



**ESTUDIOS DE LA ESTABILIDAD ESTÁTICA DE REFUGIOS  
CAVERNÍCOLAS DE QUIROPTEROS EN EXTREMADURA.  
EXPEDIENTE: 0632041PC075**

PROYECTO LIFE – NATURALEZA “CONSERVACION DE QUIROPTEROS  
AMENAZADOS DE EXTREMADURA



CONSULTOR:

**etm**  
INGENIERÍA

## **INDICE**

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS.....</b>	<b>4</b>
3.1. <i>Trabajos De Campo. Metodología .....</i>	<i>4</i>
3.2. <i>Trabajos De Gabinete. Metodología .....</i>	<i>6</i>
<b>4. CARECTIZACION GEOMECANICA DE LOS MACIZOS ROCOSOS .....</b>	<b>7</b>
4.1.- <i>Clasificación Geomecánica De Bieniawski.....</i>	<i>8</i>
4.2. <i>Coeficientes De Seguridad En Geotecnia .....</i>	<i>9</i>
<b>5. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LAS MINAS.....</b>	<b>13</b>
<b>6. MEDIDAS PROPUESTAS.....</b>	<b>50</b>
<b>7. PLANOS .....</b>	<b>55</b>

## **1. INTRODUCCION**

Extremadura cuenta con un importante número de cavidades artificiales fruto de antiguas explotaciones mineras, que tras un abandono generalizado de las mismas dan lugar a refugios de condiciones adecuadas para los quirópteros. Actualmente estas minas suponen dentro de la región extremeña el principal refugio de estas especies de hábitats cavernícolas, que por su carácter gregario llegan a formar importantes colonias de relevancia dado su carácter de especies amenazadas a nivel europeo.

La problemática surge como consecuencia del grado de deterioro y erosión que las antiguas minas abandonadas adquieren con el paso del tiempo y que redundan en problemas de inestabilidad y derrumbes que pueden ocasionar el cegamiento de las galerías y la pérdida de los hábitats, motivo por el cual se plantea el presente estudio.

El proyecto se enmarca dentro de las actuaciones previstas en el **Proyecto LIFE – Naturaleza “Conservación de Quirópteros Amenazados en Extremadura”**, y que tiene por objeto ejecutar acciones que permitan la conservación tanto de los quirópteros amenazados de Extremadura como de sus hábitats, con el objetivo de incrementar y preservar las poblaciones existentes en la comunidad al tiempo que se pretende minimizar aquellos factores que influyen negativamente en las mismas.

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El objetivo final del trabajo es evaluar el estado geológico – geotécnico de una serie de minas abandonadas en Extremadura y que sirven de refugio de los quirópteros, y proponer en función de las conclusiones obtenidas las actuaciones más adecuadas a ejecutar para garantizar la estabilidad a largo plazo de las cavidades.

Debido a la complejidad de este tipo de estudios y para ceñirse al objetivo del proyecto, se marca como base y criterio a seguir en los trabajos por la Dirección y Coordinación del proyecto, centrar los esfuerzos en **identificar, estudiar y evaluar los riesgos geológicos y geotécnicos que presentan las minas para su uso por parte de los quirópteros**, proponiéndose las medidas oportunas para minimizar los riesgos identificados bajo el criterio de intervenir lo menos posible en el entorno de las mismas. En ningún caso se plantea el estudio como la evaluación geotécnica de las minas para garantizar el tránsito de personas por ellas en condiciones de seguridad.

Entre los refugios que el Servicio de Conservación de la Naturaleza y Espacios Protegidos fijó para estudiar y conocer su grado de alteración y estabilidad, y proponer las medidas necesarias para su mantenimiento, se encuentran las siguientes minas abandonadas:

- Mina La Paloma (Zarza La Mayor)
- Mina del Río Esteras (Baterno)
- Mina Las Marías (Alconchel)
- Mina Vieja (Feria)
- Mina Ahumada (Alburquerque)
- Minas Pastora (Aliseda)
- Mina Salor I (Membrío)

El estudio se ha llevado a cabo a partir de un estudio previo de la geología general donde se localizan las minas abandonadas, para posteriormente realizar una serie de trabajos de campo y gabinete cuyas conclusiones han permitido determinar, para el nivel de estudio fijado por la Dirección del Proyecto, la caracterización geotécnica y geomecánica de los macizos rocosos donde se alojan los quirópteros.

El estudio geotécnico ha seguido los estándares y protocolos preconizados por la Sociedad Internacional de Mecánicas de Rocas (ISMR), con la determinación de las clasificaciones RMR de BIENIAWSKI y Q de BARTON.

### **3. TRABAJOS REALIZADOS**

Para alcanzar los objetivos del proyecto se han realizado los siguientes trabajos:

- Trabajos de campo:
  - toma de datos en estaciones geomecánicas
  - reconocimiento geotécnico de los emboquilles y sus alrededores
  - reconocimiento geotécnico e hidrogeológico de las galerías
  - toma de muestras
- Trabajos de gabinete:
  - revisión de documentación
  - cálculo estimativo de las propiedades de los macizos rocosos
  - elaboración de planos
  - redacción de informe

#### **3.1. Trabajos De Campo. Metodología**

En las visitas de campo se ha hecho un reconocimiento geotécnico específico de la zona de emboquille y sus alrededores ya que el emboquille de los galerías es la intersección del talud exterior con la galería y tiene características diferentes a ambos, siendo esta zona y la próxima a ella puntos con riesgo de que se produzcan inestabilidades, avalanchas y caídas de terreno (o rocas sueltas) en el talud.

Dentro de las galerías se ha hecho un reconocimiento geotécnico e hidrogeológico intentando, en la medida de lo posible, tomar nota de los siguientes aspectos:

- Descripción de las características litológicas del terreno, diferenciando tramos a lo largo del túnel.
- Historia geológica del macizo en términos de movimientos recientes
- Zonas que requieran un tratamiento detallado
- Geología de la zona en planta separando formaciones y litologías y señalando accidentes tectónicos.
- Esquema geomorfológico de la excavación
- Inventario de posibles riesgos geotécnicos
- Localización de los niveles freáticos a lo largo del túnel
- Delimitación de afluencia de agua
- Localización de barreras de flujo subterráneo

Por lo que respecta a la metodología empleada en este apartado de trabajos de campo, cabe reseñar que los trabajos de toma de datos se han realizado en las siguientes condiciones establecidas por la Dirección del Proyecto:

Las visitas al interior de las minas, en general, se han realizado en horario nocturno y con un periodo de estancia restringido para generar las menores molestias posibles a los quirópteros. Estas condiciones de tomas de datos in situ, al no ser las más idóneas, pueden haber influido en la calidad de los datos de campo.

Por el mismo motivo se ha limitado a una el número de visitas al interior de las galerías, habiendo sido el número de personas, en estas visitas, el menor posible.

La toma de muestra “in situ” ha quedado muy limitada ya que la obtención de las mismas conlleva una generación de ruidos y vibraciones, inadmisibles

ambientalmente para el hábitat de los quirópteros ya que las muestras de los macizos rocosos, para que sean representativas se deben de realizar con medios mecánicos de extracción de testigos que generan las perturbaciones citadas.

### **3.2. Trabajos De Gabinete. Metodología**

El trabajo de gabinete ha empezado por una revisión de la documentación localizada que tuviera relación con el presente estudio como:

- Mapas topográficos. e: 1/50.000 y: 1/25.000
- Cartografía geológica. e: 1:200.000, 1/50.000 (otras escalas)
- Foto aérea.
- Diferentes documentos de minería y geología editados por la Junta de Extremadura

Se ha realizado un cálculo orientativo de las propiedades de los macizos rocosos, teniendo en cuenta las clasificaciones geomecánicas, con el propósito de tener una aproximación estimada de algunas de estas tales como:

- Identificar geotécnicamente los materiales.
- Clasificar geomecánicamente la galería, utilizando los métodos existentes.
- Caracterizar, de forma estimada, geomecánicamente el macizo mediante su módulo de deformación y resistencia al corte.
- Acotar cualitativamente la alterabilidad, expansividad y otras propiedades de los materiales.
- Proporcionar información sobre posibles tratamientos del terreno.

