

exportadora  
**Turolense S.L.**

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## C.M. DANIEL nº 6492

**EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.**



# 0.- INDICE.

## 1.- INTRODUCCIÓN.

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. OBJETO DEL ESTUDIO.
- 1.3. LEGISLACIÓN APLICABLE

## 2.- ANALISIS DEL RESULTADO DEL TRÁMITE DE CONSULTAS PREVIAS.

- 2.1.- ANTECEDENTES
- 2.2.- RESULTADO DE LAS CONSULTAS PREVIAS.
- 2.3.- APLICACIÓN DE LAS CONSULTAS PREVIAS.

## 3.- DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD MINERA.

- 3.1. INTRODUCCIÓN.
- 3.2. OBJETIVO.
- 3.3. PETICIONARIO.
- 3.4. SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 3.5. DATOS DE PARCELAS.
- 3.6. DEMARCACIÓN
- 3.7. USOS DEL SUELO
- 3.8. OBRAS PROYECTADAS.
- 3.9.- SOLUCIONES ADOPTADAS.
- 3.10.- MEDTODO DE EXPLOTACIÓN.
- 3.11.- RELACIÓN ESTÉRIL MINERAL.
- 3.12.- VIDA Y RITMO DE LA EXPLOTACIÓN
- 3.13.- TALUDES DEFINITIVOS.
- 3.14.- DINÁMICA DE EXPLOTACIÓN.
- 3.15.-UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS.
- 3.16.- ACCESOS A LA EXPLOTACIÓN
- 3.17.- INSTALACIONES.

## 4.- ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO.

- 4.1. GEOLOGIA.
- 4.2- HIDROLOGÍA Y HIDROGEOLOGIA.
- 4.3.- RECURSOS MINERALES.
- 4.4.- PUNTOS DE INTERES GEOLÓGICO.
- 4.5.- CLIMATOLOGÍA.
- 4.6.- CARACTERISITCAS BIOGEOGRAFICAS Y BIOCLIMÁTICAS
- 4.7.- EDAFOLOGIA
- 4.8.- VEGETACIÓN

4.9.- FAUNA

4.10.- PAISAJES

4.11.- ESPACIOS NATURALES

4.12.- MEDIO SOCIOECONOMICO.

**5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAMENTE VIABLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.**

**6.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.**

6.1.- METODOLOGIA.

6.2.- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

6.3.- VALORACIÓN DE IMPACTOS.

**7.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

7.1.- INTRODUCCIÓN.

7.2.- IMPACTOS SOBRE LA ATMOSFERA.

7.3.- IMPACTO SOBRE LA TIERRA

7.4.- IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA.

7.5.- IMPACTOS SOBRE LAS AGUAS

7.6.- IMPACTO SOBRE EL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO.

7.7.- PROGRAMA DE RESTAURACIÓN.

**8.- PROGRAMA DE EJECUCIÓN.**

**9.- PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL.**

**10.- CONCLUSIONES Y VALORACIÓN DEL IMPACTO.**

**11.- DOCUMENTO DE SINTESIS**

**ANEXO I.- Afección de las aguas subterráneas.**

**PLANOS.**

# 1 .- INTRODUCCIÓN.

## **1.1.- INTRODUCCIÓN**

La explotación y aprovechamiento de los recursos minerales, dentro de una política global de desarrollo industrial, y al mismo tiempo, de conservación del medio ambiente, deben permitir la gestión del sector minero con una visión racional e integradora. El aprovechamiento del recurso mineral es necesario que plantee criterios técnicos racionales y juiciosos que permitan establecer, al menos, un equilibrio entre el nivel de alteración del Medio Natural y los beneficios producidos por dicha actividad.

El Alabastro es un mineral escaso a nivel mundial, y a la vez frecuente en el valle del Ebro, lo que nos sitúa como la mayor y mejor zona mundial de un mineral tan especial como es el Alabastro. Sólo esto debería servir para potenciar su aprovechamiento racional, ya que es una fuente de recursos endógeno del territorio.

En este contexto, las Evaluaciones de Impacto Ambiental constituyen uno de los instrumentos más eficaces para preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente, ya que introducen la variable ambiental en la toma de decisiones, permitiendo así poder elegir entre las diferentes alternativas posibles, aquella que mejor salvaguarda los intereses generales desde una perspectiva global e integrada y teniendo en cuenta todos los efectos derivados de la actividad proyectada

## **1.2.- OBJETO DEL ESTUDIO**

El presente Estudio tiene por objeto la Evaluación de Impacto Ambiental para una explotación minera de Alabastro en el término municipal de Castelnou (Teruel), a fin de considerar la posible incidencia ecológica y garantizar la adecuada restitución de medio, procediendo a identificar, predecir y prevenir las alteraciones ambientales producidas por las actividades extractivas en todas sus fases de desarrollo, así como desarrollar las medidas correctoras para minimizar los impactos a corto, medio y largo plazo.

### **1.3.- LEGISLACIÓN APLICABLE**

- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- Ley 22/1973 de 21 de Julio de Minas.
- Real Decreto 2857/1978 de 25 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería.
- Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras. (BOE nº 143, de 13/06/2009).

## **2 .- CONSULTAS PREVIAS AMBIENTALES.**

## **2.1.-ANTECEDENTES**

NO SE REALIZARON CONSULTAS PREVIAS respecto del proyecto.

# **3 .- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA.**

### **3.1.- INTRODUCCIÓN.**

El presente proyecto se redacta a petición de **EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.** con CIF B-44210995 y domicilio en Polígono Industrial "Venta del Barro" s/n de 44511 La Puebla de Híjar (Teruel); en cumplimiento de lo dispuesto en el capítulo VII del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera para iniciar el desarrollo de la actividad de aprovechamiento del recurso minero, alabastro, en el Término Municipal de CASTELNOU y que se denominará como C.D. "DANIEL".

Así pues, el Proyecto de Explotación se redacta de acuerdo a lo establecido en la legislación detallada a continuación:

- Ley de Minas 22/1.973 de 21 de julio en sus Títulos III y VIII.
- Real Decreto 2.857/1.978 del Reglamento General para el Régimen de la Minería del 25 de agosto de 1.978
- Real Decreto 863/1.985 de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, y las Instrucciones Técnicas Complementarias que la desarrollan, concretamente la referida al Capítulo VII Trabajos a cielo abierto.
- Real Decreto 1389 / 1997 , de 5 de Septiembre, sobre seguridad y salud en actividades mineras.
- ITC's vigentes en la actualidad.

A lo largo del presente texto se tratará de dar cumplimiento a lo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria 07.1.02 del Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera, en la cual se detallan los contenidos de los Proyectos de explotación.

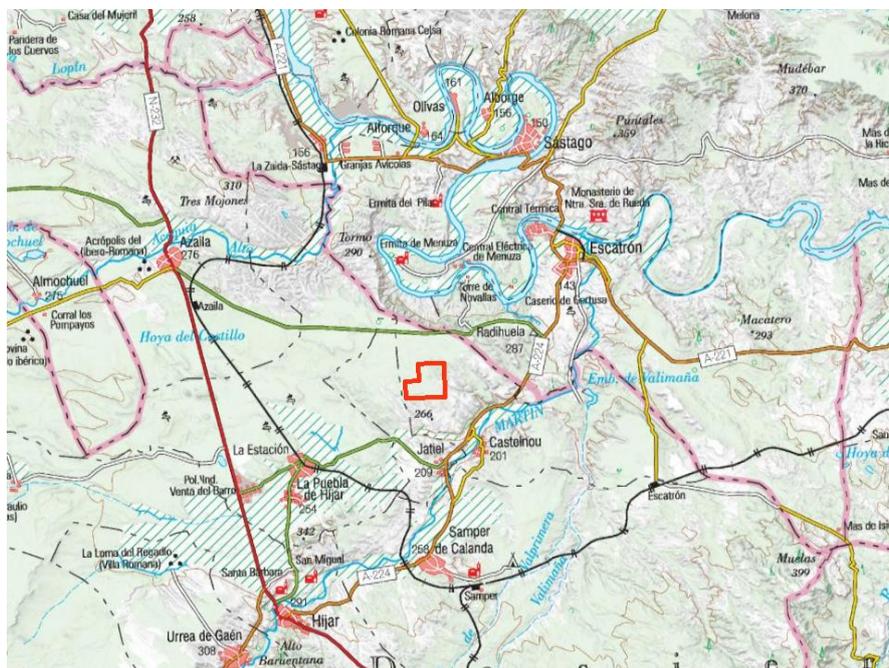
### 3.2.- OBJETIVO.

Por todo ello, el Proyecto de Explotación marca como objetivo primordial la obtención por parte de la Autoridad Minera Competente, la autorización para la apertura de una nueva explotación de Alabastro, dentro de la sección "C" minera, denominada "DANIEL", como Concesión Derivada del Permiso de Investigación "DANIEL" nº 6492 situada en el Término Municipal de Castelnuo (Teruel).

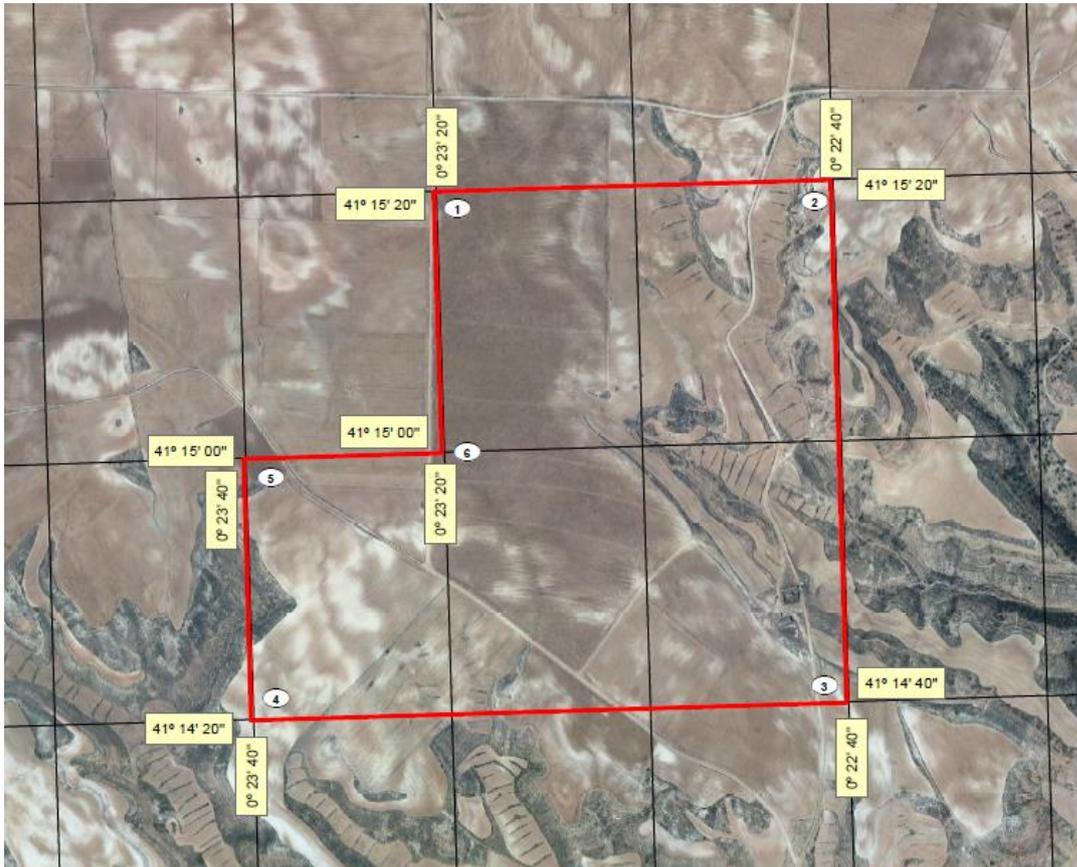
La apertura de la nueva explotación de ALABASTRO está motivada por la tendencia del mercado de Alabastro (principalmente de exportación) de disponer de materiales de otras variedades a la actual comercialización, pero sin que esta variación supongan grandes diferencias. Este material es difícil de encontrar en toda la cuenca del Ebro, salvo en zonas muy determinadas de las proximidades de DANIEL.

EXPORTADORA TUROLENSE,S.L como el grupo empresarial al que pertenece, llevan décadas dedicadas a la explotación, preparación y comercialización del ALABASTRO, y así figura principalmente en el Servicio Provincial de Teruel y en menor medida en el de Zaragoza.

El presente proyecto tiene como objeto sentar la bases del proyecto General de Explotación de la explotación de la cantera de Alabastro, situado en el municipio CASTELNOU en la Provincia de Teruel.



La zona de proyecto se encuentra dentro de 5 de las cuadrículas mineras del Permiso de Investigación autorizado. Las coordenadas UTM de los vértices que definen dichas cuadrículas son:



La delimitación geográfica del Derecho Minero que abarca 5 cuadrículas mineras es la siguiente referidas al meridano de Greenwich (DATUM ED50) son:

VERTICES	Coordenada UTM. (ETRS 89)		Coordenada Geográfica (ED 50)	
	X	Y	Latitud N	Longitud O
1	718659	4570285	0° 23' 20"	41° 15' 20"
2	719590	4570313	0° 22' 40"	41° 15' 20"
3	719627	4569079	0° 22' 40"	41° 14' 40"
4	718230	4569037	0° 23' 40"	41° 14' 40"
5	718212	4569654	0° 23' 40"	41° 15' 00"
6	718678	4569668	0° 23' 20"	41° 15' 00"

Para facilitar indicamos su correspondencia en UTM (ETRS 89)

### **.3.- PETICIONARIO**

El Promotor de la Autorización Minera para la extracción de recursos de la Sección C) Alabastro en el Término Municipal La Puebla de Híjar (Teruel) es:

#### **EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.**

**CIF B-44.210.995**

Domicilio social Polígono industrial "Venta del Barro" s/n  
44511 La Puebla de Híjar (Teruel).  
Tlfono. 978 82 10 44

El grupo empresarial del que forma parte **EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.**, abarca la totalidad del abanico de actividades mineras, industriales y comerciales para poder obtener del mineral de ALABASTRO, su mayor valor añadido, con su mayor manufacturación Española.

Está compuesto por cuatro empresas:

- EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.
- ALABASTRES ALFREDO, S.L.
- STOCK Y ESTABLECIMIENTOS, S.L.
- UNITED ALABASTER, S.L.

La primera de ellas, **EXPORTADORA TUROLENSE, S.L.** tiene como misión la localización de Yacimientos Mineros, su investigación minera, la explotación de estos yacimientos, y el poner el mineral (**Alabastro**), bien en "bolos limpios" o con un aserrado primario a disposición de las empresas comerciales del grupo o bien venderlo directamente a empresas manufactureras extranjeras (principalmente de China e India).



La empresa **ALABASTRES ALFREDO, S.L.** es una empresa fundada ya hace más de 40 años (en el año 1969), que manufacturaba y sigue manufacturando el Alabastro con el objetivo de llegar al comercio de elementos clásicos, principalmente lamparería. Este mercado, si bien está muy reducido en países Europeos, sigue teniendo su hueco comercial en países como Rusia, China, Sudeste Asiático e incluso Estados Unidos.

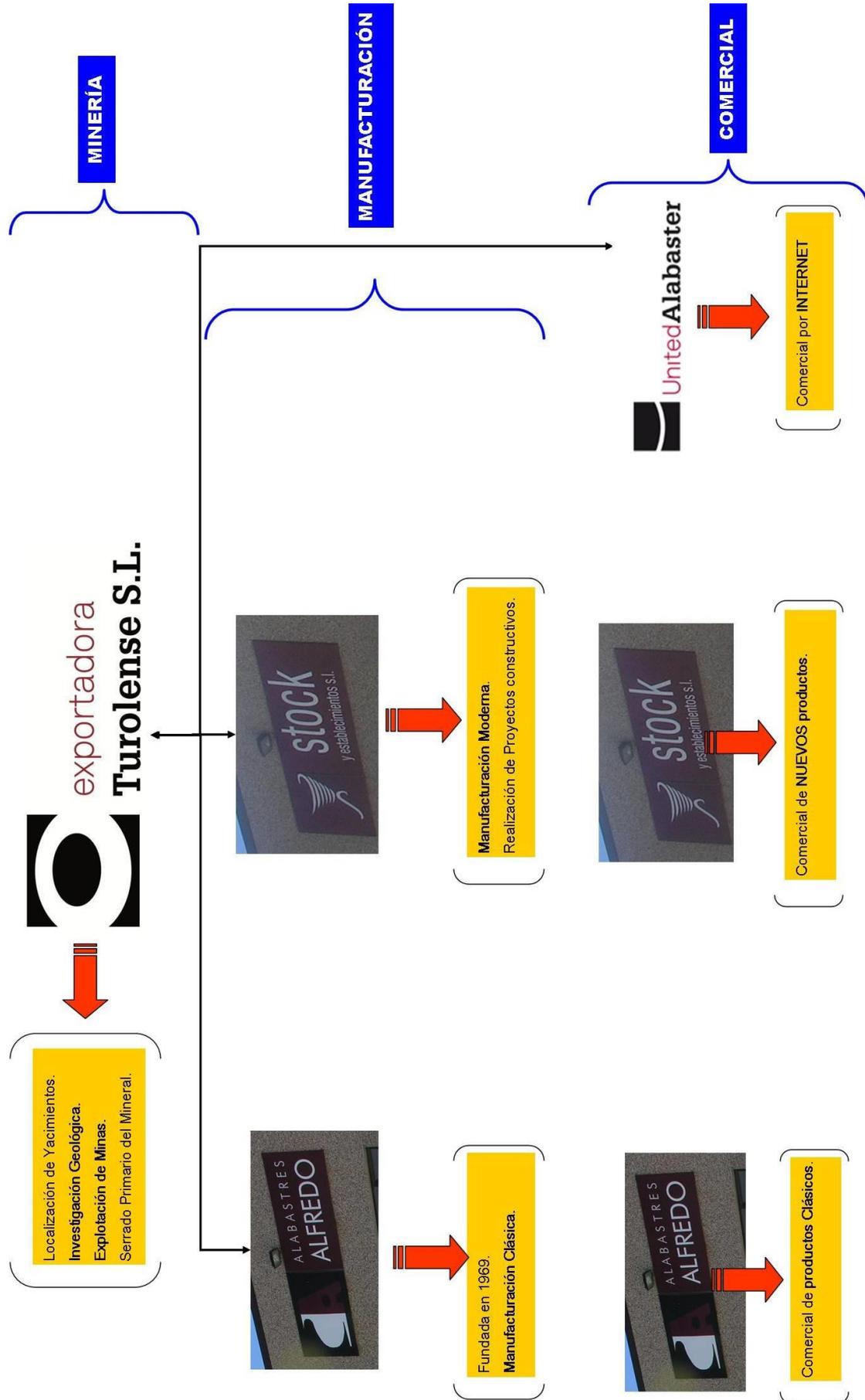


La empresa **STOCK Y ESTABLECIMIENTOS, S.L.**, es la que mayor desarrollo comercial está teniendo dentro del grupo, ya que su objetivo es la búsqueda de nuevos objetos arquitectónicos que se puedan realizar con el ALABASTRO. En esta búsqueda va desde nuevos diseños de Lámparas (ver fotos inferiores), pasando por elementos sanitarios como son unos lavabos iluminados mediante leds, o estructuras arquitectónicas de decoración como son mostradores, biombos, mesas, taburetes, etc. Todo ello ya es una realidad comercial, y la tendencia de estos elementos requiere la búsqueda de filones de Alabastro de gran diámetro, y suficientemente vetado.

Actualmente se está desarrollando la posibilidad de comercializar estos elementos arquitectónicos "llaves en mano", con lo que el incremento de la plantilla y valor añadido será muy superior al cerrar el ciclo completo desde el yacimiento geológico hasta la colocación final del producto.



La empresa **UNITED ALABASTER, S.L.**, es la empresa comercial que vende desde la nuevas tecnologías (INTERNET) cualquiera de los productos desarrollados por las otras empresas, bien sea el mineral en bruto o semi-elaborado de EXPORTADORA TUROLENSE, S.L. como elementos clásicos de ALABASTER ALFREDO, S.L. como los nuevos diseños y tendencias arquitectónicas de STOCK ALABASTER, S.L.

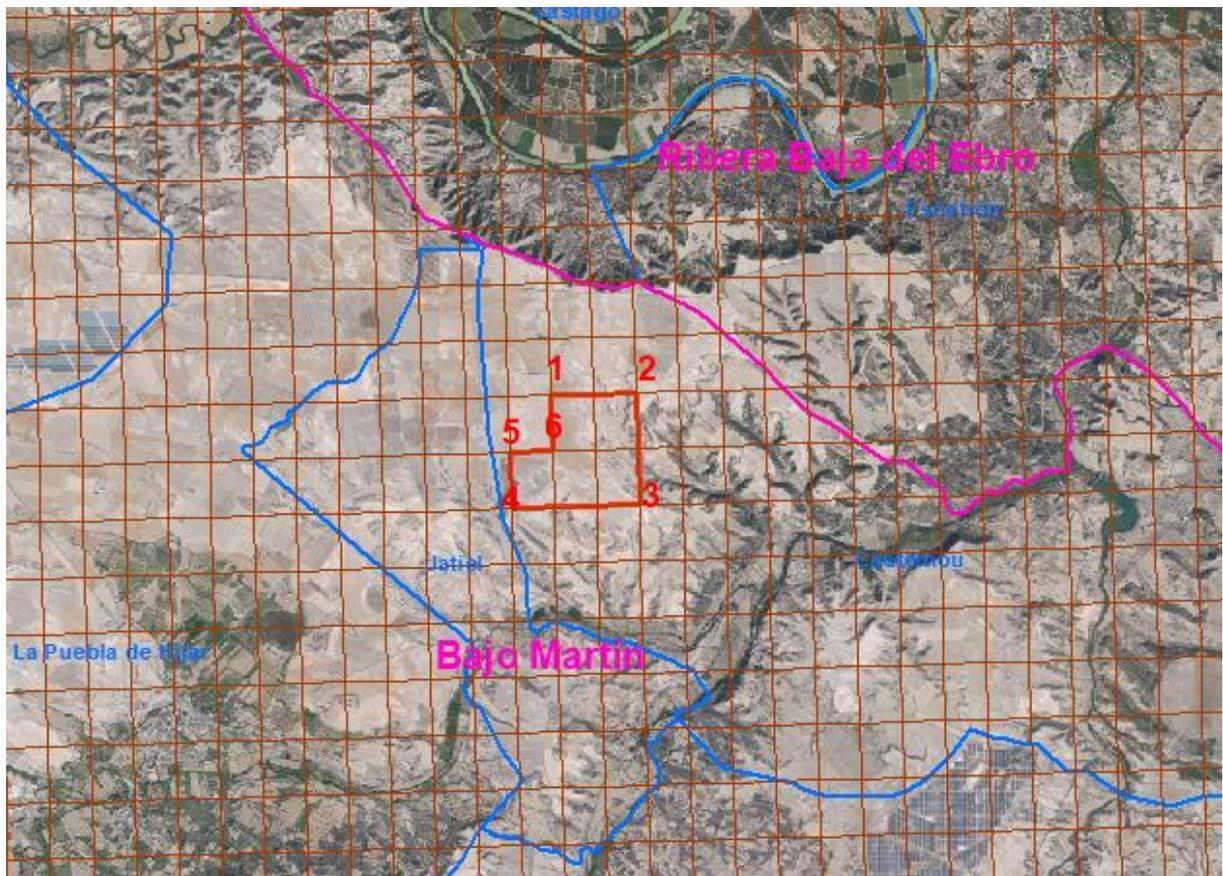


### 3.4.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Administrativamente, la zona ocupada por la explotación pertenece a la Provincia de Teruel en su parte Nort-oriental. Concretamente, las cuadrículas mineras que definen la Concesión pertenecen íntegramente al Término Municipal de Castelnuo. Administrativamente, pertenece a la Comarca de Bajo Martin.

La explotación se sitúa a una altitud de entre 250 y 260 metros sobre el nivel del mar, sobre campos de cultivo y zonas de matorral.

Administrativamente, pertenece a la Comarca del Bajo Martin.



Las coordenadas UTM de las zonas extractivas que se indican a continuación se utilizan de acuerdo al Datum ED 50 y en Datum ETRS 89. Desde el 29 de agosto de 2007 un Real Decreto regula la adopción en España del sistema de referencia geodésico global ETRS89, sustituyendo al sistema geodésico de referencia regional ED50, oficial hasta entonces en el país y sobre el que actualmente se está compilando toda la cartografía oficial en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, y el sistema REGCAN95 en el ámbito de las Islas Canarias, permitiendo una completa integración de la cartografía oficial española con los sistemas de navegación y la cartografía de otros países europeos.

Mediante REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) **como nuevo sistema de referencia geodésico oficial en España** y se propone un nuevo conjunto de coordenadas para las esquinas de hojas del MTN50 y sus divisiones. Para adaptarse a la norma, se dispone de un periodo transitorio hasta el 2015 en el que podrán convivir los dos sistemas.

Por tanto las coordenadas de todas las labores de investigación propuestas se darán en DATUM ETRS 89.

Las fincas afectadas por el presente Proyecto de Explotación son diversas y no se pueden enumerar en este momento, de borrador de proyecto, hasta que no existan una declaración de impacto ambiental en firme sobre la zona.

### **3.5.- DATOS DE LAS PARCELAS**

Administrativamente, la zona ocupada por la explotación pertenece a la Provincia de Teruel en su parte Nort-oriental. Concretamente, las cuadrículas mineras que definen la Concesión pertenecen íntegramente al Término Municipal de La Puebla de Hajar. Administrativamente, pertenece a la Comarca de Bajo Martín.

La explotación se sitúa a una altitud de entre 250 y 260 metros sobre el nivel del mar, sobre campos de cultivo y zonas de matorral.

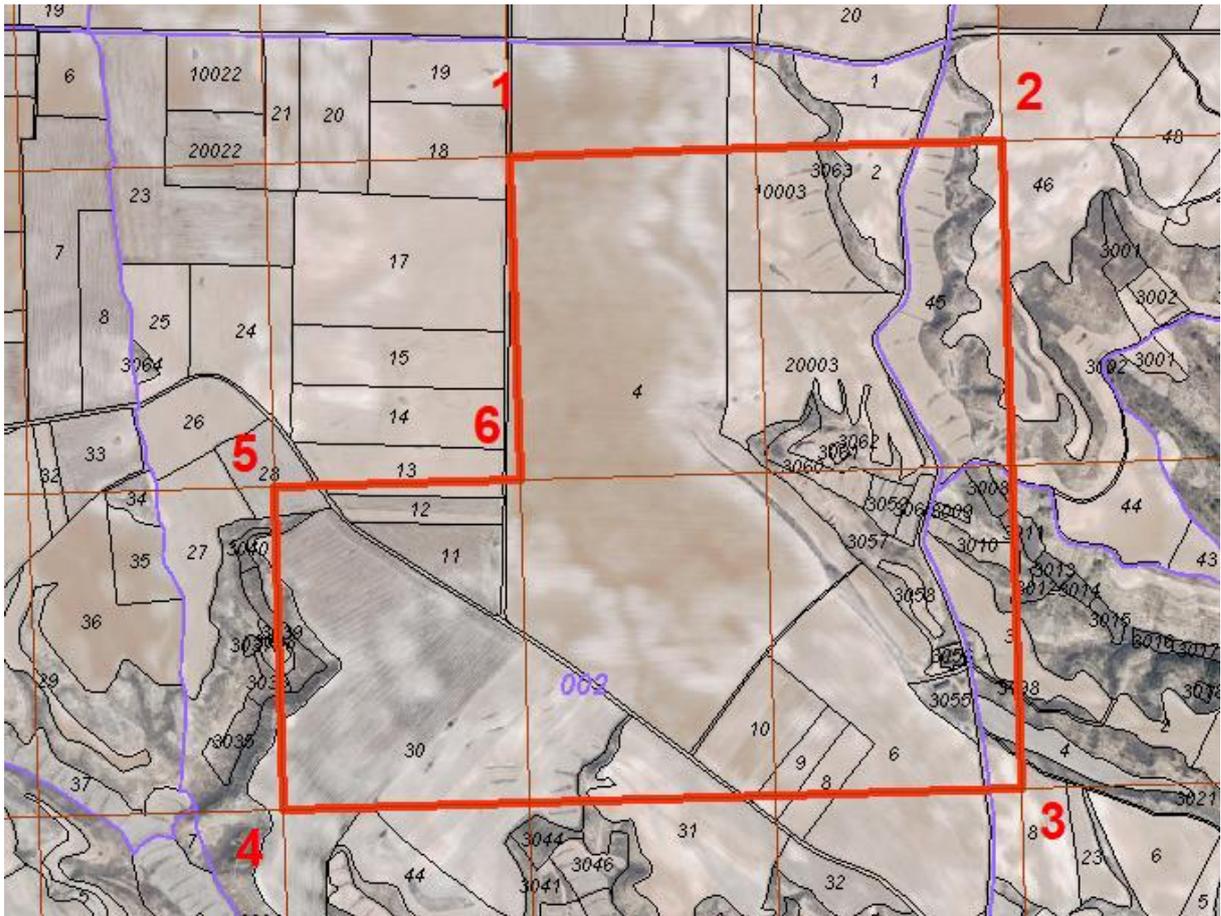
Administrativamente, pertenece a la Comarca del Bajo Martín.

### **3.6. USOS DEL SUELO.**

De acuerdo con los datos del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2006) la zona de proyecto está compuesta por un mosaico irregular de cultivos herbáceos de secano y una asociación de pastizal y matorral.

Así, en lo que respecta a la zona concreta de proyecto, ésta se encuentra compuesta por matorral esclerófilo y en menor medida por tierra de cultivo.

Los terrenos afectados por la explotación son terrenos agrícolas de secano o zona de monte cuya titularidad es de los diversos ayuntamientos.



### 3.7.- OBRAS PROYECTADAS

Un proyecto minero de cielo abierto puede recoger la construcción de diversas obras e instalaciones:

- Obra propia del hueco de la explotación
- Creación de pistas de acceso a la zona
- Obra civil para Instalaciones de Mantenimiento y Servicios de la propia mina
- Instalaciones de beneficio de mineral.

En el presente proyecto sólo se recogen las obras propias del hueco de explotación.

El acceso de explotación ya existe, y por tanto sólo cabe acondicionarlo periódicamente con gravilla para que esté en perfecto estado. La empresa se dedicará a su perfecto mantenimiento mientras dure la explotación.

Las instalaciones de Mantenimiento y Servicios, así como la de tratamiento del mineral, están ubicadas en una instalación fija en el polígono industrial, situada en las cercanías de la zona de explotación. Por tanto NO ES NECESARIO realizar estas obras.



Las instalaciones de Mantenimiento y Servicios, serán móviles e instaladas en contenedores para su transporte, por tanto no se requiere obra civil para su instalación.

No está prevista la instalación de ninguna planta de tratamiento dentro del perímetro de la explotación.

### 3.9.- SOLUCIONES ADOPTADAS

Se procede a resumir el proceso del proyecto de INVESTIGACIÓN denominado DANIEL nº 6492

#### REALIZACIÓN DE LOS SONDEOS.

Los sondeos fueron realizados en Septiembre de 2023



Se realizaron los CINCO sondeos previstos. Su ubicación fue modificada en base a la instalación fechas previas al otorgamiento de un parque fotovoltaico CASTILLO 1.



## INFORME CAMPAÑA DE SONDEOS (Concesión Daniel)

### DESCRIPCIÓN

Informe de la campaña de sondeos llevada a cabo en la Concesión Daniel para la estimación y caracterización de sus reservas de alabastro.

**Héctor Gil Garbí**

Doctor en Geología



## ÍNDICE

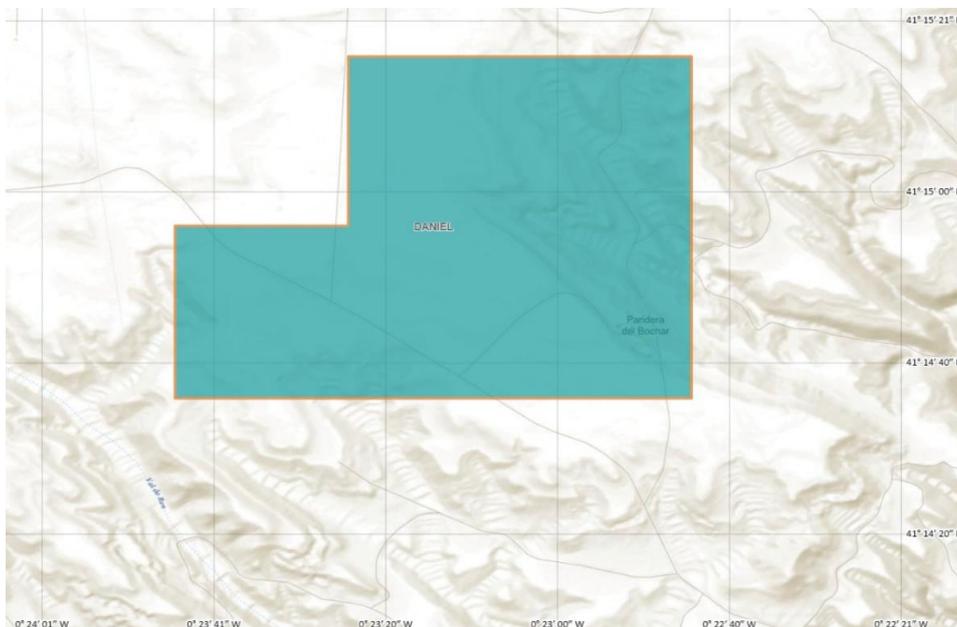
- 1) Introducción y antecedentes.
- 2) Metodología.
- 3) Ubicación y recuperación de testigos.
- 4) Testificación de sondeos.
- 5) Conclusiones y correlación.

## 1) Introducción y antecedentes.

El presente informe recoge la descripción y correlación de sondeos de la Concesión Daniel (Nº 6036).

Dichos sondeos se enmarcan en los trabajos de investigación geológico-minera llevados a cabo para definir las posibilidades de explotación minera y reservas de alabastro (roca ornamental a explotar).

La Concesión Daniel se encuentra en permiso de investigación, dicha concesión abarca cinco cuadrículas mineras, incluidas todas ellas dentro del término municipal de Castelnou (Provincia de Teruel) (Fig.1.1)

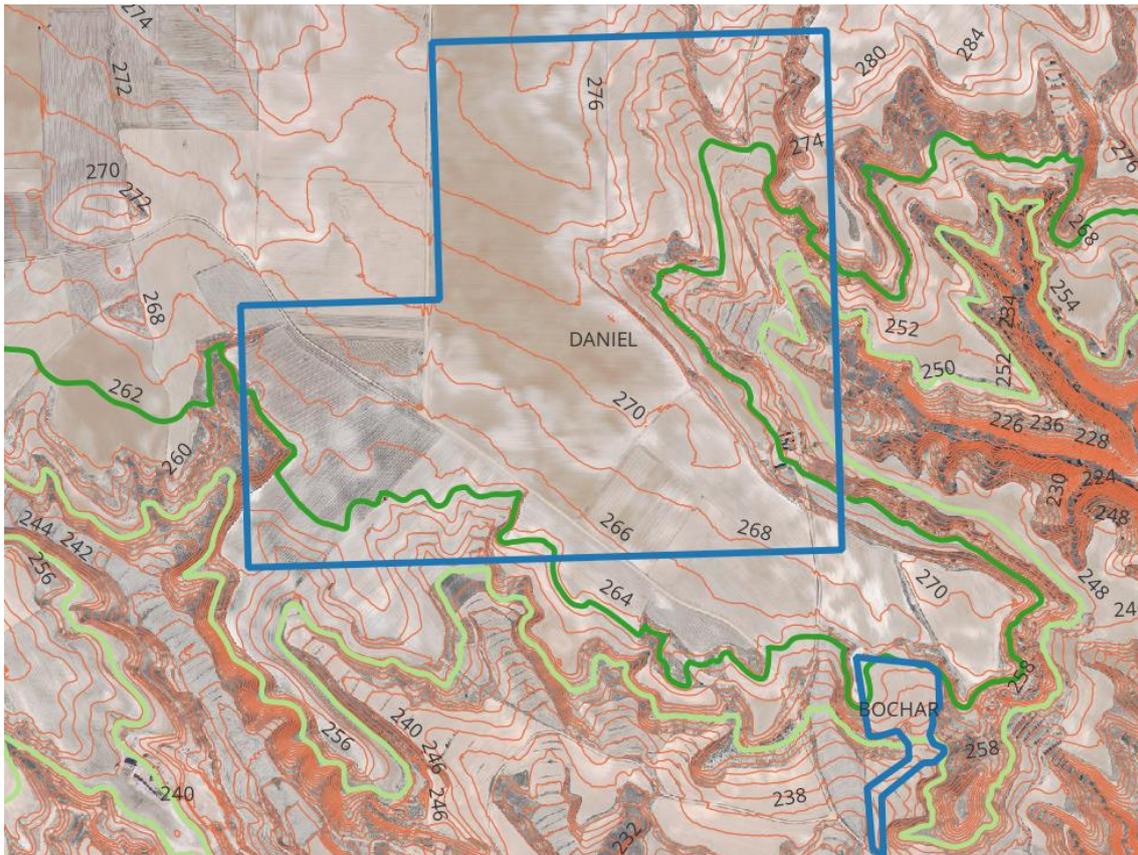


*Figura 1.1. Imagen del visor del Catastro Minero de España, mostrando ubicación de la Concesión Daniel.*

Sus coordenadas geográficas referidas al meridano de Greenwich (DATUM ED50) y a las coordenadas UTM (DATUM ETRS89) son:

Coordenadas geográficas (DATUM ED50)		Coordenadas UTM (ETRS89)	
Longitud Oeste	Latitud Norte	X	Y
0° 22' 40"	41° 15' 20"	782902.467	4572500.876
0° 22' 40"	41° 14' 40"	782950.450	4571267.084
0° 23' 40"	41° 14' 40"	784347.341	4571321.580
0° 23' 40"	41° 15' 00"	784323.233	4571938.478
0° 23' 20"	41° 15' 00"	783857.641	4571920.282

Informaciones previas a la demanda del permiso de exploración, la presencia de explotaciones antiguas, así como los estudios geológicos de campo, indican la presencia de dos niveles de alabastro con posibilidades comerciales, situados a una cota aproximada de 250 y 262 m.s.n.m (Fig. 1.2).



*Figura 1.2. Niveles de alabastro explotables de alabastro en la Concesión Daniel y antigua cantera "Bochar". En verde oscuro se cartografía el nivel explotable situado a cota 262 m.s.n.m. En verde claro se cartografía el nivel explotable situado a cota 250 m.s.n.m. La imagen se representa con las curvas de nivel (separación 2 m).*

La existencia de estos niveles se hace patente a lo largo de estas dos cotas, con numerosos afloramientos en campo que demuestran su continuidad. Igualmente se observan diversos frentes y calicatas abandonados en la zona Sur-Este que dejan al descubierto los niveles productivos (Fig. 1.3).

Los niveles productivos de alabastro se muestran en campo como niveles de aspecto "aturronado" o también llamado "en turrón" (Díaz Rodríguez, 1994) compuestos por nódulos de yeso alabastrino (alabastro) dentro de una matriz de roca caliza. Atendiendo a las observaciones en diversos afloramientos, calicatas y antiguos frentes mineros, dicho nivel presenta un espesor aproximado de 1 m. Dentro de estos niveles productivos aparecen grandes masas de alabastro formando meganódulos, también llamados en términos mineros "bolos", estos "bolos" son las masas de roca potencialmente explotables (Fig. 1.3).

Atendiendo a las observaciones de campo estos meganódulos pueden superar el metro de diámetro. Además, presentan una gran homogeneidad, índices de blancura (L) por

encima 90 (según escala CIE), y una gran translucidez. Estas características hacen de estas masas de roca un recurso óptimo para su explotación como roca ornamental.



*Figura 1.3. Calicata en la zona Sur-Este de la Concesión Daniel mostrando el nivel productivo de alabastro, con presencia de grandes meganódulos de alabastro explotables ("bolos").*

El nivel de cota 250 m.s.n.m ya se explotó en la cantera "Bochar", en las proximidades del permiso de investigación.

## **2) Metodología.**

Atendiendo a todos los afloramientos observados, antiguos frentes de explotación y calicatas que ponían de manifiesto la existencia y continuidad de estos dos niveles productivos, durante el otoño de 2023 (desde el 31 de octubre al 15 de noviembre de 2023), se llevó a cabo una campaña de sondeos que permitiera validar las observaciones de campo, confirmando la continuidad de los niveles productivos, su espesor y su calidad.

Los sondeos se distribuyeron preferencialmente en la mitad Este de la concesión. Dicha ubicación se definió atendiendo a los indicios mineros observados en campo, así como por la posible implantación de una planta de producción de energía fotovoltaica que abarcaría buena parte de la zona central y zona Oeste de la concesión, la posible ubicación de esta planta haría inviable el desarrollo de cualquier labor minera en estas zonas por lo que se desestima realizar sondeos en estas zonas.

Igualmente, para la perforación se eligieron zonas accesibles y contando siempre con el permiso de los propietarios de las fincas en las que se realizaría dichos sondeos.

Para la realización de los sondeos se contó con la empresa GEODESER, esta empresa cuenta con sobrada experiencia en la realización de sondeos con recuperación de testigo y a participado en anteriores labores de investigación minera con Exportadora Turolense S.L. (promotora de esta investigación minera)

Los sondeos se realizaron mediante una sonda rotativa montada sobre camión, que permitieron una recuperación continua de testigo. Para la perforación se utilizó una corona de acero reforzado (corona de Widia) de 146 mm de diámetro, obteniéndose un testigo continuo de aproximadamente 100 mm de diámetro.

La ubicación (X, Y, Z) de cada punto de sondeo se registró mediante terminal GPS (GARMIN GPSMAP 66s). La cota de perforación fue contrastada con el modelo digital de terreno más actual (2015-actualidad), obtenido del Instituto Geográfico Nacional (IGN) con una resolución de paso de malla de 2 m. Este modelo fue obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos PNOA con resolución de 25 a 50 cm/píxel.

Toda la información geográfica, así como la posición y características de los sondeos fue volcada en un Sistema de Información geográfica (SIG) para su análisis y representación, en concreto se ha utilizado el software Qgis.

Para la representación de la testificación recuperada en los sondeos se utilizó el software de representación estratigráfica SedLog. Los perfiles obtenidos se retocaron y modificaron para una mejor visualización con el software de diseño gráfico Adobe Illustrator CS2.

### **3) Ubicación y recuperación de testigos.**

Se realizaron 5 sondeos, que se distribuyeron finalmente a lo largo del paraje de "Las Sardas". (Fig. 3.1).

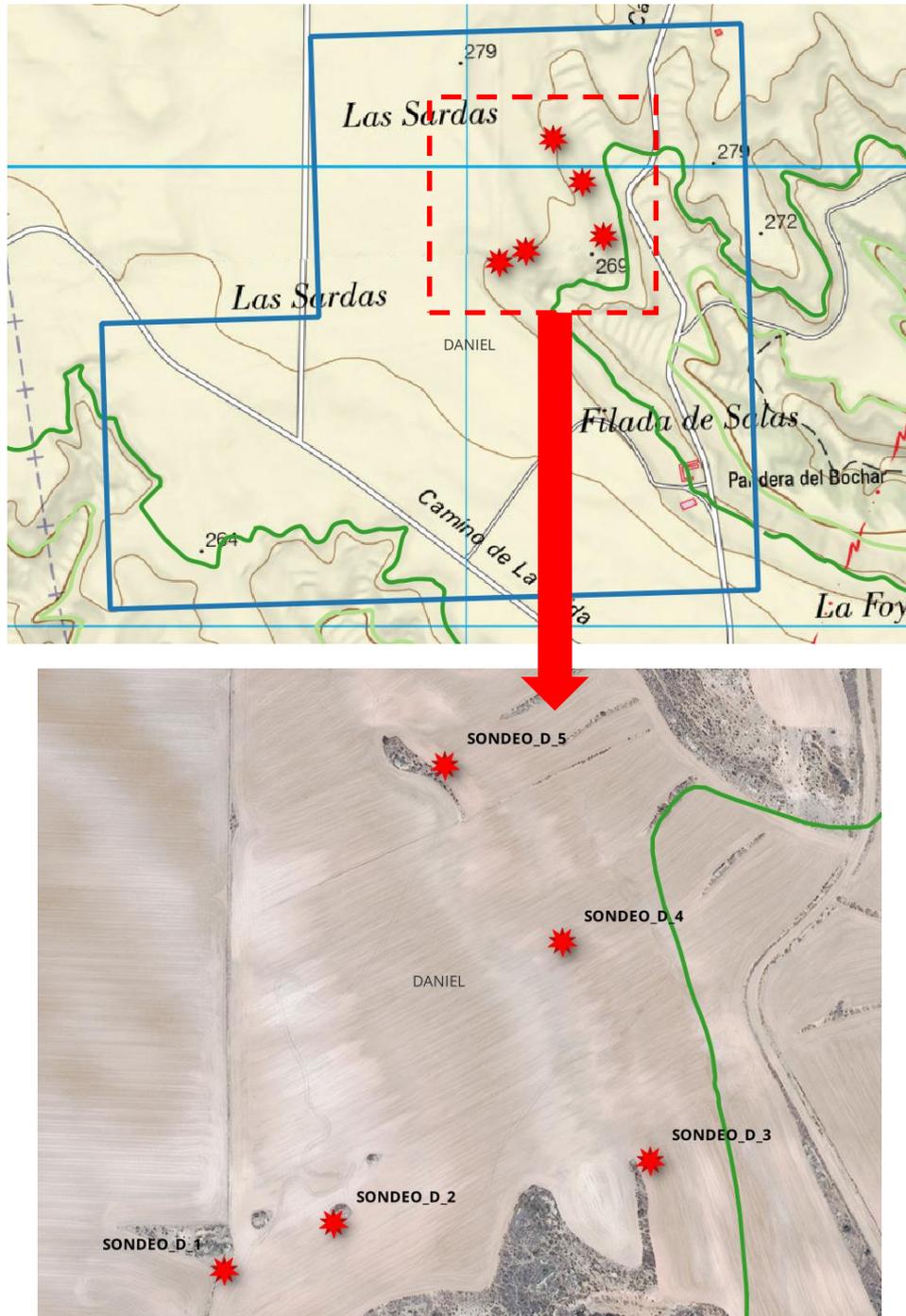


Figura 3.1. Arriba Proyección de los sondeos realizados en el mapa 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Abajo detalle de los sondeos proyectados sobre la imagen satélite de la zona (en verde traza cartográfica del nivel explotable de alabastro situado a cota aproximada de 262 m.s.n.m.)

A continuación, se detallan las coordenadas y cota de perforación de los 5 sondeos.

Sondeo	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Cota de perforación (Z)
1	719068,23	4569791,32	269 m.
2	719126,32	4569816,68	270 m.
3	719294,10	4569849,84	265 m.
4	719247,50	4569966,83	266 m.
5	719185,36	4570061,55	267 m.

Los sondeos atravesaron fundamentalmente materiales arcillosos (lutitas), calizas y yesos (alabastro), la calidad de recuperación fue muy buena, recuperándose testigo de la práctica totalidad de los metros perforados.

En la mayoría de los casos, las perforaciones cesaron una vez alcanzados los niveles de alabastro más superficiales y por lo tanto más rentables y accesibles a explotación. Como se detallará en siguientes páginas en todos los casos se cortó el nivel de alabastro situado a cota aproximada de 262 m.s.n.m

A continuación, se detallan los metros perforados en cada uno de los sondeos:

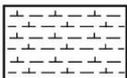
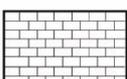
Sondeo	Metros perforados
1	17,05
2	15,80
3	6
4	7,90
5	7,90

#### 4) Testificación de sondeos.

En las siguientes páginas se presenta los sondeos, así como su detallada testificación.

La representación de los sondeos utiliza simbología propia de los materiales, cuya descripción se detalla en la leyenda bajo estas líneas.

#### Leyenda:

Litologías:	Estructuras:
 <p>Suelo desestructurado</p>	 <p>Nódulos</p>
 <p>Lutitas</p>	 <p>Intraclastos</p>
 <p>Areniscas</p>	 <p>Laminación Horizontal</p>
 <p>Margas</p>	 <p>Bioturbación intensa</p>
 <p>Calizas</p>	 <p>Bioturbación Moderada</p>
 <p>Alabastro con textura homogénea</p>	 <p>Bioturbación leve</p>
 <p>Alabastro con textura nodulosa</p>	

# SONDEO-

X: 719068,23

Y: 4569791,32

Z: 269

Concesión Daniel  
(Castelnou)

CAPA	ESCALA (m)	TRAMO	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA / COLOR	ESTRUCTURAS	BREVE DESCRIPCIÓN	MUESTRAS
	15		1			Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.	
	14		2			Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	
	13		3			Lutitas grises.	
	12		4				
	11		5			Lutitas versicolores con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	
	10		6				
	9		7			Yeso alabastrino con textura nodular (nivel explotable).	D.SD1-M2
	8		8			Lutitas rojizas.	
	7		9			Calizas grises.	
	6		10			Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, estos pueden organizarse formando niveles continuos (textura en turrón).	D.SD1-M1
	5		11			Calizas grises.	
	4		12			Lutitas y margas de color rojizo.	
	3		13				
	2		14			Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	
	1		15				
	0		16			Calizas grises.	
						Lutitas grises.	
						Calizas grises.	
							
						Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico. Estos pueden organizarse formando un nivel continuos (textura en turrón).	
							
							

Descripción Sondeo-1

**Tramo-1 (4,15 m):** Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.

Las lutitas presentan una amplia variedad de colores, variando generalmente entre tonos grises y pardos. Se reconoce a lo largo del tramo laminación horizontal reflejada por cambios de color a escala milimétrica y centimétrica. Igualmente, a lo largo del tramo se reconoce bioturbación que puede ser leve o moderada. La rotura de la laminación (probablemente por bioturbación) genera ocasionalmente intraclastos de lutitas diferenciados por la diferente tonalidad entre estos y su matriz lutítica

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un color blanco intenso y llegan a diámetros de hasta 5 cm. Ocasionalmente pueden organizarse formando niveles más o menos continuos generando niveles con textura "en turrón" (Fig. 1-SD1)



*Figura 1-SD1. Vista de pequeño nivel de alabastro con textura "en turrón" dentro del Tramo-1 en el Sondeo-1.*

**Tramo-2 (0,2 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Pequeñas diferencias texturales dibujan una laminación milimétrica, que queda cortada ocasionalmente por la presencia de intraclastos de lutitas. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-3 (1,2 m):** Lutitas grises.

