



**19th International Congress of Speleology
38^o Congresso Brasileiro de Espeleologia**

Programa – Curso Corto

Aplicación Práctica de los Sistemas Empíricos de Clasificación Geomecánica en el Análisis de la Estabilidad Estructural de Cavernas Naturales: Ventajas, Limitaciones y Simulación de las Metodologías IGC y Q-Span en una Caverna Ferrífera en Carajás, Brasil

Luis Jordá Bordehore

Correo electrónico: l.jorda@upm.es

Instructores: Luis Jordá Bordehore (Profesor, Universidad Politécnica de Madrid) y Marcelo Roberto Barbosa (Investigador, CPGA-UFRJ)

Evento: 19th International Congress of Speleology y 38^o Congresso Brasileiro de Espeleologia

Público objetivo: Espeleólogos profesionales y aficionados, así como estudiantes y profesionales de las áreas de ingeniería y geociencias en todos los niveles.

Fecha: 19 de julio de 2025

Duración: 6 horas (incluyendo un receso de 2 horas para el almuerzo) – de 9:00 a 12:00 y de 14:00 a 17:00

Lugar: Sala 3049, Instituto de Geociencias (IGC), Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG)

Idioma: Inglés, español o português



19th International Congress of Speleology 38^o Congresso Brasileiro de Espeleologia

Contexto

La estabilidad de las cavernas naturales es un tema crítico pero a menudo poco explorado, especialmente en el contexto del creciente turismo en cuevas y del renovado interés en hábitats subterráneos, como viviendas excavadas en roca o hoteles subterráneos. Evaluar la estabilidad estructural es esencial no solo para proteger vidas humanas, sino también para evitar desastres costosos y minimizar los impactos ambientales a largo plazo.

Además, legislaciones ambientales estrictas, como ocurre en Brasil, establecen zonas de protección alrededor de las cavernas y exigen estudios estructurales sólidos antes de autorizar cualquier intervención en sus alrededores. Estas regulaciones pueden impactar de manera significativa las operaciones mineras al imponer restricciones sobre las reservas minerales cercanas a sistemas cavernosos.

Un enfoque fundamental para evaluar preliminarmente la estabilidad de las cavernas consiste en el análisis empírico mediante sistemas de clasificación geomecánica. Desde la década de 1970, sistemas como Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1973), el Sistema Q de Barton (1974) y el Geomec de Laubscher (1984) han sido ampliamente aplicados en túneles, minas y cavernas, generando una vasta cantidad de datos en diversas litologías y regiones. Sin embargo, su aplicación en cavernas naturales sigue siendo limitada. El Índice Geotécnico de Cavernas (IGC), desarrollado recientemente por Brandi (2021), destaca como el único método específicamente diseñado para este propósito.

Estos sistemas de clasificación permiten evaluar la calidad de la masa rocosa considerando factores como la resistencia de la roca, la orientación de las fracturas y las condiciones de las aguas subterráneas, todos ellos determinantes para la estabilidad de las cavernas.

Programa



19th International Congress of Speleology 38^o Congresso Brasileiro de Espeleologia

Este curso corto ofrecerá una visión técnica de estos sistemas de clasificación, destacando sus ventajas y limitaciones cuando se aplican a cavernas naturales.

Durante el curso, los participantes analizarán la estabilidad de al menos tres cavernas de características muy diferentes:

- Una caverna turística en caliza kárstica
- Una caverna volcánica turística
- Una caverna en mineral de hierro

La complejidad de los análisis irá aumentando progresivamente, con el instructor proporcionando explicaciones teóricas constantes y fomentando el trabajo colaborativo.

Como no es posible visitar físicamente estas cavernas para la recolección de datos, varias de ellas han sido digitalizadas y se explorarán en un entorno virtual. En este entorno, los datos aparecerán mediante menús emergentes interactivos.

A lo largo del curso, se entregarán materiales prácticos y teóricos que permitirán resolver los distintos casos de estudio. Los siguientes enlaces proporcionan artículos y recursos relacionados con el contenido del curso:

<https://www.mdpi.com/2072-4292/15/3/732>

<https://www.mdpi.com/2076-3263/12/10/380>

<https://sketchfab.com/3d-models/cueva-en-estudio-fvt-2-8c0927a2660146178e1bcb12c750cb38>

<https://sketchfab.com/3d-models/cueva-en-estudio-fvt-56108b4eed2142528d68ddbcb876754>