

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA TRANSMISIÓN DEL
DERECHO MINERO
R.S.C. “MATAS”
SITO EN LA PROVINCIA DE
GRANADA**

Alumno: Antonio Tomás Garzón Ruíz

Tutor: Prof. D. José Dueñas Molina

Depto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos.

Febrero, 2017

UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LINARES
Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras

Trabajo Fin de Grado

Estudio de factibilidad

para transmisión del derecho minero R.S.C. "Matas" sito en la provincia de Granada.



Fdo. Alumno: Antonio Tomás Garzón Ruíz



Fdo.Tutor: D.José Dueñas Molina

(VºBº Defensa del TFG)

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Resumen	4
2. Introducción	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Preámbulo legal	9
3. Objetivos.....	12
4. Materiales y Métodos.....	13
4.1. Datos de localización	13
4.1.1. Localización de la Concesión de explotación.....	13
4.1.2. Localización del perímetro autorizado.....	15
4.1.3. Localización parcelaria.....	16
4.1.4. Localizaciones adyacentes.....	17
4.2. Geología del yacimiento.....	18
4.2.1. Introducción	18
4.2.2. Geología general	18
4.2.3. Geología local	30
4.2.4. Fotogeología.....	31
4.2.5. Geología de campo.....	34
4.2.6. Resumen del estudio geológico	36
4.3. Evaluación de las reservas explotables y clasificación de recursos	38
4.3.1. Modelización geológica.....	39
4.3.2. Modelo económico.....	46
4.3.3. Clasificación de las reservas.....	47
4.4. Selección del método de explotación y dimensionamiento de la Concesión.	50
4.4.1. Método de explotación.....	50
4.4.2. Plantas de tratamiento.	51
4.5. Estimación de los costes de capital y operación	53

4.5.1. Introducción.....	53
4.5.2. Estimación de inversiones o costes de capital (fijo + circulante)	54
4.5.3. Estimación de costes de operación o de producción.....	61
4.5.4. Resumen de cuantías de capital (fijo + circulante) y coste de producción.....	75
4.6. Estimación de ingresos y mercado.....	76
4.6.1. Introducción	76
4.6.2. Factores que influyen en los ingresos.....	77
4.6.3. Mercado.....	80
4.7. Proyecto de inversión.....	83
4.7.1. Introducción	83
4.7.2. Movimiento de fondos.....	84
4.7.3. Dimensión.....	86
4.7.4. Horizonte temporal.....	87
4.8. Análisis económico	90
4.8.1. Introducción	90
4.8.2. Valor temporal del dinero.....	91
4.8.3. Impuestos	92
4.8.4. Criterios de evaluación.....	94
4.9. Financiación del proyecto	101
5. Discusión	103
6. Conclusiones	105
7. Índice de Planos	106
8. Anexos.....	107
8.1. Anexo I: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 1.024.....	107
8.2. Anexo II: Fotografías de la cantera (estado actual)	110
8.3. Anexo III: Fotografías de la maquinaria (promotor y subcontratas)	113
8.4. Anexo IV: Excel recopilatorio de costes.	120
8.5. Anexo V: Índice de figuras y tablas.	121

9. Referencias bibliográficas.....	123
------------------------------------	-----

1 RESUMEN

Presento individualmente este Trabajo Fin de Grado (en adelante TFG) con objeto de obtener la titulación de Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras.

En base al artículo 2 de la vigente Normativa sobre TFG en la Escuela Politécnica Superior de Linares (en adelante EPSL), encuadro mi TFG en la modalidad de “Estudio técnico Específico”.

Y redacto el mismo cumpliendo las vigentes Normas básicas de estilo y estructura para la elaboración del TFG de la EPSL.

El objeto del Estudio Técnico es un derecho minero activo, consistente en una explotación a cielo abierto tipo cantera. Planteo una transmisión del derecho, la cual requiere autorización administrativa. Y como parte sustancial de la documentación que por normativa debe acompañar a la solicitud de transmisión, es preciso que el promotor realice un “Estudio de factibilidad” para comprobar y demostrar la viabilidad de la transmisión de la explotación minera.

El principal apoyo bibliográfico técnico para el estructurar el presente Estudio de factibilidad, es el desarrollado en el “Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión”, publicado en 1991 por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (actual IGME), y en el cual participaron nueve Doctores Ingenieros de Minas y dos Ingenieros de Minas.

Paso ahora a resumir los contenidos y apartados del Estudio de factibilidad:

- ANTECEDENTES, OBJETIVO Y PREÁMBULO LEGAL.

Antecedentes: El recurso geológico objeto viene siendo explotado en la zona desde 1982. Y en concreto, la explotación minera que nos ocupa se encuentra en explotación, como Recurso de la Sección C), desde el año 2008.

Objetivo: Obtener autorización administrativa para la transmisión del derecho minero.

Preámbulo legal: En cumplimiento del R.D.2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería (y en concreto de su Título IX: Transmisión de derechos mineros), de cara a que la autoridad minera autorice la transmisión del citado derecho, es necesario que el promotor y nuevo adquiriente presente, entre otra documentación, un Estudio de factibilidad en el que acredite su solvencia técnica y económica y la viabilidad de la explotación del derecho minero.

- UBICACIÓN DEL PROYECTO. Y PLANOS.

La Concesión de Explotación, denominada “Matas”, está situada en los tt.mm. de Loja y Zafarraya (Granada) y Alfarnate (Málaga).

Administrativamente tiene una extensión de dos cuadrículas mineras, pero dentro de éstas existe un perímetro autorizado de menor extensión, debido a que esta Concesión de Explotación deriva de un antiguo derecho minero clasificado como recurso de la sección A).

Se adjuntan Planos de situación a escalas 1:50.000 y 1:10.000, y Plano del perímetro autorizado a escala 1:5.000

- GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO. Y PLANOS.

Realizado el estudio geológico del yacimiento, y enfocados en una zona de estudio restringida formada por la superficie donde se ubican las reservas dentro del perímetro autorizado de la concesión minera, se evidencia una característica litológica que contiene una formación carbonatada liásica, calizo-dolomítica, bastante potente (200 m). Desde la generalidad al detalle, se ha evidenciado la existencia y carácter de aprovechable.

Y dado el conocimiento del material aprovechable, por tratarse de una explotación que ha estado en activo, la elaboración del estudio geológico pasaba por su justificación planimétrica y evidencia gráfica aunada a trabajo de campo, que deja clara la viabilidad del aprovechamiento.

Se adjunta Plano geológico a escala 1:20.000, y Planos de fotogeología a escalas 1:30.000 y 1:5.000

- EVALUACIÓN DE LAS RESERVAS EXPLOTABLES. Y PLANOS.

Para el cálculo de las reservas se ha usado el método de “secciones” y el método de “intersección de modelos”. Y el volumen final de material existente como reservas aprovechables en el perímetro autorizado de la Concesión de Explotación, es de 3.530.507 mcb (metros cúbicos en banco, con una densidad de 2,23 t/mcb).

Se adjunta Plano topográfico actual a escala 1:2.500, Plano de perfil longitudinal base a escala 1:1.000, y Planos de modelado geológico de superficies correspondientes a cada uno de los bancos.

- MÉTODO DE EXPLOTACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CONCESIÓN.

El sistema de explotación adoptado obedece al aprobado en el Título de la CE de 2008. No se desea hacer ningún cambio al respecto. La extracción se realizará mediante banqueo descendente con bancos de 20 metros de altura y arranque por el método de voladura.

- ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE CAPITAL Y DE OPERACIÓN.

Se ha estimado el capital necesario para arrancar la producción, que es de poca envergadura debido a que no es necesario invertir en nuevos equipos ni nuevas instalaciones.

El coste de operación se ha estimado considerando los mínimos recursos necesarios para arrancar la producción. He dividido los costes en seis partidas, de las cuales dos son subcontratadas, y el resto se conforman de personal propio y maquinaria propiedad de del promotor y ya amortizada.

Las operaciones mineras tienen un coste admisible con respecto a los precios de mercado, que permiten un flujo de fondos positivo.

- ESTIMACIÓN DE INGRESOS Y MERCADO.

Se ha evaluado el histórico de demanda en la zona, el crecimiento global del sector, y los potenciales clientes futuros.

En base a cubrir los costes fijos, y en base a la demanda futura prevista, se ha determinado un programa de producción de material vendible.

- PROYECTO DE INVERSIÓN.

La empresa explotadora aporta su experiencia y su capacidad industrial para asegurar la viabilidad técnica y económica del proyecto.

- ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico del proyecto es positivo. En la decisión de invertir, donde intervienen varios criterios, se obtiene como resultado que tanto el Valor actual neto (VAN) como la Tasa de rentabilidad interna (TRI) son favorables.

- FINANCIACIÓN DEL PROYECTO.

La inversión inicial es de poca relevancia, y por ello se solventa con autofinanciación por parte del promotor, no siendo necesario recurrir a ningún tipo de financiación externa.

- CONCLUSIONES

Por todo ello la conclusión del estudio es que la transmisión del derecho minero y explotación del recurso por parte del nuevo adquirente (el promotor) es FACTIBLE.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes.

Con respecto al nuevo adquirente y promotor (HECSL):

La empresa HECSL es una empresa constituida en el año 2003. Se clasifica en base al CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) como una empresa dedicada a las siguientes actividades: “Extracción de gravas y arenas, extracción de arcilla y caolín, transporte y comercialización de áridos, transportes de todo tipo de mercancías por carretera, comercio al por mayor y por menor de áridos, hormigones, derivados del cemento y materiales de construcción, movimientos de tierras, desmontes, perforaciones y áridos, inversiones inmobiliarias de finca”.

HECSL es actualmente titular y explotador de tres derechos mineros consistentes en Autorizaciones de explotación de recursos de la sección A), situados: uno Córdoba y dos en Granada. Por lo tanto la Administración ya conoce de la solvencia técnica y económica de esta empresa para ser titular de derechos mineros.

