

**PROGRAMA: HISTORIA DE LA INGENIERÍA EN VENEZUELA**

**PROYECTO: HISTORIA DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL EN VENEZUELA**

## **CAPÍTULO VIII**

### **LABORATORIOS DE ENSAYO DE MATERIALES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE ESTRUCTURAS**

“Se propuso entonces organizar un laboratorio propio de la Universidad siguiendo aquel viejo aforismo que dice: *Lo que oigo lo olvido, lo que veo no lo recuerdo y lo que hago lo aprendo.*”

Profesor Armando Vegas Sánchez, 1944  
(Méndez, Ch., 1995, p. 58)

#### **VIII.1.- ANTECEDENTES**

La inquietud científica del ingeniero Jesús Muñoz Tébar quedó plasmada en el anuncio de su *Oficina de Experimentación*, que apareció en la *Revista El Ingeniero*, el año 1898 (véase: Bifano 2001, p. 157). No hemos encontrado mención adicional sobre esta oficina, razón por la cual no sabemos si esa idea llegó a materializarse.

De acuerdo con los datos acopiados por Carrillo (2003, p. 133), Francisco José Sucre (1896-1959), graduado de Ingeniero en 1920, fue comisionado para estudiar en Europa programas y métodos empleados en las escuelas de ingeniería de universidades de reconocido prestigio. Los resultados de esa *‘Misión de Estudio’* los publicó en el primer número de la *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV)* (Sucre, 1923). La orientación que venía siguiendo la Escuela de Ingeniería fundada en 1895 -extrauniversitaria- en cierta forma concordaba con las recomendaciones del ingeniero Sucre y, a partir de la reapertura de la UCV en 1922, la Facultad de Matemáticas y Física estableció nuevos requerimientos para alcanzar el título de Ingeniero Civil. Estos quedaron organizados en cuatro años de docencia:

- en los dos primeros años, el programa de estudios contenía materias básicas como: Álgebra; Geometría Analítica; Cálculo Infinitesimal; Geometría Descriptiva; Mecánica Racional; Topografía; Geodesia; Dibujo Lineal.
- en los dos últimos, tópicos más cercanos a las aplicaciones prácticas: Resistencia de Materiales y Materiales de Construcción; Puentes y Viaductos; Construcciones Civiles; Elementos de Arquitectura; Vías de Comunicación; Hidráulica; Higiene y Saneamiento; Proyectos de Obras de Ingeniería.

En 1946 se modificó la Ley de Instrucción Superior y esa Facultad, denominada en esas fechas como ‘Ciencias Físicas y Matemáticas’, se dividió en tres Escuelas: Ingeniería, Arquitectura y Ciencias. A partir de 1953, se estableció la denominación de Facultad de Ingeniería y la Ingeniería Estructural se ofreció como una de las opciones de especialización de la Ingeniería Civil.

Interesa destacar que la cátedra relativa a Materiales de Construcción de la UCV cuyas prácticas se realizaron inicialmente, como se verá, en el citado laboratorio de Santa Rosa, fue regentada sucesivamente por los ingenieros: Luis M. Urbaneja T. (**Nota 1**), Amós Alemán, Armando Vegas y Arturo Valery Pinaud (Pérez Guerra, 1983, p. 6). A inicios de los cincuenta, la materia Materiales de Construcción era dictada por el profesor Arturo Valery Pinaud.

## **VIII.2.- PROFESORES DE LA CÁTEDRA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

### **VIII.2.1.- El Doctor Luis A. Urbaneja Tello (1875-1947)**

Graduado de ingeniero civil en 1895, en 1899 ingresó al MOP donde realizó trabajos en la especialidad de acueductos, ingeniería sanitaria y otros. En 1915 se incorpora a la Escuela de Ingeniería como profesor de Mecánica Aplicada y Resistencia de Materiales, así como de Materiales de Construcción y Construcción en General. Contribuyó a renovar los estudios de esas materias, incluyendo en la enseñanza la parte práctica con equipos muy rudimentarios.

Reabierto la UCV en 1922, fue ratificado en las citadas materias, cargos que ocupó hasta 1926. Cuatro años después se reincorporó a las labores docentes y, en 1933 pasó a ocupar, además, la cátedra de Construcciones Civiles y Arquitectura. Se mantuvo como docente de esas tres materias hasta inicios de los años 40 cuando se le concedió la jubilación.

De acuerdo con Carrillo (2003, p. 144), el ingeniero Luis A. Urbaneja Tello ocupó el cargo de jefe de la División de Ensayo de Materiales y Especificaciones del MOP, y el 20 de enero de 1937 presentó su trabajo de incorporación a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (ACFIMAN) titulado: *Experimentos practicados en Venezuela para la resistencia de sus materiales de construcción*. Seguramente esos experimentos fueron ejecutados en el citado laboratorio de Santa Rosa cuya instalación fue responsabilidad del ingeniero V. Barrett (véase el trabajo de F.J. Sucre: 'El laboratorio de ensayo de materiales del MOP', *Revista Técnica*, junio 1938, N° 79) (**Nota 2**).

### **VIII.2.2.- El Profesor Amos Alemán (1905-1984)**

El ingeniero Amos Alemán se graduó en 1927 en el Instituto Politécnico de Rensselaer (RPI), en Troy, estado de Nueva York. En 1933 revalidó su título en la UCV; el año 1942 inició su actividad en la División de Materiales y Laboratorio del MOP, quedando comisionado para la investigación y catalogación de materias primas en el país. Poco después ingresó como *Técnico en Materiales* en las obras de la reurbanización de El Silencio. Allí le correspondió: diseñar mezclas de concreto y de morteros de cemento, así como los ensayos de control de resistencias. No se conoce en que fecha inició su actividad docente en la UCV, pero probablemente fue hacia los primeros años de la década de los 40.

No obstante, según narró el ingeniero Armando Vegas (1905-2000) en la recolección de Charo Méndez (1995, pp. 57-59), durante el mes de marzo de 1942 en la Facultad de Ingeniería de la UCV hubo un desencuentro entre los alumnos del ingeniero Amos Alemán y este, quien dictaba Materiales y Construcción. Para esas fechas, el profesor Alemán trabajaba en el *Laboratorio Nacional del MOP*, también conocido como *Laboratorio de Santa Rosa*; esto le permitía complementar con demostraciones de ensayos de materiales, la enseñanza teórica que impartía en su cátedra de *Materiales de Construcción y Construcción en General*.

Dado que el profesor Alemán había logrado esa cátedra por concurso y no podía ser destituido, según narración del ingeniero Vegas la intervención oportuna del Presidente Medina logró su renuncia. Poco después el profesor Eduardo Calcaño hijo, director de la Facultad, le ofreció el cargo al profesor Vegas. Este fue a visitar al profesor Alemán, quien le dio todo el apoyo necesario para que continuase con las clases (**Nota 3**)

### **VIII.2.3.- El Doctor Armando Vegas y el Primer Laboratorio Docente en la UCV**

Las clases se dictaban en la vieja Universidad -hoy Palacio de las Academias- y, según narró el profesor Vegas, las sesiones prácticas se celebraban los sábados por la tarde en el Laboratorio de Santa Rosa donde contaba con la ayuda del ingeniero Ladislao Andara, empleado del laboratorio. Explicó el profesor Vegas que esas prácticas no eran muy efectivas pues los estudiantes solo podían ver, mas no estaba permitido tocar los instrumentos y equipos. Se propuso entonces organizar un laboratorio propio de la Universidad: “... *siguiendo aquel viejo aforismo que dice: ‘Lo que oigo lo olvido, lo que veo no lo recuerdo y lo que hago lo aprendo’* ”.

Consiguió así de la Escuela Técnica Industrial, en calidad de préstamo, una máquina de ensayo de materiales de origen francés que ellos poco usaban y, adaptando una caja de velocidades de cambio sincrónico que regaló su pariente Gustavo Ramella Vegas y un motor eléctrico que donó la Electricidad de Caracas, se modernizó ese equipo que originalmente era manual. Ese laboratorio docente se instaló en un local de la vieja Universidad Central y, a fines de 1944, el joven ingeniero Ramón Espinal Vallenilla (1925-2002) fue designado su asistente, comenzando allí la vinculación de este con las tareas experimentales (Espinal, 1966).

### **VIII.2.4.- El Profesor Arturo Valery Pinaud**

(no tenemos información)

### **VIII.3.- UCAB**

El Dr. Vegas explica que después de casi 10 años de ausencia de la universidad, a la caída de la dictadura: “...*no quise incorporarme a la UCV por considerar que la cátedra y el Laboratorio de Materiales funcionaban muy bien. En esa época, 1959, el rector de Universidad Católica Andrés Bello, Presbítero Carlos Reyna Rodríguez, me propuso que me encargara de la misma cátedra y laboratorio de esa universidad y acepté. La universidad se estaba instalando en la urbanización Montalbán y contribuí en su planificación participando en una Comisión*”.

## **VIII.4.-LOS LABORATORIOS DE ENSAYO DE MATERIALES**

### **VIII.4.1.- Introducción**

Un laboratorio destinado al estudio de los problemas de la construcción, requiere equipos especializados, personal técnico capacitado en disposición de prestar servicios en el área de ensayo de materiales o componentes de construcción. En general, en él se imparte docencia, se realizan investigaciones tecnológicas, se evalúan innovaciones o alguna combinación de las funciones señaladas. Es deseable que esa institución posea las condiciones técnicas y legales como para poder emitir certificados o recomendaciones, que puedan elevar la calidad de la industria de la construcción.

En los comienzos del siglo XX no se contaba en el país con laboratorios especializados en construcción, aún cuando en el país se contaba con algunos técnicos instruidos en escuelas de enseñanza superior y que estaban en condiciones de llevar a

cabo las tareas de construcción. Generalmente solían ser obras de tecnología tradicional, usando técnicas y materiales suficientemente conocidos.

#### **VIII.4.2.- Un Laboratorio Móvil en Turiamo, el año 1933**

Entre los trabajos que le fueron encargados al ingeniero Francisco José Sucre (1896-1959), se retiene aquí la inspección de la construcción de un malecón de concreto armado en la bahía de Turiamo, estado Aragua, a fines de 1933. Según Arcila Farías (1961, Tomo II, p. 349), fue allí donde se controló por primera vez la calidad del concreto, siguiendo normas técnicas internacionales y *'utilizando equipos modernos'*. Esta información proviene del artículo que publicó el ingeniero Sucre en la *Revista Técnica del MOP*, en el cual indicó que las Normas de ensayo empleadas en la obra de Turiamo fueron las ASTM y no las Normas y Especificaciones elaboradas por el ingeniero Manuel F. Herrera Tovar para el MOP (Sucre, 1934). Estas últimas son referidas por este último profesional en su trabajo sobre las *'Constantes específicas del cemento armado'*, publicado en la *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela* (Herrera T., 1923). Los ensayos hechos a inicios de los años 30 durante la construcción del malecón de Turiamo, se ejecutaron en un laboratorio de campo instalado allí por la compañía norteamericana contratista de esa obra.

Otro de los resultados que debe destacarse sobre la misión que llevó a cabo el citado ingeniero Sucre, fue su recomendación de poner en práctica nuevos sistemas de investigación y estudio de los materiales de construcción en el país. Esto lo puso en práctica Sucre cuando pasó a prestar sus servicios al MOP como se explica a continuación.

#### **VIII.4.3.- El Laboratorio del MOP o Laboratorio de Santa Rosa**

##### **VIII.4.3.1.- Antecedentes**

En la reorganización del MOP que ocurrió a principios de 1936, el ingeniero Francisco J. Sucre fue designado Director de la Sala Técnica de ese Ministerio. A iniciativa suya se creó la División de Ensayos de Materiales y, probablemente ese mismo año, se instaló el primer laboratorio para el ensayo de materiales, el cual fue asignado a la Dirección de Vías de Comunicación del MOP. Dado que este se encontraba cercano a la Estación Terminal del Ferrocarril Central situada en Santa Rosa, se conoció como *'Laboratorio de Santa Rosa'*. De acuerdo con Carrillo (2003, p. 144), el ingeniero Luis A. Urbaneja Tello (1875-1947) ocupó el cargo de jefe de la División de Ensayo de Materiales y Especificaciones del MOP y, el 20 de enero de 1937, presentó su trabajo de incorporación a ACFIMAN titulado: *Experimentos practicados en Venezuela para la resistencia de sus materiales de construcción (Nota 4)* Seguramente esos experimentos fueron ejecutados en el laboratorio antes citado cuya instalación fue responsabilidad del ingeniero V. Barrett quien laboró hasta su retiro en 1947 (Sucre, 1938).

El descubrimiento, explotación y exportación del petróleo comenzó a plantear situaciones novedosas. La construcción de las instalaciones petroleras (por lo general compañías extranjeras, holandesas, británicas o estadounidenses), exigía nuevos materiales y nuevas técnicas. Como consecuencia de tales nuevos tiempos, el citado laboratorio de Santa Rosa comenzó a atender solicitudes de ensayos. Su Director contaba con la colaboración del ingeniero norteamericano Eugene V. Barret, valioso baluarte en las tareas técnicas, que permaneció en el laboratorio hasta su retiro en 1947. Entre el personal técnico se debe destacar la presencia de ingenieros venezolanos que tendrían una destacada trayectoria posterior en el campo de la investigación y docencia universitaria en las áreas de materiales y los procesos constructivos.

La existencia y funcionamiento del laboratorio de Santa Rosa tiene una particular importancia en el desarrollo tecnológico de la construcción venezolana, no sólo por los servicios prestados, sino por su papel de verdadera escuela de formación de los que serían futuros profesionales del país. La sección más importante en los comienzos era la de Suelos, con sus encargados, los jóvenes ingenieros Eudoro López y Ramón Espinal Vallenilla. En aceros y concreto se desempeñaba Leopoldo Turco Rivas. Los equipos eran confiables y entre los mejores de la época.

En 1948, los estudios de pavimentación con suelo-asfalto para la carretera Maracaibo-Machiques, fueron hechos por Barrett en la Laboratorio de Santa Rosa y se presentaron en el *Segundo Congreso Internacional de Suelos* celebrado en Holanda (Barrett, 1948). Personal del mencionado laboratorio intervino en algunos estudios de fundaciones de estructuras de aquellos años.

#### **VIII.4.3.2.- Equipamiento y Normativas de Ensayo**

El equipamiento del Laboratorio de Santa Rosa era muy completo. Se podían efectuar los ensayos correspondientes al concreto: estudios de agregados, evaluación de mezclas, calidad del concreto fresco y del endurecido. También se atendieron ensayos para acero, tanto para determinar calidades en las cabillas de refuerzo del concreto armado como para conocer las propiedades de perfiles estructurales y rieles importados los cuales sirvieron para la construcción de galpones y hangares, así como para los tendidos ferroviarios. Estos últimos cada vez en menor cantidad, ya que resultaba más conveniente la opción del transporte por carretera, en parte por la mayor tradición tecnológica y, en buena medida, por la económica oferta de asfalto y gasolina.

