

## STRENGTH PARAMETER ESTIMATION FROM TRIAXIAL DATA USING THE ÚCAR FAILURE CRITERION

Estimación de Parámetros de Resistencia a partir de Datos Triaxiales  
mediante el Criterio de Rotura de Úcar

Norly BELANDRIA<sup>1</sup>, Luis E. ARLEGUI<sup>2</sup>, Francisco Javier TORRIJO<sup>3</sup>, Roberto ÚCAR<sup>4</sup>

### ABSTRACT

This study presents a methodology for fitting the uniaxial compressive strength (UCS) and tensile strength (TS) of rocks and concrete material, using the nonlinear failure criterion proposed by Úcar. A selected of triaxial test data was compiled from the literature and systematically filtered to retain only data consistent with the brittle failure behaviour. For each lithology, the relationship between the principal stresses was modelled through nonlinear regression, allowing estimation of the UCS and TS parameters. These were used to calculate and adjust  $\xi = TS/UCS$ , parameter of the Úcar failure criterion, quantifying the variation using the Taylor series expansion. Failure envelopes models are proposed for the six rock types analyzed as well as for the concrete. A comparative case study based on Coburg limestone, using the proposed regression methodology of the Úcar criterion versus the Hoek and Brown criterion against Bayesian and heuristic alternatives, yielded successful results. A key advantage of the Úcar criterion is that it requires only UCS and TS as input parameters. The proposed methodology is especially valuable during the early stages of geotechnical and rock engineering projects, or under budget limitations, where experimental datasets are often sparse or unavailable. In addition, the general rock-type models developed herein enable strength prediction for intact rock in contexts where only lithology is known or available data are limited.

### RESUMEN

Este estudio presenta una metodología para el ajuste de la resistencia a la compresión uniaxial (UCS) y la resistencia a la tracción (TS) de rocas y materiales de concreto, empleando el criterio de rotura no lineal propuesto por Úcar. Se recopiló una selección de datos de ensayos triaxiales de la literatura, los cuales fueron filtrados sistemáticamente para retener únicamente aquellos datos consistentes con un comportamiento de rotura frágil. Para cada litología, se modeló la relación entre los esfuerzos principales mediante regresión no lineal, permitiendo la estimación de los parámetros UCS y TS. Estos se utilizaron para calcular y ajustar  $\xi = TS/UCS$ , parámetro del criterio de rotura de Úcar, cuantificando su variación mediante la expansión en series de Taylor. Se proponen modelos de envolventes de rotura para los seis tipos de roca analizados, así como para el concreto. Un estudio de caso comparativo basado en la caliza de Coburg, utilizando la metodología de regresión propuesta para el criterio de Úcar frente al criterio de Hoek y Brown contra alternativas bayesianas y heurísticas, arrojó resultados satisfactorios. Una ventaja clave del criterio de Úcar es que requiere únicamente UCS y TS como parámetros de entrada. La metodología propuesta es especialmente valiosa durante las etapas iniciales de proyectos de geotecnia e ingeniería de rocas, o ante limitaciones presupuestarias, donde los conjuntos de datos experimentales suelen ser escasos o no están disponibles. Además, los modelos generales por tipo de roca desarrollados en este trabajo permiten la predicción de la resistencia de la roca intacta en contextos donde solo se conoce la litología o los datos disponibles son limitados.

Trabajo disponible en:

**Geotech Geol Eng 44, 133 (2026).** <https://doi.org/10.1007/s10706-025-03562-9>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, GeoTransfer-IUCA. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain. e-mail: 875639@unizar.es

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, GeoTransfer-IUCA. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain. e-mail: arlegui@unizar.es

<sup>3</sup> Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible PEGASO), Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain. e-mail: fratorec@trr.upv.es

<sup>4</sup> Departamento de Geomecánica, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. e-mail: robertoucar@gmail.com