117-119 + 21 p. en carpeta 33 del DVD.

REKOWSKI F. y L. RIVAS. 2005. Integración geológica de la isla de Margarita, estado Nueva Esparta. UCV-G, 242 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (38): 97-98 + 242 p. en carpeta 48 del CD, 2006.

RENZ O. 1948. *Geological report Nº CPMS-277. Paraguana peninsula. Subsurface data on Paraguana. Photogeology of Paraguana. Petrography of Paraguana. Macrofossils from Paraguana. Comments.* Londres: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-993. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, *(*40): 109 + 53 p. en DVD carpeta 102, 2010.

RENZ O. 1960, Geología de la parte sureste de la Peninsula de la Guajira (República de Colombia). *Memoria III Congreso Geológico Venezolano*. Caracas, 1959. *Boletín de Geología, Publicación Especial 3*, 1: 317–347.

RENZ O. y SHORT K. C. 1960. Estratigrafía de la región comprendida entre el Pao y Acarigua, estados Cojedes y Portuguesa. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología, Publicación Especial 3*, 1: 277-315.

REYES A. 2008. *Edad y relaciones de campo del Grupo el Barbasco, macizo de El Baúl.* ULA, Trabajo de Ascenso, 266 p. Reproducido en *Geos,*UCV, Caracas, 39: 202 + 266 p. en carpeta 266 del DVD.

RIVAS D., E. ALVAREZ, O. MACSOTAY y V. VIVAS. 1985. El Corrimiento de Chuparipal, contacto metamórfico-sedimentario en el noreste de Venezuela. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*. Caracas, tomo IV: 2649-2662, 5 figs.

ROD E. 1955. Trilobites in metamorphic rocks of El Baúl, Venezuela. *AAPG Bull.*, 39(9): 1865-1869.

RODRÍGUEZ S. 1970. Estudio preliminar sobre depósitos de yeso, estado Yaracuy. *Bol. Infor. Asoc. Venez. Geol., Miner. Petrol.* 13(3): 101-106.

ROLLINS J. F. 1965. *Stratigraphy and structure of the Goajira peninsula, northwestern Venezuela and northeastern Colombia.* University of Nebraska, Lincoln, Tesis de Ph.D. En: *University of Nebraska Studies*, 30: 1-102.

SÁNCHEZ Yara. 2018. *Integración geológica de la región de Caracas – Santa Teresa del Tuy*. UCV-G.

SANDOVAL M. I. 2015. *Late Mesozoic to Neogene radiolarian biostratigraphy and palaeoceanography in the Caribbean and East Pacific Region.* Université de Laussane, Institut des Sciences de la Terre. Tesis doctoral, 261 p.

SANDOVAL M. I., P. O. BAUMGARTNER, F. URBANI y W. REATEGUI. 2023. Cretaceous radiolarians from the Siquisique Ophiolite (northern Venezuela). *Journal of Southamerican Earth Sciences*, 127. 104364

SCHERER W., *Ed.* 1997. *Código geológico de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. http://labgeomucv.ing.ucv.ve/

SCHUBERT C. 1972. Geología de la península de Araya, Estado Sucre. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano.* Caracas, 1969. *Boletín de Geología. Publicación Especial 5*, 3: 1823-1886.

SCHUBERT C. y P. MOTISCKA. 1973. Reconocimiento Geológico de las Islas Venezolanas en el Mar Caribe, entre Los Roques y Los Testigos (Dependencias Federales); I, Introducción e Islas Centrales. *Acta Científica Venezolana,* 23: 210-223.

SCHUBERT C. y P. MOTISCKA. 1973. Reconocimiento Geológico de las Islas Venezolanas en el Mar Caribe, entre Los Roques y Los Testigos (Dependencias Federales); II, Islas orientales y conclusiones. *Acta Científica Venezolana,* 24: 19-31.

SCHURMAN H. M. E. 1950. Glaukophangesteine aus Venezuela. *Neues Jahrb. Min. Monatshefte,* 7: 145-156.

SEIDERS V. 1965. Geología de Miranda central, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 6(12): 289-416.

SEIJAS F. J. 1972. Geologia de la region de Carupano. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano.* Caracas, 1969. *Boletín de Geología, Publicación Especial 5*, 3: 1887-1923.