Las técnicas empleadas en el laboratorio, al igual que en otras varias ramas del quehacer científico, se fueron alejando de la orientación europea (Alemania, Francia) y se acoplaron a la tecnología estadounidense que, comenzando por los aspectos del petróleo (API, American Petroleum Institute), se extendieron a los campos de la construcción y sus ensayos. Tal es el caso de las normas ASTM (American Society for Testing and Materials); de hecho, esta sociedad se inició en 1898 como la American Section de la IATA (International Association for Testing Materials), convertida en 1902 en ASTM (**Nota 5**). Todo este proceder afianzó el desarrollo tecnológico de la construcción nacional y fomentó el fortalecimiento básico de las industrias y manufacturas que fueran surgiendo.

En 1934, el MOP publicó las conclusiones de la ASCE sobre ensayos de columnas de acero (MOP, 1934). Diez años más tarde, el Laboratorio de Ensayo de Materiales del MOP -Santa Rosa- llevó a cabo el ensayo de un empalme soldado de una viga doble T de 40 cm, con una luz de 3 m (MOP, 1944). Los resultados de este ensayo tuvieron relevancia, pues antes de esas fechas en el país se habían instalado y construido un elevado número de puentes metálicos; si bien muchos eran importados y hechos a la medida, otros fueron construidos en los Talleres del MOP.

A partir de 1943, la citada instalación, también conocida como *Laboratorio Nacional del MOP*, permitió complementar con demostraciones de ensayos de materiales, la enseñanza teórica que se impartía en la cátedra de *Materiales de Construcción y Construcción en General*. Así, profesores y alumnos se trasladaban los sábados por la tarde a la sede de ese laboratorio, donde asistían a esa parte práctica de la materia sin participación activa en los ensayos (Espinal, 1966).

A inicios de 1943 el profesor Armando Vegas (1905-2000) se encargó de la citada cátedra en sustitución del profesor Amos Alemán y, a fines de 1944, el joven

ingeniero Ramón Espinal Vallenilla (1925-2002), fue designado su asistente comenzando allí su vinculación con las tareas experimentales.

#### **VIII.4.3.3.- Primeros Ensayos de Suelos**

Además de los ensayos de materiales, el laboratorio contaba con equipos de perforación de suelos con lo cual se ejecutaron los primeros ensayos de suelos. La experiencia de Barrett fue adquirida por personal local. En los trabajos de perforación, participaban los señores Francisco Crededio y Gustavo Villegas (Pérez Guerra, 1983, p. 6).

Posiblemente también se realizaron allí los primeros ensayos sobre las propiedades de las maderas nacionales, presentados por el ingeniero Luís A. Urbaneja (1875-1947) como trabajo de ingreso a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales el año 1937. Efectivamente en enero de ese año, el ingeniero Luís Urbaneja Tello se incorporó a ACFIMAN. Desde el año anterior desempeñaba el cargo de jefe de la División de Ensayos de Materiales y Especificaciones del Ministerio de Obras Públicas, donde realizó una serie de investigaciones sobre resistencia de las maderas (Urbaneja, 1936).

La creación del laboratorio del MOP, ubicado en las inmediaciones de la Estación Ferroviaria de Santa Rosa, cercana a Maripérez, tuvo un papel importante en el estudio y solución de los abundantes problemas que creaba el desarrollo y construcción de un país en veloz crecimiento. Y también jugó un trascendental papel como núcleo didáctico para profesionales venezolanos. El laboratorio de Santa Rosa comenzó a adquirir importancia. Contaba con un grupo de jóvenes profesionales y había buenos equipos. En sus locales se realizaban investigaciones sobre las condiciones y características de los suelos nacionales, lo que permitió avances cualitativos en el diseño y construcción de pavimentos y de trazados ferrocarrileros. Se clasificaron y calificaron agregados pétreos y arenas para la elaboración de concretos, usados en edificios y viviendas, y en pilares de puentes.

#### **VIII.4.4.- Laboratorio para Estudios de Vivienda Rural**

En su biografía sobre el doctor Arnoldo Gabaldón, el ingeniero Arturo Luis Berti narró episodios de la lucha anti-malárica desde sus inicios como testigo de excepción que fue. Describió allí la creación en 1936 de la Dirección Especial de Malariología con oficina en Caracas y las razones que sustentó el doctor Gabaldón para que el edificio sede destinado a la División de Malariología se construyese en Maracay. Para ello, en 1940 se conformó la 'Comisión del Edificio', la cual presidió el ingeniero Berti, acompañado de los siguientes colegas: Rafael de León Álvarez, Simón Carbonell, Constantino Fernández Suarez, Gerardo González y Mario Montesinos (**Nota 6**).

Hecho el proyecto y con el beneplácito del presidente Medina Angarita, este lo remitió al Ministerio de Obras Públicas a cuyo frente se encontraba el ingeniero Manuel Silveira. A su vez, este lo refirió a la Dirección de Edificios, a cargo para esas fechas del ingeniero Armando Vegas. Este comisionó al arquitecto Luis Malausena para su revisión, quien se interesó en el proyecto y añadió ciertos cambios para ajustarlo al estilo colonial. El progreso de la futura sede fue evaluado semanalmente por: Gabaldón, Berti, Vegas y Malausena.

Interesa señalar aquí, el recuerdo de una conversación que el ingeniero Berti sostuvo con el doctor Gabaldón sobre esa sede. Este último afirmó: *“Debemos encaminar nuestros pasos a lograr la construcción de un edificio, con todas las instalaciones necesarias....dotado de facilidades suficientes...para transformarlo en*

*una Escuela de Postgrado para Malariología de América y de Laboratorios de Control y de Investigación para su mejor orientación”.*

Añade el ingeniero Berti que en esa sede debía instalarse un laboratorio de materiales para Ingeniería Antimalárica (Berti, 1997, pp. 33-34). Terminado el proyecto, a fines de 1941, dice Berti; “...fuimos comisionados para realizar en la Universidad de Rutgers, N.J. USA, cursos de Laboratorio para Ensayos de Materiales con miras a instalar los de este tipo, previstos en el proyecto. Esta oportunidad también fue aprovechada para seleccionar los equipos necesarios a objeto de instalar el que más tarde sería el primer laboratorio de ese tipo en provincia y el segundo en el país” (op. cit., pp. 35-36) (Nota 7).

Sobre la utilidad de este laboratorio en el desarrollo de viviendas rurales, se hace mención en el **Capítulo VI**.

## **VIII.5.- PRIMER LABORATORIO DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD**

### **VIII.5.1.- Origen**

A mediados de los años 40 y gracias a la ayuda de profesionales de la ingeniería, empresas privadas e instituciones del Estado, se organizó un pequeño laboratorio de ensayos en un salón del antiguo Edificio de la Universidad, hoy Palacio de las Academias; de ese modo el profesor Armando Vegas facilitó la participación de los estudiantes en las sesiones prácticas (Méndez, 1995, pp. 57-58).

Poco tiempo después de instalado el laboratorio docente en la vieja UCV, la Facultad de Ingeniería fue trasladada a locales provisionales en terrenos de la actual Ciudad Universitaria la cual se encontraba aún en construcción. El laboratorio de ensayos, con algunos equipos nuevos, quedó ubicado en un galpón más amplio con carácter provisional; la instalación ocupó parte de una residencia estudiantil, próxima al Estadio Olímpico. Debe aclararse aquí, que los equipos que pertenecían al laboratorio de control de calidad del Instituto Ciudad Universitaria (ICU), pasaron a formar parte del Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales, INVESTI, desde su fundación y no al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería, UCV, como ha quedado anotado en algún documento.

### **VIII.5.2.- Laboratorio en la Ciudad Universitaria y los Servicios Técnicos**

Se tiene constancia de que al mudarse la Facultad a la Hacienda Ibarra, actual sede de la Ciudad Universitaria, se consiguió la donación del citado galpón cerca del antiguo ‘trapiche’. Su discípulo y encargado como ayudante de las prácticas, ingeniero Ramón Espinal, reorganizó el laboratorio en el galpón y logró otras donaciones importantes: el Sr. Eugenio Mendoza regaló una máquina, la Electricidad de Caracas y la Fábrica Nacional de Cementos otros equipos y, explica el profesor Vegas: “...los estudiantes comenzaron a realizar todas las prácticas en la universidad y, además, el laboratorio ofrecía a las compañías constructoras un servicio pagado de ensayo de materiales”.

Efectivamente, desde finales de los años 40 e inicios de los años 50, período de rápido crecimiento urbano, el Laboratorio de Ensayos, además de su función docente, comenzó a prestar Servicios Técnicos al sector de la construcción. Esta actividad generaba fondos propios, cuya administración fue tenazmente defendida por los responsables de la dirección del laboratorio.

Según narra el propio Espinal (op. cit), en Octubre de 1948 el profesor Armando Vegas le transfirió la responsabilidad de dirigir el citado laboratorio. Efectivamente y según narró el profesor Vegas, después del asesinato del coronel Delgado Chalbaud, el

doctor Germán Suárez Flamerich fue designado Presidente de la Junta Militar de Gobierno. Hubo protestas en la UCV y algunos profesores fueron expulsados. Al respecto dijo el profesor Vegas (Méndez, 1995, pp. 57-58): “...yo me separé de la universidad pero el Dr. Ramón Espinal se quedó al frente del laboratorio y de la cátedra por exigencia mía, con el fin de que nuestra labor no se perdiera....nunca perdí el contacto con el Dr. Espinal Vallenilla y siempre lo ayudé en los problemas que se presentaban”.

### **VIII.5.3.- El Laboratorio de la Facultad de Ingeniería**

En 1951, el galpón donde funcionaba el laboratorio fue requerido por el Instituto de la Ciudad Universitaria (ICU) lo cual acarrió el cierre temporal de aquel. Pocos años después, antes de 1954, se reabrieron las actividades en un nuevo y definitivo edificio adyacente a otros de la Facultad de Ingeniería, con arreglo a un proyecto desarrollado en la oficina del ingeniero Armando Vegas, la empresa denominada VRACA. Dos años después se procedió a una primera ampliación para albergar aulas y nuevos laboratorios, crecimiento este que continuó hasta las instalaciones que hoy conforman el Instituto.

Sobre este Laboratorio hay un bien ilustrado informe en las *Memorias de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales, UCV* de los años (1952-1953). Estas estaban encabezadas así: “*Cuerpo de Profesores y Ayudantes al servicio de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales de la Universidad Central de Venezuela durante el cese de las actividades docentes*” Firmado: profesor Willy Ossott, Decano-Delegado. Contaba con un cuerpo consultivo, que en los primeros números estaba constituido por los profesores: Edgar Loynaz Páez, Henry Castillo Pinto y Eduardo Arnal.

Según el contenido del Volumen 1, fechado 31 de julio de 1952, la citada Facultad estaba conformada por tres Escuelas, una de las cuales era la de Ingeniería. Esta contaba con tres Secciones, luego denominados Departamentos: Geología y Minas; Electricidad y Mecánica; Estructuras. Este último estaba constituido por dos profesores: el doctor Anatol Zagustin y el ingeniero Ramón Espinal Vallenilla. Estos, dice la Memoria: “...se encargarán de llevar a cabo la montura del Laboratorio de Ensayo de Materiales, Fotoelasticidad, etc., que con motivo de los III Juegos Bolivarianos fueron trasladados a su nuevo local...”. Se sobrentiende que el ‘nuevo local’ citado en esas Memoria es el cuidadosamente descrito por Ramón Espinal, ilustrado con fotos originales ,pegadas a las hojas multicopiadas, cuyo contenido se da en Espinal (1952).

En diciembre de 1955 se trasladó el laboratorio a su sede definitiva, en el actualmente denominado Edificio Norte del IMME. El año 1957 se procedió a la primera ampliación del Laboratorio de Ensayos de la Facultad de Ingeniería, UCV, para albergar aulas y nuevos laboratorios. Esta incluyó la primera nave de ensayos con tres prensas de ensayo con capacidad hasta 200 toneladas, laboratorio de suelos, laboratorio de química, laboratorios auxiliares para preparación de muestras y dictado de prácticas a los estudiantes, biblioteca, aulas, oficinas administrativas y sala de conferencias.

#### **VIII.5.3.1.- Propiedades de los Materiales**

El Laboratorio de la Facultad de Ingeniería fue un atractivo para estudiar las características y propiedades de los materiales de construcción. Son incontables los trabajos especiales de grado que se ejecutaron en esa moderna instalación, incluyendo estudiantes provenientes de otros centros de estudio del país. Ofreció también, de un modo más amplio la posibilidad de un cierto entrenamiento y constataciones de las propiedades de algunos materiales, que resultaban ilustrativos para los alumnos que cursaban materias relacionadas a la construcción.



Igualmente y según se indicó en la **Sección VIII.5.2**, la floreciente industria de la construcción contó con una institución independiente a la cual acudió con cierta frecuencia para dirimir aspectos controversiales entre constructores e inspectores. La progresiva promulgación de Normas y Especificaciones exigió medidas de control de calidad, todo lo cual fue posible gracias a las instalaciones con las que contaba la Facultad de Ingeniería de la UCV.

#### **VIII.5.3.2.- La Fotoelasticidad**

Al inicio de esta **Sección VIII.5.3**, cuando se trató sobre la Memoria de la Facultad de julio de 1952, se aludió allí al laboratorio de *Fotoelasticidad*. Efectivamente, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales se contaba con los equipos necesarios para estudiar modelos fotoelásticos: el polariscopio de luz monocromática, material birrefringente y los aditamentos para la aplicación de cargas a los modelos que debían ser estudiados.

A partir del año 1963 y durante unos 5 ó 6 años, en la materia Materiales y Ensayos, dictada por los profesores J. Grases y C. Ramos, se incluyeron los modelos fotoelásticos. En sus notas de clases (Grases y Ramos, 1966) quedó constancia de ello.

La fotoelasticidad tuvo su auge desde antes de la segunda guerra mundial. Uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería de la UCV, el profesor Johannes Johanson, a inicios de los años 60 dedicó algunas tardes en el IMME, al lado del polariscopio del IMME, para explicarnos los trabajos y tareas que realizaba con el doctor Foepel en la Alemania de pre-guerra. Entre otros problemas, explicó el de las concentraciones de esfuerzos que se generaban entre los dientes de las ruedas dentadas de los Panzer alemanes. Fue resuelto empleando procedimientos fotoelásticos, al reducir las concentraciones de esfuerzos con la suavización de la curvatura entre dientes.

El cálculo automatizado, especialmente las técnicas de elementos finitos, desplazaron esa tecnología. Con todo, tenía sus virtudes docentes pues requería intuir resultados de problemas sencillos que luego eran de fácil comprobación experimental.

Esta técnica resultaba adecuada para determinar la distribución de tensiones y fue incorporada a nivel docente, con la valiosa colaboración del profesor Johannes Johansson. También se compartieron inquietudes sobre el tema con el doctor Ricaldoni de la Universidad de Montevideo, con quien se intercambiaron experiencias. Este remitió uno de sus trabajos sobre el estudio fotoelástico de la estructura dentaria, el cual se publicó en el *Boletín Técnico* del IMME (Ricaldoni et al., 1968).