Las lutitas presentan diversas tonalidades de grises pasando de base a techo a tonalidades cada vez más oscuras. A lo largo de todo el tramo se reconocen numerosos restos carbonosos denotando una gran proporción de materia orgánica. Hacia base del tramo se reconoce laminación horizontal, hacia techo del tramo se observan intraclastos lutíticos identificados por cambios en la coloración. Igualmente, hacia techo del tramo se pueden observar pequeños nódulos de yeso alabastrino que no superan el centímetro de diámetro.

**Tramo-4 (0,3 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Se adivinan ligeros cambios texturales que no rompen su aspecto masivo. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-5 (1,7 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. A lo largo de todo el tramo se reconoce bioturbación por raíces que en ocasiones puede ser muy intensa. En la zona media del tramo se reconoce laminación horizontal marcada por cambios en el color.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar hasta 6 cm de diámetro. De forma ocasional e intercalados entre estos nódulos se encuentran pequeñas venas de yeso fibroso.

**Tramo-6 (0,6 m):** Lutitas y margas de color rojizo.

Las lutitas son de color rojo. Se reconoce bioturbación por raíces.

Las margas presentan un color rojo pero con un tono más apagado y grisáceo. Los pequeños cambios de coloración milimétricos definen laminación horizontal.

**Tramo-7 (0,10 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen laminación horizontal. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-8 (1,1 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. A base de tramo se reconoce laminación horizontal marcada por cambios en el color.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar hasta 10 cm de diámetro. Ocasionalmente pueden organizarse formando niveles más o menos continuos generando niveles con textura "en turrón".

**Tramo-9 (0,15 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen laminación horizontal. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-10 (0,75 m):** Lutitas rojizas

Las lutitas presentan a lo largo de todo el tramo bioturbación por raíces que en ocasiones puede ser moderada. En la zona media del tramo se reconoce laminación horizontal marcada por cambios en el color.

**Tramo-11 (0,90):** Yeso alabastrino nodular (Nivel explotable).

El tramo se organiza con la presencia de un nivel de yeso alabastrino en la base que presenta un intenso color blanco y una gran translucidez y homogeneidad características visuales que permiten atribuirlo a la variedad Azaila.

El resto de tramo se organiza como un aglomerado de pequeños nódulos de yeso alabastrino (de tamaño centimétrico), entre estos nódulos y a modo de matriz se disponen calizas de color marrón. Entre estos pequeños nódulos crecen macronódulos de yeso alabastrino que pueden llegar a 25 cm de diámetro (nódulos explotables)

**Tramo-12 (1,4 m):**

Lutitas versicolores con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan una amplia variedad de colores pasando de colores marrones a base de tramo, rojizos en su zona media y grisáceos a techo de tramo. A lo largo de todo el tramo se reconoce laminación horizontal por el cambio de coloraciones

Los nódulos son de tamaño centimétrico a milimétrico. A techo estos estos nódulos se organizan formando un nivel continuo con morfología "aturrenada" y con sus nódulos en textura de "Chicken wire" (Fig. 2-SD1)



*Figura 2-SD1. Nódulos de alabastro de tamaño centimétrico con textura "Chicken wire" dentro del Tramo-12 en el Sondeo-1*

**Tramo-13 (1,5 m):** Lutitas grises

Las lutitas presentan un aspecto homogéneo solo roto por ligeros cambios de tonalidad de los colores grisáceos. Se observan puntualmente restos carbonosos.

**Tramo-14 (1,80 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas no presentan ninguna estructura sedimentaria evidente y tienen un aspecto bastante homogéneo.

Los nódulos de yeso alabastrino llegan a diámetros de hasta 4 cm y se distribuyen preferencialmente hacia techo del tramo.

**Tramo-15 (1,20 m):** Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.

# SONDEO-

X: 719126,32

Y: 4569816,68

Z: 270

Concesión Daniel  
(Castelnou)

CAJA	ESCALA (m)	TRAMO	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA / COLOR	ESTRUCTURAS	BREVE DESCRIPCIÓN	MUESTRAS
	0					Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.	
	1	17				Lutitas rojizas	
	2	16				Calizas grises. Lutitas rojizas Yeso alabastrino Calizas grises.	
	3	15				Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico. Estos pueden organizarse formando un nivel continuos (textura en turrón).	
	4	14				Calizas grises.	
	5	13				Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico,	
	6	12				Yeso alabastrino con textura nodular (nivel explotable).	D.SD2-M1
	7	11				Calizas grises.	
	8	10				Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a base y techo de tramo.	
	9	9				Calizas grises.	
	10	8				Calizas grises.	
	11	7				Calizas grises.	
	12	6				Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	
	13	5				Calizas grises.	
	14	4				Areniscas grises	
	15	3				Lutitas grisáceas.	
	16	2				Calizas grises.	
	17	1				Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	

## Descripción Sondeo-2

**Tramo-1 (3,55 m):** Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.

Las lutitas presentan una amplia variedad de colores, variando generalmente entre tonos grises y pardos. Se reconoce a techo del tramo laminación horizontal reflejada por cambios de color a escala milimétrica y centimétrica. Igualmente, a lo largo del tramo se reconoce bioturbación leve.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un color blanco intenso y llegan a diámetros de hasta 5 cm. Gran parte de estos nódulos se disponen de forma alargada de base a techo del tramo.

**Tramo-2 (0,10 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Pequeñas diferencias texturales dibujan una laminación milimétrica, esta laminación queda roto hacia techo por la presencia de una ligera bioturbación. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-3 (1,15 m):** Lutitas grisáceas.

Las lutitas presentan diversas tonalidades de grises pasando de base a techo a tonalidades cada vez más oscuras. A lo largo de todo el tramo se reconocen numerosos restos carbonosos denotando una gran proporción de materia orgánica. Hacia base y parte media del tramo se reconoce laminación horizontal. Igualmente, hacia base del tramo se pueden observar una intensa bioturbación.

**Tramo-4 (0,3 m):** Areniscas grises

Las areniscas son de grano fino, a falta de un estudio en lámina delgada sus granos minerales parecen estar compuestos por carbonatos (fuerte reacción al ácido clorhídrico) y yesos. Ligeros cambios en la granulometría de las arenas definen una laminación horizontal.

**Tramo-5 (0,28 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). A base del tramo incorporan igualmente una considerable proporción de fracción arenosa. Pequeñas diferencias

texturales dibujan una laminación milimétrica. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-6 (1,87 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. Hacia la parte basal y media del tramo se reconoce laminación horizontal definida por ligeros cambios en el color de las lutitas. A lo largo de todo el tramo se reconoce bioturbación por raíces que en ocasiones puede ser muy intensa, generando cantos blandos (especialmente a base y zona media del tramo).

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar en esta zona hasta 6 cm de diámetro. El resto de nódulos a lo largo del tramo son de tamaño mucho mas pequeño no alcanzando mas de un centímetro de diámetro. De forma ocasional e intercalados entre estos nódulos se encuentran pequeñas venas de yeso fibroso.

**Tramo-7 (0,2 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas).

**Tramo-8 (0,9 m):** Yeso alabastrino con textura nodular (Nivel productivo)

El tramo se organiza como un aglomerado de pequeños nódulos de yeso alabastrino (de tamaño centimétrico), entre estos nódulos y a modo de matriz se disponen calizas de color marrón. Entre estos pequeños nódulos crecen macronódulos de yeso alabastrino que pueden llegar a 30 cm de diámetro (nódulos explotables). El alabastro de macronódulos presenta un color blanco intenso y transparencia media, similar al alabastro de la variedad "Gelsa" (Fig. 1-SD2)



*Figura. 1-SD2. Vista de la caja de sondeo nº 3 del Sondeo-2 mostrando un gran meganódulo de alabastro dentro del Tramo-8*

**Tramo-9 (0,45 m):** Lutitas de color rojizo con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan una moderada bioturbación por raíces.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a techo de tramo, coexisten nódulos de tamaño milimétrico con nódulos más grandes, pero que en ningún caso superan los 2 cm de diámetro.

**Tramo-10 (0,40 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Pequeñas diferencias texturales dibujan una laminación milimétrica. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-11 (2,49 m):** Lutitas versicolores con nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan generalmente colores rojizos o marrones, aunque hacia techo de tramo se incorpora algún nivel lutítico de tonalidades más grisáceas.

En zonas medias y techo del tramo se reconoce laminación horizontal reflejada por cambios de color a escala milimétrica y centimétrica. Igualmente, a lo largo del tramo se reconoce bioturbación moderada.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un color blanco intenso y llegan a diámetros de hasta 6 cm. Se disponen preferencialmente a base y parte media del tramo, ocasionalmente definen niveles más o menos continuos con una textura en "Chicken wire" y morfología "aturronada"

**Tramo-12 (0,27 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Pequeñas diferencias texturales dibujan una laminación milimétrica. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica (Fig. 2-SD2).



*Figura 2-SD2. Calizas grises del Tramo-12 dentro del Sondeo-2*

**Tramo-13 (0,09 m):** Yeso alabastrino.

El alabastro es de color blanco y presenta una alta translucidez.

**Tramo-14 (0,37 m):** Lutitas de color rojizo.

Las lutitas de base a techo presentan una bioturbación creciente (de leve a moderada).

**Tramo-15 (0,31 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Pequeñas diferencias texturales dibujan una laminación milimétrica. A techo del tramo se puede observar una intensa bioturbación por raíces, así como restos carbonosos. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-16 (2,51 m):** Lutitas de color rojizo.

Las lutitas de base a techo presentan una evolución de un color grisáceo a un color eminentemente rojizo. La base del tramo se encuentra muy bioturbado

**Tramo-17 (0,56):** Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.

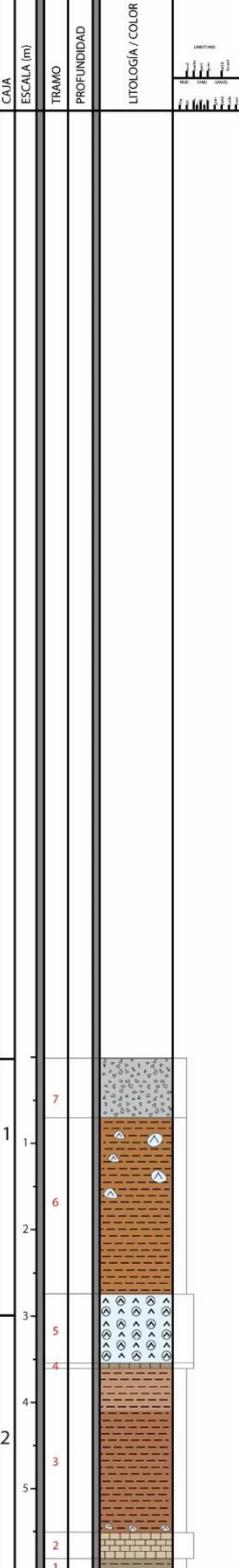
# SONDEO-

X: 719294,10

Y: 4569849,84

Z: 265

Concesión Daniel  
(Castelnou)

CAJA	ESCALA (m)	TRAMO	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA / COLOR	ESTRUCTURAS	BREVE DESCRIPCIÓN	MUESTRAS
						<p>Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.</p> <p>Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a techo de tramo.</p> <p>Yeso alabastrino con textura nodular (nivel explotable).</p> <p>Calizas grises.</p> <p>Lutitas rojizas con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a base de tramo.</p> <p>Calizas grises . Lutitas grises.</p>	<p>D.SD3-M1</p>

## Descripción Sondeo-3

**Tramo-1 (0,175 m):** Lutitas grises.

Lutitas de aspecto homogéneo, no presentan estructuras sedimentarias significativas. A lo largo de todo el tramo se reconocen numerosos restos carbonosos denotando una gran proporción de materia orgánica.

**Tramo-2 (0,30 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Se adivinan ligeros cambios texturales que no rompen su aspecto masivo. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-3 (1,9 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. A lo largo de todo el tramo se reconoce bioturbación por raíces que en ocasiones puede ser moderada (especialmente a base del tramo). En la zona media y techo del tramo se reconoce laminación horizontal marcada por cambios en el color.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a base de tramo son fundamentalmente de tamaño milimétrico.

**Tramo-4 (0,06):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen un aspecto masivo. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-5 (0,8 m):** Yeso alabastrino con textura nodular (Nivel productivo)

El tramo se organiza como un aglomerado de pequeños nódulos de yeso alabastrino (de tamaño centimétrico), entre estos nódulos y a modo de matriz se disponen calizas de color marrón. Entre estos pequeños nódulos crecen macronódulos de yeso alabastrino que pueden llegar a 60 cm de diámetro (nódulos explotables). El alabastro de macronódulos presenta un color blanco intenso y transparencia media, similar al alabastro de la variedad "Gelsa" (Fig. 1-SD3).



*Figura 1-SD3. Nivel del yeso alabastrino del Tramo-5 dentro del Sondeo-3*

**Tramo-6 (2,05 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. Todo el tramo presenta un aspecto bastante homogéneo, no observándose con claridad estructuras sedimentarias.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a techo de tramo, aunque se encuentran muy rotos por la perforación del sondeo, se estima que pueden alcanzar hasta los 5 cm de diámetro.

**Tramo-7 (0,715 m):** Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.

# SONDEO-

X: 719247,50

Y: 4569966,83

Z: 266

Concesión Daniel  
(Castelnou)

CAJA	ESCALA (m)	TRAMO	PROFUNDIDAD	LITOLOGIA / COLOR	ESTRUCTURAS	BREVE DESCRIPCIÓN	MUESTRAS
	10					Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.	
	1					Lutitas fundamentalmente rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a techo de tramo.	
	9						
	8					Calizas grises.	
	7					Lutitas rojizas.	
	6					Yeso alabastrino (nivel explotable).	D.SD4-M1
	5					Calizas grises	
	4						
	5					Lutitas rojizas.	
	4						
	3					Lutitas grises con nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico. A techo estos nódulos se organizan formando un nivel continuo (textura en turrón).	
	2					Calizas grises con presencia a techo de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.	
	3					Lutitas rojizas.	
	7						
	1						

Descripción Sondeo-4

**Tramo-1 (1,35 m):** Lutitas rojizas.

A lo largo de todo el tramo se reconoce bioturbación por raíces (leve o moderada) que puede ser más intensa a base del tramo. En la zona basal y media del tramo se reconoce laminación horizontal marcada por ligeros cambios de color.

**Tramo-2 (0,55 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Ocasionalmente se intercalan niveles lutíticos igualmente de color gris. A base del tramo es frecuente la aparición de restos carbonosos.

Se adivinan ligeros cambios texturales que no rompen su aspecto masivo. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

Hacia techo del tramo, y en contacto con el tramo superior se disponen nódulos de yeso alabastrino de color blanco intenso, los nódulos se encuentran alargados de base a techo de tramo y llegan a alcanzar los 7 cm de diámetro.

**Tramo-3 (0,20 m):** Lutitas grises con nódulos de alabastro

Las lutitas presentan un aspecto homogéneo. Se observan puntualmente restos carbonosos.

Los nódulos de alabastro son de color blanco intenso y llegan a alcanzar los 3 cm de diámetro. Se disponen formando un nivel continuo a techo de tramo generando una textura en "chicken wire" y dándole al nivel un aspecto "aturronado".

**Tramo-4 (1,7 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas son de color rojizo a marrón. A base y zona media de tramo se reconoce bioturbación por raíces (leve o moderada).

Los nódulos de yeso alabastrino aparecen de forma ocasional y presentan un intenso color blanco. Se sitúan preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar 1 cm de diámetro.

**Tramo-5 (0,05 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen laminación horizontal. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-6 (0,75 m):** Yeso alabastrino (nivel explotable)

Nivel de yeso alabastrino de color blanco intenso y alta translucidez. El alabastro presenta un aspecto totalmente homogéneo y sin imperfecciones (Fig. 1-SD4).



*Figura 1-SD4. Diferentes vistas del nivel de yeso alabastrino que constituye el Tramo-6 dentro del Sondeo-4*

**Tramo-7 (0,4 m):** Lutitas rojizas

Tramo de aspecto muy homogéneo. A base y zona media de tramo se reconoce bioturbación por raíces (leve o moderada).

**Tramo-8 (0,13 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen laminación horizontal. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-9 (2,07 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan una bioturbación intensa a base, aunque en el resto de tramo no se reconocen estructuras sedimentarias.

Aunque tramo se encuentra muy roto por la perforación del sondeo, se estima que los nódulos de yeso alabastrino llegan a diámetros de hasta 7 cm y se distribuyen preferencialmente hacia techo del tramo.

**Tramo-10 (0,70 m):** Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.

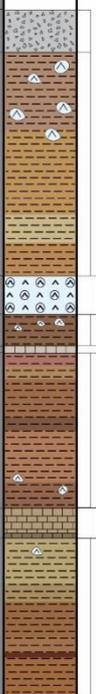
# SONDEO-

X: 719185,36

Y: 4570061,55

Z: 267

Concesión Daniel  
(Castelnou)

CAJA	ESCALA (m)	TRAMO	PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA / COLOR	ESTRUCTURAS	BREVE DESCRIPCIÓN	MUESTRAS
						<p>Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.</p> <p>Lutitas fundamentalmente rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a techo de tramo.</p> <p>Yeso alabastrino con textura nodular (nivel explotable). Lutitas rojizas con presencia de nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico. calizas grises.</p> <p>Lutitas rojizas con presencia ocasional de pequeños nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico, localizados especialmente a base de tramo.</p> <p>Calizas grises.</p> <p>Lutitas rojizas con evolución a color gris a techo, presencia ocasional de pequeños nódulos de yeso alabastrino de tamaño centimétrico.</p>	D.SD5-M1

## Descripción Sondeo-5

**Tramo-1 (1,85 m):** Lutitas rojizas y grises con nódulos de yeso alabastrino

Las lutitas presentan a base de tramo un color rojizo que evoluciona progresivamente a un color gris a techo de tramo que incorpora igualmente restos carbonosos. A base de tramo se reconoce bioturbación moderada.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan de forma ocasional y preferencialmente a techo de tramo llegando a alcanzar hasta 1 cm de diámetro.

**Tramo-2 (0,35 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas). Tienen laminación horizontal. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-3 (1,8 m):** Lutitas rojizas con nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan bioturbación a lo largo de todo el tramo que puede ser leve o moderada. A techo de tramo se reconoce laminación horizontal marcada por ligeros cambios de color.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan de forma ocasional y preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar hasta 4 cm de diámetro.

**Tramo-4 (0,08 m):** Calizas grises.

Las calizas presentan una textura Wackestone, reconociéndose restos fósiles muy rotos (probablemente ostrácodos y restos de caráceas), igualmente se reconocen restos carbonosos. Tienen un aspecto homogéneo. Presentan un olor fétido al percutirlas, denotando un considerable contenido en materia orgánica.

**Tramo-5 (0,37 m):** Lutitas rojizas con nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas tienen un aspecto homogéneo y no se observan estructuras sedimentarias.

Los nódulos de yeso alabastrino presentan un intenso color blanco. Se sitúan de forma ocasional y preferencialmente a base de tramo llegando a alcanzar hasta 5 cm de diámetro.

**Tramo-6 (0,45 m):** Yeso alabastrino con textura nodular (Nivel productivo)

El tramo se organiza como un aglomerado de pequeños nódulos de yeso alabastrino (de tamaño centimétrico), entre estos nódulos y a modo de matriz se disponen calizas de color marrón. Entre estos pequeños nódulos crecen macronódulos de yeso alabastrino que pueden llegar a 20 cm de diámetro (nódulos explotables). El alabastro de macronódulos presenta un color blanco intenso y transparencia alta, similar al alabastro de la variedad "Azaila". (Fig. 1-SD5)



*Figura 1-SD5. Vista de parte del Tramo-6 del Sondeo-5, observándose nódulos de yeso alabastrino dentro de una matriz carbonatada.*

**Tramo-7 (2,8 m):** Lutitas rojizas con intercalación de nódulos de yeso alabastrino.

Las lutitas presentan laminación horizontal a base de tramo.

A pesar de la rotura del tamo por la perforación del sondeo se estima que los nódulos de yeso alabastrino llegan a diámetros de hasta 8 cm y se distribuyen preferencialmente hacia techo del tramo.

**Tramo-8 (0,20 m):** Suelo rojizo arcilloso y desestructurado.

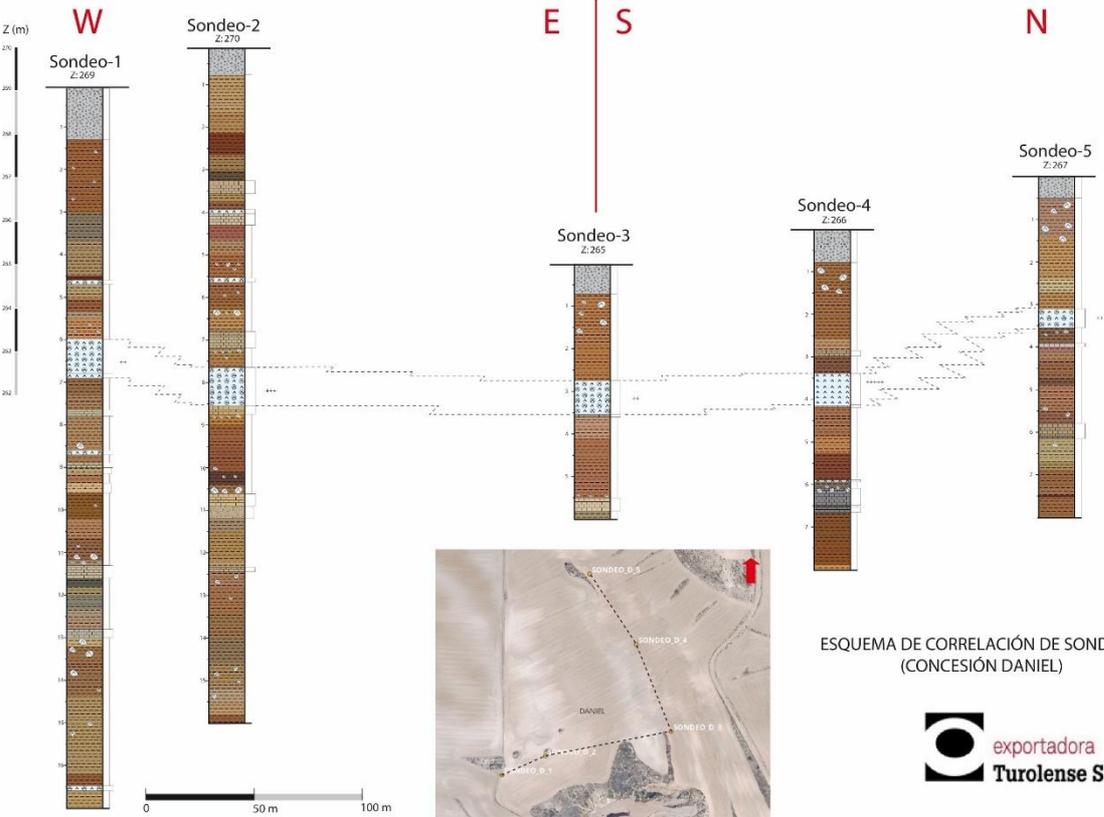
## 5) Conclusiones y correlación.

Como principales conclusiones de la campaña de sondeos en la Concesión Daniel, tenemos que:

- Todos los sondeos cortan un nivel explotable situado a una cota aproximada de 262 m.s.n.m.
  -
- El nivel explotable puede tener ligeras variaciones de cota que en ningún caso superan los 2 m entre sondeos (algo habitual en los niveles productivos de alabastro).
  -
- Este nivel se corresponde con el observado en diversos afloramientos de campo, así como en frentes y calicatas abandonados en la zona, igualmente a una cota en torno a los 262 m.s.n.m.
  -
- La presencia de este nivel productivo en todos los sondeos, así como su escasa variación en su cota nos permiten correlacionarlo fácilmente a lo largo de todos los sondeos (tanto en dirección Oeste-Este como Norte-Sur).
  -
- El nivel productivo presenta ligeras variaciones de espesor, aunque se puede asimilar una potencia media de 90 cm.
  -
- Dentro de estos niveles productivos se localizan meganódulos explotables ("bolos") que llegan al metro de diámetro.
  -
- Las características de homogeneidad, color y translucidez hacen de este alabastro un material óptimo para su explotación como roca ornamental.
  -

A continuación, presentamos la correlación gráfica de los sondeos, atendiendo al nivel explotable de alabastro localizado a una cota aproximada de 262 m.s.n.m.





## **CONCLUSIONES de EXPLOTACIÓN.**

En fecha 26 de Mayo de 2023, mediante resolución de la Dirección General de Minas, fue otorgado el Permiso de Investigación DANIEL nº 6.492 sobre 5 cuadrículas mineras en el municipio de Catelnou de la provincia de Teruel.

Que se extendió el plazo de vigencia solicitado a un plazo de 8 meses, es decir hasta el 26 de Enero de 2024, teniendo en cuenta que hasta el 15 de Agosto NO se podía realizar algunos sondeos por estar en periodo de nidificación.

Que en dicha resolución de otorgamiento se incremento la cuantía de fianza de acuerdo al incremento del IPC.

Que dicho aval se deposito en la caja de depósitos en fecha 14 de Julio de 2023, comunicandolo a la Sección de Minas en fecha 18 de Julio de 2023.

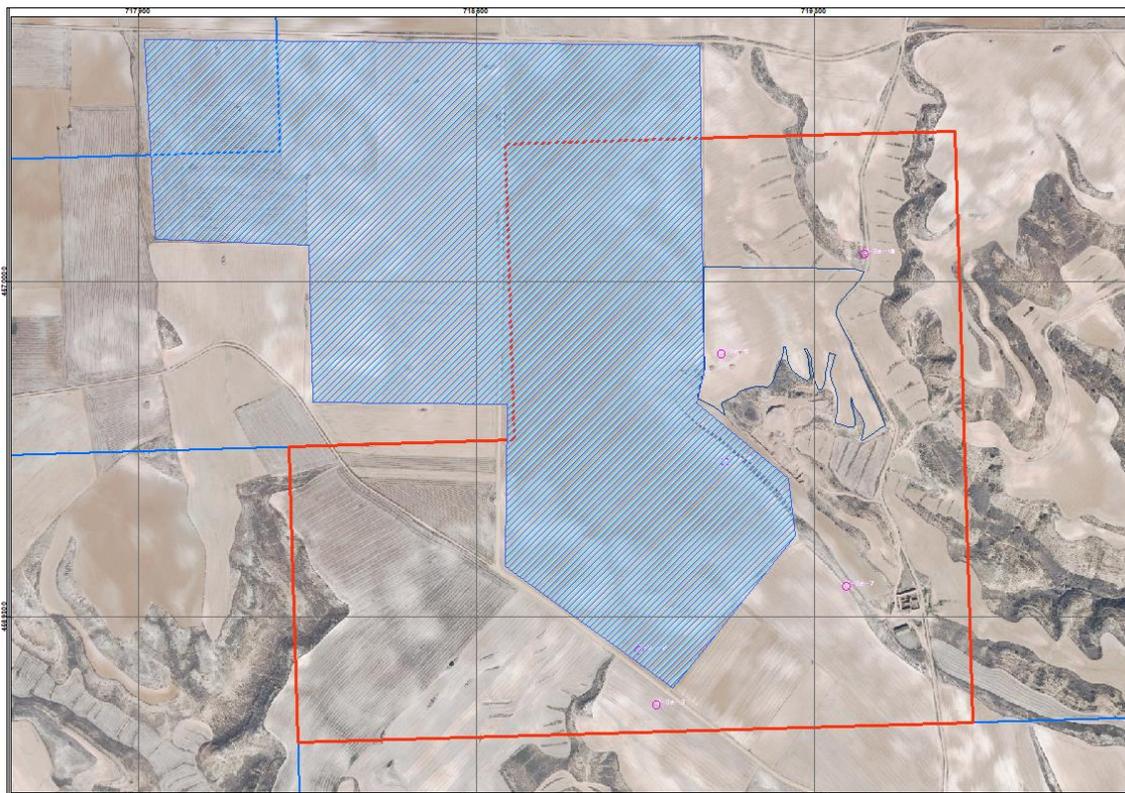
Que en fecha de 25 de Septiembre de 2023, se comunicaba que ya se disponían de los terrenos para poder realizar las labores de investigación.

Que con fecha 18 de Octubre de 2023 se presentaba el plan de labores para realizar la investigación PROGRAMADA.

Que con fecha 19 de Octubre de 2023, se comunicaba a la sección de minas el contrato con la empresa que se había contratado para realizar los sondeos y se comunicaba el inicio de las labores de investigación.

**Que con fecha 10 de Noviembre de 2023, hemos obtenido la INFORMACIÓN PUBLICA por la que se otorga la Autorización Administrativa previa y AUTORIZACIÓN de construcción de la planta fotovoltaica "CASTILLO -1" en el término de Castelnou que afecta de una forma MUY IMPORTANTE a nuestro permiso de investigación y por supuesto a la EXPLOTACIÓN RACIONAL DEL YACIMIENTO.**

Se adjunta plano que indica la superficie de afección sobre el derecho minero

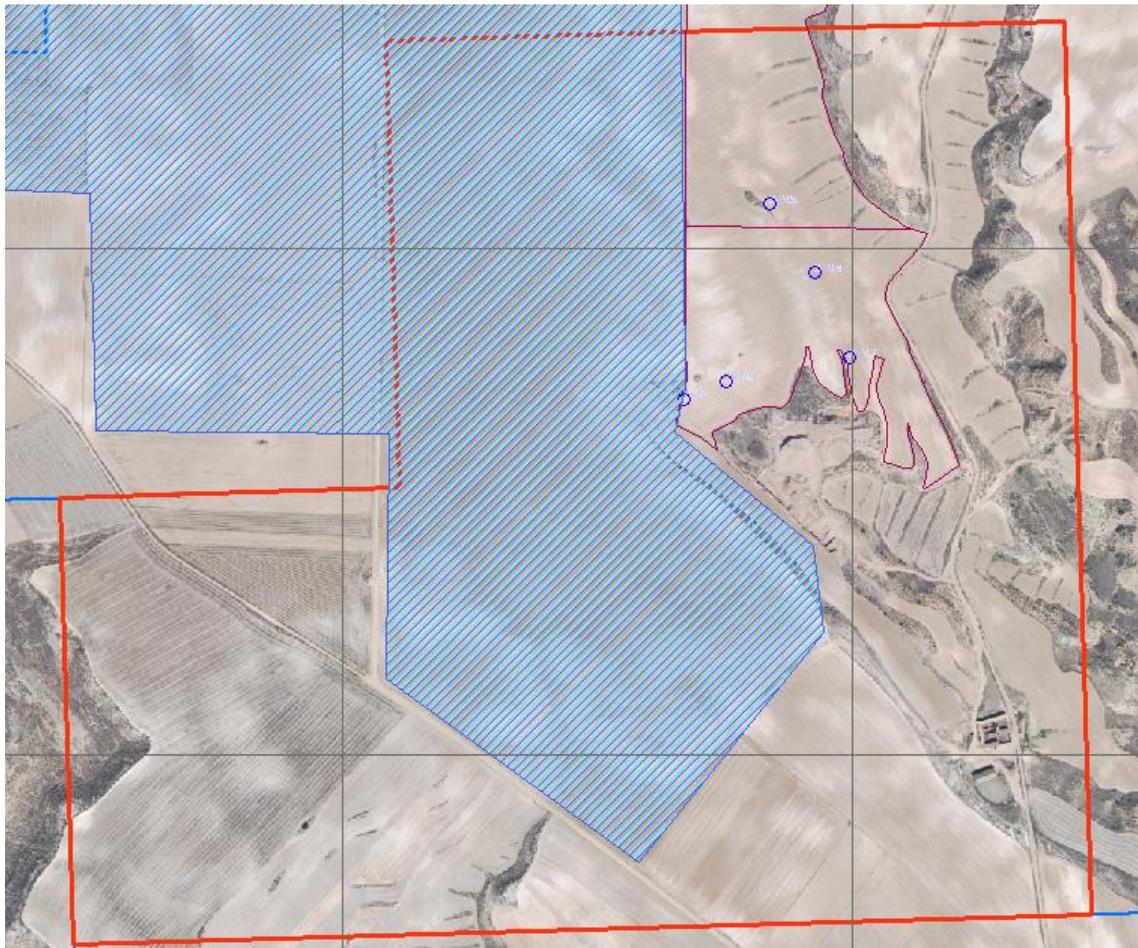


Dicha circunstancia de la que no se tenía noticia, impide DIRECTAMENTE la realización de la investigación en la zona afectada por el parque y por tanto fue MOTIVO de un ANEXO AL PLAN DE LABORES de Investigación.

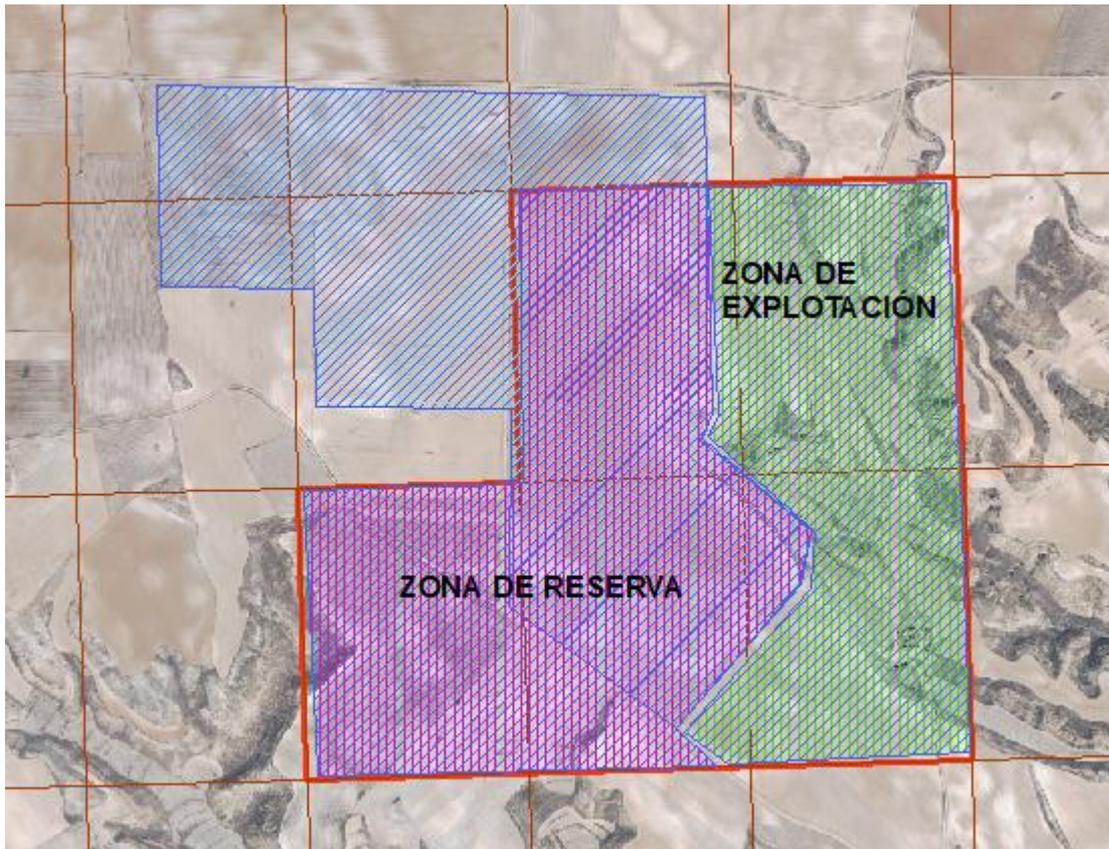
### **Modificación de ubicación de las Labores de Investigación**

Los sondeos proyectados y aprobados S-DA 2, S-DA 3, S-DA 7, S-DA 8, no se pudieron ejecutar y así se comunicó a la Autoridad Minera.

En su sustitución se realizaron los sondeos en la zona Este tal y como se observa en la imagen siguiente y cuyo resultado se ha puesto de manifiesto anteriormente.



En base a todo esto se observa que el yacimiento queda dividido en DOS ZONAS, una en donde se centra el presente PROYECTO DE EXPLOTACIÓN, y la otra queda como zona de reserva a la espera de la resolución administrativa de los recursos de alzada presentados sobre dicho parque fotovoltaico.



La superposición del parque fotovoltaico CASTILLO 1 en línea azul sobre el derecho minero DANIEL 6492, ha impedido la investigación de la zona OESTE del derecho minero, y por tanto aunque el proyecto actual se centra en la zona investigada (zona Este) que denominaremos zona de Explotación, queda la zona oeste como zona de Reserva a la espera de que se resuelvan los recursos de Alzada presentados en defensa de los intereses mineros.

Por tanto, el resultado de la investigación, tanto en la identificación de niveles explotables, como de la calidad de estos niveles, determinan la VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA EXPLOTACIÓN en distintas zonas de las 5 cuadrículas mineras.

### 3.10.- METODO DE EXPLOTACIÓN

#### 3.10.1. CRITERIOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO

Una vez localizado el yacimiento y efectuada la correspondiente modelización, basada en los datos obtenidos de la etapa de investigación, se procede a su evaluación. Dicha evaluación comprende, generalmente dos etapas: una primera consiste en la definición de la morfología del yacimiento y en una segunda etapa se estiman criterios técnicos y económicos, donde se estudian la cantidad de reservas recuperables y su valor actual y futuro con vistas a estudiar la rentabilidad de su extracción y comercialización. En la primera etapa hemos creado el modelo geológico del yacimiento, y en la segunda, el modelo económico del mismo. Y es con este último con el que se efectúa el diseño del hueco minero, fijando criterios o parámetros para, finalmente, evaluar reservas explotables y calidades.

Para el correcto diseño de una explotación a cielo abierto se han de haber cubierto de modo detallado, esta etapa llamémosla previa de investigación geológica, es fundamental para poder obtener el modelo de yacimiento con todas sus características litológicas y estructurales, que permitirán optimizar la geometría del hueco final y establecer la planificación de las labores, el control y la previsión de la calidad de arena extraída, en definitiva, la rentabilidad económica de la mina.

Son cuatro los parámetros a tener en cuenta en el proyecto de una explotación a cielo abierto:

- I. *Parámetros geométricos*. Serán función de la estructura y morfología del yacimiento, pendiente del terreno, límites de propiedad, servidumbres de paso y otros diversos factores más.
- II. *Parámetros geotécnicos*. Son dependientes de los ángulos máximos estables de los taludes en cada uno de los dominios estructurales en que se haya dividido el yacimiento.
- III. *Parámetros operativos*. Se trata de las dimensiones necesarias para que la maquinaria empleada trabaje en condiciones adecuadas de eficiencia y seguridad: altura de banco, anchuras de berma y pistas, anchuras de fondo, etc...
- IV. *Parámetros medioambientales*. El desarrollo de las sociedades conlleva una preocupación creciente por el cuidado del medioambiente o del entorno natural que nos rodea. Esta situación hace que la minería como un elemento más del entorno evolucione sin perder su esencia y sea capaz de armonizar la extracción de recursos con el respeto al medioambiente con medidas correctoras que minimicen el impacto visual, sonoro, y otros; así como desarrollar planes de restauración capaces de devolver al entorno su carácter pre-operativo con éxito.

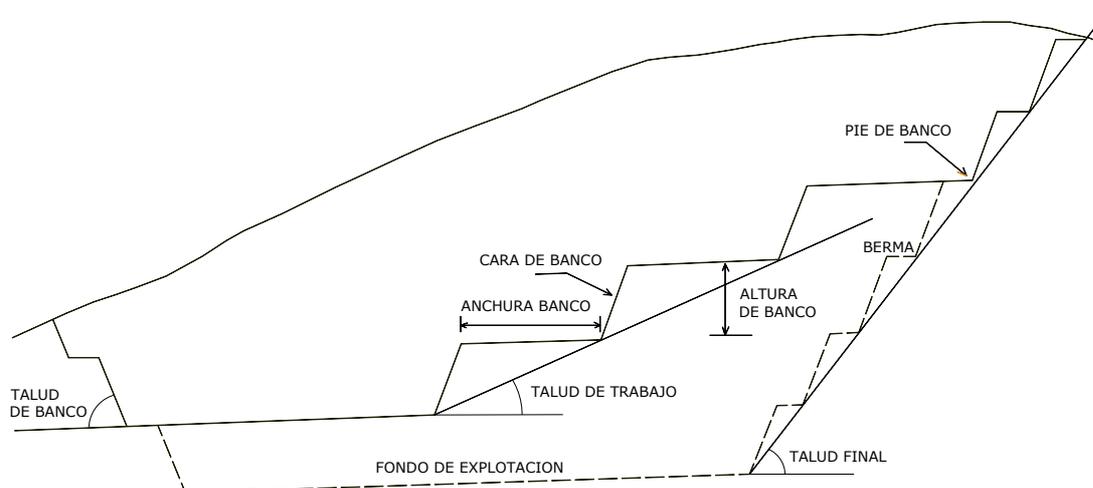
En definitiva una explotación minera a cielo abierto es aquella excavación realizada en la superficie del terreno con el fin de extraer y beneficiar un mineral. Esta operación normalmente implica mover cantidades variables de estéril según la profundidad del depósito y la morfología del terreno.

El procedimiento para realizar la explotación queda configurado por la aplicación de unos parámetros o criterios de diseño de la excavación que permiten alcanzar unas producciones programadas de mineral y estéril, de la forma más económica posible y en condiciones de seguridad.

En nuestro caso el método de explotación consistirá en una minería de banqueo con avance, dirección Sur y avance de cantera, y posteriormente la apertura de nuevos paneles (2, 3, etc) en dirección Este. A priori este tipo de minería se aplica a yacimientos subhorizontales u horizontales, con recubrimientos variables de estéril.

El ciclo de explotación será el tradicional de: carga – transporte – (trituration – clasificación) si la hubiera con planta móvil.

Los parámetros geométricos principales que configuran el diseño de las excavaciones, tal y como podemos comprobar en la siguiente ilustración, corresponden a los siguientes términos:



- ♣ **Banco**, es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril o mineral, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.
- ♣ **Altura de banco**, es la distancia vertical entre dos niveles, o lo que es lo mismo desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.
- ♣ **Talud de banco**, es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco.
- ♣ **Talud de trabajo**, es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es, pues, una pendiente provisional de la excavación.
- ♣ **Pistas** son las estructuras viarias dentro de la explotación a través de las cuales se extrae el material canterable y el estéril, o se efectúan los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de la misma. Se caracterizan, fundamentalmente, por su anchura y su pendiente dentro de una disposición espacial determinada.

- ♣ **Limites finales de la explotación**, son aquellas situaciones espaciales hasta las que se realizan las excavaciones. El limite vertical determina el fondo final de la explotación, y los limites laterales los taludes finales de la misma. Los limites en profundidad de una mina están condicionados, por muy diversos factores como puede ser la potencia de la capa de arcilla a extraer u otros factores de mayor peso sobre las explotaciones mineras y son los aspectos económicos derivados de los costes de extracción del estéril para un determinado valor del mineral explotado. La fijación de tales limites se ve también influenciada, por motivos de estabilidad de taludes e incluso por dimensiones mínimas del espacio de trabajo necesario para las máquinas.
- ♣ **Bermas**, son aquellas plataformas horizontales existentes en los limites de la explotación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad. El intervalo de las bermas y su anchura, así como el ángulo de talud, se establecen por condicionantes geotécnicos y de seguridad, y en ocasiones por consideraciones operativas si se utilizan como pistas de transporte.
- ♣ **Talud final de explotación**, es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.

A modo de conclusión debemos señalar que el factor de mayor peso específico en el diseño de cualquier explotación a cielo abierto es determinar mediante un modelo geotécnico adecuado cual será las condiciones máximas de estabilidad de los taludes de la explotación.

A la hora de calcular dichas condiciones hemos de considerar un factor de seguridad que permita situarnos por debajo de lo exigido, si esto no sucede así debemos volver a rediseñar los taludes. Los valores mínimos exigidos son superiores siempre a la unidad, puesto que se requiere un margen para, por un lado considerar la intensidad de riesgo en función de las condiciones del entorno, y por otro, es preciso considerar los errores y desviaciones de los parámetros característicos de los materiales que se han obtenido de la investigación minera desarrollada sobre el emplazamiento.

En numerosas ocasiones los ángulos estables de los taludes finales se ven rebajados como consecuencia de la inclusión en los diseños de las pistas de transporte. Como se detalla en los planos adjuntos al presente Proyecto de Explotación. En cuanto al estudio de estabilidad de los taludes se detallará posteriormente.

### 3.10.2. DEFINICIÓN DE BANCOS

La altura de los bancos de explotación se establece, en general, a partir de las dimensiones de los equipos de carga y de las características del macizo a explotar.

Sobre la definición de la altura de banco tiene muchísima importancia la disposición estructural o morfológica del yacimiento, el control durante la extracción, el alcance de los equipos, la forma de limpiar el mineral, etc.

La selección de alturas de banco grandes presenta las siguientes ventajas:

- Mejora de los rendimientos de carga.
- Menor número de bancos.
- Menor infraestructura de accesos a los bancos.

Por el contrario, las ventajas de alturas pequeñas son las siguientes:

- Mejores condiciones de seguridad para el personal y maquinaria, pues el alcance de las máquinas de carga permite un mejor saneo y limpieza de los frentes cuando es necesario.
- Mayor rapidez en la preparación de realizar los accesos y rampas.
- Mejor limpieza del mineral y por tanto mejor calidad de este.
- Mejores condiciones para las labores de restauración.

En cuanto a la altura del talud final, esta viene íntimamente relacionada con el tipo de maquinaria de arranque que se emplee (Tipo de Retro) el tipo de maquinaria prevista hace que debamos operar con un talud de entre 7 y 8 metros, puesto que estas alturas de banco van a permitir unas condiciones de ejecución de trabajo que rentabilicen dicha operación.



### 3.10.3. Nº DE BANCOS DE EXPLOTACIÓN

El número de bancos de explotación será único, ya que se pretende explotar unos niveles (capas), de unas dimensiones de 0,8 a 1,20 mts.



### 3.10.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS BANCOS DE EXPLOTACIÓN

El dimensionamiento de los bancos, varía en función de cada uno de ellos en base a la orografía del terreno.



### 3.10.5. RAMPAS, PISTAS Y ACCESOS

Las rampas, pistas y accesos a los distintos bancos, no están prediseñadas de antemano, dado que se deberán adaptar a la forma y ritmo de explotación. No obstante indicamos que se realizarán siempre de acuerdo a la normativa ITC vigente al efecto.



### 3.10.6. TIPO DE ARRANQUE

Todo el arranque previsto para la explotación de este yacimiento será mecánico, no estando previsto bajo ningún concepto la utilización de voladuras para el arranque del material o del estéril.

El proceso de arranque será mediante Retro-Excavadora, tanto para el material beneficiable como para los estériles. El arranque se realizará anclando la maquinaria sobre el frente de explotación y en posición perpendicular al mismo.



Una vez arrancado, el material beneficiable se fragmentará mediante una retroexcavadora mixta con martillo para limpiar los bloques de alabastro de la costra de estéril que los envuelve y se cargará en camión.

### **3.10.7. SISTEMA DE CARGA Y TRANSPORTE PROYECTADO.**

El sistema de carga, como ya se ha comentado será realizado por la propia maquinaria de arranque, es decir por la Retro-Excavadora.

No obstante se dotará al equipo productivo de una pala cargadora que realizará distintas funciones dentro de la explotación:

- Limpieza de tajos.
- Limpieza de vertedero.
- Cargar camiones externos.
- Acondicionar caminos y accesos a tajos.
- Cargar Dumperes en producción en caso de avería de la Retroexcavadora.

La carga sobre los vehículos de transporte se realizará por la parte lateral o posterior de éstos, sin que la cuchara de la retroexcavadora o la pala cargadora pasen por encima de la cabina y puedan poner en situación de riesgo al conductor del citado vehículo.

El transporte de los estériles y tierra vegetal dentro de la zona de explotación se realizará mediante palas cargadoras, para el caso de poca distancia, o mediante vehículo tipo *dumper extraviado*, para transportes más largos. El transporte del material beneficiable hasta la planta de tratamiento situada en la Puebla de Híjar se realizará mediante camiones del tipo *bañera*.



### 3.10.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A EMPLEAR.

#### INTRODUCCIÓN.

Primeramente aclarar que las máquinas indicadas en el presente proyecto son sólo a los efectos orientativos y de estudio de rentabilidad. El promotor es libre de decidir qué tipo y marca de maquinaria considera apropiada para sus trabajos en cada una de sus fases de explotación, si bien el diseño de la explotación es para maquinaria similar a las que a continuación se indica.

En minería a cielo abierto, las máquinas que se utilizan tienen un alto coste de fabricación, debido entre otros factores a los componentes especiales y calidad de los materiales empleados, y como es natural su precio de venta también es elevado. Esto exige que sea preciso alcanzar las producciones fijadas, a fin de amortizar las inversiones efectuadas y obtener unos costes de operación bajos, a través de unos altos rendimientos.

Queda claro que el conocimiento y control de los rendimientos es especialmente importante, pues con ellos se determina, en primer lugar, la capacidad de producción que es posible alcanzar, en segundo lugar, su efectividad y, por último, el potencial productivo y rentabilidad económica del proyecto.

Por otro lado, el conocimiento de los rendimientos es indispensable para llevar a cabo una planificación de los trabajos y para la selección de los equipos más adecuados, de su tamaño y número.

Es necesario exponer la metodología de cálculo de los rendimientos de diferentes equipos, teniendo en cuenta que el comportamiento de las máquinas por su propio diseño tienen asignado un rendimiento teórico determinado. Pero además, el correcto funcionamiento de los equipos depende de la formación de los operadores, por lo que el rendimiento final del conjunto **hombre-máquina** es lo que se denomina **rendimiento operativo**.

## ANALISIS DEL TRABAJO A REALIZAR

A la hora de estimar el rendimiento de un equipo minero es preciso tener en cuenta los cuatro factores básicos de los cuales depende el desarrollo de la operación:

- a. Componentes de tiempo del ciclo de trabajo.
- b. Factores de eficiencia y organización
- c. Factores de esponjamiento y densidades.
- d. Capacidad nominal del equipo.

Seguidamente se describen cada uno de esos factores que es preciso conocer con detalle para efectuar un cálculo correcto de la producción horaria que puede llegar a dar una máquina.

### Componentes de tiempo del ciclo de trabajo.

Los componentes principales de tiempo que se distinguen en el ciclo de trabajo en una explotación minera con equipos convencionales son los correspondientes a: Carga, Transporte, vertido, retorno, espera y maniobras. Cada una de estas operaciones es responsable de una parte de la duración total del ciclo básico de explotación.

Los factores que afectan a los tiempos parciales individuales son los siguientes:

#### A. Factores de carga

- Tamaño y tipo del equipo de carga.
- Tipo y condiciones del material a ser cargado.
- Capacidad de la unidad
- Experiencia y destreza del operador.