SEYLER M. y P. H. MATTSON. 1989. Petrology and thermal evolution of the Tinaquillo Peridotite (Venezuela). *Journal of Geophysical Research, B, Solid Earth and Planets,* 94(6): 7629-7660.

SEYLER M., J. L. PAQUETTE, G. CEULENEER, J. R. KIENAST*, et al.* 1998. Magmatic underplating, metamorphic evolution and ductile shearing in a

Mesozoic lower crust-upper mantle unit (Tinaquillo, Venezuela) of the Caribbean Belt. *Journal of Geology,* 106(1): 35-58.

SHAGAM R. 1960. Geología de Aragua central (Venezuela). *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología, Publicación Especial 3*, 2: 574-675. Versión en inglés: Geology of central Aragua, Venezuela. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 71(3): 249-302.

SIFONTES R. S. 1972. Estudio geo-económico de la región de Carupano. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1969. *Boletín de Geologóa, Publicación Especial 5*, 4: 2789-2826.

SISSON V. B., I. E. ERTAN y H. G. AVE-LALLEMANT. 1997. High pressure (~2000 MPa) kyanite- and glaucophane-bearing pelitic schist and eclogite from Cordillera de la Costa belt, Venezuela. *Journal of Petrology* 38(1): 65-83.

SISSON V. B., H. G. AVE-LALLEMANT, M. OSTOS, A. E. BLYTHE, *et al.* 2005. Overview of radiometric ages in three allochtonous belts of northern Venezuela: Old ones, new ones, and their impact on regional geology. *En*: H. G. AVÉ-LALLEMANT y V. B. SISSON, eds. *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela.* Geological Society of America Special Paper, 394: 91-118.

SKERLEC G. M. 1979. *Geology of the Acarigua area, Venezuela.* Princeton University. Tesis doctoral. 312 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (39): 199-200 + 312 p. en carpeta 263 de DVD, 2007.

SMITH C. A., V. B. SISSON, H. G. AVÉ LALLEMANT y P. COPELAND. 1999. Two contrasting pressure-temperature-time paths in the Villa de Cura blueshist belt, Venezuela: Possible evidence for Late Cretaceous initiation of subduction in the Caribbean. *Geological Society of America Bulletin,* 111(6): 831-848.

SMITH R. J. 1952. Geología de la región de Los Teques – Cúa. *Boletin de Geologia,* Caracas, 2(6): 333 - 406. Versión en inglés: Geology of the Los Teques - Cúa region, Venezuela. *Geological Society of America Bulletin,* 64(1): 41-64.

SPEED R. C, W. D. SHARP y K. A. FOLAND. 1997. Paleozoic granitoid gneisses of northeastern Venezuela and the North America – Gondwana collision zone. *Journal of Geology*, 105: 457-470.

STEPHAN J. F. 1982. *Evolution géodinamique du domain Caräibe, Andes et Chaine Caräibe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla).* Univ. Pierre et Marie

Curie (Paris VI). Tesis de doctorado de estado. 512 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 142-143 + 512 p. en carpeta 18 en DVD, 2012.

SUEIRO R. y L. URBINA. 2005. *Petrografía y geoquímica de las rocas de la Serranía del Litoral, Cordillera de la Costa*. UCV-G. 525 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 40: 72-74 + 525 p. en carpeta 45 de DVD. 2010.

TALUKDAR S. y D. LOUREIRO. 1982. Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: Metamorfismo y deformación. Evolución del margen septentrional de Suramérica en el marco de la tetónica de placas. *Geos*, UCV, Caracas, (27): 15-76.

TAYLOR G. C. 1960 Geología de la isla de Margarita, Venezuela. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano,* Caracas, 1959. *Boletín de Geología, Publicación Especial 3*, 2: 838-889.

TORO-TORO L. M., M. MORENO, A. DE JESÚS GÓMEZ y J. GIRALDO. 2014. Metagabros de la isla Gran Roque (Venezuela). Geoquímica y petrografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. 38(148): 312-320. http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.131

UNGER L. M., V. B. SISSON y H. G. AVE-LALLEMANT. 2005. Geochemical evidence for island-arc origin of the Villa de Cura blueschist belt, Venezuela. *En*: H. G. AVÉ-LALLEMANT y V. B. SISSON (eds.). *Caribbean-South American plate interactions, Venezuela*. Geological Society of America Special Paper, 394: 223-249.