Sin embargo, la necesidad de evaluar el desempeño de sistemas estructurales en el espacio, y/o esencialmente inelásticos, limitó el ámbito de aplicación de esta técnica pues esencialmente permitía estudiar la respuesta en el rango elástico de formas muy variadas en modelos planos, así como determinar los niveles de tensión y las zonas de concentración de las mismas. Como veremos más abajo, los modelos estructurales en tres dimensiones y con otros materiales, ampliaron considerablemente las posibilidades de análisis.

#### **VIII.5.3.3.- Los Modelos Estructurales**

A inicios de los años 50, una comisión de ingenieros se trasladó a Europa para evaluar aspectos del proyecto del Edificio Rental de la UCV, concebido por el arquitecto Carlos Raúl Villanueva. Uno de los especialistas consultados, el profesor Arturo Danusso del Politécnico de Milano, señaló la conveniencia de estudiar el desempeño esperado en modelos a escala reducida. De su informe baste señalar que al discurrir sobre el tema de la respuesta o desempeño de las estructuras bajo

acción sísmica destacó que: “...*el modelo ha demostrado también (lo que es interesante) que aumentando el sismo, interviene el comienzo de la fase plástica para alejar elegantemente la construcción del peligro, modificando la frecuencia propia de ellas*”. También resultó muy acertado su comentario sobre las normas cuando advirtió: “*Hay después la cuestión fundamental nunca totalmente resuelta, de si las normas propuestas interpretan suficientemente la realidad de los posibles terremotos*” (Danusso, 1956). (Nota 8).

Varios miembros de la comisión que se entrevistó con el profesor Danusso, formaban parte de la Comisión de Normas del MOP. Probablemente la recomendación anterior llegó a formar parte de la versión 1955 de la Norma del MOP. Se abrió allí por primera vez, la alternativa de emplear modelos estructurales en la evaluación de estructuras. En efecto, en el capítulo de *Cargas y Sobrecargas* de esa Norma, en su Artículo 7 (*Acción de los Movimientos Sísmicos*), Sección 40 (*Construcciones Especiales*), se establece lo siguiente: “*Cuando una obra presente formas, dimensiones o características no comunes, el Ministerio de Obras Públicas, a su solo criterio, podrá exigir estudios sobre modelos, con el fin de analizar el posible comportamiento bajo el efecto dinámico de los impactos sísmicos, el período propio de vibración de la estructura y cualquier otra exigencia que el MOP juzgue oportuna o necesaria.*”. En adición a la manifiesta cautela de ese primer párrafo, la potestad del MOP va aún más lejos cuando a continuación estableció: “*Además, el MOP se reserva plenamente el derecho de aceptar o no, la interpretación que se dé a los resultados obtenidos de los experimentos, así como la facultad de decidir si las pruebas, experimentos, ensayos, etc., parcialmente o en conjunto, han sido correcta o convenientemente efectuados.*”

De lo anterior se desprende que a mediados del siglo pasado la evaluación de estructuras o formas estructurales singulares, represas en arco o con forma abovedada, cubiertas regladas y otras, se abordaba por medio de modelos a escala reducida. Metodologías similares a las que fueron empleadas para determinar la ubicación de miembros estructurales en catedrales y obras excepcionales en siglos pasados. Al punto que el profesor Danusso recomendó esos métodos para estudiar la acción de los sismos en el edificio de concreto armado proyectado en la Plaza Venezuela, con 50 pisos.

#### **VIII.5.3.4.- El Profesor Mario Paparoni**

Hacia 1957-1958, el profesor Mario Paparoni se reincorporó al entonces llamado Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería, UCV. Egresado de la ULA (¿), fue a seguir estudios de especialización en Italia (Milano y Bergamo), precisamente en centros donde se empleaban las técnicas de modelos estructurales. La formación y experiencia que aportó el profesor Mario Paparoni luego de su estadía en instituciones universitarias de Italia, donde los modelos estructurales constituían un poderoso recurso de análisis abrió considerablemente el ámbito de actividades del aún Laboratorio de Ensayo de Materiales. La composición de los profesionales activos en ese Laboratorio de la UCV a inicios de la década de los años 60, no deja lugar a dudas sobre la definitiva influencia que la experiencia de Paparoni tuvo en decisiones que se tomaron durante esos años. Salvo problemas muy puntuales, los modelos estructurales en plástico o microconcreto desplazaron los modelos fotoelásticos muy rápidamente: los problemas de escala fueron estudiados en la UCV ( Paparoni, 1963 ; Paparoni y Báez, 1965); la comparación entre la respuesta de modelos esencialmente elásticos con la de los de microconcreto (Paparoni, 1967; Díaz de Smitter, 1973); la capacidad de evaluar la respuesta en el rango de deformaciones cercanas a los estados últimos (Sosa, 1963).

Años más tarde, fue Paparoni quien representó a nuestra Facultad en un proyecto conjunto con la Universidad de MIT en el cual se estudiaron, entre otros temas, modelos de micro concreto.

De este modo su aplicación a casos reales permitió soluciones confiables. Entre otros muchos se puede citar el estudio sobre el comportamiento del proyectado techo de la Catedral de Barquisimeto, con su vistoso y complicado juego de curvaturas; este fue analizado en el IMME por medio de modelos (**Nota 9**). Igualmente se estudió con modelos reducidos el desempeño de vigas de acoplamiento de muros en el Parque Central (Paparoni and Holoma, 1972).

### **VIII.5.3.5.- Algunas Aplicaciones de los Modelos**

El Prof. Arnaldo González identificó uno de los primeros modelos estructurales hechos en el IMME. Se trata de un modelo en concreto armado, escala 1:8, de la losa proyectada para ser dispuesta sobre el Río Guaire (véase la **Nota 8**)

Entre nosotros hubo otros profesionales que emplearon modelos. Uno de ellos fue el profesor Anatole Zagustin de la Facultad de Ingeniería, UCV, a quien el IMME prestó colaboración para estudiar modelos sobre los modos de vibración torsionales y otros temas. Igualmente, durante el denominado '*período de la renovación*', el ingeniero Ibrahim López García inició trabajos en el IMME para determinar la capacidad portante de formas naturales utilizadas para resolver problemas de grandes cubiertas; uno de los estudios que realizó mientras estuvo activo en la Facultad de Ingeniería de la UCV, fue el de las formas tipo hoja de palma (voladizos con una sección en V que, cerca del apoyo tenía un ángulo muy agudo, el cual se hacía mayor a medida que se alejaba del mismo; en Falcón hay varias obras del ingeniero López García en servicio, cuya autoría es poco conocida. Es sabido que un paraboloide hiperbólico que él diseñó y construyó, fue indebidamente intervenido ocasionando una ruina que el mismo López García predijo días antes del suceso) (López G., 2008). También fue de esa época el modelo en plástico del puente sobre el lago de Maracaibo, que adornó durante un tiempo la entrada del Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC) de Lisboa.

Las incertidumbres que se mencionan en el **Capítulo V**, permiten comprender la confianza que, hace ya 5 o 6 décadas se confería al empleo de los modelos estructurales en el análisis de las mismas. Como ejemplo, en el estudio de grandes presas en bóveda, grandes puentes como el del Lago de Maracaibo, y otras obras de ingeniería no rutinaria, institutos de investigación como el LNEC se especializaron en su elaboración, ensayo e interpretación de resultados. Combinado con el empleo de poderosos algoritmos de análisis, ha facilitado la evaluación de la sensibilidad del desempeño esperado a cambios en las propiedades de los materiales y eventuales modificaciones en las dimensiones de miembros portantes.

Más recientemente los modelos docentes desarrollados en el IDEC y el IMME son de uso frecuente en las clases de pre y post grado.

Si bien es cierto que el empleo de poderosos algoritmos de cálculo automatizado facilita el estudio y eventual optimización de diversas soluciones estructurales, hay una razón adicional para que los modelos estructurales mantengan vigencia. Se trata del advenimiento de los métodos de análisis y diseño en estados últimos. La sustitución de la denominada '*teoría clásica*' por métodos basados en '*los estados de agotamiento resistente*': (i) facilita la comparación de la predicción analítica con los resultados experimentales; (ii) ha permitido la extrapolación al desempeño esperado de estructuras

en el rango inelástico. En el caso particular de las acciones sísmicas de naturaleza alternante, sigue vigente el ensayo en mesas vibrantes de modelos a escala 1÷2 hasta 1÷4, así como el ensayo de prototipos bajo cargas alternantes para conocer sus propiedades histeréticas.

#### **VIII.5.4.- Paso a Instituto de Materiales y Modelos Estructurales**

Hacia finales del año 1960, el profesor Espinal inició las gestiones para la transformación del Laboratorio de Ensayo de Materiales, hacia un futuro Instituto. Tal como se ha señalado para esas fechas las limitaciones en el análisis de estructuras no convencionales se resolvían analizando el desempeño de modelos a escala; esta opción para sustentar ciertos proyectos, quedó abierta en la nueva Norma MOP de 1955, publicada por vez primera en 1959.

De modo que cuando el 2 de Diciembre de 1960 el Consejo de la Facultad de Ingeniería presidido por el Decano ingeniero Héctor Isava, aprobó la transformación del Laboratorio en Instituto, el nombre que se empleó fue el de: 'Instituto de Materiales y Modelos Estructurales' (IMME); para esas fechas, el Rector de la UCV era el doctor Francisco De Venanzi.

Presentados todos los requisitos y justificaciones a las diversas instancias administrativas, el 13 de febrero de 1962 la Comisión de Especialistas del Consejo Nacional de Universidades recomendó por votación unánime, la creación del IMME, el cual quedó adscrito, con rango de Escuela, a la Facultad de Ingeniería de la UCV bajo la dirección del ingeniero Ramón Espinal Vallenilla.

Pocos años después, Espinal concibió las extensiones del Edificio Sur y de la Nave de Ensayos Especiales -una de las últimas obras de Carlos Raúl Villanueva en la UCV- diseñada de acuerdo con las necesidades técnicas formuladas por los investigadores del Instituto. Ante las limitaciones presupuestarias que a mediados de los años 60 tenía la UCV y que dificultaban completar la dotación del Instituto con equipos más modernos, el profesor Espinal opinó que: “ ... *seguiremos siendo un pueblo de improvisados mientras no se ayude a los institutos de investigación*” (Espinal, 1966).

#### **VIII.5.5.- Implicaciones en la Docencia**

Hacia inicios de los años 50, cuando la cátedra de Materiales de Construcción la dictaba el profesor Valery Pinaud, antes de las clases prácticas se dictaba una 'pre-práctica' de la cual era responsable el profesor Espinal; posteriormente, las prácticas quedaron en manos del Técnico profesor Arnaldo González.

La incorporación como docentes de jóvenes ingenieros cuyo ejercicio profesional transcurría íntegramente en el Laboratorio de Ensayo de Materiales, luego IMME, modificó el alcance de la docencia. Su contenido comenzó a extenderse a otras áreas: ensayos propios de la patología de las edificaciones, mediciones en el campo, estadística y sus aplicaciones elementales, así como otras más sofisticadas como la fotoelasticidad. A la tarea docente iba aparejado el ejercicio de tres actividades que merece destacar: (i) la participación en Servicios Técnicos que prestaba esa institución; (ii) uno de ellos el compromiso adquirido con el Comité Conjunto del Concreto Armado, CCCA, que posteriormente alcanzó una estrecha colaboración con COVENIN; (iii) la dirección de múltiples trabajos de grado (Tesis de Pregrado) que enriquecieron el contenido del *Boletín Técnico IMME* fundado en 1963.

Todo ello dentro de la filosofía de reinversión de los fondos propios, dio a ese Instituto un empuje reconocido por propios y extraños. No ha de sorprender pues que, profesores del IMME, encargados de la docencia de la cátedra ahora denominada

Materiales y Ensayos, repartiéndose a los estudiantes fascículos impresos sobre el *Curso de Materiales y Ensayos*. Coleccionado ese material de apoyo, culminó con un volumen de unas 380 páginas, dividido en VI grandes Capítulos (Grases y Ramos, 1966). Posteriormente este se complementó con enriquecedoras adenda elaboradas por los profesores Carlos Ramos y Gilberto Velazco y repartidas a los estudiantes que cursaban esa cátedra.

#### **VIII.5.6.- El Terremoto de 1967**

Una actividad muy importante en la cual participó el Instituto fue en el estudio de los efectos del terremoto de Caracas (1967). Como consecuencia del pobre desempeño de algunas edificaciones sacudidas por el terremoto del 29 de julio de 1967, la capacidad de análisis y estudio del IMME fue ofrecido a la Comisión Presidencial designada para estudiar ese evento.

Se realizaron ensayos sobre muestras de los elementos estructurales de los edificios derrumbados y también mediciones de las propiedades dinámicas de algunos de los dañados. El abultado y visible daño en las tabiquerías de los edificios supervivientes obligó a realizar variados estudios experimentales. Años después, a los estudios experimentales se sumaron evaluaciones analíticas orientadas a incorporar su interacción con las estructuras (véanse los **Capítulos VI y VII**).

Pocos años después del sismo de 1967, en 1972, la experiencia adquirida en el IMME fue reconocida por la Organización de los Estados Americanos (OEA), organismo que declaró ese instituto como 'Centro de Excelencia en Ingeniería Sísmica'. Esta distinción también recomendó una apertura hacia la docencia universitaria del tercer nivel, la cual se tradujo en una importante contribución a la Ingeniería Estructural venezolana: miembros del IMME organizaron conjuntamente con profesores de las Escuelas de Ingeniería Civil y de Geología, así como personal del Observatorio Cajigal, el Curso Multinacional de Post-grado a nivel de Maestría, en Ingeniería Sismo-resistente. Esto permitió recibir estudiantes becados por la OEA para asistir a actividades didácticas y experimentales desarrolladas en el IMME. Una de esas actividades se inició con el Primer Curso Multinacional de Ingeniería Sísmica, en 1973, dictado por docentes venezolanos y extranjeros, siguiendo programados aprobados por la Comisión de Postgrados del Rectorado de la UCV. Este se ha venido dictando sin interrupción desde ese año hasta el presente.

#### **VIII.5.7.- Fondos Propios y El Premio Estímulo**

Tal como se indicó en la **Sección VIII.5.2**, efectivamente y sin perjuicio de la labor docente, el profesor Espinal concibió y organizó el primer servicio remunerado de ensayos de materiales que, exitosamente, se ofreció a la industria de la construcción. Esta idea se mantuvo desde entonces, incluso ampliándola a la ejecución de proyectos de investigación. El manejo de los ingresos generados por estos servicios, los denominados '*fondos propios*', fueron defendidos tenazmente por Espinal a lo largo de su extensa participación en la vida universitaria.