#### B. Factores de transporte

- Capacidad y características del equipo.
- Distancia de transporte .
- Condiciones de la pista de rodadura.
- Pendientes.
- Factores secundarios que afectan a la velocidad de transporte.

#### C. Factores de vertido

- Destino del material: escombrera, acopio de mineral, tolva, etc. ,
- Condiciones del área de vertido.
- Tipo y maniobrabilidad de la unidad de transporte.
- Tipo y condiciones del material

#### D. Factores de retorno

- Capacidad y rendimiento del equipo.
- Distancia de retorno.
- Condiciones de la pista de rodadura
- Pendiente
- Factores diversos que afectan a la velocidad de transporte.

#### **E. Factores de espera v maniobra**

- Maniobrabilidad del equipo
- Dimensiones del área de trabajo.
- Tipo de máquina de carga
- Localización del equipo de carga.
- Esperas en las proximidades de la unidad de carga o empujador.
- Esperas para depositar la carga en la trituradora.

#### **Factores de eficiencia y organización.**

Una estimación en este campo debe indicar la producción media que puede dar un equipo a lo largo de un periodo de tiempo dilatado. Un cálculo demasiado optimista puede impedir alcanzar los niveles de producción previstos, y un número de máquinas insuficiente destinadas a llevar a cabo tal operación. Es necesario contemplar las pérdidas de tiempo o retrasos característicos de cualquier operación, tales como trabajos nocturnos, traslados del equipo de carga o cambios de tajo, interrupciones, malas condiciones climatológicas, tráfico, etc. o por factores tales como la experiencia del operador, equilibrio con los equipos auxiliares, como por ejemplo, tractores o empujadores en escombrera, etc.

Cada equipo debe considerarse como parte de un sistema, y como tal queda sometido a pérdidas de tiempo debidas a deficiencias en la dirección, supervisión, condiciones del trabajo, clima, etc. Estos retrasos y pérdidas de tiempo son los que caracterizan el factor conocido como eficiencia de la operación.

Por otro lado es necesario tener en cuenta la disponibilidad mecánica o simplemente disponibilidad, definida como la disposición de los equipos para actuar durante el tiempo de trabajo programado, es decir hay que considerarlas pérdidas de horas de trabajo debidas a averías intempestivas y a reparaciones programadas o rutinas de mantenimiento..

Cuando no se disponga de experiencia suficiente en las labores proyectadas para estimar individualmente los factores anteriores (como es nuestro caso) se podrá tomar el producto de ambos, que se denomina "eficiencia operativa global",

EFICIENCIA OPERATIVA GLOBAL				
Condiciones de Trabajo	CALIDAD DE LA ORGANIZACIÓN			
	Excelente	Buenas	Regulares	Deficiente
Excelentes	0.83	0.80	0.77	0.77
Buenas	0.76	0.73	0.70	0.64
Regulares	0.72	0.69	0.66	0.60
Malas	0.63	0.61	0.59	0.54

En nuestro caso consideramos que las condiciones de trabajo serán regulares (se intentará con el cuidado de pistas, tajos, etc), pero hay que ser conscientes de que la limitación de personal y equipos de mantenimiento así como las condiciones de pisado que otorga un material como la arena, hacen que las condiciones de trabajo las determinemos como regulares. Sobre la calidad de organización la consideramos buena (por la experiencia del personal técnico y directivo de la empresa). Por tanto tendremos una eficiencia del 0.69.

Un caso extremo es si tratara de un clima extremo en cuanto a pluviometría, o en un ambiente excesivamente polvoriento, con materiales densos y abrasivos, la calidad de la operación será deficiente y las prestaciones se verán afectadas de forma adversa debido a las malas condiciones de trabajo. No consideramos que sea nuestro caso.

Si la dirección y la supervisión son excelentes, con buenos talleres, y programas de mantenimiento preventivo adecuados, pérdidas de tiempo mínimas en el transporte, alta disponibilidad, etc., el tiempo efectivo de producción será alto. Por el contrario una dirección y supervisión deficientes reducirán el tiempo real de producción y la capacidad de los equipos deberá ser incrementada para conseguir las producciones requeridas.

#### Factores de esponjamiento y densidades.

Un material cuando se excava, normalmente se fractura en partículas menores que no pueden ajustarse entre sí como estaban en su estado natural. Esto da lugar a la existencia de huecos en el material, provocando un aumento de su volumen que es llamado "esponjamiento". Así pues, para el cálculo de rendimientos y producciones es importante distinguir los conceptos de material in situ o en banco, y material suelto o esponjado. Para medir el aumento de volumen se pueden utilizar diversos parámetros:

**A.-Factor de conversión volumétrica "V"**. Es la. relación entre el volumen suelto y el volumen en banco de una misma cantidad de material.

$$V = F \cdot C \cdot V = \frac{\text{Kg/m}^3 \text{ del material excavado}}{\text{Kg/m}^3 \text{ del material en banco}}$$

En nuestro caso consideraremos de 0,70 para la arena y 0,80 para los estériles (arcillas y arenas arcillosas).

**B. Factor de esponjamiento "FE".** Se define como la relación de volúmenes antes y después de la excavación, con lo que siempre será inferior a 1. A veces se utiliza la inversa que coincide con el factor de conversión volumétrica.

$$FW = \frac{Vb \text{ Volumenbarco}}{Vs \text{ Volumensuelto}}$$

**C. Porcentaje de expansión "PE".** Es el incremento de volumen del material al pasar de su estado natural en el banco al estado suelto en la pila o montón.

$$PE = \frac{Vs - Vb}{Vb} \cdot 100 = \left( \frac{Vs}{Vb} - 1 \right) \cdot 100$$

La relación entre este coeficiente y los anteriores es la siguiente:

$$PE = (FE - 1) \cdot 100$$

Por tanto en nuestro caso el factor de esponjamiento PE es 21 % para el estéril y 26% para el árido

### Compactación.

El volumen ocupado por el material en su estado suelto puede reducirse por medio de la compactación. El cociente entre la medida compactada y la medida en estado suelto se denomina "Factor de Compactación". Este factor no debe confundirse con la razón de compactación (metros cúbicos compactados / metros cúbicos en banco) que será mucho mayor.

La compactación es un proceso rápido por el que se comprime el suelo por eliminación del aire de los poros o huecos, pero sin que exista una eliminación de agua existente en los mismos. Un proceso que a veces se confunde con la compactación es la consolidación, que es mucho más lento que el anterior, y que se produce por la acción del propio peso del material dando lugar ya a una expulsión de agua.

En compactación, los factores que tienen una mayor influencia son:

- El tipo de material
- La energía de compactación.
- La humedad de compactación.

Se adjunta tabla de valores aproximados de esponjamiento y compactación.

Tabla de Esponjamiento y Compactación.				
Clase de Suelo		En Banco	Esponjado	Compactado
Arena	En Banco	1,00	1,11	0,95
	Esponjado	0,90	1,00	0,86
	Compactado	1,05	1,17	1,00
Tierra común	En Banco	1,00	1,25	0,90
	Esponjado	0,80	1,00	0,72
	Compactado	1,11	1,39	1,00
Arcilla	En Banco	1,00	1,43	0,90
	Esponjado	0,70	1,00	0,63
	Compactado	1,11	1,59	1,00
Roca	En Banco	1,00	1,50	1,30
	Esponjado	0,67	1,00	0,87
	Compactado	0,77	1,15	1,00

#### Capacidad nominal del equipo.

Todos los fabricantes de maquinaria indican las capacidades de sus unidades, generalmente, de dos formas distintas, en peso y en volumen. Por ejemplo, para un volquete determinado, un fabricante señala para su modelo que puede cargar 32 t de peso, pero también indica que puede acarrear 17'4, 23'5 o 29,4 m<sup>3</sup> de material. La primera cifra de volumen se refiere considerando la carga aras, la segunda con la caja colmada con taludes de 2/1 y la tercera también colmada pero con talud 1/1, según es habitual siguiendo las normas **SAE** (Society Automotive Engineers) .

Esto da una idea de lo que puede transportar una unidad de acarreo, en función de la densidad de cada material. A efectos de estimar las producciones horarias de los diferentes equipos debe tenerse en cuenta que cuando una máquina se sobrecarga los tiempos de trabajo dados por los fabricantes no se cumplirán, con lo que los rendimientos tenderán a disminuir a causa de que son muy importantes los descensos de velocidad de operación de tales unidades, sobre todo en los volquetes.

Asimismo, habrá que tener en cuenta que las sobrecargas gravan el consumo de combustible, aumentando el número e importancia de las reparaciones y obligando aun mantenimiento más cuidadoso, y en conjunto elevando los costes sin que se obtenga apenas ventaja de producción, aún en el mejor de los casos.

Para asegurarse de la adecuada capacidad volumétrica de una máquina, puede transformarse la carga nominal en kilogramos o toneladas a metros cúbicos sueltos, dividiendo por la densidad del material esponjado.

## DATOS GENERALES SOBRE RENDIMIENTO DE MAQUINARIA.

### Elementos que proporcionan Potencia

La potencia es el trabajo realizado por un dispositivo en la unidad de tiempo. En el caso de un motor la potencia se mide en su eje por un procedimiento cualquiera ya ese valor se le denomina "potencia al freno". Los fabricantes dan, generalmente, varias curvas correspondientes a los diferentes servicios previstos, es decir diferentes velocidades de rotación, etc. Se utiliza también la potencia correspondiente al par máximo. En general este valor difiere notablemente del precedente. Hay también un valor de la potencia que corresponde al mínimo del consumo específico del motor.

La potencia útil de un motor se transmite a las ruedas por medio de diferentes órganos de transmisión, entre los cuales está el cambio de velocidades (convertidor). Este tiene por finalidad adaptar el número de revoluciones a que el motor desarrolla toda su potencia a la velocidad de traslación del motor. A potencia constante, los esfuerzos producidos en las ruedas motrices y en la barra de tracción serán tanto mayores cuanto la relación entre el número de vueltas de las ruedas o de las orugas sea más elevado.

Así pues, el esfuerzo de tracción disponible o "rimpull" es la cantidad en kilogramos fuerza que un motor puede entregar al punto de contacto de las ruedas motrices con el suelo. Este tipo de tracción es independiente del patinaje que puedan sufrir las ruedas motrices en determinados terrenos.

Puede ser calculado aproximadamente para cada velocidad de marcha mediante la fórmula:

$$ESFUERZO DE TRACCIÓN = \left( \frac{270 \cdot POTENCIA(H.P.) \cdot \eta \text{ TRANSMISIÓN}}{VELOCIDAD(Km/h)} \right)$$

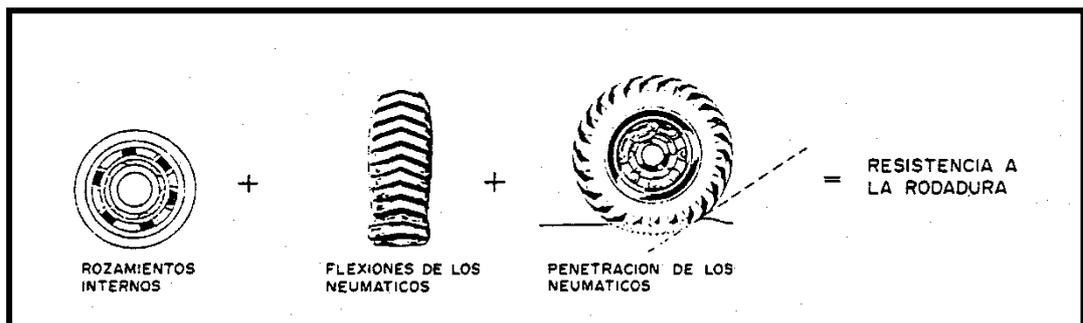
Normalmente, el rendimiento de la transmisión se encuentra entre un 70 y un 80%. En dicho coeficiente se incluyen también las pérdidas debidas al estado mecánico del equipo. De acuerdo con la fórmula anterior, la fuerza de tracción disponible sería variable para cada velocidad, y alcanzaría un máximo para una velocidad muy pequeña, que podría considerarse como tendiendo a cero. Pero esta fuerza resulta inalcanzable por una serie de razones: primero, por la existencia en el sistema de transmisión de potencia de un número finito de relaciones de engranajes, con las pérdidas citadas por rozamientos internos, y segundo, porque el esfuerzo de tracción real que puede realizar una máquina depende del peso que gravita sobre el eje propulsor y del coeficiente de adherencia de los neumáticos sobre el suelo.

### Factores limitantes del rendimiento.

Condiciones tales como el perfil de transporte, el estado del piso y el peso del vehículo determinan como la potencia disponible se traduce en rendimiento del equipo.

- **Resistencia a la rodadura.**

La resistencia a la rodadura se define como la oposición al avance de una máquina como consecuencia de la deformación del suelo, las flexiones de los neumáticos y los rozamientos internos de los propios mecanismos del equipo.



Puede expresarse por medio de los Factores de Resistencia a la Rodadura "FRR", en términos de kilogramos-fuerza o en tanto por ciento. Por ejemplo, una resistencia de 20 Kg por 1000 Kg de vehículo equivalen aproximadamente a un 2 % de resistencia a la rodadura.

Un procedimiento para estimar la resistencia a la rodadura consiste en medir la profundidad de la huella "H" dejada por los neumáticos en el firme de la pista. El factor de Resistencia a la rodadura será igual a:

$$FRR (Kg / tn) = 20 (Kg / tn) + (6 (Kg / tn \text{ cm}) \cdot H (cm))$$

La resistencia a la rodadura "RR" se calculará a partir de :

$$RR (Kg) = FRR (Kg / tn) \cdot PT (tn)$$

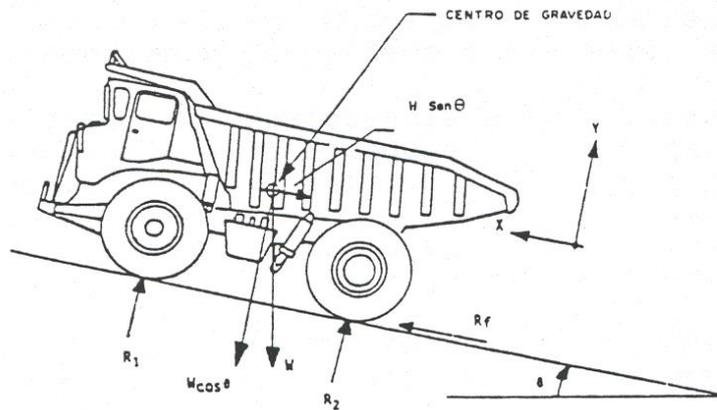
Siendo PT el peso total del vehículo.

Se adjunta tabla con los valores más comunes de los factores de resistencia a la rodadura.

TIPO DE PISTA	Factor Kg/t	Equivalencia en % de Pendiente
Pista dura y lisa, estabilizada, que no cede bajo la carga y que se mantiene a su plena eficiencia de manera continua.	20	2
Pista firme y lisa, con acabado superficial, que cede levemente bajo la carga o está ligeramente ondulada y que se mantiene aceptablemente	35	3.5
Nieve compacta	25	2.5
Nieve suelta.	45	4.5
Pista de tierra con rodadas, que cede bajo la carga, con escaso o nulo mantenimiento y con una penetración media de las ruedas entre 25 y 40 milímetros.	50	5.0
Pista de tierra con rodadas, blanda, sin conservación ni estabilización y con penetración media de las ruedas entre 100 y 150 mm	75	7.5
Pista de arena o grava suelta.	100	10
Pista blanda o fangosa, con rodadas y sin ningún tipo de conservación	100-200	10-20

- **Resistencia a la Pendiente.**

La resistencia a la pendiente es la fuerza debida a la acción de la gravedad cuando un vehículo se mueve por una pista de transporte inclinada. Cuando esa misma máquina en lugar de ascender desciende por esa pista, la fuerza de la gravedad que ayuda al movimiento del vehículo se conoce como pendiente asistida.



Las pendientes se miden generalmente en tanto por ciento de talud o como la relación entre la elevación de la pista y su longitud en horizontal. Por esto una pista que permite ascender 6 m. En 100 m tiene una pendiente del 6%

### Peso.

El peso es el factor determinante en la cantidad de fuerza que se precisa para vencer la resistencia a la rodadura y a la pendiente. La fuerza disponible restante servirá para conseguir la aceleración del vehículo.

Así:

$$\text{Pendiente Efectiva}(\%) = \text{Resistencia a la Rodadura}(\%) \pm \text{Pendiente natural}(\%)$$

- **Tracción.**

La tracción es la fuerza propulsora en los neumáticos y orugas. Se expresa como fuerza útil en la barra de tiro o en las ruedas motrices. Los factores que influyen en la tracción son los siguientes: el peso en las ruedas motrices o en las orugas, la acción de agarre del tren de rodaje y en las condiciones del piso. Se adjunta tabla en la que se muestran los coeficientes de tracción característicos de diferentes tipos de materiales según que el tren de rodaje sea de neumáticos u orugas.

MATERIAL	Neumáticos	Beadless	Cadenas
Hormigón	0,90	0,45	0,45
Marga arcillosa seca*	0,55	0,70	0,90
Marga arcillosa húmeda	0,45	0,55	0,70
Marga arcillosa con surcos	0,40	0,55	0,70
Arena seca	0,20	0,25	0,30
Arena húmeda	0,40	0,45	0,50
Suelo de cantera fragmentado	0,65	0,70	0,55
Suelo de cantera sin fragmentar	0,75	0,50	0,45
Camino de grava suelta	0,36	0,40	0,50
Nieve compacta	0,20	0,25	0,25
Hielo	0,12	0,10	0,12*
Tierra firme	0,55	0,75	0,90
Tierra suelta	0,45	0,50	0,60
Carbón amontonado	0,45	0,50	0,60

\* Con teja especial, semi-calada, para hielo, el coeficiente de tracción es 0,27.

El coeficiente de tracción en cualquier camino de rodadura se obtiene como la relación entre la fuerza máxima de tiro de la máquina y el peso total sobre las ruedas propulsoras u orugas.

Como nunca existe un 100% de adherencia, los coeficientes son siempre inferiores a la unidad. La fuerza máxima de tiro se obtendrá, pues, al multiplicar el coeficiente de tracción característico de un firme por el peso sobre el eje motriz o por el peso de la máquina entera en el caso de que monte orugas.

- **Altitud.**

Cuando una máquina accionada por motor diesel funciona a grandes altitudes, se produce un descenso de potencia debido a que disminuye la densidad del aire afectando a la relación gasoil/aire en la cámara de combustión del motor. Esta pérdida de potencia produce la correspondiente disminución de tracción en la barra de tiro o en las ruedas propulsoras.

En nuestro caso al trabajar sobre 1.300 mts. de altura con motores turboalimentados, se deberán apreciar disminuciones considerables. En los motores con aspiración natural (dígase bombas de agua)

se deberán tener en cuenta las pérdidas de potencia de un 3 % cada 300 mts por encima de los primeros 300 mts. Es decir en nuestro caso existirá una pérdida de potencia relativa de un 9%.

**Curvas características.**

La evaluación de los tiempos de acarreo y retorno en vacío de diferentes equipos de transporte, volquetes, requiere la utilización de la información suministrada por los fabricantes. La mayoría proporcionan gráficos de tracción-velocidad, también llamadas curvas características. Procederemos a indicar las curvas características de los volquetes una vez determinemos que modelo y tipo de volquete es el idóneo.

**Factores de velocidad.**

Como ya se ha indicado, la velocidad obtenida mediante las curvas características es la máxima a la que se desplaza el equipo en cuestión en las condiciones indicadas. Para alcanzarla necesita una cierta longitud de pista, pudiendo luego mantenerla indefinidamente. Si la pista es suficientemente larga se puede admitir esa velocidad como media para determinar el tiempo de trayecto, pero en tramos muy cortos como los nuestros la influencia del periodo de aceleración y deceleración es muy importante y habría que introducir las correcciones oportunas. Esto se lleva a cabo mediante los denominados "Factores de Velocidad". Para obtener los Factores de Velocidad, nos debemos apoyar en los datos facilitados por los fabricantes en nuestro caso sirve la tabla adjunta.

MENOR DE 180 kg/kW (135 kg/HP)				
Longitud de la pista (m)	Tramos horizontales. Unidad parada arrancando	Unidad en movimiento al entrar en el tramo		
		Horizontal	Contrapendiente	A favor de pendiente
0-60	0-0,40	0-0,65	0-0,67	1,00
61-120	0,40-0,51	0,65-0,70	0,67-0,72	(Velocidad de entrada mayor que la máxima accesible en el tramo)
121-180	0,51-0,56	0,70-0,75	0,72-0,77	
181-300	0,56-0,67	0,75-0,81	0,77-0,83	
301-460	0,67-0,75	0,81-0,88	0,83-0,90	
461-610	0,75-0,80	0,88-0,91	0,90-0,93	
611-760	0,80-0,84	0,91-0,93	0,93-0,95	
761-1.070	0,84-0,87	0,93-0,95	0,95-0,97	
1.071 y mayores	0,87-0,94	0,95-	0,97-	
180 A 230 kg/KW (135 a 170 kg/HP)				
0-60	0-0,39	0-0,62	0-0,64	1,00
61-120	0,39-0,48	0,62-0,67	0,64-0,68	(Idem)
121-180	0,48-0,54	0,67-0,70	0,68-0,74	
181-300	0,54-0,61	0,70-0,75	0,74-0,83	
301-460	0,61-0,68	0,75-0,79	0,83-0,88	
461-610	0,68-0,74	0,79-0,84	0,88-0,91	
611-760	0,74-0,78	0,84-0,87	0,91-0,93	
761-1.070	0,78-0,84	0,87-0,90	0,93-0,95	
1.071 y mayores	0,84-0,92	0,90-0,93	0,95-0,97	

- 1.-Determinar la relación Peso/Potencia del equipo, expresada en Kg/KW o Kg/HP.
- 2.-Elegir la columna apropiada según las condiciones de las que parte el vehículo.
- 3.- Leer los Factores de Velocidad para la longitud del tramo de transporte considerado.
- 4.-Usar un Factor de Velocidad de uno para los volquetes que entren en un tramo con una velocidad próxima a la máxima y no sea el último tramo del perfil del recorrido.
- 5.- Los Factores de Velocidad de los tramos finales del trayecto de ida cuando el vehículo va cargado serán tomados como equivalentes a los de la "Unidad parada arrancando".

La velocidad máxima alcanzable por un equipo en un pista se determinará a partir de la curva característica y la velocidad media se obtendrá con la expresión:

$$\boxed{\text{Velocidad Media} = \text{Velocidad Maxima} \otimes \text{Factor de Velocidad}}$$

Para calcular el tiempo de transporte a lo largo de la pista se aplicará la ecuación:

$$\boxed{\text{Tiempo de Transporte}(\text{minutos}) = \frac{\text{Longitud de la pista}(m) \cdot 0.06}{\text{Velocidad media}(\text{Km/h})}}$$

### ELECCIÓN DEL TIPO DE VOLQUETES.

Evidentemente dentro del capítulo arranque carga y transporte de materiales en minería, el costo de éste último del transporte supera en la mayoría de los casos, a los otros dos, por lo que la elección de las unidades de transporte apropiadas tiene una gran importancia en la rentabilidad de la explotación.

Para nuestro caso en particular, estos vehículos acopiaran el mineral en la misma plaza de la mina, con el fin de que una pala cargadora vaya cargando el material sobre otro transporte externo. El proceso de doble carga encarecerá el producto de por sí ya muy barato, pero en el caso de pocas unidades de transporte puede resultar óptimo para el rendimiento de la unidad de arranque.

En el transporte de materiales, pueden utilizarse diferentes tipos de máquinas. Generalmente la distancia del transporte decide la elección. También influyen la red de caminos existente o planificada, la sustentación del suelo, tipo de suelo, la cantidad de materiales que serán transportados y el equipo de carga, decide también el tipo de maquinaria que es más rentable. En definitiva, el objetivo es conseguir los transportes de masas al menor costo posible por metro cúbico y con la mejor economía.

Tras el estudio de los volquetes o dumperes existentes en el mercado se ha establecido como vehículo encargado del transporte del material de mina en la explotación los dumperes articulados NO VIALES (dada la distancia media de transporte de estéril), es lo que comúnmente se denomina "lagarto". Es posible que el promotor no se decante por este tipo de herramienta de transporte, pero a los efectos

de costo/tn sería la mejor opción para abastecer a la producción de una forma segura y barata. Se trata pues de un tipo de vehículos muy apropiados para minas donde los materiales son blandos como es nuestro caso.

Los costes de transporte dependen de muchos factores, por lo que una diferencia en el precio de adquisición tiene una importancia marginal en los costos de operación, si los comparamos con los demás factores que intervienen en el proceso de transporte. Los dumpers extra-viales son más rentables en distancias superiores a 4.000 metros, como nuestro caso son distancias mucho más cortas, es clara que la opción más rentable es la de un "dumper vial" como unidades de transporte.





## EQUIPO DE CARGA

Los sistemas de carga posibles son muy variados: excavadoras de cables e hidráulicas, palas de ruedas, dragalinas, etc. Las producciones horarias de estos equipos cíclicos se estiman con las siguientes expresión general:

$$P \text{ (metros cúbicos/hora)} = \frac{60 \cdot C_c \cdot E \cdot F \cdot H \cdot A}{T_c}$$

Donde:

- $C_c$  = Capacidad del cazo {m<sup>3</sup>):
- $E$  = Factor de eficiencia (Tanto por uno)
- $H$  = Factor de corrección por la altura de la pila de material. Para las palas de ruedas se toma  $H = 1$ .
- $A$  = Factor de corrección por el ángulo de giro. Para las palas de ruedas se considera  $A = 1$ .
- $V$  = Factor de conversión volumétrica
- $T_c$  = Ciclo de un cazo (min)

A continuación, analizamos cada una de las variables que interviene en las expresiones.

### A. Capacidad de los cazos y factores de llenado.

Con respecto a la capacidad de los cazos, ya se ha indicado anteriormente que se miden en función de los datos que facilita el propio constructor y de acuerdo a la norma SAE en lo referente a llenado. Su capacidad se puede indicar en m<sup>3</sup> o en toneladas, siendo más adecuado la primera.

El factor de llenado del cazo "**F**" se expresa como el porcentaje de la carga media sobre la teórica máxima posible, según las condiciones en que se encuentre el material apilado. En la siguiente, se recogen algunos valores típicos según tres clases de material a cargar y el equipo que realiza dicha operación.

Estado del material a cargar	EQUIPO DE CARGA	
	Pala de Ruedas	Excavadora
Fácilmente Excavable	0.95-1.00	0.95-1.00
Excavabilidad Media	0.80-0.95	0.85-0.95
Difícilmente Excavable	0.50-0.80	0.75-0.85

Un aspecto importante a tener en cuenta en el grado de llenado es la influencia que tiene el tamaño del cazo con respecto a la granulometría media del material. Puede definirse, pues, el "Tamaño Relativo-TR" con la siguiente expresión:

$$TR = \frac{TA}{C}$$

Donde:

- **TA** = Tamaño absoluto del bloque.
  - Muy pequeño < 5 cm.
  - Mediano 5 cm- 30 cm.
  - Muy grande 90 cm- 300 cm.
- **C** = Dimensión crítica del cazo del equipo de carga, relacionada con cualquiera de los lados de una cuchara aproximadamente cúbica.

Según la tabla de Adler (1986), para las excavadoras los grados de llenado varían con el tamaño relativo de los bloques de acuerdo con los valores de la Tabla siguiente.

TAMAÑO RELATIVO "TR"	FACTOR DE LLENADO "F"
≤ 0.12	0.8- 1.0
0.12 – 0.25	0.7 – 0.9
0.25 – 0.50	0.5 – 0.8
≥ 0.50	0.4 – 0.6

En determinadas circunstancias el valor de "TR" debe modificarse en función de las características de los materiales y forma de trabajo. Por ejemplo, se pasa de una TR, de 1/4 a 1/2 cuando el material es pegajoso y se incrementan los tiempos de vertido, o se reduce el valor de "TR" de 1/2 a 1/4 si el método de arranque es dinámico, si las juntas están saturadas de agua que actúa como lubricante, si existen juntas orientadas oblicuamente a la dirección principal del movimiento, etc.

## B. Tiempos de ciclo y factores de corrección.

Los Tiempos de ciclo "Tc" de cada carga elemental que se deposita sobre la unidad de transporte están relacionados con las características del material a cargar y la capacidad de cazo de los equipos. En la Tabla siguiente se dan unos valores medios de esos tiempos, considerando que las palas describen el menor trayecto posible y que las excavadoras efectúan un giro de 90°.

Tamaño del cazo	Palas de Ruedas	Excavadoras
<b>Excavabilidad Mala</b>		
< de 3 m <sup>3</sup>	0.60 minutos	0.45
4 m <sup>3</sup> - 8 m <sup>3</sup>	1.00 minutos	0.60
9 m <sup>3</sup> - 23 m <sup>3</sup>	1.50 minutos	1.00
<b>Excavabilidad Media</b>		
< de 3 m <sup>3</sup>	0.50 minutos	0.40
4 m <sup>3</sup> - 8 m <sup>3</sup>	1.00 minutos	0.50
9 m <sup>3</sup> - 23 m <sup>3</sup>	1.00 minutos	0.80
<b>Excavabilidad Buena</b>		
< de 3 m <sup>3</sup>	0.40 minutos	0.30
4 m <sup>3</sup> - 8 m <sup>3</sup>	0.50 minutos	0.40
9 m <sup>3</sup> - 23 m <sup>3</sup>	0.80 minutos	0.60

El factor de corrección por altura de carga "H" debe tenerse en cuenta cuando por ejemplo las excavadoras trabajan en bancos con una altura muy inferior o superior a la normal, bien porque se trata del primer banco de apertura de una mina, porque extrae el paquete de mineral de menor potencia, etc.

En la Tabla siguiente se indican los factores de corrección para diferentes alturas, expresadas como un porcentaje de la altura óptima.

% de la Altura	40	60	80	100
Optima	160	140	120	
<b>Factor de Corrección "H"</b>	1.25	1.10	1.02	1.00

El ciclo de una excavadora se basan en un giro de la superestructura de 90°. Si el ángulo de giro es distinto debe introducirse un factor de corrección.

### Elección de maquinaria de Carga.

Dadas las características objeto del presente proyecto, el equipo redactor considera que la maquina de cargue debe reunir como características principales :

- Versatilidad de trabajos (cargue, arranque, limpieza, etc).
- Movilidad relativa. (Se proyecta trabajar en tajos grandes en periodos largos)
- Capacidad de carga del volquete seleccionado Dumper vial en 6-7 ciclos.

Por todo ello, ya deducimos que necesitamos un retro-excavadora que nos va a permitir arrancar y cargar en el mismo ciclo, sobre materiales blandos o medios, nos va a permitir seleccionar en caso de aparición de zonas no deseables (estériles), como es el caso, y separar las distintas calidades de arena Feldespática existente.

### I. Retro-Excavadora.

Las retro-excavadoras son las herramientas o maquinaria minera por excelencia en todas aquellas tareas en las que la selección del material prima sobre la productividad. La capacidad de arranque y de cargue las hacen por si solas autosuficientes en muchas de las labores propias de la minería, permitiendo a las otras maquinarias (palas) realizar labores de acondicionamiento y cargue externo. La elección entre retro-excavadora de cadenas o de ruedas es complicada dado la gran diferencia que sobre su productividad se obtendrá.

a) **Retro de cadenas.** Si la aplicación no requiere un excesivo grado de movilidad de tajo a tajo o en la obra misma, una excavadora de cadenas puede ser la mejor opción. Las excavadoras de cadenas proporcionan tracción y flotación buenas en casi toda clase de terrenos. La potencia buena y constante con la barra de tiro proporciona excelente maniobrabilidad. El tren de rodaje de cadenas proporciona también buena estabilidad. Si la aplicación requiere cambios de tajo de forma continua, una excavadora de cadenas proporcionará una operación más eficiente.

b) **Retro de ruedas:** Movilidad es el factor más importante de las excavadoras de ruedas. Por ejemplo, una excavadora de ruedas puede transportarse por sí misma al sitio de trabajo y regreso sin necesidad de ser transportada por góndola. Además estas unidades pueden desplazarse por caminos pavimentados sin dañarlos.

El eje delantero oscilante 8,5º ayuda a mantener las cuatro ruedas en el suelo y proporciona máxima tracción, un andar suave y excelente estabilidad. Tienen buena estabilidad al levantar cargas pesadas, aunque la máquina trabaje sólo en ruedas. Esto es cierto, especialmente cuando se traba el eje oscilante. Los neumáticos duales son más rígidos y proporcionan mayor estabilidad que los neumáticos sencillos. Cuando se usa una hoja topadora o estabilizadores traseros, la estabilidad de la máquina es mucho mayor que la de una máquina de cadenas. Se obtiene óptima estabilidad con dos juegos de estabilizadores .

En resumen las características de ambas retros son las siguientes.

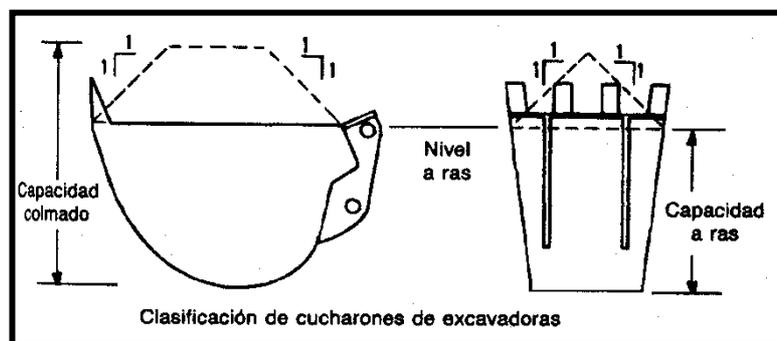
Cadenas	Ruedas
<p><b>Flotación</b> <b>Tracción</b> <b>Maniobrabilidad</b> <b>Para terrenos muy difíciles</b> <b>Reubicación más rápida de la máquina</b></p>	<p><b>Movilidad</b> <b>No dañan el pavimento</b> <b>Mejor estabilidad con estabilizadores u hoja.</b> <b>Nivelación de la máquina con estabilizadores</b> <b>Capacidad de trabajo con la hoja.</b></p>

Analizadas ambas ventajas, decidimos elegir para llevar a cabo nuestro proyecto minero una retro-excavadora de CADENAS por su mayor capacidad del cazo y el poco desplazamiento necesario; no obstante si el suministro a la obra se reduce en determinadas épocas del año, consideramos adecuada la utilización de la retro de ruedas que con menor coste podría abastecer a las unidades de transporte necesarias.

#### Capacidad del cucharón.

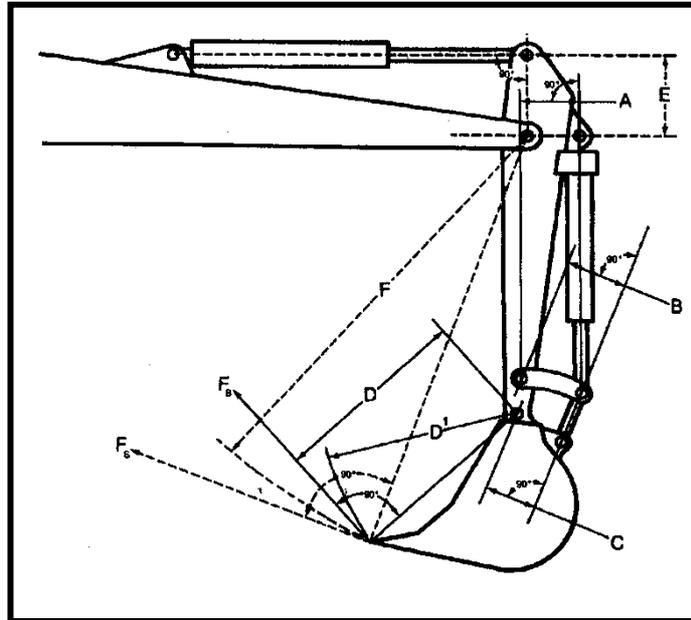
La elección del correcto cucharón para la retro-excavadora es tan importante como que no lo podamos sacar rendimiento a nuestra máquina por no llevar el apropiado cucharón. Una de las clasificaciones de los cazos de excavadoras para que conformen con la norma **PCSA Nº 3** y la **SAE J-296**. Las capacidades de los cazos se clasifican colmados a ras de la manera siguiente:

- **Capacidad a ras:** El volumen de material dentro del contorno de las planchas laterales, delantera y trasera sin contar material en la plancha de derrame ni en los dientes.
- **Capacidad colmado:** El volumen del cucharón cargado a ras más el volumen del nivel a ras con un ángulo de reposo de 1:1 sin contar material en la plancha de derrame ni en los dientes.



#### Fuerzas de ataque y de plegado.

La penetración del cucharón en un material se logra mediante la fuerza de plegado del cucharón (**Fb**) y la fuerza de empuje del brazo (**Fs**). Las fuerzas de excavación clasificadas son las fuerzas máximas que se pueden ejercer en el punto de corte más alejado. Se pueden calcular estas fuerzas aplicando presión hidráulica de alivio al cilindro que proporciona la fuerza de excavación.



$$Fb = \frac{\text{Fuerza del cilindro del cucharón}}{\text{Longitud del brazo}} \cdot \frac{(\text{BrazoA} \cdot \text{BrazoC})}{\text{BrazoB}}$$

Donde:

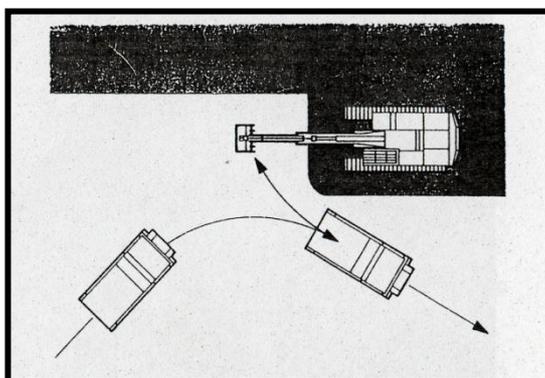
- **Fb** = Fuerza radial de los dientes obtenida del cilindro del cucharón.
- **Fuerza del cilindro** = Presión x Área del émbolo del cilindro.
- **Brazo D** = Radio de la punta del cucharón.

La fuerza máxima radial de los dientes por el cilindro del cucharón es la fuerza de excavación generado por el cilindro del cucharón, tangente al arco del radio D1. Se debe posicionar el cucharón para obtener el máximo momento. Se produce la máxima fuerza radial Fb cuando el factor Brazo A x Brazo C dividido por Brazo B representa el máximo. De toda la amplia gama de cucharones disponibles, elegiremos un cucharón **X** para trabajos en estériles, y un cucharón **LX** para uso de limpieza de filones de arcilla. El brazo elegido será el Mediano.

Es muy importante en todo el trabajo con retro-excavadora la optimización de las operaciones de arranque y cargue, dado que de ello depende la optimización y equilibrio del conjunto del ciclo operativo (transporte, descarga, etc). De los factores a tener muy en cuenta en esta optimización, están:

1. Altura de banco

2. Distancia del camión de acarreo
  3. Zona de trabajo
  4. Angulo de giro.
  5. Distancia desde la orilla.
- **Altura de banco.** Para materiales estables o consolidados, la altura del banco debe de ser aproximadamente la misma que la longitud del brazo.
  - **Posición del camión.** La mejor posición del camión de acarreo es cuando el borde de la caja del camión contra el banco está inmediatamente debajo del punto de articulación del brazo y pluma.
  - **Zona de trabajo.** Para obtener máxima producción, la zona de trabajo debe estar limitada a 15º a cada lado del centro de la máquina o aproximadamente igual al ancho del tren de rodaje.
  - **Angulo de giro.** Los camiones de acarreo se deben posicionar tan cerca como les sea posible a la línea media de la máquina .



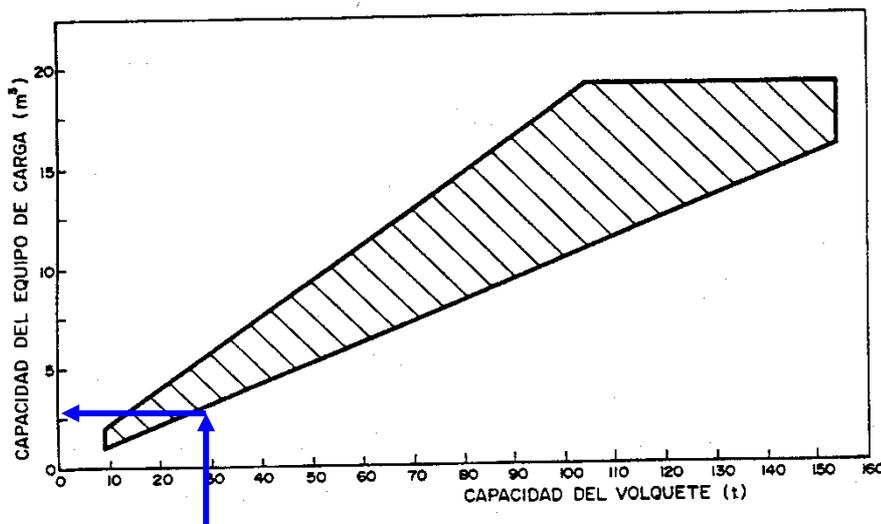
- **Distancia desde la orilla.** La máquina se debe posicionar de manera que el brazo quede en posición vertical cuando el cucharón esté completamente cargado. Si la máquina está más atrás, el corte no será suficiente y perderá tiempo al tener que sacar el cucharón hacia atrás. El operador debe de comenzar a mover la pluma hacia arriba cuando el cucharón completa el 75 % del plegado. Se debe alcanzar este punto cuando el brazo se acerca a la posición vertical.

La elección del modelo idóneo para un equipo de volquetes tipo "Dumper Vial" será aquel que sus dimensiones se acoplen perfectamente a la capacidad de carga, especialmente la anchura de cazo será inferior al 75% de la anchura de la caja, para facilitar la operación de carga y los rendimientos en caso de carga trasera de material.

Con el fin de desarrollar eficazmente el ciclo de explotación ente las unidades de carga y de transporte, debemos establecer el denominado "**equilibrio entre el tamaño de los volquetes y las unidades de carga**". Una regla muy extendida en el cálculo, es que el número de cazos de material que debe depositar el equipo de carga sobre la unidad de transporte debe estar comprendido entre 5 y 6. Esta relación de acoplamiento queda justificada por:

- El tamaño de la caja no es demasiado reducido con respecto al del cazo, resultando así menores los derrames e intensidad de los impactos sobre la unidad de transporte.
- El tiempo de carga no es demasiado pequeño, y por lo tanto, no se produce una mala saturación del equipo de carga.

A continuación adjuntamos una gráfica que muestra la zona idónea de capacidad del cazo respecto a la capacidad del volquete.



Con estos datos deducimos que como retro-excavadoras idóneas para este trabajo estaremos entre una CAT-330 y una CAT-345 (Retros entre 30 y 40 Tn).  
Con los datos obtenidos, se deduce que la máquina CAT-330, es más acorde con el equipo previsto de transporte, dado que es mucho menor la inversión.

➤ **Producción del equipo de carga.**

Consideramos que la altura de banco idónea es de 2-2,5 mts que nos interesa por seleccionar la Arena pero que penaliza la producción al ser un 30% menor que la óptima (3,0 mts.).

El giro medio que consideramos es de 90º, el factor de eficiencia es del 83 % aunque se solicita a la empresa explotadora que intente reducir este ángulo de giro medio considerando optimizando los tajos para los volquetes, y mejore la eficiencia del personal mediante una adecuada formación.

El factor de llenado en árido se considerará 0,95 y en estéril como 0,80.

Obtendremos las siguientes producción en árido y estéril:

$$P \text{ (metros cúbicos/hora)} = \frac{60 \cdot Cc \cdot E \cdot F \cdot H \cdot A}{Tc}$$

P (Metros Arena / hora) máximo = 468 toneladas

Con lo que se observa que la producción de la máquina es más que suficiente para la necesaria en nuestro proyecto.



## II. Cargadora de ruedas frontal.

Además de la retro-excavadora elegida para realizar el arranque y cargue del material "in situ" de la explotación, es necesario disponer de una cargadora que realice principalmente labores de cargue externo, y que a la vez sirva de maquinaria auxiliar para el arreglo de tajos, escombreras, apoyo en el taller (elevación de repuestos pesados), acondicionamiento de pistas y si fuera necesario por avería de la retro, pueda realizar operaciones de cargue directamente sobre el tajo.

Como hemos indicado su principal misión será la de cargar los camiones de transporte externo en el menor tiempo posible y con las garantías suficientes como para evitar golpes sobre los laterales de dichos camiones.

Por tanto debe de ser una máquina que eleve con holgura si puede ser 3.25 mts de altura de caja de un camión, y por otro que su capacidad de cucharón permita reducir en lo posible el tiempo de carga a 5-6 ciclos, es decir que es interesante que su capacidad neta del cucharón colmado este entre 3,5 y 5 metros cúbicos. Partiendo de estos dos parámetros y considerando que debe de ir sobrada de fuerza por si alguna vez debe realizar trabajos en el propio tajo, consideramos que la máquina apropiada para estas misiones será una cargadora tipo la WA-380.

No es necesario realizar estudio de producción dado que sus labores serán intermitentes a lo largo del día



### Equipo Auxiliar.

En toda explotación minera es necesario disponer de un equipo auxiliar que complete las labores de producción con el acondicionamiento de todas las instalaciones y tajos. Son maquinaria que la que no se obtienen beneficios directos como datos de su propia producción, pero por el contrario reportan grandes ventajas económicas y productivas sobre los equipos de producción.

#### ➤ **Cuba de riego.**

Aunque se considera una maquinaria auxiliar tiene el carácter de imprescindible en la vida activa de la explotación. Es muy importante tanto ambientalmente como por la seguridad del personal y equipos que no exista polvo en suspensión o al menos el menor posible, para que la visibilidad siempre sea máxima. Por otro lado y dado el carácter arcilloso del suelo, el riego debe ser continuo pero moderado a fin de evitar posibles deslizamientos de los elementos de transporte.

Este equilibrio se consigue mediante un continuado servicio de nivelado para retirar el polvo suelto y un pequeño riego para evitar que se desprenda el polvo del suelo al paso de la maquinaria.

#### ➤ **Cuchilla niveladora.**

Sustituye a las niveladoras tradicionales a menor coste, dado que va dispuesta sobre un tractor de gran potencia que puede desempeñar dicha función y a la vez puede arrastrar un remolque volquete que sirve para optimizar las labores de transporte.

### Producción Estimada.

Con todos los datos que de los que disponemos podemos estimar la producción real que obtendremos en la explotación con el equipo de maquinaria elegido. El tiempo total del ciclo se obtiene sumando los tiempos fijos de maniobras, carga, trayecto de acarreo, descarga, y retorno.

#### ➤ **Tiempo de carga.**

El tiempo de carga de un volquete es función de la capacidad de la excavadora que se utiliza y de la duración del ciclo de las mismas. El ciclo de carga de la excavadora consta de cuatro partes:

1. Carga del cucharón.
2. Giro de carga
3. Descarga del cucharón
4. Giro sin carga.

Para una retro-excavadora tipo CAT-330 el ciclo de carga estimado es el siguiente, dado que las condiciones de altura de tajo no son las idóneas e igualmente las de giro.

<b>Carga del cazo</b>	<b>0.25</b>
<b>Giro de carga</b>	<b>0.15</b>
<b>Descarga del cucharón</b>	<b>0.15</b>
<b>Giro sin carga</b>	<b>0.10</b>
<b>TOTAL</b>	<b>0.65</b>

El número de cazos óptimo de llenado en Arena será de 6 cazos de 2 m<sup>3</sup> cada uno. Con lo que para obtener los 10 m<sup>3</sup> de carga óptima estaremos trabajando con un factor óptimo de llenado de 95.48 %

El ciclo de carga total será  $0.65 \times 6 = 3.90$  min.

➤ **Tiempo de Acarreo y Retorno.**

Se estima en función de que se tuviera que acopiar en la explotación y que las velocidades de los camiones y sobre un recorrido teórico adverso de la explotación, los tiempos invertidos son:

Acarreo con material ..... 2,979 = 3 minutos  
Retorno en vacío ..... 2,533 = 2,5 minutos

➤ **Tiempo de Descarga y Maniobras.**

En los tiempos de descarga y maniobras, se aplica una tabla tipo para el cálculo de estos tiempos, aunque siempre dependerán de las condiciones en las que se pueda trabajar en la mina (anchuras de tajos, pendientes, y puntos de descarga).

En nuestro caso consideraremos unas condiciones de descarga desfavorables, ya que siempre descargarán encima del montón de arena, con lo que la operación se debe de realizar con sumo cuidado y prestando atención a que el terreno no ceda bajo el peso del volquete. Y en cuanto a las maniobras estimamos que debemos aplicar Medias, dado que en el tajo es presumible con las anchuras que se proyectan que no exista problema de entrar al equipo de carga, mientras que en la descarga y por la misma condición de antes se realizará con mucho cuidado las maniobras.

Condiciones de Operación.	Tiempo de Descarga	Tiempo de Maniobras
Favorables	1.00	0.80
Medias	1.30	1.40
Desfavorables	1.60	2.00

➤ **Tiempo Total.**

A los tiempos obtenidos aplicaremos un coeficiente corrector de cálculo, de un 5 %. Así el ciclo total de Transporte será:

Operación	Tiempo
Carga	3.90 minutos
Acarreo	3.00 minutos
Maniobra	2.40 minutos
Descarga	1.60 minutos
Retorno	2.50 minutos
Maniobra	1.40 minutos
Coef. Corrector 5 %	0.60 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>15'40 minutos</b>

➤ **Dimensionamiento de la flota de volquetes.**

El número de unidades o tamaño de la flota requerido para realizar un trabajo depende de las necesidades de producción. Este número de volquetes se calcula con la expresión:

$$\text{Número de volquetes} = \frac{\text{Producción horaria necesaria}}{\text{Producción horaria por unidad}}$$

En nuestro caso para la producción teorica media de toda la vida de toda la vida de explotación que se estima en 25.000 tn/año, 16.666 m3/año . Para unas 700 horas efectivas al año (es previsible la temporalidad de la explotación) necesitaríamos una producción de 35 tn/h aproximadamente 40 tn/h.

Considerando el ciclo real de trabajo de 15'40 minutos se obtendrán en una hora 3,89 ciclos teoricos, que con una carga neta de 21.0 tn obtendremos una **producción horaria de 81 tn/h**. Es superior en un 100% a la estimada para 700 horas anuales.