## **4. CARECTIZACION GEOMECANICA DE LOS MACIZOS ROCOSOS**

Las labores mineras subterráneas presentan, en general, componentes funcionales con estructuras complejas de construir y conservar como son las galerías de explotación y transporte del mineral, planos inclinados, pozos etc.

Estas estructuras, que en su origen disponían de un grado aceptable de estabilidad, sufren generalmente un fuerte deterioro con el paso del tiempo debido al abandono y por tanto a la degradabilidad de las propiedades resistentes del material excavado y del deterioro de los elementos de estabilidad si los hubiere.

Estos escenarios de las instalaciones antiguas mineras, nos lleva a que para poder estimar el grado de conservación, es necesario poseer el máximo conocimiento del macizo rocoso.

Las clasificaciones geomecánicas se han convertido en una buena herramienta para el prediseño y valoración de obras subterráneas. Para la obtención de los datos necesarios para la estimación de los índices se hace necesaria la toma de datos de campo. En el presente informe se han utilizado los “FORMATOS NORMALIZADOS PARA LA TOMA DE DATOS DE CAMPO A USAR EN LAS CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS RMR, Q Y SMR (Romana M.) que vienen a completar los ‘Métodos sugeridos’ por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas para la descripción de discontinuidades en masas rocosas (ISRM, 1981).

#### **4.1.-Clasificación Geomecánica De Bieniawski**

Esta clasificación geomecánica se basa en el índice RMR “Rock Mass Rating”, que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Resistencia Compresiva de la roca.
- Índice de la Calidad de la Roca - RQD.
- Espaciamiento de Juntas.
- Condición de Juntas.
- Presencia de Agua.
- Corrección por orientación.

Estos factores se cuantifican mediante una serie de parámetros definiéndose unos valores para dichos parámetros, cuya suma, en cada caso nos da el índice de Calidad del RMR que varía entre 0 – 100.

Los objetivos de esta clasificación son:

- Determinar y/o estimar la calidad del macizo rocoso.
- Dividir el macizo rocoso en grupos de conducta análoga.
- Proporcionar una buena base de entendimiento de las características del macizo rocoso.
- Facilitar la planificación y el diseño de estructuras en roca, proporcionando datos cuantitativos necesarios para la solución real de los problemas de ingeniería.

Atendiendo a esta clasificación, las rocas se dividen en 5 categorías. En cada una de ellas se estiman los valores de la cohesión y el ángulo de fricción interna del macizo rocoso.

## **4.2. Coeficientes De Seguridad En Geotecnia**

El concepto de Coeficiente de Seguridad en el presente estudio hay que entenderlo en los siguientes términos:

***“como una estimación razonable de la probabilidad de que quede muy mermado o anulado, el servicio funcional de una galería minera, como refugio de quirópteros, en un periodo de tiempo de ocurrencia igualmente razonable”.***

En cualquier caso el cálculo explícito de la seguridad es un proceso formal, que puede ilustrar la manera en la que se puede considerar la contribución parcial correspondiente a cada uno de los aspectos geotécnicos.

Cuando se trata de seguridad geotécnica, se suelen utilizar una serie de conceptos, que convendría recordar.

- Se entiende por **coeficiente de seguridad** al cociente entre dos cantidades, que representan la resistencia R (numerador) y la acción A (denominador). Ambas cantidades deben de ser evaluadas de una forma específica (método de cálculo).

- Se entiende como **probabilidad de fallo** frente a un modo de fallo determinado (hundimiento, por ejemplo) a un número estadístico que se deduce del estudio probabilista de dicho modo de fallo.

La probabilidad de fallo está asociada a una referencia temporal. En ese sentido pueden distinguirse dos tipos de situaciones:

- a) Probabilidades de fallo para un período de tiempo definido y único, por ejemplo, durante la construcción o durante la vida útil etc.

b) Probabilidades de fallo para períodos de tiempo regulares.

- Se entiende por **intervalo de confianza** el intervalo de valores entre los que se espera que quede comprendida una determinada variable. Cuando se especifica un valor de la confianza, por ejemplo del 90%, se espera que exista una probabilidad del 90% de que la variable en cuestión quede dentro del intervalo. El intervalo del 90% de confianza suele quedar definido por los valores característicos inferior y superior cuyos cuantiles (o probabilidad de que sean excedidos) son el 95% y el 5% respectivamente.

- Se define como **confianza o fiabilidad** al complemento hasta la unidad de la probabilidad de fallo. Dicho de otro modo, sería la probabilidad de que no se produzca el fallo.

- Otra medida, muy extendida, para medir la confianza es el **índice de confianza**, también denominado **índice de fiabilidad**, que se define matemáticamente y se suele expresar con la letra griega  $\beta$ . Su definición es la siguiente:

$$b = -f^{-1}(p)$$

$\beta$ = Índice de fiabilidad

$f^{-1}$ = Función inversa de la función de probabilidad acumulada, de la distribución normal estándar.

$p$ = Probabilidad de fallo.

Esto nos indica que para poder calcular de forma expresa la fiabilidad, o el grado de confianza que se tiene en una determinada instalación es preciso que cada parámetro geotécnico, o al menos los más significativos como: propiedades resistentes y tensodeformacionales de los macizos rocosos, las variaciones freáticas y los distintos grados alteración, se expresen en los siguientes términos:

- El valor representativo.
- Una medida de su coeficiente de variación.
- Una forma de su ley de distribución.

Teniendo presente lo anterior y los medios de que se disponen en este estudio, las estimaciones de los coeficientes de seguridad se han realizado con un grado de incertidumbre alto debido a la complejidad del comportamiento de estos terrenos que han sido excavados y sometidos a esfuerzos desde hace mucho tiempo y a la dificultad de tener un conocimiento completo de las condiciones del subsuelo, ya que no siempre se revelan las situaciones más desfavorables del subsuelo y debe tenerse en cuenta la existencia de posibles zonas blandas no detectadas, discontinuidades erráticas, incertidumbres asociadas con las interpolaciones, variaciones de propiedades con el tiempo etc.

Como resumen cabe decir que las estimaciones del comportamiento de las galerías, a medio y largo plazo, obedecen a aplicación de dos criterios fundamentales:

- **Tipo de servicio: evaluación de la seguridad exclusivamente atendiendo al carácter de las galerías como refugio de quirópteros.**
- **Probabilidad de fallo: como variable empírica de back-análisis**

En base a todas estas consideraciones y a efectos únicamente de este informe, a continuación se definen los diferentes factores de seguridad a utilizar:

**a) *Tiempo de ocurrencia***

*Corto plazo.-*

Fenómeno que se estima su ocurrencia en un plazo de 10 años.

*Medio plazo.-*

Fenómeno que se estima su ocurrencia en un plazo de 100 años.

*Largo plazo.-*

Fenómeno que se estima su ocurrencia en un plazo mayor de 100 años.

**b) Probabilidad de fallo (para un intervalo de confianza aceptable)**

*Poco probable.-*

Para RMR I-II y Q entre 40 y 1000

*Probable.-*

Para RMR III y Q entre 4 y 40

*Muy Probable.-*

Para RMR IV-V y Q entre 0,001 Y 4

## **5. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE LAS MINAS**

### **MINA: SALOR I**



***ENTRADA A LA GALERIA***

### **Encuadre geológico:**

Desde el punto de vista geológico la mina se encuadra en los metasedimentos del Alogrupo Domo Extremeño (ADE) anteriormente denominada Complejo esquisto grauváquico (CEG), formados por una alternancia de pizarras, esquistos y grauvacas. La serie en general se encuentra bastante deformada con pliegues y fallas de distinta magnitud. La serie presenta un buzamiento general de aproximadamente 80° en la dirección NO.