Con sobrada razón sostenía que tales fondos debían asegurar: (i) la adquisición de nuevos equipos, ampliaciones y mejoras de las instalaciones; (ii) mejoras en las actividades docentes, trabajos de investigación y ayudas a los estudiantes avanzados; (iii) contratación temporal de especialistas y eventuales ayudas económicas a la Facultad de Ingeniería de la cual dependía. Tales criterios se aplicaron exitosamente durante años y dejaron un balance altamente favorable a la Facultad de Ingeniería de la UCV.

Hacia los años 1970-1971, se creó el ‘Premio Estimulo’, el cual se decidía, ya entrado el mes de Diciembre, una vez efectuado un balance del rendimiento del Instituto en: docencia, investigación y servicios técnicos. Esto era evaluado en un Consejo Técnico -Director y Jefes de División- ampliado con el Rector de la Universidad y el Decano de la Facultad. Financiado con fondos propios, este premio, al cual tenían derecho todos los empleados del IMME, llegó a alcanzar diez días de sueldo en adición a la semana de aguinaldo que otorgaba la Universidad. Esto dio lugar a inevitables comparaciones entre miembros de otras dependencias de la Facultad y fue objetado ante la Consultoría Jurídica de la UCV. Hoy, los beneficios económicos que reportan los servicios prestados por diversas dependencias de la Universidad, se reparten mensualmente por igual: 50% para las dependencias de la universidad y 50% para profesores y técnicos que laboraron en el servicio, según se establece en el reglamento de ingresos propios del cual fue pionero el IMME (**Nota 10**).

El mecanismo de cobro por servicios fue aceptado por los clientes del laboratorio y en ningún momento se presentaron inconvenientes. A comienzos de la década de los setenta, cuando, en el propio seno del ámbito universitario surgieron reparos y observaciones que obligaron al ex - Decano Marcelo González Molina a intervenir en el asunto, se restableció el mecanismo.

En las entrevistas de Charo Méndez al doctor Vegas, este explicó que en el Laboratorio y luego en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales IMME: “... *el problema que siempre se presentó fue el de la administración directa de los recursos....no entendido por los administradores de la universidad, pero siempre se le demostró a los Rectores los progresos realizados y la honestidad administrativa controlada por un consejo de antiguos directores. Últimamente (año 1995) el decanato de la Facultad controla la administración de los trabajos que realiza el Instituto y obtiene un porcentaje de las ganancias*” (**Nota 11**).

#### **VIII.5.8.- Ampliación del IMME**

En 1967 se inauguró la nueva Nave de Ensayos en el IMME. Quedó así ampliada en forma considerable la capacidad de ensayos del Instituto: ensayos estáticos hasta 1000 toneladas y la infraestructura para anclar equipos con 400 toneladas de capacidad de carga y la capacidad de realizar ensayos dinámicos. Hacia estas fechas ya se había despertado en la Facultad el interés por el empleo de los sistemas de cálculo automatizado. El equipo Burroughs 5500 de tiempo compartido, uno de los de mayor capacidad en su momento, fue adquirido por la Facultad en 1967. El rápido desarrollo de los nuevos algoritmos de análisis estructural, desplazaron progresivamente el empleo de los modelos estructurales para resolver problemas de geometrías atípicas.

A finales de la década de los 80, el Instituto contaba con 22 investigadores a dedicación exclusiva, buena parte de ellos con estudios de postgrado, 15 miembros del personal técnico y un adecuado apoyo por parte de personal administrativo y de servicio. El Instituto fue la sede del Curso Multinacional de Ingeniería Sismo-resistente a nivel de Maestría, gracias al patrocinio de la OEA. En los ochenta fue un difícil período para el Instituto por la intromisión de una gestión decanal que antepuso sus intereses antes que los intereses académicos. Sin embargo en 1993, se conjugaron diversos factores favorables que le han dado un vigoroso impulso al Instituto.

El Instituto ha realizado en años recientes investigaciones, novedosas, tales como estudios de nuevos materiales y tecnologías, análisis de peligrosidad sísmica y micro zonificación, comportamiento de mampostería confinada bajo la acción de fuerzas laterales, respuesta dinámica de sistemas estructurales con grandes diafragmas,

aplicación de técnicas de elementos finitos en diferentes tipos de problemas, etc. Sobre la pertinencia y actividades del IMME pueden consultarse: IMME, 1966; Grases, 1979; 2003<sup>a</sup>; López y Genatios, 1994.

### **VIII.5.9.- El Boletín Técnico del IMME**

Acaso deba mencionarse aquí que al finalizar su primer año de actividades del IMME y gracias a la iniciativa de su Director en ese momento, el profesor Fernando Delfino Mera, este aniversario se celebró con la fundación del *Boletín Técnico IMME*. Esa publicación periódica, que ha venido apareciendo sin interrupción hasta el momento, nació bajo la luz del epígrafe: “*nunca mucho costó poco*”. Tres años después, se inauguraba la nueva Nave de Ensayos del IMME, la más importante del país (IMME, 1966)

### **VIII.5.10.- Progresiva Desaparición de los Modelos Estructurales**

Si bien es cierto que el empleo de algoritmos de cálculo automatizado facilita el estudio y eventual optimización de diversas soluciones estructurales, hay una razón adicional que parece haber influido en la pérdida del interés que en su momento tuvieron los modelos.

Se trata del advenimiento de los métodos de análisis y diseño en estados últimos. La sustitución de la denominada ‘*teoría clásica*’ por métodos basados en ‘*los estados de agotamiento resistente*’: (i) facilita la comparación de la predicción analítica con los resultados experimentales; (ii) ha permitido la extrapolación al desempeño esperado de estructuras en el rango inelástico, impensable sin los modelos estructurales unas décadas atrás.

Con todo, en el caso particular de las acciones sísmicas de naturaleza vibratoria, sigue vigente el ensayo en mesas vibrantes de modelos a escala 1÷2 hasta 1÷4, así como el ensayo de prototipos bajo cargas alternantes para conocer las propiedades histeréticas (**Nota 12**).

## **VIII.6.- El INVESTI**

### **VIII.6.1.- Creación**

En el Informe que presentó la Comisión Preparatoria designada para la creación del *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Venezuela* (CONICIT) se señaló que a partir de 1958 hubo un desarrollo de institutos no universitarios dedicados a la ciencia y entre ellos se mencionó el *Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales* (INVESTI) (CONICIT, 1965, p 65). Para ese momento su director era el ingeniero Federico Rivero y se encontraba ubicado dentro de la UCV, Caracas (op. cit. p 210) (**Nota 13**).

En el libro *Las Instituciones Científicas en la Historia de las Ciencias en Venezuela*, 1987, hay un capítulo de Arnoldo Pirela sobre ese Instituto. Este es citado textualmente por Charo Méndez (1995, p 60); dice allí Pirela: “...*en la segunda mitad de la década de los treinta, dos jóvenes se plantearon la necesidad de crear en el país una capacidad tecnológica al servicio de la industria, Máximo Silberg (en química) y Armando Vegas (en construcción). Armando Vegas con experiencia en docencia universitaria, quien fomentó el primer laboratorio de la universidad y obtuvo donaciones de aparatos y equipos, con experiencia propia en aquel laboratorio que se convirtió en el IMME, que era utilizado para realizar pruebas y que se interesó en ampliarlo pero tuvo resistencias en la universidad porque serviría a la empresa privada y obtendría fondos. Luego logra que los equipos en desuso del MOP se los donen al*

*INVESTI, que se crea en 1957 con el apoyo del Colegio de Ingenieros, Cámara de Industriales y Cámara Venezolana de la Construcción. Fue el Presidente fundador y Silberg Vicepresidente. El Dr. Vegas contribuyó activamente al trabajo directo del instituto y en la búsqueda de fondos, con la noción de venta de servicios y autogestión”.*

Lo anterior coincide esencialmente con la memoria del doctor Vegas quien recordó que en el V Congreso de Ingenieros, celebrado en la ciudad de Barquisimeto, hubo un acuerdo motivado por una ponencia de la representación del Centro de Ingenieros del estado Zulia, relacionado con la necesidad de crear un Instituto de Investigación Tecnológica. A fines de 1957 esta iniciativa cristalizó con la creación del INVESTI, Asociación Civil sin fines de lucro, designando como Presidente al ingeniero Armando Vegas, y al ingeniero Máximo Silberg, Vicepresidente.

Señaló allí el doctor Vegas que: “... estando constituido legalmente el instituto...podríamos ayudar a personas que tuvieran ideas creativas...para que pudieran desarrollarlas en algún país donde hubiera facilidades de realización y no se perdieran por falta de apoyo; mientras, lográbamos realizar los estudios preliminares, obtener los recursos y comenzar con un plan de trabajo en el país” (Méndez, 1995, p 61).

El 6 de agosto de 1958, ese nuevo Instituto se instaló o fundó oficialmente en la sede del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Intervinieron en el acto fundacional: el ingeniero Gustavo Pérez Guerra, presidente del CIV; el doctor Marcel Roche, presidente del IVIC, y; Arturo Sosa hijo, miembro de la Junta de Gobierno; se contaba también con el apoyo de la Cámara de Industriales y la Cámara de la Construcción. Para ese momento, el Instituto ya contaba con asignaciones económicas de la Creole Petroleum Co., de la C.A. Electricidad de Caracas, de la Asociación Venezolana de Productores de Cemento, del Grupo de Empresas Mendoza, de las Compañías Shell y Mene Grande Oil Co. Su sede fue un área cedida por la UCV cercana a la actual Facultad de Arquitectura.

### **VIII.6.2.- Primeros Equipos y Trabajos Realizados**

También se contó con la donación por parte del Gobierno Nacional, de los equipos de ensayo de materiales y laboratorios que fueron propiedad del Instituto Ciudad Universitaria, los cuales se prestaban principalmente para la investigación de materiales de construcción. Igualmente, la Fundación Creole contribuyó sufragando los gastos de asesoría técnica que prestó la Armour Foundation a través de sus representantes designados: el ingeniero estadounidense Alexander Popoulidis en los inicios y su sucesor el doctor Harold R. Hay, experto norteamericano con amplia experiencia en la India. De acuerdo con la página web de INVESTI ([www.investi.com.ve](http://www.investi.com.ve)), ese estudio estuvo dirigido por el doctor Federico Rivero Palacios, primer Director de ese Instituto.

Este orientó ese novísimo Centro de Investigación Industrial siguiendo los esquemas de otros existentes en México y Colombia. Se señala igualmente en la citada página web, que el ingeniero Máximo Silberg: “...se encontraba en el país para analizar la industria química en Venezuela, contratado por el Ministerio de Fomento”.

De acuerdo con el valioso testimonio del ingeniero Rafael Salas Jiménez, quien laboró en INVESTI entre los años 1959 y 1964 los primeros trabajos se relacionaron con la industria alfarera y la localización de arcillas industriales (Programa de Arcillas Industriales de Venezuela). Para esas fechas, el coordinador de ese programa era el ingeniero Luis Rolando Vegas. En el INVESTI también se dedicó atención a un



proyecto orientado hacia la prefabricación de viviendas empleando paneles de concreto; este proyecto lo dirigió el ingeniero Enrique Mayz León.

Alrededor del núcleo de fundadores se fueron integrando los profesionales venezolanos que iniciaron las actividades. El primer Director Ejecutivo fue el ingeniero Federico Rivero Palacio, con estudios superiores en Francia, y entre el personal técnico figuran la ingeniero química Rosa Margarita La Roche, experta en tecnología de alimentos, el ingeniero Rafael Salas Jiménez y el geólogo Manuel Rivero.

Los programas iniciales fueron el desarrollo de una vivienda prefabricada en base a tabiques de concreto, perforados para aligerar los pesos, un proceso para la conservación de frutas tropicales y una prospección nacional para la detección y calificación de arcillas con capacidad de usos industriales.

El programa de arcillas adquirió pronto mayor trascendencia y obligó al Instituto a mejorar su dotación de equipos químicos (muflas, instrumental electrónico y DTA, Análisis Termo-Diferencial), al tiempo que aumentar personal profesional con los ingenieros Luis Rolando Vegas y Guillermo Hedderich. La investigación en arcillas permitió hacer un balance sobre el estado general de las alfarerías de la zona central del país, que surtían de productos a la vigorosa industria de la construcción, y desarrollar las primeras normas técnicas nacionales promulgadas por la recientemente constituida Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN, 1958), dependiente del Ministerio de Fomento.

### VIII.6.3.- Desempeño y Logros

La percepción que manifestó el doctor Armando Vegas a inicios de los años 90 sobre el desempeño del INVESTI, expresado en sus conversaciones con Charo Méndez (op. cit, p. 62), fue la siguiente: *“Para mí, la bonanza petrolera del país, aunque parece ilógico, ha influido en que no se hayan logrado mayores frutos, porque las empresas industriales privadas y estatales no han dado el apoyo requerido; siempre les ha resultado más práctico, sin pensar en el futuro, contratar con los institutos del exterior las investigaciones y la compra de tecnología. Existe el instituto, un milagro de perseverancia que todavía puede ser útil si el país, obligado por circunstancias previsibles, cambia su actitud para con él”*.

Entre los logros que pueden trascender a la *Ingeniería Estructural*, señalados en la citada página web de INVESTI, con marcada participación desde hace ya unos años del ingeniero Henrique Méndez Llamozas, destacan los siguientes:

- i. obtención de una patente para prefabricación de viviendas (1965);
- ii. incorporación de los resultados del estudio de agregados pétreos en el *“...manual técnico del Ministerio de Obras Públicas”* (1967);
- iii. formó parte de la creación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) con el ingeniero Rivero Palacios en el Consejo Superior. Creación de una sucursal en Valencia para la evaluación de partes automotrices (1969);
- iv. traslado de la sede al kilómetro 8 de la Carreta Panamericana y desarrollo piloto del ‘agregado liviano’ que luego fue industrializado por una empresa privada (ALIVEN) (1970);
- v. formó parte en la creación de la Asociación Venezolana de Institutos de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (AVINTI) (1979);
- vi. el INVESTI pasó a formar parte del Consejo Técnico del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción adscrito a la UCV;
- vii. fortalecimiento del programa de Asistencia Técnica para la industria del plástico (1988);

- viii. desarrolló proyectos de investigación en materiales y sistemas constructivos conjuntamente con el IDEC, FAU, UCV (1999). Posteriormente se firmó un convenio de cooperación con esta institución universitaria (2001-2004);
- ix. aprobación por parte de FONACIT de un proyecto de fortalecimiento (2005-2006).

Posiblemente el Instituto citado en el punto (vi) fue una iniciativa diferente al Instituto de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), conocido actualmente como IDEC. En los Capítulos 3 a 6 del texto *Del Banco Obrero a la UCV* (Lovera, 2004, pp. 25 a 148) se trata en detalle la conformación y constitución definitiva del IDEC. No se ha encontrado allí mención sobre el INVESTI, mas sí la decidida participación del IMME en la persona de su director para esas fechas, el profesor Carlos Ramos Royo, quien contribuyó en la orientación a seguir tanto en los aspectos técnicos como en los administrativos de esa nueva institución universitaria.