➤ **Factor de acoplamiento entre la flota y los equipos de carga.**

El factor de acoplamiento nos indicará la relación entre la dimensión del equipo de carga y la del equipo de transporte. Así un **FA = 1** (factor de acoplamiento), el acoplamiento es perfecto. Si es menor de 1 existirá un exceso de la capacidad de carga y por lo tanto la eficiencia del transporte es del 100 %, mientras que la de la carga es menor. Por el contrario si el factor de acoplamiento es mayor de 1, la eficiencia de la carga es del 100% y la del transporte, por lo tanto será menor.

La formula del factor de acoplamiento es:

$$FA = \frac{N \cdot p \cdot t}{n \cdot T}$$

En donde:

- **N** = nº de volquetes . En nuestro caso es 2.
- **p** = nº de cazos . 6.
- **t** = ciclo de los cazos. 0.65
- **n** = unidades de carga . 1
- **T** = ciclo del volquete . 15.40

Obtenemos  $FA = 0.5$  o lo que es lo mismo que la eficiencia del transporte es del 100% dado que la capacidad de carga es superior, mientras que la eficiencia de carga disminuye al 50%. Esto permitira a la unidad de carga tener tiempo para limpiar y seleccionar en los tiempos muertos del ciclo, mientras que las unidades de acarreo no deberán de parar de hacer viajes.

Si calculamos el número total de volquetes, asignando al Factor de Acoplamiento su valor óptimo, esto es, la unidad y despejando en la anterior expresión tenemos:

$$FA = \frac{N \cdot p \cdot t}{n \cdot T} = 1$$

De este modo resulta que el número de volquetes optimo es de 3,94 unidades, que mediante el redondeo se coloca en 4 unidades. Con esta opción estaremos sobrados de producción, pero debemos saber si el coste de producción será inferior o no a con dos unidades. Esta cuestión solamente se podrá decidir una vez se hayan calculado la totalidad de los costos de explotación.

La optimización de los costos nos impide dimensionar la flota a un acoplamiento teórico correcto.

---

Como conclusión las unidades óptimas de acarreo serán 2 en el caso de que necesitemos mucho tiempo de limpieza (filones pequeños) o 3 en el supuesto de que la limpieza fuera de menor tiempo (filones más grandes). Con 4 unidades saturaríamos el ciclo de carga.

**NECESIDADES DE PERSONAL.**

El personal necesario para cubrir la producción será el que trabaje en un solo turno de 8 horas. Se acoplará sus horas con las de mantenimiento con el fin de que éste se realice en horas de NO producción. Así, se estima que se requiere el siguiente personal.

PUESTO	UNIDADES
Maquinista retroexcavadora	1
Maquinista de Pala/Tractor	1
Maquinista de Dumper	2
Auxiliar de Riego-pistas- Vertedero	1
Encargado Responsable	1

Total de personal productivo considerando únicamente los que dedican el tiempo total a la explotación: **6 trabajadores**. A este personal se le añadirá en tiempo parcial el personal técnico.

### **3.11.- RELACIÓN ESTÉRIL / MINERAL**

Como ya se ha indicado anteriormente la explotación quedará dividida en fases con una superficie comprendida entre los 50.000 y 90.000 m<sup>2</sup> con el objeto de minimizar en lo posible la zona afectada; de forma que con los estériles generados en la apertura de cada una de las fases, podrá concluir la restauración de la fase anterior.

La superficie de cada una de las fases y cuál será la primera fase, queda todavía pendiente de realizar la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente que permita determinar la metodología del ritmo más apropiado para minimizar la afección al medio.

### **3.12.- VIDA Y RITMO DE LA EXPLOTACIÓN**

#### **3.12.1 PREVISIÓN DE VENTAS.**

Respecto a la previsión de ventas es una cuestión bastante complicada de definir a priori, pero según los datos actuales, que son los únicos datos que podemos dar por seguros, se podría necesitar un volumen de unos 8.000 m<sup>3</sup>/año de "Alabastro sucio" en cantera. Eso supone aproximadamente a una densidad de 2,35 tn/m<sup>3</sup>, unas 18.800 tn de mineral sucio obtenido en cantera y transportado al taller de corte de La Puebla de Hajar, en donde se procede a su limpieza, cortado y selección.

A efectos estadísticos, tenemos medida una media del 20% de aprovechamiento de todo el mineral que viene de cantera, por tanto el rendimiento neto de Alabastro preparado para la venta (placas, lonchas, tacos, etc) será de 3.760 tn año de este yacimiento DANIEL.

Se comento anteriormente, pero la variedad de Alabastro existente en este yacimiento es una variedad (se denomina variedad "azaila") que por sus características tiene un mercado bastante estable (mercado Chino) y desde hace un par de años una demanda creciente del mercado Indio, por sus características físicas (pocas vetas, y fácil de trabajar –blando-)

#### **3.12.2 RITMO DE EXPLOTACIÓN.**

Con el ritmo de explotación para obtener las ventas previstas de 8000 m<sup>3</sup>/año, y con una media calculada de 1.350 m<sup>3</sup> de mineral por Hectárea explotada, **supondrá un ritmo de explotación de casi 6 Has/año de explotación.**

El promotor presentará todos los años los preceptivos planes de labores en los que se realizará un seguimiento y previsión más realista.

### **3.13.- TALUDES DEFINITIVOS**

#### **3.13.1 ESTABILIDAD DE LOS TALUDES. CALCULO.**

##### **Descripción de los parámetros que definen la estabilidad.**

La estabilidad de taludes en una explotación a cielo abierto tiene una importancia fundamental por lo que se refiere a la seguridad y rentabilidad de la misma, siendo el cálculo de las dimensiones de los mismos uno de los parámetros de mayor importancia y ha de realizarse en las etapas iniciales del proceso de diseño de la explotación, puesto que de él van a depender una serie de cuestiones de gran importancia.

En cuanto a los factores que determinan la estabilidad de un talud se habrán de considerar los siguientes:

- Factores geométricos. Entre los que incluimos la altura y el ángulo.
- Factores geológicos. Estos factores van a condicionar la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud.
- Factores hidrogeológicos.
- Factores geotécnicos. Van a estar relacionados con el comportamiento mecánico del terreno.

La unión de los cuatro factores puede determinar la condición de rotura a lo largo de una o varias superficies, y que sea cinemáticamente posible el movimiento de un cierto volumen de masa del talud. La posibilidad de rotura y los mecanismos y modelos de inestabilidad de los taludes están controlados principalmente por factores geológicos y geométricos.

Así mismo debemos considerar dentro de los factores influyentes en la inestabilidad de los taludes los denominados factores condicionantes, o intrínsecos a los materiales naturales, que en el caso de la Cantera van a ser fundamentalmente la litología y la grado de tectonización del emplazamiento. Junto con los factores condicionantes debemos de considerar los factores desencadenantes, estos provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones. Se trata de las sobrecargas estáticas, las cargas dinámicas, los cambios en las condiciones hidrogeológicas, los factores climáticos, las variaciones en la geometría, la reducción de los parámetros resistentes. Se detallan a continuación algunos de los factores de mayor interés o importancia relativa.

/ **Estratigrafía y litología.**

La unidad estratigráfica sobre la que se van a desarrollar las labores de extracción de alabastro corresponde a la Unidad Mequinenza-Ballobar del tramo Chattiense.

/ **Estructura geológica y discontinuidades.**

Evidentemente la estructura geológica va a ser un factor importantísimo puesto que es definitivo a la hora de establecer las condiciones de estabilidad de los taludes en el caso de macizos rocosos. En ellos habremos de considerar familias de diaclasas, fracturas, relleno de las fracturas, orientación, naturaleza del relleno de las juntas, tamaño de bloque, etc... El emplazamiento se halla, en la estructura sedimentaria y no se observan episodios tectónicos de importancia.

/ **Condiciones hidrogeológicas.**

Es sin dudar ni un instante el principal "enemigo" de los taludes. La mayor parte de las roturas se producen por los efectos del agua en el terreno, este fenómeno se debe a que se generan presiones intersticiales, o los arrastres y erosión, superficial o interna, de los materiales que forman el talud.

La presencia de agua en un talud reduce su estabilidad al disminuir la resistencia del terreno y aumentar las fuerzas tendentes a inestabilidad. Sus efectos más importantes son:

- Reducción de la resistencia al corte de los planos de rotura al disminuir la tensión normal efectiva.
- La presión ejercida sobre grietas de tracción aumenta las fuerzas que tienden al deslizamiento.
- Aumento del peso del material por saturación.
- Erosión interna por flujo subsuperficial o subterráneo.
- Meteorización y cambios en la composición mineralógica de los materiales. Por este motivo se ha detectado que el relleno de juntas del material aflorante se halla compuesto por materiales terrígenos y arcillosos esta circunstancia indica la circulación de agua a través del macizo rocoso. Este hecho hará que en el desarrollo de las labores de perforación se preste especial atención en la detección de estas "cavidades" rellenas de arcillas para ajustar perfectamente los parámetros de la voladura.
- Apertura de discontinuidades por congelación, que debido a la altitud y zona geográfica puede ser de interés, pero la naturaleza de los materiales no hace pensar en un factor especialmente preocupante.
- Es muy importante también la disposición de la superficie freática en el talud, esta superficie va a depender de diferentes factores, entre los que se encuentra la permeabilidad de los materiales, la geometría o forma del talud y las condiciones de contorno. En cuanto al nivel freático la profundidad a la que se halla el mismo hace que este factor no sea de interés a la hora de la redacción del presente proyecto de explotación. No solo hemos de tener en cuenta el agua que circula por el interior del terreno, hemos de considerar el papel del agua superficial, puesto que las precipitaciones y las escorrentías pueden causar problemas importantes de estabilidad al crearse altas presiones en discontinuidades y grietas, y en la zona más superficial del terreno. Es muy frecuente la rotura de taludes en terrenos similares a los

de la zona de explotación e periodo de lluvias intensas. Los fenómenos de erosión y lavado en materiales blandos o poco consistentes aparecen asociados a las escorrentías, por esta cuestión se ha de evaluar el caudal máximo de avenida esperado en la zona de explotación, así como las medidas de drenaje propuestas para evitar el encharcamiento de la explotación así como la estabilidad de los taludes. Ha sido también un factor a tener en cuenta debido a la altitud a la que se encuentra la explotación minera las condiciones de los ciclos hielo / deshielo puesto que la zona esta sometida a heladas durante los meses invernales.

- Propiedades geomecánicas. No cabe duda que el colapso de un talud a través de una superficie de debilidad depende de los parámetros resistentes del material: cohesión y rozamiento interno. La influencia de la naturaleza de los suelos en sus propiedades mecánicas, implica que la selección de los parámetros resistentes representativos de la resistencia al corte, la cual debe ser realizada teniendo en cuenta la historia geológica del material.
- Tensiones naturales. Este fenómeno es debido a la liberación de tensiones que provoca la excavación del terreno, que puede originar la descompresión del material, lo cual puede llegar a provocar la transformación y deslizamiento. Si bien este fenómeno es más acusado en rocas donde la excavación puede liberar las tensiones internas del macizo rocoso convirtiéndolo en un suelo con un comportamiento geotécnico muy alejado de la realidad del terreno previo a la excavación. Un fenómeno constatado en excavaciones profundas es la aparición de deformaciones plásticas en el pie del talud, y en cabecera debido a que se generan estados tensionales anisótropos con componentes traccionales que se traducen en la aparición de grietas verticales. Es pues este un factor de gran importancia, si bien como ya se ha indicado, en nuestro caso no será de especial atención.

Las precipitaciones máximas se alcanzan durante los meses de abril y mayo y picos correspondientes a tormentas en los meses de verano

#### / **Caracterización del macizo rocoso.**

A continuación vamos a establecer cuáles son las propiedades del macizo rocoso, hemos de tener en cuenta una serie de factores geológicos, qué son los que en gran medida van a dominar el comportamiento y propiedades mecánicas de los macizos rocosos. Estos factores son:

- La litología y propiedades de la matriz rocosa.
- La estructura geológica y las discontinuidades.
- Estado tensional.
- Grado de alteración o meteorización.
- Condiciones hidrogeológicas.

Hemos de entender que el macizo rocoso es el conjunto de los bloques de la matriz rocosa y de las discontinuidades de diverso tipo que afectan al medio rocoso. Mecánicamente los macizos rocosos son medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos. La matriz rocosa es el material rocoso exento de discontinuidades, presentando un comportamiento heterogéneo ligado a su estructura mineralógica, mecánicamente queda definido por su densidad, resistencia y deformabilidad. En cuanto a las discontinuidades entenderemos que son aquellos planos cualquiera que sea su origen que independiza o separa los bloques de matriz rocosa en un macizo rocoso.

Las discontinuidades y los bloques de matriz constituyen en conjunto la estructura rocosa, y gobiernan el comportamiento global del macizo rocoso. Además de las propiedades intrínsecas del macizo rocoso asociadas a las características de la matriz rocosa y de las discontinuidades, que definen en gran parte su resistencia, existen otros factores que afectan a su comportamiento mecánico, que hemos visto con anterioridad:

- Estructuras tectónicas y sedimentarias en el macizo rocoso.
- Tensiones naturales a las que se está sometido.
- Condiciones hidrogeológicas y climáticas.
- Factores geoambientales.

En definitiva con estos datos de partida vamos a clasificar el macizo rocoso, el cual además de lo anteriormente expuesto estará basado en los siguientes factores:

- Propiedades de la matriz rocosa.
- Frecuencia y tipo de la discontinuidades, que definen el grado de fracturación, el tamaño y la forma de los bloques del macizo, sus propiedades hidrogeológicas, etc.
- Grado de meteorización o alteración.
- Estado de tensiones in situ.
- Presencia de agua.
- Grado de meteorización o alteración.
- Estado de tensiones in situ.

Los datos más característicos del macizo rocoso se pueden definir en los siguientes puntos, los datos se han obtenido mediante correlación de valores establecidos en tablas a partir de los datos obtenidos por Rahn, Walthan, Obert y Duball, Farmer e ISRM y mediante los datos ofrecidos el estudio de escenarios con similar litología.

MACIZO ROCOSO : MARGAS COMPACTAS	
Resistencia a compresión simple (Kp/cm <sup>2</sup> )	1400
Resistencia a tracción (Kp/ cm <sup>2</sup> )	120
Ángulo de fricción básico ( grados )	38º
Densidad (gr/ cm <sup>3</sup> )	2.5
Módulo de elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,1 (x 10 <sup>5</sup> )
Coeficiente de POISSON	0,09
Velocidad de las ondas P (m/s)	5500
Cohesión (Kg/cm <sup>3</sup> )	600

#### / Tipos de rotura susceptibles de análisis.

Un estudio de los materiales que van a conformar los taludes de la explotación minera, nos hace indicar por la experiencia acumulada en taludes sobre este tipo de materiales que el mecanismo de rotura va a depender en gran medida del grado de tectonización, es decir de las diaclasas o discontinuidades estructurales que hacen aumentar la permeabilidad, reducen la resistencia al corte y actúan como superficie de drenaje y plano potencial de rotura, al igual que las fallas, también va a depender de la litología, las tensiones regionales, la aceleración sísmica de las voladuras y otros factores. En este caso, y de acuerdo a una visión panorámica del macizo remanente sobre el que se va a iniciar la explotación de calizas, se trata de un talud de una altura de 9 metros de altura en su punto de máximo desnivel con un ángulo cercano a los 90º. Además se puede apreciar el grado de deterioro del macizo remanente por el empleo de explosivos como método de arranque, con una secuenciación y una selección de la carga que no ha ayudado a la conservación de dicho macizo remanente.

Así pues el estudio de este talud nos lleva a considerar los siguientes tipos de rotura del talud a la hora de calcular la estabilidad del mismo.

- Deslizamiento de pie o **rotura circular**, se trata de una rotura aproximadamente circular con su extremo inferior en el pie del talud.
- **Rotura plana** se produce a través de una única superficie plana, existe este riesgo por la existencia de una fractura dominante en la zona.

La hipótesis de rotura en cuña se ha considerado, si bien, el control de las posibles cuñas inestables dentro de los taludes de explotación, en el momento que se detecte su presencia se procederá al saneo del talud mediante medios mecánicos o por voladura para proceder a eliminar ese factor de riesgo en la explotación.

## / Análisis de estabilidad.

### Análisis frente a rotura circular

Se aplican de modo general a aquellas situaciones que pudieran generar problemas de inestabilidad. El pilar básico del proceso es la elección del denominado coeficiente de seguridad, que va a depender de la finalidad de la excavación y del carácter temporal o definitivo del talud, combinándose los aspectos de seguridad, costes de ejecución, consecuencias o riesgos asumibles ante la rotura.

En taludes permanentes, los coeficientes de seguridad a adoptar han de ser igual o superior a la unidad, dependiendo de la seguridad exigida o del nivel de confianza sobre los datos geotécnicos que intervienen en los cálculos.

Dichos análisis permiten el diseño geométrico de los taludes o las peores condiciones posibles para lograr el factor de seguridad exigido. Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico-matemático en el que interviene las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de seguridad. En principio usaremos como método de trabajo el método de equilibrio límite, es un método determinístico, que a partir de unas condiciones establecidas del talud indica la estabilidad o inestabilidad del mismo.

El método de equilibrio límite analiza el equilibrio de un amasa potencialmente inestable, y consiste en comparar las fuerzas tendentes al movimiento con las fuerzas resistentes que se oponen al mismo a lo largo de una determinada superficie de rotura. Se basan en:

- Selección de una superficie teórica de rotura del talud.
- El criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
- La definición de coeficiente de seguridad.

No sólo partiremos de estos supuesto, sino que además habremos de admitir una serie de hipótesis de partida diferentes, según el método de análisis elegido. En general se asumen las siguientes:

- La superficie de rotura debe ser postulada con una geometría tal que permita que ocurra el deslizamiento, es decir, que sea desde el punto de vista físico posible.
- La distribución de las fuerzas actuando en la superficie de rotura podrá ser computada usando datos conocidos.
- La resistencia se moviliza simultáneamente a lo largo de todo el plano de rotura.

Con estas condiciones, se establece en las ecuaciones del equilibrio entre las fuerzas que inducen el deslizamiento y las resistentes. Los análisis proporcionan el valor del coeficiente de seguridad del talud para la superficie analizada, referido al equilibrio estricto o límite entre las fuerzas que actúan. Es decir, el coeficiente F por el que deben dividirse las fuerzas tangenciales resistentes para alcanzar el equilibrio estricto:

$$F = \frac{\text{Fuerzas estabilizadoras}}{\text{Fuerzas desestabilizadoras}}$$

Una vez obtenido el coeficiente de seguridad de la superficie planteada, se preciso repetir el proceso con otras superficies de rotura, hasta que seamos capaces de encontrar aquella superficie que plante el menor coeficiente de seguridad, el cual se admite como superficie potencial de rotura del talud, y se toma como el correspondiente del talud en cuestión.

Las fuerzas actuando sobre un plano de rotura o deslizamiento potencial, suponiendo que no existen fuerzas externas sobre el talud, son las debidas al peso del materia,  $W$ , a la cohesión  $c$ , y a la fricción  $\phi$ , del plano. El coeficiente de seguridad viene dado por:

$$F = \frac{[R_c + R_\phi]}{S}$$

Donde:

$R_c$  = Fuerzas cohesivas =  $c A$

$R_\phi$  = Fuerzas de fricción =  $W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi$

$S$  = Fuerzas que tienden al deslizamiento =  $W \operatorname{sen} \alpha$

$A$  = Área del plano de rotura.

Existen varios métodos para el cálculo del coeficiente de seguridad por equilibrio límite, aplicados fundamentalmente a materiales como los que nos encontramos en la explotación minera. Utilizaremos para el cálculo de los taludes el Método de HOEK and BRAY, como primera aproximación, para el cálculo de la estabilidad frente a la rotura circular.

Basado en el método de Taylor o "método del círculo de rozamiento", a partir de una serie de cinco ábacos aplicables a cinco escenarios o hipótesis de trabajo que dependen de la posición relativa del nivel freático en el talud, que permiten el cálculo del coeficiente de seguridad de taludes en materiales arcillosos con rotura circular por el pie del talud. Se obtiene a partir de los datos geométricos del talud y de los parámetros resistentes del suelo.

Asumiéndose las siguientes hipótesis:

- El material del talud es homogéneo.
- Se considera la existencia de una grieta de tracción.
- La tensión normal se concentra en un único punto de la superficie de rotura..

Se trata de un procedimiento de cálculo del coeficiente de seguridad válido para la hipótesis de material homogéneo y geometrías sencillas. La metodología es la siguiente:

Se elige un tipo de escenario que es probable que se presente en la estructura a analizar. En nuestro caso, escogeremos el escenario número 1, como condición más desfavorable. A raíz de la elección de este modelo tomaremos el ábaco correspondiente.

ƒ **Taludes de explotación.**

Los parámetros físico resistentes de la arena feldespática se pueden considerar:

Angulo de Fricción  $\phi = 22^\circ$

Cohesión  $C = 4,5 \text{ tn/m}^2$

Peso Volumetrico  $\gamma = 1,95 \text{ tn/m}^3$

Parametro de Explotación:

H =Altura del talud. Consideraremos una altura de 8,0 metros de altura máxima de los taludes de explotación (banco).

F = Factor de Seguridad adoptado = 1,3 en nuestro caso.

En primer lugar calcularemos los siguientes coeficiente adimensional con los datos ya conocidos:

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi'}$$

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot F}$$

$$\frac{\tan \phi}{F}$$

Obtenemos lo siguiente:

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi} \cong 0,7139$$

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot F} \cong 0,2218$$

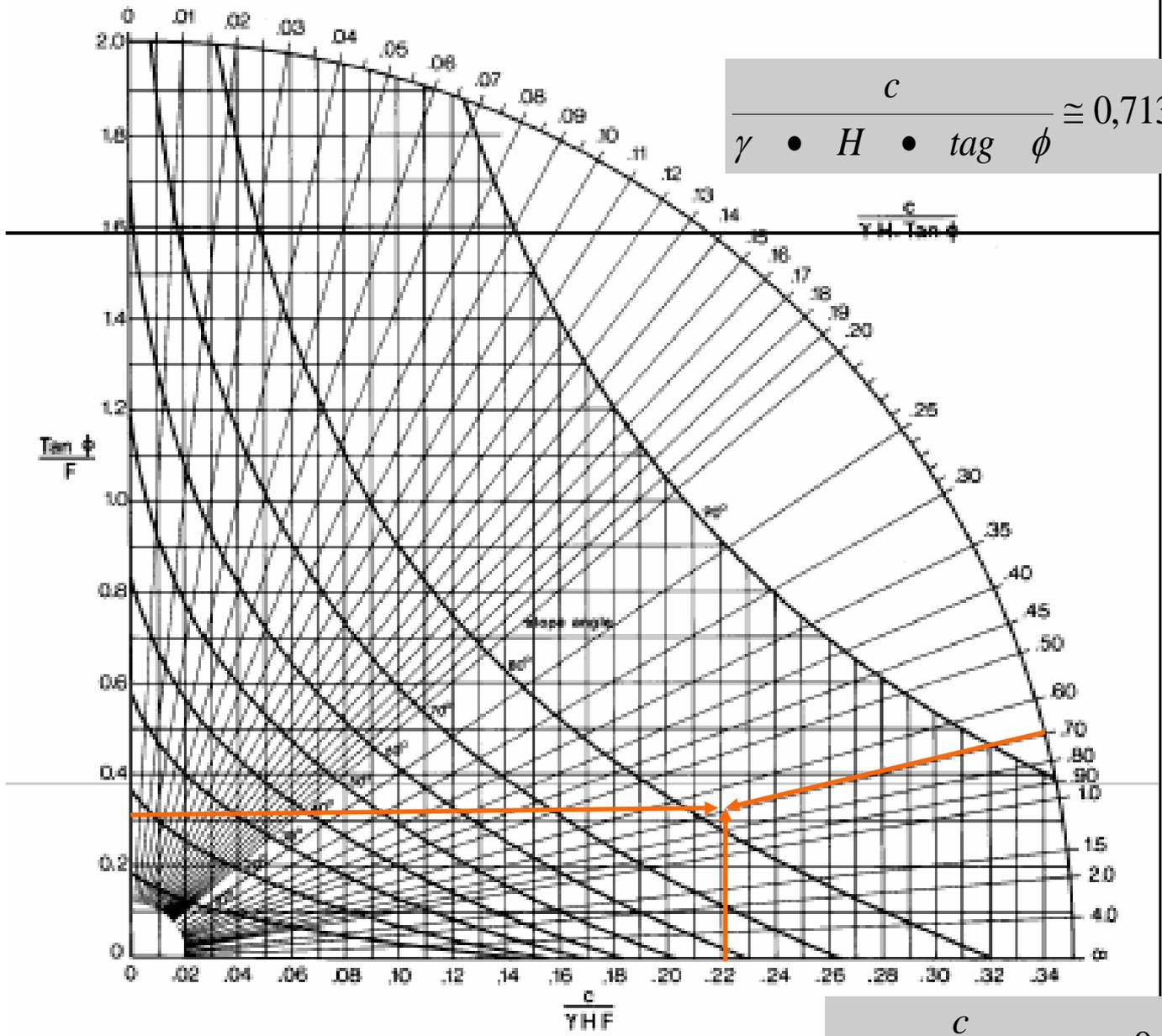
$$\frac{\tan \phi}{F} \cong 0,3107$$

La metodología establecida por Hoek and Bray establece 5 tipos de ábaco en base a la saturación de agua del talud. En nuestro caso aplicaremos al caso 1 y 2 en base a la posibilidad de que se corte agua en la base del talud final.

Condiciones del flujo de agua subterránea	Ábaco
 <p data-bbox="343 481 997 533">Talud seco – completamente drenado</p>	1
 <p data-bbox="343 705 997 779">Salida del agua a 1/8 de la altura del talud</p>	2
 <p data-bbox="343 940 997 1014">Salida del agua a 1/4 de la altura del talud</p>	3
 <p data-bbox="343 1176 997 1261">Salida del agua a 1/2 de la altura del talud</p>	4
 <p data-bbox="343 1411 997 1489">Talud completamente saturado con recarga superficial continuada</p>	5

Con los datos obtenidos acudimos a los dos ábacos correspondientes.

$$\frac{\tan \phi}{F} \cong 0,3107$$

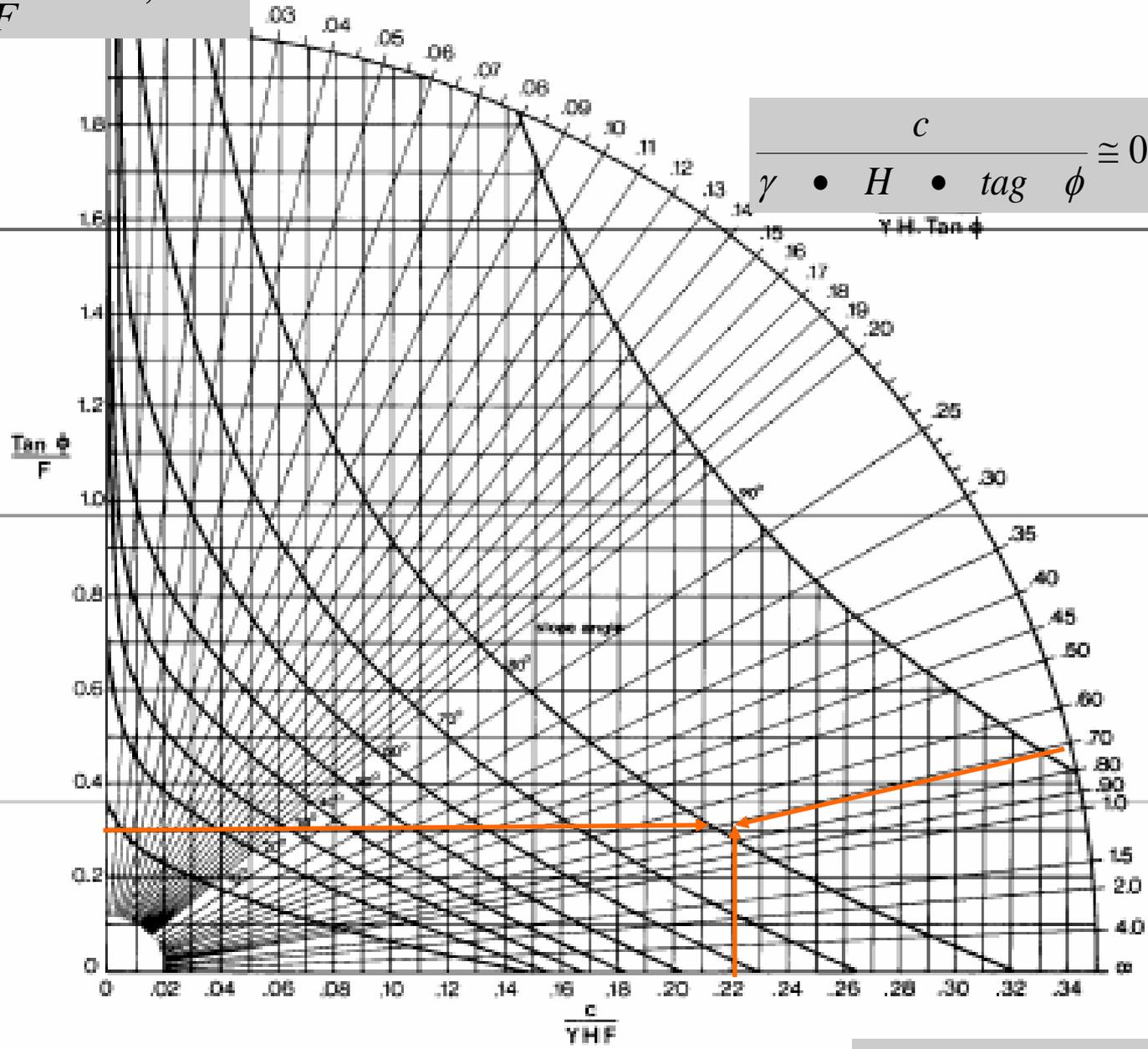


$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi} \cong 0,7139$$

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot F} \cong 0,2218$$

Ábaco N° 1 de Hoek y Bray

$$\frac{g \cdot \phi}{F} \cong 0,3107$$



$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi} \cong 0,7139$$

$$\frac{c}{\gamma \cdot H \cdot F} \cong 0,2218$$

Ábaco Nº 2 de Hoek y Bray

## TALUDES DE CARA DE BANCO.

En líneas generales, podemos decir que el ángulo de la cara del banco es función de tres factores que ya se han descrito en epígrafes precedentes, si bien la importancia de dichos factores obliga a recurrir en recordar estos factores:

- Tipo de material.
- Disposición del material.
- Altura de banco.

En nuestro caso, la capacidad portante y resistencia de las arcillas y yesos que conforman la explotación resulta suficiente para permitir realizar unos ángulos de banco casi verticales, de modo que ajustaremos las condiciones de trabajo a un talud entre 90 y 86º que con la altura de talud entorno a los 2,5 metros permitirá un rendimiento óptimo en la ejecución de la explotación y un incremento muy considerable en las medidas de seguridad del talud.

Además, en la mayor parte de las zonas el macizo se encuentra bastante sano con escasas o nulas fracturas, y las direcciones de discontinuidades se extienden paralelamente a la línea que definiría el largo del frente de explotación. Son estas unas condiciones favorables para permitir un rendimiento y seguridad óptimos tanto en el trabajo como en el saneo del talud resultante. En cuanto a las condiciones de estabilidad se han analizado convenientemente en el apartado anterior.

En cuanto a la altura de banco, esta viene íntimamente relacionada con el tipo de maquinaria de arranque que se emplee (tipo retro) el tipo de maquinaria prevista hace que debamos operar con un talud de entre 7 y 8 metros, puesto que estas alturas de banco van a permitir unas condiciones de ejecución de trabajo que rentabilicen dicha operación.

El talud final para una altura de 8 metros es de 50º.

### 3.14.- DINÁMICA DE EXPLOTACIÓN

#### 3.14.1 DINAMICA DE EXPLOTACIÓN.

El concepto general de la dinámica de explotación proyectada para la explotación minera, será la afección mínima necesaria de aquella superficie imprescindible para el desarrollo de la fase de explotación de acuerdo a los parámetros programados.

Por tanto no se procederá al desbroce y retirada de la vegetación de toda la superficie prevista a afectar en los años previstos, sino que se irá desarrollando poco a poco estas labores de preparación minera conforme se necesite operar en los distintos paneles o escombrera exterior.

La Dinámica de Explotación empieza con el desbroce de la vegetación y la retirada de Tierra Vegetal. Posteriormente se desarrolla la explotación del mineral con el desescombro de la intercalaciones de estériles que existan, posteriormente el relleno del hueco creado con materiales estériles propios de una fase posterior y finalmente el extendido de la tierra vegetal retirada previamente sobre la superficie ya rellenada.

La explotación quedará dividida en dos fases. La primera fase nos indicará el verdadero potencial del yacimiento en base a la calidad del mineral (ya hemos dicho que el alabastro es un mineral muy inestable a su calidad en el filón). Si la calidad no fuera correcta, se desecharía la segunda fase y el proyecto acabaría con la primera fase. En el supuesto de que la calidad fuera correcta se procedería a iniciar la segunda fase.

La evolución de la explotación, así como los volúmenes extraídos se recogerá en el proyecto definitivo una vez se disponga de la Declaración de Impacto Ambiental que regule la superficie y los parámetros ambientales de su explotación.

No obstante y salvo que exista una referencia en contrario en la DIA que se obtenga en el trámite ambiental, se propone por parte del promotor iniciar la actividad en la fase 1 hasta finalizarla, para posteriormente iniciar la fase 2 y finalizarla.

Lo más apropiado es iniciar por la zona Sur, en dirección Norte y continuar el filón hacia el norte. Vertiendo los primeros estériles en las zonas ya explotadas y degradadas del Sur de la concesión minera DANIEL

### 3.15.- UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS

Debido a las características del entorno de la explotación es posible desde el principio la transferencia de los materiales directamente desde su ubicación original a la definitiva, considerando esta las zonas degradadas actualmente.

Se restaurará inicialmente la zona NO productiva existente al sur.

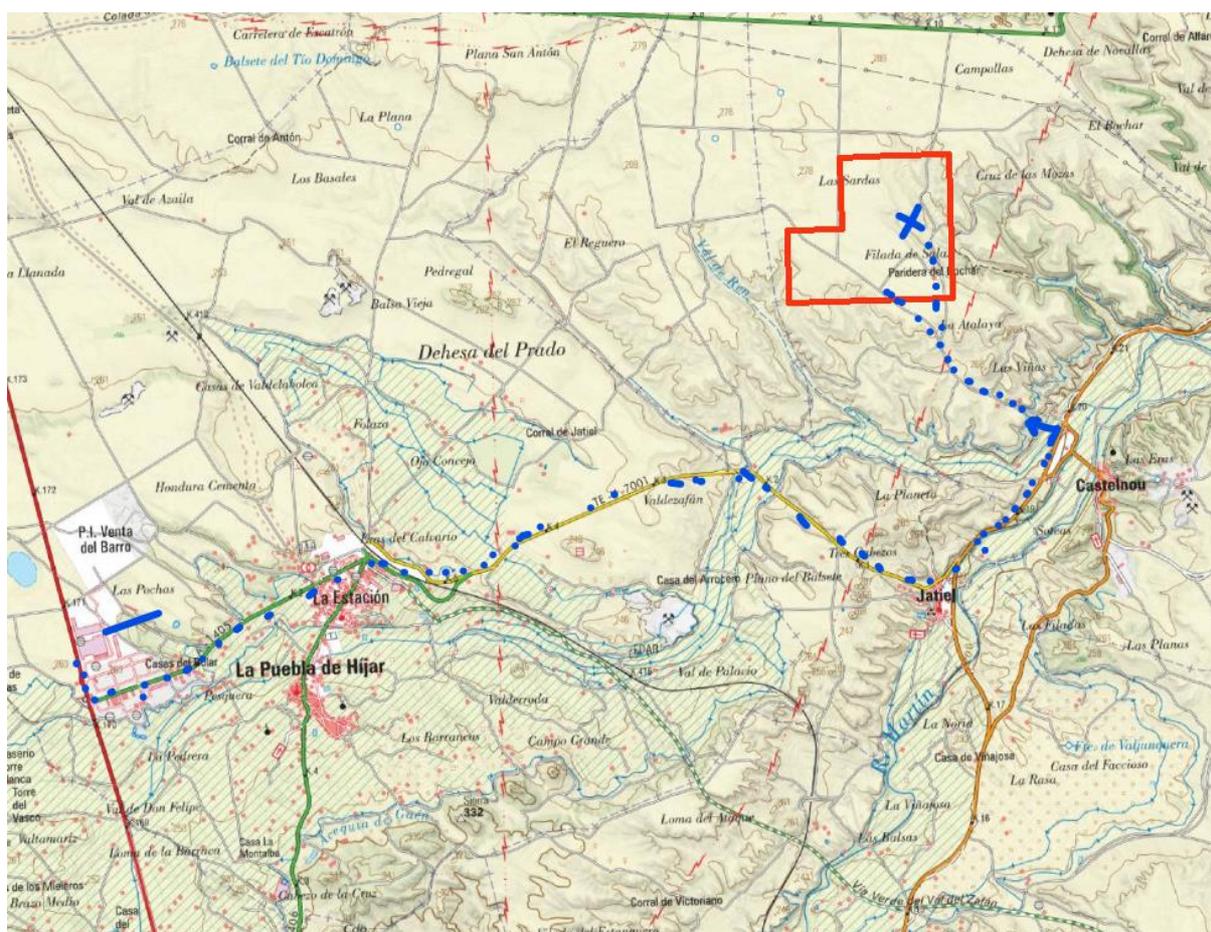




### 3.16.- ACCESOS A LA EXPLOTACIÓN.

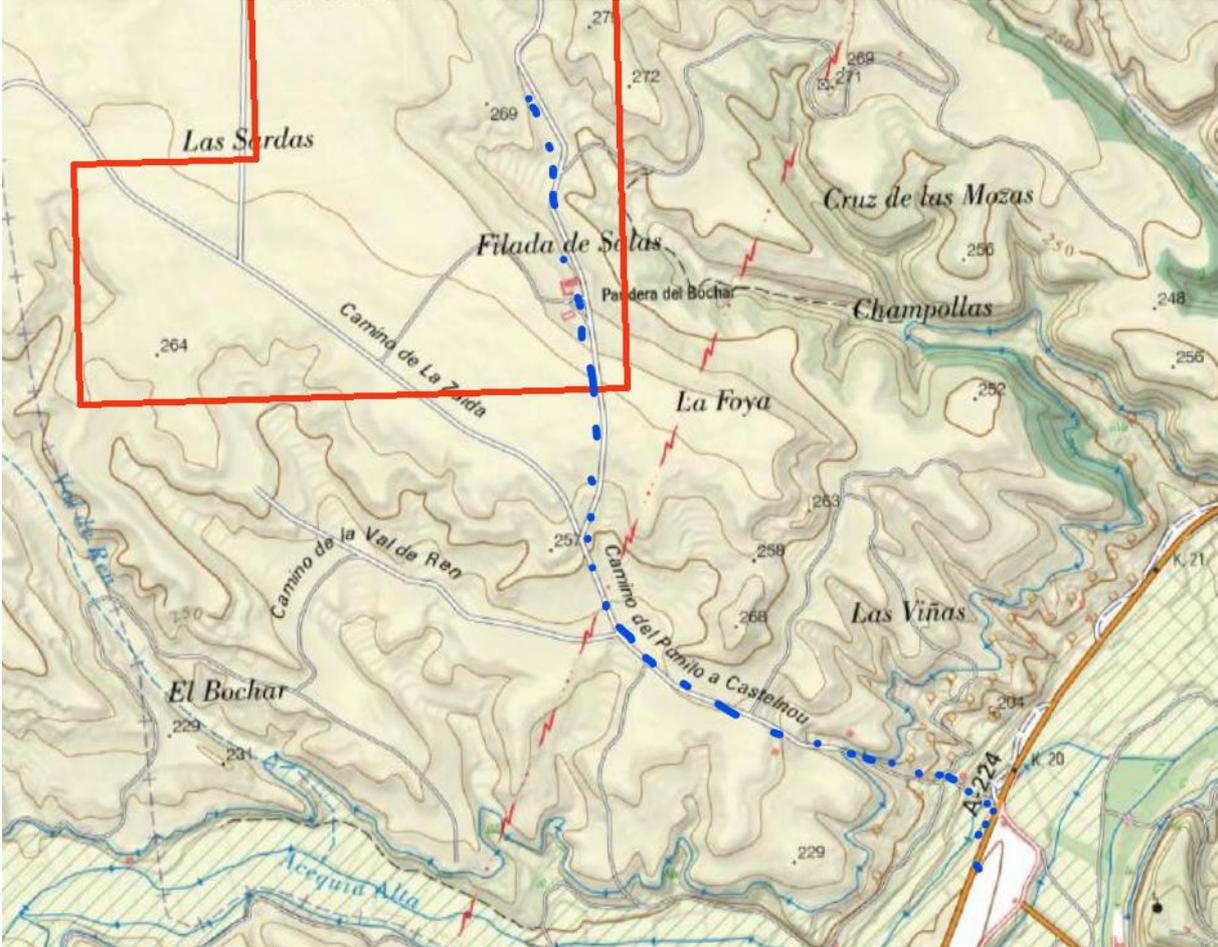
#### 3.16.1 ACCESOS A LA EXPLOTACIÓN

El acceso desde la ciudad de Zaragoza se realiza por la carretera nacional N-232 (dirección Alcañiz). Hasta el cruce de La Puebla de Híjar con la A-1405, pasado la pedanía de La Estación (La Puebla de Híjar) con dirección a Jatiel, pasamos Jatiel con dirección Castelnou, y justo en frente del cruce de entrada a la población de Castelnou desviarse a la izquierda, dicho camino nos lleva hasta la zona de explotación..



En la salida de La Estación de La Puebla, cogemos la carretera TE-V-7001 y luego la A-224 en el punto kilométrico 20 sale un camino a la izquierda que nos lleva hasta el centro de la Concesión Minera solicitada.

Se observa mejor en la imagen inferior.



### **3.17.- INSTALACIONES.**

#### **3.17.1 ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO.**

En la zona de explotación no va ser necesaria la construcción de ningún tipo de instalación debido a que todas las labores de "valorización" del recurso se realizarán en la planta de tratamiento que la empresa tiene en la localidad de La Puebla de Híjar.

#### **3.17.2 TALLERES DE MANTENIMIENTO.**

Las posibles averías importantes de la maquinaria será resuelta por personal de mantenimiento de las casas comerciales de la propia maquinaria.

No será necesaria la instalación de ninguna infraestructura para los trabajadores debido a su reducido número, ni como alcen de combustibles o lubricantes.

#### **3.17.3 OTROS SERVICIOS.**

Este proceso no requiere de ninguna instalación adicional en la zona de proyecto. Así, con la apertura de la nueva explotación no va ser necesario la construcción de ninguna estructura o instalación relacionada con la labor extractiva.

# 4.- ESTUDIO DEL MEDIO FISICO.

#### 4.1. GEOLOGÍA

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA; ACCESOS, LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA; RÍOS, ARROYOS

Desde el punto de vista geográfico, la zona donde se localiza la C.D. " DANIEL", pertenece a la comarca de Bajo Martín, que se encuentra en la parte Nort-oriental de la provincia de Teruel. El Término Municipal afectado es La Puebla de Híjar

La zona de interés se encuentra situada en una zona alomada, atravesada por varios barrancos que confluyen en un barranco fondo plano. Presenta laderas de pendientes suaves a moderadas y las zonas de coronación de los relieves son prácticamente llanas.

Desde el punto de vista geológico, la región se encuentra ubicada en el sector central de la Cuenca Terciaria del Ebro.

La disposición estructural de esta zona es muy sencilla, disponiéndose materiales horizontales. Existe una banda levemente basculada (buzamientos de 3-5º hacia el NNE), de dirección E-W, que constituye el flanco meridional de un sinclinal laxo. El resto de deformaciones tectónicas existentes corresponden a fallas normales normales y fracturas que afectan a los materiales oligo-miocenos.

Los materiales aflorantes en toda la zona corresponden a materiales terciarios (oligocenos-miocenos) y cuaternarios.

La serie litoestratigráfica de los afloramientos existentes en el entorno general se sintetizan a continuación:

##### TERCIARIO 7 OLIGOCENO

Unidad Mequinenza-Ballobar:

Se trata de una unidad detrítica que evoluciona hacia condiciones lacustre-palustres carbonatadas.

**Arcillas con intercalaciones de areniscas y calizas (*Chattiense*):** se encuentra circunscrita en las laderas. Compuesta en el tramos inferior por yesiarenitas de grano fino y medio, estratificadas en bancos de 0,5 a 1,5 m, alterantes con niveles de arcillas ocre y rojizas con nódulos de yeso secundario. El tramo superior está formado por arcillas anaranjadas y ocre con nódulos de yeso, presentando intercalaciones de areniscas yesíferas de grano medio, así como niveles de calcisiltitas beige y yesos tabulares.

**Calizas en bancos y yesos tabulares (*Chattiense*):** Unidad formada por calizas micríticas con juntas margosas e intercalaciones de yeso tabular alabastrino, seguidos de 5 m de canales yesiareníticos y arcillas anaranjadas y terminando con una alternancia de calcisiltitas tableadas y yesos alabastrinos verdosos.

**Calizas y margas verdosas (Chattiense):** Constituida por calizas micríticas de color crema, alternantes con margas verdes. Presenta restos de ostrácodos, carofitas y gasterópodos.

CUATERNARIO- PLESITOCENO-HOLOCENO

**Cantos y gravas. Terrazas:** Corresponden a los sucesivos niveles de sedimentos fluviales depositados por el río Ebro. Presentan espesores comprendidos entre 3 y 8 m. Están formados por cantos y gravas polimícticos y clastosoportados e imbricados. Pueden intercalar localmente niveles de hasta 3 m de yesiarenitas y limos con estructuras de corriente (laminización cruzada planar), además de bases erosivas con depósitos residuales de cantos. Los niveles de terraza más altos presentan cementaciones de carbonato cálcico.

HOLOCENO

**Gravas, arenas, limos y arcillas. Fondos de vale:** Los fondos de vale están constituidos por cantos de naturaleza calcárea y yesífera, subangulosos a subredondeados, organizados en bolsas e hiladas con textura fango-soportada, dentro de una matriz de arenas y arcillas. Presenta una dinámica de aportes mixta, entre aluvial y de laderas.

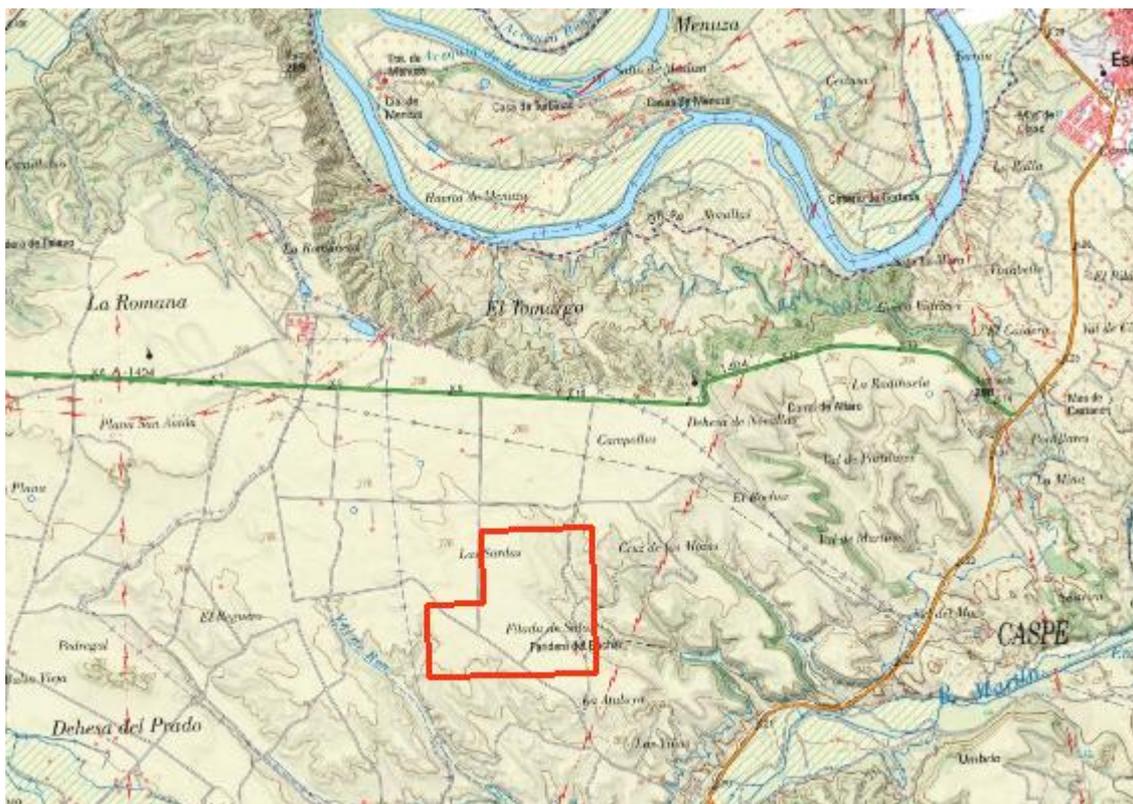
#### **4.2. HIDROLOGÍA e HIDROGEOLOGÍA**

Se denomina hidrología a la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre.

Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

##### **Hidrología superficial**

En el ámbito de estudio no se localiza cursos fluviales de importancia próximos. El más cercano es el Río Aguasvivas Y el Río Ebro.



Según los datos presentes en el estudio "Elaboración de mapas de susceptibilidad de movimientos de ladera, colapsos, vientos fuertes e inundaciones esporádicas en Aragón", existen tres tipos de susceptibilidad de riesgos por inundaciones esporádicas, en función de la situación de las diferentes áreas con respecto a masas de agua y de la litología dominante:

- El nivel de susceptibilidad alta va asociado a formaciones geomorfológicas situadas en el propio cauce o sus proximidades y se corresponden con materiales propios de sedimentación del sistema fluvial con datación relativamente reciente. Esto implica que son zonas del territorio por los que es probable el flujo de agua en situaciones de precipitaciones elevadas.
- El nivel de susceptibilidad media está asociado a formaciones geomorfológicas relacionadas con el flujo de agua, pero con una datación geológica menos reciente (terrazas de segundo orden), que suelen estar más alejadas del cauce y cuya probabilidad de flujo de agua en avenidas es mucho menor a las zonas de susceptibilidad alta.
- Las zonas de susceptibilidad baja se corresponden con lugares del territorio donde es poco probable el riesgo de inundación con origen en el flujo de agua circulante por los ríos, estando más alejadas de los cauces.