Y con respecto a la Concesión de Explotación “Matas”:

- En el año 1982 se pone en marcha la explotación minera del yacimiento dolomítico que nos ocupa, como recurso de la sección A)

- En el año 1992 se traspasa al actual titular.

- Al amparo del RD 107/1995 por el que se fija criterios de valoración para configurar la sección A) de la Ley de Minas, se reclasifica el recurso como de la sección C), y por Resolución de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, de fecha 5 de septiembre de 2008, se otorga y autoriza la explotación a favor del actual titular como una Concesión de Explotación denominada “Matas”, ubicada en los términos municipales de Loja y ventas de Zafarraya (Granada) y Alfarnate (Málaga). En el trámite se realiza una ampliación del perímetro inicialmente otorgado.

- La recurso se ha encontrado en explotación entre 2008 y 2013.

- En 2017 se inician los trámites para formalizar su transmisión, estimándose la reactivación de la explotación del recurso, por el nuevo adquirente, en el año 2018.

2.2 Preámbulo legal.

Cito textualmente el articulado del **Real Decreto 2857/1978** (por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería), que aplica al caso:

TITULO IX. Transmisión de derechos mineros.

Artículo 123

1. Los derechos que otorga una concesión de explotación para recursos de la Sección C) podrán ser transmitidos, arrendados o gravados en su totalidad o en parte, por cualquiera de los medios admitidos en derecho, a favor de las personas físicas o jurídicas que reúnan las condiciones establecidas en el título VIII.

2. Para hacer uso de este derecho deberá solicitarse autorización de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, mediante instancia presentada en la Delegación Provincial competente, a la que se acompañará el proyecto de contrato o el título de transmisión correspondiente, por triplicado, así como los documentos acreditativos de que, el adquirente, reúne las condiciones legales antes mencionadas. La Delegación con su informe elevará el expediente, con dos ejemplares del contrato, a la Dirección General para su resolución.

3. Cuando se trate de transmisión de derechos mineros de concesiones de explotación, la Dirección General autorizará la transmisión siempre que el adquirente haya acreditado:

a) Su capacidad legal suficiente.

b) Su solvencia técnica y económica mediante la presentación de los documentos a que se refieren los artículos 68 de la Ley y 89 de este Reglamento, con las garantías que se ofrezcan sobre su viabilidad.

4. En los arriendos o gravámenes, que seguirán la misma tramitación anterior, deberá constar en el contrato que, tanto el titular de la concesión, como el acreedor, tienen

conocimiento de que el incumplimiento por parte del arrendatario de los preceptos de la Ley de Minas y del Reglamento puede ser motivo de caducidad de las concesiones.

5. Podrán ser transmitidos, con autorización previa de la Dirección General, los presuntos derechos de una solicitud en trámite de concesión derivada de explotación.

6. Presentados los contratos formalizados en escritura pública y el documento que acredite el pago del impuesto correspondiente a la transmisión, o al arrendamiento o gravamen, se inscribirá en el Libro-Registro de permisos y concesiones.

7. Si la transmisión no afectase a la totalidad de la concesión se procederá, por cuenta de los interesados, a la demarcación de los diferentes perímetros, dividiéndose la concesión en dos o más, siempre que cada uno de ellos conserve el mínimo exigible.

8. Serán aplicables a las concesiones de explotación lo establecido en los artículos 96 de la Ley de Minas y 122 del Reglamento para contratar trabajos de explotación.

Artículo 126

1. Si la transmisión de un derecho minero hubiese sido formalizada antes de solicitarse la preceptiva autorización, regulada en los artículos anteriores, su eficacia administrativa quedará supeditada al otorgamiento de dicha autorización, cumplimiento de las condiciones que se impusieron y presentación del documento que acredite el pago del impuesto correspondiente.

2. Se hará constar en los contratos o en los títulos de transmisión correspondientes, que el adquirente, arrendatario o el que de cualquier forma adquiera un derecho minero, se somete a las condiciones establecidas en el otorgamiento, permiso o concesión de que se trate, y en todos los casos, a las disposiciones de la Ley de Minas y de este Reglamento, y que se compromete, asimismo, al desarrollo de los planes de labores ya aprobados y a todas las obligaciones que correspondieren al titular del derecho minero.

Artículo 127

Las autorizaciones que se regulan en este título serán únicamente a efectos administrativos, dejando a salvo los derechos y obligaciones de carácter civil.

Artículo 89 (por referencia en art.123)

La concesión de explotación se solicitará de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, en la Delegación Provincial correspondiente, presentando, a tal efecto, por duplicado, los siguientes documentos:

a) Instancia con la designación del terreno solicitado que, en todo caso, deberá estar comprendido dentro del otorgado para el permiso de investigación.

b) Informe detallado de la naturaleza geológica del yacimiento o criadero, investigaciones realizadas y resultados obtenidos, con expresión de los recursos y reservas, todo ello firmado por el titulado competente.

c) Estudio de factibilidad y Proyecto de aprovechamiento del recurso o recursos de que se trate, que incluirá: Memoria sobre el sistema de explotación, esquema de la infraestructura, programa de trabajo, presupuesto de las inversiones a realizar y estudio económico de su rentabilidad, y fuentes de financiación, con las garantías que se ofrezcan sobre su viabilidad. Se incluirán, en su caso, los proyectos correspondientes a las instalaciones de concentración o de beneficio de los minerales. Todo ello deberá ser suscrito por titulado de Minas conforme a su competencia.

La presentación de los documentos señalados en los puntos b) y c) podrá hacerse conjuntamente con la solicitud de la concesión o en el plazo máximo de tres meses a contar de la fecha de la misma.

3 OBJETIVOS

En el caso expuesto de solicitud de transmisión de una Concesión de Explotación de un recurso de la sección C), el objeto de este Estudio de factibilidad sería cumplimentar la documentación legal necesaria conforme al R.D.2857/1978, para obtener la autorización de transmisión por parte de la autoridad minera competente. El promotor pretende comprobar internamente la viabilidad de la explotación, y acreditar ante la Administración su solvencia técnica y económica como explotador y titular de la CE “Matas”.

Se entiende por “factibilidad” las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto. El Estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será próspero, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para lograrlo. Y para ello es necesario:

- Estimar un presupuesto de las inversiones a realizar
- Realiza un estudio económico de rentabilidad de la actividad
- Valorar y considerar las fuentes de financiación.

A lo largo de la memoria se estudian estos componentes con objeto de clarificar y concluir la Factibilidad Operacional, Factibilidad Técnica y Factibilidad Económica en la explotación de la CE “Matas”.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Datos de localización

4.1.1 Localización de la Concesión de explotación

En la Resolución del Título de otorgamiento de la CE “Matas”, y en el Plano de Demarcación de la misma, la autoridad minera determinó el perímetro de la CE, constituido por dos cuadrículas mineras.

En cumplimiento de la normativa vigente, el perímetro de la CE se define mediante las coordenadas geográficas de sus vértices, tomando como punto de partida (Pp) cualquiera de ellos, y siendo origen de longitudes geográficas el meridiano de Greenwich:

Pp: 4° 13' 00 " – 37° 00' 40"

1: 4° 13' 40 " – 37° 00' 40"

2: 4° 13' 40 " – 37° 01' 00"

3: 4° 13' 00 " – 37° 01' 00"

La CE está situada en los TT.MM. de Loja y Ventas de Zafarraya de la Provincia de Granada, y Alfarnate de la Provincia de Málaga.

Para llegar en coche, desde la autovía A-92, a la altura de Loja, hay que tomar la carreta A-314, en dirección Zafarraya. La zona se denomina “Puerto de los Alazores”.

A continuación pego extracto del Plano nº 1 (Situación general) y del Plano nº 2 (Situación local), en los cuales el rectángulo en rojo corresponde al perímetro de las dos cuadrículas mineras de la CE “Matas”.