### **Geomorfología de la galería**

La zona de acceso se sitúa prácticamente en el eje de una vaguada, con una orientación aproximada de la entrada de N210°E. Esta vaguada presenta un perfil acusado, con laderas de pendientes próximas al 50% y una charnela de fondo de relieve bastante aguda.

La boquilla está formada por dos taludes de acceso, la entrada y una zona frontal de clave por encima de la boquilla. Los taludes de acceso son de unos 4-5m de largos y con paños muy verticalizados, en ambos taludes. La entrada a la galería presenta una sección con hastiales verticales y una geometría de la clave en curva; las dimensiones medias, de la excavación, son de 1,5m de luz y 2,0m de gálibo aunque presenta una sección libre de solamente un 1m<sup>2</sup>, debido a la pérdida de luz que ocasionada por la caída de materiales en el entorno de la boquilla. La cobertera en la zona de clave es de unos 3,5-4m.

La galería mantiene la dirección N210°E durante los primeros 20 metros, presentando una lámina de agua de 0,5 metros embalsada junto a la entrada debido a los derrumbes que presenta la boquilla en los primeros cinco metros.

En este punto, a 20 m de la boquilla, la galería principal se bifurca en dos; la de la izquierda tiene una dirección N160°N y unos 15 metros de largo con lámina de agua de 0,5-1m y la galería de la derecha que presenta una dirección N230°E y unos 12m de longitud con lámina de agua de 0,5-1m.

En el inicio de esta última galería se presenta una chimenea, en el hastial izquierdo, con una altura de 2-3 m y sección cónica.

### **Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación son niveles de pizarras lutíticas y arenosas, que se disponen con unos buzamientos de 60°-80° en la dirección noreste, que en general es coincidente con la esquistosidad

Las laderas del entorno de la boquilla de entrada están formadas por un sustrato pizarroso que zonalmente dan pequeños fenómenos de vuelcos, no muy penetrativos, en los niveles más lutíticos; estos vuelcos han dado lugar a un eluvio-aluvial que tiene un desarrollo de 1,5 m justo encima de la clave de la boquilla.

Presenta agua en las galerías con una de  $r_u$  estimada de 0,1-0,2

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

**Litología:** Pizarras lutíticas y arenosas

**Resistencia estimada a la compresión simple:** 15 Mpa

**Alteración de la matriz rocosa:** En boquilla bastante alterada (III MW)

En interior ligeramente alterada (II SW)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. **Descripción del macizo:** Tabular a columnar

**Diaclasado:** Dos familias y ocasionales. Presencia de plano de falla en la clave de la galería principal.



**TOMA DE DATOS EN EL DERRUMBE PRINCIPAL DE LA MINA**

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** (Bieniawski, 1989):  $RMR_{\text{Básico}}$ : 40

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 36

- **Clasificación Q** (Barton, 1974): 0,25

- **Índice Geológico de Resistencia GSI** “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000):- Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies de cizalla alterada con rellenos compactos conteniendo fragmentos rocosos Pobre (P)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 35

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 0,14 MPa

Angulo de rozamiento: 24,07°

Resistencia a Compresión Macizo: 0,42 MPa

Módulo de deformación: 0,47 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase IV, calidad MALA.

Q: Roca MUY MALA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: MUY PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: CORTO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados**

Desprendimientos en la zona de la boquilla en los cinco primeros metros de entrada, debido principalmente a la caída de bloques y cuñas de la clave y la parte superior de los hastiales.

Presencia de lámina de agua en aproximadamente los 20 m primeros, con degradabilidad de la roca en la zona sumergida de los hastiales y base de la galería.

La probabilidad de que se repitan, a corto – medio plazo, tanto los desprendimientos en zona de boquilla, como en el interior (tipo chimenea), es muy

alta debido a la disposición que presentan las discontinuidades y la alteración de la roca.

A 15 m de la boquilla se detectan distintos fenómenos de colapso con generación de chimeneas.

## **MINA RIO ESTERAS**

### **Encuadre geológico:**

Desde el punto de vista geológico la mina se encuadra en la Zona Centroibérica dentro de la banda Castuera-Garlitos. El grupo minero de El Borracho está relacionado con rocas plutónicas tardi-Variscas. En general, este grupo minero, se sitúa en las alternancias de materiales piroclásticos y lavas máficas (alternancia Pochito). En lo que respecta a la galería estudiada, esta se sitúa toda ella concretamente en los niveles más cuarcíticos del Ordovícico (cuarcita Armonicana).

La serie se presenta en potentes paquetes de cuarcitas, con algunas intercalaciones de niveles algo pizarrosos y de areniscas.

En la zona de la galería la serie cuarcitita presenta un buzamiento constante y uniforme de unos 10°-15° en la dirección N220°E.

El grado de deformación y fracturación es intenso, como corresponde a materiales de deformación Varisca.



**BOCA DE ENTRADA A LA GALERIA**

### **Geomorfología de la galería**

La zona de acceso se sitúa en la base de una ladera escarpada (pendiente próxima al 100%) con abundante vegetación, al pie de la cual se sitúa un estrecho valle ocupado en su mayor parte por el cauce del río Esteras. El plano donde se sitúa la entrada queda a unos 2-3m de lo que es el cauce normal del río.

La boquilla esta formada por dos taludes de acceso, la entrada y una zona frontal de clave por encima de la boquilla. Los taludes de acceso son de 5m de largos y con paños muy verticales, en ambos lados. La zona de clave es también un talud vertical de 3m de altura.

La entrada a la galería presenta una sección con hastiales verticales y una geometría de la clave rectilínea y horizontal; las dimensiones de la excavación son de 1,70m de luz y 2,0m de gálibo, toda la entrada se encuentra en su sección original y sin desprendimiento significativos. En el entorno de la entrada, primeros 8-10m hay filtraciones de aguas del exterior con goteo en la zona de clave.

La galería presenta un dirección casi constante de N310°E, presenta una lámina de agua en la misma entrada de unos 0,5-0,6m que permanece constante hasta unos 75m de profundidad; aunque se aprecia que este nivel puede llegar a sobrepasar el metro por la huella horizontal de sales que se aprecia en los hastiales.

A unos 75m, de la entrada, la lámina de agua se va convirtiendo paulatinamente en un nivel de fangos orgánicos, que a 78m es exclusivamente lodos y guano.

A partir de este punto, y para hacer practicable el acceso hacia el interior, aparece una especie de pasarela formada por unas guías metálicas apoyadas en el terreno, sobre las que se sitúa un piso de madera; en la actualidad, esta pasarela, se encuentra en un estado bastante precario.

A continuación, sobre los 90-100m, se observan grandes acumulos de guano formando, en algunos puntos, montículos cónicos de hasta 1m de altura.

### **Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación son niveles potentes de cuarcitas, con escasas intercalaciones centimétricas de pizarras y areniscas, que se disponen con un buzamiento muy constante de 15° en la dirección suroeste.

Las laderas del entorno de la boquilla de entrada están formadas por macizo cuarcítico de características muy competentes.

La boquilla presenta unos hastiales verticales con un grado de estabilidad muy bueno y únicamente comentar la caída esporádica de algún bloque pequeño.

La galería es toda ella estable con la disposición de techos planos debido a la disposición de la estratificación

Presenta agua en las galerías con una de  $r_u$  estimada  $>0,5$



*VISTA DEL INTERIOR DE LA GALERIA*

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Cuarcitas

Resistencia estimada a la compresión simple: 75 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla bastante alterada (Ib F)

En interior ligeramente alterada (Ib F)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: En bloques

Diaclasado: Tres familias y ocasionales. Presencia de alguna falla ortogonal a la galería.