La zona de estudio se encuentra en zona de **susceptibilidad BAJA**.

### Hidrogeología

El proyecto minero no afecta a ninguna cuenca subterránea, en cuanto a circulación y captación de aguas.

#### **4.3.- RECURSOS MINERALES**

La mayor parte de los recursos minerales existentes en el entorno de la explotación, están constituidos por Alabastro, pertenecientes a depósitos desarrollados en las márgenes del curso del río Ebro.

Las explotaciones son, en general, de pequeña envergadura y la extracción se realiza en frentes a cielo abierto.

Dada las características particulares de la demanda de estos productos como piedra ornamental, las explotaciones presentan un carácter intermitente en cuanto a su continuidad, ya que los mercados van cambiando y por tanto es imprescindible tener accesible la piedra que el mercado demanda.

#### **4.4.- PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO**

El más próximo es el meandros del río Ebro a unos 4 Km al Nort-este.

Por tanto no existe ninguna afección al PIG indicado.

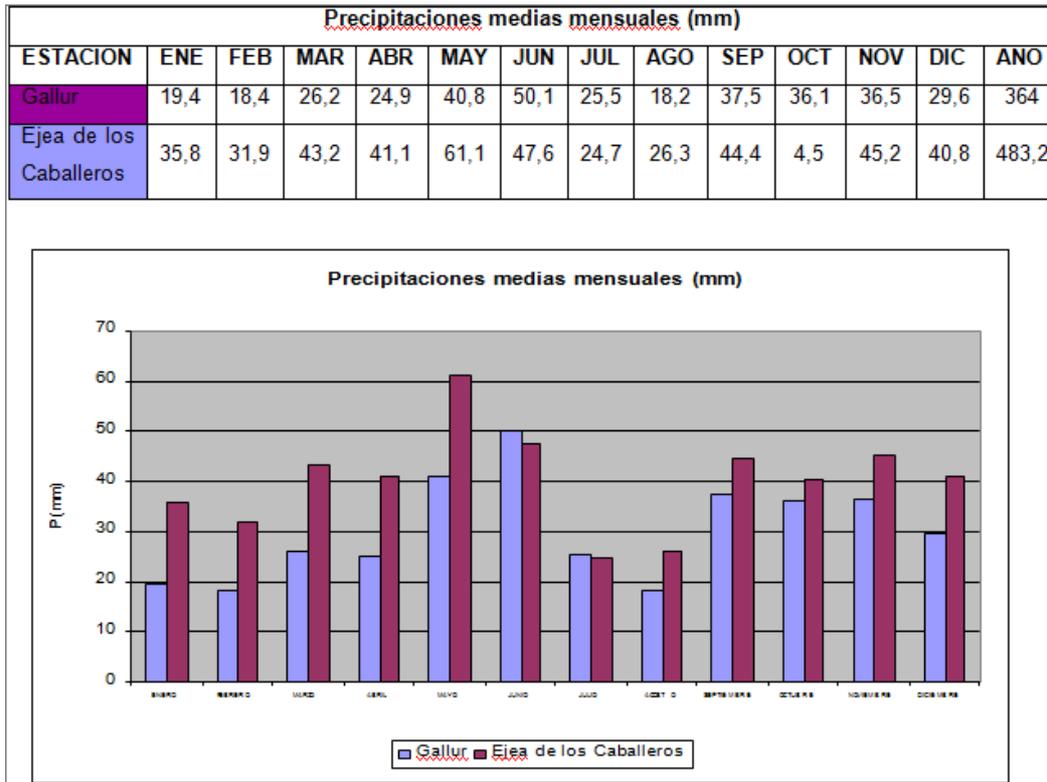
#### **4.5.- CLIMATOLOGÍA**

El análisis climático, constituye una pieza fundamental y preliminar para cualquier enfoque del medio físico, pues no puede dar una idea de lo que son las condiciones naturales de la evolución del medio y de aquellos factores que lo hacen limitante.

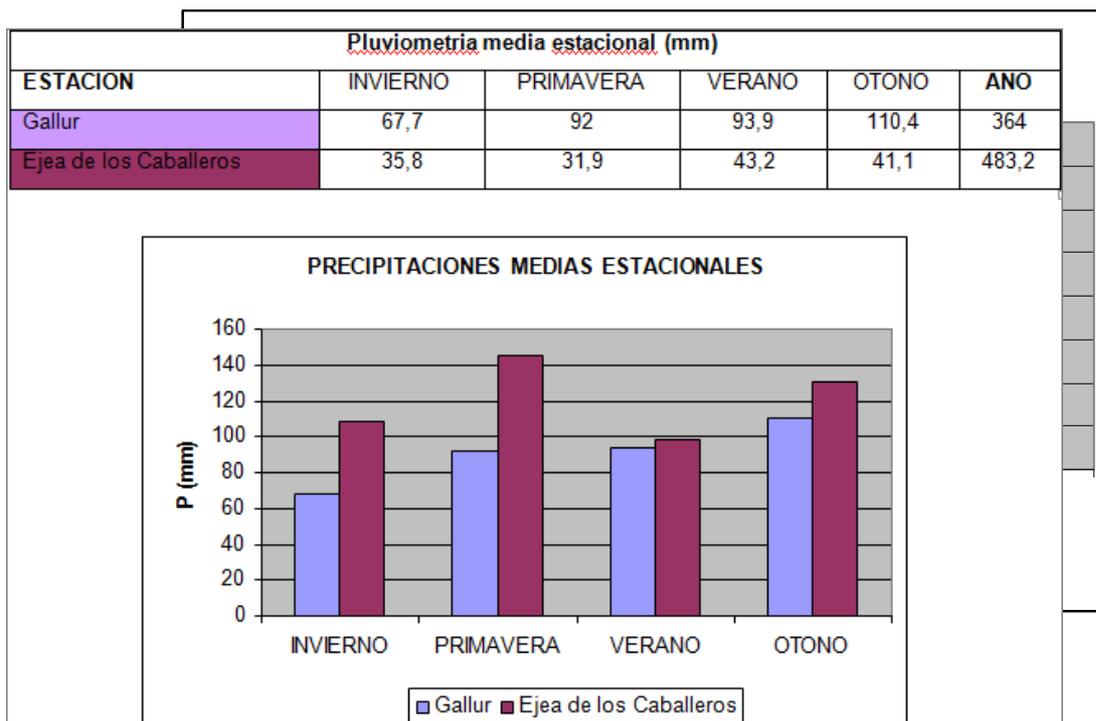
##### **4.5.1.- Precipitaciones**

La precipitación media de la zona puede estimarse entre 364 y 483 mm anuales.

Los valores medios obtenidos para las estaciones consideradas, se exponen en el siguiente cuadro:



En todos los casos se observa un incremento de la precipitación en los meses de primavera, para disminuir posteriormente en los meses estivales, donde se alcanzan unos mínimos entre 24,7 y 18,2 mm, recuperándose posteriormente en los meses de otoño y disminuyendo nuevamente en el invierno. En Gallur, el otoño es la estación más lluviosa del año, mientras que en Ejea lo es la primavera.

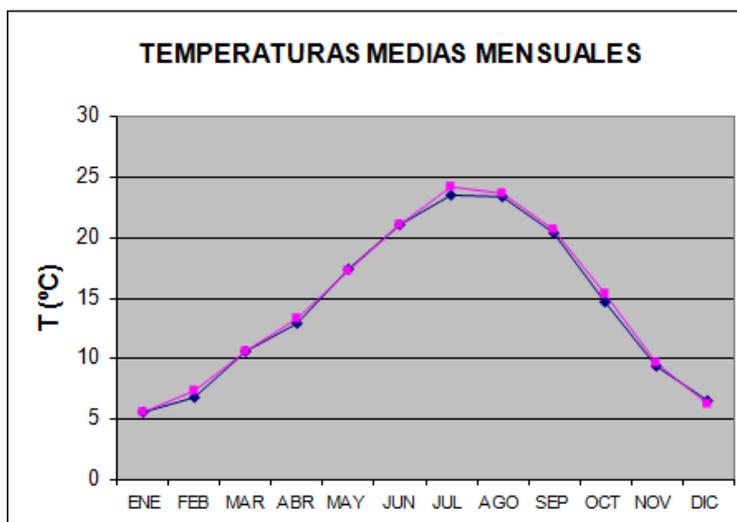


Como puede observarse, la distribución anual de las precipitaciones no es excesivamente acusada, si exceptuamos el verano, alcanzándose en el invierno valores entre el 18,6 y el 22,5 % de las precipitaciones totales; la primavera abarca entre el 25 y el 30% y el otoño entre el 27% y el 30%. El verano es la estación mas seca, con valores entre el 20 y el 26% de las precipitaciones medias anuales.

Es característico de todas las estaciones analizadas, las bajas precipitaciones observadas en los meses de Julio y Agosto, los más secos del año respectivamente

**4.5.2.- Temperaturas**

Temperaturas medias mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
5,5	6,8	10,6	12,9	17,4	21,1	23,5	23,3	20,4	14,7	9,4	6,5	14,3
5,6	7,3	10,6	13,3	17,2	21,1	24,1	23,6	20,6	15,3	9,6	6,3	14,6



En todas las estaciones, las temperaturas más bajas se registran en los meses de invierno, con una mínima de las medias en el mes de Enero entre 5 y 6º C. Los valores máximos de las medias mensuales corresponden al mes de julio, registrándose valores comprendidos entre los 23 y 24ºC

La altitud modifica el clima mediterráneo continental característico de la Depresión del Ebro y lo aleja de la extrema aridez que lo caracteriza. Por eso, a medida que ascendemos en cota, además de gozar de una mayor pluviosidad, estas zonas no se encuentran sujetas a temperaturas tan extremas, que traen consigo las situaciones de inversión térmica. Debido a ello y al efecto de una mayor influencia atlántica, se produce la existencia de un clima menos riguroso.

La duración del periodo frío se establece sobre la base del criterio de L. Emberger que considera como tal el compuesto por el conjunto de meses con riesgo de heladas o meses fríos, entendiendo por tal, aquel en el que la temperatura media de las mínimas es menor de 7ºC. La intensidad de ese periodo viene medida por el valor que toma la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Temperaturas mínimas medias mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
1,8	2,4	5,1	7,4	11,1	14,5	16,6	16,8	14,7	9,9	5,4	3,2	9,1

Temperaturas medias de mínimas absolutas mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
-3,3	-3,2	-0,5	2,1	5,5	9,7	11,9	12	9,6	3,8	-1,3	-2,9	-5,3

Duración media del periodo frío (meses)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
												5 meses

Puede establecerse para la zona en cuestión una duración media del periodo frío de 5 meses

Así mismo, se define el periodo cálido, como aquel en el que las altas temperaturas provocan una descompensación en la fisiología de la planta, o se produce la destrucción de alguno de sus tejidos o células.

Para establecer la duración se han determinado los meses en los que las temperaturas medias de las máximas alcanzan valores superiores a los 30°C.

Temperaturas máximas medias mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
9	11,1	15,8	18,3	23,7	27,6	30,3	29,7	25,8	19,4	13,4	9,6	19,5

Temperaturas medias de máximas absolutas mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
9	11,1	15,8	18,3	23,7	27,6	30,3	29,7	25,8	19,4	13,4	9,6	19,5

Temperaturas medias de máximas absolutas mensuales (°C)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
15,5	17,1	22,7	25,1	30,3	34,8	36,6	35,7	32,1	25,2	19,3	15,3	37,8

El mes en el que se alcanzan los valores más altos de las temperaturas máximas es el de julio, estableciéndose un valor medio de las máximas de 30-31°C para la zona entorno a Tauste, según el análisis de las isotermas correspondientes.

#### **4.5.3.- Evapotranspiración potencial**

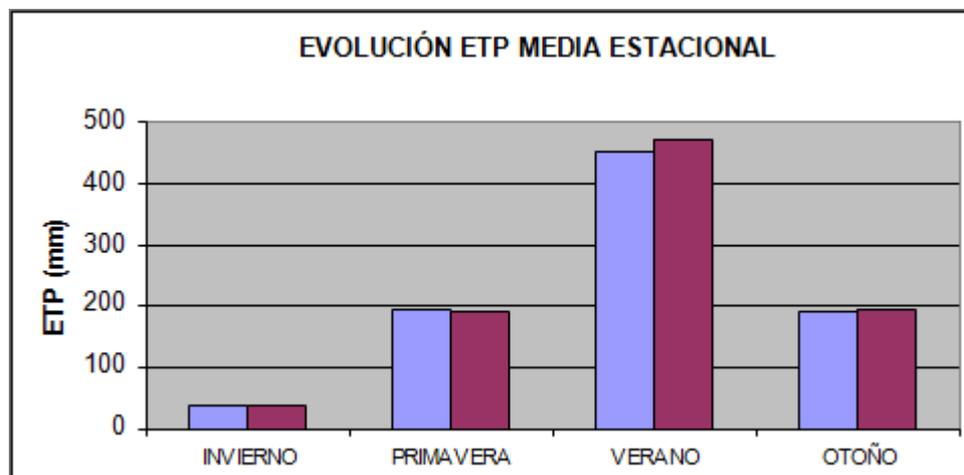
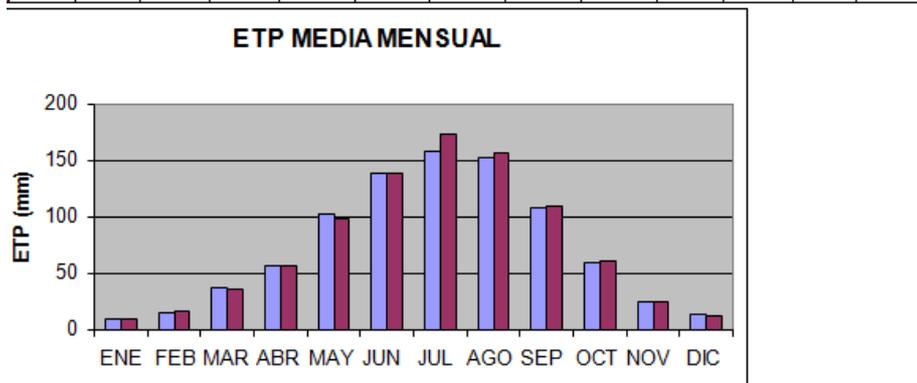
Una parte del agua que llega a la tierra por precipitaciones es devuelta a la atmósfera bien a través de la evaporación de la misma o bien indirectamente por la transpiración de las plantas. El término evapotranspiración se utiliza para englobar a estos dos procesos, siendo la evapotranspiración potencial un límite superior para la evaporación real, que es la que realmente retorna a la atmósfera.

Se ha evaluado la evapotranspiración potencial mensual siguiendo el método de

Thornthwaite, que se basa en la temperatura media mensual y la latitud del lugar.

En todas las estaciones evaluadas, la evapotranspiración media anual alcanza un valor más alto en los meses estivales, con unos máximos en el mes de Julio entre 160 y 174 mm, correspondiendo el mínimo a los meses de invierno, con valores entorno a los 10mm.

Evapotranspiración potencial media mensual (mm)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANO
10,4	15,3	37,8	56,6	102,1	139,5	158,1	152,2	107,8	59,1	24,8	13,4	877
10,2	16	36,5	57,6	98,7	139	174,2	156,5	109,5	61,5	24,7	12	896,4



#### 4.5.4.- Balance hídrico

Para evaluar la evapotranspiración real de una zona es necesario establecer el balance hídrico de la misma. Este se basa en que la precipitación es igual a la evapotranspiración real más los excedentes de agua (escorrentía o infiltración) y el incremento en la reserva de agua utilizable por las plantas. Como ya se ha comentado, la ETP es un límite superior para la ETR, por lo que siempre se verificará que  $ETR \leq ETP$ .

Se ha realizado la ficha hídrica correspondiente a la estación de Gallur siguiendo el método de Thornthwaite y suponiendo una capacidad de retención de agua por el suelo máxima de 50mm.

MES	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANO
P	37,5	36,1	36,5	29,6	19,4	18,4	26,2	24,9	40,8	50,1	25,5	18,2	364
ETP	107,8	59,1	24,8	13,4	10,4	15,3	37,8	56,6	102,1	139,5	158,1	152,2	877
P-EP	-70,3	-23	11,7	16,2	9	3,1	-11,6	-31,7	-61,3	-89,4	-132,6	-134	-513
Var.Res	0	0	11,7	16,2	9	3,1	-11,6	-28,4	0	0	0	0	
Reserva	0	0	11,7	27,9	36,9	40	28,4	0	0	0	0	0	
Evap.real	37,5	36,1	24,8	13,4	10,4	15,3	37,8	53,3	40,8	50,1	25,5	18,2	364
Déficit	70,3	23	0	0	0	0	0	3,3	61,3	89,4	132,6	134	513,9
Excedente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La evolución de las reservas a lo largo del año queda marcada fundamentalmente por la ETP de los meses de verano, especialmente de Julio y Agosto.

Estos altos valores de EPT coinciden con un periodo de escasa precipitación, lo que produce el agotamiento de las reservas de agua del suelo durante buena parte del año, y una reducción de la evapotranspiración real a valores inferiores a los de la ETP.

A partir de marzo es ya necesario empezar a utilizar agua de la reserva del suelo, igualándose la ETR a la ETP.

En abril la reserva está ya agotada, por lo que la ETR se iguala a la precipitación durante los meses de mayo a octubre, meses con déficit acusado.

Aparece un déficit considerable, que aumenta en agosto hasta alcanzar los 134mm.

En total se acumula un déficit de 513,9mm, para comenzar a partir de noviembre el proceso de llenado de la reserva, que no llega a alcanzar la capacidad supuesta de 50mm, por lo tanto, no se permite la existencia de excesos de agua

A partir de la ficha hídrica puede calcularse el índice de humedad (Ih), aridez (Ia) e hídrico (Im) según Thornthwaite, a partir de las fórmulas siguientes:

$$Ih = 100 \times (P - ETR / ETP)$$

$$Ia = 100 \times (ETP - ETR) / ETP$$

$$Im = Ih - 0,6 \times Ia$$

Por lo tanto, obtenemos:

$$Ih = 0$$

$$Ia = 58,5$$

$$Im = -35,1$$

Los valores del Ih llegan a ser cero en la Depresión, salvo zonas donde exista un pequeño excedente de agua en enero y febrero, donde se alcanzan valores de entre 2 y 4

Estas cifras tan bajas dominan también en el Piedemonte centro-oriental, mientras que en el Piedemonte occidental, los valores son muy superiores

Los valores mayores de aridez, según el índice Ia, se encuentran en las zonas cercanas a la Depresión, donde se alcanzan valores superiores a 50; descendiendo mucho cuando nos adentramos en el Piedemonte y hacia las Sierras.

Los valores de Im, oscilan entre -28 y -40 en la Depresión, mientras que el Piedemonte se sitúan sobre -25. Las cifras positivas que delimitan las zonas húmedas, se emplazan en el Piedemonte occidental y ya en las sierras elevadas.

También se ha determinado la ETR mediante las fórmulas empíricas de Turc y Coutagne, obteniendo los siguientes resultados.

ETR (TURC)	ETR (COUTAGNE)	ETR (MEDIA)
346	317	331
473	443	458

Como puede observarse, existe discrepancia de resultados entre ambas fórmulas y por ello se ha tomado el promedio de los dos valores obtenidos.

De los resultados presentes se deduce que entre el 91 y el 94% de las precipitaciones caídas es agua evapotranspirada.

Una parte de las precipitaciones que no son evapotranspiradas dará lugar a escorrentía, constituyendo lo que se denomina lluvia útil o lluvia eficaz.

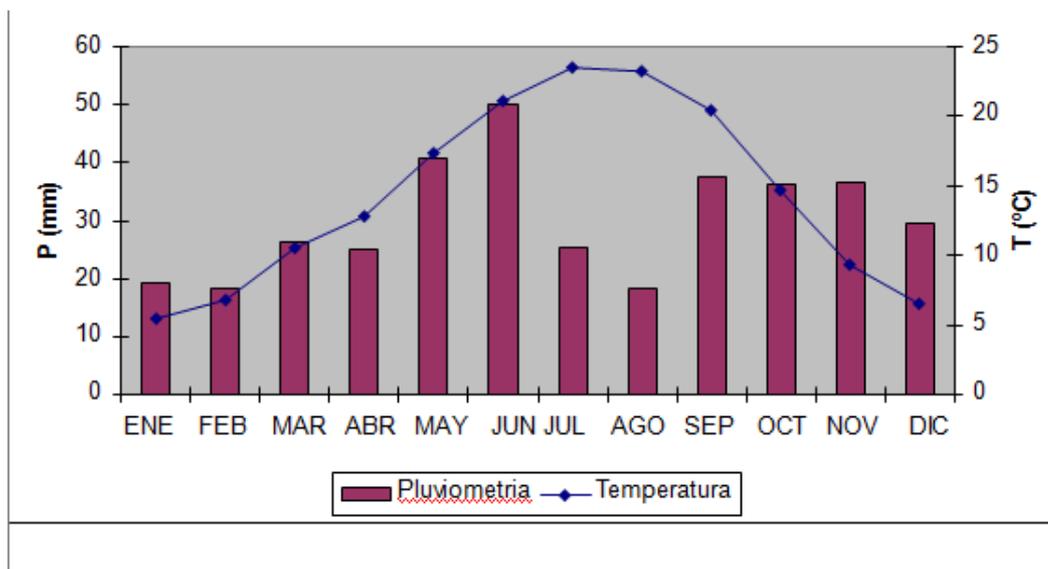
De una forma rápida y aproximada puede calcularse restando al volumen de agua caído el evapotranspirado.

P (mm)	ETR MEDIA (mm)	Lle (mm)
362	331	31,0
483,2	458	25,2

Son solamente valores teóricos orientativos, puesto que la lluvia eficaz varía dentro de una misma zona o cuenca en función de la litología y la topografía de la zona además de los parámetros climatológicos.

#### **4.5.5.- Gráficos de walter lieth**

A partir de los datos correspondientes a precipitación y temperatura se construyen los diagramas ombrotérmicos correspondientes, valorando los meses de déficit hídrico como aquellos en los que la curva de temperatura supera a la de precipitaciones, y a la inversa en el caso de los meses sin déficit hídrico.



#### 4.5.6.- Vientos

Para analizar el régimen de vientos se ha recurrido a los datos correspondientes a la estación meteorológica de Zaragoza "Aeropuerto" y a la estación meteorológica de la central Térmica de Andorra por ser las que disponen de mejores datos.

Torre meteorológica C.T. de Andorra						
Vientos dominantes % anual						
Dirección	1985	1986	1987	1988	1989	Media
W	15.22	15.67	15.00	17.23	14.29	15.24
WNW	19.98	19.64	17.44	15.21	14.59	17.05
NW	13.20	15.79	16.15	11.70	15.34	14.09

La rosa de viento anual de frecuencias medias tiene un predominio del viento de dirección WNW llamado Cierzo, característico por su sequedad, siendo el habitual durante todo el año con un 17% de las frecuencias seguido de los rumbos adyacentes NW y W, copando entre los tres el 46% del total de observaciones. El flujo del Cierzo se presenta como consecuencia del gradiente de presión existente entre el Cantábrico y el Mediterráneo. El cauce orográfico natural de las cordilleras Ibérica y Pirenaica canaliza el viento saliente del anticiclón hacia el sumidero de la borrasca mediterránea.

Como direcciones secundarias, la mitad de habituales que las anteriores, son los rumbos E y ESE, situaciones del llamado Bochorno (viento opuesto al Cierzo proveniente del Mediterráneo, mucho menos persistente con tendencia a debilitarse y frecuentemente ser interrumpido por periodos de calma).

Las demás direcciones del viento son muy poco frecuentes y, por regla general, parecen corresponder a situaciones de transición. Las calmas no resultan una situación habitual.

Según datos de la estación meteorológica Zaragoza-Aeropuerto, la velocidad media mensual es de 11 km/h con medias de 25km/h asociadas al rumbo NW, como valor máximo, y de 4 km/h en los rumbos menos frecuentes NNE y NE.

Tenemos por lo tanto, una situación predominante de componente WNW, asociado al Cierzo, excepto en verano que es NW. Con menor frecuencia aparecen en verano vientos con componente del segundo cuadrante, donde vientos de componente E participan en la composición del Bochoro veraniego, perdiendo importancia en beneficio del SE – ESE en el flujo invernal.

#### **4.5.7.- Clasificación climática**

Podemos definir la tipología climática del ámbito de estudio en función de la clasificación agronómica de Papadakis (1966) y al coeficiente pluviométrico de Emberger. Los criterios de clasificación de Papadakis, distinguen grupos diferentes de climas con regímenes específicos de humedad y temperatura; los grupos se caracterizan en función del tipo de cultivo posible.

Por lo tanto, según la clasificación de Papadakis, la zona a estudio se haya incluida en la unidad climática Mediterránea Templada seca, presentando un invierno tipo Avena fresco (av) y verano tipo Arroz (O).

Por otro lado, Emberger (1955) dio una definición general de clima mediterráneo como aquel que se caracteriza por:

- ✓ El verano debe ser la estación menos lluviosa.
- ✓ El verano debe ser seco; es decir, la cantidad de precipitación es menor que las necesidades derivadas de la ETP.

El coeficiente pluviométrico de Emberger se ideó para caracterizar las comarcas mediterráneas, y refleja la relación directa entre los distintos elementos del clima y las comunidades vegetales. Puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 100 P / (M^2 - m^2)$$

donde:

P = Precipitación media anual (mm)

M = Media de las temperaturas máximas medias del mes más cálido

m = Media de las temperaturas mínimas medias del mes más frío.

Este índice permite clasificar los climas mediterráneos de acuerdo con:

a) Según el valor de Q

- Áridos: Q de 20 a 30
- Semiáridos: Q de 30 a 50
- Subhúmedos: Q de 50 a 90
- Húmedos: Q mayor de 90

b) Clasificación térmica según el valor de m

- Cálidos:  $m > 7^{\circ}\text{C}$
- Templados: m de 3 a  $7^{\circ}\text{C}$
- Frescos: m de 0 a  $3^{\circ}\text{C}$
- Fríos: m de  $-5$  a  $0^{\circ}\text{C}$
- Muy fríos;  $m < -5^{\circ}\text{C}$

Podemos establecer, por lo tanto, que la zona de Tauste queda incluida en la zona semiárida (Q = 39,8 ) , presentando todas las estaciones una tipología térmica de tipo fresco.

Se han establecido índices de aridez, entre los cuales nosotros hemos tomado el de Martonne, según el cual:

$$I = P / (t + 10)$$

I = índice de aridez.

P=precipitación media anual en mm.

t = temperatura media anual en  $^{\circ}\text{C}$

Con arreglo a este índice de aridez, Martonne clasifica los climas de este modo: sí el índice vale de 0 a 5, de desierto; sí de 5 a 10, de semidesierto; de 10 a 20, de estepas y países secos mediterráneos; mayor de 20, de cultivo de secano y olivares, siendo arriesgado el cultivo de

cereales y conveniente la cría de ganado vacuno si llega a 40; aproximadamente 60, de aguaceros tropicales y con viento monzón.

De acuerdo con esta fórmula resulta para nuestra zona de estudio:

I	TIPOLOGÍA
14,9	Estepas y países secos med.
19,6	Estepas y países secos med.

Los valores bajos ( no superiores a 26), son característicos de las zonas cercanas a la Depresión, los valores del orden de 30 son las normales del Piedemonte central y occidental, mientras que cifras más elevadas se corresponderían ya a zonas cada vez más elevadas y cercanas a las sierras.

Como parece un contrasentido llamar "índice de aridez" a un número que es más pequeño cuanto más grande es la aridez misma, se ha definido una nueva magnitud el "índice termopluiométrico" que tiene por valor:

$$I_{tp} = (100 \times t) / p$$

$t_p$  = índice termopluiométrico.

t = temperatura media anual en °C

P = precipitación media anual en mm

Con arreglo a este índice, serán zonas húmedas aquellas cuyo índice esté comprendido entre 0 y 2; zonas semiáridas, las de índice entre 2 y 3; áridas, entre 3 y 6 y subdesérticas, mayor de 6.

Aplicando esta fórmula, queda para nuestra zona de estudio:

I	TIPOLOGÍA
3,93	Zona árida
3,0	Zona árida

Por lo tanto, la zona de extracción queda incluida en la zona árida. El factor de pluciosidad de Lang se define como:

$$I = P / Tm$$

P = Precipitación media anual

Tm = Temperatura media anual

Este índice ofrece una clasificación muy simple en tres niveles de humedad: Hasta 40, áridos; de 40 a 160 húmedos y >160 super-húmedos.

I	TIPOLOGIA
25,45	Árido
33	Árido

Debemos hacer constar que estos índices se han establecido a escala mundial, por lo que a veces no resultan demasiado precisos para caracterizar el clima de un determinado lugar dentro de nuestro país

#### 4.6.- CARACTERIZACIÓN BIOGEOGRAFICA Y BIOCLIMATICA.

##### 4.6.1.- Biogeografía

Según la tipología corológica establecida por Rivas Martínez (1987), el territorio se haya enclavado en el Reino Holártico (como la totalidad de la Península Ibérica), encuadrado en la Región Mediterránea.

Dentro de la Región Mediterránea se sitúa en la Subregión Mediterránea Occidental, Superprovincia Mediterráneo Ibero-Levantina, Provincia Aragonesa.

##### 4.6.2.- Bioclimatología

###### Pisos bioclimáticos

Se entiende por pisos bioclimáticos, cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal.

En la práctica, tales unidades se conciben y delimitan en función de aquellas fitocenosis que presentan evidentes correlaciones con determinados intervalos o cesuras termoclimáticas.

El índice de termicidad (It), es el valor resultante de la suma en décimas de grado centígrado de:

- T = Temperatura media anual
- m = temperatura media de las mínimas del mes más frío
- M = temperatura media de las máximas del mes más frío.

Se expresa como:

$$It = (T + m + M) \times 10$$

En lo que respecta a la Región Mediterránea, se han identificado los siguientes:

- E. Crioromediterráneo: T < 4°C; m < -7°C; M < 0°C; It < -30
- F. Oromediterráneo: T de 4º a 8°C; m de -7°C a -4°C; M de 0°C a 2°C; It de -30 a 60

- G. Supramediterráneo: T de 8º a 13ºC; m de -4º a -1ºC; M de 2º a 9ºC; It de 60 a 210.
- H. Mesomediterráneo: T de 13º a 17ºC; m de -1º A 4ºC; M de 9º A 14ºC; It de 210 a 350.
- I. Termomediterráneo: T de 17 º a 19ºC; m de 4º a 10ºC; M de 14º a 18ºC; It de 350 a 470.

En los pisos bioclimáticos es posible reconocer, horizontes o sub-pisos que suelen poner de manifiesto cambios en la distribución de series de vegetación, fracciones o comunidades.

Estos horizontes coinciden también con el límite de la distribución de muchas especies naturales o cultivadas.

El intervalo del It es el dato más significativo para establecer los límites bioclimáticos aproximados de los horizontes o subpisos.

Concretamente, en la Región Mediterránea se conocen los horizontes o sub-pisos climáticos cuyos valores de It son aproximadamente los siguientes:

Crioromediterráneo superior .....	> de - 70
Crioromediterráneo inferior .....	- 70 a 30
Oromediterráneo superior .....	-29 a 0
Oromediterráneo inferior .....	1 a 60
Supramediterráneo superior .....	61 a 110
Supramediterráneo medio .....	111 a 160
Supramediterráneo inferior .....	161 a 210
Mesomediterráneo superior .....	211 a 260
Mesomediterráneo medio .....	261 a 300
Mesomediterráneo inferior .....	301 a 350
Termomediterráneo superior .....	351 a 410
Termomediterráneo inferior .....	411 a 470

Indice de Termicidad				
T	M	M	It	TERMOCLIMA
14,3	9	1,8	251	Mesomediterráneo superior

Como tipo de invierno se designa un valor termoclimático correspondiente a un intervalo de las medias de las mínimas del mes más frío del año ( m )

Se ha tratado de hacerlos coincidir con determinados intervalos de m, en función de las principales series de vegetación. Los tipos de invierno establecidos de esta forma son:

Extremadamente frío .....	Menos de -7º
Muy frío .....	-7º a -4º
Frío .....	-4º a -1º
Fresco .....	-1º a 2º
Templado .....	2 a 6º
Cálido .....	6º a 10º
Muy cálido .....	10º a 14º
Extremadamente cálido .....	más de 14º

Por lo tanto, para la zona, tenemos un tipo de invierno fresco.

Los tipos de Ombroclima posibles y sus valores anuales medios aproximados son los siguientes:

#### Región Mediterránea

Arido .....	P < 200 mm
Semiárido .....	P de 200 a 350 mm
Seco .....	P de 350 a 600 mm
Subhúmedo .....	P de 600 a 1000 mm
Húmedo .....	P de 1000 a 1600 mm
Hiperhúmedo .....	P > 1600 mm

La zona presenta una precipitación media anual que no supera los 600 mm, por lo que su tipo de ombroclima es seco.

#### **Diagramas bioclimáticos.**

La existencia de una cubierta vegetal depende del régimen de temperaturas y precipitaciones y de la calidad del suelo sobre el que se asienta.

La capacidad de retención de agua de un suelo no depende solo de su composición y disposición, sino también de su pendiente ya que esta favorece la escorrentía, eliminando así una parte del agua que pudiera ser aprovechada por las plantas.

La capacidad de retención de agua por el suelo actúa como amortiguado de la distribución desigual de las precipitaciones que presenta el clima de esta zona.

La interacción entre todos los factores comentados se ha realizado mediante los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos y Gonzales Rebollar en los que la intensidad bioclimática ( UBC ). Y depende de la actividad vegetativa potencial marcada por el régimen térmico, y de la disponibilidad de agua en el suelo.

Se ha empleado la estación de Zaragoza por ser la más próxima al área de estudio y la que cuenta con mayores datos.

Sin tener en cuenta factores hídricos carenciales, la actividad vegetativa se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$C = (T_n - 7,5) dt$$

Donde:

C= Actividad vegetativa entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$

$T_n$  = Temperatura media anual.

dt = Tiempo expresado en meses.

La disponibilidad de agua en el terreno se rige por diversos factores, ya analizados en apartados anteriores: régimen de precipitaciones, evapotranspiración potencial, evapotranspiración residual, capacidad de retención del suelo y escorrentía.

Los diagramas bioclimáticos obtenidos, se basan en una serie de hipótesis:

- La actividad vegetativa que puede proporcionar un clima, se mide por el área comprendida entre las curvas de temperaturas medias mensuales y la recta correspondiente a los 7,5º, temperatura esta, como ya se ha mencionado con anterioridad, define el límite de actividad de la vegetación. Esta área se denomina Intensidad Bioclimática Potencial (IBP). Se diferencia una IBP cálida para

$T > 7,5^{\circ}\text{C}$  y una IBP fría para  $T < 7,5^{\circ}\text{C}$ , denominándose esta última IBF, que mide la intensidad de paralización vegetativa a causa de insuficiencias térmicas.

- Las necesidades hídricas máximas de la vegetación vienen determinadas por la ETP, lo cual es particularmente cierto cuando se trata de masas forestales.
- La actividad vegetativa se detiene cuando la transpiración, por efecto de las disponibilidades hídricas, se iguala a 1/5 de la ETP. A la cantidad así definida se la denomina Evapotranspiración Residual.
- La intensidad bioclimática real, en el periodo en que las precipitaciones son menores que la ETP se calculan mediante la IBP por el coeficiente de pluviosidad. Este coeficiente se obtiene por la relación entre la disponibilidad hídrica menos la evapotranspiración residual y la ETP menos la residual. Se puede diferenciar una IBC (Intensidad bioclimática condicionada), como actividad vegetativa otoñal condicionada por la sequía anterior, y una IBL (intensidad bioclimática libre), libre de la influencia de la sequía y que es representativa de la presencia potencial de arbolado y existencia de bosque.
- Después de un periodo de sequía, las plantas no inician su crecimiento hasta no haber compensado el agua perdida por sus células y se estima que es igual a la diferencia entre la ETP y e ocurrida en los periodos de tiempo elementales que duraron la sequía.
- A un suelo se le supone una capacidad de retener una cantidad de agua que como máximo se estima que es su capacidad de campo. Por tanto, las disponibilidades hídricas (D) con que cuentan las plantas se establece mediante el balance:

$$D = P + R - e$$

D = Disponibilidad hídrica

P = Precipitaciones

R=Retención

E = escorrentía

La IBR es menor que la IBP debido a la existencia de una carencia de agua que llega a producir una detención de la actividad vegetativa en los meses estivales.

Tras este periodo, con el otoño se produce la recuperación hídrica y comienza nuevamente la actividad vegetativa de nuevo. A mediados de noviembre vuelve a producirse una detención de la actividad vegetativa.

La cuantificación de la IBL, indicativa del periodo hábil vegetal nos indica que la vegetación potencial no es arbórea en la zona. Además existen serias dificultades para desarrollar un

bosque en le caso de  $W = 30\%$  ya que una IBL menor de 1,5 UBC no soportaría vegetación arbórea, y en este supuesto se alcanzan unos valores muy por debajo de aquella cifra. Este dato es fundamental en la revegetación de aquellas zonas de altas pendientes y suelos de escasa profundidad y baja capacidad de retención.

Del análisis de la IBL según los distintos supuestos establecidos se puede comprobar que el factor más limitante es, como ya se ha expuesto, la topografía de la zona, influyendo en mucha menor cuantía la capacidad de retención del suelo.

#### **4.7. EDAFOLOGÍA**

Los glaciares son formas topográficas desarrolladas en condiciones climáticas de aridez con lluvias ocasionales pero intensas. En el valle del Ebro ocupan grandes zonas al pie de las sierras y sierras margo – yesosas en transición hacia las terrazas de los ríos. Presentan estructura suelta y se suelen definir como tierras pardas calizas.

Los regadíos tradicionales se asientan sobre las terrazas fluviales, recibiendo el nombre de suelos de vega, caracterizado por la presencia de materia orgánica y buenas relaciones hídricas en las terrazas bajas. Las terrazas medias y altas, desarrollan suelos brutos o evolucionados de la serie calcárea. Los materiales a extraer en cantera pertenecen al Cuaternario. Quedan incluidos en las terrazas medias del Río Ebro, cuya potencia se estima entre 10 y 20 metros.

Los suelos se clasifican como Entisoles. Son suelos muy poco evolucionados. Sus propiedades están ampliamente determinadas (heredadas) por el material original.

De los horizontes diagnósticos solo presentan aquellos que se originan fácilmente. Casi siempre con horizonte diagnóstico ócrico y sólo algunos con místico y con albico (desarrollados a partir de arenas).

Su perfil es: hor. A + hor. C (en algunas ocasiones existe hor.B, pero sin que tenga el suficiente desarrollo como para poder ser horizonte diagnóstico).

Estos suelos son característicos de climas áridos. Se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Debajo de ella puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien muy semejante a la capa superficial.

Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, y cristales de yeso, o caliche, de mayor o menor dureza. A veces son salinos. Tienen baja susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendientes o sobre caliche.

En estos suelos la evaporación y la transpiración de las plantas supera ampliamente el volumen de precipitaciones durante la mayor parte del año. Por esta razón, la infiltración del agua en el suelo es pequeña, lo que hace que el crecimiento de la vegetación sea mínimo y la escasez de humedad limite la utilidad de estos suelos tanto para la agricultura como para el pastoreo intensivo.

Cuando tienen un horizonte cálcico o petrocálcico en los dentro de los 100 cm de la superficie del suelo se clasifican en cálcidos.

Los Camborthid son suelos con un horizonte cámbico y en general con ausencia de otros horizontes de diagnóstico subsuperficiales.

Los calcisoles son un tipo de suelos asociado con un clima árido o semiárido. El término "calcisol" deriva del vocablo latino "calcarius" que significa calcáreo, haciendo alusión a la sustancial acumulación de caliza secundaria. El material original lo constituyen depósitos aluviales, coluviales o eólicos de materiales alterados ricos en bases.

El relieve es llano a colinado. La vegetación natural es de matorral o arbustiva de carácter xerofítico junto a árboles y hierbas anuales.

El perfil es de tipo A/B/C. El horizonte superficial es de color pálido y de tipo ócrico; el B es cámbico o árgico impregnado de carbonatos, e incluso vértico. En el horizonte C siempre hay una acumulación de carbonatos.

La sequía, la pedregosidad de algunas zonas, y la presencia de horizontes petrocálcicos someros, son las principales limitaciones a su utilización agrícola. Cuando se riegan y se fertilizan, es necesario que tengan buen drenaje para evitar la salinización, pueden tener una alta productividad para una gran diversidad de cultivos y para pastos.

#### **4.8.- VEGETACION**

En toda la zona de estudio, se han identificado las siguientes unidades vegetales.

##### Terrenos de cultivo

La casi totalidad de la superficie de explotación propuesta, a excepción de alguna pequeña y discreta superficie con vegetación natural, degradada y de escaso valor, corresponde a unos terrenos de cultivo de cereal, actualmente en barbecho.

En los alrededores de la zona de explotación, en la vega del río Martín predominan los cultivos de regadío –zona comprendida entre la acequia y el río con cultivos propios de la huerta o alfalfa.

De acuerdo con la leyenda de la Lista de Hábitats CORINE de Aragón, dentro de este grupo podemos distinguir las siguientes unidades:

82.32 Cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja

- Airo-Papaveretum O. Bolòs 1959
- Atriplici-Silenetum rubellae Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
- Bunio-Galietum tricornis Br.-Bl. 1936
- Centaureo-Galietum verrucosi O. Bolòs 1962 (=Centaureo collinae-Galietum valantiae O. Bolòs 1962)
- Delphinio orientalis-Bupleuretum rotundifolii (Rivas Goday & Borja) Vigo 1968
- Polycnemo-Linarietum spuriae Br.-Bl. 1936
- Roemerio hybridae-Hypecoetum penduli Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 (= Malcolmio Africanae-Hypecoetum penduli Nezdal 1989; Biscutello auriculatae-Iberidetum crenatae Estes 1992)

15.9 Matorrales y tomillares ibéricos de yesos

15.92 Matorrales gipsófilos del valle del Ebro

15.921 Matorrales con dominancia de jabonera (Gypsophila hispanica), de suelos yesíferos

- Ononidetum tridentatae Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
- Salvia lavandulifoliae-Gypsophiletum hispanicae Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 (= Sideritido Spinosae-Gypsophiletum struthii Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1957) 15.922 Tomillares con Helianthemum squamatum, de suelos compactos y poco profundos, yesíferos, a menudo con costra de yeso superficial
- Helianthemum squamati Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 (= Helianthemum thibaudii-Gypsophiletum hispanicae Rivas Godoy & al. 1957 corr. Rivas-Martínez & al. 1991; Helianthemum racemosi-Gypsophiletum hispanicae Rivas Godoy & al. 1957)
- Herniario fruticosae-Helianthemum squamati O. Bolòs 1996
- Salvia lavandulifoliae-Gypsophiletum hispanicae Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 (= Sideritido spinosae-Gypsophiletum struthii Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1957)

15.923 Matorrales de arnalto (*Ononis tridentata*), de suelos arcillosos yesíferos

- Erico-Thymelaeetum tinctoriae (Br.-Bl. & al.) A. & O. Bolòs 1950 ononidetosum
- Ononidetum tridentatae Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
- Salvia lavandulifoliae-Gypsophiletum hispanicae Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 (= Sideritido spinosae-Gypsophiletum struthii Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1957)

15.924\* Tomillares de *Lepidium subulatum*, de suelos yesíferos pulverulentos

- Helianthemum squamati Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 (= Lepidietum subulati Br.-Bl. & O. Bolòs 1958)
- Salvia lavandulifoliae-Gypsophiletum hispanicae Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 (= Sideritido spinosae-Gypsophiletum struthii Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1957)

15.925\* Matorrales (generalmente romerales) sobre suelos de yesos y calizas, con *Helianthemum squamatum* (y sin *Ononis tridentata* ni *Gypsophila*)

- Helianthemum squamati Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 (= Helianthemo thibaudii-Gypsophiletum hispanicae Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 corr. Rivas-Martínez & al. 1991; Helianthemo racemosi-Gypsophiletum hispanicae Rivas Godoy & al. 1957)
- Herniario fruticosae-Helianthemum squamati O. Bolòs 1996
- Moricandio moricandioidis-Rosmarinetum officinalis Conesa & Recasens 1990

## 4.9.- FAUNA

### 4.9.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objeto realizar un análisis sobre la fauna existente en la zona de estudio.

Se inicia el presente capítulo con un estudio de la avifauna potencial de la zona, es decir, aquellas especies que por sus características ecológicas pueden hallarse en el lugar. Posteriormente, se realiza un análisis del trabajo de campo, cuyo objetivo principal es determinar cuantas de esas especies potenciales habitan realmente en la zona.

Dentro de la fauna potencial de la zona, también se dedica un apartado al estudio de los mamíferos.

Al igual que en el estudio de la vegetación, el trabajo de campo no se ha ceñido únicamente a la zona donde se proyecta la futura explotación de extracción de Alabastro, sino que se ha ampliado el estudio a los alrededores de la zona.

#### La Red NATURA 2000

En el capítulo referente a la vegetación se describió con detalle La Red Natura 2000, en lo referente a la protección de los espacios naturales, y la legislación disponible para afrontar dicho proyecto.

En la Directiva de Aves (79/409/CEE), se incluye información detallada de las aves silvestres que deben ser protegidas, siendo pues obligación de cada país (en este caso de cada Comunidad Autónoma), el determinar y conservar los lugares o territorios en los que se encuentran dichas especies (las ZEPAS), asegurando así su supervivencia. En concreto se trata de conservar las aves migratorias y las 175 especies de aves amenazadas.

En Aragón existen 50 ZEPAS, que ocupan algo más del 18% del terreno aragonés.

En la zona de la cantera no existe ninguna ZEPA, ni tampoco en sus proximidades.

#### Decreto 109/2000 del Gobierno de Aragón para la protección y recuperación del cernícalo primilla (Falco naumanni)

La zona afectada por la extracción de Alabastro se encuentra dentro del ámbito del cernícalo primilla (Falco naumanni), así como en su Área Crítica de Reproducción, de acuerdo con el Decreto 109/2000, de 29 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un régimen de protección para la conservación de esta ave y se aprueba el Plan de Conservación de su Hábitat.

El cernícalo primilla es una pequeña rapaz migradora que nidifica en el Mediterráneo, principalmente en el Norte de África, el Sur de Europa y Asia Central. Las poblaciones más densas se localizan en España, Turquía, Grecia e Italia. En cuanto a su distribución invernal, hasta el momento se ha identificado el Sur de África. En España, Extremadura, Andalucía, Castilla y León y Castilla-La Mancha comprenden las principales zonas de distribución de esta ave (alrededor de 12000 parejas reproductoras). En el territorio aragonés se limita a cinco sectores de la cubeta del Ebro, el 90% al Sur de la comarca de Monegros. Algunas parejas (entre 400 y 500) también nidifican en el Bajo Aragón, Jalón Medio, Las Cinco Villas y Bajo Gállego (por debajo de los 500 m de altitud).

Se trata de un ave muy similar al cernícalo común (*Falco tinnunculus*), por lo que resulta difícil diferenciarlos. El macho del primilla, a diferencia de su congénere, no presenta un moteado oscuro sobre el color pardorrojizo del dorso y las supracobertoras. Otras de las diferencias morfológicas son la banda gris azulada de las alas y el moteado más atenuado en el pecho, también en el macho del primilla.

Desde un punto de vista etológico, el cernícalo común es una especie sedentaria y muy extendida, prácticamente por toda la Península Ibérica.

Tanto en Aragón como en el resto de España el cernícalo primilla es un ave esteparia, típica de mosaicos agrícolas de secano, cuyos campos de labor, linderos, eriales y retazos de vegetación natural le aportan una valiosa fuente de alimentos.

Este tipo de hábitat y su tendencia a nidificar en tejas de masías y corrales tradicionales aumentan el impacto del factor antrópico sobre su dinámica poblacional.

En España está catalogada como especie vulnerable (VU) y a nivel Europeo con el grado SPEC 1.

Con el objetivo de preservar y recuperar las poblaciones del cernícalo primilla se han establecido diferentes figuras de protección. De hecho, la mayor parte de las poblaciones mediterráneas provienen de planes de reintroducción. El Gobierno de Aragón emitió el Decreto 109/2000, citado anteriormente y que establece los siguientes objetivos parciales en el Plan de Conservación:

- Aplicar medidas de gestión del hábitat, tanto en áreas de presencia actual de la especie como en otros con hábitats potenciales.
- Valorar la calidad del hábitat actual y potencial de la especie en Aragón.

- Asegurar la conservación de los actuales lugares de nidificación en el ámbito de aplicación del Plan.
- Establecer los criterios que deben incorporarse a la rehabilitación de edificaciones antiguas y a la construcción de las nuevas para mantener y potenciar su capacidad de acogida para la especie.
- Establecer mecanismos compensatorios que faciliten a los propietarios el mantenimiento de las edificaciones tradicionales y, en su caso, su rehabilitación de acuerdo a los criterios que se establezcan.
- Establecer los mecanismos necesarios para la intervención de la Administración en la rehabilitación de edificaciones con interés para la conservación de la especie.
- Desarrollar campañas para aumentar la sensibilidad de distintos grupos sociales, fundamentalmente agricultores y cazadores, respecto a la presencia de la especie y a lo que ello supone en cuanto a la conservación del patrimonio cultural.

## 4.5.2. Fauna potencial

### 4.5.2.1. Aves

A continuación se detalla una clasificación de especies de aves que se encuentran presentes en la zona de estudio.

El estudio de la avifauna potencial incluye el análisis de la situación actual de la misma desde diferentes puntas de vista:

- Europeo (según el Estado de Conservación en Europa (SPEC)
- Nacional (según el Atlas de Aves Reproductoras de España)
- Comunitario (según el Catálogo de especies Amenazadas de Aragón)

La relación de aves que se describe ha tenido como fuente principal el "Atlas Ornitológico de Aragón", editado por la Diputación General de Aragón.