URBANI F. 1969. Primera localidad fosilífera del Miembro Zenda de la Formación Las Brisas, Cueva El Indio, La Guairita, Edo. Miranda. *Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo*, 12(12): 446-453.

URBANI F. 1971. Acumulaciones de biotita en esquistos cuarzo-micáceos, Vallecito, estado Carabobo. *Geos*, UCV, Caracas, 19: 31-40.

URBANI F. 1973. Notas sobre el hallazgo de fósiles en rocas metamórficas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Bol. Inform. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petrol.,* 16(4-6): 41-54.

URBANI F. 1982. Comentarios sobre algunas edades de las rocas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Geos*, UCV, Caracas, (27): 77-85.

URBANI F. 1988. Algunos complejos de rocas metaígneas en la Cordillera de la Costa. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, UCV, Caracas, 3(2): 22-31.

URBANI F. 1989. *Geología de dos geo-transversales de la Cordillera de la Costa.* Separata de Bol. Geociencias, UCV, Caracas, nos. 13-16. RP 390846590

URBANI F. 2004. La sección geológica del Río Miguelena, Camurí Grande, estado Vargas. Venezuela: Una ventana a la geología de la Cordillera de la Costa. Guía de excursión. *Geos*, UCV, Caracas, 36 (2003): 96 + 62 p. en carpeta 2.2 en CD. RP 289374489

URBANI F. 2008. Revisión de la nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela. *Boletín Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, Caracas, 68(3): 27-44. RP 44268411

URBANI F. 2010. Sillimanita en el norte de Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, 40: 39-40 + 34 p. en carpeta 21 de DVD.

URBANI F. 2012a. Conversaciones sobre la geología de la Cordillera de la Costa ¿Donde y cuando se formaron las distintas unidades que conforman la Cordillera?. *Geos*, UCV, Caracas, 42: 148-150 + 87 láminas en carpeta 21 en DVD.

URBANI F. 2015. Terrane distribution in North-Central Venezuela. *En*: M. SCHMITZ, F. AUDEMARD y F. URBANI, eds. *The northeastern limit of the South American Plate: Lithospheric structures from surface to mantle / El límite noreste de la placa suramericana: estructuras litosféricas de la superficie al manto*. Caracas: Edit. Innovacion Tecnológica, Facultad de Igeniería, UCV, Capítulo 3: 79-102. RP 289526277

URBANI F. 2018. Una revisión de los terrenos geológicos del Sistema Montañoso del Caribe, Norte de Venezuela. *Boletín de Geología,* INGEOMIN, Caracas, 36: 118-216. https://www.researchgate.net/publication/326834892

URBANI F., ed. 2021. *Geología del norte de los estados Lara y Yaracuy*. Vol. 1. Caracas, Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Fundación Geos, pp. https://www.researchgate.net/publication/355164656 Vol. 2. *Atlas Geológico*. F. URBANI y Alí GÓMEZ. https://www.researchgate.net/publication/352771220

URBANI F. y J. A. RODRÍGUEZ. 2004. *Atlas geológico de la Cordillera de la Costa, Venezuela.* Caracas: Fundación Geos-UCV and Funvisis, xii + 146 mapas a escala 1:25.000. RP 49505013

URBANI F. y M. OSTOS. 1989. El Complejo Ávila, Cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, (29): 205-217.

URBANI F., F. YORIS, O. RENZ, E. SZCZERBAN y P. JUNG. 1989. Una localidad fosilífera en la Fase Tacagua, Cordillera de la Costa. *Geos*, UCV, Caracas, (29): 274-275.

URBANI F., G. AROSTEGUI, C. MACHILLANDA y C. VILLALTA. 1997 Variación del contenido de dolomita en mármoles de la parte central de la Cordillera de la Costa, Distrito Federal y estado Miranda, Venezuela. *Memorias VIII Congreso Geológico Venezolano*, Sociedad Venezolana de Geología, Porlamar, 2: 455–461.