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** (Bieniawski, 1989):  $RMR_{\text{Básico}}$ : 65

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 63

- **Clasificación Q** (Barton, 1974): 5

- **Índice Geológico de Resistencia GSI** "Strength Geological Index" (Hoek y Brown 2000):- Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies rugosas algo alteradas. Buena

(B)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 60

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 1,77 MPa

Angulo de rozamiento: 49,56°

Resistencia a Compresión Macizo: 5,59 MPa

Módulo de deformación: 57,88 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase II, calidad BUENA.

Q: Roca MEDIA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: LARGO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados**

Presencia de lámina de agua hasta los 75 m primeros, con altura de aproximadamente 0,6 m.

No se aprecia ningún derrumbe o alteración geotécnica relevante, y sin embargo existe gran cantidad de guano en gran parte de la galería que dificulta la accesibilidad.

### **MINA: LA AHUMADA**

#### **Encuadre geológico:**

Desde el punto de vista geológico la mina se encuadra en la Zona Centroibérica dentro de la serie detrítica del Devónico de la sierra de S<sup>a</sup> Pedro. Esta serie está compuesta por una alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas en niveles centimétricos, que pasan a ser bancos de cuarcitas hacia el techo.

Los materiales presentan una deformación de tipo hercínica con plegamiento y fracturación intensa.

La disposición de los materiales, a la escala de este trabajo, es de tipo monoclinal con buzamientos de unos 45° en la dirección N90°E, esta disposición estratiforme se pierde con la mineralización, que le da un carácter masivo a la serie.



**ACCESO INFERIOR**

### **Geomorfología de la galería**

La zona de acceso se sitúa a media ladera, presentando por encima de la zona de boquilla grandes crestones de bloques cuarcíticos; la ubicación del acceso se encuentra unos 3-4m por encima del cauce de un arroyo.

La boquilla esta formada por dos taludes de acceso, la entrada y una zona frontal de clave. Los taludes de acceso son de unos 10m de largo con las inclinaciones siguientes: talud derecho  $-55^{\circ}$  en la dirección  $N320^{\circ}E$ -, talud izquierdo  $-50^{\circ}$  en la dirección  $N140^{\circ}E$ .

El talud frontal, situado encima de la clave, mide unos 2m y tiene una inclinación de  $85^{\circ}$  en la dirección  $N240^{\circ}E$ .

La entrada es en sección de hastiales verticales y clave en curva con unas dimensiones medias de 2,50m de luz y 2,0m de gálibo.

La cobertera en la zona de clave es de unos 2m., en sección trapezoidal y con la inclinación indicada.

La galería comienza con la sección descrita en la boquilla y con una dirección N60°E; a los 10m, en el hastial izquierdo, presenta un nicho semicircular con portal de 1x1,5m e interior de unos 3m<sup>2</sup>; a unos 18m de la entrada se presenta un derrumbe con efecto chimenea en la unión hastial-clave que reduce la sección libre de la galería a la mitad

A Partir de la distancia a origen 56m la galería toma la dirección N80°E, manteniendo la sección que traía.

En la distancia a origen 75m presenta un nicho en el hastial izquierdo de características similares al anterior y en el hastial derecho se sitúa, a media altura del hastial, una cueva en cuña de 2-3 con muro de apoyo en el suelo.

A 81m de la boquilla, aparece un apuntalamiento de madera, en estado aceptable, que da paso a una estancia amplia donde se sitúan una serie de excavaciones: nicho similar a los anteriores en lado izquierdo, una galería ascendente en el centro y una chimenea ascendente (\*) en la margen derecha.

La galería ascendente toma la dirección N100°E y asciende con una pendiente próxima al 100% durante unos 20m. Al final de la rampa (distancia a origen 100m) aparece un coladero en el lado derecho que comunica con la chimenea ascendente (\*).

A partir de este punto la galería gira a la dirección N40°E, presentando varias pequeñas chimeneas y coladeros hacia arriba y abajo.

En la distancia a origen 135m tenemos un nuevo giro hacia la dirección N320°E.

En la distancia a origen 155m comienza una rampa ascendente muy angosta que presumiblemente comunica con los socavones del exterior.

Es de resaltar que en toda la galería visitada no se ha encontrado presencia de lámina de agua ni de goteos de entidad.

En la zona exterior situada por encima de la boquilla de entrada, se localizan excavaciones de extracción de mineral a cielo abierto y en pequeñas galerías. Se trata de unas excavaciones muy anárquicas y de geometría compleja, todas ellas localizadas en niveles masivos de cuarcitas y que en parte deben de estar conectadas con la galería infrayacente.

### **Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación de la galería principal son una alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas en niveles centimétricos, que pasan a ser bancos de cuarcitas casi masivas en el interior de la galería, que se disponen con unos buzamientos de 45° en la dirección este y con carácter más masivos los niveles superiores de cuarcitas que componen la mayoría de la galería.

Las laderas del entorno de la boquilla de entrada están formadas por un sustrato de niveles potentes de cuarcitas con intercalaciones menos competentes, en general la boquilla presenta una estabilidad aceptable.

Presenta agua en las galerías con una de  $r_u$  estimada de 0,0-0,1



***TOMA DE DATOS EN EL PRIMER DERRUMBE***

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Cuarcitas con intercalaciones de pizarras y areniscas

Resistencia estimada a la compresión simple: 55 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla alterada (III MW)

En interior muy ligeramente alterada (Ib F)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: Tabular a Columnar

Diaclasado: Tres familias y ocasionales. Y fallas brechificadas cementadas.

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** (Bieniawski, 1989):  $RMR_{\text{Básico}}$ : 65.

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 62.

El RMR puede tomar valores próximos a 65 –80 en las zonas mineralizadas del interior, dado el carácter masivo en estas zonas.

- **Clasificación Q** (Barton, 1974): 3,33

- **Índice Geológico de Resistencia GSI** “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000):- Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies rugosas algo alteradas. Buena

(B)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 50-60

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 1,46 MPa

Angulo de rozamiento: 42,60°

Resistencia a Compresión Macizo: 6,65 MPa

Módulo de deformación: 46,79 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase II, calidad BUENA.

Q: Roca MEDIA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: POCO PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: LARGO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados**

A 18 m de la entrada se presenta un derrumbe con efecto chimenea en la unión hastial izquierdo clave.

Desprendimiento en forma de chimenea a 75 m de la boquilla.

A 81 m de la boquilla se detecta un apuntalamiento de madera en malas condiciones, con desprendimiento del hastial derecho.

La probabilidad de que se genere alguna inestabilidad de importancia en la boquilla es baja debido a sus condiciones geotécnicas.

En el interior la probabilidad de que ocurra algún desprendimiento tipo chimenea con una cierta masa de roca involucrada es baja mientras se mantengan las condiciones actuales de baja humedad.

## **MINA: LA PASTORA**

### **Encuadre geológico:**

Desde el punto de vista geológico la mina se encuadra en la Zona Centroibérica en el flanco norte del Sinforme de S<sup>a</sup> Pedro dentro de la serie detrítica del Devónico. Esta serie está compuesta por una alternancia de areniscas y cuarcitas en niveles centimétricos, que pasan a ser más cuarcíticos hacia el techo.

Estos materiales presentan una deformación de tipo hercínica con un plegamiento y una intensa facturación frágil, esto último propio de la competencia de estas rocas

La disposición de los materiales, a la escala de este trabajo, es con buzamientos de unos 45° en la dirección N50°E, si bien cabe destacar la pasividad que adquiere la serie en las zonas mineralizadas.



***ENSAYOS IN SITU EN BOQUILLA DE ACCESO A MINA***

### **Geomorfología de la galería**

En la mina cabe diferenciar dos zonas claramente: una inicial de unos 20 m, en la cual se han realizado labores de saneo y sostenimiento con vistas a mejorar la accesibilidad cara a las posibles visitas público y una zona interior o de galería en estado original que es la que ha sido objeto del presente estudio.