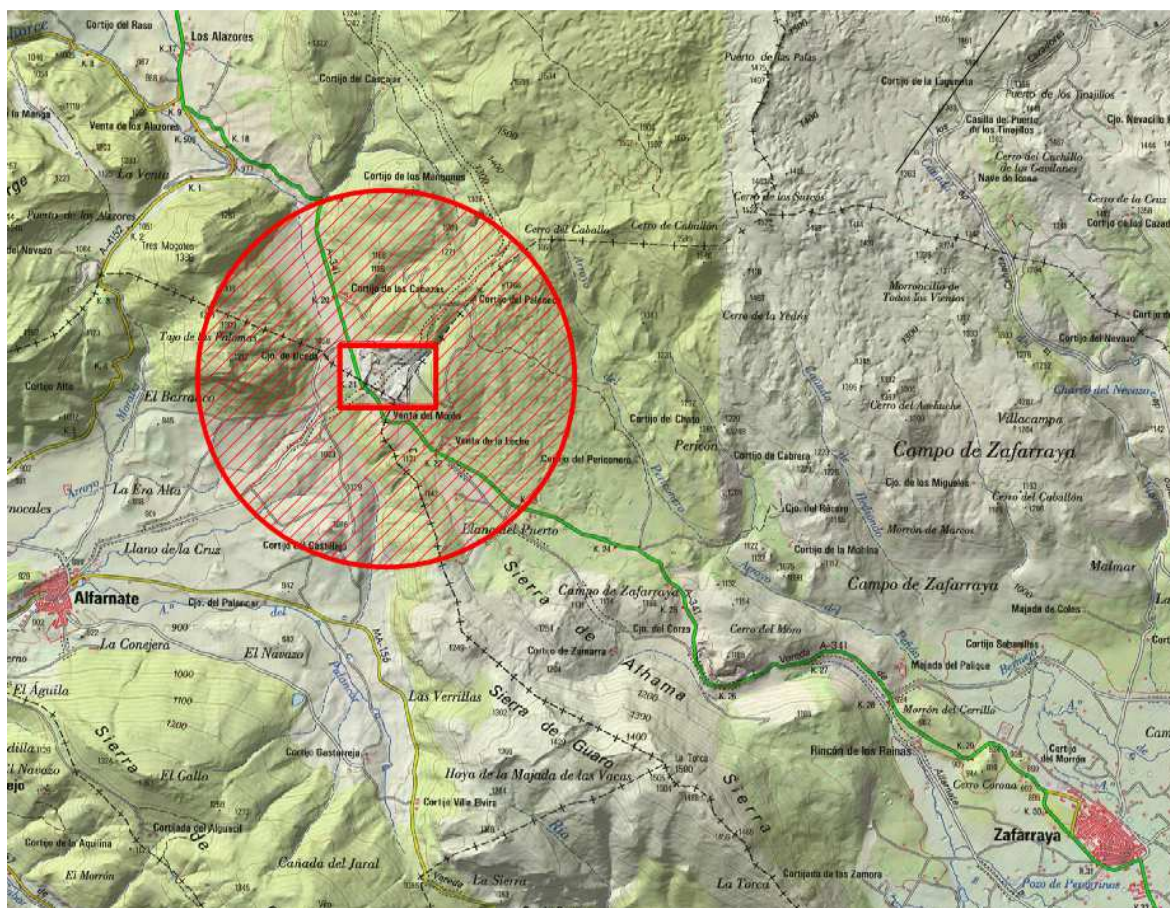


Figura 4.1: Extracto del PLANO Nº 1 de Situación general.

(Cartografía del Instituto Geográfico Nacional. Visor cartográfico E: 1:2.000.000)



Figura 4.2: Extracto del PLANO Nº 2 de Situación local.

4.1.2 Localización del perímetro autorizado

El perímetro autorizado para la explotación no es la superficie total ocupada por las dos cuadrículas mineras demarcadas (que sumaría en torno a unas 60 ha). Y eso es debido a que inicialmente la cantera era un recurso de la Sección A), el cual en base a la entrada en vigor del R.D.107/1995 (por el que se fija criterios de valoración para configurar la sección A) de la Ley de Minas) fue reclasificado como recurso de la Sección C), pasando a ser la Concesión de explotación “Matas”.

Durante el trámite de paso a Concesión de explotación como recurso de la sección C), y amparado en la Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.) de 2007, se realiza una ampliación del terreno inicial, por supuesto integrado en las cuadrículas otorgadas.

En la planimetría que se adjunta se puede apreciar la composición de las cuadrículas otorgadas con respecto a la superficie autorizada de explotación con D.I.A. favorable, e incluso un derecho adyacente denominado RSA “Los Cañadas” (al norte).

El Plano nº 3 muestra la situación local de la CE con respecto a otro derecho minero consistente en un recurso de la sección A). Y el Plano nº 4 muestra el perímetro autorizado dentro de las cuadrículas.

La zona pendiente de explotación en el perímetro autorizado de la CE Matas está ubicada al noreste. Más adelante se concreta.

Pego extracto del Plano nº 4, en el cual se representa en azul el perímetro otorgado, y en magenta el perímetro del RSA “Los Cañadas”.



Figura 4.3: Extracto del PLANO nº 4 del Perímetro autorizado.

4.1.3 Localización parcelaria

En el Plano nº 5 se enclava la Concesión de explotación en el plano de catastro. A continuación muestro una ventana del mismo:

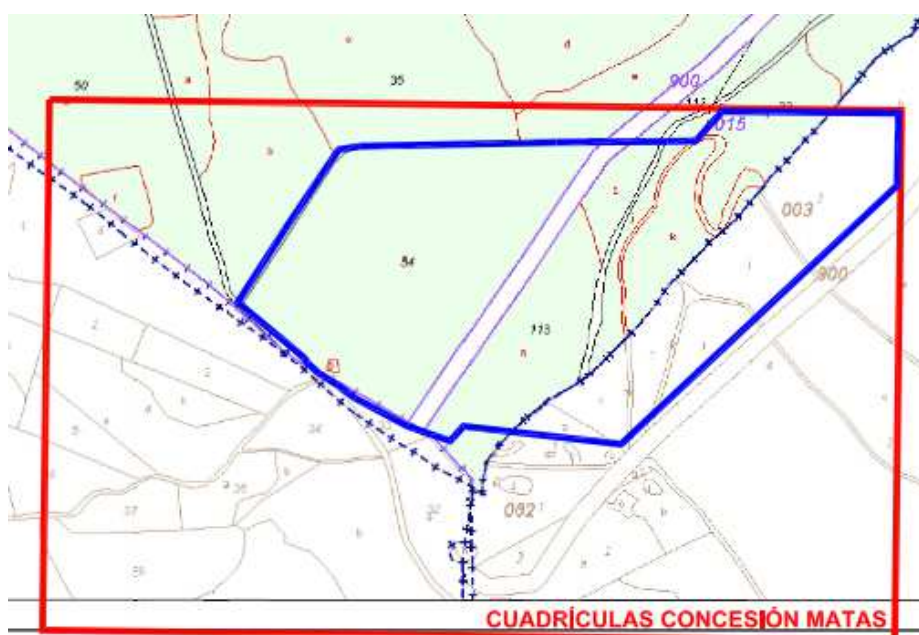


Figura 4.4: Extracto del PLANO nº 5. Catastral.

En cuanto a la ocupación de los terrenos, el promotor o nuevo adquiriente del derecho minero ha recurrido a la misma vía que el actual en su momento, que consiste en un acuerdo mutuo amistoso con los titulares de los terrenos, celebrándose sendos contratos de arrendamiento con las diferentes fincas, que suponen un coste total para el explotador de 50.000 € anuales.

4.1.4 Localizaciones adyacentes.

Como ya se ha indicado, al norte, la CE “Matas” colinda y convive con un recurso de la sección A) denominado “Los Cañadas y Ampliación Los Cañadas”.

Al respecto de dicha explotación, indicar que se tiene declaración de compatibilidad de los dos aprovechamientos emitida por la Administración competente.

En los planos nº 3 y nº 4 se justifica la ubicación del citado recurso con respecto a la CE “Matas”.

4.2 Geología del yacimiento

4.2.1 Introducción

Para la realización del estudio geológico contenido en la presente memoria, se ha utilizado la siguiente metodología:

1º Estudio y recopilación de geología general.

2º Estudio de la geología local.

3º Fotogeología general y de detalle.

4º Geología de campo y prueba documental de la existencia del yacimiento.

4.2.2 Geología general

Nos dirigimos al Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. El Instituto Tecnológico GeoMinero de España edita en 1990 la Hoja nº 1.024_ Archidona (Segunda serie - Primera edición) realizada por IBERGESA y su equipo técnico, bajo normas, dirección y supervisión del IGME. Muestro la Hoja completa en el Anexo I. Y a continuación pego la fracción del mismo que nos interesa y la interpretación en base a la leyenda:



Figura 4.5: Extracto del PLANO nº 6 de Geología general

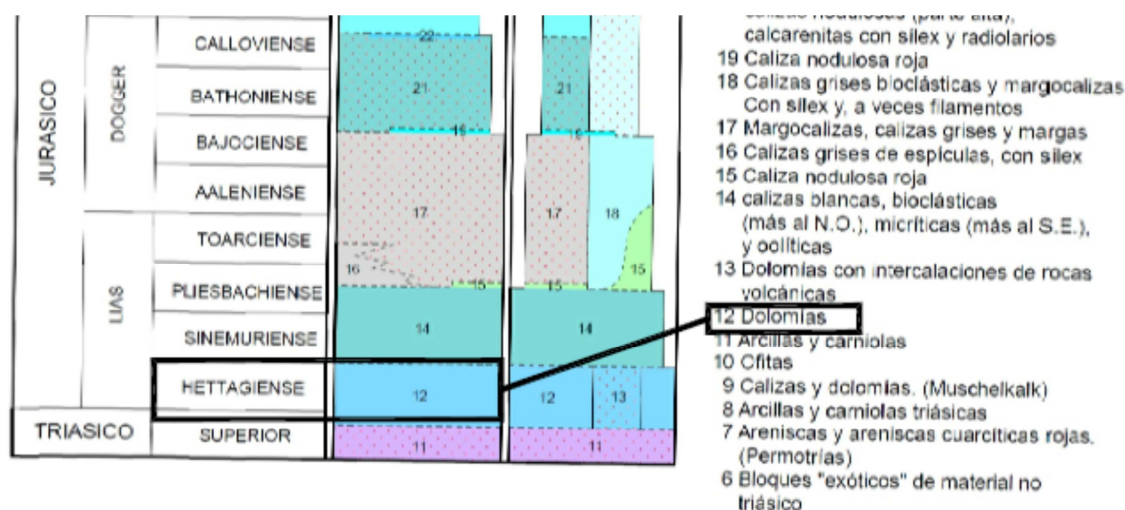


Figura 4.6: Extracto del PLANO nº 6. Leyenda de la litología.

A continuación copio textualmente de la memoria explicativa de la **Hoja 1024 del MAGNA** los datos de mayor interés (Rasgos geológicos generales, Tectónica, Geomorfología e Historia geológica). La zona que nos ocupa se sitúa en el SE de la Hoja:

0. INTRODUCCIÓN

0.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GENERALIDADES

Geográficamente la Hoja de Archidona se sitúa en la parte centro-meridional de Andalucía, abarcando en su mayor parte áreas de la provincia de Málaga y, en menor, de la de Granada (tercio occidental). La mayor parte de los términos municipales malagueños de Archidona, Villanueva del Trabuco y Villanueva del Rosario, así como en menor medida los de Antequera, Villanueva de Algaidas, Villanueva de Tapia y Alfarnate, se encuentran dentro de la Hoja. De la provincia de Granada sólo contiene una parte de los de Loja y Zafarraya.