### **VIII.7.- EL COMITÉ CONJUNTO DEL CONCRETO ARMADO (CCCA)**

En marzo de 1964, en la sede del IMME se constituyó el *Comité Conjunto del Concreto Armado* (CCCA). Sus fines principales fueron el establecimiento de normas que permitiesen la utilización racional de los materiales: concreto y acero, así como de los diferentes procedimientos de cálculo aplicables al concreto reforzado. Esta asociación quedó constituida por: (i) los productores de cementos (AVPC); (ii) los productores de acero (SIDOR y SIVENSA); (iii) el principal consumidor representado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y su Comisión de Normas; (iv) los laboratorios especializados en investigación de materiales IMME e INVESTI. El Grupo Directivo del Comité quedó conformado por los siguientes ingenieros: Luís E. Hurtado Vélez (MOP), Presidente; Guillermo Briceño (SIDOR), Fernando Delfino Mera (IMME), César Hernández Acosta (AVPC), Enrique Machado Zuloaga (SIVENSA), Federico Rivero Palacios (INVESTI), Julián de la Rosa (Secretario). Como Asesor General se contó con el profesor Alfredo Páez Balaca, destacado investigador del Instituto Eduardo Torroja de Madrid, España. Los resultados de las diferentes Comisiones que se organizaron fueron publicados. El CCCA se mantuvo en vigencia hasta entrada la década de los años 70, cuando ya COVENIN se había desarrollado ampliamente. /Véase la **Sección IX.6.1**/.

#### **VIII.7.1.- Oportunidad de su Creación**

En la Venezuela del momento, ya en un abierto y amplio proceso de crecimiento, la creación de iniciativas industriales y comerciales lleva a la generación de actividades relacionadas con la construcción, que pronto se convertirá en la segunda industria del país. Por encima de las agroindustriales, las metalmecánica y las de extracción mineral. Si bien el sector público participa en estas funciones, es el sector privado el mayoritario en su presencia. Es un sector dinámico y heterogéneo, con una visión moderna de la organización estatal, que considera que el estado debe propiciar el ágil desenvolvimiento de la economía nacional, facilitando campos de acción y apoyando las gestiones de financiamiento, pero sin encargarse exclusivamente y por su cuenta de resolver problemas.

Es el momento de la aparición de variados grupos de investigación técnica y de elaboración de normas de operación particulares. Esos grupos contaron con profesionales destacados y su labor fue evidentemente provechosa; parte de ellos quedaron involucrados en las tareas que se propuso desarrollar el CCCA.

### **VIII.7.2.- Organización**

El CCCA contaba con una Junta Directiva constituida por importantes representantes de las empresas e instituciones relacionadas con el sector construcción, entre los cuales destacaron los ingenieros Luis Pérez Olivares, Enrique Machado Zuloaga, Federico Rivero Palacios, Guillermo Briceño, Julián de la Rosa, Fernando Delfino y César Hernández Acosta.

Inicialmente se conformaron cuatro Comisiones de Trabajo que luego de expandieron a seis. Sus especialidades fueron: Aceros; Agregados, Cementos y Concreto; Concreto Armado: Teoría de los Estados Límites; Concreto Armado: Teoría Clásica; Suelos; Suelo-Cemento.

Los integrantes de las Comisiones fueron profesionales destacados en sus actividades, entre los cuales se pueden citar los ingenieros: Rafael Díaz Casanova, Luis Kowalski, Manuel Smitter, Carlos Ramos, Rafael Salas Jiménez, Eduardo Arnal, Julio Bergeret, Nicolás Colmenares, José Almandoz, Otto Gratzer, José Grases, Johannes Johansson, Juan Báez Gutiérrez, Paúl Lustgarten, Joaquín Marín, Diego Ferrer, Juan C. Hiedra López, Gustavo Pérez Guerra, Luis Salamé, Guillermo Corrales, Roberto Rosario, Andrés Pesti y otros.

En las reuniones periódicas de cada Comisión se fue generando, una tras otra, una abultada colección de normas técnicas y especificaciones que fueron luego entregadas como proyectos a los diversos Comités Técnicos de COVENIN, especialmente al Comité 3, “Materiales de Construcción” presidido inicialmente por Luis Pérez Olivares y posteriormente por Rafael Salas Jiménez. En los Comités, sus miembros –muchos de los cuales pertenecían simultáneamente al Comité Conjunto-, convertían en Norma Nacional COVENIN, textos recibidos como proyectos.

El procedimiento expedito facilitó de modo extraordinario el desarrollo de la normalización técnica en el país, que creció de esta forma bajo el impulso del sector privado, con el control final del sector oficial. Es posible que esta experiencia del Comité Conjunto del Concreto Armado fuese un incentivo para otros sectores productivos, tal como fuera el caso de la creación de CODELECTRA, el comité normalizador constituido en 1967 por las empresas del sector eléctrico y electrónico, y posteriormente, en 1973, para la creación de FONDONORMA, institución que agrupó los esfuerzos normalizadores, técnicos y económicos, de los sectores privado y público.

### **VIII.7.3.- Contribuciones Técnicas**

La función creadora de normas y especificaciones que realizó el Comité Conjunto del Concreto Armado abarcó además, una tarea divulgativa por medio de publicaciones específicas, de las que citaremos las siguientes:

- 1965 - Comisión II. Agregados para Concreto – “Manual para ensayos en el campo”
- 1965 - Comisión I. Aceros – “Ensayos de laboratorio y especificaciones”.
- 1969 - Comisión II. Agregados, Cementos y Concreto – “Ensayos de laboratorio y especificaciones”, segunda edición revisada y ampliada.
- 1976 - Comisión V. Suelos - “Ensayos de laboratorio y especificaciones”.

En la actividad didáctica de las publicaciones, el CCCA también colaboró con otras instituciones relacionadas con la ingeniería y la construcción, copatrocinando la edición de algunos trabajos, tales como:

- 1967 - (En colaboración con la Dirección de Edificios del MOP) “Normas para el cálculo de estructuras de concreto armado para edificios – Teoría clásica”

- 1968 - “El sismo de Caracas de 1967. Estudios orientados hacia su interpretación, a partir del comportamiento de estructuras”, por: José Grases G. (Separata del Boletín IMME N° 23-24, de 1968)
- 1968 - “Contribución al análisis sísmico de estructuras” por: Francisco Abenante y José Grases. (Editado por el Banco Nacional de Ahorro y Préstamo. Oficina de Investigación de Viviendas de Interés Social)
- “Manual del Concreto Fresco” por: Joaquín Porrero, Carlos Ramos, José Grases. Este libro, que ha tenido varias ediciones posteriores actualizadas, ha sido adoptado como texto oficial en la enseñanza de la Ingeniería Civil en varias universidades nacionales.

El papel jugado por el Comité Conjunto del Concreto Armado en el campo de la Ingeniería Estructural fue de especial importancia, lo cual es reconocido por los profesionales de la ingeniería.

### VIII.8.- EL LABORATORIO MÓVIL DE LA AVPC

El Laboratorio Móvil de la A.V.P.C. (Asociación Venezolana de Productores de Cementos), se desplazaba con personal entrenado para el dictado de charlas en los Centros Regionales de Ingenieros (CIV). Estos profesionales fomentaban la organización de laboratorios particulares, con la idea de ayudar a aquellas empresas que requerían controlar la calidad e sus productos, ampliar o mejorar alguno que ya tuvieran (véase: AVPC, 1976, pp. 19-30). Tales recomendaciones se pueden resumir en la forma siguiente:

1. **Local.**- Se debe contar con un área administrativa (Dirección, Secretaría, Administración); se debe contar con un área de exhibición (en las cercanías de la Dirección), donde exhibir gráficos o fotos que sirvan de información al cliente y de promoción al laboratorio; se debe contar con un área operativa, cómoda, donde se separen las máquinas ruidosas (Ensayo “Los Ángeles” para agregados, por ejemplo), las productoras de polvo, escombros, etc. (Ensayos granulométricos, etc); debe haber –en lo posible –entradas diferentes para las personas y para las muestras, para evitar contaminaciones, etc.; debe haber zonas de depósitos; aulas de docencia; áreas restringidas; baños públicos y para el personal; áreas de vestir para el personal.
2. **Personal.**- Habrá personal académico, técnico, auxiliar, de limpieza, etc.
3. **Suministros.**- Agua, luz eléctrica, potencia, gas, aire a presión, reactivos químicos, repuestos, herramientas, etc.
4. **Mantenimiento y Atención.**- Mantenimiento (local y equipos), reparaciones, prevención de incendios.
5. **Documentación.**- Archivos históricos, archivos de muestras, Informes, Normas técnicas, biblioteca.
6. **Servicios Externos.**- Ensayos de campo.
7. **Relación con otros Laboratorios.**- Trabajos conjuntos con otros organismos nacionales o internacionales.
8. **Reuniones Técnicas.**- Asistencia a eventos técnicos, nacionales o internacionales.
9. **Promoción.**- Publicaciones.

Posteriormente, los laboratorios incluyeron entre sus actividades los ensayos no destructivos, la patología de las estructuras y los temas de sostenibilidad, convirtiendo

la Norma ISO/IEC-17025: *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*, en el documento más actualizado sobre el tema de la idoneidad de los laboratorios, vigente en COVENIN-FONDONORMA.

En la especialidad de Geotecnia y Mecánica de Suelos, en el país hay una amplia oferta de servicios para ejecutar estudios de geotécnica y mecánica de suelos en el seno de empresas de consultoría.

## **VIII.9.- EL INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN (IDEC)**

### **VIII.9.1.- Introducción y Antecedentes**

Durante los años 40 y 50, Caracas vivió un período de importante crecimiento urbano. Entre las obras singulares de esos años destacan: la reurbanización de El Silencio, el proyecto y ejecución de la Ciudad Universitaria, y los desarrollos del Banco Obrero entre los cuales destacan las grandes unidades de viviendas multifamiliares en atrevidos edificios de 15 plantas.

Fueron los años estelares del arquitecto Carlos Raúl Villanueva, quien en el seno del Banco Obrero conformó el Taller de Arquitectura del Banco Obrero (TABO) con, entre otras innovaciones, la introducción de estructuras altas (**Nota 14**). A finales de los 50, el BO desarrolló la primera unidad vecinal, 1200 viviendas, con sus servicios en lo que posteriormente sería Ciudad Guayana.

En 1961 se incorporó al BO el arquitecto Henrique Hernández, luego de una estadía en Europa. Según el profesor Cilento, para esas fechas Jefe de la División de Programación, el arquitecto Henrique Hernández: “...será el padre de la experiencia de innovación tecnológica más importante desarrollada en Venezuela en el campo de la vivienda, que alcanzó reconocimiento internacional” (Cilento, 2003, p. 61).

Muy pronto Hernández estuvo a cargo de la Sección de Diseño en Avance e Investigación (SDAI) del BO. Empezó desde allí el programa experimental de San Blas, en Valencia, en el cual se incorporaron tecnologías resultado de una interacción de profesionales, incluidos los constructores (**Nota 15**). Las innovaciones logradas se aplicaron a desarrollos de mayor escala: en Valencia, La Isabelica de 15.000 viviendas y, en Maracaibo, San Francisco con 8.000 viviendas.

Cambios en la administración pública modificaron el esquema interno del BO y el SDAI fue sustituido por una nueva Gerencia de Investigación e Información, con lo cual se desvirtuaron sus funciones (**Nota 16**).

Finalmente es preciso destacar en esta breve introducción tres inquietudes que guiaron las actuaciones del arquitecto y profesor Henrique Hernández. La primera, su interés por servir a la sociedad: “*Me interesa la enseñanza de la composición arquitectónica como profesión al servicio de una sociedad*”. “*El acento lo hemos puesto en la búsqueda y desarrollo de los medios necesarios para que el Arquitecto pueda cumplir con las exigencias de la sociedad contemporánea*”. Dentro de esa sociedad: “*Tradicionalmente la profesión de la arquitectura ha estado unida a la necesidad de prestar servicios al cliente individual, con sus peculiaridades funcionales y temperamentales*”. Ahora: “*El cliente es un grupo social de composición heterogénea y de magnitud variable. Problemas donde las características individuales son reemplazadas por cifras estadísticas referidas a grupos colectivos*”. El segundo tiene que ver con su actuación como docente: “*...la enseñanza de la arquitectura tiene que ir paralela a nuestra búsqueda e inquietudes profesionales...dándole de tal forma a la enseñanza un carácter de búsqueda donde el alumno es un integrante activo de ésta y no solo un ente pasivo que se limita a ‘recibir’*” (**Nota 17**). Prácticamente como corolario de las dos primeras, destaca su inquietud por experimentar, por reconocer que

la intuición o el conocimiento artesanal debe ser sustituido por información medible y verificable; y por tanto, los aspectos tecnológicos deben integrarse de alguna forma a la solución arquitectónica, especialmente si se trata de soluciones que habrán de repetirse centenares o miles de veces.

No es sino una consecuencia esperada que, junto con sus colegas del Banco Obrero y en la sede de la enseñanza de la Arquitectura, hubiese nacido el *Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción*. Y, también parece razonable, sin desmerecer a ninguno de sus colegas, que estos hubiesen propuesto como su primer Director precisamente al profesor Enrique Hernández.

### **VIII.9.2.- Creación del IDEC**

La creación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura de la UCV, fue aprobada por el Consejo Universitario de la UCV el 7 de mayo de 1975 y por el Consejo Nacional de Universidades el 6 de octubre del mismo año. Una relación detallada sobre la organización de este Instituto se da en Lovera (2004).

Sus fundadores fueron un grupo de jóvenes arquitectos que habían contribuido a desarrollar, en el Banco Obrero, el Programa Experimental de Viviendas y la iniciativa de Diseño en Avance. Entre sus objetivos generales: transformar la industria de la construcción para que su productividad pudiera crecer hasta alcanzar las necesidades de los más desposeídos, ofrecer soluciones constructivas de mayor eficiencia y contribuir a la formación de personal altamente capacitado. Ese grupo, mayoritariamente conformado por docentes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la UCV, se adentró en las peculiaridades del desarrollo tecnológico de la construcción y laboró en el diseño de sistemas, procesos y componentes constructivos directamente con ingenieros estructurales y arquitectos de las empresas constructoras, interacción que representó toda una novedad en su momento.

### **VIII.9.3.- Objetivos Particulares**

El Instituto, adscrito a la FAU de la UCV, fue, y sigue siendo, el primer instituto de investigación y desarrollo universitario del país orientado al estudio y desarrollo de la industria de la construcción; entre sus objetivos particulares: analizar y proponer soluciones a los problemas relacionados con la demanda de edificaciones educacionales, de servicios, viviendas y construcciones en general. Esto mediante el desarrollo de nuevos sistemas constructivos, nuevos materiales, componentes y procesos de producción, con la finalidad de introducir innovaciones y formar profesionales de alto nivel en el campo de la construcción.