URBANI F., L. CAMPOSANO, F. AUDEMARD y H. AVE LALLEMANT. 2005. *Cordillera de la Costa, Venezuela: Geological field trip. October 8 and 9, 2005*. Caracas: Edic. FUNVISIS, 39 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, (38): 125-126 + 39 p. en carpeta 81 en CD. 2006. RP 289374827

URBANI F., D. MENDI, S. GRANDE, I. BARITTO, L. URBINA & L. A. CAMPOSANO. 2007. Notas petrológicas sobre las "Rocas Volcánicas de El Totumo", Sierra de Perijá, estado Zulia. *Geos,* UCV, 39: 145-147.

URBANI F., J. WRIGHT, S. GRANDE y P. VISCARRET. 2008. La metadiorita de Todasana, Cordillera de La Costa, estado Vargas: Geología y geocronología. *Geos*, UCV, Caracas, (39): 94 + 10 p. + 23 láminas en carpeta 163 en DVD.

URBANI F., S. GRANDE, M. LUCARELLI, L. GONZÁLEZ y L. MELO. 2012. Notas sobre los esquistos de Las Mercedes y Chuspita, edo. Miranda, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, (42): 15-29.

URBANI F., U. MARTENS y J. E. PINDELL. 2013a. U-Pb zircon ages from Yumare, Peña de Mora and San Julián units, Cordillera de la Costa, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* 45: 141-144.

URBANI F. , M. AZANCOT y R. COELLO. 2013b. *Mapas geológicos del archipiélago de Los Monjes, Guajira e Isla de Toas, Venezuela noroccidental.* Caracas: Edic. FUNVISIS. RP 306079285

URBANI F., S. GRANDE, A. GÓMEZ, D. MENDI*, et al.* 2015a. Descripción estratigráfica actualizada de algunas unidades geológicas de la región comprendida entre Carora y Cabo Codera, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* (47): 1-19.

URBANI F. , M. BAQUERO, S. GRANDE, V. VALENCIA*, et al.,* 2015b. Nuevas edades U-Pb de rocas igneo-metamórficas del estado Yaracuy. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.* Caracas, 75(1): 33-52. RP 296703319

URBANI F. , S. GRANDE, M. BAQUERO, F. LOZANO, *et al.,* 2015c. Petrología de las unidades metamórficas de la región de Yumare, estados Yaracuy y Falcón, Venezuela. *En*: M. SCHMITZ, F. AUDEMARD y F. URBANI, Eds. *El límite noreste de la placa suramericana: estructuras litosféricas de la superficie al manto*. Caracas: Edit. Innovación Tecnológica, Facultad de Ingeniería, UCV, Capítulo 10: 203-230. RP 289526271

URBANI F., S. GRANDE, M. BAQUERO, I. BARITTO*, et al.,* 2015d. Los diques de basalto de la quebrada Yaracuybare, municipio Silva, estado Falcón, Venezuela. *En*: En: M. SCHMITZ, F. AUDEMARD y F. URBANI, eds. *The northeastern limit of the South American Plate: Lithospheric structures from surface to mantle*. Caracas: Edit. Innovacion Tecnológica, Facultad de Ingeniería, UCV, Capítulo 9: 231-248. RP 289526203

URBANI F. , P. DIAZ. y A. GOMEZ. 2017. *Mapas geológicos de Venezuela centro-occidental. Estados Lara, Yaracuy, Falcón, Cojedes y Portuguesa.* Caracas: Edic. Electrónica FUNVISIS. DOI 10.13140/RG.2.2.23006.74563

URBANI F., S. GRANDE y P. DÍAZ. 2018. Gasterópodos de la Formación Escorzonera rellenos de material volcánico, Morros de San Juan, Estado Guárico. *Boletín de la Avademia nacional de la Ingenieríay el Hábitat*, Caracas, 38: 690-709.

VAN DER LELIJ R., R. SPIKINGS, A. ULIANOV, M. CHIARADIA y A. MORA. 2013. Zircon U-Pb geochronology and isotope geochemistry of igneous and metamorphic rocks from the Mérida Andes and the Santander Massif: The tectonic history of north-western Gondwana from 500 Ma to 190 Ma. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, (45): 144-145 + cartel en carpeta 43 del DVD.

VAN DER LELIJ R.,, R. SPIKINGS, A. ULIANOV, M. CHIARADIA Y A. MORA. 2016. Palaeozoic to Early Jurassic history of the northwestern corner of Gondwana, and implications for the evolution of the Iapetus, Rheic and Pacific Oceans. *Gondwana Research*, 31: 271-294.