La zona de entrada tiene una geometría de hastiales y clave con unas dimensiones de 3,90m de luz 2,75 de gálibo, con unos taludes de aproximación verticales, encima de la entrada se aprecia un recubrimiento de geometría irregular y de unos 3-4m de altura.

La galería se inicia con una dirección N170°E, a 10m presenta un derrumbamiento en el hastial izquierdo que ha generado un efecto chimenea en la clave y un efecto de embalse de agua que genera una lámina de agua de unos 0,5m.

Hacia adentro aparecen pequeñas galerías, de unos metros, a izquierda y derecha y pequeños derrumbes del techo de menor entidad.



**ESTADO ACTUAL DE LA ENTRADA A LA GALERIA**

**Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación de la galería principal son una alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas en niveles centimétricos, que pasan a ser bancos de cuarcitas casi masivas en el interior de la galería, que se disponen con unos buzamientos de 45° en la dirección este y con carácter más masivos los niveles mineralizados que componen la mayoría de la galería.

Las laderas del entorno de la boquilla de entrada están formadas por un sustrato de niveles potentes de cuarcitas con intercalaciones menos competentes, en general la boquilla presenta una estabilidad aceptable ya que ha sido objeto de un tratamiento de estabilidad.

Presenta agua en las galerías con una de  $r_u$  estimada de 0,5

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Cuarcitas con intercalaciones de pizarras y areniscas

Resistencia a compresión simple: 30 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla ligeramente alterada (II SW)  
En interior muy ligeramente alterada (Ib F)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: Irregular a en bloques

Diaclasado: Dos familias y ocasionales con fallas brechificadas cementadas.

### **Clasificación geomecánica**

#### **- Clasificación RMR “Rock Mass Ratio” (Bieniawski, 1989):**

Zona de emboquille y primeros metros de galería

$RMR_{\text{Básico}}$ : 64.

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 61

El RMR puede tomar valores próximos a 75-80 en las zonas mineralizadas del interior dado el carácter masivo del macizo en estas zonas

#### **- Clasificación Q “Índice de Calidad Tunelera”(Barton , 1974): 4**

#### **- Índice Geológico de Resistencia GSI “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000): - Caracterización del macizo rocoso**

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies rugosas algo alteradas. Buena (B)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 50-60

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 0,77 MPa

Angulo de rozamiento: 41,77°

Resistencia a Compresión Macizo: 3,43 MPa

Módulo de deformación: 32,63 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase II-III, calidad BUENA - MEDIA.

Q: Roca MEDIA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

7Probabilidad de fallo: PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: LARGO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados in situ**

Presencia de lámina de agua en aproximadamente los 10 m primeros de la galería.

A 10 m de la boquilla se detecta un derrumbe que provoca la retención del agua. La probabilidad de que se repita a corto plazo el desprendimiento es baja siempre y cuando no varíen ostensiblemente la cota de la lámina de agua interior.

## **MINA: VIEJA**

### **Encuadre geológico:**

Esta mina de Cu está relacionada con las mineralizaciones filonianas con el plutón de Burguillos, la mina La Vieja, está sobre una estructura distensiva de dirección N10+35° E situada al N del plutón de Burguillos del Cerro. Encajan en pizarras, conglomerados y grauvacas de la Serie Negra y del Cámbrico Inferior. Se han reconocido al menos dos filones discontinuos de hasta 2 m de potencia que se continúan a lo largo de tres kilómetros. Alrededor de estos filones la roca de caja está brechificada y afectada por una intensa silicificación y cloritización. La mineralización se encuentra diseminada o bandeada en el cuarzo, dolomita o ankerita que cementan brechas hidrotermales o reemplazan a la roca de caja. La paragénesis metálica está compuesta por calcopirita o pirita, como minerales metálicos principales, y arsenopirita, cobaltina, tennantita, pirrotina, linneíta y escalerita más accesorios.



### **Geomorfología de la galería**

La zona de acceso se sitúa a media ladera, presentando esta una pendiente significativa en la cual se realizó la trinchera de acceso a la mina. Sobre la boquilla de entrada se aprecia como el terreno asciende hacia la carretera situada entre 3 y 4 metros por encima. En toda la trinchera de acceso a la boquilla se aprecia el afloramiento rocoso pizarrograuváuico, con la presencia de un filón de la mineralización explotada en su momento.

La boquilla se localiza aproximadamente a unos 5 metros del inicio de la trinchera excavada en el talud natural del terreno. Se generaron de este modo dos taludes laterales de altura creciente hacía la boquilla y prácticamente verticales, y un talud perpendicular a estos en los que se sitúa la entrada a la mina. Al igual que los anteriores prácticamente vertical. La altura del talud coplanario con la boquilla alcanza los 4 m., a los que vienen a morir los taludes laterales. Como se ha mencionado anteriormente la montera sobre la boquilla hasta llegar a la carretera es de aproximadamente 5 m. la inclinación y dirección del talud de la boquilla es de  $85^{\circ}$  - N185 $^{\circ}$ .

El hueco de entrada a la mina presenta una geometría bastante irregular en el exterior debido a la esviación del astial derecho respecto al izquierdo, que se regulariza en el interior. Sus dimensiones medias son de 1,8 a 2 m. de ancho por 1,9 a 2 m. de alto.

Una vez atravesado la boquilla de entrada se produce un estrechamiento de la galería que permanece constante prácticamente en toda la galería visitable, con ancho medio de 1,6 m. La dirección se mantiene igual a la tomada en la entrada hasta una distancia de 18 m de la boquilla, en el que se aprecia una sobreexcavación en el astial derecho para conseguir una especie de habitáculo. Se observan restos de un muro de piedra derruido que sirve de separación entre la sección de galería y la pared excavada. En todo el tramo la altura y sección

permanecen constantes. Al pie del astial derecho se observa una pequeña cuneta con presencia de agua. A lo largo de toda la galería y situada aproximadamente en la clave de la bóveda, se localiza el filón del mineral.

A 30 m de la entrada se localiza un importante derrumbe que ocupa toda la sección de la galería con una altura de aproximadamente 1,7 m. Sobre el mismo se aprecia como la altura de la galería es superior, habiéndose generado una bóveda de forma irregular sobretodo hacía el astial izquierdo, donde parte del mismo se ha deteriorado hasta provocar un voladizo de difícil geometría sobre la parte sana. El astial derecho es mucho más regular en su geometría. La altura de la galería en este punto puede alcanzar los 4 a 5 m., volviendo a descender pasados unos 10 m. a la sección previa.

Pasado este derrumbe vuelve la galería a presentar las mismas características geomorfológicas iniciales, hasta una profundidad de 65 m., donde existe en un pozo en el lateral derecho de forma cuadrada y dimensiones medias 2x2 m. y profundidad superior a 5 m. Desde aquí continua la galería hasta alcanzar una profundidad de 100 m.

### **Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación de la galería son alternancias de pizarras, cuarcitas y grauvacas, en estratos decimétricos, que se disponen con unos buzamientos muy verticalizados. Es de destacar la alineación muy nortada del filón que se mantiene constante a lo largo de la clave de la galería.

Este filón tiene un espesor medio de 30 cm y desde el punto de vista geotécnico está formado por una brecha cementada por la mineralización.

Las trincheras del entorno de la boquilla están formadas por planos verticales con característica de una estabilidad muy alta.

La presencia de agua en la galería nos puede dar un orden de magnitud de una  $R_u$  estimada de 0,0 - 0,1.

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Cuarcitas con intercalaciones de pizarras

Resistencia a compresión simple: 20 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla roca ligeramente alterada (IIS W)

En interior roca muy ligeramente alterada (Ib F)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: Tabular.