Especies	Nombre vulgar	Clasificación SPEC	Libro rojo de los vertebrados de España
<b>Especies sedentarias</b>			
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito	No SPEC	No amenazada
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común	SPEC 3	No amenazada
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz común	SPEC 2	Datos insuficientes (DD)
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo común	SPEC 3	No amenazada
<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común	SPEC 4	Datos insuficientes (DD)
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero	No SPEC	No amenazada
<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común	SPEC 4	No amenazada
<i>Columba oenas</i>	Paloma zurita	No SPEC	Datos Insuficientes (DD)
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	No SPEC	No amenazada
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	No SPEC	En peligro (EN)
<i>Corvus corone</i>	Corneja negra	No SPEC	No amenazada
<i>Corvus monedula</i>	Grajilla	SPEC 4	No amenazada
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo común	SPEC 3	No amenazada <sup>4</sup>
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	SPEC 3	No amenazada
<i>Galerida theklae</i>	Cogujada	SPEC 3	No amenazada
<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo	No SPEC	No amenazada
<i>Lullula arborea</i>	Totovia	SPEC 2	No amenazada
<i>Miliaria calandra</i>	Triguero	SPEC 4	No amenazada
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	No SPEC	No amenazada
<i>Oenanthe leucura</i>	Collalba negra	SPEC 3	No amenazada
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común	NO SPEC	No amenazada <sup>5</sup>
<i>Parus major</i>	Carbonero común	No SPEC	No amenazada
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	No SPEC	No amenazada
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero	No SPEC	No amenazada
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	No SPEC	No amenazada
<i>Pica pica</i>	Urraca	No SPEC	No amenazada
<i>Picus viridis</i>	Pito real	SPEC 2	No amenazada
<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	Chova piquirroja	SPEC 3	Casi Amenazada (NT) <sup>6</sup>
<i>Saxicola torquata</i>	Tarabilla común	SPEC 3	No amenazada
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo	No SPEC	No amenazada
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro	SPEC 4	No amenazada
<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca	No SPEC	Datos insuficientes (DD)
<i>Sylvia undata</i>	Curruca rabilarga	SPEC 2	No amenazada
<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común	SPEC 2	Vulnerable (VU)
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Chochín	No SPEC	No amenazada
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común	SPEC 4	Datos insuficientes (DD)
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	SPEC 3	En peligro (EN) la sub. <i>gracilirostris</i>

4: La sub. *dacotiae* es vulnerable (VU), y para la sub. *canariensis* no se poseen datos suficientes (DD).

5: Las sub. *degener*, *palmensis* y *ombriosus*, en peligro (EN), para la sub. *teneriffae*, no existen datos suficientes (DD).

6: La sub. *barbarus* se encuentra En Peligro (EN).

Especies	Nombre vulgar	Clasificación SPEC	Libro rojo de los vertebrados de España
<b>Especies estivales</b>			
<i>Anthus campestris</i>	Bisbita campestre	SPEC 3	No amenazada
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	No SPEC	No amenazada
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	SPEC 3	Casi amenazada (NT) <sup>7</sup>
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común	SPEC 3	Vulnerable (VU)
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común	SPEC 3	Datos insuficientes (DD)
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco	No SPEC	No amenazada
<i>Delichon urbica</i>	Avión común	No SPEC	No amenazada
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	SPEC 3	No amenazada
<i>Lanius seniator</i>	Alcaudón común	SPEC 2	Casi amenazada (NT)
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	No SPEC	No amenazada
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	SPEC 3	No amenazada
<i>Monticola saxatilis</i>	Roquero rojo	SPEC 3	No amenazada
<i>Oenanthe hispanica</i>	Collalba rubia	SPEC 2	Casi amenazada (NT)
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris	No SPEC	No amenazada
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola	No SPEC	No amenazada
<i>Otus scops</i>	Autillo europeo	SPEC 2	No amenazada
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Mosquitero papialbo	SPEC 4	No amenazada
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Avión roquero	No SPEC	No amenazada
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola común	SPEC 3	Vulnerable (VU)
<i>Sylvia cantillans</i>	Curruca carrasqueña	No SPEC	No amenazada
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	No SPEC	No amenazada

7: La sub.nominal es casi amenazada (NT), la sub. distinctus En Peligro (EN) y la sub. insularum Vulnerable (VU).

Según el Atlas de las Aves Reproductoras de España (editado por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, del Ministerio de Medio Ambiente y la Sociedad Española de Ornitología), las categorías de conservación son las siguientes:

- CR: en peligro crítico
- EN: en peligro
- VU: vulnerable
- NT: casi amenazada
- NA: No amenazada

Según el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón existen cuatro categorías:

- Peligro de extinción

- Vulnerables
- Sensibles a la alteración de su hábitat
- Interés especial

Especies incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón y que se pueden encontrar en la zona de estudio:

PELIGRO DE EXTINCIÓN	VULNERABLES	SENSIBLES A LA ALTERACIÓN DE SU HÁBITAT		INTERÉS ESPECIAL
-	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	-		<i>Alauda arvensis</i>
-	<i>Tetrax tetrax</i>	-		<i>Corvus corax</i>
-	-	-		<i>Miliaria calandra</i>
-	-	-		<i>Serinus serinus</i>
-	-	-		<i>Carduelis chloris</i>
-	-	-		<i>Carduelis carduelis</i>
-	-	-		<i>Carduelis cannabina</i>

Por último, el Estado de Conservación en Europa, reflejado en las tablas con la clasificación SPEC. Esta clasificación fue descrita por Tucker & Heath en 1994 y evalúa el grado de conservación de algunas especies a nivel europeo:

- SPEC 1: engloba a las especies que están amenazadas a escala mundial.
- SPEC 2: hace referencia a aquella proporción de aves cuyo estado de conservación es desfavorable por su escasa población. Al menos la mitad de su población mundial se encuentra en Europa.
- SPEC 3: su estado de conservación es desfavorable. Hace referencia a especies de aves presentes en nuestro continente.
- SPEC 4: su estado de conservación es favorable. Son especies básicamente presentes en Europa.

Las especies que habitan, de forma temporal o permanente, la zona de estudio, se encuentran englobadas en las tres últimas categorías, siendo las clasificaciones SPEC 2 y 3, las más importantes, desde el punto de vista de la conservación:

SPEC 2	SPEC 3	SPEC 4
<i>Alectoris rufa</i>	<i>Alauda arvensis</i>	<i>Carduelis cannabina</i>
<i>Lanius seniator</i>	<i>Anthus campestris</i>	<i>Carduelis chloris</i>
<i>Lullula arborea</i>	<i>Athene noctua</i>	<i>Corvus monedula</i>
<i>Oenanthe hispanica</i>	<i>Burhinus oedicnemus</i>	<i>Miliaria calandra</i>
<i>Otus scops</i>	<i>Calandrella brachydactyla</i>	<i>Phylloscopus bonelli</i>
<i>Picus viridis</i>	<i>Coturnix coturnix</i>	<i>Sturnus unicolor</i>
<i>Sylvia undata</i>	<i>Falco tinnunculus</i>	<i>Turdus merula</i>
<i>Tetrax tetrax</i>	<i>Galerida cristata</i>	
	<i>Galerida theklae</i>	
	<i>Hirundo rustica</i>	
	<i>Merops apiaster</i>	
	<i>Monticola saxatilis</i>	
	<i>Oenanthe leucura</i>	
	<i>Pyrhacorax pyrrhacorax</i>	
	<i>Saxicola torquata</i>	
	<i>Streptopelia turtur</i>	
	<i>Tyto alba</i>	

Para completar la información sobre las aves silvestres de la zona se define a continuación su época de cría. Como norma general se considera un rango entre marzo y octubre. La excepción la dan las aves rapaces nocturnas y los buitres, cuyo celo empieza en diciembre.

Por último se citan los datos de nidificación de la fauna potencial de la zona de estudio. Empezaremos por definir los tres grados de fiabilidad de la nidificación, de cada una de las especies anteriormente citadas, según información obtenida del "Atlas de Especies Nidificantes", editado por la Diputación General de Aragón.

#### CRÍA SEGURA (CS):

- Exhibiciones de distracción para alejar posibles atacantes.
- Nido usado o con cáscaras de huevos, ocupado o puestos durante el periodo de visitas.
- Pollos con plumaje reciente (nidícolas) o pilosos (nidífugos).
- Adultos entrando, saliendo o permaneciendo en nido ocupado.
- Adulto con cebo o transportando sacos fecales.
- Nido con huevos.

- Nido con pollos.

CRÍA PROBABLE (CP):

- Paraje observado en hábitat adecuado y en época de cría.
- Identificado un territorio estable por la conducta y cantos territoriales detectados en diferentes visitas.
- Para nupcial o cópula.
- Especie visitando el probable lugar de nidificación.
- Conducta agitada o gritos de ansiedad de adultos sugiriendo la proximidad de nidos o pollos.
- Inspección en mano de un adulto, con signos de estar incubando.
- Identificada la construcción del nido o la perforación de entradas.

CRÍA POSIBLE (CP):

- Especie observada en época de cría y en hábitat adecuado para nidificar.
- Identificado canto del macho u otros reclamos de emparejamiento en época de cría.

	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<b>CRÍA SEGURA</b>	<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito
	<i>Alectoris rufa</i>	Perdíz común
	<i>Apus apus</i>	Vencejo común
	<i>Athene noctua</i>	Mochuelo común
	<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común
	<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero
	<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común
	<i>Columba oenas</i>	Paloma zurita
	<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo
	<i>Corvus corone</i>	Corneja negra
	<i>Corvus monedula</i>	Grajilla
	<i>Delichon urbica</i>	Avión común
	<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo común
	<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común
	<i>Galerida theklae</i>	Cogujada montesina
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común
	<i>Lanius seniator</i>	Alcaudón común
	<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo
	<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca
	<i>Oenanthe hispanica</i>	Collalba rubia
	<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola
	<i>Parus major</i>	Carbonero común
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion común
	<i>Pica pica</i>	Urraca
	<i>Picus viridis</i>	Pito real
	<i>Saxicola torquata</i>	Tarabilla común
	<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola común	
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro	
<i>Sylvia cantillans</i>	Curruca carrasqueña	
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común	
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	

	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<b>NIDIFICACIÓN PROBABLE</b>	<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común
	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común
	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común
	<i>Cuculus canorus</i>	Cuco
	<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo
	<i>Lullula arborea</i>	Totovía
	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común
	<i>Miliaria calandra</i>	Triguero
	<i>Monticola saxatilis</i>	Roquero rojo
	<i>Oenanthe leucura</i>	Collalba negra
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris
	<i>Otus scops</i>	Autillo europeo
	<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón
	<i>Phylloscopus bonelli</i>	Mosquitero papialbo
	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Avión roquero
	<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca cabecinegra
	<i>Sylvia undata</i>	Curruca rabilarga
	<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Chochín	
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	

	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<b>NIDIFICACIÓN POSIBLE</b>	<i>Anthus campestris</i>	Bisbita campestre
	<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común
	<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero
	<i>Pyrhcorax pyrrhcorax</i>	Chova piquirroja

Sin embargo, de acuerdo con la orografía del terreno y la vegetación presente, lo más probable es que se detecte la presencia de las siguientes especies:

Alondra común	Verdecillo	Cernícalo común	Golondrina común
Perdiz común	Estornino negro	Cogujada común	Alcaudón común
Mochuelo común	Curruca cabecinegra	Totovía	Ruiseñor común
Pardillo común	Curruca rabilarga	Triguero	Abejaruco europeo
Jilguero	Mirlo común	Lavandera blanca	Collalba gris
Verderón común	Lechuza común	Collalba negra	Oropéndola
Paloma zurita	Vencejo común	Gorrión común	Autillo europeo
Paloma torcaz	Terrera común	Colirrojo tizón	Tórtola común
Corneja negra	Codorniz común	Urraca	Curruca carrasqueña
Grajilla	Avión común	Abubilla	

#### 4.5.2.2. Mamíferos

En los alrededores de la zona en cuestión también existe una fauna potencial de mamíferos terrestres, que se podría esquematizar de la siguiente manera:

Familia Vespertilionidos		
<i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo	Insuficiencia de datos
<i>Miniopterus schreibersi</i>	Murciélago de cueva	Insuficiencia de datos
<i>Pletocus austriacus</i>	Murciélago orejudo gris	Insuficiencia de datos
<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago de huerta	No amenazado
<i>Hypsugo savii</i>	Murciélago de montaña	Insuficiencia de datos
MAMÍFEROS TERRESTRES	NOMBRE VULGAR	ATLAS DE LOS MAMÍFEROS TERRESTRES DE ESPAÑA
ORDEN CHIROPTERA		
Familia Vespertilionidos		
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro	No amenazado

MAMÍFEROS TERRESTRES			NOMBRE VULGAR	ATLAS DE LOS MAMÍFEROS TERRESTRES DE ESPAÑA
<b>Familia Vespertiliónidos</b>				
<i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo			Insuficiencia de datos
<i>Miniopterus schreibersi</i>	Murciélago de cueva			Insuficiencia de datos
<i>Pletocus austriacus</i>	Murciélago orejudo gris			Insuficiencia de datos
<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago de huerta			No amenazado
<i>Hypsugo savii</i>	Murciélago de montaña			Insuficiencia de datos
<b>ORDEN CHIROPTERA</b>				
<b>Familia Vespertiliónidos</b>				
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro			No amenazado
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano			No amenazado
<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano			Vulnerable
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande			Vulnerable
<i>Myotis nattereri</i>	Murciélago de patagio aserrado			Insuficiencia de datos
<i>Myotis emarginata</i>	Murciélago de oreja partida			Insuficiencia de datos
<b>ORDEN CARNIVOROS</b>				
<b>Familia Cánidos</b>				
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro rojo			No amenazado
<b>Familia Mustélidos</b>				
<i>Mustela putorius</i>	Turón			Datos insuficientes
<i>Martes foina</i>	Garduña			No amenazado
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja			Datos insuficientes
<i>Meles meles</i>	Tejón			No amenazado
<b>Familia Vivérridos</b>				
<i>Genetta genetta</i>	Gineta			No amenazado
<b>Familia Félidos</b>				
<i>Felis silvestris</i>	Gato montés			Datos insuficientes

<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano	No amenazado
<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano	Vulnerable
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande	Vulnerable
<i>Myotis nattereri</i>	Murciélago de patagio aserrado	Insuficiencia de datos
<i>Myotis emarginata</i>	Murciélago de oreja partida	Insuficiencia de datos
<b>ORDEN CARNIVOROS</b>		
<b>Familia Cánidos</b>		
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro rojo	No amenazado
<b>Familia Mustélidos</b>		
<i>Mustela putorius</i>	Turón	Datos insuficientes
<i>Martes foina</i>	Garduña	No amenazado
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja	Datos insuficientes
<i>Meles meles</i>	Tejón	No amenazado
<b>Familia Vivérridos</b>		
<i>Genetta genetta</i>	Gineta	No amenazado
<b>Familia Félicos</b>		
<i>Felis silvestris</i>	Gato montés	Datos insuficientes

Según las características ecológicas de la zona de estudio y de acuerdo con el Catalogo de Especies Amenazadas del Gobierno de Aragón, ya citado anteriormente, tenemos:

PELIGRO DE EXTINCIÓN	VULNERABLES	SENSIBLES A LA ALTERACIÓN DE SU HÁBITAT	INTERÉS ESPECIAL
-	<i>Rhinolophus euryale</i>	-	<i>Erinaceus europaeus</i>
-	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	-	<i>Mustela putorius</i>
-	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	-	<i>Martes foina</i>
-	<i>Myotis blythii</i>	-	<i>Meles meles</i>
-	<i>Myotis myotis</i>	-	<i>Genetta genetta</i>
-	-	-	<i>Crocidura russula</i>
-	-	-	<i>Suncus etruscus</i>

#### 4.10.- PAISAJE

##### 4.6.1. CARACTERÍSTICAS PAISAJÍSTICAS DE LA ZONA DE CANTERA Y SU ENTORNO

El estudio del paisaje no suele circunscribirse estrictamente al área concreta de la futura Cantera y su entorno inmediato, sino que hay que considerar toda la superficie desde la que es vista hasta una distancia límite que suele tomarse entre 2 y 3 km.

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales. Uno es lo que podría llamarse paisaje total, que identifica el paisaje con el medio y contempla a éste como indicador y síntesis entre los elementos inertes y vivos del medio. Otro es el paisaje visual, cuya consideración responde a criterios fundamentalmente estéticos: el paisaje interesa como expresión espacial y visual del medio. El paisaje de la zona estudiada puede calificarse como panorámico, con las vistas no dirigidas ni focalizadas.

Se entiende por calidad el valor intrínseco del paisaje desde el punto de vista visual y por fragilidad el riesgo de deterioro del mismo como consecuencia de la implantación de la actividad considerada. Los parámetros considerados y los tipos en que se dividen se indican a continuación.

Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje.

Elementos del paisaje			VALOR DE CALIDAD				
			0	1	2	3	4
Relieve	Complejidad topográfica	Muy alta					•
		Alta				•	
		Media			•		
		Baja		•			
		Muy baja	•				
	Pendiente	Muy escarpada					•
		Fuerte				•	
		Moderada			•		
		Suave		•			
		Llana	•				
Form. Geológicas relevantes	Presencia					•	
	Ausencia	•					
Vegetación	Grado cubierta de	75-100%					•
		50-75%				•	
		25-50%			•		
		5-25%		•			
		<5%	•				
Vegetación	Densidad	Muy abundante					•
		Abundantes				•	
		Frecuente			•		
		Escasa		•			
		Muy escasa	•				
	Distribución Horizontal	Cerrada					•
		Abierta			•		
		Dispersa		•			
		Ausencia	•				
	Altura del Estrato superior	Árboles altos					•
		Árboles intermedios				•	
		Árboles bajos			•		
		Matorral bajo		•			
		Ausencia	•				

Elementos del paisaje			VALOR DE CALIDAD				
			0	1	2	3	4
Vegetación	Diversidad Cromática	Muy alta					•
		Alta				•	
		Media			•		
		Baja		•			
		Muy baja	•				
	Contraste Cromático	Muy acusado					•
		Acusado				•	
		Medio			•		
		Bajo		•			
		Muy bajo	•				
	Estacionalidad	Formación mixta, fuertes contrastes cromáticos estacionales					•
		Formación mixta, contrastes cromáticos no acusados				•	
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional			•		
		Vegetación monocromática uniforme		•			
		Ausencia de vegetación	•				
Agua	Superficie Agua vista	Presencia en láminas superficiales					•
		Presencia en formas lineales				•	
		Presencia puntual de agua			•		
		No presencia de agua	•				
	Estacionalidad	Caudal permanente					•
		Caudal	Caudal estacional, presente mas de 6 meses al año				•
	Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año				•		
	Apariencia subjetiva del agua	Aguas aparentemente limpias y claras					•
		Aguas algo turbias, pero no sucias				•	
		Aguas muy turbias, sucias		•			
	Existencia de puntos singulares	Presencia de varios puntos singulares					•
		Presencia de pocos puntos singulares				•	
		Ausencia de puntos singulares		•			

Elementos del paisaje			VALOR CALIDAD					DE
			0	1	2	3	4	
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación ancestrales						•
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas					•	
		Sup. parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad			•			
		Cultivos recientes, abandonados		•				
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	•					
	Densidad viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas						•
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad					•	
		Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad			•			
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		•				
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	•					
	Construcciones Infraestructuras	Ausencia de construcciones e infraestructuras						•
		Cons. tradicionales, integradas en el paisaje con valor artístico					•	
		Construcciones no tradicionales, puntuales o lineales		•				
		Construcciones no tradicionales extensivas	•					
	Explotaciones Industriales o mineras	Ausencia de explotaciones en la unidad o cercanías						•
Presencia cercana, sin incidencia en la unidad				•				
Pres. en la unidad o cercanías, con alta incidencia en la unidad		•						
Elementos antrópicos	Recursos histórico-culturales	Pres. de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso					•	
		Pres. de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso			•			
		Ausencia de cualquier valor	•					
Entorno	Escenario adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					•	
		Son inferiores a los del territorio, pero no lo realzan demasiado				•		
		Similares a las del espacio estudiado			•			
		Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo		•				
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	•					
Singularidad elementos	Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos					•	
		Presencia de uno o varios elem. paisajísticos poco frecuentes				•		
		Rasgos paisajísticos caráct., similares a otros de la región			•			
		Elementos paisajísticos bastante comunes a la región		•				
		Ausencia de elementos singulares relevantes	•					

Según el criterio de valoración precedente, la valoración práctica de la calidad visual del paisaje es la siguiente:

CALIDAD VISUAL INTRÍNSECA DEL PAISAJE ANTES DE LA ACTUACIÓN		VALOR
<b>ELEMENTOS DEL PAISAJE</b>		
<b>Relieve</b>	Complejidad topográfica muy baja	0
	Pendiente llana	0
	Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0
<b>Vegetación natural</b>	Grado de cobertura de la vegetación natural <5%	0
	Especies densidad escasa	0
	Vegetación natural dispersa	1
	Ausencia de árboles	0
	Diversidad cromática baja	0
	Contraste cromático bajo	0
	Vegetación monocromática uniforme	1
<b>Agua</b>	No presencia de agua	0
	Ausencia caudal	0
	Aguas algo turbias, pero no sucias	0
	Ausencia de puntos singulares	0
<b>Elementos Antro picos</b>	Superficie parcialmente dedicada a explotaciones intensivas	1
	Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad	4
	Construcciones no tradicionales, puntuales o lineales	3
	Presencia cercana de explotaciones mineras, sin incidencia en la unidad	4
	Ausencia de valores tradicionales	0
<b>Entorno Adyacente</b>	Similar a las del espacio estudiado	2
<b>Singularidad</b>	Elementos paisajísticos similares a otros en la región	2
<b>TOTAL VALORACIÓN DE ELEMENTOS</b>		<b>18</b>

Según los datos anteriores la calidad visual intrínseca del paisaje (CI) es la siguiente:

$$C.I. = (18/84) \otimes 100 = 21.42 \%$$

### Visibilidad de la cantera

La cuenca visual corresponde a la superficie de terreno que es visible desde un punto o conjunto de puntos, en este caso desde la explotación minera. La cuenca visual se ha obtenido mediante la proyección de rayos visuales alrededor de cada punto de observación hasta alcanzar un obstáculo que los interrumpe.

No existe complejidad geológica del terreno, puesto que nos encontramos ante una zona totalmente llana, es decir, no existe complejidad visual en la zona de estudio, ni en los terrenos que lo delimitan.

El método de estudio del paisaje de Manuela Andrés et Al., calcula el Factor de Visibilidad (Fv), como suma de 4 parámetros de visibilidad, asignados teniendo en cuenta que si la actuación no es visible desde ninguna zona o punto transitado, el factor de visibilidad tomaría valor 1. Si el área de actuación fuera visible desde alguna zona o punto transitado, estaría entre 1,2 y 2 para las condiciones más favorables.

Para la valoración del Factor de Visibilidad (Fv) se utilizarán los siguientes criterios:

FACTOR DE VISIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN		VALOR				
		0,2	0,3	0,4	0,5	1
<b>Puntos de observación</b>	Área no visible desde zonas transitadas					•
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				•	
<b>Distancia de observación</b>	Lejana (> 800 m)		•			
	Media (200-800 m)			•		
	Próxima (0-200 m)				•	
<b>Frecuencia de observación</b>	Zonas observación escasamente transitadas	•				
	Zonas observación poco frecuentadas		•			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente			•		
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua				•	
<b>Cuenca visual</b>	0-25 %	•				
	26-50 %		•			
	51-75 %			•		
	76-100 %				•	

Donde:

$$FV = A + B + C + D$$

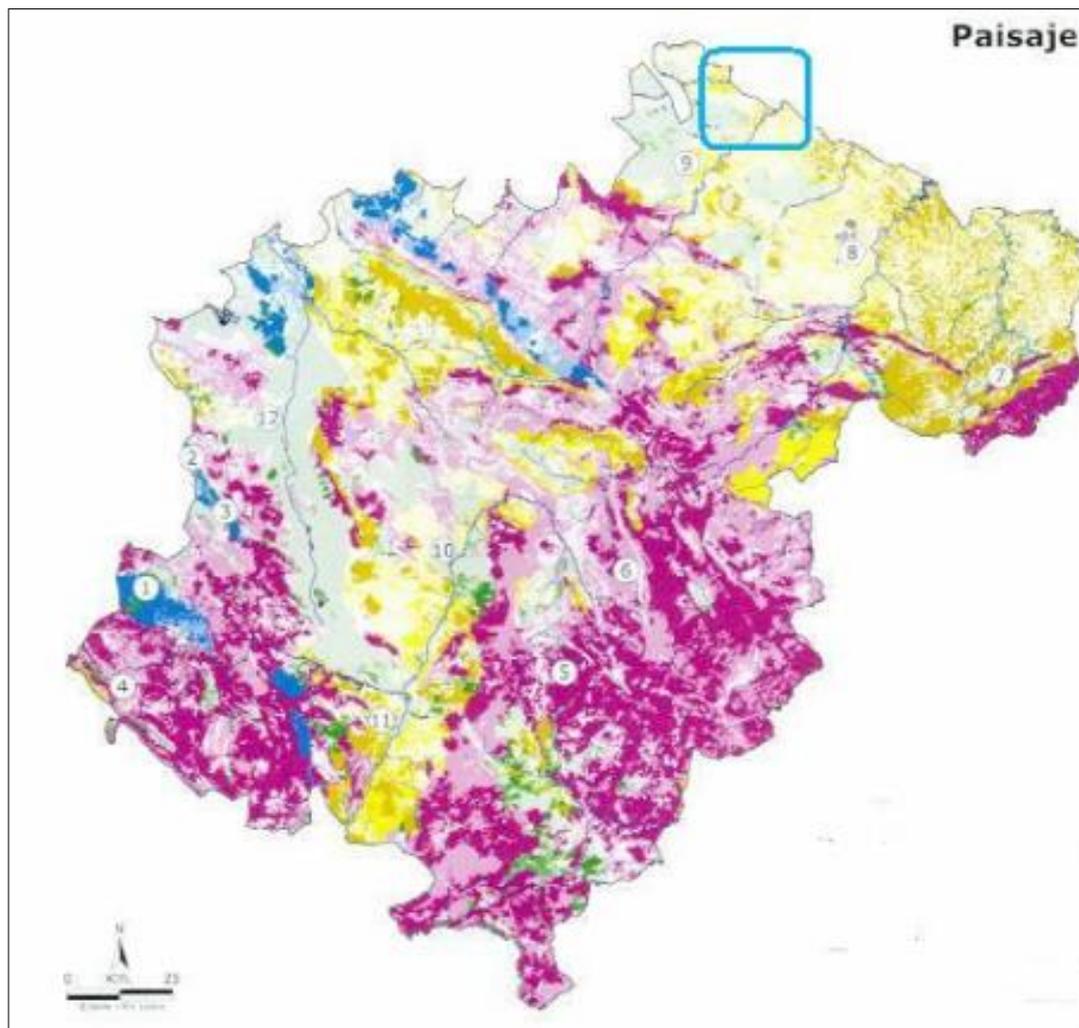
Siendo:

- A = Puntos o zonas de observación.
- B = Distancia de observación.
- C = Frecuencia de observación.
- D = Cuenca visual de actuación

Para el caso que nos ocupa:

- Área visible desde puntos o zonas transitadas.
- Distancia de observación media.
- Zonas de observación frecuentadas de forma continua.
- Cuenca visual 2650%

$$FV = 1.0 + 0.3 + 0.2 + 0.3 = 1.7$$



#### **4.11.- ESPACIOS NATURALES**

##### **4.11.1.- La red natura 2000**

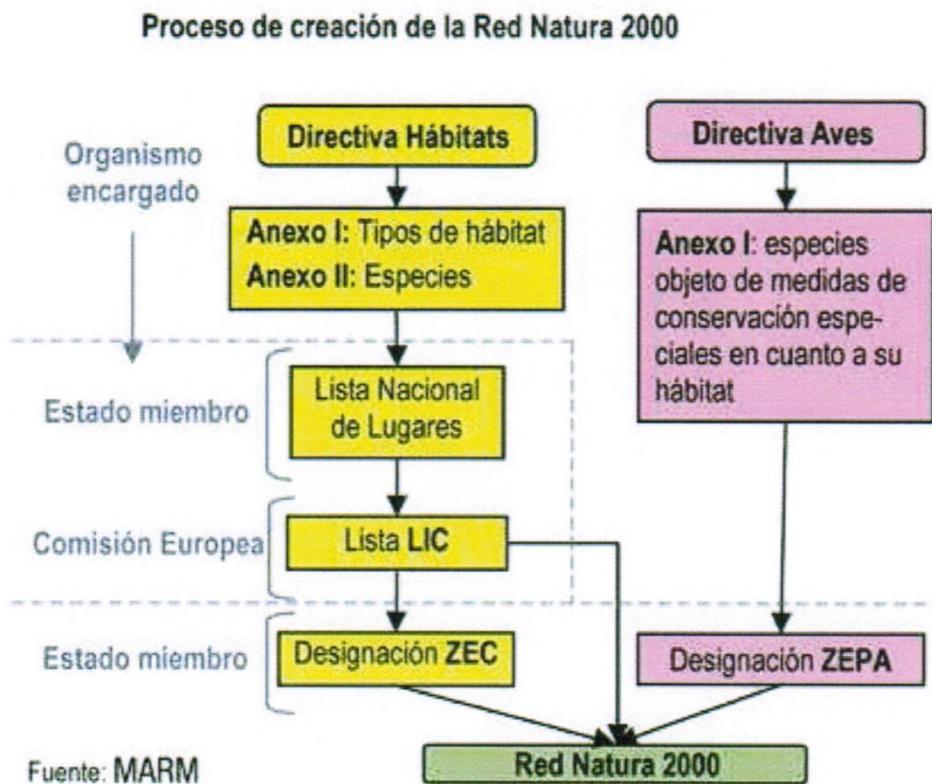
La Red Natura 2000 es una herramienta de la Unión Europea para la aplicación de una Política Común en materia de Medio Ambiente. Fue creada por la Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1.992, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestre, conocida popularmente como Directiva Hábitats.

Con la aprobación de la Directiva Hábitats en 1.992, los gobiernos de la Comunidad Europea (CEE) se comprometieron a la creación de la red ecológica Natura 2000, lo que ha constituido la iniciativa más importante para la conservación de la naturaleza en la historia del continente europeo. La Red Natura 2000, ha de asegurar una adecuada protección de la biodiversidad europea, contemplando no sólo espacios naturales, sino también hábitats semi-naturales fruto de la integración del hombre y sus actividades (agrícola, ganadera, etc.), por lo que la Red Natura 2000 se convierte también en un marco ideal para el mantenimiento de estas actividades y la conservación de los paisajes tradicionales.

La red Natura 2000 está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) creados por la Directiva Hábitats, a las que hay que añadir las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en aplicación de la Directiva Aves (Directiva 79/409/CEE del Consejo de 2 de abril de 1.979, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres).

La Directiva Hábitats pretende garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de las especies de fauna y flora silvestres todos ellos incluidos en la Directiva. Para ello se han seleccionado por la Unión Europea unos Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que en el momento en que sean designados por los Estados pasarán a denominarse Zonas de Especial Conservación (ZEC).

La Directiva Aves tiene como uno de sus objetivos preservar, mantener o restablecer una diversidad y una superficie suficiente de hábitats para prácticamente todas las especies de aves, designando para ello Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y manteniendo los hábitats en donde estas aves habitan.



#### 4.11.2.- La Red Natura 2000 en Aragón

Actualmente la Red Natura 2000 en Aragón está constituida por 201 espacios que con sus 13.612 Km<sup>2</sup> ocupan el 28,5% del territorio de la Comunidad Autónoma.

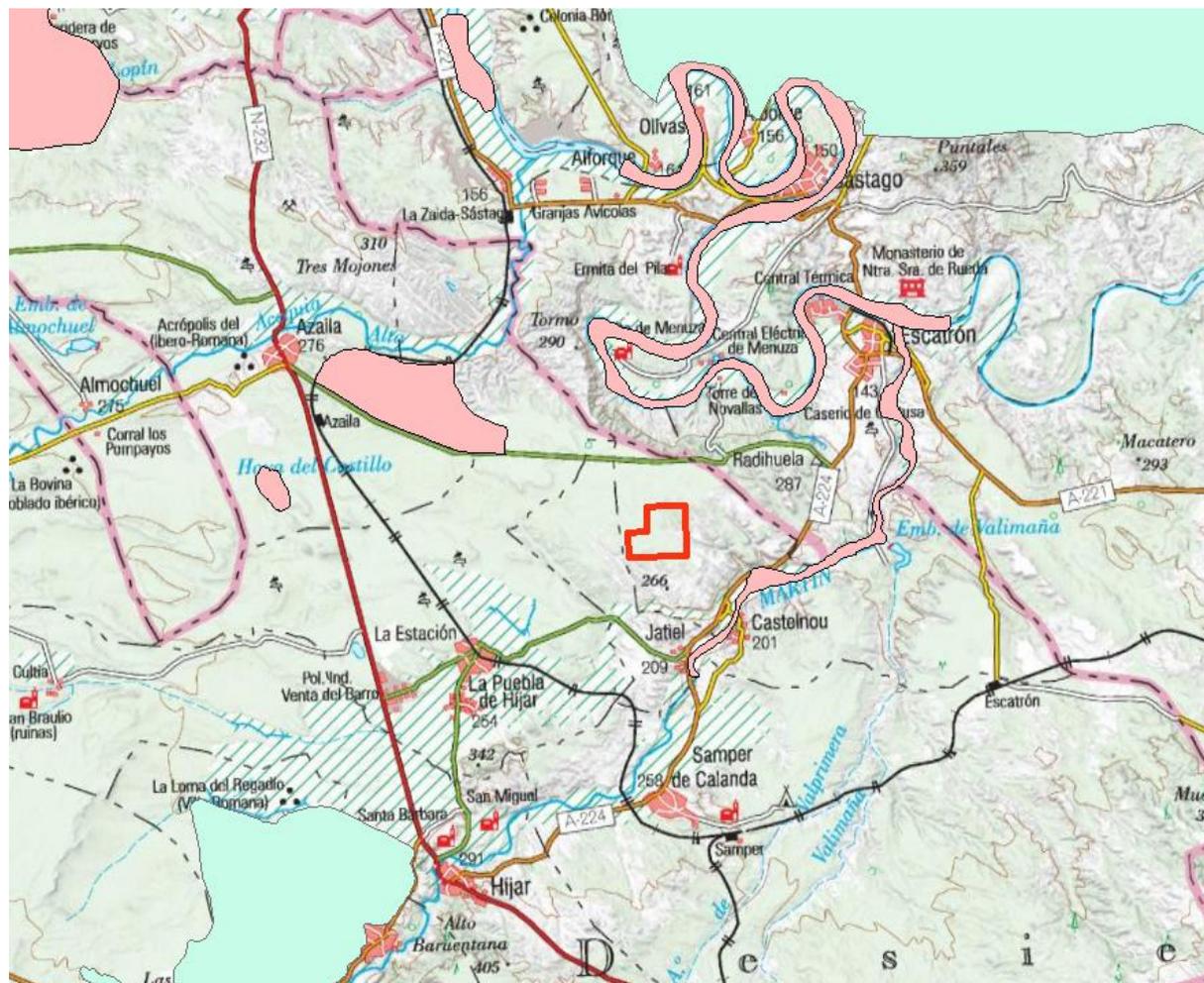
	Nº Lugares	Superficie Km <sup>2</sup>	% Aragón
ZEPAS	45	8.492	17,8%
LICS	156	10.461	21,9%

#### 4.11.3. ZEPAS en el entorno de la explotación

La explotación minera, no está afectada por ninguna ZEPA, sin embargo se identifican una próxima en la zona a más 9,5 km al sur:

- **ZEPA ES0000303** "Desfiladeros Río Martín".

Diversa cubierta vegetal, que incluye desde matorral gipsófilo de Las Planetas y alrededores, con la mayor densidad de *Thymus loscosi* de Aragón, matorral subserial mediterráneo de romero y coscoja, pinares autóctonos y repoblados, y encinares. El interés ornítico de la zona está centrado en las importantísimas poblaciones de rapaces rupícolas destacando un núcleo de importancia nacional de *Gyps fulvus*, con colonias extensas por toda la zona. Poblaciones notables de *Neophorn percnopterus*, *Falco peregrinus* y *Aquila chrysaetos*. Varios territorios de *Hieraaetus fasciatus*, a los que se suman otros tantos desaparecidos en los últimos años. Suma importantes poblaciones de *Pyrhocorax pyrrhocorax* y *Oenanthe leucura*. La extensión de la ZEPA determina que se encuentren poblaciones significativas de *Sylvia undata*, *Galerida theklae*, *Lullula arborea* y *Anthus campestris*. En varias zonas se encuentran poblaciones de *Chersophilus duponti*, destacando el sector mencionado de Las Planetas, que suman más de cien parejas estimadas. Incluye el Embalse de Cueva Foradada, de cierto interés para algunas especies acuáticas en buenas condiciones de inundación del vaso.



Campo	Valor
FID	35
Shape	Poligono
CODIGO	ES0000303
RECINTO	1
DESCRIPCIO	Desfiladeros del río Martín
CTIPFIGURA	ZP
CSUBTIP	00
CESPECIE	00
CESTADO	A
AREA_	449317983
PERIMETRO	212153.734
COORD_X	695955.23971
COORD_Y	4539013.527
SHAPE_AREA	449317983.004
SHAPE_LEN	212153.733591

#### 4.11.4. LIC en el entorno de la explotación

La explotación minera, no está afectada por ninguna LIC, sin embargo se identifican una próxima en la zona a más 2 km al Norte:

- **LIC ES2420092** "Barranco de Valdemesón - Azaila".

LIC de carácter estepario ubicado en la margen derecha del Ebro con una superficie aproximada de 618 hectáreas. Ocupa una pequeña loma sobre formaciones detríticas terciarias predominando las areniscas y arcillas, entre las cuales aparecen algunos depósitos de limos con una alta componente yesífera aportada por los afloramientos ubicados al sur de este espacio. Sobre estos limos se desarrolla un sustrato específico colonizado por matorral gipsícola, bastante aclareado por el pastoreo, y algunos pastizales de *Brachypodium ramosum*. En la parte suroccidental aparecen calizas terciarias horizontales colonizadas por un matorral esclerófilo mixto principalmente compuesto por *Rosmarinus officinalis*.

Campo	Valor
FID	165
Shape	Polígono
CODIGO	ES2420092
RECINTO	1
DESCRIPCIO	Barranco de Valdemesón - Azaila
CTIPFIGURA	LC
CSUBTIP	MD
CESPECIE	00
CESTADO	A
AREA_	6175134
PERIMETRO	11779.185
COORD_X	713078.65554
COORD_Y	4573103.9
SHAPE_AREA	6175134.23102
SHAPE_LEN	11779.185422

#### ES2430095 LIC Bajo Martín

Tramo fluvial tributario del Ebro por la derecha que presenta un escaso caudal debido a la desviación del agua para riego. El cauce discurre sobre formaciones detríticas terciarias de areniscas y arcillas sobre las que se han depositado terrazas fluviales pleistocenas y fondos holocenos. En algunos sectores próximos a la desembocadura del Ebro, el lecho está constituido por sedimentos finos en donde son abundantes las formaciones de *Typha angustifolia* y *Arundo donax*. Domina en la parte septentrional de este río una galería arbustiva mixta de estre 3 y 7 metros de altura rodeada por terrenos de cultivo y algunos romerales con *Lygeum spartum*. En la parte meridional encontramos sotos mixtos arbóreos con olmedas bien conservadas y algún tamarizal. La fauna piscícola más destacada en el tramo final son carpas y

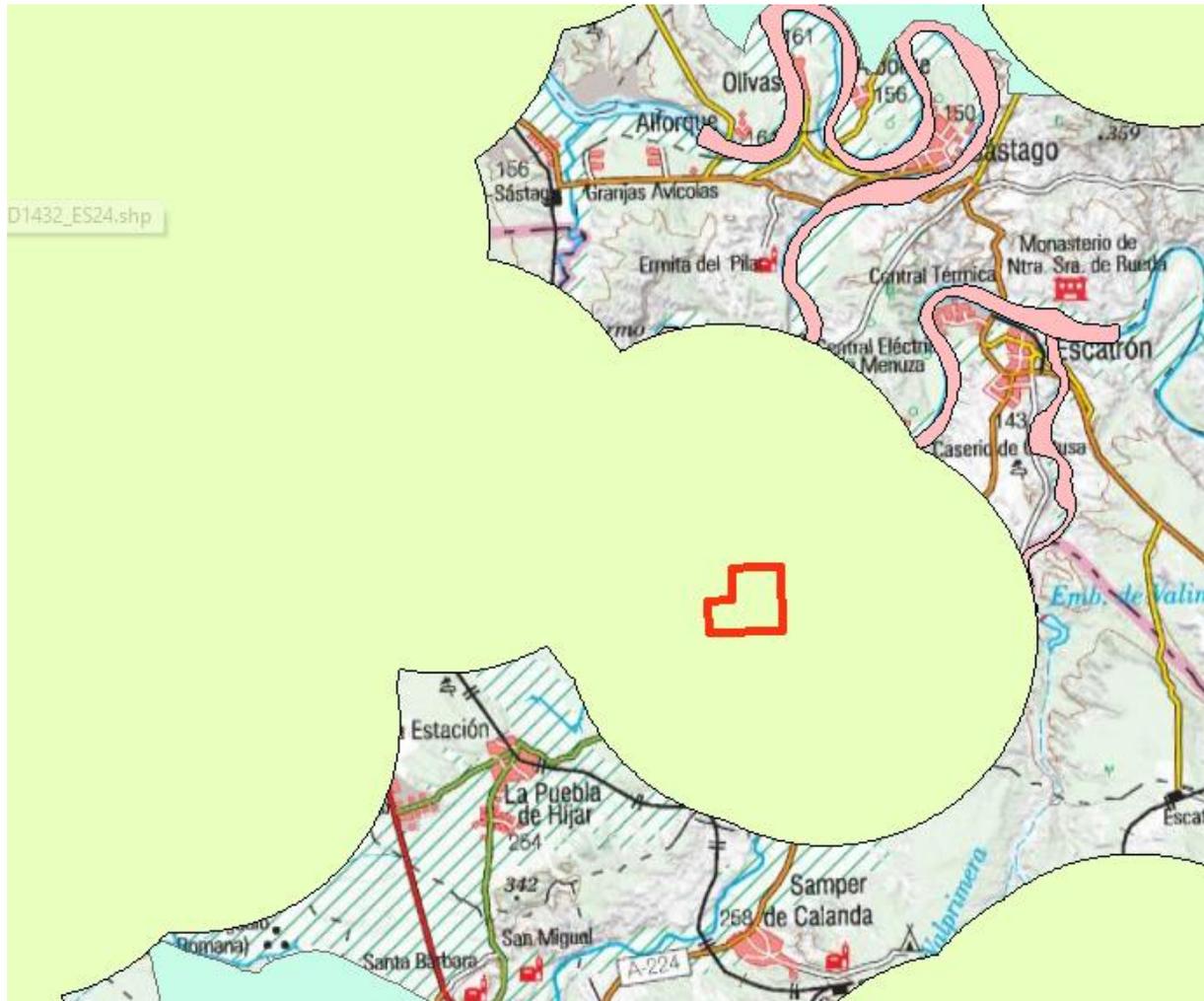
alburnos. Originariamente eran muy abundantes las madrillas, casi desaparecidas por la presencia de competidores. Algunas cultivos de chopos se localizan alrededor del cauce.

· **PORN 104 Sotos y Galachos del Río Ebro**, aprobado mediante el Decreto 89/2007 de 8 de mayo. Las cuadrículas mineras solicitadas se sitúan parcialmente dentro del área protegida por este PORN, concretamente sobre la denominada "resto del ámbito del PORN", según el citado Decreto.

*Esta zona la constituyen las superficies que completan el ámbito territorial del Plan y que pertenecen a la llanura aluvial conformada por el río Ebro, presentando una relación ecológica con las zonas anteriores. Su naturaleza geomorfológica común y su asociación compartida con el acuífero aluvial, establecen la necesidad de plantear medidas genéricas de protección con escasa implicaciones socioeconómicas pero enmarcadas en evitar impactos sobre las zonas 0, 1 y 2, en el sentido de mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales básicos.*

Sin embargo, la zona prevista de explotación se localiza fuera de ella, situándose entre ambas la carretera CV-661.

No existe ninguna figura de protección (LIC, ZEPAS o PORN) a menos de 2 Km de la zona de explotación.



Sin embargo, según lo establecido en el Decreto 109/2000 del Gobierno de Aragón para la protección y recuperación del cernícalo primilla (*Falco naumanni*), la zona afectada por la extracción de Alabastro se encuentra dentro del ámbito del cernícalo primilla (*Falco naumanni*), así como en su Área Crítica de Reproducción.

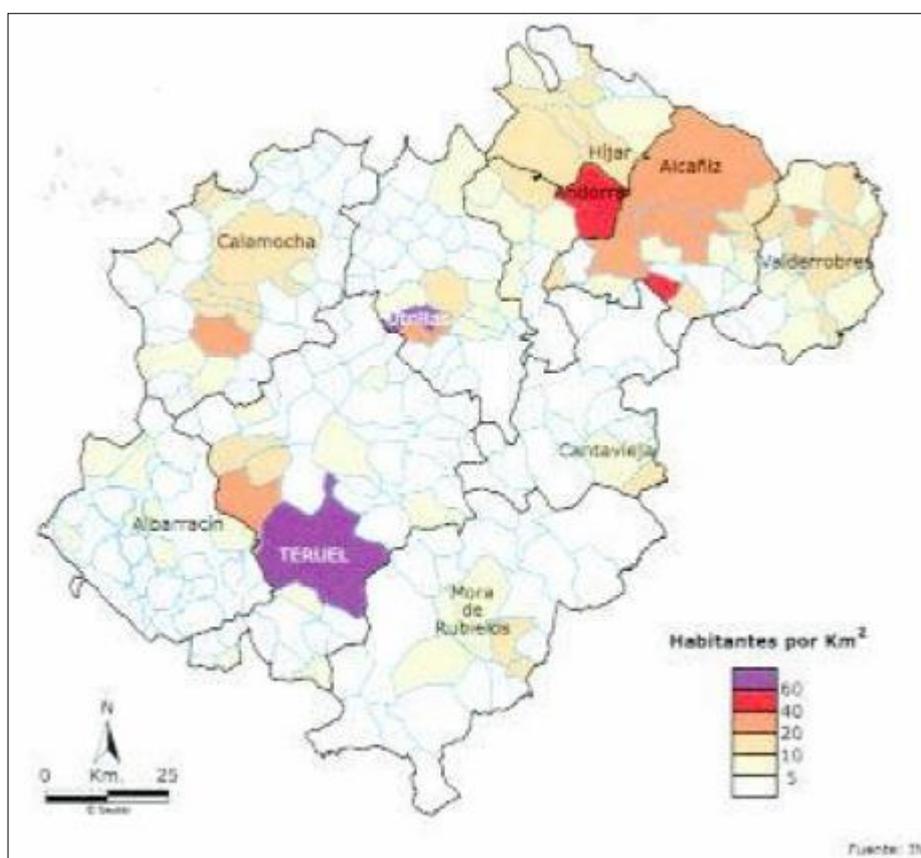
En el correspondiente proyecto de Evaluación de Impacto Ambiental, se desarrolla lo relativo a la protección de esta especie, definiendo para el ello el Plan de Conservación

## 4.12.- DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONOMICO

### 4.12.1 Evolución de la población. Demografía

Según los datos obtenidos del catastro de 2004, Castelnou disponía de 109 habitantes con una densidad inferior a 5 habitantes/kilómetro cuadrado. La construcción de una central eléctrica, ha supuesto a Castelnou un cambio significativo en su tendencia despobladora, ya que actualmente ha crecido en población y en recursos económicos.

No se disponen de datos actuales de población.



Densidad de población en 2004

#### 4.12.2. Población activa

El término municipal de Castelnou pertenece a la delimitación comarcal del Bajo Martín. Según los datos del INAEM, los contratos registrados en el tercer trimestre de 2009 en dicha comarca son:

#### Contratos registrados

Comarca	Total	Indef. (*) %	Hombres									
			≤24	25-44	≥25	≤24	25-44	≥25	1	2	3	4
<b>BAJO MARTÍN</b>	237	11.4	32	37	18	32	61	27	27	26	18	166

(\*) Indef. = Contratos indefinidos iniciales más conversiones en indefinidos.

(\*\*) 1 = Agricultura, 2 = Industria, 3 = Construcción, 4 = Servicios.

A su vez, el paro registrado en la comarca en el tercer trimestre de 2009 se indica a continuación:

#### Paro registrado

Comarca	Paro registrado	Hombres										
		≤24	25-44	≥25	≤24	25-44	≥25	1	2	3	4	5
<b>BAJO MARTÍN</b>	267	19	76	49	13	73	37	205	22	22	12	6

(\*) 1 = Sin estudios, Estudios Primarios completos o incompletos y otros. 2 = Estudios Secundarios - Programas de Formación Profesional. 3 = Estudios Secundarios - Educación General. 4 = Técnico - Profesional Superiores. 5 = Enseñanza Universitaria.

# **5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAMENTE VIABLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.**

Este capítulo, contiene la determinación de la solución propuesta en lo referente al emplazamiento de la Cantera y el método de explotación-restauración.

El capítulo está dividido en secciones que examinan las soluciones adoptadas, organizadas en las siguientes categorías:

- Alternativa "0"
- Selección del emplazamiento.
- Diseño y Operación.

### 5.1.- ALTERNATIVA "0"

Consideramos como alternativa "0" la posibilidad de que la empresa no extraiga el material en la Cantera "DANIEL". Al no verse efectuado el proyecto no se afectaría a la superficie a explotar, con lo que no se ocasionarían incidencias medioambientales.

De modo esquemático se podrían prever las siguientes situaciones no deseables que afectarían al sector socioeconómico:

- Pérdida de puestos de **trabajo directos** en la empresa, evaluándose esta pérdida en un mínimo de 30 trabajadores entre extracción y producción de ALABASTRO, con afección a otras líneas de trabajo de la empresa en fabricación de Iluminación que podría originar una pérdida de trabajadores adicional.
- Reducción del nivel de trabajo contratado indirectamente a otras empresas y de puestos de trabajo indirectos (mantenimiento de maquinaria, suministros de combustibles, restauración, ...)
- Limitaciones al desarrollo de las actividades de fabricación de productos de Alabastro y su exportación; esto determina una pérdida de competitividad frente a otras empresas.

De este sencillo análisis se debe concluir que **resulta clara la inviabilidad SOCIO-ECONOMICA de la "ALTERNATIVA 0"**

## 5.2.- ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN

La selección de la zona elegida para el emplazamiento de la Cantera "DANIEL" queda restringida por tres factores fundamentales:

- Uno es la existencia en la zona de material explotable en condiciones ambientales, técnicas y económicas viables, que den lugar a un desarrollo sostenible del proyecto.
- El acuerdo al que se ha llegado con los propietarios de los terrenos para el arriendo de los mismos.
- La no existencia en la zona de protecciones ambientales específicas. Y pudiendo restaurar la zona para los mismos usos agrícolas que los pre-existentes, con grandes ventajas agrícolas obtenidas.