...

Desde el punto de vista morfológico y paisajístico, el área de la Hoja muestra a grandes rasgos tres franjas diferenciadas alargadas NE-SO, fiel reflejo del actual aspecto tectónico del edificio bético.

La más al Norte es prolongación de áreas más septentrionales, típicas del Subbético Medio, con un relieve alomado suave, labrado en materiales predominantemente margosos de

La franja central, de unos 6 km de anchura, es muy característica; la naturaleza yesífera y caótica de sus terrenos (Trias de Antequera) origina un área de escasos cultivos y relieve intrincado (aunque a grandes rasgos, enrasado), cubierto característicamente de matorrales de encina; en la mitad occidental de su desarrollo en la Hoja, ésta franja intermedia forma un escalón morfológico elevado respecto a la franja norte, mientras que la mitad oriental está enrasada con ésta.

A detailed map of the Sierra de Antequera region. The map shows the following features:

- Mountains and Ranges:** SIERRA DE LAS ARCAS, SIERRA DEL PEDROSO, EL MORRÓN, SIERRA DE ARCHIDONA, SIERRA DE SALINAS, SIERRA DE GIBALTO, SIERRA DE LAS BREÑAS, SIERRA DE SAN JORGE, SIERRA GORDA DE VILLANUEVA DEL TRABUCO, SIERRA GORDA DE LOJA.
- Valleys and Plains:** VEGA DE ANTEQUERA, VEGA DE ARCHIDONA, DEPRESION DE VILLANUEVA DEL TRABUCO.
- Other Features:** PEÑON DE LOS ENAMORADOS, PEÑON DE SOLÍS, ESTRUCTURA CIRCULAR DE FUENTE CAMACHO, "DEPRESION" DE LOS ALAZARÉS, LA MANGA, TRES MOGOTES, "DEPRESION" ALFARATE.
- Water Features:** RIO FRIO, PLOCUATERNARIO.

20

0.3. GEOLOGÍA REGIONAL

La Hoja de Archidona se encuentra situada en la parte centro-occidental de las Cordilleras Béticas.

Las Cordilleras Béticas representan el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana (el Rif), de una región inestable afectada en parte del Mesozoico y durante gran parte del Terciario por fenómenos tectónicos mayores, acaecidos entre los grandes cratones europeo y africano.

Tradicionalmente se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, en comparación con Cordilleras de desarrollo geosinclinal clásico...

Circunscribiéndose el área de las Béticas, puede decirse que están presentes las Zonas Externas, correspondiendo al borde de la placa europea, y gran parte de las Zonas Internas. Zonas Internas similares afloran en amplios sectores de las zonas africana y europea que rodean al actual Mediterráneo.

Las Zonas Externas están representadas en la Cordillera Bética por la Zona Prebética y la Zona Subbética y las Zonas Internas por la Zona Bética s. str., a la que algunos autores añaden la Zona Circumbética. La distribución geográfica de estas zonas de Norte a Sur y desde la Meseta hasta el mar es la siguiente: Prebética, Subbética, Circumbética y Bética.

...

La Zona Subbética se sitúa al Sur de la anterior (Prebética) y presenta facies pelágicas más profundas a partir del Domeriense, con margas, calizas nodulosas, radiolaritas y hasta facies turbidíticas a partir del Jurásico terminal. Igualmente, en cierto sector existió vulcanismo submarino durante el Jurásico. Es probable que la Zona Subbética se depositara sobre una corteza continental adelgazada, relacionada con la placa europea.

En base a las características de la sedimentación durante el Jurásico y parte del Cretácico inferior, se ha subdividido esta Zona en tres dominios que, de Norte a Sur, son: Subbética externo, Subbética medio y Subbético interno.

El Subbético externo incluiría parte del talud que enlaza con el Prebética, un pequeño surco con depósitos turbidíticos y un umbral que separa este surco de la parte más profunda, el Subbética medio.

El Subbética medio se caracteriza por facies profundas desde el Lías superior, con abundancia de radiolaritas y con vulcanismo submarino. Representa la parte más profunda de la Zona Subbética.

El Subbético interno se caracteriza por facies calcáreas durante todo el Jurásico y representa un umbral, posiblemente el límite meridional de las Zonas Externas.

La Zona Circumbética ha recibido este nombre porque sus materiales rodean con mayor o menor extensión a la Zona Bética. Dentro de esta zona estarían incluidas unidades, formaciones y complejos que han recibido diversas denominaciones según los autores, tales como Dorsal, Predorsales, Zona media, Unidades del Campo de Gibraltar, sustrato de los flysch cretácicas, Subbético ultrainterno, etc., y cuya situación paleogeográfica inicial así como las relaciones actuales con las Zonas Internas y Externas es objeto actualmente de controversia.

Esta Zona, de existir, se situaría entre las Zonas Externas ibéricas y las Zonas Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachense.

En su zona más profunda se depositaban radiolaritas y, a partir del Jurásico superior, formaciones turbidíticas que se fueron sucediendo hasta el Mioceno inferior. El espacio ocupado por esta Zona probablemente -a partir del Eoceno medio-superior- fue invadido por la Zona Bética que, mediante fallas en dirección, se desplazó desde regiones más orientales donde había evolucionado (subplaca de Alborán), con lo cual lo que en principio era una sola zona se estructura en varias partes situadas a un lado u otro de la Zona Bética, existiendo una posible Zona Circumbética ibérica y otra africana, enlazadas por lo que hoy es el Arco de Gibraltar.

Dentro de esta Zona Circumbética podrían distinguirse, en base a las características de sedimentación, tanto jurásicas como cretácicas y terciarias, varios dominios que se denominan: Complejo de la Alta Cadena, Complejo Predorsaliano y Complejo Dorsaliano.

El Complejo de la Alta Cadena representaría el área cercana al Subbético interno. Este complejo tendría su correspondiente en el borde de las Zonas Externas africanas.*

El Complejo Predorsaliano representaría las series típicas depositadas en la parte más distal de la cuenca, que ocuparían una amplia zona, posteriormente empujada y distorsionada (subducida, obducida o arrastrada) por el encajamiento de la Zona Bética.

...

0.4 RASGOS GEOLÓGICOS DE LA HOJA

Dentro de este contexto geológico bético, la Hoja de Archidona se encuentra situada cerca del límite entre las Zonas Externas y las Internas, en la parte centro-occidental de la Cordillera, estando representadas en ella formaciones de la Zona Subbética media y otras más meridionales, además de algunos rellenos postorogénicos.

Una banda de terrenos considerados triásicos (el Trias de Antequera) atraviesa la Hoja de NE a SO. Generalmente se encuentra delimitada por fracturas, sobre todo en su borde norte. Un rasgo típico de este Trias es que engloba bloques de edad más reciente y quizá, también, más antigua.

Al Norte de esta banda, el cuarto noroccidental de la Hoja presenta series, del Lías al Cretácico, típicas del Subbético medio, con un plegamiento (y fallamiento inverso asociado) relativamente tranquilo. Tan sólo en una pequeña zona (alrededores del Peñón de los Enamorados), adosadas a la banda del Trias de Antequera, se encuentran series similares a las otras más meridionales.

Al Sur (y al Este) de la banda de Trias domina una complejidad tectónica mayor, con numerosas escamas, siendo el área de mayor relieve de la Hoja. En esta zona, así como en parte de la Hoja meridional contigua -Colmenar, nº1.039-, se definió el Complejo de La Alta Cadena (para algunos autores Zona Circumbética), con series variadas del Trías al Mioceno inferior.

El Peñón de los Enamorados así como la Sierra Gorda de Loja (borde oriental de la Hoja) plantean una problemática paleogeográfica y tectónica propia. Clásicamente se han supuesto Subbético interno, es decir, paleogeográficamente septentrionales respecto de la Alta Cadena. El optar por tal atribución no es fácil teniendo en cuenta su posición actual (Norte en el Peñón, Sur en Sierra Gorda) respecto de la Alta Cadena y del Trias de Antequera.

Las formaciones postorogénicas alcanzan un gran desarrollo en el ángulo NE de la Hoja, donde debe considerarse forman el extremo occidental del relleno neógeno -aquí pliocuaternario- de la Depresión de Granada. Por otro lado, cerca del vértice SE de la Hoja, se encuentra un pequeño retazo de Mioceno marino discordante.

...

1. ESTRATIGRAFÍA Y PETROLOGÍA

1.1. SUBBETICO MEDIO CENTRAL. (En esta zona se sitúa la CE Matas)

Las facies de esta unidad paleogeográfica presentes en la Hoja difieren de las típicas definidas más al NE únicamente en su menor potencia y en la ausencia de volcanismo jurásico.

La serie se inicia con unos minúsculos afloramientos triásicos a los que siguen calizas del Lías inferior-medio con su base dolomítica; el Lías superior y Dogger inferior-medio los forman calizas y margocalizas (con nódulos de sílex en su parte basal). La formación radiolarítica del Dogger superior, a la que siguen calcarenitas turbidíticas del Malm inferior y una alternancia de calcerenitas nodulosas con margas rojas del Titónico, completa la serie jurásica. En dirección SE esta serie reduce generalizadamente su potencia, faltando algún tramo (calizas con sílex del Lías superior) e intercalando tramos de caliza nodulosa roja a diversos niveles.

Sigue el Cretácico inferior (margocalizas blancas) muy bien representado y, en algún punto, probablemente discordante sobre la parte superior del Jurásico. El Cretácico superior, en facies típica de margocalizas rojo-salmón, y calcarenitas grises de Microcodium (Paleoceno) corona la serie si bien ambos aparecen en un área muy concreta -borde oeste de la Hoja- donde la escasez de afloramiento impide saber con toda seguridad la relaciones con la serie infrayacente.

...