Diaclasado: Dos familias con filón brechificado

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** “Rock Mass Ratio” (Bieniawski, 1989):

Zona de emboquille y primeros metros de galería

$RMR_{\text{Básico}}$ : 65.

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 60

El RMR en la zona de la clave queda penalizado bajando una categoría la Clasificación del macizo, debido a la presencia del dique fracturado.

- **Clasificación Q** “Índice de Calidad Tunelera”(Barton, 1974): 10

- **Índice Geológico** de Resistencia GSI “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000): - Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies rugosas ligeramente alterada, debido a la presencia del dique de la clave. Buena (B).

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 50-60

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 0,60 MPa

Angulo de rozamiento: 31,80°

Resistencia a Compresión Macizo: 2,16 MPa

Módulo de deformación: 25,15 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase II, calidad BUENA

Q: Roca MEDIA-BUENA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: POCO PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: LARGO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados in situ**

A 30 m de la entrada se localiza un importante derrumbe con efecto chimenea que ocupa toda la sección de la galería con una altura de aproximadamente 1,7 m.

La posibilidad de que un fenómeno como el descrito ocurra en otros puntos del interior de la galería es baja, si bien en el mismo punto existe una probabilidad media – alta de que siga progresando por las condiciones geotécnicas y de humedad a corto plazo.

A una profundidad de 65 m. existe en un pozo en el lateral derecho de forma cuadrada y dimensiones medias 2x2 m. y profundidad superior a 5 m.

## **MINA: LAS MARIAS**

### **Encuadre geológico:**

La **mineralización de Fe** de Las Marías, forma parte del conjunto de mineralizaciones filonianas del flanco sur de la estructura de Olivenza - Monesterio.

Las secuencias del Ordovícico – Devónico del flanco sur de la estructura, se caracterizan por la presencia de abundantes mineralizaciones filonianas desconectadas de la actividad ígnea varisca. Los filones de cobre, hierro y manganeso se encuentran orientados paralelamente a la esquistosidad regional de las pizarras y cuarcitas, lo que indica que su paragénesis está relacionada directamente al plegamiento Varisco. La similitud entre sus paragénesis y las concentraciones estratíopes ligadas a posibles escalitas del tránsito Silúrico - Devónico parece indicar que éstos son fruto de la *removilización hidrotermal* de estas concentraciones.



***ESTADO DE LA GALERIA PRINCIPAL***

### **Geomorfología de la galería**

La entrada a la mina se sitúa a media ladera sobre un cerro que presenta suaves pendientes, sobre el que se realizó la excavación en trinchera.

La boquilla de entrada no presenta una forma regular, asemejándose a un arco rebajado con astiales esviados. Sobre la misma existe una montera de entre 2 a 3 m. de altura. La altura de la boquilla es de unos 1,7 m. y ancho variable entre 1,7 a 2 m. Los taludes de la trinchera y plano de boquilla son prácticamente verticales, con oquedades en la matriz rocosa donde se aprecia la fuerte mineralización que caracteriza toda la mina. El talud frontal situado encima de la clave, mide aproximadamente 1,5 m y tiene una inclinación de unos 85° en la dirección N120°E.

La galería comienza con la sección descrita en la boquilla y con una dirección N300°E. Nada más entrar los astiales de la galería se vuelven muy irregulares, presentando un pequeño nicho en el astial izquierdo y un “anchurón” en el astial derecho. Las altura dentro de esta primera cavidad varían entre los 1,6 a 2,1 m.

A 8 metros de la boquilla, la galería gira hacia una dirección predominante N330°E. La sección sufre a lo largo de 2 metros de longitud un estrechamiento en todas sus dimensiones, con altura 1,4 m. por 0,9 m. de ancho. También se produce un cambio en la pendiente del suelo de la mina, descendiendo en los 2 metros aproximadamente 1,5 m.

La galería conduce a una serie de excavaciones contiguas más amplias, que llega a tener dimensiones de 4 a 6 metros de ancho, con posibles chimeneas de acceso al exterior.

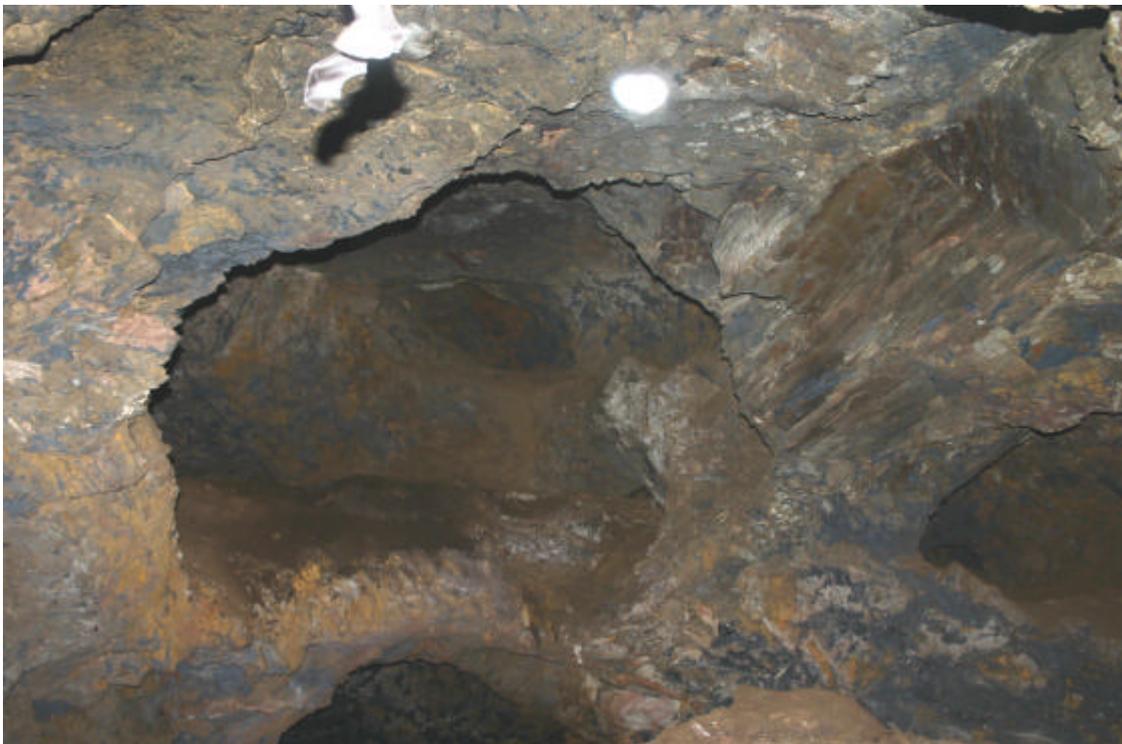
La primera de estas excavaciones situada a una distancia a origen de 13 m. la sección cambia hasta alcanzar anchos de 3 y 4 metros, no siendo la altura superior a 0,7 m. debido principalmente por la presencia de material de excavación proveniente de varias chimeneas que hipotéticamente se cree comunican con el exterior. Esta sala o excavación continúa mediante dos galerías con dirección N300°, estando una totalmente colmatada por material de relleno y la otra presentando una sección de 1 m. de ancho por 0,6 m. de alto que comunica con la siguiente sala.

La segunda excavación, localizada a 20 m. de la boquilla, tienen forma irregular con anchos superiores a 4 m. y altura de hasta 1,8 m. Al igual que en la sala anterior se aprecian diversas chimeneas de comunicación con el exterior, colmatadas mediante el vertido de restos de excavación, con presencia de mucho material grueso.