Tal como claramente lo explica el profesor Cilento en sus palabras con ocasión de los primeros 30 años del IDEC, desde el inicio de las actividades se trataba de ir detectando: "...una necesidad, para efectuar una propuesta que permitiera ensayar-comprobar uno de los sistemas en estudio" (Cilento, 2006). De este modo se conformó una estrategia 'pull': extraer del mercado oportunidades o 'nichos' para el desarrollo de una determinada tecnología; estrategia esta opuesta a la que implicaba, "...introducir, empujar (push) en el mercado una tecnología, componente o proceso previamente desarrollado y evaluado".

Con esos objetivos por delante, las actividades del IDEC estuvieron orientadas hacia los tres programas de acciones básicas siguientes: investigación, docencia y extensión. A continuación una breve descripción de las principales áreas de trabajo. Debe señalarse antes, que los profesionales que establecieron las directrices de esta

nueva institución universitaria tenían muy claro que: "...la obtención de contratos se basaba más en la confianza y relaciones de los investigadores con los clientes que en el conocimiento mismo de las bondades del producto final". Por competir en un campo donde no había una experiencia similar, el prestigio personal debía ser progresivamente sustituido por el reconocimiento institucional.

#### **VIII.9.3.1.- Investigación**

Destacan en este sector de la actividad del IDEC, los tres objetivos siguientes: (a) Desarrollo Experimental (tecnología innovadoras; elaboración de componentes constructivos alternativos; sistemas de componentes en plásticos reforzados; estructuras transformables; estructuras de emergencia); (b) Economía de la Construcción (evaluaciones sobre el sector construcción y vivienda; instrumentación para la transferencia de competencias a las gobernaciones y municipios en el campo de la construcción; análisis de costos); (c) Habitabilidad de las Construcciones (comportamiento térmico de las edificaciones; sistemas pasivos de climatización; requerimientos de edificaciones medico-asistenciales; lineamientos para edificaciones preescolares e infantiles)

#### **VIII.9.3.2.- Docencia**

Orientado hacia la formación de personal de alto nivel y con los antecedentes anotados más arriba, el IDEC promovió y organizó una Maestría y Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, con pasantías y tutorías de pregrado, postgrado, doctorado y postdoctorado. El intercambio de profesores y estudiantes fomentó la formación del profesorado.

La docencia de cuarto nivel exigía disponer productos de investigación y desarrollo, preferiblemente introducidos en el mercado; es decir, innovaciones visibles. Hasta que no se dieron las condiciones adecuadas solo se dictaron cursos de Ampliación de Conocimientos y Seminarios. En abril de 1986 se dio inicio a la primera Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC (MDTC), con una oferta variada de cursos de postgrado, dirigida a reforzar la formación profesional de Arquitectos, Ingenieros y otros profesionales afines, con alcance nacional e internacional (**Nota E**).

Este compromiso académico motorizó nuevos enfoques y planteamientos tecnológicos. El primero de ellos surgió del "*Programa de incentivos a la innovación y comercialización de materiales y componentes del hábitat popular (PROMAT)*", coordinado por el arquitecto Henrique Hernández, auspiciado y realizado por el Ministerio del Desarrollo Urbano (MINDUR) con la asesoría del IDEC. Las propuestas contenidas en el PROMAT, aún cuando no fueron instrumentadas por el MINDUR, constituyó un primer impulso a las investigaciones de estudiantes de la MDTC, particularmente útiles en el diseño de viviendas de bajo costo.

La trascendencia de mantener líneas de investigación activas quedó plasmada en esta advertencia del profesor Alfredo Cilento, motor y promotor del IDEC, cuando expresó: "*No imaginamos un postgrado en desarrollo tecnológico, avanzando en un campo desierto de producción real de nuevos conocimientos, en este caso de nuevas tecnologías e innovaciones...*"

#### **VIII.9.3.3.- Extensión**

Las relaciones inter-institucionales sustentadas por convenios, eventos académicos, ampliaron los pensa de los cursos de extensión y capacitación. Desde un

inicio esto fue complementado con la revista especializada *Tecnología y Construcción*, así como con la colaboración en libros y folletos.

#### VIII.9.4.- Propuestas de Sistemas Constructivos y Componentes

La mejor forma de sintetizar las principales iniciativas y logros de una institución altamente creativa, que a lo largo de más de un tercio de siglo ha desarrollado múltiples proyectos, es haciendo un seguimiento, en lo posible cronológico, de los logros más destacados.

Esto se ha ensayado en la **Tabla VIII.1** que sigue, en la cual ha sido preciso renunciar a valiosas experiencias; se deja constancia de las principales referencias donde se puede hacer un seguimiento más cercano de algunas de ellas.

**Tabla VIII.1**  
**Una Muestra de Proyectos y Ejecutorias del IDEC**

<b>Identificación del Proyecto</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Comentarios</b>
Estudios para a producción de componentes de plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV) (1978)	Producción de cerramientos de plásticos, moldes para el concreto e incluso fabricación de piezas sanitarias	Esta fue la primera unidad operativa de la Planta Experimental de Construcción del IDEC, ubicada en los terrenos de El Laurel de la UCV
Diseño y construcción de edificaciones educacionales. Construcción de la Escuela Experimental de Guarenas(1978)	Proyecto CONICIT-IDEC-CLASP. Convenio de transferencia de tecnología con el grupo CLASP, del Consorcio de Autoridades Locales del Reino Unido	Al igual que el Proyecto PRFV, se contó en este con el apoyo del CONICIT. En el marco del proyecto se construyeron dos escuelas; una con el sistema CLASP y la segunda con el sistema desarrollado por IDEC
El sistema IDEC antes citado, dio origen al SIEMA		SIEMA se continuó utilizando en otras edificaciones
En 1981 el IDEC recibió el Premio Nacional de Desarrollo Tecnológico del CONICIT		Se premió el aporte al desarrollo de sistemas constructivos para edificaciones educacionales
Proyecto INCOVEN. Estudio de: "Organización de la Industria de la Construcción en Venezuela. Componentes y Relaciones" (inicio años 80)	Detenido estudio sobre el funcionamiento del sector construcción, procesos productivos, circulación del capital y ganancias del empresario constructor	Se constituyó un equipo de investigación IDEC-Sector de Estudios Urbanos-Instituto de Urbanismo, con apoyo del CONICIT
Aplicación del sistema SIEMA en la construcción de la primera edificación de tres plantas: el Banco del Libro en Altamira, Caracas	Mostrar un producto terminado que permitiese el acceso a nuevas aplicaciones de una tecnología de gran versatilidad que facilitase diversificar su catálogo de componentes	Ejecutado entre 1984 y 1988 representó la segunda versión del sistema VEN-UNO, desarrollado en el Proyecto CONICIT-IDEC-CLASP
"Morfología de la Construcción Pública en Venezuela. Descentralización y mantenimiento de obras públicas", complemento del proyecto INCOVEN	Funcionamiento del sector público de la construcción y su estructura; distribución de las inversiones en la construcción, tipo de obras y ámbitos del sector público: nacional, estatal y municipal (Cilento et al., 1994)	El planteamiento de descentralización contenido en el informe del Proyecto CONICIT-IDEC-CLASP fue acogido con interés por la Comisión Presidencial para la Reforma del Estado (COPRE). Ejecutado con anterioridad al año 1990



Estudio sobre materiales componentes y técnicas constructivas para Viviendas de Bajo Costo	Enmarcado en estrategias de sostenibilidad y reforzar las capacidades tecnológicas regionales y locales. Se conformó una base de datos sobre empresas y productos a nivel local, estatal y nacional.	Desarrollado entre 1998 y 2003. En su primera etapa fue realizado por investigadores de IDEC (UCV), ULA, LUZ y UNET. La segunda fase fue responsabilidad del IDEC y obtuvo el Premio Nacional de Investigación en Vivienda: CONAVI 2003
El sistema estructural SIEMA es empleado en el nuevo edificio administrativo de la Procter & Gamble		Proyecto del arquitecto Pablo La Sala, año 1990. Se incorporaron cerramientos exteriores de protección solar, prefabricados de PRFV
Una aplicación similar a la anterior se empleó para el edificio sede de CORIMÓN en Valencia		Esta obra del año 1991, permitió suscribir un contrato de licenciamiento para el uso de SIEMA mediante pago de royalty y costos de asistencia técnica
En 1990 TECNIDEC contrató el proyecto, la ingeniería de detalle y la supervisión de la fabricación de los componentes constructivos para el edificio sede del Instituto de Ingeniería en Sartenejas, sureste de Caracas	En esta edificación de tres plantas, se explotaron todas las ventajas de SIEMA y se incorporaron nuevos componentes y formas de utilización del espacio que confirieron a la edificación una imagen arquitectónica muy especial	El edificio sede del Instituto de Ingeniería recibió una Mención Honorífica en la categoría de Diseño en la IX Bienal de Arquitectura
Sede del Instituto de Previsión del Profesorado (IPP) de la UCV		
Pabellón de Venezuela en la Expo-92, Sevilla, España. El diseño, la ingeniería de detalle, así como la supervisión de la fabricación y el montaje, fue responsabilidad del IDEC	Aplicación del concepto de estructuras transformables, ESTRAN, desarrolladas en el IDEC por el arquitecto Henrique Hernández	La estructura, formada por cerchas tubulares de aluminio, fue concebida por los arquitectos Henrique Hernández y Ralph Erminy; producida en Venezuela, se transportó plegada por vía marítima y se desplegó en Sevilla
Estructuras transformables-textiles ubicadas en el Centro Internacional de Educación y Desarrollo de PDVSA (CIED)		Ubicado en La Trinidad, Caracas.
“Código de habitabilidad para la vivienda y su entorno”	Revisión e integración de toda la normativa nacional sobre la materia; podrá así sustituirse al concepto de Normas de Desempeño	El Informe final de este proyecto compartió el Premio Nacional de Investigación en Vivienda, CONAVI 2001

### VIII.10.- OTROS INSTITUTOS Y LABORATORIOS

Sobre otros institutos y laboratorios, organizados por iniciativa privada o del Estado, hay alguna información que se ha sintetizado en esta Sección; incluye Laboratorios Móviles que han circulado por toda la geografía venezolana.

En la rama de la construcción, además del IMME, Facultad de Ingeniería, UCV, en años sucesivos se fueron sumando los laboratorios: de la Universidad Católica

Andrés Bello (UCAB); de la Universidad de Los Andes (ULA); de la Universidad Metropolitana (NIMET); el Centro de Investigaciones Tecnológicas de Oriente (CITO) de la Universidad de Oriente (UDO), Barcelona; la Universidad Simón Bolívar. Los laboratorios de todas las empresas productoras de cemento, los laboratorios de las empresas de concreto premezclado, Eternit, Cerámicas Carabobo, SIDOR y Metro de Caracas, y otros. Empresas de prestación de servicios como: “Gómez, Celis y Herrera”, luego los laboratorios Labor, Ciem, Intesika.

#### **VIII.10.1- Centros de Investigación y de Servicios de Ingeniería Aplicada**

La necesidad de contar con centros de investigación en el país fue manifiesta a partir de los años 60. En adición a los ya mencionados, cronológicamente el primero que puede citarse es el Instituto Tecnológico de la Facultad de Ingeniería, UCV, el cual fue creado en 1961 con la finalidad de ofrecer servicios fuera del ámbito universitario. Sin equipamiento propio, inició sus actividades en 1966 bajo la dirección del profesor Octavio Jelambi. El decano de la época explicó que su función era la de promocionar las capacidades de la Facultad de Ingeniería. Sus actividades cesaron el año 2004 (Genatios, G., 2005).

En 1967 se inauguró el Centro de Procesamiento de Datos de la Facultad como parte del Instituto Tecnológico, el cual a partir de 1973 fue organizado como Departamento de Investigación de Operaciones y Computación.

Según Méndez (2011b) en 1970 se constituyó el Centro de Investigación Tecnológica del IVIC (**Nota 19**). Ese mismo año el MOP y el INOS establecieron la Fundación Laboratorio Nacional de Hidráulica. En 1971 se crearon: el Instituto de Investigaciones Petroleras de la Universidad del Zulia, el Laboratorio de Investigaciones Tecnológicas de la CANTV y el Centro de Investigaciones de SIDOR.

Las necesidades de las industrias metalmeccánicas, así como de la construcción, ofrecían una ventana de oportunidades que dio lugar a la organización en 1972 de: los laboratorios en la nueva Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de los Materiales, de la UCV, en Caracas, en la rama de la Metalurgia y, luego, en el campo de la Odontología, el Centro Nacional de Materiales Dentales de la UCV. Ese mismo año en Colegio de Ingenieros de Venezuela creó la Fundación Instituto de Mejoramiento Profesional del CIV.

#### **VIII.10.2.- La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS**

En 1972 el Estado venezolano hizo realidad proyectos que estaban en el ambiente profesional como necesidades: la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y un ente coordinador y de financiamiento de la investigación, que fue el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICIT, hoy FONACIT (**Nota 20**).

Los objetivos u contribuciones de FUNVISIS se tratan en el **Capítulo VII**.

#### **VIII.10.3.- El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas**

Creado como un ente coordinador de la investigación científica en el país, en el seno del CONICIT se organizaron múltiples comisiones para la evaluación y análisis de propuestas presentadas por grupos de investigación científica y tecnológica.

Escapa al alcance de esta Memoria un análisis, aún cuando sea muy breve, sobre la trascendencia del CONICIT, hoy denominado FONACIT.

#### **VIII.10.4.- Laboratorios e Institutos de Mecánica de los Fluidos**

Sobre los estudios de problemas hidráulicos en Venezuela hay una larga historia que escapa al alcance de esta Memoria (**Nota 21**). Por su trascendencia debe citarse el Laboratorio Nacional de Hidráulica Ernesto León D. (Michelena, 1961).

A nivel de la docencia universitaria y como centro de investigación, se retiene aquí la fundación del Laboratorio de Mecánica de los Fluidos dependiente de la Escuela de Ingeniería de la UCV, en 1957-58. Instalación modélica que contó con la experticia del profesor Heinrich Brezzina, su director, y la asesoría del profesor Hunter Rouse de la Universidad de Michigan. En 1976 fue elevado a la categoría de Instituto de Mecánica de los Fluidos, para lo cual contó con destacados profesores investigadores de la Facultad. Cumplió un papel de mucha trascendencia en la comprensión de los mecanismos asociados a los deslaves de Vargas en 1999 y sus medidas preventivas (López S., J.L., 2006; 2010; López y García, 2006).

#### **VIII.10.5.- Otros Laboratorios**

En el dominio de la investigación sobre temas del petróleo, en 1973 la USB creó un Instituto de Petróleo que, en 1981, pasó a ser parte del Instituto de Energía de ese Centro Académico. Ya en 1974 se había constituido la Fundación para la Investigación de Hidrocarburos y Petroquímica, antecedente del Instituto Tecnológico Venezolano del Petróleo (INTEVEP) fundado en 1976 (**Nota 22**). Para 1989 INTEVEP recibió el 68% de los recursos oficiales destinados a investigación en tecnología industrial, área en la cual contaba con 72% de los investigadores registrados; no se cuenta con datos sobre la aprobación de patentes de INTEVEP, pero era reconocido como el centro más prolífico en patentes entre las instituciones del país.