Por lo tanto, solamente se han considerado dos opciones con posibilidades, la primera, Alternativa 1, se corresponde a la Cantera solicitada, y la segunda, Alternativa 2, sería la búsqueda de una nueva área, más alejada del Establecimiento de beneficio y alcanzar un acuerdo con los propietarios de las parcelas.

A) En el caso de tener que buscar una nueva área para desarrollarla como zona de explotación, podríamos prever las siguientes connotaciones negativas que incidirían en los apartados anteriormente mencionados:

- Problemas de adquisición de terrenos en el caso de que los propietarios no quisieran acceder a su venta o arriendo o el precio fuera excesivo para el nivel de la extracción.
- En el caso de una zona excesivamente distante del Establecimiento de Beneficio, cabe la posible necesidad de apertura de nuevas pistas de comunicación con la consiguiente incidencia ambiental y el gasto económico generado.
- Incremento de los gastos de transporte del material obtenido en la extracción hasta el Establecimiento de beneficio, y por lo tanto, del precio final del producto, lo que origina una disminución de la competitividad de la empresa.
- Modificación de la variedad de Alabastro y por tanto no presentar al mercado lo que el mercado demanda en cuanto a variedad, tamaño y calidad.

Para la elección de la situación final se agruparon la multiplicidad de factores de decisión en tres grandes ámbitos a saber: Ambiental, Técnico y Económico.

Para efectuar una valoración simple de las alternativas, del modo más objetivo posible, y que

nos permita una jerarquización de las mismas a fin de seleccionar aquella más adecuada a los objetivos propuestos, se ha empleado la técnica conocida como de “análisis de decisiones con objetivos múltiples”.

Para asignar los valores de ponderación a cada ámbito y luego a cada factor de decisión se ha utilizado el método denominado “Comparación de Pares” para jerarquizar los ámbitos. El método consiste en comparar cada ámbito con relación a cada uno de los otros sobre una base de pares y se asigna el valor de 1 al ámbito que se considera más importante y 0 al otro. Cabe resaltar que al asignar 0 a un ámbito dentro de un par que se analiza no quiere decir que no tenga ninguna importancia, lo que quiere decir es que dentro del par considerado, éste es el ámbito de menor importancia.

En el cuadro siguiente se presenta la jerarquización de los ámbitos de decisión, el cual se ha estructurado bajo los siguientes criterios:

- Se ha asignado la mayor importancia al ámbito ambiental, porque se trata de un proyecto que puede causar impactos ambientales a corto, medio y largo plazo, si no se adoptan medidas protectoras, correctoras y compensatorias (un Plan de Restauración), por lo que debe localizarse en un sitio en el cual los aspectos ambientales y las incidencias generadas puedan ser controladas.
- El segundo ámbito en jerarquía es el técnico, por cuanto es de suma importancia que el sitio que se escoja garantice suficiente viabilidad técnica tanto en la explotación, como en la restauración.
- El ámbito económico ocupa el tercer lugar en jerarquía, aunque directamente relacionado con el anterior, debido a que es imprescindible lograr una alternativa suficientemente viable económicamente hablando ya que, en caso contrario, el proyecto no se realizaría.

#### AMBITOS DE DECISIÓN

Ambiental	Técnico	Económico	Total	Ponderación	Puntuaje
1	1	1	3	0,50	50
0	1	1	2	0,33	33
0	0	1	1	0,17	17
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Tomando como base 100 puntos, éstos se han asignado entre los tres ámbitos analizados, respetando la jerarquización realizada, de la siguiente manera: Ámbito ambiental (50), ámbito técnico (33) y ámbito económico (17).

AMBITOS DE DECISIÓN (PONDERACIÓN)	
	IM
<b>1.- AMBITO AMBIENTAL</b>	<b>50</b>
1.1.- Afección a la geología – geomorfología	3,3
1.2.- Afección al suelo	6,7
1.3.- Afección a flora y fauna	10,0
1.4.- Afección a áreas ambientales de interés	16,7
1.5.- Afección al paisaje	13,3
<b>2.- AMBITO TÉCNICO</b>	<b>33</b>
2.1.- Accesos	4,4
2.2.- Existencia de material	16,5
2.3.- Facilidad de restauración	12,4
2.4.- Diseño de explotación	8,3
<b>3.- AMBITO ECONÓMICO</b>	<b>17</b>
3.1.- Costos de adquisición de terrenos	5,7
3.2.- Costos de transporte	2,8
3.3.- Costes de explotación	8,5

Para reducir al mínimo posible la subjetividad en la asignación de la puntuación o valor correspondiente a un determinado factor de decisión de un sitio específico, se aplicó la técnica de intervalo entre 1 y 3, asignando la puntuación de 1 si la ubicación es poco ventajosa, 2 si la ubicación es adecuada y 3 si la ubicación es ventajosa, elaborándose la matriz de Comparación de Alternativas de la página siguiente, en la cual se presentan las puntuaciones de cada alternativa con respecto a cada Factor de Decisión, para luego multiplicarlos por los valores de importancia de cada factor o ponderación y finalmente obtener el sumatorio total de las puntuaciones ponderadas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Puntuación total} = \sum [ ( \text{Factor de Decisión} ) \times ( \text{Puntuación} ) ]$$

En este caso, la alternativa seleccionada es haber situado la Cantera "DANIEL" en la zona elegida y las conclusiones que podemos extraer del análisis realizado son las siguientes:

- La localización es muy buena desde el punto de vista ambiental ya que:
  - Se reducen al mínimo los impactos ambientales negativos, evitando incidencias a los núcleos urbanos más próximos.
  - La extracción se sitúa en un entorno que no presenta una gran calidad paisajística.
  - La extracción se ha distanciado de la zona demarcada como Lugar de Importancia

Comunitaria para evitarle cualquier tipo de afección.

- La afección a la flora se limita a comunidades vegetales constituidas por cultivos de regadío fundamentalmente y algo de vegetación natural arbustiva y herbácea poco densa, ambas muy comunes en el entorno debido a las actividades agropecuarias. La recuperación de la misma es perfectamente factible mediante una adecuada restauración de los terrenos, de tal forma que la incidencia final generada sobre la vegetación actual es solamente temporal, tal y como se ha venido realizando hasta la fecha.
  - No se afecta a Espacios Naturales Protegidos, ni especies de flora amenazada ni hábitats de interés especial o Planes especiales de protección para flora.
  - No existen Puntos de Interés Geológico ni arqueológico.
  - No se afectará al trazado de cabañeras.
  - No se han puesto de manifiesto riesgos de carácter geológico.
  - No se afecta a ningún tipo de cauce de carácter permanente o estacional. Las acequias y servicios pueden irse reponiendo a medida que se va realizando la extracción .
  - No se afectarán pozos o sondeos ni surgencias o manantiales.
  - No queda comprendida dentro de ninguna ZEPA según la Directiva 79/409/CEE y la orden de 20 de Agosto de 2001 del Departamento de Medio Ambiente de la DGA.
  - La incidencia paisajística es menor y la visibilidad de la extracción es mínima.
  - No se ocasiona un cambio de uso permanente en el suelo afectado por la extracción. El uso del suelo vuelve paulatinamente y según progresión de la explotación a su uso inicial, como tierras de cultivo tal y como se ha venido realizando hasta el momento.
- La localización es muy buena desde el punto de vista técnico ya que:
    - La zona elegida se encuentra bien reconocida, los cortes del terreno en caminos, cauce fluvial y tablas de parcelas, y la existencia de una cantera ajena a la empresa donde hace unos años se ha extraído material al lado de la Cantera "Las Norias" y en lo que se pone de manifiesto la continuidad del mismo material explotado actualmente en la cantera anexa.
    - Tanto el diseño de explotación como la restauración son sencillos.
    - Se cuenta con un importante viario rural en buenas condiciones que se puede emplear eficazmente para los transportes a la explotación, manteniéndolo y reponiendo los servicios progresivamente con la extracción-restauración de los terrenos.
  - La localización es muy buena desde el punto de vista económico ya que:
    - Disponibilidad de recursos en cantidad y calidad suficiente para cubrir las necesidades de la empresa.
    - La conformación morfológica del área seleccionada facilita el aprovechamiento del recurso, evitando la necesidad de emplear métodos de explotación complejos que encarecerían

los costes.

- Costes reducidos de alquiler de terrenos.
- La cercanía al Establecimiento de beneficio que supone un ahorro de costes de transporte.

**De todo lo expuesto se puede concluir que el área de afección de la Cantera "DANIEL" presenta, desde el punto de vista ambiental y técnico, unos valores que favorecen que el emplazamiento seleccionado presente una capacidad de acogida para la nueva explotación óptima y se constituya como la alternativa de menor impacto viable técnicamente además de la mejora agronómica de la zona.**

# 6.-IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.

## 6.1. IMPACTO SOBRE EL MEDIO FÍSICO

### 6.1.1. IMPACTO SOBRE EL CLIMA

Debido a que la superficie de la explotación está muy localizada y es de pequeñas dimensiones, no cabe la posibilidad de que las actividades extractivas que en ella se realicen puedan provocar alteración de temperatura ni incrementos en las precipitaciones o nieblas.

Como la actuación tampoco provoca una emisión constante de gases contaminante más allá de los producidos por la maquinaria, tampoco se prevé una afección sobre el clima de otras zonas a favor del viento.

Tampoco serán considerables los posibles cambios en la evapotranspiración ya que la cantidad de vegetación que se ve afectada por la explotación no es lo suficientemente importante como para modificar los valores de evapotranspiración real de la zona.

De esta manera puede considerarse el impacto que generará la explotación sobre el clima como COMPATIBLE.

### 6.1.2. IMPACTO SOBRE LA ATMÓSFERA

Los impactos principales que se darán en la atmósfera se producirán por la generación de ruido y polvo, producidas por las labores de la explotación (fundamentalmente tráfico y movimiento de materiales), así como las emisiones de los motores de la maquinaria utilizada durante las labores de explotación de la cantera y de los vehículos de transporte del Alabastro. Estos impactos estarán muy ceñidos a la zona concreta de explotación y afectarán fundamentalmente a los operarios que realicen la actividad minera; también a las personas que eventualmente puedan ocupar las casas de labranza que existen en las cercanías. Además, también se verán afectadas las especies de flora y fauna presentes en las inmediaciones. El correcto mantenimiento de los vehículos y de la maquinaria ayudará a la minimización de estos impactos.

Emisiones gaseosas de motores de combustión: Debidas a los gases propios de la combustión de los motores de la maquinaria móvil de carga y transporte. Este aspecto queda bastante minimizado al tratarse de una explotación a cielo abierto en la que todos los motores funcionan en el exterior y también debido al escaso número de unidades de maquinaria que trabajan en la explotación.

Se considera un impacto que generarán las emisiones de la explotación como MODERADO.

Polvo: El polvo emitido por la cantera se centra en las diferentes actividades a realizar en la misma, como son:

- Arranque del material. El polvo se producirá en el arranque del material por medio de la retroexcavadora y puede ser más importante durante los meses más secos; se prevé que la generación de polvo quede restringida a la zona concreta de cantera.
- Carga del material. Durante la carga se mueve el material al arrancado para ser depositado sobre los camiones, este proceso se realiza con la misma retroexcavadora, Transporte del material. Durante el transporte se podrá producir emisión de polvo al circular por los tramos de pista de tierra por el paso de los vehículos y al circular por cualquier vía por el efecto del polvo sobre la carga, para lo que se tomarán las medidas convenientes como el regado de las pistas, mediante tractores cuba contratados en el pueblo.

Se considera un impacto que generará el polvo de la explotación como MODERADO.

Ruido: El ruido afecta principalmente a la fauna y a las personas y se deberá fundamentalmente al producido por la maquinaria en sus actividades de arranque y carga y en el ruido de circulación de la obra. El impacto se puede producir en un radio aproximado de 300 m, considerándose sin importancia a partir de esa distancia.

No existen en el entorno de la zona de proyecto viviendas a menos de esa distancia de la cantera. Tan solo pequeñas casas de labranza (igualmente a mayor distancia) que pueden estar ocupadas de forma eventual en relación con los trabajos agrícolas que se realizan en el entorno. El hecho de que los trabajos extractivos se realicen en horario diurno hacen que las molestias que se puedan ocasionar sean menores.

En cuanto a la localidad de Castelnou, ésta se encuentra a suficiente distancia (más de 5 km) como para no verse afectada por los ruidos. Si pueden notar más los ruidos las personas que trabajen los campos de labor cercanos, sin embargo, se prevé que no sea mayor que el propio de labores agrícolas realizadas y se vea reducido gracias al efecto pantalla acústica del cordón de tierra vegetal que se acopiará en el perímetro de la parcela. En lo que respecta a los trabajadores de la explotación, aquellos que lo necesiten por su puesto de trabajo, estarán equipados con equipos de protección individual contra el ruido, por lo que también se vera el impacto minimizado. El ruido puede tener un mayor impacto sobre la fauna, pero este aspecto se valorará de forma más concreta al valorar el impacto causado sobre la fauna.

Se considera un impacto que generará el ruido de la explotación como MODERADO.

Olores: Por la tipología de los materiales extraídos y los métodos de extracción, no se tendrá en cuenta impacto alguno en este sentido. Los únicos olores que podrán aparecer en la explotación serán los producidos por los motores de las máquinas, que por otra parte, al circular al aire libre se disiparán inmediatamente, siendo tan solo perceptibles de manera puntual. De este modo, los olores puntuales que se puedan producir tan solo podrán afectar a los trabajadores de la explotación, las cuales estarán provistas de las oportunas protecciones, según la normativa vigente, por lo que el impacto se puede considerar NULO.

### 6.1.3. IMPACTO SOBRE AGUAS SUPERFICIALES

En las zonas donde se desarrollará la actividad no se realizará captación alguna de agua. El método de explotación no requiere su utilización y tampoco está previsto lavar el material extraído, por lo que no se producirán efluentes.

El efecto sobre las aguas superficiales de manera general, puede contemplarse normalmente desde dos puntos de vista: el aumento de la carga sólida de las aguas de escorrentía y su contaminación química.

La única manera de afectar a la calidad de las aguas superficiales sería la debida al arrastre por las aguas de lluvia de partículas finas de material o de algún tipo de contaminante hacia los cursos de agua superficiales, el más importante en este caso, el río Martín.

El aumento de la carga sólida y la turbidez en las aguas superficiales se producen por la incorporación de partículas sólidas derivadas de las labores de excavación, transporte y vertido de los materiales.

En cuanto a la contaminación de las aguas superficiales, la contaminación química puede producirse por la mala manipulación y almacenamiento de los lubricantes y combustibles utilizados en la maquinaria.

La distancia entre la zona de explotación y el río Martín es algo superior a 1500 m por lo que se deberán tomar medidas preventivas para evitar que sus aguas (y su fauna y flora) se puedan ver afectadas. No obstante se dispondrá a lo largo de la explotación un canal perimetral y una balsa de decantación de aguas.

En cuanto a posibles elementos contaminantes, los únicos que se contemplan son los propios de maquinas y camiones, siendo estos líquidos cambiados fuera de la zona de proyecto en instalaciones habilitadas a tal efecto. Tan solo podría ocasionarse algún vertido puntual por una avería o accidente.

Se considera un impacto que generará la explotación sobre las aguas superficiales como MODERADO.

#### **6.1.4. IMPACTO SOBRE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

En la zona donde se ubica la cantera no existe ningún acuífero de interés. Si bien los materiales objeto de explotación serían susceptibles de albergar agua procedente de precipitaciones al circular estos entre los materiales arcillosos, este agua tan solo tendría salida lateral hacia el río, ya que al tratarse de materiales granulares dispuestos sobre el terciario, predominantemente argilíticos no circularían en profundidad hacia otros acuíferos.

En cualquier caso, no se trabajará por debajo del nivel freático.

Así se puede estimar que el impacto que va a causar la actuación proyectada sobre las aguas subterráneas será COMPATIBLE

#### **6.1.5. IMPACTO SOBRE EL SUELO**

Como consecuencia del paso de camiones y maquinaria pesada por las alrededores de la explotación, se puede producir una alteración física por compactación en las características del suelo. Esta compactación produce una disminución de la calidad del suelo por lo que será importante tomar medidas para evitar que pueda producirse.

En cuanto a la contaminación del suelo, la única actividad que puede producir residuos químicos contaminantes es la manipulación de lubricantes, combustibles y similares necesarias para el normal funcionamiento de la maquinaria empleada en la explotación. Esta actividad que podría provocar daños en el suelo en zonas adyacentes, deberá desarrollarse en una zona especialmente habilitada para ello a tal efecto y mediante los procedimientos adecuados que eviten cualquier derrame.

El impacto sobre el suelo será MODERADO.

### 6.1.6. IMPACTO SOBRE LOS PROCESOS GEOFÍSICOS

La eliminación de la cubierta vegetal, las labores extractivas propiamente dichas y la creación del hueco de explotación suponen un aumento de los riesgos de erosión e inestabilidad en las zonas de actuación.

La erosión y la inestabilidad en los taludes de nueva creación se ven favorecidas por la eliminación de la vegetación y su exposición directa al viento y a las aguas de lluvia. El mayor impacto que se puede producir es la inestabilidad de los taludes de explotación.

El estricto cumplimiento del proyecto de explotación va a minimizar en gran medida estas afecciones. Además, los taludes de restauración serán estables al ser menores (< 25º).

El impacto sobre los procesos geofísicos será MODERADO.

### 6.1.7. IMPACTO SOBRE EL PAISAJE

En este sentido se interpreta que van a producir impacto sobre el paisaje todas aquellas acciones físicas y biológicas normalmente debidas a la acción humana que directa o indirectamente interfieran desfavorablemente con el ser humano a través del sentido de la vista, dando lugar a una sensación de pérdida de calidad paisajística.

Entre otros pueden considerarse como ejemplos de la alteración paisajística todas aquellas acciones que den lugar a la desaparición de la vegetación, cambios topográficos, quemas e incendios, modificación de cursos de agua, modificación de estructuras singulares, introducción de nuevas estructuras, ruidos continuos, polvo, humos de manera constante, introducción de elementos discordantes (edificios, carteles...).

En el caso de una explotación minera se produce una reducción de la calidad del paisaje derivada de la creación de huecos y de los acopios de material y escombreras, también se produce una alteración paisajística debida al almacenamiento temporal de la tierra vegetal, a la presencia de equipos móviles ya las emisiones de polvo.

En el caso de las modificaciones fisiográficas del paisaje el impacto será permanente, ya que supondrá la creación de huecos que no se podrán rellenar a la finalización de las labores de explotación. Sin embargo sí serán mitigables mediante la adecuación de los taludes y la generación en los mismos de una franja de vegetación autóctona.

En el caso de la explotación que nos ocupa, el impacto visual se verá atenuado por las cuestiones que se indican a continuación que permitirán retomar a la finalización de las labores de explotación a un estado similar al inicial:

- La escombrera inicial prevista formará parte de la estructura agrícola de la finca actual, únicamente se modificará su actual pendiente por una superficie más llana.
- El hueco de explotación será permanente, si bien con las medidas correctoras adecuadas podrá ser integrado en el paisaje del entorno como finca agrícola y continuación de la zona de escombrera.

Los taludes no son de gran altura, con respecto al terreno que no se verá afectado.

Así, el impacto producido por la actividad sobre el paisaje será MODERADO.

## 6.2. IMPACTO SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

### 6.2.1. Impacto sobre la flora y vegetación

Las principales afecciones que puedan derivarse sobre la vegetación y la flora catalogada de la zona por la creación de la explotación propuesta son las siguientes:

1. Eliminación de la cubierta vegetal
2. Deterioro y alteración de las comunidades vegetales lindantes

#### Eliminación de cubierta vegetal

Prácticamente la totalidad de la parcela de explotación propuesta corresponde a terrenos de cultivo de cereal a excepción de alguna discreta y puntual mancha de vegetación natural inferior a los 200 m<sup>2</sup>, degradada y de escaso interés, por lo que las afecciones que se puedan derivar de la actuación resultan poco relevantes.

#### Deterioro y alteración de las comunidades vegetales lindantes

La actividad de la maquinaria en la cantera, junto al trasiego de los vehículos, supondrá un notable incremento de emisiones de polvo que se depositarán sobre las comunidades vegetales de los alrededores. En los periodos más secos del año la afección será mayor debida a la ausencia de lluvias que permitan el lavado del polvo depositado sobre la vegetación. En principio esta afección se considera poco significativa para la conservación de las comunidades vegetales del entorno aunque podrían verse reducidas con la aplicación de alguna medida preventiva como la realización de riegos periódicos sobre las superficies desprovistas de vegetación para reducir las emisiones de polvo, con mayor hincapié en los meses de menores precipitaciones.

Así el impacto de la explotación sobre la vegetación, lo consideramos MODERADO.

### 6.2.2. Impacto sobre la fauna

Las principales afecciones que puedan derivarse sobre la fauna de la zona por el desarrollo de la actuación propuesta son las siguientes:

1. Eliminación de los ecosistemas actuales
2. Deterioro y alteración de los ecosistemas lindantes
3. Molestias por generación de ruido

#### Eliminación de los ecosistemas actuales

Como ya se ha observado en el apartado de afecciones sobre la vegetación, la ocupación de las superficies actuales para el desarrollo de la actividad propuesta tiene como consecuencia la eliminación de las comunidades vegetales existentes y, por consiguiente, la desaparición de los ambientes en los que diferentes especies animales pueden hacer uso del espacio, ya sea para la caza como para la reproducción. La práctica totalidad de la parcela de explotación propuesta corresponde a terrenos de cultivo de cereal a excepción de alguna discreta y puntual mancha de vegetación natural, degradada y de escaso interés.

En esta zona, al margen de algunas pequeñas aves que puedan llevar a cabo la construcción de nidos sobre los arbustos lindeos, la mayor parte de la fauna que se puede esperar en la parcela corresponderá a pequeños herbívoros, roedores y reptiles que puedan ser a su vez presa de diversos mamíferos y aves depredadores.

El ecosistema afectado por la explotación resulta muy habitual en el entorno por lo que se considera que la afección será poco relevante ya que la mayor parte de las especies afectadas podrán hacer uso del mismo ecosistema en los alrededores, e incluso por experiencia se sabe que la afección minera (excavación) facilita la existencia de pequeños roedores y reptiles al facilitar la

realización de madrigueras o refugios en materiales previamente movidos; eso a su vez incide en mayor número de presas para otros animales.

Asociado a esta misma afección, cabe mencionar que cierto número de individuos de especies animales de pequeño tamaño y de reducida capacidad de movilidad, principalmente invertebrados terrestres, desaparecerán en el momento de la destrucción de las superficies afectadas, aunque en principio, no se espera que se trate de un impacto significativo.

#### Deterioro y alteración de los ecosistemas lindantes

La actividad de la maquinaria en la cantera, junto al trasiego de los vehículos, supondrá un notable incremento de emisiones de partículas finas que pueden ser arrastradas por las aguas de lluvia, ya se ha comentado este asunto en el punto de afección a las aguas. En ningún caso se verá afectada la fauna del río Martín por la existencia de esta explotación a más de 1.500 m. de distancia.

#### Molestias por generación de ruido

Tanto la actividad de la propia cantera como el tránsito de la maquinaria pesada por la zona de explotación generarán importantes emisiones sonoras que derivarán en molestias a la fauna del entorno.

Las zonas ambientalmente más sensibles a este impacto por la presencia de taxones catalogados, de mayor interés de conservación, corresponden al río Martín y a las choperas localizadas en la margen izquierda del mismo. Su distancia hace que no exista impacto sonoro a dicha zona.

La afección por ruido quedará en cierto modo minimizada por la colocación de los acopios de tierra vegetal que harán un papel de pantalla acústica.

### **6.3 IMPACTO SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO**

#### **6.3.1. Impacto sobre el medio socioeconómico**

El impacto será positivo respecto al desarrollo económico de la zona, ya que puede generar puestos de trabajo, tanto de forma directa como de forma indirecta, al favorecer el crecimiento de empresas de servicios relacionada con la maquinaria utilizada en la explotación, proveedores, transporte, etc.; y ayudará a conservar los existentes en relación con los peticionarios.

La actividad de la explotación contribuye al desarrollo del Sector Industrial, y por lo tanto supone un desarrollo de la Actividad Económica, y contribuye a la fijación de Población en la zona. Por otra parte el material objeto de explotación se utilizará en talleres de corte próximos (Puebla de Hija) con lo que se añade el valor socio-económico de la primera transformación del Alabastro.

La transformación y comercialización de los recursos extraídos contribuyen a mantener los puestos de trabajo existentes en la actualidad y revierten positivamente sobre el sector industrial.

El principal impacto negativo consiste en la degradación estética de la zona de explotación y el cambio que se produce (temporalmente) en el uso del suelo.

Sin embargo, esta variación en el uso del suelo será temporal, ya que finalizados el plazo previsto de explotación la mayor parte de la zona volverá a ser campo de cultivo; y el resto una zona de vegetación autóctona con una mayor calidad paisajística que la actual.

Así, el impacto sobre el medio socioeconómico se puede valorar como BENEFICIOSO.

### **6.3.2. Impacto sobre el Patrimonio Artístico y Cultural**

Ninguno de estos elementos del Patrimonio Histórica y Artístico se verá afectado por la explotación, ni de forma directa ya que no se plantea realizar la explotación en el entorno de ninguno de ellos; ni de forma indirecta, ya que no se van a utilizar explosivos ni a producir vibraciones que pudieran afectarlos.

De esta manera, se puede calificar el impacto como sin impacto en Espacios catalogados o protegidos.

Como ya se ha comentado, la zona de proyecto no se encuentra dentro de los límites de ningún Lugar de Interés Comunitario (LIC) ni de ninguna Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Así, se valora que la afección sobre espacios catalogados o protegidos va a ser sin impacto.

### **6.3.2. Impacto sobre el Tráfico**

Los vehículos de la cantera saldrán a la carretera A.224 en la proximidad de Castelnou y circularán hasta el taller de corte en La Puebla de Hajar.

La puesta en funcionamiento de la actividad proyectada va a suponer un incremento en el número de vehículos pesados que circulan por las citadas vías, si bien éste no va a ser excesivo debido al volumen de Alabastro que se tiene previsto extraer.

Este incremento se prevé asumible sin grandes problemas por todas las vías por las que se debe circular.

La pista de tierra se trata de un camino agrícola de acceso a parcelas. El paso de menos de 10 camiones diarios puede producir, de manera puntual, el deterioro de la misma sobre todo por el paso de los vehículos con el firme encharcado. Así se deberán tomar las medidas oportunas (incluso correctoras) para minimizar estos impactos de modo que sean compatibles, como el arreglo mediante gravilla o zahorra y el extendido mediante pala cargadora de la explotación.

El número de trabajadores en la explotación es muy limitado, por lo que no se va a generar una gran afluencia de vehículos hacia la zona por efecto del inicio de la actividad.

Por tanto, el impacto del tráfico se puede considerar como: COMPATIBLE.

#### 6.4 VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Después de realizar un análisis de las características de las diferentes actuaciones proyectadas, de la descripción del emplazamiento y el estudio sistemático de la interacción de ambos factores, se ha realizado la valoración de los impactos que se producirán como consecuencia de la acción extractiva que se proyecta llevar a cabo en la cantera Sección A "BOCHAR".

El método elegido para la valoración del impacto ambiental ha sido el de la matriz de impacto, en la cual se representarán los factores del medio en las filas y en las columnas, las acciones sobre él. Cada interacción fila-columna se resolverá con un signo indicador cualitativo de la magnitud del impacto.

En la matriz realizada se ha considerado las fases del proyecto de:

- Explotación — Fase de funcionamiento.
- Cierre y restauración de la cantera — Fase de abandono.

A continuación se incluye la matriz de impacto.

IMPACTO	Intensidad	Afectación	IMPACTO GLOBAL	VALORACIÓN IMPACTOS SIGNIFICATIVOS					IMPACTO TOTAL	
				M	I	S	P	C		
<b>IMPACTO GEOAMBIENTAL</b>										
	<b>Emisiones</b>	2	2	-4	Poco importante					
<b>Atmósfera</b>	<b>Polvo</b>	2	2	-4	Poco importante					
	<b>Ruido</b>	2	2	-4	Poco importante			Poco importante		
	<b>Olores</b>	1	1	-1	Inapreciable					
<b>Clima</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>Geomorfología</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>Suelo</b>		3	2	-6	Importante	-1	-2	No hay	-2	-7
<b>Hidrología</b>	<b>Superficiales</b>	2	2	-4	Poco importante					
	<b>Subterráneas</b>	2	1	-2	Muy poco importante				Poco importante	
<b>Paisaje</b>		3	2	-6	Importante	-1	-3	No hay	-2	-8
<b>IMPACTO BIO-AMBIENTAL</b>										
<b>Vegetación</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>Fauna</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO</b>										
<b>Población</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>Territorio (suelo)</b>		2	2	-4	Poco importante					
<b>Economía</b>		3	3	+9	Muy importante	+1	+3	Sí hay	+2	+8
<b>Cultura</b>		1	1	-1	Inapreciable					

# 7.-MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.

## 7.1.- INTRODUCCIÓN

Una vez se han identificado los impactos ambientales que generarán las acciones de extracción, han de definirse unas medidas dirigidas a minimizar su afección durante y después de la explotación, son lo que denominamos medidas preventivas y correctoras que se especifican a continuación y se desarrollarán en la ejecución del Programa de Restauración.

Las medidas preventivas son las más recomendables, ya que van destinadas a evitar o minimizar las causas del impacto, no obstante, no es posible anularlas totalmente y, por lo tanto, es necesario la adopción de medidas correctoras cuyo objetivo es la reparación del medio afectado por la extracción, tratando que las condiciones de la zona, una vez finalizado el proceso de extracción y recuperación, difieran lo menos posible de las condiciones iniciales.

En las tablas adjuntas se exponen las medidas a adoptar correlacionadas con los impactos que afectan a cada factor del medio físico.

Por último se desarrolla el Programa de Restauración como la medida correctiva de mayor relevancia en la extracción.

## **7.2.- IMPACTOS SOBRE LA ATMOSFERA Y MEDIDAS PREVENTIVAS.**

### **7.2.1.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: ATMÓSFERA**

#### **Impacto Producido: Emisión de Polvo**

**ACCIÓN GENERADORA:** Arranque, acopio y acarreo del recurso mineros.

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS:**

- Durante la etapa de obras previas, en cuanto al arreglo de pistas y desbroce y despeje de superficies, se realizará el riego de las superficies de tránsito cuando el nivel de sequedad ambiental así lo haga preciso para evitar la puesta de polvo en suspensión.
- Retirada de las pistas del material formado por acumulación del polvo o caído de cajas o cucharas de vehículos y máquinas.
- Se emplearán los caminos rurales existentes para acceder a la explotación.
- Se realizará e implantará un programa de mantenimiento periódico de máquinas, incluyendo lubricación, comprobación y reemplazo de piezas, y que permitirá, no solo actuar en temas de seguridad, sino también en el de reducción de emisiones generadas.
- Durante la fase de explotación, para evitar la formación de polvo y su dispersión en el aire, se realizará el riego de las superficies de tránsito y zonas de arranque cuando el nivel de sequedad ambiental así lo haga preciso.
- Compaginar el ritmo de producción con los transportes de material a fin de reducir en todo lo posible las áreas de acopios.
- Los acopios quedan por debajo del terreno natural, en gran medida, lo que reduce su exposición al viento.
- Reducir la velocidad de circulación de los vehículos por las pistas.
- Minimizar las superficies decapadas.
- Reducir el tiempo entre la Fase de explotación y Restauración
- Se seguirán las especificaciones de la I.T.C. 07.1.04. Condiciones ambientales: Lucha contra el Polvo.

#### **MEDIDAS CORRECTORA:**

- Rápida revegetación de las superficies explotadas.

### Impacto Producido: Emisión de Gases

ACCIÓN GENERADORA: Movimiento de Maquinaria.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Colocación de dispositivos en el tubo de escape para evitar gases innecesarios
- Minimizar el número de viajes
- Revisión adecuada y periódica de la maquinaria y vehículos

### Impacto Producido: Emisión de Ruidos

ACCIÓN GENERADORA: Movimiento de maquinaria

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Todos los equipos empleados cumplirán con los límites sonoros que les sean de aplicación. No se admitirán equipos modificados si dicha alteración resulta en un incremento de las emisiones al medio ambiente o aumenta los niveles de ruidos.
- Trabajo en horario diurno.
- Revisión periódica de la maquinaria.
- A nivel de seguridad e higiene, se tendrá presente el R.D. 1316/1989 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos generados por la explosión al ruido para todo el personal involucrado en el proyecto.
- La formación e información de los trabajadores es una parte fundamental de la implantación de un plan de prevención y control del ruido. El trabajador debe conocer los niveles acústicos a los que está sometido y en función de estos niveles utilizar protectores auditivos y efectuar los controles médicos periódicos que corresponden.
- Suministrar elementos de protección auditiva adecuados y establecer un programa de adiestramiento y motivación con el fin de que los trabajadores puedan cuidar su salud auditiva.
- En las Palas y Dumper modernos las cabinas, suelen venir aisladas del ruido, y se procurará que el trabajador no abra las puertas y ventanas. Esto suele hacerse en el verano por carecer algunos vehículos de aire acondicionado por lo que se dotará a las cabinas de estos aparatos.
- Se emplearán los caminos rurales existentes.
- Se reducirá la velocidad de circulación.

### **7.3.- IMPACTOS SOBRE LA TIERRA Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.**

#### **7.3.1.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: SUELOS**

**Impacto Producido: Pérdida de productividad, compactación, Riesgo de Contaminación, Erosión.**

**ACCIÓN GENERADORA:** Desbroce, retirada, acopio y restitución

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS:**

- Se emplearán los viales actuales para acceder a la zona de explotación.
- Decapado con tiempo húmedo y sin viento.
- Almacenamiento adecuado de tierra vegetal.
- Enmiendas para corregir el suelo acopiado.
- Retirada, acopio y mantenimiento de suelos. Enmiendas para corregir el suelo acopiado.
- Despedregado y acondicionamiento.
- Ripado y laboreo previo del suelo a revegetar.
- Revisión de la maquinaria para evitar vertidos accidentales de gasolina, aceites, ...
- El método de explotación a emplear es el de cielo abierto por banqueo descendente. Se empleará un sistema de explotación-restauración de transferencia de estériles y tierras al hueco creado dejando una amplia plataforma limitada por taludes tendidos de escasa altura. Este método de laboreo permite recuperar de forma progresiva y simultánea a las labores de explotación las zonas afectadas y posibilita adecuar la situación final al paisaje original.
- Los aceites y grasas consecuencia del mantenimiento de la maquinaria serán recogidas para su evacuación posterior de la zona.
- Los residuos, serán evacuados fuera del área de afección y entregados a gestor autorizado.

#### **MEDIDAS CORRECTORAS:**

- En caso de existir alguna zona desbrozada en exceso, se procederá con su inmediata recuperación y revegetación.
- Los suelos vegetales de las zonas afectadas serán acopiados previamente al inicio de las labores de explotación, para ser empleados posteriormente en los trabajos de restauración.
- Revegetar rápidamente las zonas rehabilitadas y restituidas para evitar

- erosión de la capa edáfica.
- Se llevará a efecto el Proyecto de Restauración propuesto, realizando las labores de restauración de la forma más simultánea a la explotación que sea posible.
  - La restauración progresiva del frente permitirá una recuperación lo más paralela posible a las labores de extracción, minimizando de esta forma las incidencias ambientales originadas.
  - Se prevé el extendido del suelo original sobre las superficies que se vayan remodelando. La extensión de estas tierras permitirá mantener la capacidad de los suelos y la implantación de la vegetación posterior.

### 7.3.2.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: PAISAJE

**Impacto Producido: Cambio y Degradación del paisaje, cambios cromáticos y topográficos, creación de huecos**

**ACCIÓN GENERADORA:** Ejecución del sistema de explotación

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Ocultación y enmascaramiento de los frentes mediante la creación de pantallas visuales con los acopios de la tierra vegetal retirada, formando cinturones alrededor de la explotación.
- Siembra de leguminosas y gramíneas en los acopios de tierra vegetal para naturalizar la tonalidad como pantallas visuales.
- La revegetación se hace con plantas que no suponen cambios cromáticos respecto a la situación inicial.
- Se empleará un sistema de explotación que recupera la zona para su uso inicial de forma prácticamente simultánea al avance de la explotación.

#### MEDIDAS CORRECToras:

- Se revegetarán las zonas explotadas tan pronto como sea posible, recuperándose para su uso inicial.
- Los taludes finales tendrán ángulos inferiores a 30º
- Se vierte sobre la plataforma final por transferencia las tierras vegetales previamente acopiadas.
- Ejecución del programa de restauración.

## 7.4- IMPACTOS SOBRE LA FLORA Y LA FAUNA Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.

### 7.4.1.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: VEGETACIÓN

**Impacto Producido: Eliminación de la Vegetación. Cambios en la composición florística. Aumento del riesgo de incendios.**

**ACCIÓN GENERADORA:** Desbroce y revegetación.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Recuperación y restitución de suelos.
- Capaceo de la tierra vegetal, sembrándola de leguminosas para aumentar aporte de nitrógeno.
- Tratamiento contra las plagas.
- Advertencias al personal para evitar situaciones de peligro de incendio.
- Minimizar acopios de material.
- Para acceder a la explotación se aprovecharán los viales rurales ya existentes.
- Las zonas de descarga y áreas de acopio durante el funcionamiento normal de la explotación serán ubicados en áreas que hayan sido desbrozadas previamente dentro de la zona de proyecto.
- Se evitará el afectar a zonas colindantes mediante el paso de la maquinaria

#### MEDIDAS CORRECTORAS:

- Revegetar con especies autóctonas concordantes con la vegetación actual de la zona.
- Se implantará el Plan de Restauración propuesto. Este se realizará de la forma lo más simultánea posible a las labores de explotación.

#### 7.4.2.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: FAUNA

**Impacto Producido: Alteración de Habitats Terrestres. Cambios en las pautas de comportamiento. Perturbaciones.**

##### ACCIÓN GENERADORA:

Indirectas: Eliminación de la vegetación

Directas: Arranque mecánico, ruidos, luces

##### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- No se contemplan medidas especiales, ya que la fauna asociada y característica seguirá existiendo, aún en la fase de explotación y restauración.
- No se han detectado nidificaciones de las especies más interesantes en la zona de afección por la explotación y su entorno.
- Evitar trabajar en horas nocturnas.
- Revisión de la maquinaria para evitar ruidos innecesarios.
- No dejar comidas ni restos de comida para evitar proliferación de roedores.

##### MEDIDAS CORRECTORAS:

- Las medidas expuestas para el control de la contaminación atmosférica, emisiones de ruido, capacidad agrológica y afección a la vegetación, son también válidas para la protección de la fauna.

## 7.5- IMPACTOS SOBRE LAS AGUAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.

### 7.5.1.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: AGUAS SUPERFICIALES

**Impacto Producido: Incremento Temporal de turbidez s aguas de escorrentía. Alteración del drenaje natural. Sólidos en suspensión. Contaminación. Arrastre de Tierras.**

#### ACCIONES GENERADORAS:

- Acopios mal situados.
- Cambios en la morfología.
- Pérdidas de aceite.
- No mantener las pendientes proyectadas

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Los niveles de precipitación en la zona son muy reducidos, a los que hay que sumar una elevada evapotranspiración y una fuerte intensidad de los vientos durante la mayor parte del año.
- Dar a las plataformas pendientes adecuadas a fin de que puedan evacuar las aguas sin peligro de erosión, dirigidas contra el desagüe natural.
- Mantenimiento de la maquinaria en zonas destinadas para ello.
- Revisión de la maquinaria para evitar vertidos de accidentales de aceites, gasoil...
- Los aceites y grasas consecuencia del mantenimiento de la maquinaria serán recogidos para su evacuación posterior de la zona.
- Los residuos serán evacuados fuera del área de afección y entregados a gestor autorizado

#### MEDIDAS CORRECTORAS:

- Creación de pendientes finales de restauración similares a las que tenían originalmente para que las aguas drenen en la misma dirección que lo hacían antes.
- Revegetar con especies autóctonas concordantes con la vegetación actual de la zona.

## **7.6- IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIO-ECONOMICO Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.**

### **7.6.1.- FACTOR DEL MEDIO AFECTADO: MEDIO SOCIOECONÓMICO**

**Impacto Producido: Pérdida de Patrimonio Natural. Pérdida de Recursos. Pérdida y/o deterioro de la Red de Pistas Municipales**

#### ACCIONES GENERADORAS:

- Usos de pistas.
- Explotación intensiva e incontrolada

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Señalizar limitaciones de velocidad.
- Señalizar la salida de maquinaria.
- Minimizar tráfico.
- Se utilizarán los viales rurales existentes lo que evita el tener que realizar nuevos viales.
- Se tomarán todas las precauciones necesarias para proteger y evitar daños y perjuicios a las propiedades colindantes con la zona de explotación.

#### MEDIDAS CORRECTORAS:

- Se mejorará el viario actual en los tramos en los que se precise, y se realizará un mantenimiento periódico de los caminos empleados, lo que también beneficiará a agricultores, pastores, cazadores, ...
- Se realizarán las labores de restauración de las zonas de explotación de la forma lo más simultánea posible a las labores de explotación, a fin de recuperar paulatinamente el suelo para su uso inicial.

## **7.7.- PROGRAMA DE RESTAURACIÓN**

### **7.7.1. INTRODUCCIÓN.-**

La empresa explotadora, llevará a cabo las medidas necesarias para la rehabilitación del terreno afectado por la explotación, tanto la realizada por esta empresa, como aquellas zonas afectadas anteriormente y que aunque fuera de la responsabilidad de otras empresas, las acometerá a fin de obtener un espacio totalmente restaurado.

**El uso final del terreno será agrícola, por tanto, este será el objetivo general de los trabajos de restauración.**

Durante este periodo se explota la zona de acuerdo a las necesidades de materiales del mercado de una forma ordenada por la que se va restaurando la zona que se va explotando (por fases o sectores) manteniendo un aval como garantía financiera de toda la superficie afectada e intentando que sea la mínima afección.

El ordenamiento de la restauración viene impuesto tanto por la administración como por la empresa que pretende darle un mayor rendimiento a las fincas afectadas. Por tanto la empresa explotadora se exige la puesta en explotación agrícola cuanto antes de las superficies explotadas.

Este sistema nos proporciona la creación de grandes fincas agrícolas, con un drenaje excelente, y un rendimiento agrícola muy superior a las fincas adyacentes. Al final de la restauración obtenemos unas fincas muy grandes con un suelo muy fértil.

Por tanto, el objetivo de la restauración de la zona afectada por la explotación DANIEL será la obtención de una finca agrícola que se sume diversas parcelas, de tal forma que su mecanización sea más productiva en aspectos agrarios.

### **4.1. Introducción y objetivos**

El programa de restauración que se desarrolla a continuación contempla la adopción de una serie de medidas preventivas y correctoras orientadas a minimizar los impactos identificados y a permitir que la explotación proyectada sea compatible con el entorno donde se ubica.

Se desarrolla el presente Programa de acuerdo con el Real Decreto 975/2009 de 12 de junio sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Dicho Plan va a detallar las medidas previstas para la restauración del espacio natural afectado por la explotación, así como el calendario de ejecución y el coste estimado de los trabajos de restauración.

## 4.2. Superficies afectadas

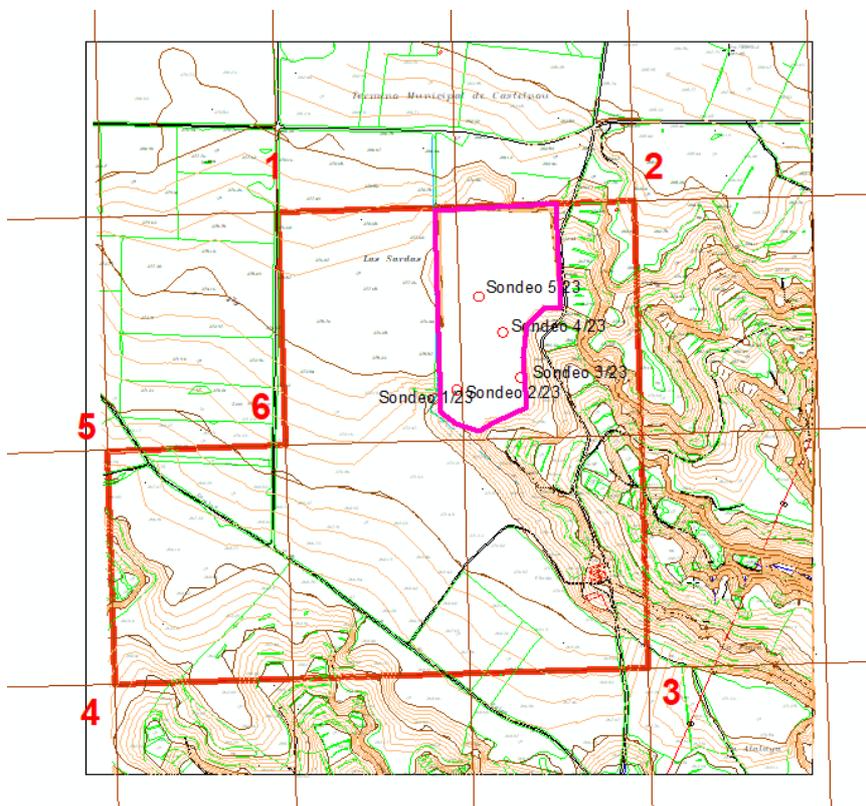
Como ya se ha comentado anteriormente, El peticionario proyecta la apertura de una explotación de **ALABASTRO (variedad Azaila)** para su uso como roca ornamental. Esta variedad está actualmente en el mercado, si bien en esta zona tiene algo de "vetas rojas" que supondrá una pequeña variación comercial en el proceso de venta. En previsión de la buena aceptación que parece ser va a tener este tipo de variedad de Alabastro, se considera necesario el iniciar (dentro del plazo estipulado por la administración), la puesta en marcha de nuevos proyectos mineros. Obviamente, no es de interés de la empresa el iniciar la actividad en dos concesiones mineras con las mismas variedades de piedra, salvo que así lo exija la administración minera. El objetivo de la empresa, es poder disponer de las autorizaciones administrativas correspondientes para que una vez agotadas y finalizadas las labores de explotación de la actual concesión en funcionamiento, el mercado no se desabastezca por falta de suministro de mineral, sino que podamos solapar el arranque de una nueva explotación minera.

La zona de explotación de la CONCESIÓN MINERA DANIEL nº 6492 en todas sus fases ocupa en su totalidad una superficie APROXIMADA de 15 Has.

No se proyecta la instalación de planta de tratamiento en la cantera. Directamente se trasladará el producto extraído a los talleres que dispone el grupo empresarial actualmente.

Por tanto la actividad supondrá una sinergia positiva sobre la actividad laboral de la zona rural como municipios de Jatiel, Castelnou y La Puebla de Híjar.

**Importante indicar que el ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, se centrará ÚNICAMENTE en la fase 1 y 2 ES DECIR 15 Has.**



### 4.3. Usos del suelo

En la actualidad, la superficie donde se va a desarrollar el presente Plan de Restauración se encuentra ocupada por campos de cultivo de secano y por taludes de matorral principalmente. Existen algunas zonas donde se han realizado extracciones de alabastro y otras donde se realizaron balsas de purines que nunca se utilizaron.

En cuanto a los usos previstos en el presente plan, se prevé la devolución de toda la superficie al mismo uso que el actual, ampliando la zona de cultivo de secano y recuperando los taludes con vegetación como la existente en el entorno, de forma que puedan naturalizarse a la mayor brevedad.

### 4.4. Alternativa escogida

La extracción de cualquier recurso minero en general, es un sector minero-industrial de características muy concretas. Los materiales a explotar hay que buscarlos donde se encuentran los depósitos, por eso la ubicación de las distintas explotaciones viene impuesta por parámetros de la propia naturaleza.

Si bien no es posible, dentro de unos límites, variar la localización de los depósitos de minera, sí es posible restringir su explotación a una zona que afecte lo menor posible al medio (evitando acercarse a yacimientos arqueológicos, zonas protegidas, etc...).

Además, se va a establecer un programa de restitución que colabore a reducir el impacto y mejore la situación ambiental del emplazamiento en la medida de lo posible.

La explotación se realizará en dos fases. Se comenzará retirando y acopiando la tierra vegetal y parte de los estériles de la primera fase (fase A) conformando unos acopios temporales de tierra vegetal y una escombrera temporal. Cuando las labores de explotación hayan abierto un espacio suficiente (si es posible antes de finalizar la fase A), comenzarán las labores de restauración del hueco generado.

De esta manera se implantará un proceso de minería de transferencia, en el que los estériles y la tierra vegetal extraídos en la fase siguiente se transferirán al hueco anterior sin necesidad de realizar acopios intermedios.

La alternativa de restauración que se plantea presenta, en síntesis, los siguientes objetivos:

- Instalación de una cubierta vegetal estable en las superficies afectadas por la explotación, evitando los fenómenos de erosión-sedimentación.

- Integración paisajística de la zona afectada en su entorno natural, mediante la implantación de cultivos de secano y la siembra y plantación de herbáceas y arbustos.
- Recuperación de los hábitats existentes para la fauna.
- Recuperación de los usos del suelo tradicionales, rehabilitando parcelas para cultivo agrícola y/o aprovechamiento ganadero.

Como se ha indicado, la cantidad de estériles existentes va a permitir en buena medida devolver la zona a un estado similar al actual, con plataformas ocupadas por cultivos de secano y taludes de matorral. Así, la opción que se plantea es:

- Relleno de los huecos generados con el estéril de la explotación.
- Redondeo de todos los taludes generados, evitando formas artificiosas y suavizando sus pendientes, de modo que se garantice su estabilidad y se facilite la revegetación. Se prestará atención a las vaguadas y zonas de recogida de aguas en las laderas existentes sobre los campos de cultivo, tratando de darles continuidad en los taludes generando, reduciendo así el riesgo de erosión de las nuevas superficies.
- Revegetación de todas las superficies generadas durante el desarrollo del proyecto con cultivos tradicionales en las plataformas y especies adecuadas en los taludes de arbustos y herbáceas, que facilitan una perfecta integración y requieren pocas atenciones de mantenimiento.

#### **4.5. Restauración morfológica**

Las modificaciones fisiográficas que se producen en el transcurso de la explotación, crean un efecto visual negativo tanto morfológica como paisajísticamente.

La apertura del hueco de explotación, junto con la situación irregular de líneas y montículos dispares pueden provocar una afección muy relevante si no se toman las medidas oportunas.

Para reducir en lo posible el impacto provocado por la apertura del hueco de explotación, se dará comienzo a las labores de restauración lo antes posible, de forma que la superficie de afección en un mismo instante sea, a lo largo de toda la vida de la explotación, lo más reducida posible que permitan las labores mineras.