Desde esta última excavación arranca una nueva galería con dirección N240°E que da acceso a nueva zona de sobreexcavación o sala situada

aproximadamente en la distancia a origen 28 m. Esta nueva sala presenta diferentes niveles en el suelo motivados por la apertura de varios frentes de extracción de mineral dentro de la misma que generan diversas galerías de forma y tamaño diferente. Las dimensiones varían desde los 5 m de ancho en su punto más estrecho hasta los 10 m., con desniveles de 0,8 m. hasta los 1,5 m. en el suelo y alturas de la cavidad de hasta 2 m.

De esta sala parte una última galería visitable que termina en una última excavación, con profundidad aproximada de 10 m. y sección irregular.



***VISTA DE OQUEDADES EXCAVADAS PARA LA SACA DE MINERAL***

**Encuadre Geotécnico:**

Los materiales afectados por la excavación de la galería son principalmente un macizo pizarro-cuarcítico homogeneizado por la mineralización. Esta

homogeneización del macizo a conllevado a la cicatrización y en algunos casos a la enmascarización de las discontinuidades preexistentes.

En general toda la excavación presenta una estabilidad muy aceptable, potencialmente incrementada esta por ausencia de agua dentro de la misma.

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Cuarcitas con intercalaciones de pizarras con fuerte mineralización

Resistencia a compresión simple: 40 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla roca sana a fresca (Ia F)

En interior roca sana a fresca (Ia F)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: Irregular.

Con variación de formas y tamaño de bloques.

Diaclasado: Masivo con juntas ocasionales y a veces dos familias.

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** “Rock Mass Ratio” (Bieniawski, 1989):

Zona de emboquille y primeros metros de galería

RMR<sub>Básico</sub>: 72.

RMR<sub>Ajustado</sub>: 68

El RMR puede tomar valores próximos a 80 en las zonas mineralizadas del interior dado el carácter masivo del macizo en estas zonas

- **Clasificación Q** “Índice de Calidad Tunelera”(Barton, 1974): 7,5

- **Índice Geológico** de Resistencia GSI “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000): - Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies muy rugosas sin alterar. Muy Buena (MB)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 60-70

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 1,43MPa

Angulo de rozamiento: 44,15°

Resistencia a Compresión Macizo: 6,75 MPa

Módulo de deformación: 56,37Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase II, calidad BUENA.

Q: Roca MEDIA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: POCO PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: LARGO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados in situ**

No se aprecian.

La probabilidad de que ocurra algún desprendimiento con una cierta masa de roca involucrada es baja mientras se mantengan las condiciones actuales de baja humedad.

## **MINA: LA PALOMA**

### **Encuadre geológico:**

La **mineralización** de La Paloma es una del conjunto de mineralizaciones intragraníticas de **fosforita** asociadas al stock granítico de Zarza La Mayor (granito moscovítico de grano grueso).

Constituyen un grupo de filones sensiblemente paralelos, con direcciones que oscilan entre N30° y N60°, verticales o subverticales, y potencias que algunos puntos llegan a ser métricas.

La deformación que se aprecia es fundamentalmente de tipo discontinuo, es decir roturas frágiles tipo diaclasas y fallas.



**BOQUILLA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **Geomorfología de la galería**

Debido a que los accesos han sido sellados por la Dirección General de Minas por motivos de seguridad, ha sido imposible acceder al interior de las galerías.

Mediante la colocación de una pasarela se accedió a lo que a priori aparentaba ser una galería, salvando un pozo de gran profundidad, para comprobar que era el inicio o emboquille de una galería abortada.

### **Encuadre Geotécnico:**

Las labores mineras discurren, con una secuencia de galerías y zanjones a cielo abierto, a lo largo de un macizo granítico. Esta excavación va aclopada a la presencia de los diques de cuarzo mineralizado.

La parte de labores situada más al Sur –Oeste están ya encajadas en materiales metamórficos de distinta naturaleza a los anteriores.

En lo que es propiamente el dique y sus astiales existe un alto grado de fracturación, frágil, que da lugar a la generación de pequeños bloques y cuñas, alguno de los cuales tiene una cinemática proclive a la caída.

El resto del macizo rocoso, que está más separado del dique, presenta un grado de fracturación menor y únicamente es destacable las zonas aisladas de lateración dentro del granito.

Ya que no se ha podido visitar las galerías, la presencia de agua en el macizo se ha estimado en función de las excavaciones inspeccionadas a cielo abierto, estimando una  $r_u$  de 0,1 – 0,2.

### **Propiedades geomecánicas de la roca matriz**

Litología: Dique de cuarzo en macizo granítico

Resistencia estimada a la compresión simple: 35 Mpa

Alteración de la matriz rocosa: En boquilla alterada (III MW)

### **Propiedades geomecánicas de las discontinuidades**

Red de discontinuidades. Descripción del macizo: Irregular con variación de forma y tamaño de bloques.

Diaclasado: Dos familias y ocasionales. Alta fracturación en el dique de cuarzo.

### **Clasificación geomecánica**

- **Clasificación RMR** (Bieniawski, 1989):  $RMR_{\text{Básico}}$ : 58

$RMR_{\text{Ajustado}}$ : 53

- **Clasificación Q** (Barton, 1974): 0,66

- **Índice Geológico** de Resistencia GSI “Strength Geological Index” (Hoek y Brown 2000): - Caracterización del macizo rocoso

**Estructura del macizo:** Bloques irregulares (BI)

**Condiciones del frente:** Superficies rugosas algo alteradas. Buena (B)

- Índice Geológico de Resistencia GSI: 45

### **Parámetros Resistentes del Macizo**

Cohesión: 0,45 MPa

Angulo de rozamiento: 50,43°

Resistencia a Compresión Macizo: 2,52 MPa

Módulo de deformación: 22,23 Gpa

### **Valoración Global de la Inestabilidad del Macizo.**

RMR: Clase III, calidad MEDIA

Q: Roca MUY MALA.

En base a estos parámetros geomecánicos la valoración global de estabilidad sería:

Probabilidad de fallo: PROBABLE A MUY PROBABLE

Tiempo de ocurrencia: MEDIO PLAZO

### **Problemas de inestabilidad detectados in situ**

No fue posible el acceso al interior de las galerías, debido a que fueron clausuradas por Seguridad Minera.

## **6. MEDIDAS PROPUESTAS**

Atendiendo a los criterios anteriormente citados a continuación se hace una descripción de las medidas recomendadas en cada una de las galerías.

### **MINA SALOR I.**

#### **Problema generador de la actuación:**

Desprendimientos en la zona de la boquilla en los cinco primeros metros de entrada, debido principalmente a la caída de bloques y cuñas de la clave y la parte superior de los hastiales.

Presencia de lámina de agua en aproximadamente los 20 m primeros, con degradabilidad de la roca en la zona sumergida de los hastiales y base de la galería.

A 15 m de la boquilla se detectan distintos fenómenos de colapso con generación de chimeneas.

#### **Solución propuesta:**

Excavación parcial del derrumbe del entorno de la boquilla, aproximadamente en los 6 primeros metros.

Debido a la degradabilidad potencial de las pizarras en los niveles más lutíticos, se hace aconsejable rebajar el calado de la lámina de agua dentro de la galería intentando que esta no sobrepase los 0,25 m. En este sentido se recomienda situar una cuneta en el pie de la sección perfilada.

## **MINA RIO ESTERAS**

### **Problema generador de la actuación:**

Presencia de lámina de agua hasta los 75 m primeros, con altura de aproximadamente 0,6 m.

### **Solución propuesta:**

Se hace aconsejable rebajar el calado de la lámina de agua dentro de la galería intentando que esta no sobrepase los 0,25 m. En este sentido se recomienda situar una cuneta en el pie de la sección perfilada. (Sección Tipo I)

A 18 m de la entrada se presenta un derrumbe con efecto chimenea en la unión hastial izquierdo clave.

Desprendimiento en forma de chimenea a 75 m de la boquilla.

A 81 m de la boquilla se detecta un apuntalamiento de madera en malas condiciones, con desprendimiento del hastial derecho.