1.1.2. Dolomías (12)

Se encuentran a muro de la formación de calizas blancas que se describe a continuación y que forma los mayores relieves de la zona NO de la Hoja. En el paisaje sus afloramientos son de color más oscuro y están más característicamente cubiertos de matorral que los de las calizas suprayacentes.

Son generalmente dolomicritas grises con brechificaciones frecuentes y con sus rasgos originales (porosidad fenestral, laminación algar) casi borrados. Se trata, pues, de una dolomitización, sobreimpuesta a una serie dolomítica y caliza primaria, que afecta en una amplitud variable a las calizas suprayacentes. El ambiente de depósito debe ser litoral muy somero, generalmente intermareal.

Su atribución cronológica al Lías inferior se basa exclusivamente en su posición estratigráfica con respecto a las calizas que las suceden. En la Hoja, su techo llega a alcanzar la base del Sinemuriense; se admite que, en otras partes del Subbético, su muro, puede ser incluso Triásico superior.

Sus potencias deducidas oscilan entre los 125-150 m en la Sierra de Archidona y su prolongación norte, y los 170 en la Sierra de las Arcas. En la Sierra del Pedroso (estructura anticlinal) no llegan a aflorar.

1.1.3. Calizas blancas, bioclásticas y oolíticas (14)

Sucedan a las dolomías descritas y forman los mayores relieves de la zona NO de la Hoja (Sierra de las Arcas, del Pedroso y de Archidona-El Morrón). Forman, no obstante, lomas redondeadas, de afloramientos casi exentos de vegetación, que ponen una nota de variedad en un paisaje por lo demás monótono, agrícola y olivarero.

En la parte basal predominan las calizas micríticas, de color blanco o crema y fractura concoidea, masivas, con laminación algar, porosidad fenestral, oncoides y pellets. En la mitad superior son oolíticas o, más raramente, oncolíticas. La estratificación es siempre, a nivel de afloramiento, difícilmente observable. El paso a la formación suprayacente viene marcado por una abundancia de fragmentos de crinoides que a veces se resuelve en bancos (potencia decimétrica) de encrinitas; asociados, pueden también encontrarse braquiópodos. Estos niveles de encrinitas parecen ser más potentes hacia el SE (Sierra de Archidona y alrededores), en dirección del menor espesor de serie jurásica.

Las facies más características son wackestones-packstones de bioclastos y peloides, grainstones bioclásticos-peletoidales y grainstones oolíticas. En conjunto, representan ambientes de barra-lagoon.

La potencia total de esta formación calcárea ha sido estimada -promedios- en 325 (S^a del Pedroso), 250 (S^a de las Arcas) y 200 m (Sierra de Archidona). Su edad abarca desde el Sinemuriense basal al Pliensbachiense medio.

1.3. EL COMPLEJO DE LA ALTA CADENA (SUBBÉTICO MEDIO MERIDIONAL)

El término Alta Cadena se circunscribe a la alineación de altas sierras calcáreas, y terrenos relacionados, que, desde el Torcal de Antequera (al O) a Sierra Gorda de Loja (al E), limitan, al N, con el Trías de Antequera y las regiones típicamente subbéticas y al S, con la Depresión de Colmenar. El área de Cillanueva del Trabuco forma, pues, parte de la Alta Cadena, así como el borde occidental de Sierra Gorda.

Esta zona está situada paleogeográficamente al Sur del Subbético medio central descrito, y también del Subbético interno.

1.3.2. Lías inferior y medio (12, 13 y 14)

Sobre el Triásico superior sigue concordantemente la formación dolomítica del Lías inferior (12), muy semejante en todo a la descrita (12) en el Subbético medio central. Las potencias (medidas) han sido de 90 (Sierra de Salinas) y 180 m (extremo NE de la Sierra de Gibalto).

En la Sierra de Salinas (parte SE) hay muy notables ejemplos de laminaciones estromatolíticas, con domos y estructuras fenestrales, en la totalidad de la serie dolomítica, muy bien expuesta.

El rasgo sedimentológico más generalizado para este conjunto dolomítico es la estructuración en secuencias mareales de orden métrico, con un término basal de carácter micrítico, algo bioclástico o graveloso, y otro superior con laminación estromatolítica planar. Representa un ambiente sedimentario de salinidad relativamente elevada.

En más o menos amplias áreas de las Sierras Gorda de Villanueva del Trabuco, de San Jorge, Tres Mogotes y (menos) Gibalto, aparecen intercalaciones de rocas volcánicas en la serie de dolomías (13); se encuentran generalmente muy alteradas, formando suelos pardos. Se han identificado rocas compactas, oscuras, vacuolares, porfídicas, y otras tobáceas o cineríticas, con estratificación muy marcada y colores vivos.

La clásica formación de calizas blancas, en esta parte de la Hoja predominantemente micríticas y oolíticas (14), sucede concordantemente al tramo dolomítico, alcanzando potencias del orden de los 200 m mínimos. Al igual que para el Subbético medio central, presenta niveles de encrinetas (borde O de Sierra Gorda de Loja, sobre todo) a techo y abarca una edad que va desde el límite Hettangiense-Sinemuriense al Pliensbachense medio.

2. TECTONICA.

La Hoja de Archidona se sitúa en las Zonas Externas de la Cordillera, en pleno dominio Subbético. Su transversal cortaría desde el N (Sierra Morena) hasta el S (mar Mediterráneo) las siguientes zonas paleogeográfico-tectónicas: Depresión terciaria del Valle del Guadalquivir, Subbético externo, Subbético medio, Subbético interno (para algunos autores totalmente asimilable al Penibético), Flyschs tipo Campo de Gibraltar de la depresión de Colmenar y, finalmente, las Zonas Internas béticas en los Montes de Málaga, constituidas casi totalmente por el Complejo Maláguide. Falta, pues, el Prebético que, para la mayoría de autores, habría sido ampliamente cabalgado y rebasado por el Subbético en su avance hacia el Norte.

2.1. ESTRUCTURA DE LOS PRINCIPALES DOMINIOS TECTONICOS DE LA HOJA.

2.1.1. Subbético medio central.

La estructura de este dominio está claramente definida por un apretamiento (pliegues-falla que evolucionan a escamas de dirección bética, ENE-OSO) vergente al Sur. Estas escamas parecen disponerse escalonadamente según dirección. El autor de la Hoja no cree que represente los retrocabalgamientos hacia el Sur, citados en otras partes de la Cordillera como posteriores a los mantos de corrimiento clásicamente admitidos como vergentes al Norte. En efecto, esa tectónica vergente al Sur es claramente la primera que tiene lugar en el dominio en cuestión y está, como se verá a continuación, en parte modificada por otra posterior. Esta está bien representada en las Sierras del Pedroso y de Archidona.

La Sierra del Pedroso es un antíclinal de calizas del Lías inferior-medio con una dirección anómala: NNO-SSE. A su flanco occidental, algo fallado, se adosa solidariamente el conjunto margocalizo del Lías superior-Dogger. Este conjunto, que se ha interpretado -lógicamente-como limitado por falla inversa, interrumpe y deforma las alineaciones y pliegues de la primera tectónica ENE-OSO vergente al Sur, como se ve claramente en el mapa geológico.

En el borde NE de la Sierra de Archidona, así como en su prolongación norte (El Morrón), se ve claramente cómo las dolomías y calizas del Lías inferior-medio de esas sierras cabalgan hacia el SE (primera tectónica vergente s.l. al S) a margocalizas blancas del Cretácico inferior.

En el borde SE de dicha sierra, ese Lías cabalgante se muestra invertido y, pues, vergente al NO. Coincidente espacialmente con esa inversión, todo el borde NO de dicha sierra se ha interpretado como elevado por falla inversa hacia el ONO. Así pues, la Sierra de Archidona aparece hoy día como un sinclinal secundario vergente al ONO, con su flanco SE invertido y con tendencias cabalgantes hacia su propio núcleo, y su flanco NO parcialmente fallado y con tendencia cabalgante hacia el ONO.

...

3. GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista morfológico pueden distinguirse en el ámbito de la Hoja tres áreas bien diferenciadas, alargadas según dirección bética (NE-SO): 1) la situada al N de la banda triásica de Antequera, 2) el Trías de Antequera y áreas adyacentes al SE, y 3) la zona de altas sierras del E y SE de la Hoja (Sierra Gorda y Alta Cadena).

...

Las sierras del E y SE de la Hoja son los relieves más importantes de ella. Sierra Gorda aparece como un gran domo que culmina casi a los 1.700 m, mientras que la Alta Cadena muestra un alineamiento de cumbres a los 1.300-1.400 m.

...

4. HISTORIA GEOLOGICA.

En líneas generales, por la especial complejidad que encierra la interpretación de la Cordillera Bética, la reconstrucción histórica de cualquier Hoja comprendida en ella resulta un tanto difícil de plantear. En el caso que nos ocupa la Hoja está enclavada en

pleno dominio subbético, aunque muy cerca del límite con las Zonas Internas. Gran parte, por tanto, de esta Historia Geológica será la de esa parte meridional de la Zona Subbética, relativamente bien conocida. Los puntos más oscuros lo serán al referirse a las deformaciones, así como a sus causas y efectos, por lo que tiene de implicación con las Zonas Internas.

Desde el Triásico superior hasta el Lías medio-superior se mantienen esas características de uniformidad paleogeográfica en todo el ámbito externo bético, si bien desde aquella época el sistema ha evolucionado rápidamente a un ambiente de plataforma carbonatada. En el Subbético, la sedimentación se realiza al principio en ambientes marinos someros, con predominio de medios inter e intramareales, y más tarde en áreas con desarrollo de barras oolíticas.