VAN STAAL C. R., K. L. CURRIE, G. ROWBOTHAM, N. ROGERS y W. GOODFELLOW. 2008. Pressure-temperature paths and exhumation of late Ordovician-Early Silurian blueschists and associated metamorphic nappes of the Salinic Brunswick subduction Complejo, northern Appalachians. *Geological Society of America Bulletin,* 120: 1455-1477.

VIETE D. R.,, A. R. C. KYLANDER-CLARK y B. R.HACKER, 2015a. Single-shot laser ablation split stream (SS-LASS) petrochronology deciphers multiple, short-duration metamorphic events. *Chemical Geology,* 415: 70-86.

VIETE D. R., HACKER B. R., KYLANDER-CLARK A. R. C., VIETE H. A., SEWARD G. E., ALLEN M. B. y URBANI F. 2015. U–Pb petrochronology of eclogite–amphibolite rocks from Puerto Cabello, Venezuela: Rapid exhumation following late Eocene, proto-Caribbean (Atlantic)? subduction. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, UCV, Caracas, 47: 235-237.

VIGNALI, M. 1965. Estudio geológico de las rocas sedimentarias de Araya. *Geos*, UCV, Caracas, (13): 23-36.

VIGNALI M. 1977. Geology between Casanay ans El Pilar (El Pilar Fault zone), Sucre, Venezuela. *Memorias VIII Conf. Geol. Caribe,* Curazao. *Resúmenes*, p. 215.

VIGNALI, M. 1979. Estratigrafía y estructura de las cordilleras metamórficas de Venezuela oriental (península de Araya Paria e isla de Margarita). *Geos*, UCV, Caracas, (25): 19-66.

VISCARRET P. 2009. *Geología del macizo de El Baúl, estado Cojedes, con énfasis en la petrología de las rocas graníticas*. UCV, Fac. Ingeniería, Tesis Doctoral, 2 vol., 404 p. Reproducido en *Geos,* UCV, Caracas, (41): 95-96 + 404 p. carpeta 37 DVD, 2011.

VILLAGÓMEZ D., J. PINDELL, F. URBANI, H. FOURNIER y A. BELTRÁN. 2015. New Ar-Ar age determinations from Las Brisas, Aroa and Mamey metasedimentary units, North-Central Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra,* 47: 238-240.

VISCARRET P. y F. URBANI. 2010. Revisión de las investigaciones geológicas realizadas en el macizo de El Baúl, estado Cojedes, Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.* Caracas, 70(4): 27-29.

VISCARRET P., F. URBANI, E. CARABALLO y R. COELLO. 2013. *Mapas geológicos del macizo de El Baúl, estado Cojedes, Venezuela*. Caracas: Edic. FUNVISIS. RP 308903281

VIVAS V. y O. MACSOTAY. 1997. Reinterpretación de la cobertura sedimentaria Cretácico-Paleógena de la Napa de Villa de Cura, Venezuela nor-central. *Mem. VIII Congr. Geol. Venezolano*, Soc. Venezolana Geól., 2: 517-525.

WILLNER A. P. 2020. Very-low-grade Metamorphism. *En*: Encyclopedia of Geology, Academic Press, London, Oxford, Boston, New York, San Diego (2nd Edition), 513–521.

WOLCOTT P. P. 943. Fossils from metamorphic rocks of the Coast Range of Venezuela. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.,* 27: 1632.

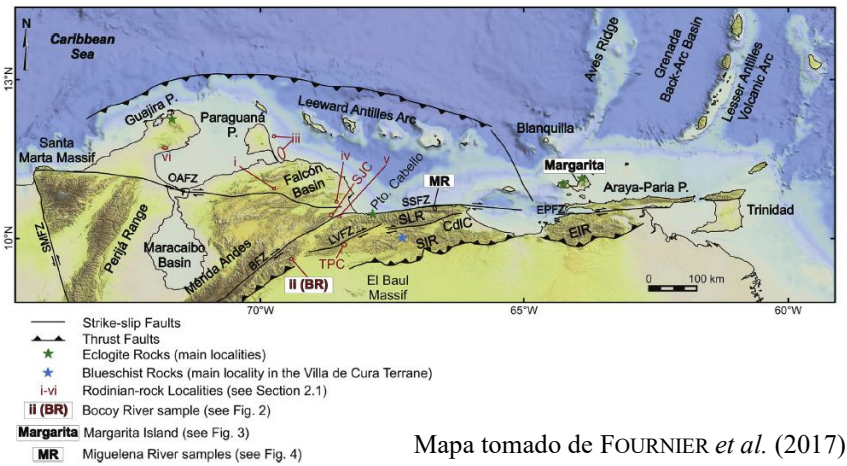
WRIGHT J. E. y S. J. WYLD. 2004. Aruba and Curacao: Remnants of a collided Pacific Oceanic Plateau? Initial geologic results from the BOLIVAR Project. *EOS Trans.*, AGU, 85(47), Fall Meet. Suppl., Abstract T33B-1367.