Se prevé que tras los dos primeros años, el método de explotación escogido permita el relleno del hueco con los estériles de la propia explotación manteniendo la filosofía de transferencia entre paneles. De esta forma se podrá empezar a restituir la topografía de la zona lo antes posible, de forma que el resultado final será una plataforma a una cota muy similar y taludes, hacia el barranco, a los que se dará morfología redondeada con el objeto de naturalizarlos lo máximo posible.

Los nuevos taludes generados entre las plataformas de cultivo y el barranco donde se ubica la explotación, se dotarán con una pendiente en torno a 20º para facilitar su revegetación. Las plataformas quedarán con una morfología aproximadamente llana pero en contrapendiente para retener las aguas de escorrentía, de forma que no se produzca erosión y se mantenga la humedad en las zonas de cultivo la mayor cantidad de tiempo posible.

Al conformar los taludes de restauración se tendrá en cuenta la existencia de vaguadas y zonas preferentes de escorrentía en la topografía natural, tratando de adaptar la restauración a ésta para reducir el riesgo de erosión y darle el mayor aspecto de naturalidad posible.

Como se ha indicado con anterioridad, las labores de relleno del hueco de explotación con el estéril se encuentran contempladas dentro del proyecto de explotación en el proceso de minería de transferencia. Si bien este proceso de vertido de estériles dentro del hueco de explotación corresponde al Proyecto de Explotación, se recomienda compactar el estéril con la propia maquinaria previa humectación del mismo para conseguir un mejor grado de compacidad del material y un mejor comportamiento de cada a su estabilidad.

#### **4.6. Restauración de suelos**

Para la restauración de los suelos se utilizará la tierra vegetal original existente en la zona. El sistema de explotación que se propone llevar a cabo, minería de transferencia, favorece en gran medida la utilización directa y progresiva de los suelos autóctonos evitándose en gran medida los acopios de material. Ello es beneficioso no sólo desde el punto de vista económico, porque evita el incremento de coste que supone mover dos veces un mismo material, sino también biológico, ya que reduce el deterioro de sus características edáficas.

Como norma general, se retirará la capa de suelo existente en todas las zonas sobre las que se deba actuar, zonas de explotación, escombreras, zonas de paso...

La tierra vegetal se retirará y se restituirá en las labores de restauración cuando no se encuentre excesivamente seca o húmeda y siempre evitando pisarla con la maquinaria.

Para el caso de la tierra vegetal, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los acopios se colocarán en la zona topográficamente más alta de los campos de cultivo, cerca del límite con la ladera superior.
- Se manipulará la tierra cuando esté seca.
- La altura de los cordones de tierra vegetal no superará si es posible los 1,5 m.
- Se evitará el paso de cualquier tipo de vehículo por encima de la tierra apilada.
- Los montones que no sean utilizados antes de dos años, será conveniente su siembra con una mezcla de semillas: gramíneas y leguminosas, protegiéndolos contra la erosión hídrica y eólica. Se propone una mezcla de centeno (*Secale cereale*), alfalfa (*Medicago sativa*) y dactilo (*Dactylis glomerata*).
- Por su margen norte discurrirá una cuneta que evitará que les pueda llegar agua de escorrentía.

El espesor de tierra vegetal se estima en general en un espesor máximo de 0,5 m en las zonas de cultivo y de 0,2 m en las zonas de matorral, si bien algunas de las zonas de matorral aparecen sin ninguna capa de suelo. Así, a priori, la cantidad total de tierra vegetal existente en la zona de proyecto de la primera fase se estima en unos 15.000 m<sup>3</sup> aproximadamente). Además, en las zonas de matorral en las que no se aprecie suelo vegetal, se retirará igualmente la primera capa de 20 cm, más alterada; y con semillas que luego podrán ser útiles en la restauración. Así, se estima que no va a ser necesario un aporte extra de tierra vegetal.

Antes del extendido de la tierra vegetal se procederá a la preparación del sustrato: se descompactará la superficie sobre la que se va a asentar la tierra vegetal para incrementar su volumen y disminuir el apelmazamiento, aumentando la capacidad de infiltración y favoreciendo la fijación, penetración y respiración de las raíces de las plantas. Se realizará sobre superficies secas, mediante el paso de un riper o escarificador, evitando la extracción de material a superficie, efectuando posteriormente un despedregado. Se verterá un espesor de tierra vegetal de entre 30 y 40 cm en las plataformas y 0,20 cm en los taludes.

En el caso de que se hayan podido distinguir distintos horizontes en el suelo, se aportarán sobre las superficies de restauración en el mismo orden al que tenía en su posición original.

Una vez extendido el suelo en la zona a revegetar se evitará el tránsito sobre el mismo con

máquinas pesadas y vehículos que puedan compactar y desestructurar su horizonte superficial. Esta misma medida se tomará con el suelo de las zonas donde aun no se haya actuado, teniendo siempre la precaución de por un lado, retirar el suelo de todas las zonas donde se vaya a actuar; y por el otro de evitar el tránsito de vehículos y maquinaria por zonas donde no se haya retirado la cubierta de suelo vegetal.

Tanto para la tierra vegetal que haya permanecido acopiada durante más de un año, como la procedente de los taludes, una vez labrado el suelo se añadirá estiércol o abono orgánico de descomposición lenta (0,3 a 0,5 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente) para mejorar las propiedades químicas del mismo.

Tanto la extracción del suelo como el apilamiento y el extendido del mismo se harán siempre en condiciones secas.

Entre el extendido de la tierra vegetal y la revegetación de la misma deberá transcurrir el menor plazo posible para evitar problemas de erosión, compactación o lixiviación de nutrientes (siempre y cuando sea posible trasladarla desde su posición original, hasta la definitiva).

Se evitará que en el perfilado de taludes de restauración queden huellas de las orugas del bulldózer perpendiculares a las curvas de nivel, a fin de impedir la aparición de regueros incipientes con las primeras lluvias y evitar su erosión.

Como criterio general, todas las operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizarán fuera de la zona de actuación, en lugares debidamente adecuados y autorizados para ello. En cualquier caso, para ocasiones excepcionales que se deba realizar alguna operación en la zona de explotación, se pondrá un cuidado extremo para no derramar aceites o grasas sobre el suelo, la retirada de los residuos será efectuada por un gestor autorizado por la Administración. En el caso de derrame accidental se retirará inmediatamente el suelo afectado y se procederá de la misma forma.

Se restaurarán también los terrenos ocupados por los accesos y pistas que no vayan a ser usados como tales al finalizar los trabajos de extracción.

Una vez finalizadas las labores de explotación y restauración de los terrenos afectados, se recogerá todo tipo de desperdicios y restos que pudieran quedar en el entorno (cajas, embalajes, bidones, residuos y cualquier tipo de basura que se pudiera haber generado), dejando el lugar en perfectas condiciones de limpieza. Todos los residuos recogidos se trasladarán a vertedero controlado.

#### 4.7. Revegetación

Se describe a continuación el proceso que se llevará a cabo para la revegetación de las superficies afectadas por la explotación y que ya se están poniendo en práctica en la actualidad.

La revegetación proyectada en el presente Plan se va a aplicar sobre la nueva superficie generada por el relleno del hueco de explotación. El principal objetivo de la restauración vegetal que se va a llevar a cabo consiste en lograr, en la medida de lo posible, una integración paisajística de la zona desprovista de vegetación, acorde con las comunidades vegetales autóctonas y los usos tradicionales del suelo.

En este sentido, el uso que se va a dar con posterioridad a la actividad extractiva condiciona en gran medida el tipo de restauración. En este caso se propone la generación de superficies de uso agrícola de secano en las plataformas y revegetar los taludes con vegetación como la existente en el entorno que pueda permanecer lo menos antropizada posible y pueda ser colonizada por las especies vegetales y animales del entorno.

Se pretende así, crear las condiciones para conseguir la funcionalidad de las tierras de cultivo transformadas por la actividad, así como el rápido cubrimiento de los taludes generados con especies adecuadas a la zona y las condiciones climáticas.

La tierra vegetal retirada de las zonas donde se va a actuar nos permitirá tener una base de partida para que se vayan desarrollando los procesos edáficos básicos, constituyendo además un banco de semillas que jugarán un importante papel en la restauración.

Las medidas de revegetación, como la creación de suelo, se realizan al mismo tiempo que las labores de explotación, ya que éstas permiten el traslado directo de la zona de tierra vegetal desde su emplazamiento original hasta el definitivo para la restauración.

Por último, antes de la entrega de las obras se procederá a la descompactación de todos los nuevos viales generados para uso auxiliar o temporal mediante escarificado superficial y serán revegetados mediante la siembra de herbáceas, permitiendo de esta manera su recolonización por la flora y fauna autóctona.

#### 4.7.1. Revegetación de taludes

A continuación se indican las características de la revegetación proyectada para los taludes generados entre la plataforma de cultivo y el fondo del barranco.

##### Procedimiento

Las labores de revegetación en los taludes se realizarán en dos fases:

En primer lugar, se procederá a la instalación de una cubierta herbácea, utilizando una mezcla especies como las existentes en el entorno, que evite la erosión hídrica y eólica, fije el nuevo suelo, y sirva de soporte para el nuevo ecosistema. Además, la tierra vegetal aportada directamente desde su ubicación original, también tendrá un contenido en semillas.

A partir de los primeros días de Octubre se realizarán estas siembras: mediante el sistema "a voleo" se distribuirá la mezcla de semillas apropiada con una dosis de 150 kg/ha y se enterrará la simiente con un pase de grada. No se realizarán riegos de mantenimiento tras la siembra, por lo que se considera conveniente realizar las labores en la fecha mencionada, para aprovechar las lluvias de otoño.

El objetivo de esta siembra será proteger el suelo y enriquecerlo en nitrógeno.

En segundo lugar, sobre los terrenos en los que se sembró con herbáceas en la campaña anterior, se procederá a realizar una plantación con especies arbóreo-arbustivas, tratando de completar los diversos estadios del cortejo florístico natural de la zona.

Una vez seleccionadas las especies, se procederá a su plantación. El periodo más adecuado para esta latitud, como norma general, es el otoño, siempre que no exista riesgo de heladas, en cuyo caso se podrá plantar a finales del invierno – principios de la primavera.

Se realizará la plantación de forma manual, con azada; y sin atender a ninguna estructura de implantación (aleatoria). La distancia entre plantas será de 1,50 y 2 m, obteniéndose una densidad final de unas 3.000 plantas/ha. Tras la plantación se efectuará un riego, con dosis aproximada de 30 l/ud. Las labores se completarán con la retirada de materiales: bandejas, macetas, etc. que queden sobre las zonas de trabajo.

Con objeto de conseguir el resultado más natural posible, se evitarán las plantaciones lineales, creando pequeños bosquetes de vegetación mediante la disposición aleatoria de las plantas.

Se realizarán trabajos de mantenimiento durante el siguiente año, que consistirán en restitución y riegos. Su frecuencia vendrá determinada por la cadencia de lluvias anual.

Al año siguiente de realizar las plantaciones, y durante la misma época, se realizará una reposición de las marras habidas, si es que el número de ellas lo hiciese necesario.

### Selección de especies

Para la elección de especies vegetales adecuadas para los trabajos de revegetación, se parte del conocimiento de la dinámica de las comunidades vegetales en el territorio y de la experiencia de la empresa en labores de restauración de otras explotaciones en el entorno.

Las revegetaciones recomendables deben basarse en las especies arbustivas presentes en el entorno, de modo que se reduce la necesidad de mantenimiento y se incrementan las posibilidades de éxito, a la par que se evita la proliferación de especies alóctonas o invasoras.

Además, para conseguir una densa cubierta herbácea en un entorno semiárido como el del ámbito de referencia de la explotación, será necesario utilizar especies con las siguientes características:

- Facilidad de arraigo.
- Alta velocidad de crecimiento y cobertura del suelo.
- Tolerancia al estrés hídrico y las heladas.
- Morfología adecuada, bien por poseer un profundo sistema radicular que sujete el suelo, bien por presentar un porte de macolla a nivel superficial.
- Capacidad de mejora de las condiciones edáficas: especies que fijen el nitrógeno del aire, que produzcan un mantillo de buena calidad, que ahíjen bien, etc.

Las especies elegidas para la siembra de herbáceas son:

MEZCLA DE SEMILLAS PARA SIEMBRA A VOLEO			
ESPECIE	DENSIDAD	ESPECIE	DENSIDAD
<i>Dactylis glomerata</i>	63 kg/ha	<i>Sanguisorba minor</i>	3 kg/ha
<i>Moricandia arvensis</i>	3 kg/ha	<i>Plantago lanceolata</i>	6 kg/ha
<i>Medicago sativa</i>	75 kg/ha		

∴

En lo que respecta a las especies del estrato arbustivo, en nuestro caso solo serán Sur-Este se instalará un matorral de *Lygeum spartum* o albardinal.

Las especies seleccionadas se indican en la siguiente tabla.

ESPECIES ARBUSTIVAS	
ORIENTACIÓN SUR (Albardinal)	
ESPECIE	DENSIDAD
<i>Lygeum spartium</i>	2200 pie/ha
<i>Thymus vulgaris</i>	400 pie/ha
<i>Genista scorpius</i>	400 pie/ha

Se estima que con la densidad de plantación y dosificación de semillas de siembra se conseguirá un adecuado cubrimiento de la zona restaurada.

#### 4.7.2. Revegetación de plataformas

##### Procedimiento

La revegetación de las nuevas plataformas generadas se plantea con un doble objetivo:

- Recuperar el uso del suelo tradicional, anterior a la explotación.
- Conservar las peculiaridades paisajísticas que supone un mosaico de cultivos como los típicos de secano de la zona.

En la revegetación de plataformas se instalarán cultivos de cereal (cebada), siguiendo métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural. Una vez implantada definitivamente la vegetación se podría compatibilizar el uso ganadero.

Para descompactar el terreno se realizará un labrado con la profundidad adecuada de manera que se airee el terreno. Seguidamente se pasará el rulo con el fin de dejar las superficies adecuadas para la época de siembra.

En las plataformas dedicadas al cultivo de cereal, se realizará la siembra en los primeros meses del otoño tan pronto como hayan terminado las labores de preparación del suelo, dejando transcurrir la menor cantidad de tiempo entre el extendido y la siembra para evitar su erosión y/o degradación. La siembra se realizará a *chorrillo* con sembradora sobre tractor agrícola con una dosificación de 125 kg/ha y separación entre líneas de 18 cm.

#### Selección de especies

Cómo se ha indicado, uno de los objetivos perseguidos con la restauración de las plataformas es la recuperación del uso tradicional de la tierra. Por ello se escoge para el cultivo una especie habitual en la zona como la cebada.

REVEGETACIÓN EN PLATAFORMAS	
ESPECIE	DOSIS (kg/Ha)
<i>Hordeum vulgare</i>	125

#### 4.8. Atmósfera y ruidos

Los principales impactos detectados tienen que ver con las emisiones gaseosas, y la generación de polvo y ruido. Se plantean entonces las siguientes medidas con el objeto de reducirlos y conseguir que sean compatibles.

- Comprobar el correcto funcionamiento y puesta en servicio de los vehículos que actúen en la explotación, efectuando los correspondientes controles de emisión de gases y las revisiones de los equipos que establezcan los fabricantes. De esta manera se reducirá el ruido y la emisión de gases contaminantes, además de que se reducirá el riesgo de averías y potencial vertido accidental de líquidos contaminantes.

- Reducir la velocidad de circulación de los camiones de transporte de material y de los vehículos del personal tanto en las propias instalaciones como en las pistas de acceso. Con esta medida se reducirán la emisión de polvo y el ruido.
- Cumplir la legislación vigente en prevención de riesgos laborales de forma que los trabajadores cuenten con las protecciones adecuadas de acuerdo con su labor.
- Limitar las labores de explotación a las horas diurnas, evitando así la generación de ruidos molestos en las horas de descanso de los habitantes de la zona y de actividad de parte de la fauna nocturna.
- Controlar mediante riego la suspensión de polvo en operaciones de arranque, carga y transporte, prestando especial atención a las plazas y pistas de rodadura, según se regula en la Instrucción Técnica Complementaria del Ministerio de Industria, I.T.C. 07.1.04
- Regar periódicamente la pista de acceso para evitar que el paso de vehículos pueda producir polvo.
- Regar periódicamente la vegetación alrededor de la explotación, para evitar la acumulación de polvo sobre la misma.
- Cuando existan acumulaciones de polvo en distintos puntos de la mina, éstos se retirarán a la mayor brevedad posible.

#### **4.9. Aguas subterráneas y de escorrentía**

Los impactos detectados que las labores de explotación pueden producir sobre las aguas superficiales son el aumento de turbidez por la disponibilidad de una mayor cantidad de material fino para movilizar y el riesgo que puede existir de vertido puntual de aceites o combustibles procedentes de la maquinaria por averías o accidentes que pudieran producir una contaminación química. Sobre las aguas subterráneas no se considera que pueda producirse impacto al encontrarse la explotación a una distancia de la masa de agua subterránea más cercana que se considera suficiente para su protección.

- Todos los cambios de aceites y combustibles se realizarán fuera de la zona de explotación, en lugares impermeabilizados y habilitados a tal efecto. De esta manera no existirán fluidos de estas características disponibles para ser arrastrados por el

agua de escorrentía.

- En el caso de vertido accidental de estos materiales, se limpiarán y recogerán, depositándolos en contenedores para su posterior retirada por gestor autorizado de este tipo de residuos, para que no afecten a las aguas de escorrentía ni a las que puedan infiltrar.
- Se retirarán obligatoriamente por gestor autorizado de residuos peligrosos los aceites usados y cualquier otro residuo calificado como tal, procedente de la explotación.
- Se evitarán las acumulaciones de polvo en la explotación para que el contenido de partículas sólidas que puedan arrastrar las aguas superficiales sea el mínimo. En cualquier caso, estos arrastres no serán de material contaminante.
- Se ejecutará una cuneta de guarda en la cabecera de la explotación que recoja las aguas que puedan discurrir hacia el barranco donde se ubica la explotación.
- Se realizarán limpiezas periódicas de la cuneta, para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Se tendrán en cuenta las direcciones preferentes de escorrentía natural durante la fase de restauración.
- Se tendrá la precaución de construir las escombreras en continuidad topográfica con su entorno de forma que no supongan ninguna barrera para la escorrentía superficial.
- Si bien no se prevé la aparición del nivel freático durante las labores de explotación, se cuidará de realizar todas las labores de explotación en seco, es decir, por encima del nivel freático.
- Al término de las labores de restauración no quedarán en la zona acopios que puedan afectar a la escorrentía local.
- Se eliminará la cuneta una vez que ya no sea necesaria para la buena marcha de las labores de explotación.

#### 4.10. Riesgos geofísicos

Con todas las acciones preventivas y correctoras de los apartados anteriores, se consiguen aminorar y en muchos casos anular los procesos de erosión y sedimentación de los terrenos.

De todas formas hay que tener en cuenta que la explotación del yacimiento lleva consigo la creación de taludes que al tener una pendiente elevada y carecer de cubierta vegetal favorecen el desgaste de sus superficies por la acción de agentes externos como el viento o el agua. Por tanto, es previsible que se produzca un aumento de los riesgos de erosión, sedimentación e inestabilidad.

Para mayor seguridad se proponen las siguientes medidas correctoras.

- Realizar la explotación según las indicaciones de la Dirección Facultativa y el correspondiente Proyecto de Explotación, evitando la adopción de taludes que no sean geotécnicamente estables.
- Se retirará la tierra vegetal conforme se vayan ocupando las nuevas superficies de explotación, evitando dejar zonas expuestas durante largo tiempo.
- Las labores de restauración comenzarán a la mayor brevedad posible desde la finalización de las labores de explotación mediante el sistema de minería de transferencia, de forma que se vea reducido el tiempo en que permanecen expuestos los taludes de explotación.
- En la conformación de las escombreras se evitará en lo posible la creación de saltos topográficos importantes con las parcelas del entorno. En el caso de que sea necesario establecer taludes (como es el caso del talud frontal de la escombrera 1) se establecerán las medidas oportunas para evitar su erosión como la adecuada revegetación (para que ayude a fijar el suelo) y la creación un sistema de drenaje.
- Dotar área de explotación de la pendiente adecuada para evitar el encharcamiento y la acumulación de agua.
- Dotar a los acopios de tierra vegetal de una pendiente muy suave para entorpecer el arrastre de partículas sólidas por el aire o aguas de escorrentía.
- Una vez constituido el suelo vegetal proceder inmediatamente a la revegetación del mismo.

#### 4.11. Suelos

Los impactos detectados sobre el suelo son fundamentalmente los provocados por su eliminación en las zonas concretas de actuación, de compactación en las zonas de paso y de contaminación en caso de accidente. Se indican a continuación las medidas correctoras planteadas para eliminar o minimizar estos impactos.

- Retirar de forma adecuada la capa de suelo autóctono para su uso posterior en las labores de restauración.
- El suelo se comenzará acopiando en forma de cordones en el límite superior de las parcelas de cultivo correspondientes a las fases 1 a 3.
- Además, en el caso de que deban almacenarse durante más de 1 año, se abonarán y sembrarán con leguminosas fijadoras de Nitrógeno, etc..., con el objetivo de mantener sus propiedades orgánicas y bióticas minimizando así además los efectos de la erosión y escorrentía sobre ellos. De esta manera podrán ser utilizados en la fase final de restauración del terreno como capa de tierra vegetal en condiciones óptimas.

- La altura de los cordones no superará en ningún caso los 1,5 m de altura.
- Se retirará toda la capa de suelo existente en las zonas sobre las que se deba actuar, tanto en las zonas de matorral como de cultivo. En el caso de las zonas de matorral en las que no se aprecie una capa de suelo, se retirarán los primeros centímetros de terreno, en los que es posible la presencia de semillas de especies del entorno que pueden jugar un papel importante en la posterior restauración. Esta capa de suelo se utilizará para la restauración de las zonas afectadas.
- Se procurará que entre el extendido de la tierra vegetal y la revegetación pase la menor cantidad de tiempo posible.
- Se evitará la compactación de suelos con las máquinas pesadas al revegetar.
- Se prohibirá la circulación de cualquier vehículo o maquinaria fuera de las zonas delimitadas para ello con el objeto de no afectar a más suelo que el estrictamente necesario.
- Se aprovecharán los caminos y pistas ya existentes.
- Se restaurarán también los terrenos ocupados por los accesos y pistas que no vayan a ser usados como tales al finalizar los trabajos de extracción.
- Las labores de reparación o cambios de aceite en las máquinas y vehículos se realizarán siempre que sea posible en lugares habilitados a tal efecto fuera de la zona de explotación y del medio (preferiblemente en talleres adecuados en medio urbano). En caso de que no pudiera ser, se retirarán obligatoriamente por gestor autorizado de residuos peligrosos los aceites usados, vigilando además que no se producen derrames en el suelo.
- En caso de contaminación accidental del suelo, se retiraría el suelo afectado en un contenedor para su posterior retirada por gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se reunirán todos los desechos sólidos (envases, plásticos, etc.) y las chatarras o desechos de maquinaria para su traslado a vertederos controlados.

#### 4.12. Paisaje

El impacto sufrido por el paisaje será más importante durante la fase de explotación, al destruir la vegetación existente, desmantelarse el suelo y alterar la morfología del terreno. Estos cambios fisonómicos pueden ser de una notable importancia fundamentalmente en la etapa de explotación de la cantera, apreciándolos el observador en las cercanías de la explotación y para el caso de las fases A y B desde cierta distancia a través del barranco de la Copera.

El hecho de que al final de la vida útil de la explotación se pueda rellenar en gran medida el hueco de explotación reducirá notablemente y en gran medida el impacto a la finalización de la explotación.

Se proponen las siguientes medidas al objeto de minimizar al máximo este impacto.

- Se cumplirá fielmente el Proyecto de Explotación, siguiendo las indicaciones de la Dirección Facultativa, de manera que el tamaño de las excavaciones y acopios sea el mínimo necesario.
- Comenzarán las labores de restauración en cuanto sea posible, evitando que el hueco de explotación quede durante mucho tiempo sin tratar. Esto se consigue mediante la realización de minería de transferencia.
- Una vez finalizadas las labores de explotación, se procederá al relleno de los huecos de explotación generando plataformas de cultivo y taludes de matorral, tal y como es en la actualidad.
- Se revegetarán los taludes generados en la fase de restauración, usando especies autóctonas y buscando la máxima integración en el medio posible. En cuanto a las plataformas de cultivo, se sembrarán con cereal de secano.
- Se construirán las escombreras en continuidad topográfica con su entorno, sin generar roturas de pendiente importantes. Una vez conformadas las escombreras se procederá a su restauración instalando campos de cultivo en las plataformas y matorral en el talud frontal.
- Se eliminarán todos los accesos auxiliares que ya no sean necesarios una vez concluida la explotación mediante su escarificado superficial con el fin de que puedan ser recolonizados por la flora y fauna autóctona.
- Los accesos ya existentes que hayan sido utilizados durante las labores de explotación y restauración serán debidamente acondicionados y se dejarán en perfecto estado.

#### **4.13. Medio biótico**

##### **4.13.1. Flora y vegetación**

Los impactos identificados sobre la vegetación se deben a la eliminación de la vegetación en las zonas de explotación y la afección a las zonas circundantes por la emisión, fundamentalmente, de polvo.

Se establecen las siguientes medidas al objeto de minimizar los impactos todo lo posible.

- Se incidirá en la vegetación en aquellas zonas estrictamente necesarias,

evitando afecciones innecesarias.

- Se cumplirán estrictamente las medidas de prevención de emisión de polvo, y se realizarán riegos periódicos sobre la vegetación circundante y los acopios de tierra vegetal, especialmente en los meses de menor precipitaciones, para reducir las posibles consecuencias de la acumulación del mismo.
- Se aprovecharán al máximo los caminos, pistas, etc. existentes para habilitar los accesos a la explotación, de manera que el impacto sea mínimo. Se evitarán dimensiones innecesarias de los accesos y se prohibirá el tránsito de los vehículos fuera de los caminos.
- Previamente a la excavación del hueco, se procederá a la retirada de la capa de suelo vegetal y su correcto almacenamiento, tal y como se ha indicado en las medidas protectoras del suelo.
- Tanto en los trabajos de explotación como en el diseño y mejora de caminos se pondrá especial cuidado en no fragmentar las zonas de vegetación natural evitando dejar zonas aisladas del resto de la cubierta vegetal.
- Se comenzarán las labores de restauración y revegetación lo antes posible.
- Las superficies naturales alteradas, serán restituidas mediante la ejecución de restauraciones vegetales con el empleo de taxones propios de a zona y descartando la utilización de especies alóctonas así como variedades de jardinería.
- Se procederá a la revegetación de la zona de proyecto atendiendo a la sucesión vegetal y a los hábitats con el objetivo de que pueda desarrollarse, en el talud generado, una zona de matorral de condiciones similares a las existentes en el entorno. Esta revegetación se realizará en tres fases:
  1. Preparación del suelo mediante el gradeo de la tierra vegetal y su abonado orgánico con estiércol animal, con una dosis de 0,3 a 0,5 kg/m<sup>3</sup>, con el fin de aportar una reserva de materia orgánica de descomposición lenta.
  2. Siembra de herbáceas para que protejan el suelo y lo enriquezcan en nitrógeno, además del aporte en materia orgánica a partir de su propia descomposición. Las especies a sembrar se definirán en el correspondiente Plan de Restauración.
  3. Plantación de especies arbustivas como las presentes en el entorno. Al igual que con las herbáceas, las especies a plantar se definirán en el correspondiente Plan de Restauración.
- En las labores de revegetación se descartará el empleo de especies alóctonas así como variedades de jardinería.
- Realizar un seguimiento posterior a la restauración, para garantizar que la revegetación se lleva a cabo con éxito.
- El extendido de la tierra vegetal y su preparación se realizará de acuerdo a como se indica en las medidas de protección del suelo.

#### 4.13.2. Fauna

Los principales impactos identificados que se pueden producir sobre la fauna son la eliminación de los ecosistemas actuales, con su impacto correspondiente sobre toda la fauna; y el ruido provocado por el funcionamiento de la maquinaria, que puede provocar molestias y perturbaciones a la fauna.

Se plantean las siguientes medidas correctoras para mitigar en lo posible la afección a la fauna.

- Se evitará afectar a cualquier superficie que no sea estrictamente necesaria para las labores de explotación.
- La circulación de vehículos y de personas deberá ceñirse a los caminos preparados al efecto, sobre todo durante la época de reproducción.
- Se cumplirán estrictamente las medidas de prevención de generación de ruidos y se evitarán los trabajos nocturnos.
- La tierra vegetal decapada se almacenará de forma adecuada, según ya se ha indicado, para evitar en lo posible la pérdida de fauna edáfica.
- Se evitará fragmentar el hábitat.
- Tras la explotación se procederá a la restitución de los terrenos afectados, con las indicaciones que se mencionan en las medidas correctoras propuestas en el apartado de afecciones sobre la vegetación.

#### 4.14. Medio socioeconómico

Tal y como se ha indicado, el impacto sobre el medio socioeconómico va a ser positivo siempre que se tengan en cuenta una serie de precauciones.

Se establecen las siguientes medidas correctoras y protectoras:

- En la medida que sea posible se contratará mano de obra local tanto para trabajos directos de la explotación y/o restauración como para cualquier servicio que pueda incrementar la actividad económica de la zona.
- Se señalarán con carteles indicadores de "peligro" zonas de posible riesgo y de "prohibido el paso a toda persona ajena a la explotación" en los accesos a la misma.

- Se realizarán labores de mantenimiento de los caminos utilizados por la maquinaria durante la fase de explotación y se restituirán los mismos al finalizar la misma.
- Se restaurarán los terrenos afectados, tratando de devolverlos su uso inicial.
- Se ocuparán las zonas de explotación a medida que sea necesario, de forma que el tiempo en que la zona quede improductiva desde el punto de vista agrícola, sea el menor posible.

#### 4.15. Patrimonio cultural

La Cantera no afecta a ningún monumento perteneciente al Patrimonio Histórico y Artístico español conocido ni de forma directa ni de forma indirecta, por lo que no se contempla la ejecución de ninguna medida en este sentido.

Hasta donde se conoce, no existe ningún yacimiento paleontológico en el entorno de la zona de proyecto que se pueda ver afectado por el mismo.

En cuanto a yacimientos arqueológicos, se ha realizado una prospección arqueológica en todo el área de afección con el resultado de que no existirá afección directa sobre ningún yacimiento arqueológico conocido, se adjunta dicho informe preceptivo del Departamento de Cultura como anexo I.

- Se contará con la colaboración del gabinete de prospecciones arqueológicas que a realizado el informe para que revise la obra.
- Si en el transcurso de los movimientos de tierras aparecieran restos arqueológicos, deberá procederse a la comunicación inmediata del hallazgo a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Diputación General de Aragón.
- Si en el transcurso de los movimientos de tierras aparecieran restos paleontológicos, estos deberán apartarse y deberá procederse a la comunicación inmediata del hallazgo a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Diputación General de Aragón.
- Además, se cumplirán las medidas que establezca la Dirección General de Patrimonio Cultural como resultado de la Prospección Arqueológica realizada.

#### 4.16. Tráfico

En cuanto a la pista, es posible que el tráfico de vehículos pesados provoque el deterioro de la misma, por lo que en el caso de que se produzca algún desperfecto en la pista durante la vida de la cantera, ésta se arreglará, dejándose en perfecto estado al finalizar las labores de explotación y restauración.

#### 4.17. Catalogación del medio

La zona de proyecto se encuentra dentro del área crítica del Plan de Conservación del Cernícalo primilla, *Falco naumanni* (DECRETO 109/2000, del Gobierno de Aragón). De acuerdo con las prospecciones realizadas, no se han encontrado lugares adecuados para la nidificación de esta especie en el entorno próximo de la explotación, si bien puede ser utilizado por ésta como área de campeo. Así, se establecen las siguientes medidas.

- A la conclusión de las labores de explotación se restaurarán las plataformas generadas como campo de cultivo de secano, de forma que puedan la zona pueda ser recuperada para el campeo de la especie.
- Las medidas ya indicadas de prevención de ruidos ayudarán a limitar la zona de afección.

# 9.-PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL.

## 9. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

En el presente plan de seguimiento y control se ponen de manifiesto las líneas fundamentales, etapas y criterios que el Promotor de la actividad seguirá en la elaboración de las Memorias Anuales del Plan de Restauración.

Además, en dichas memorias se justificará el grado de cumplimiento del Plan de Restauración.

La ejecución del Plan de Seguimiento será responsabilidad de la Dirección Facultativa de la explotación y tendrá las siguientes funciones:

- Controlar que la extracción se realiza según el método de explotación descrito en el correspondiente Proyecto de Explotación.
- Vigilar si se producen otros impactos no considerados en la evaluación de impacto ambiental y poner en marcha las medidas correctoras oportunas; pidiendo, en el caso de ser necesario, la ayuda especializada que sea oportuna.
- Seguir la evolución de las superficies restauradas y comprobar la eficacia de las medidas adoptadas. En caso de observarse resultados negativos se investigarán las causas del fracaso para poder establecer las medidas necesarias a adoptar.

Entre los objetivos principales del Plan de Seguimiento está el de conocer el rendimiento de las especies vegetales instauradas. Se considera que la reposición vegetal ha sido un éxito si se consigue el establecimiento de una vegetación duradera, con un alto grado de superficie cubierta.

El Plan en sí consiste en un programa de inspecciones periódicas visuales y recogida de datos de las zonas restauradas, así como de las medidas contempladas en el presente Plan de Restauración que se realizan simultáneamente con las labores de explotación.

El programa planteado de inspecciones periódicas es el siguiente:

- Visitas a la explotación con periodicidad mensual para control de los parámetros que se citan que puede incrementarse en función de la fase de trabajo (por ejemplo,

semanal mientras dure la retirada de tierra vegetal).

- Visitas mensuales durante los tres primeros meses posteriores a cada siembra o plantación.
- Visitas al comienzo y al final de cada estación para verificar las siembras y plantaciones durante el año siguiente a la revegetación.

Las visitas de control previstas estarán a cargo de la Dirección Facultativa de la explotación, o de quien ésta encomiende.

Queda en manos de la Dirección Facultativa la decisión de qué controles precisan de un seguimiento documental.

Los controles a realizar durante las visitas serán los siguientes.

CORRECTO MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	
Objetivo	Reducir al mínimo la posibilidad de avería, así como las emisiones de ruido y gases.
Fase de proyecto	Explotación y restauración.
Indicador	La maquinaria que interviene en la explotación debe estar al corriente de las operaciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante, así como haber pasado la correspondiente inspección técnica.
Calendario	Mensual.
Valor umbral	Maquinaria que no haya pasado las correspondientes operaciones de mantenimiento.
Momento de análisis del valor umbral	Control previo a la entrada de la maquinaria en la explotación y anualmente desde entonces.
Medidas	No permitir el acceso a la explotación a la maquinaria que no cumpla los requisitos y asegurarse de que éstos se cumplen.
Duración del seguimiento	Toda la vida de la explotación

MANTENIMIENTO DE LA TIERRA VEGETAL	
<b>Objetivo</b>	Evitar el deterioro y la pérdida de la tierra vegetal afectada por la explotación
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Restauración</b>
<b>Indicador</b>	<b>Cantidad de tierra vegetal correctamente retirada y depositada en su lugar definitivo.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Semanal mientras duren las labores de retirada y extendido de tierra vegetal.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de compactaciones en la tierra vegetal extendida o zonas de trabajo donde no ha sido retirada. Existencia de acopios en mal estado.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<p><b>Se supervisará si las características de las tierras vegetales extraídas son aptas para ser utilizadas en las labores de restauración.</b></p> <p><b>Se controlarán las zonas de acopio, para lo cual se visitarán dichas zonas con el fin de determinar la idoneidad de los emplazamientos y los procesos de mantenimiento (apilamientos, siembras provisionales, etc.).</b></p> <p><b>En el caso de que los taludes sobre los que se extienda la tierra vegetal tengan un ángulo superior a 20º, se adecuarán de forma debida los taludes antes de proceder que las labores de extendido.</b></p>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Hasta que toda la tierra vegetal esté extendida</b>

CALIDAD DEL AIRE	
Objetivo 1	Minimizar la cantidad de polvo en el aire
Fase de proyecto	Explotación
Indicador	Presencia de polvo en el aire
Calendario	Semanal
Valor umbral	Presencia ostensible de polvo en el aire por simple observación visual
Momento de análisis del valor umbral	Cada vez que se realiza la verificación
Medidas	Riego de superficies de actuación
Duración del seguimiento	Fase de explotación
Objetivo 2	Control de la generación de ruidos
Fase de proyecto	Explotación.
Indicador	Nivel de ruido medido.
Calendario	Anual
Valor umbral	Medidas de ruidos por encima de lo establecido en la legislación vigente.
Momento de análisis del valor umbral	Cada vez que se realiza la verificación.
Medidas	Se analizarán las causas que lo producen y se tomarán las medidas oportunas para su corrección.
Duración del seguimiento	Fase de explotación.

<b>CALIDAD DE LAS AGUAS Y EL SUELO</b>	
<b>Objetivo 1</b>	Reducir el arrastre de partículas sólidas por las aguas de escorrentía
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Existencia de acumulaciones de polvo en la explotación</b>
<b>Calendario</b>	<b>Mensual pudiéndose incrementar en épocas más secas en función de los resultados.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de acumulaciones de polvo.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Retirada de las acumulaciones de polvo y vertido junto al estéril en el hueco de explotación.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Hasta la finalización de las labores de explotación.</b>
<b>Objetivo 2</b>	Evitar la contaminación de aguas y suelo por la presencia de residuos.
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación y restauración.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Presencia de residuos (peligrosos o no) y manchas de hidrocarburos en el suelo en la zona de explotación o en el entorno próximo.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Verificación mensual.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de manchas de hidrocarburos o cualquier otro residuo en el suelo.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación</b>
<b>Medidas</b>	<b>Retirada de todo tipo de residuos y manchas de hidrocarburos con los medios previstos.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Hasta el final de las labores de restauración.</b>

<b>PROCESOS</b>	
<b>Objetivo 1</b>	Asegurar la correcta ejecución de las labores de explotación
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Características y dimensiones de taludes.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Trimestral</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de taludes inadecuados a juicio de la Dirección Facultativa. Existencia de deslizamientos en zonas de trabajo.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Se corregirán los aspectos necesarios de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>
<b>Objetivo 2</b>	Prevenir inestabilidad y erosión de taludes en la zona de proyecto
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Evidencias de erosión y/o inestabilidad de los taludes.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Trimestral o tras una precipitación extraordinaria.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de grietas de tracción en la cabecera de los taludes y/o regueros erosivos y evidencias de deslizamientos en los mismos.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Estudio del origen del problema (problemas con el agua, mala ejecución de taludes...) y planteamiento de las soluciones más adecuadas de acuerdo con el criterio de la Dirección Facultativa.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>

<b>AFECCIÓN A LA VEGETACIÓN Y FAUNA</b>	
<b>Objetivo 1</b>	<b>Prevenir la eliminación de vegetación del entorno</b>
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación</b>
<b>Indicador</b>	<b>Superficie de vegetación natural eliminada o deteriorada</b>
<b>Calendario</b>	<b>Trimestral</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Afección a la vegetación no contemplada.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Estudio de la necesidad de revegetación de las nuevas zonas afectadas.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>
<b>Objetivo 2</b>	<b>Corrección de afecciones accidentales sobre la vegetación del entorno</b>
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación</b>
<b>Indicador</b>	<b>Presencia de polvo en la vegetación natural del entorno</b>
<b>Calendario</b>	<b>Mensual</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Presencia ostensible de polvo sobre la vegetación natural del entorno</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Riego de la vegetación natural del entorno de la explotación</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>

<b>AFECCIÓN AL PAISAJE, MEDIO SOCIOECONÓMICO Y SEGURIDAD DE LAS PERSONAS</b>	
<b>Objetivo 1</b>	Evitar el deterioro de los caminos utilizados
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Estado de los caminos.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Trimestral.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Aparición de rodadas o abarrancamientos.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Arreglo de los acceso para el normal paso de los vehículos.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>
<b>Objetivo 2</b>	Evitar accidentes de las personas que usan el entorno
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Señalización y delimitación de la zona.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Semestral.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Evidencia de defectos en la señalización y/o en los carteles de aviso, o ausencia de éstos últimos.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Reparación y/o reposición de elementos defectuosos o ausentes.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>

<b>CONTROL DE LA RESTAURACIÓN</b>	
<b>Objetivo 1</b>	<b>Éxito de las labores de revegetación</b>
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Restauración.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Evolución de la revegetación</b>
<b>Calendario</b>	<b>Trimestral</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Tener menos del 60% de éxito en las plantaciones</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación</b>
<b>Medidas</b>	<b>Estudio de las causas y reposición de marras</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Hasta un año después de finalizadas las labores de restauración</b>
<b>Objetivo 2</b>	<b>Asegurar la idoneidad de las especies arbóreas y arbustivas a plantar</b>
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Restauración.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Variedad de la planta y estado de la misma.</b>
<b>Calendario</b>	<b>A la recepción de los plantones.</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Plantas no contempladas en el plan de restauración y/o plantas en mal estado.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Comprobación de que las nuevas especies son adecuadas y devolución al vivero en caso de no serlo. Devolución al vivero de plantas en mal estado o enfermas.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Hasta la finalización de las labores de revegetación.</b>

<b>AFECCIÓN AL PATRIMONIO CULTURAL</b>	
<b>Objetivo</b>	Evitar afecciones sobre elementos del patrimonio arqueológico y/o paleontológico
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación</b>
<b>Indicador</b>	<b>Aparición de elementos del patrimonio arqueológico y/o paleontológico</b>
<b>Calendario</b>	<b>Semanal</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Aparición de cualquier elemento incluido dentro del patrimonio arqueológico y/o paleontológico en las labores de explotación.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Comunicación inmediata del hallazgo a la Dirección General de Patrimonio Cultural del Departamento de Educación, Cultura y Deporte de la Diputación General de Aragón. Continuación de las labores de explotación en el entorno próximo sin dañar los restos.</b>
<b>Duración del seguimiento</b>	<b>Fase de explotación.</b>

<b>LIMPIEZA DEL ENTORNO</b>	
<b>Objetivo</b>	Evitar el abandono de cualquier tipo de residuo
<b>Fase de proyecto</b>	<b>Explotación y restauración.</b>
<b>Indicador</b>	<b>Presencia de residuos en el entorno.</b>
<b>Calendario</b>	<b>Semanal</b>
<b>Valor umbral</b>	<b>Existencia de residuos abandonados o acopios inadecuados de los mismos a juicio de la Dirección Facultativa.</b>
<b>Momento de análisis del valor umbral</b>	<b>Cada vez que se realiza la verificación.</b>
<b>Medidas</b>	<b>Almacenamiento y entrega a gestor de residuos adecuado a su naturaleza.</b>
<b>Duración del</b>	<b>Hasta la finalización de las labores de restauración.</b>

Además, durante la fase de ejecución del proyecto, el programa de vigilancia ambiental incluirá también las siguientes medidas:

- Riesgo de incendio. Se prestará especial atención a todas aquellas actividades que puedan suponer riesgo de incendios y se cumplirá con lo establecido en la normativa de aplicación. Se dispondrá de extintores adecuados, según sea el origen del posible riesgo de incendio.
- Formación de los trabajadores. Se comprobará que todos los trabajadores que intervienen en la explotación poseen la formación adecuada tanto en lo relativo a su puesto de trabajo, como a las medidas preventivas y correctoras a asumir en materia de medio ambiente.

Restauración vegetal. Una vez preparadas las superficies con la instalación de la tierra vegetal, se procederá a la restauración vegetal de las zonas afectadas. Durante este período es importante realizar un seguimiento preciso de las labores de revegetación, con el fin de que éstas se realicen de modo correcto. Para ello, se considera necesario el control de los siguientes aspectos:

- Trabajos de escarificación y perfilado de las superficies a cubrir con tierra vegetal.
- Descompactación de las superficies afectadas por las obras que vayan a ser revegetadas, si fuese necesario y cumplimiento de los parámetros propuestos.
- Tipo de abonado.
- Comprobación de una correcta administración de las especies propuestas, asegurándose de que todo el material vegetal cumple lo exigido en cuanto a procedencia, estado fitosanitario de la planta, edad y envase de suministro. No se aceptarán especies alóctonas ni variedades de jardinería. La calidad se comprobará en una fracción significativa de cada uno de los lotes suministrados; si los mínimos exigibles no se cumplen en las unidades examinadas, se rechazará el lote completo.
- Se comprobará que todos los lotes tienen en orden los certificados de calidad y procedencia exigibles.
- Supervisión del periodo correcto para la ejecución de las plantaciones y siembras.
- Supervisión de las densidades y distribuciones de las plantaciones, del proceso de plantado y de los riegos de asentamiento y mantenimiento.
- Comprobación de la correcta adaptación de los plantones al medio, analizando porcentajes de supervivencia y defectos en la selección de especies o en el diseño de la plantación. Se caracterizarán las áreas donde se observen

deficiencias, proponiéndose y ejecutándose las reposiciones de marras complementarias, riegos y abonados suplementarios que se consideren necesarios. En los siguientes doce meses se realizarán visitas periódicas en las cuales se controlará el correcto desarrollo de las plantas, la colonización de especies autóctonas no presentes en la composición original, etc.

La vigencia del Programa de Vigilancia Ambiental se extenderá al menos hasta un año después de terminada la restauración de la cantera. Si durante los controles se detecta una desviación negativa de las previsiones efectuadas, se tomarán medidas oportunas por parte de la Dirección Facultativa, con el asesoramiento técnico que estime conveniente.

Si tales desviaciones afectasen a especies protegidas de flora y fauna o a la seguridad y sanidad de las personas, se pondrá en conocimiento del Servicio Provincial de Industria de la Diputación General de Aragón para que ésta dictamine las medidas a aplicar.

# 10.-CONCLUSIONES Y VALORACIÓN DEL IMPACTO.

Damos por finalizada la exposición del presente Estudio concluyendo, según lo expuesto y estudiado en el cuerpo del mismo, y dado que no se considera posible la recuperación de las condiciones originales y que es necesaria la aplicación de medidas preventivas y correctoras, que:

**El impacto generado por la actividad en la explotación "DANIEL" es COMPATIBLE**

La Puebla de Híjar a 27 de Marzo de 2024.

Emilio Querol Monfil  
Ing. Técnico de Minas  
Colegiado nº 257 ARAGON

# 11.-DOCUMENTO DE SINTESIS.

El presente Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotación de la explotación "DANIEL" se elabora en cumplimiento de la normativa vigente en la materia, con el fin de incorporar al proyecto del aprovechamiento Alabastro como Recurso de la sección C) la variable ambiental en la toma de decisiones ya que se encuentra incluida en el supuesto que contempla la Ley 11/2014, de 4 de Diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón, ANEXO I, Grupo 2. Industria extractiva.

En relación a la descripción de la actividad, ésta se localiza en el Término Municipal de La Puebla de Híjar, en la provincia de Teruel.

El aprovechamiento de la Cantera "DANIEL", viene determinado por un sistema de explotación en bancos descendentes con una altura media de 4m a frente corrido, en una superficie MÁXIMA de de 3.50 Has, además su explotación será por fases.

Para racionalizar la explotación – restauración de la Cantera "DANIEL", se divide en 4 fases que serán aprovechados secuencialmente en orden creciente empezando por la fase 1 como zona de explotación y afección inicial. Se prevé que la explotación dure 8 años, y se estima una producción de 1.350 m<sup>3</sup>/Ha de Alabastro, variable en función de la demanda de mercado. Para ello los medios materiales precisos serán pala cargadora, retro-excavadora y camiones para acarreo y transporte, y no será necesario abrir nuevos viales y conducciones ya que se utilizarán los caminos existentes en la zona.

En el análisis de las alternativas y justificación de la solución propuesta, en el aprovechamiento del recurso, la localización viene determinada por la ubicación de los yacimientos de Alabastro, que en el área de influencia de la empresa "EXPORTADORA TUROLENSE, S.L." son aptos para el aprovechamiento, la disponibilidad de esos terrenos y la localización de la planta de preparación situada cercana a la explotación. La titularidad de los terrenos donde se ubicará la explotación corresponde a diversos titulares.

Una vez localizados los terrenos, en base a la determinación de factores ambientales (no afección a enclaves o comunidades singulares botánicas o faunísticas, no afección a aguas superficiales o subterráneas, etc) y factores técnicos (proximidad a los centros de elaboración y consumo, yacimientos con una producción óptima en cantidad y calidad para abastecer la demanda, disponibilidad de terrenos, cercanía a las vías de comunicación) se propone como mejor ubicación para la Cantera "DANIEL", en los terrenos indicados.

Desde el punto de vista medio ambiental los impactos que de la actividad se derivan son moderados compatibles para la mayor parte de los factores ambientales analizados: sobre la vegetación, los terrenos netamente agrícolas, pueden ser retornados a su uso original una vez finalizada la explotación, tratándose de un impacto de carácter temporal; sobre la fauna, agua y atmósfera, no se prevé afecciones que deben ser objeto de especial atención, aplicando medidas de carácter preventivo encaminadas al control del ruido, polvo y vibraciones, y medidas correctoras incorporadas en el programa de restauración tales como restitución fisiográfica, diseño de

desagües y revegetación de áreas afectadas.

Sobre los factores visual y paisajístico, la afección es compatible ya que la explotación no es visible ni desde ningún núcleo de población cercano ni desde ninguna carretera. Únicamente será visible en el entorno de la misma por las personas que transiten por los caminos anexos, que son principalmente agricultores que acceden a sus campos de labor.

Sobre la variable socioeconómica la implantación de nuevas actividades supone la generación de puestos de trabajo, que inciden positivamente sobre la economía local en la zona, pero lo más principal a efectos socioeconómicos es el poder mantener la actividad y crecimiento de la planta que existe en La Puebla de Hajar y cuyo abastecimiento correcto depende de esta autorización minera.

En relación a los valores culturales, arqueológicos y paleontológicos de la zona, no se prevé ningún tipo de afección.

Finalmente se desarrolla un Programa de Seguimiento y Control Ambiental que permite evaluar el avance de los trabajos de restauración al orden a garantizar la correcta ejecución del Proyecto.

**Como CONCLUSIÓN FINAL, puede afirmarse que el impacto global de la actividad es AMBIENTALMENTE COMPATIBLE, con las medidas preventivas y correctoras proyectadas para paliar y compensar los efectos derivados del aprovechamiento en la explotación "DANIEL".**

La Puebla de Hajar a 27 de Marzo de 2024.

Emilio Querol Monfil  
Ing. Técnico de Minas  
Colegiado nº 257 ARAGON