A partir del Lías medio-superior se manifiesta una inestabilidad de zócalo que provoca subsidencias diferenciales: se individualiza el surco subbético en el que la parte central va a sufrir la mayor acumulación de sedimentación y en cuyos bordes (Subbético Externo, al N, e Interno, al S), en determinados períodos, van a reinar características de umbral, pero con sedimentación de tipo pelágico. En el Subbético medio central, la aparición de un magmatismo básico (Lias-Cretácico) probablemente indica un adelgazamiento o un inicio de rifting a nivel de zócalo, cortical. La Hoja de Archidona queda situada solapando el límite subbético central (medio) -interno. Así pues, al final del Lías se produce un cambio rápido y generalizado en toda la región a facies de mar abierto.

Durante el Cretácico las condiciones marinas prosiguen, detectándose también alguna inestabilidad de zócalo (hiatos, discordancias) en el Cretácico inferior. Desde el Cretácico superior hasta el Oligoceno e incluso el Aquitaniense, prosigue una sedimentación pelágica y turbidítica.

Una etapa de deformación tectónica, en el Cretácico superior-Eoceno, acaece en la zona. Su importancia aún no ha sido suficientemente valorada. En las Zonas Internas también se detectan, por esa época, deformaciones importantes.

Pero es durante el Mioceno inferior (Aquitaniense-Burdigaliense) cuando se desarrolla la gran etapa orogénica bética o, al menos, la más conocida, quizá por reciente y espectacular. En cuanto a las causas más corrientemente admitidas para esta

deformación, véase lo dicho en el capítulo de Introducción sobre la deriva desde el E de las Zonas Internas, la posible existencia de la Zona Circumbética, etc.

El efecto más conocido de esta etapa orogénica es un acercamiento en dirección NNO-SSE que probablemente se traduce en fallas inversas de zócalo. La cobertera mesozoica, por encima del nivel de despegue del Trias plástico, evoluciona independientemente dando lugar a mantos de corrimiento que en algunos casos deben tener origen gravitacional. Tradicionalmente, siempre se ha admitido una vergencia Norte para esta tectónica pero los últimos estudios indican para el Subbético una estructura en abanico, convergencias hacia el N (en su parte norte) y hacia el S (en su parte sur).

Los primeros sedimentos postorogénicos son del Mioceno superior (Tortonense), y marinos. Durante el Plioceno y Cuaternario prosigue una tectónica compresiva que emerge la Cordillera y le hace alcanzar el aspecto actual.

4.2.3 Geología local

Desde lo destacado en la información de la Hoja de Archidona, enfocados en la zona de estudio, encontramos una característica litológica común a todas las unidades del Subbético y Penibético, y es que contienen una formación carbonatada liásica, calizo-dolomítica, bastante potente (más de 200 m), que descansa sobre materiales detrítico-evaporíticos triásicos. Las dolomías, secundarias, se presentan muy brechificadas. Sobre ellas descansan con contacto difuso las calizas, de tonos generalmente claros, con estratificación generalmente masiva, a veces con sílex, crinoides u otros rasgos diferenciadores.

Las dolomías que señala la cartografía, en la zona de estudio, se encuentran a muro de una formación de calizas blancas y son generalmente dolomicritas grises con brechificaciones frecuentes y con sus rasgos originales casi borrados. Se trata, pues, de una dolomitización, sobreimpuesta a una serie dolomítica y caliza primaria, que afecta en una amplitud variable a las calizas suprayacentes.

Sus potencias deducidas oscilan entre los 125-150 m en la Sierra de Archidona y su prolongación norte, y los 170 en la Sierra de las Arcas.

Dicho esto, y desde las publicaciones más conocidas en el ámbito minero, nos encontramos en la zona de estudio una representación del Lías compuesto por un conjunto carbonatado, más o menos completo dentro del dominio ibérico, llegando a tener una potencia del orden de los 200 metros, formado por dolomías.

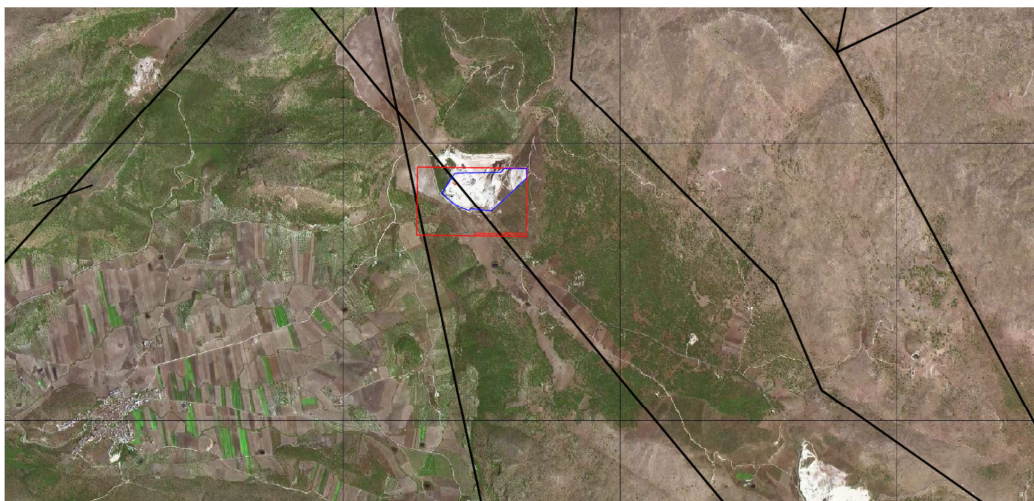
4.2.4 Fotogeología

Para determinar el yacimiento de dolomía se ha recurrido a la fotogeología como procedimiento de trabajo para hacer geología superficial y correlaciones al subsuelo, teniendo como base la interpretación de fotografías aéreas.

La importancia extraordinaria de la fotogeología en los reconocimientos geológicos modernos se debe a su evidente superioridad sobre todos los demás métodos de exploración, especialmente por lo que se refiere a rapidez y bajo costo, así como al notabilísimo hecho de que permite registrar rasgos y fenómenos geológicos que en ocasiones frecuentes son de la mayor trascendencia, y que de otro modo habrían pasado completamente inadvertidos

De esta manera reconocemos geológicamente un área de gran extensión que permite obtener gran riqueza de detalle, aunque no una precisión como la que podría obtenerse conjuntamente empleando métodos geológicos y topográficos directos, que más adelante se detallarán.

A continuación muestro la configuración de las fallas principales en el marco de la fotogeología general, con respecto al perímetro autorizado.



*Figura 4.8: Extracto del PLANO nº 7.1 de Fotogeología general
(IGN_Visor Iberpix_Foto aérea)*

Situada la ortofoto georreferenciada (en ETRS89) con respecto a la Concesión, y comparativamente con el plano geológico publicado por el IGME, podemos hacer una interpretación fotogeológica de las principales fallas y los distintos materiales que se alojan en una superficie amplia.

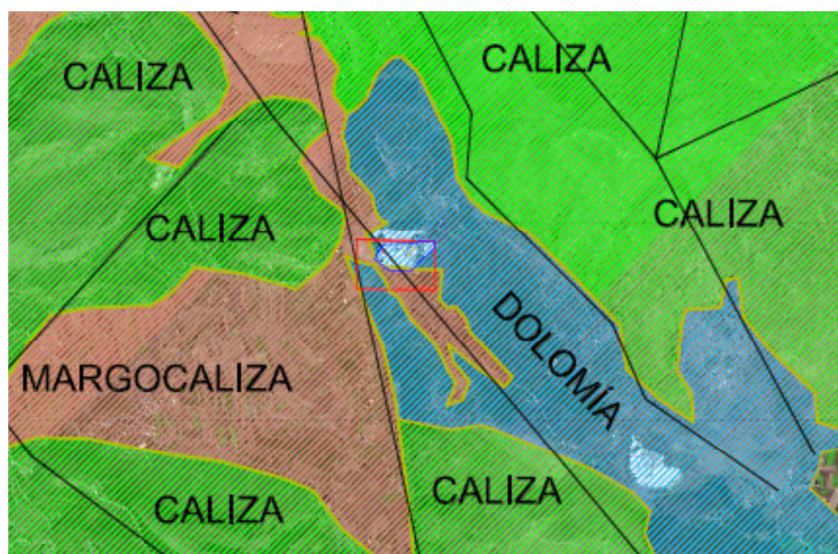


Figura 4.9: Extracto del PLANO nº 7.2. Materiales de la zona de influencia.

Y de esta forma se delimitan los diferentes materiales de la zona que nos ocupa ubicándose la CE “Matas” en un yacimiento de dolomía, tal y como se había mostrado sobre el plano del MAGNA.

En una nueva composición se trata la fotogeología con algo más de detalle.



Figura 4.10: Extracto del PLANO nº 8.1. Configuración de las fallas principales en el marco de la fotogeología de detalle.

Una vez situadas las fallas principales de la ortofoto con más detalles y en una superficie menor, podemos diagnosticar los materiales del yacimiento de la Concesión.