WRIGHT J. E. y S. J. WYLD. 2011. Late Cretaceous subduction initiation on the eastern margin of the Caribbean-Colombian Oceanic Plateau: One Great Arc of the Caribbean (?). *Geosphere,* 7(2): 468-493.

YNFANTE M. 2017. *Integración geológica de la región Morón-Valencia*. UCV-G.

YORIS F. y M. OSTOS. *1997*. Geología de Venezuela: Geología General y Cuencas Petrolífera*s*. *En*: J. SINGER (Ed.). WEC 1997. *Evaluación de Pozos. Caracas: Schlumberger*, p. 3-44.

ZULUAGA C., A. OCHOA, C. MUÑOZ, N. GUERRERO, A. M. MARTÍNEZ, *et al.* 2009. *Memoria de las Planchas 2, 3, 5 y 6 (con parte de las planchas 4, 10 y 10bis). Proyecto de investigación: Cartografía e historia geológica de la Alta Guajira*. Bogotá: INGEOMINAS, 563 p. https://es.scribd.com/document/365389059/memoria-placha-2-3-4-5-6



Mapa tomado de FOURNIER *et al.* (2017)

Agradecimientos

Presento mi agradecimiento y respetos a la Ilustre Universidad Central de Venezuela, *la casa que vence las sombras*, mi segundo hogar, donde me formé y por cinco décadas desarrollé casi toda mi carrera profesional, con la directriz de enseñar por medio de la investigación en campo y laboratorio. Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico - UCV por el apoyo financiero en múltiples proyectos de investigación, tanto individuales como en grupos. A mis colegas profesores, especialmente aquellos del "Laboratorio 330"[1].

Mi gratitud a la entonces buena Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), período 2001-2015, por el apoyo financiero a las actividades de campo y becas a tesistas, a través de los proyectos "*Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana - GEODINOS*" (coordinado por el Dr. Michael Schmitz) e "*Investigaciones geológicas en las regiones de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela*" (coordinado por F. Urbani). A todo su personal profesional, técnico y de servicio; con especial mención a la Profesora Nuris Orihuela, presidenta en los años 2000-2007 y, a Marina Peña González por el impecable dibujo de muchas de las figuras que acompañan esta obra.

[1] QUESADA ESTÉVEZ Antonio, E. NAVARRO , F. URBANI y D. 2009. Evolución del "Laboratorio 330" de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV. *Geos* 40: 124 + 8 p. en carpeta 112 del DVD suplementario.