Los sectores más interesados en montar laboratorios particulares fueron: (i) la automotriz (General Motors de Venezuela; Ford Motors de Venezuela; Cauchos General; Good Year de Venezuela; Firestone; Uniroyal); (ii) la metalurgia (Torvenca; Alcasa) y la química (Dupont de Venezuela; Montana Gráfica); (iii) la de los alimentos (Escuela de Biología de la UCV); (iv) la de electricidad (Cabel; Iconel). En el sector de la construcción, y en años sucesivos, se fueron sumando los laboratorios de la UCAB (Universidad Católica Andrés Bello), de la Universidad de Los Andes, la empresa “Gómez, Celis y Herrera”, el CITO (Centro de Investigaciones Tecnológicas de Oriente), en Los Montones, Barcelona, Estado Anzoátegui, y luego los laboratorios Labor, Ciem, Intesika, Metro de Caracas, los laboratorios de todas las empresas productoras de cemento, los laboratorios de las empresas de concreto premezclado, Eternit, Cerámica Carabobo, la Universidad Simón Bolívar, la Universidad Metropolitana, SIDOR, etc.

#### **VIII.11.- ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS**

Al comienzo del programa de acreditación de laboratorios, COVENIN aplicó la “Norma 1000” (*Guía para el Diagnóstico del Sistema de Calidad de Empresas*) adaptada al caso, que requería a su vez el empleo de la Norma ISO 8402 (*Aseguramiento de la Calidad: Vocabulario*), la Norma COVENIN 1430 (*Sistemas de Calidad de Empresas*), la ISO 9000 (Gestión y Aseguramiento de la Calidad), la ISO 9004 (Gestión de Calidad, Lineamientos). Mediante estos documentos se determinó el grado de idoneidad de los sistemas de control de calidad de los laboratorios particulares que surgieron en el país. El interés por crear nuevos laboratorios que controlaran la calidad de los productos fue en aumento y, al mismo tiempo, se logró un adecuado control de la Marca NORVEN.

## Agradecimientos (pendiente)

### Notas

- Nota 1.-** En algún texto se menciona a Manuel María Urbaneja (1814-1897), graduado en la primera promoción de la Academia Militar de Matemáticas el año 1837; el nombre correcto es Luis A. Urbaneja Tello (1875-1947), vinculado a la docencia universitaria desde 1915 en materias relacionadas a la Construcción y sus Materiales. Sobre el profesor Manuel María Urbaneja, maestro de Jesús Muñoz Tébar, interesa destacar que en 1866 anotó la lista de libros de la Academia de Matemáticas que enriqueció el fondo bibliográfico del CIV.
- Nota 2.-** En el seno del Laboratorio del MOP, Barret realizó ensayos sobre cementos, asfaltos y otros materiales, cuyos resultados fueron publicados en el exterior (Barret, 1944; 1946; 1948).
- Nota 3.-** No hemos encontrado trabajos publicados del ingeniero Amos Alemán. En el libro sobre la reurbanización de El Silencio (De Sola, 1988), se menciona al ingeniero Alemán como personal activo del control de calidad de los concretos de las nuevas estructuras.
- Nota 4.-** Es posible también se realizaran allí los primeros ensayos sobre las propiedades de las maderas nacionales. Efectivamente, desde el año anterior el ingeniero Urbaneja Tello desempeñaba el cargo de jefe de la División de Ensayos de Materiales y Especificaciones del Ministerio de Obras Públicas, donde realizó una serie de investigaciones sobre la resistencia de los materiales de construcción usados en Venezuela que dieron origen a numerosos informes técnicos de gran interés y utilidad (Carrillo, 2003).
- Nota 5.-** para los aspectos del concreto se seguían los dictámenes de la NACU ( National Association of Cement Users, 1904) convertida en 1913 en el ACI (American Concrete Institute).
- Nota 6.-** En la Dirección Especial de Malariología además del doctor Gabaldón, su director, y cuatro médicos, prestan sus servicios 10 ingenieros encabezados por Arturo Luis Berti y Salvador José Carrillo. Estos introdujeron: “...*las construcciones de canales de drenaje revestidos con piezas de concreto prevaciado por primera vez en el país*” (Berti, 1997, p. 30).
- Nota 7.-** No cabe duda que el “...*primer laboratorio...*” en el país era el del MOP, ubicado en Santa Rosa, Caracas, e inaugurado en 1936. No conocíamos mención previa sobre el Laboratorio instalado en Maracay, citado por el ingeniero Berti. Es posible que la presencia del ingeniero Armando Vegas, propulsor del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la UCV, hubiese influido en esa decisión; sin embargo en la biografía del ingeniero Armando Vegas de Charo Méndez, se recoge que el ingeniero Vegas solo permaneció un tiempo corto en la Dirección de Edificios del MOP por no coincidir con la política de ese nuevo Ministro (Méndez, 1995, p. 53).
- Nota 8.-** El consejo del profesor Danusso fue bien acogido y se decidió la incorporación de tal tipo de técnicas. Esto se reflejó en la nueva Norma para el Cálculo de Edificios aprobada ese mismo año 1955 y publicada por vez primera en 1959. Pocos años después, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales - ya en su transición a ser elevado a nivel de Instituto- se estudió en un modelo a escala reducida, los problemas para determinar las solicitaciones de un puente en esvaje, cuyos resultados fueron presentados por el ingeniero Alberto Eladio Olivares en un Congreso de Estructuras celebrado en Suiza (Olivares et al., 1961). De modo que la ampliación de esas opciones de asistencia a los Ingenieros Estructurales se reflejó incluso en el nombre propuesto al futuro Instituto de Materiales con el señalamiento de contar con las disciplinas de los Modelos Estructurales. Con esa denominación de *Instituto de Materiales y Modelos Estructurales* nació esa institución universitaria en febrero de 1962.
- Nota 9.-** En los años 1967-68, la empresa Jahn, C.A. se construyó la Catedral de Barquisimeto.
- Nota 10.-** Muy posteriormente en el seno de la comunidad universitaria de la UCV se tuvo conocimiento que este premio también era practicado como estímulo en la Universidad de Carabobo.
- Nota 11.-** El doctor Armando Vegas mantuvo inalterable su interés por la marcha de esta institución universitaria. Nunca faltó a las invitaciones que le fueron hechas para participar en los Consejos Técnicos ampliados, al igual que también asistía el profesor Espinal donde debían tomarse decisiones sobre inversiones de los fondos del Instituto o creación de nuevas Divisiones.
- Nota 12.-** Se entiende por histéresis la tendencia de un material, cuyo comportamiento depende de la historia previa del estímulo, de conservar una de sus propiedades -por ejemplo la capacidad de absorber y disipar energía- en ausencia de dicho estímulo. Por ejemplo en los diagramas momento vs. rotación de secciones de miembros estructurales de concreto reforzado, se dice que el comportamiento

- histerético es estable si la repetición de la misma historia de rotaciones, monotónicas o de signo alternante, aplicada varias veces, no modifica el valor del momento máximo alcanzado.
- Nota 13.-** La Nómina de la Comisión Preparatoria estaba constituida por los siguientes doctores: Marcel Roche (Director del IVIC), coordinador; Miguel Layrisse (Sub-director interino del IVIC), coordinador adjunto; Luis Medina, (Secretario del Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas); Carlos Pi i Sunyer (Secretario Ejecutivo de COVENIN, Ministerio de Fomento); Armando Vegas (Presidente del INVESTITI y vice-Rector de la UCAB); Federico Rivero Palacios (Director del INVESTITI). En la Secretaría de la Comisión actuaron los doctores Luis R. Ocando y Gustavo J. Martín.
- Nota 14.-** En su Escrito, casi de memoria, sobre los 50 años de fundada la Facultad de Arquitectura (Cilento, 2003), este señala que una de las novedades en estos edificios, poco conocida, fue la combinación de apartamentos a nivel de los pasillos de circulación y otros a los cuales se llegaba por escaleras subiendo del pasillo inmediatamente inferior o bajando del superior, con lo cual los ascensores solo se detenían cada tres plantas. Habría que añadir, que fue el arquitecto Villanueva quien propuso, muy al inicio de los años 50, el edificio Rental de la UCV en la Plaza Venezuela, de 50 plantas, tema que se trata en el **Capítulo V** de esta Memoria.
- Nota 15.-** El IMME efectuó mediciones en las viviendas ya construidas para evaluar parámetros relacionados al confort de los habitantes: temperatura, luminosidad, aislamiento sonoro y otros.
- Nota 16.-** En su citado Escrito, el profesor Cilento destaca que si bien el TABO estuvo Activo durante la dictadura y el SDAI bajo un gobierno constitucional, hubo rasgos comunes en ambas actuaciones: la juventud de sus principales actores, entusiasmo, mística y ética profesional (Cilento, 2003, p. 62).
- Nota 17.-** Las frases citadas son de (Hernández, 1964), reproducidas en el libro: *Del Banco Obrero a la UCV. Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)* (Lovera, 2004, pp. 28-30). Esa inquietud expresada en otros términos, 40 años después, sigue presente en Hernández (2004, pp. x y xi).
- Nota 18.-** El programa de postgrado del IDEC consta de: una Maestría y una Especialización que se ofrecen cada dos años; además, una oferta anual, de alrededor de siete Cursos de Ampliación de Conocimientos
- Nota 19.-** En 1977, INTEVEP incorporó a los 75 profesionales y técnicos del Centro de Investigaciones Tecnológicas del IVIC.
- Nota 20.-** Aparte del nacimiento del CONICIT, en 1962 se celebró la 'Primera Reunión de Científicos, Educadores y Empresarios para el Desarrollo Económico' (¿es este un antecedente del CONICIT?).
- Nota 21.-** En el proyecto de la sobreelevación de la presa de Guri, etapas 2 y 3, se decidió verificar efectos hidráulicos en un modelo escala 1:50, con un área inundada de 4500 m<sup>2</sup>. Este estudio se realizó en las cercanías de la presa de Macagua bajo la dirección del ingeniero Manuel Grases (Maldonado Burgoin, 1997, p. 221).
- Nota 22.-** Poco después, en 1979, este Instituto se convirtió en filial del holding petrolero estatal PDVSA, en cuya estructura se encontraba el Instituto de Adiestramiento Petrolero y Petroquímico (INAPET). En 1983, este fue sustituido por el CEPET. Doce años después, a su vez este fue reestructurado y se conformó el Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED) con amplias instalaciones al sureste de la capital.

## REFERENCIAS

- ARCILA FARIAS, E. (1961). *Historia de la Ingeniería en Venezuela*. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Edit. Arte, 2 Vol. Caracas.
- AVPC, (1976b). Laboratorio Móvil N° 1. En: *Sobre 20 Años de Actividades*, pp 19-30, Asociación Venezolana de Productores de Cementos, Grafics Herpa, Caracas, 814 p.
- BÁEZ G., J. (1973). Consideraciones sobre los aceros tratados en frío como refuerzo del concreto armado. *Boletín Técnico IMME*, N° 43-44, pp. 103-104, Caracas.
- BARRET, E. V. (1944). Comparative tests of 52 brands of Portland Cement from 15 countries. *Proceedings ASTM*.
- BARRET, E. V. (1946). A method of particle size determination of soils, cement, etc. by means of a chainomatic specific gravity balance. *Proceedings ASTM*.
- BARRET, E. V. (1948). Stabilization with cutback asphalt of 42 kilometers of the natural surface soil of the Perijá highway in Venezuela. *Memorias del Segundo Congreso Internacional sobre Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones*, Rotterdam.
- BERTERO, V. (1983). *Curso sobre Ingeniería Sísmorresistente*. 2 vol., ALIVEN, Caracas.

- BIFANO J.L. (2001). *Inventos, Inventores e Invenciones del siglo XIX Venezolano*. Ed. Fundación Polar, ISBN 980-37-044-7, Caracas, 280 (¿) pp.275
- CONICIT (1965). Véase: LAYRISSE et al., 1965.
- CARRILLO, J.M. (2003). *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Datos históricos y biográficos*. Colección de Biografías de Personajes de la Ciencia y Tecnología en Venezuela. Fundación Polar, ISBN 980-379-063-3. Caracas, 160 pp. + índice. /Contiene numerosas biografías resumidas de Ingenieros venezolanos destacados/.
- CASTILLA C., E. (1991). Experiencias recientes en mampostería confinada sismo-resistente. . *Boletín Técnico IMME*, Vol. 28, N° 79, pp. 31-60, Caracas.
- CASTILLA C., E. y POSE, M. (1995). Evaluación del comportamiento de muros de mampostería de concreto ante carga horizontal. . *Boletín Técnico IMME*, Vol. 33:1, 31-52, Caracas.
- CILENTO, A., et al. (1994). 'Descentralización de la construcción y el mantenimiento de obras públicas'. En, De la Cruz, Rafael *La distribución del poder*. Tomo III, Copre-PNUD-Editorial Nueva Sociedad, Caracas.
- CILENTO, A. (2003). Escrito (casi) de memoria: 50 años en Arquitectura. *Tecnología y Construcción*, vol. 19, N° III, 59-66 sept. Dic. Caracas.
- CILENTO, A. (2006). Treinta años del IDEC. Palabras del Profesor Alfredo Cilento con motivo de la celebración de los 30 años del IDEC; 21 de noviembre de 2006. *Tecnología y Construcción*, v. 22, N° 3, 1-15. Caracas.
- CILENTO, A. (Coordinador), VILLANUEVA, F., ROFFÉ, A. y VALERO D. (1994). Morfología de la Construcción Pública en Venezuela: Descentralización de la Construcción y Mantenimiento de Obras Públicas. En: *Descentralización de los Servicios: la Distribución del Poder III*. Serie Venezuela, La Reforma del Futuro. Editorial Nueva Sociedad, pp. 285-404. Caracas.
- DANUSSO, A. (1956). *Rascacielo en Caracas de 50 pisos. Relación sobre la estabilidad estática y dinámica sobre proyecto y cálculos del Arquitecto Carlos R. Villanueva y de los Ingenieros: Kaltensadler, Olivares, Sanabria y Xiques, por encargo de la Ciudad Universitaria*. Milano 15 de julio de 1956. 16 p.
- DE LA ROSA J. y URREIZTIETA O. (1953). Normas para el uso del Concreto Armado. *Revista del CIV*, N° 206:9-17; N° 207:4-17; N° 208:4-13, Caracas. /Por su presentación, la autoría de ese trabajo corresponde a la Dirección de Obras Públicas del Distrito Federal, División de Control de Construcciones. De La Rosa y Urreiztieta firman una nota que encabeza este largo documento, señalando que las fuerzas por sismo que incluye el documento: "Están basadas en *The Lateral Force Code, del Joint Committee of the San Francisco, ASCE Calif. Sect. and Struct. Eng. Assoc. of North. Califor. SEAONC* del año 1951"/.
- DE SOLA R., R. (1988). *La Reurbanización de El Silencio. Crónica*. INAVI. Caracas, 320 p.
- DÍAZ DE SMITTER, M.L. (1973). Análisis experimental de un modelo de una estructura de concreto armado realizado en plástico. *Boletín Técnico IMME*, N° 43-44, 57-102, Caracas.
- ESPINAL V., R. (1952). El Laboratorio de Ensayo de Materiales: Toda una Institución al Servicio del Estudiante. *Memoria de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales, Escuela de Ingeniería, UCV*, Vol. 2, p 71-101, Caracas.
- ESPINAL V., R. (1966). Palabras del ciudadano Director Fundador del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales. Reseña de la Inauguración del Edificio Ampliación, 7 de Julio de 1966. *Boletín Técnico IMME*, IV(15-16):45-55, Caracas.
- FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y NATURALES. MEMORIAS (1952-1953). UCV. Volumen I, 31 julio, Caracas.
- FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y NATURALES, U.C.V., MEMORIAS (1953). Volumen V, 30 junio. Caracas.
- GENATIOS, G. comp. (2005). *La Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y su constitución*. Comisión de Acervo Histórico de la Facultad de Ingeniería, UCV. Genoveva de Genatios (compiladora), Dilia de Zavaleta y Flor Oliver de Guardia. ISBN 980-00-2218-X, Gráficas TAO S.A., Caracas. 151 p.
- GRASES J. (1970). Consideraciones sobre la similitud entre modelo y prototipo. *Boletín Técnico IMME*, N° 31-32, 3-35, Caracas.
- GRASES J. (1979). Breve reseña sobre el Boletín Técnico IMME, en su décimo-quinto aniversario. *Universidad Nuestra, Revista de la APUCV*, N°4: 60-62, Caracas, junio.
- GRASES J. (2003a). Huella y obra de Ramón Espinal Vallenilla. Un nuevo aniversario de la Fundación del IMME. *Boletín Técnico IMME*, 41:N° 2-3, 40-48, Caracas.