La probabilidad de que se genere alguna inestabilidad de importancia en la boquilla es baja debido a sus condiciones geotécnicas.

En el interior la probabilidad de que ocurra algún desprendimiento tipo chimenea con una cierta masa de roca involucrada es baja mientras se mantengan las condiciones actuales de baja humedad.

## **MINA LA AHUMADA**

### **Problema generador de la actuación:**

A 18 m de la entrada se presenta un derrumbe con efecto chimenea en la unión hastial izquierdo clave.

Desprendimiento en forma de chimenea a 75 m de la boquilla.

A 81 m de la boquilla se detecta un apuntalamiento de madera en malas condiciones, con desprendimiento del hastial derecho.

La probabilidad de que se genere alguna inestabilidad de importancia en la boquilla es baja debido a sus condiciones geotécnicas.

En el interior la probabilidad de que ocurra algún desprendimiento tipo chimenea con una cierta masa de roca involucrada es baja mientras se mantengan las condiciones actuales de baja humedad.

### **Solución propuesta:**

Limpieza parcial del derrumbe de 18 m con introducción de elementos de contención.

Apuntalar la cueva en cuña de 2-3m, en la distancia a origen 75m, continuando con el muro de apoyo existente hasta conseguir una plataforma sólida y un plano uniforme y posteriormente apuntalar desde este muro el techo.

El apuntalamiento de madera, situado a 81m de la boquilla, sustituirlo por uno con características más resistentes.

## **MINA LA PASTORA**

### **Problema generador de la actuación:**

Presencia de lámina de agua en aproximadamente los 10 m primeros de la galería.

A 10 m de la boquilla se detecta un derrumbe que provoca la retención del agua. La probabilidad de que se repita a corto plazo el desprendimiento es baja siempre y cuando no varíen ostensiblemente la cota de la lámina de agua interior.

### **Solución propuesta:**

Drenar la entrada para rebajar algo la cota de agua y sanear parcialmente el derrumbe situado a 10m con un apuntalamiento parcial.

## **MINA VIEJA**

### **Problema generador de la actuación:**

A 30 m de la entrada se localiza un importante derrumbe con efecto chimenea que ocupa toda la sección de la galería con una altura de aproximadamente 1,7 m.

La posibilidad de que un fenómeno como el descrito ocurra en otros puntos del interior de la galería es baja, si bien en el mismo punto existe una probabilidad media – alta de que siga progresando por las condiciones geotécnicas y de humedad a corto plazo.

A una profundidad de 65 m. existe en un pozo en el lateral derecho de forma cuadrada y dimensiones medias 2x2 m. y profundidad superior a 5 m.

**Solución propuesta:**

Acoplamiento de un elemento de contención de tierras para garantizar una sección mínima de paso para los quirópteros.

**MINA LAS MARIAS**

**Problema generador de la actuación:**

No se aprecian.

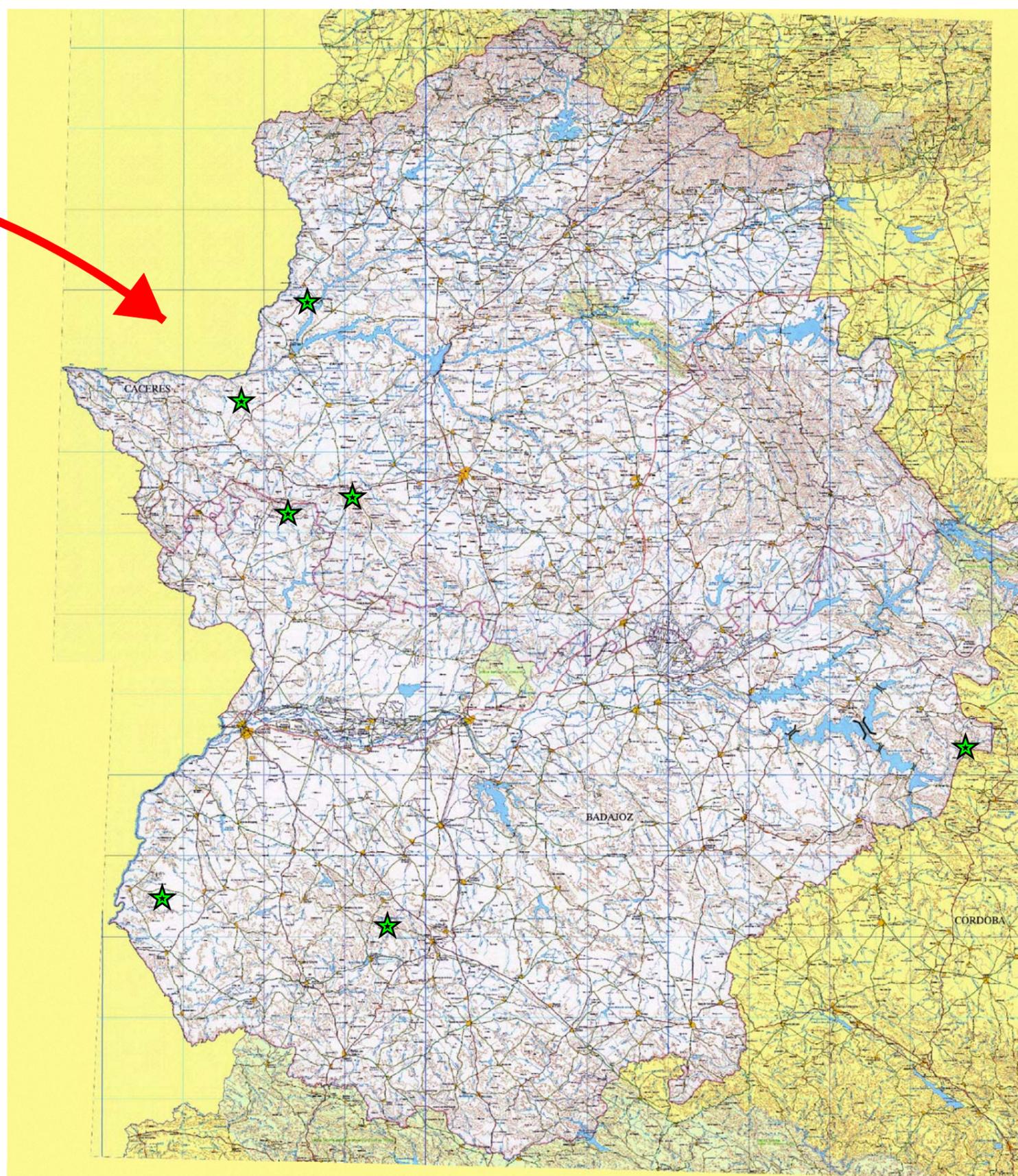
**Solución propuesta:**

Acoplamiento de un elemento de contención de tierras para garantizar una sección mínima de paso para los quirópteros., como mejora al estado actual.

**MINA LA PALOMA**

No fue posible el acceso al interior de las galerías, debido a que fueron clausuradas por Seguridad Minera.

## **7. PLANOS**



## INDICE

- 1.- ENCUADRE E INDICE.
- 2.- SITUACIÓN DE LAS MINAS.
- 3.- ACCESOS Y GEOLOGÍA.
  - HOJA 1. SALOR I
  - HOJA 2. RIO ESTERAS.
  - HOJA 3. LA AHUMADA.
  - HOJA 4. LA PASTORA.
  - HOJA 5. VIEJA.
  - HOJA 6. LAS MARIAS.
  - HOJA 7. LA PALOMA.
- 4.- CROQUIS GALERIA.
  - HOJA 1. SALOR I
  - HOJA 2. RIO ESTERAS.
  - HOJA 3. LA AHUMADA.
  - HOJA 4. LA PASTORA.
  - HOJA 5. VIEJA.
  - HOJA 6. LAS MARIAS.