A mis 126 tesistas de pre y postgrado[2] en temas de cartografía geológica, petrografía o geoquímica en zonas con rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela, 1975-2025: Adrián Castillo, Adrián Díaz, Adriana Alvarado, Alberto San Martín, Alejandra Carpinteri, Alfredo Aranguren, Alfredo Chirinos, Alfredo Pérez, Alí Gómez, Alicia Núñez, Ana Cristina Hernández, Andrei Ichaso, Andrés Mujica, Andrés Sánchez, Andrés Solórzano, Aniuska Albertos, Anna Crisafi, Argenis Bravo, Arturo Mussari, Bice Cortiula, Brian Vilas, Bruno De Toni, Carlos Márquez, Carlos Ramos, Carmen Arreaza, Claudia Cabrera, Corina Rodríguez, Cristina Revanales, Daniel Azuarte, Daniel Petrash, David Mendi, David Vallenilla, Edgar Reyes, Eliana Rodríguez, Emira Cabrera, Enrique Novoa, Enzo Caraballo, Fabiana Rekowsky, Federico Puche, Felipe Spena, Fernando Lozano, Fernando Nevado, Francisco Barrios, Gladys Johanna Martínez, Glenda García, Graziana Valletta Alceste, Gustavo Flores, Gustavo Nieto, Gustavo Ugueto, Herbert Fournier, Hildemaro Rodríguez, Ignacio Sabino, Iliana Aguilar, Ivanka Kancev, Javier Azpiroz, José Baena, José Silva, José Zavatti, Juan Carlos Suárez, Juan Francisco Peraza, Karen Montoya, Karla Tirado, Katerina Bukor, Leonardo Rivas, Leyla Angulo, Lilian Osuna, Liliana Urbina, Lisely Omaña, Lucia Barboza, Luis García, Luis Melo, Luís Peña, Luis Zerpa, Manfred Frass, Manuel Andrade, Manuel Anzacot, Manuel Idalberto Quintero, María Carolina Orta, María Lucarelli, María Magdalena Mistage, María Sanabria, Maria Teresa Cantisano, Marialejandra Pérez, Mariela Ynfante, Marjuly Jurado, Marlyne Jaimes, Daniel Ricci, Mauricio Tagliaferro, Mercedes Mata, Miguel Marquina, Nestor Flores, Nicolás Escalona, Omar Contreras, Pablo López, Patricia Tardáguila, Patrick Bauduhín, Patxi Viscarret, Pedrimar Díaz, Pedro Muñoz, Pedro Otero, Pedro Rojas, Pedro Varguillas, Rafael Araujo, Rafael Falcón, Raiza Lárez, Raiza Sueiro, Raúl Caldevilla, Raúl Coello, Raúl Sánchez, Redescal Uzcátegui, Renier Medero, Roberto Herrera, Rosbeidy Hernández, Saraí Pernía,

[2] Actuando como Tutor, o como Cotutor Académico junto a los profesores Enrique Navarro, Ricardo Alezones, Suhas Talukdar, Daniel Salcedo, Lenín González y Feliciano de Santis.

Saul Valero, Sebastián Grande, Sergio Núñez, Sinahir Mambie, Siul Rodríguez, Víctor Cano, Víctor León, Víctor Vivas, Victoria Coello, Victoria Lara, Walter Reategui, Yara Sánchez y Zurilma Aguilera.

Todos aportaron a la geología venezolana, con mucho esfuerzo y en más de una ocasión, literalmente con sangre, sudor y lágrimas, durante las arduas labores de campo. Sus trabajos pueden consultarse en la Biblioteca "Dr. Virgil Winkler" de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

A lo largo de los años se ha recibido el apoyo de innumerables personas e instituciones. A continuación se mencionan quienes nos han apoyado en las dos últimas décadas en el empuje final de esta obra, a saber: Alberto Hevia, Alí Gómez, Bernardo Urbani, Carlos Beltrán, Carlos Macellari, Caroline Lam (GS, Londres), Cecil G. Murray, David Mendi, Diego Villagómez, Enzo Caraballo, Fernando Nevado, Francia Galea, Franck Audemard, Gustavo Coronel, Gustavo Romero (Harvard), Hans Krause, Herbert Fournier, Iván Baritto, James Pindell, James Wright, Jesús Pereira, Jhonny Casas, John Keith (USGS), José Antonio Rodríguez, Kelley Moulton (Univ. of Idaho), Lenín González, Luz María Rodríguez, María Antonieta Lorente, Marianto Castro, Marvin Baquero, Michael Schmitz, Morela Mikaty, Nadine Evard (Univ. de Basilea), Noél Mariño, Nuris Orihuela, Olga Rey, Omar Contreras, Orlando Méndez, Patxi Viscarret, Pedrimar Díaz, Peter Bartok, Rafael Carreño, Raúl Coello, Ricardo Alezones Urbani, Rosbeidy Hernández, Samuel Parrondo, Sebastián Grande, Tulio Peraza, Uwe Martens, Víctor Ramos, Walter Maresch, Walter Reátegui, y Wolfgang Scherer. Sin olvidar a quienes, aun no mencionados, también brindaron su valioso apoyo.

Las fotografías incluidas en esta obra proceden del archivo del Laboratorio 330 del Departamento de Geología, UCV, tomadas por Luis Camposano, D. Mendi, E. Caraballo, W. Reátegui y F. Urbani.