- GRASES J. y RAMOS C. (1966). *Curso de Materiales y Ensayos*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, IMME. Caracas, 380 p.
- GRASES, J. y VIGNERI, A. (1980). Evaluación estadística de dos propiedades mecánicas de los aceros de refuerzo, relevantes en el comportamiento de miembros de concreto armado sometido a acciones de tipo sísmico. *Bol. Técn. IMME*, XVIII (67):71-86, Caracas.
- HANSEN, B.H. y GONZÁLEZ, P. (1976). Construcciones de Concreto en el Lago de Maracaibo. Libro aniversario de AVPC pp. 643-662, Caracas.
- HERNÁNDEZ O., H. (1964). El diseño arquitectónico y la industria. (Experiencia didáctica en la búsqueda de un método de diseño ligado al proceso de producción industrial). Caracas, FAU, UCV, mimeo.
- HERNÁNDEZ O., H. (2004). 'Cuando la Tecnología de la Construcción entró en la Universidad'. Prólogo del texto Lovera (2004), tesis titulada *Los Orígenes del IDEC*, para optar al título de *Magister Scientiarum en Planificación del Desarrollo*, premiada en 1997.
- HERRERA TOVAR, M.F. (1923). Constantes específicas del cemento armado. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, N° 8, agosto, Caracas.
- INSTITUTO DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES (IMME) (1966). Funciones, objetivos y reseña de la Inauguración del Edificio Ampliación el 7 de julio de 1966. *Boletín Técnico IMME*, IV:15-16, p. 23-66, Caracas.
- INSTITUTO DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES (IMME) (1967). Mediciones y ensayos practicados sobre muestras obtenidas de escombros de cinco edificios destruidos por el sismo ocurrido en Caracas el 29-7-1967. *Informe Especial* N° 164.689, Facultad de Ingeniería, UCV, noviembre. Caracas, 172 p.
- INVESTI ([www.investi.com.ve](http://www.investi.com.ve))
- JOHANNSON, J. (1951). La fotoelasticidad al servicio del ingeniero civil. *Revista del CIV* N° 189, 2-9, diciembre. Caracas.
- KONDRAT, O. (1974). Solución lineal para el comportamiento no lineal de estructuras altas bajo la acción sísmica. *Boletín Técnico IMME*, N° 45, pp. 43-73, Caracas.
- LAFUENTE, M. (1999). Comportamiento sísmico de estructuras de muros de mampostería. *Mem. Sem. Técn. Norma Sismo-resistente*. SIDETUR, Caracas, Nov., 36p.
- LAFUENTE, M., CASTILLA C., E. y GENATIOS, C. (1995). Propuesta de desarrollo de una norma nacional para viviendas de muros de mampostería. *Boletín Técnico IMME*, Vol. 33:3, 35-43, Caracas.
- LAFUENTE, M. y GENATIOS, C. (1994). Propuesta para el análisis de muros de mampostería confinada. v. *Boletín Técnico IMME*, Vol. 32:2, 43-66, Caracas.
- LAYRISSE et al. (1965). *La Ciencia, Base de Nuestro Progreso*. Informe que presenta la Comisión Preparatoria del CONICIT designada al efecto. Ediciones IVIC, Caracas, 291 p.
- LÓPEZ GARCÍA, I. (1960). Conchas nervadas. *Revista del CIV* N° 288, 11-24, Julio-septiembre. Caracas.
- LÓPEZ GARCÍA, I. (2008). *Sobre trompos, cúpulas y Vuelos*. Fundación editorial el perro y la rana, ISBN 978-980-14-0157-5. Caracas, 180 p.
- LÓPEZ S., J.L. (2006). Los deslaves de Vargas de 1999 y sus medidas de prevención. En: Capítulo II de: *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*, pp 31-56. Consulibris 83, ISBN: 980-12-2289-1, Caracas.
- LÓPEZ S., J.L. (2010). *Lecciones Aprendidas del Desastre de Vargas. Aportes Científico-tecnológicos y Experiencias Nacionales en el Campo de la Prevención y Mitigación de Riesgos*. Ediciones Empresas Polar y Vicerrectorado Académico de la UCV, ISBN 978-980-12-4490-5. Caracas, 808 pp.
- LÓPEZ S., J.L. y GARCÍA M., R. (2006) *Los aludes torrenciales de diciembre 1999 en Venezuela*. Memorias del Seminario Internacional, celebrado en Caracas del 27-11 al 2-12 de 2000. ISBN 980-07-7715-6, editorial Gráficas Lauki. Caracas, 1055 p.
- LÓPEZ S., O. (1975). Propiedades dinámicas de los edificios obtenidas de los acelerogramas. *Boletín Técnico IMME*, N° 52, pp. 45-82, Caracas.
- LÓPEZ S., O.A. y GENATIOS, C. (1994). El IMME de la Facultad de Ingeniería de la UCV: 32 años como centro de investigación y desarrollo al servicio del país. En: *Historia de la Construcción en Venezuela*. E. Papi, editor, pp 335-337, Caracas.
- LOVERA, A. (2004). *Del Banco Obrero a la UCV: Buscando un lugar para la innovación de la construcción. Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)*, CENDES/IDEC-UCV, ISBN: 980-001395-4, Caracas, 176 pp. /Numerosas referencias bibliográficas/.
- LUCHSINGER, J. (1972). Contribución de los elementos de tabiquería de arcilla en la respuesta de estructuras sometidas a cargas sísmicas. *Boletín Técnico IMME*, X (39-40):3-34, Caracas.

- MARÍN, J. (1974b). Resistencia y ductilidad de muros en forma de C. *Boletín Técnico IMME*, N° 47, pp. 3-22, Caracas.
- MÉNDEZ, Ch. (1995). *Armando Vegas Sánchez. Retazos biográficos*. Gráficas León, ISBN 980-07-2990-9, Caracas, 167 p + índice.
- MÉNDEZ, N. (2011b). *Un país en su artificio. Itinerario histórico de la ingeniería y la tecnología en Venezuela*. Ed. Innov. Tecnológ., UCV, ISBN 978-980-00-2664-9. Caracas, 154 p.
- MICHELENA, S. (1961). Laboratorio hidráulico 'Ernesto León D.'. *Revista del CIV* N° 292, 5-9, julio-setiembre. Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1934). Resultados de ensayos sobre columnas de acero. Conclusiones de la ASCE. *Revista Técnica del MOP*, N° 61, p 28-42.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1941). Especificaciones normales para cemento Portland. *Revista del CIV*, N° 140, 128-130, julio-septiembre. Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1944). Resultados del ensayo de un empalme soldado de una viga doble T de 40 cm, con una luz de 3 m. *Revista Técnica MOP*, N° 81, pp. 998-1004, Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1945). *Normas para la construcción de edificios*. Litografía de Comercio, Caracas. /En este documento se menciona con frecuencia el Laboratorio de Ensayos de Materiales del MOP, así como especificaciones, las cuales aplican a: agregados, concretos, toma de muestras, etc. /.
- OLIVARES, A.E., GOA, C., MEISER, M., y SANABRIA, J. (1961). *Experimental analysis of a grillage girder bridge*. *IABSE Publications*, vol. 21, 237-243, Zürich. (Reproducido en el *Indian Concrete Journal*, Bombay, abril 1963).
- PAPARONI, M. (1963). El efecto de tamaño en los modelos de estructuras de concreto armado. *Boletín Técnico IMME*, N° 4, 11-16, Caracas.
- PAPARONI, M. (1967). Estudio de una cubierta en voladizo por medio de modelos de plástico y prototipo en concreto. *Boletín Técnico IMME*, N° 18, 39-69, Caracas.
- PAPARONI, M. y BÁEZ, J. (1965). Efecto de escala en modelos de vigas de concreto armado. *Boletín Técnico IMME*, N° 10-11, 11-108, Caracas.
- PAPARONI, M. y HOLOMA, S. (1972). A model study of coupling beams for the Parque Central buildings, Caracas, Venezuela. *Boletín Técnico IMME*, N° 39-40, 55-73, Caracas.
- PÉREZ GUERRA, G. (1983). Notas para la Historia de la Mecánica de Suelos en Venezuela, *Conferencia 25 Aniversario de la Sociedad Venezolana de la Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones*, Caracas, noviembre, 11p.
- PIRELA, A. (1984). El INVESTI y la innovación tecnológica. En: Hebe Vessuri (compil.) *Las Instituciones Científicas en la Historia de las Ciencias en Venezuela*, Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, pp. 369-388. /Un segundo trabajo del mismo autor, año 1987, lleva por título: *La tecnología nacional como empresa privada: el Instituto venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI)* /.
- POLLNER, E., MOLINA, Y. y SPASIC, B. (1976). Estudio experimental de estructuras de grandes paneles bajo acción de cargas horizontales alternadas. *Boletín Técnico IMME*, XIV (54-55):59-100, Caracas.
- RAMOS R., C. (1970). Fabricación de agregados artificiales livianos. *Boletín Técnico IMME*, N° 29-30, 49-69, Caracas.
- RAMOS R., C. (1972). Resistencia de los concretos livianos. *Boletín Técnico IMME*, N° 37-38, 3-36, Caracas.
- RAMOS R., C. y GRASES J. (1968). Presente y futuro en el desarrollo de los concretos livianos. *Boletín Técnico IMME*, N° 22, 77-89, Caracas.
- RAMOS R., C. y SERRE, J.P. (1969). Ensayos de adherencia en barras de acero especial por tratamiento de torcido en frío. *Boletín Técnico IMME*, N° 25, pp. 5-38, Caracas.
- RICALDONI, J., PONCE, A. y FERNÁNDEZ T., H. (1968). Introducción al estudio fotoelástico del comportamiento de la estructura dentaria. *Boletín Técnico IMME*, N° 21, 51-68, Caracas.
- RÖHL, J. (1977). *Ricardo Zuloaga (1867-1932)*. Cuarta edición. Caracas, 215 p.
- SOSA F., C. (1963). Determinación de la carga de rotura de losas de concreto armado mediante modelos de escala reducida. *Boletín Técnico IMME*, N° 4, 44-59, Caracas.
- SPASIC, B. (1975). Comportamiento de los elementos estructurales de concreto armado sometidos a fuerza axial y momentos alternantes. *Boletín Técnico IMME*, N° 49, pp. 51-74, Caracas.
- SPASIC, B. (1976). Comportamiento de elementos estructurales de concreto armado sometidos a fuerza axial y momentos alternados. *Boletín Técnico IMME*, N° 54-55, 101-120, Caracas.



- STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION OF NORTHERN CALIFORNIA (SEAONC) and AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERING (ASCE) (1951). Lateral forces of earthquake and wind. Presented by the Joint Committee, in *Proceedings - Separate* N° 66, April. /En este documento se recoge la aplicación práctica de los espectros, cuya propuesta original apareció en: *Engineering News Record*, 01-12-1949, pp 28-29/.
- SUCRE, F.J. (1923). Una Misión de Estudio. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, N° 1. Caracas.
- SUCRE, F.J. (1934). Malecón de concreto en Turiamo. *Revista Técnica MOP*, N°58, p 1-10, abril, Caracas.
- SUCRE, F.J. (1938). El Laboratorio de Ensayo de Materiales del MOP. *Revista Técnica del MOP*, N° 79, junio, Caracas.
- UGAS, C. T. (1974). Espectros para diseño antisísmico en función de las condiciones locales del subsuelo. In: *Boletín Técnico IMME*, 11(48): 25-57, Caracas.
- URBANEJA, M.M. (1866). Lista de libros de la Academia de Matemáticas que reposan en el CIV. /Director de la Academia desde 1864, el ingeniero Urbaneja dejó constancia de ese fondo bibliográfico; este incluía el: *Estudio Sismológico* del ingeniero Lino R. Revenga, graduado en la Academia en 1851, escrito aparentemente publicado en 1866/.
- URBANEJA T., L.A. (1923). Resistencia de las tapias y de los adobes crudos. Pruebas de la resistencia a la compresión practicadas en la Escuela de Ciencias, Físicas, Matemáticas y Naturales. *Revista del CIV*, N° 10, 155-156, octubre. Caracas.
- URBANEJA T., L.A. (1924). La resistencia de nuestras maderas. *Revista del CIV*, N° 22, 135-139, septiembre. Caracas.
- URBANEJA T., L.A. (1936). Experimentos practicados en Venezuela para la determinación de la resistencia de sus materiales de construcción. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, Vol. III (15-16), p 729-753, Caracas.
- URBANEJA T., L.A. (1938). Ensayos para determinar la resistencia de la 'tapia'. *Revista Técnica del MOP*, N° 77, p 773, febrero, Caracas.
- URBINA LUIGI, L. (1961). *Técnicas usadas para la Construcción de Edificios durante la Época Colonial de Venezuela*. Apéndice en: Arcila Farías, 1961, I, pp 349-359.
- UZCÁTEGUI, R. (1976). Sobre mecanismos de colapso y optimización de estructuras. *Bol. Técn. IMME*, XIV (54-55):5-31, Caracas.
- VELAZCO, G. (1984). Concreto armado liviano. Sustitución del fino liviano por arena natural. *Boletín Técnico IMME*, N° 74-75, 171-187, Caracas.
- VIGNERI, L. (1967). Informe sobre las columnas del Macuto Sheraton. IMME, Facultad de Ingeniería, UCV, diciembre. Caracas, 22 p.