Hay tres geólogos ya mencionados anteriormente, a quienes deseo expresar en forma particular mi más profundo agradecimiento:

- **David Mendi**, inseparable compañero en las actividades de campo durante el período 2005-2015, cuyo entusiasmo y compromiso hicieron que cada excursión fuera inolvidable.

- **Sebastián Grande**, que de tesista pasó a ser un gran amigo y mi mejor asesor en temas mineralógicos y petrológicós, siempre dispuesto a compartir su conocimiento con generosidad.

- **Marvin Baquero**, cuyo trabajo geocronológico ha resultado fundamental, ya que ha permitido una interpretación más precisa y enriquecedora de la geología del norte de Venezuela.

- - - - - - - - - - - - - -

Para cerrar esta sección, vale relatar que el contenido del Capítulo 4, referente a los terrenos tectonoestratigráficos de los cinturones orogénicos del norte de Venezuela, fue evolucionando desde un primer resumen y cartel presentados en la *Conferencia Geológica del Caribe*, Santo Domingo, 2007, consolidándose mediante diversas experiencias. Estas incluyen tanto las enriquecedoras salidas de campo —desde Carora hasta Guárico— junto a los Drs. **James Wright** y **James Pindell**, así como, las estadías académicas en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign y, con el mismo Dr. Wright, en la Universidad de Georgia, Athens, en 2009 y 2011.

La excursión geológica a la isla de Margarita en 2010, liderada por el Dr. **Walter Maresch**, constituyó un momento clave para perfeccionar las ideas y aclarar conceptos, sentando las bases que permitieron la publicación de un primer trabajo corto en inglés en 2015 y una versión más completa en 2018.

Finalmente vale destacar, que numerosas mejoras al texto se hicieron entre 2023 y 2024, fruto de las continuas interacciones con los Drs. James Pindell y Walter Maresch en el marco de la redacción del artículo de PINDELL *et al.* (2025), para el cual fue necesario revisar a fondo diversos aspectos de la geología de la Cordillera de la Costa. A estos tres insignes geólogos, mi respeto y gratitud perdurables.

- - - - - - - - - - - - - -

A mis padres, por enseñarme el valor del conocimiento y del esfuerzo perseverante.

A mi esposa Isabel y a mis hijos Susana y Bernardo, por todo el apoyo y el amor recibidos, sin olvidar a mi nuera Ana María y a mis queridas nietas Lucía y Sofía.

Franco URBANI PATAT

LOS AUTORES

Franco URBANI PATAT. Editor
Geólogo (1968, UCV). Master of Science y Doctor of Philosophy (1972, 1974, University of Kentucky). Profesor Titular (J), Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Individuo de Número de las academias Nacional de la Ingeniería y el Hábitat y de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Temporalmente reside en Talca, Chile.


Los Monjes 2003


Siquisique 2009

Patxi VISCARRET VALERO
Ingeniero Geólogo (1982, UCV), Doctor en Ciencias Geológicas (2009, UCV)





Marvin BAQUERO
Ingeniero Geólogo (1999, UCV),
Doctor en Ciencias Geológicas
(2013, UCV).



David MENDI
Ingeniero Geólogo (2005, UCV),
Máster en Geología Aplicada a
Recursos Minerales (2016, Universidad
de Granada)

Herbert FOURNIER
Ingeniero Geólogo (1998, UCV),
Master of Science y Doctor of
Philosophy (2007 y 2015, Queen´s
University, Canadá).





Sebastián GRANDE
Ingeniero Geólogo (1982, UCV). Magister Scientiarum en Geología (2013, UCV). Profesor Agregado de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, UCV.

Enzo CARABALLO
Ingeniero Geólogo (2007, UCV), Magister (2015, Université Savoie-Mont Blanc), Doctor of Philosophy (2024, Université Laval, Canadá).





Alí GÓMEZ
Ingeniero Geólogo (2012, UCV), Master of Science (2018, Texas Christian University).



Villa de Cura, Aragua. Lava augítica de la unidad *Metalava El Carmen (ŽUJOVIĆ 1884).*

ISBN: 978-980-18-3816-6

ISBN 978-980-18-3816-6

Caracas, Noviembre 2025