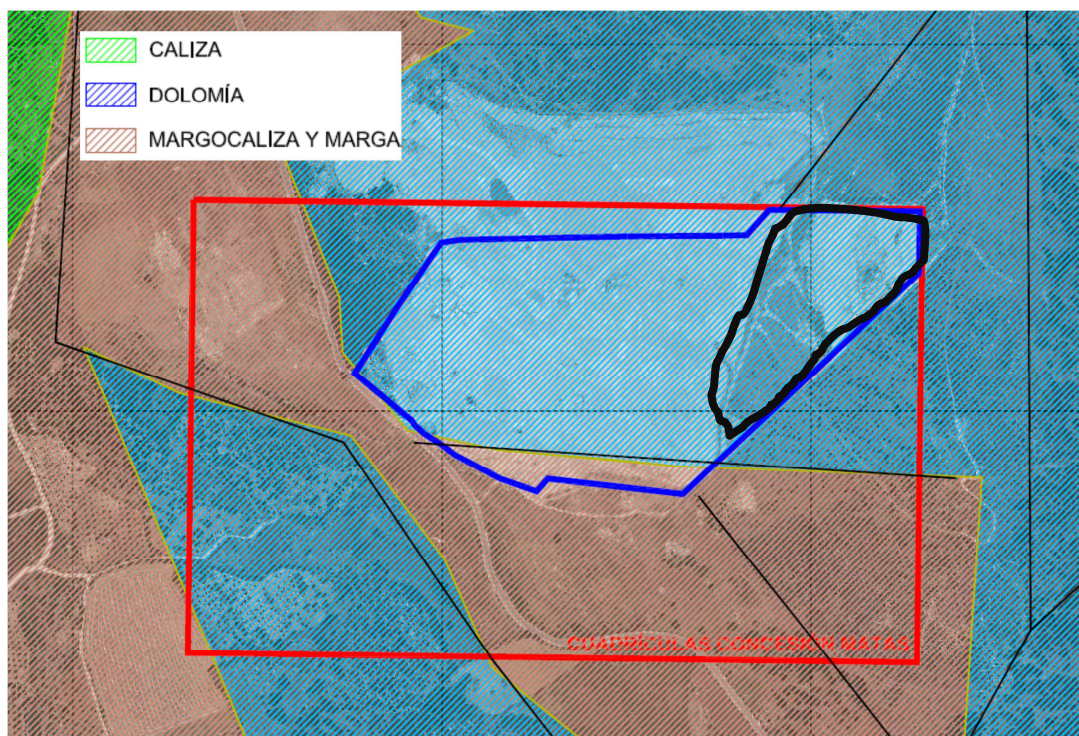


Figura 4.11: Extracto del PLANO nº 8.2. Configuración de los distintos materiales. El perímetro en color negro es la zona pendiente de explotación.

Realizadas las composiciones fotogeológicas con respecto a las publicaciones del IGME se llega a la conclusión de ubicación de la concesión en un yacimiento de dolomía sin lugar a dudas. En la zona de influencia se aprecia una formación margocaliza situada al sur y al oeste del recurso objeto de aprovechamiento. Tan solo existe una parte de este material no aprovechable en la zona sur que quedaría en el interior del perímetro autorizado, pero que en ningún caso afecta a las labores y ratios debido a que ya se ha extraído dicho material.

En la figura 4.11, y en color negro, se señala la zona de reservas de la concesión con contenido aprovechable (DOLOMÍA), que como puede observarse queda muy alejada de las MARGAS. Se justificará que se trata de la zona de reservas mediante levantamiento topográfico.

Indicar que, de momento, sólo se está evidenciando la existencia del yacimiento y el material objeto de aprovechamiento y beneficio, y no los métodos de explotación, que como más adelante se detallará serán los ya aprobados en su proyecto inicial.

En el siguiente sub-apartado se muestran las pruebas de existencia del yacimiento de DOLOMÍA en los puntos de interés que determinaran y justificarán las dimensiones del mismo con respecto a la Concesión Matas y su perímetro autorizado.

4.2.5 Geología de campo

Una vez verificadas las formaciones geológicas en el entorno de la Concesión “Matas”, así como la confección de los planos generales y detalle de situación del yacimiento y la zona de labores (todo ello fundamentado y poniendo como premisa el perímetro autorizado), se muestra un trabajo geológico en situación real con técnicas de observación en terreno, e identificaciones gráficas suficientes para demostración de la inequívoca existencia del yacimiento objeto de aprovechamiento y beneficio.



Figura 4.12: Zona antropizada y perímetro (en rojo) pendiente de explotación.

En la figura anterior podemos reconocer la zona dentro del perímetro autorizado que corresponde al yacimiento objeto de aprovechamiento, que podemos clasificar como reservas explotables.

Como puede observarse, parte de esa zona está ya antropizada como frente de explotación (zona oeste del perímetro en rojo).

Al este del perímetro marcado en rojo se observa un 45 % de zona antropizada y que revela perfectamente el material aflorante en superficie, que sin duda forma parte del yacimiento de dolomía a la potencia que se designa en la publicación IGME y que también revela el frente de explotación en sus cotas más bajas.

(Ver Fotos en Anexo II)

En la Foto 1 del Anexo II se muestra la existencia de la dolomía en los bancos del frente de explotación. En la misma dinámica, se observan las margas que aparecían en el grupo de planos de fotogeología nº 7 y 8; sobre las cuales anteriormente se indicaba su nula influencia en las estimaciones económicas, por ser extremo de perímetro y no realizarse por lo tanto labores en esa zona.

En la Foto 2 se muestra la existencia de la dolomía en los bancos del frente de explotación de la zona más al noreste.

In situ se comprueba tanto en el frente de explotación como en la superficie del perímetro pendiente de explotación, el claro afloramiento de la roca dolomía. (Fotos 3 y 4)

4.2.6 Resumen del estudio geológico

Enfocados en una zona de estudio restringida, y formada por una superficie donde se ubican las reservas dentro del perímetro autorizado de la Concesión minera denominada “Matas”, se ha encontrado una característica litológica común a todas las unidades del Subbético y Penibético, que contiene una formación carbonatada liásica, calizo-dolomítica (12), bastante potente (más de 200 m), que descansa sobre materiales detrítico-evaporíticos triásicos.

Esta formación geológica ha sido evidenciada con el paquete de información que se ha presentado en el apartado que estamos tratando, mediante geología general de publicaciones, fotogeología general y detalle, y trabajo de campo junto a evidencias fotográficas que muestran perfectamente su existencia y sus posibilidades de aprovechamiento a tenor de su situación jurídica y geomorfológica.

El material, objeto de aprovechamiento y beneficio proviene de esa formación de dolomías, que aunque secundarias, y presentarse muy brechificadas, se encuentran a muro de una formación de calizas. Se trata, pues, de una dolomitización, sobreimpuesta a una serie dolomítica y caliza primaria, que afecta en una amplitud variable a las calizas suprayacentes.

Su potencia deducida llega a 200 m, aunque dada la cercanía a las calizas y la zona de borrado entre ellas, difícilmente se podría establecer un límite exacto fronterizo, por lo que aumentan las capacidades de potencia del material; asegurando así la continuidad del material aprovechable en los estratos de las cotas más bajas. Del levantamiento topográfico, que se presenta en un apartado posterior, nos encontramos entre las cotas 1080 m y 1230 m, con una diferencia de cota de 150 metros; deducción que vuelve a justificar la citada continuidad del recurso en el modelo geológico de la explotación a cielo abierto.

Considero pues que se ha realizado un informe detallado de la naturaleza geológica del yacimiento, con la conclusión de quedar demostrada la entidad del mismo, su desarrollo y continuidad, y el carácter aprovechable de su modelo.

4.3 Evaluación de las reservas explotables y clasificación de recursos

Dentro de la investigación de yacimientos se pueden distinguir dos fases diferenciadas. Una primera etapa es la exploración, que tiene como meta su localización. Una segunda etapa es la de investigación, cuyo fin es definir y evaluar. Dentro de la investigación se determina la geometría, extensión y riqueza del yacimiento utilizando técnicas similares a las de la exploración, pero más precisas.

Dentro de las técnicas de investigación minera se pueden distinguir: técnicas geológicas, técnicas geofísicas, técnicas geoquímicas, y toma de muestras mediante sondeos, calicatas o excavaciones.

La principal técnica geológica que se emplea en la investigación minera es la cartografía geológica. Esta cartografía se realiza a diferentes escalas, siendo las más empleadas las escalas 1:10.000, 1:5.000 y 1:2.000 (de menor a mayor detalle). Es esencial la utilización de cortes geológicos, que se basan en los datos de superficie y se extrapolan en profundidad.

La aplicación de la técnica geológica ha sido realizada en el apartado anterior, siendo evidenciada y justificada la existencia del yacimiento objeto de aprovechamiento y beneficio como una formación dolomítica.

Y en cuanto a las técnicas geofísicas y geoquímicas, o a la toma de muestras, no son necesarias, ya que se trata de un yacimiento en explotación, pudiendo observar in situ el macizo de dolomía hasta la cota final de explotación, y siendo conocidas del material extraído su calidad y características físico-mecánicas.

Sí necesitamos calcular y evaluar las reservas que restan por explotar. Y esta evaluación del yacimiento se hace en dos etapas. Una primera que consiste en la definición de la morfología, y una segunda en la que se evalúa con criterios técnico-económicos 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 se crea el modelo geológico del yacimiento, y en la segunda el modelo económico del mismo. Ambos modelos son numéricos.

Del Manual del IGME de evaluación técnico-económica de proyectos mineros (1991), citado en la bibliografía, extraigo el siguiente esquema:

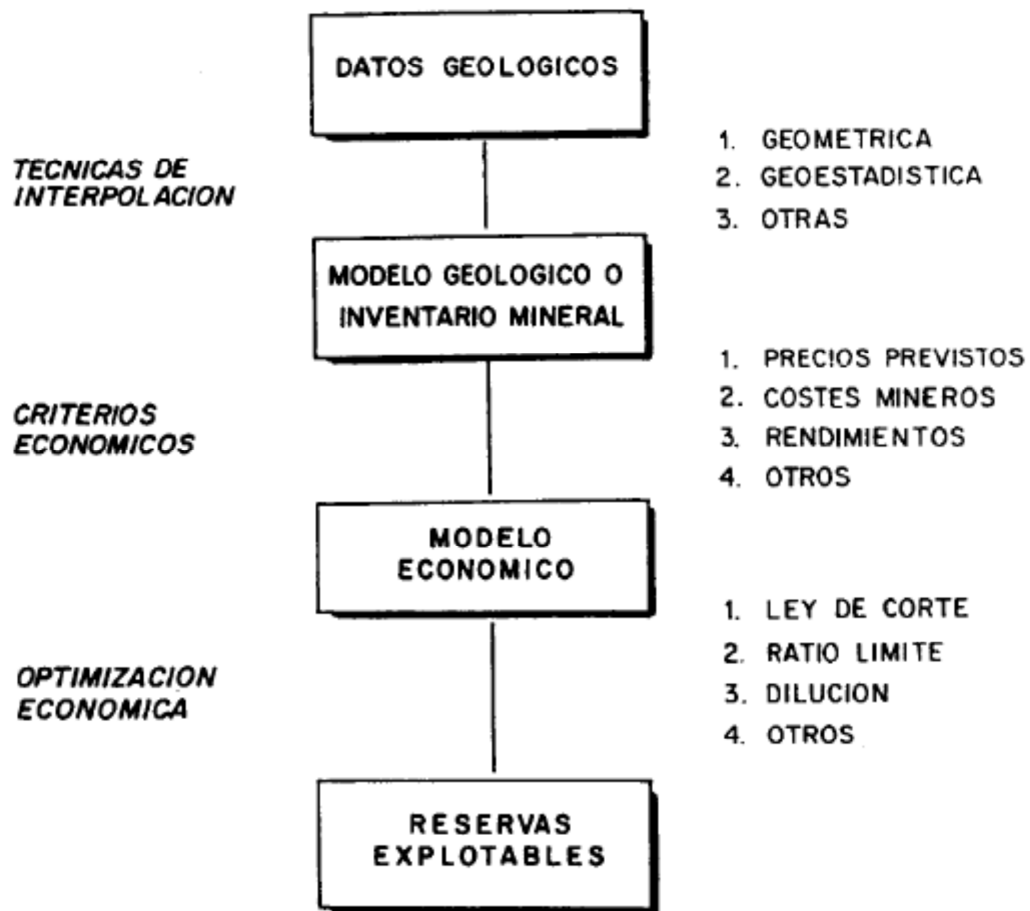


Figura 4.13: Etapas en la estimación de las reservas explotables.

4.3.1 Modelización geológica.

En función de la geometría y extensión del yacimiento, se clasifican los modelos geológicos en dos grupos: clásicos y modernos.

En este Estudio técnico, vamos a aplicar un modelo clásico denominado “Modelo de secciones”.

Debido a que conocemos el perímetro o límite de explotación, y a que partimos de un banqueo inicial, podemos dividir el yacimiento en varios bloques equivalentes a los distintos bancos, que podemos definir mediante dos secciones contiguas y la altura de banco.

El método de inventariar el mineral es el siguiente:

- Se determina la topografía actual de la zona de ubicación del yacimiento / Concesión / perímetro autorizado / o yacimiento aprovechable.
- Partiendo del estado actual, y conociendo el diseño topográfico final de explotación, se editan las superficies entre las líneas actuales y finales de explotación en las distintas alturas de banco.
- Se calcula el área de cada una de las secciones.
- Conociendo las diferentes secciones y la altura de banco (20 m.), se va calculando el volumen y tonelaje de cada bloque.

El procedimiento más sencillo de calcularlos es mediante las fórmulas siguientes:

$$V = \frac{A1 + A2}{2} \times L1 \quad T = \frac{A1 + A2}{2} \times L1 \times \tau \quad (1)$$

Siendo:

V = Volumen del bloque entre dos secciones.

T = Peso en toneladas del bloque.

A1, A2 = Áreas de las secciones contiguas que delimitan un bloque.

L1 = Distancia entre las secciones A1 y A2. (En nuestro caso la altura).

† = Densidad media del mineral (t/m³).

Desde el punto de vista de las necesidades de datos para el cálculo, se dispone del levantamiento topográfico actual de la Concesión. Y sobre éste, y tomando como delimitaciones el perímetro autorizado y la geometría final de bancos, edito el diseño final de la topografía al culminar la explotación.

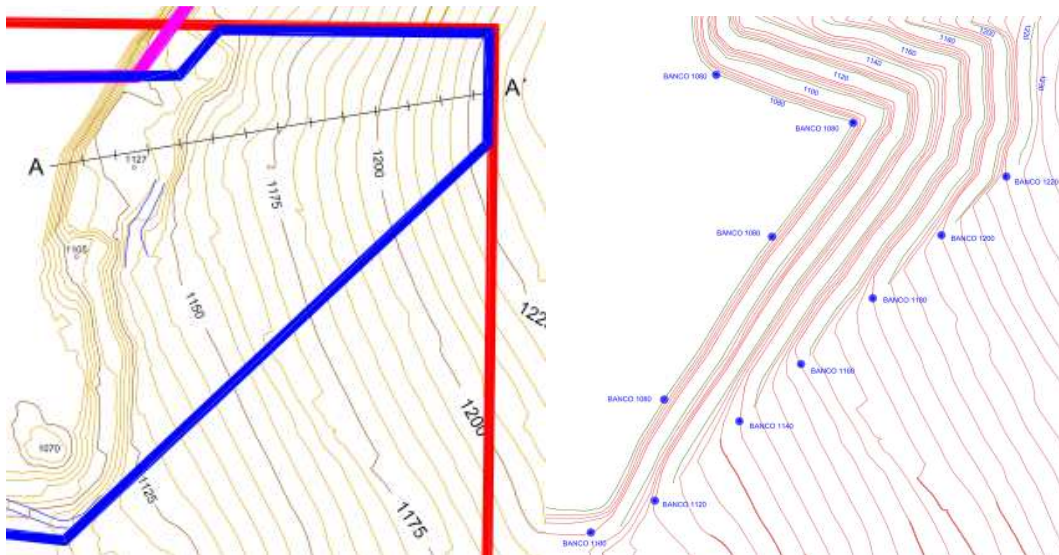


Figura 4.14: Extractos de los PLANO n° 10 y n° 12.
Levantamiento topográfico actual y diseño topográfico final (Elaboración propia)

Aquí observamos que el yacimiento se sitúa entre las cotas 1080 m. y 1230 m.,
formándose 7 bancos de 20 m. de altura. y un octavo de 10 m.

El resultado del corte longitudinal del terreno A-A' (señalado en Figura 4.14) con
respecto al diseño final en producción de los bancos de explotación, quedaría de la siguiente
manera:

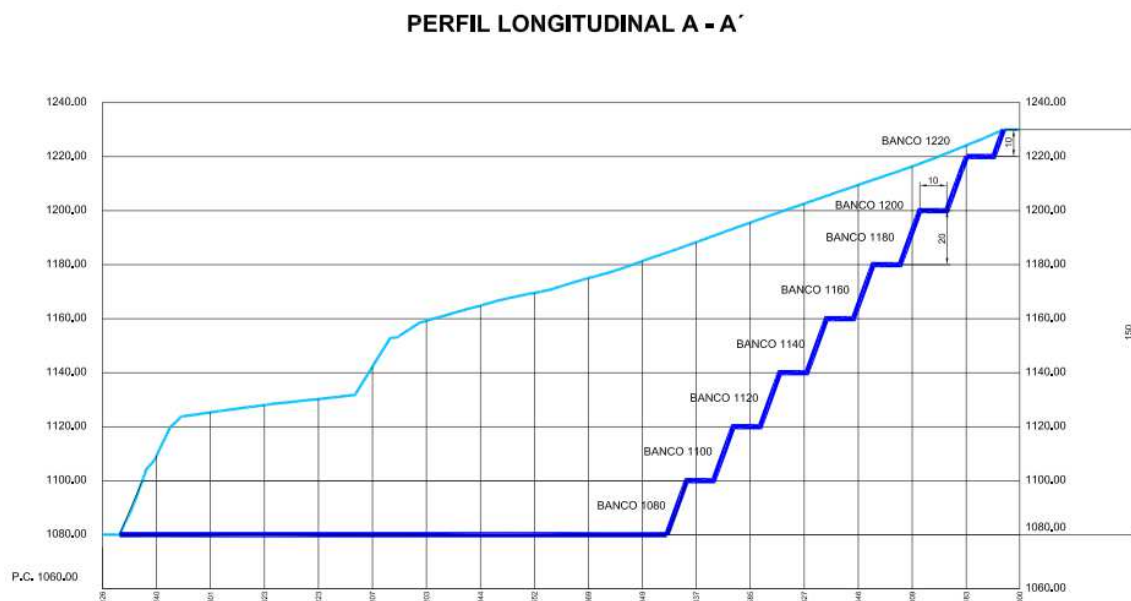


Figura 4.15: Extracto del PLANO n° 13. Corte topográfico comparativo.

En la edición de todos los datos topográficos se han configurado las curvas de nivel por el método de triangulación de Tc_p de MDT una vez descargados los datos del GPS móvil base de TOPCON estándar.

Y de la misma manera, y siguiendo los datos de los proyectos presentados ya aprobados en el otorgamiento de la Concesión de explotación “Matas”, se ha realizado el diseño final en producción, fruto de aplicar la geometría de frente y banco planimétricamente. En un contexto de Autocad, basta con dibujar esa línea a la equidistancia necesaria con su elevación.

Con estos dos procesos, se obtienen líneas de curvas y diseño, que en cotas iguales de inicio y final de banco, concretan las superficies usadas para el cálculo.

Los bancos se han definido como: 1080, 1100, 1120, 1140, 1160, 1180, 1200, 1220, 1230.

Por lo tanto, y a lo dictado sobre los dos procesos, en 1080 se formará una superficie formada por la curva 1080 del terreno resultado de la taquimetría y posterior triangulación y curvado, y la 1080 resultado del diseño final en producción.

Al igual que en el banco 1080, se obtienen superficies una a una de cada uno de los bancos, lo que conformaría unas rodajas o bloques de material, de las que se puede calcular su volumen fácilmente aplicando la ecuación (1).

En el Plano nº 14, constituidos por 8 subunidades, se refleja el contenido gráfico de lo redactado con respecto al método y al área de las superficies de cada confluencia. Evidentemente, las áreas son extraídas de las propiedades rápidas de Autocad.

A continuación copio un par de ejemplos de extracto de dichos planos, para su comprensión.

BLOQUE N° 1 – Banco 1080: formado por el material entre el banco 1080 y 1100:

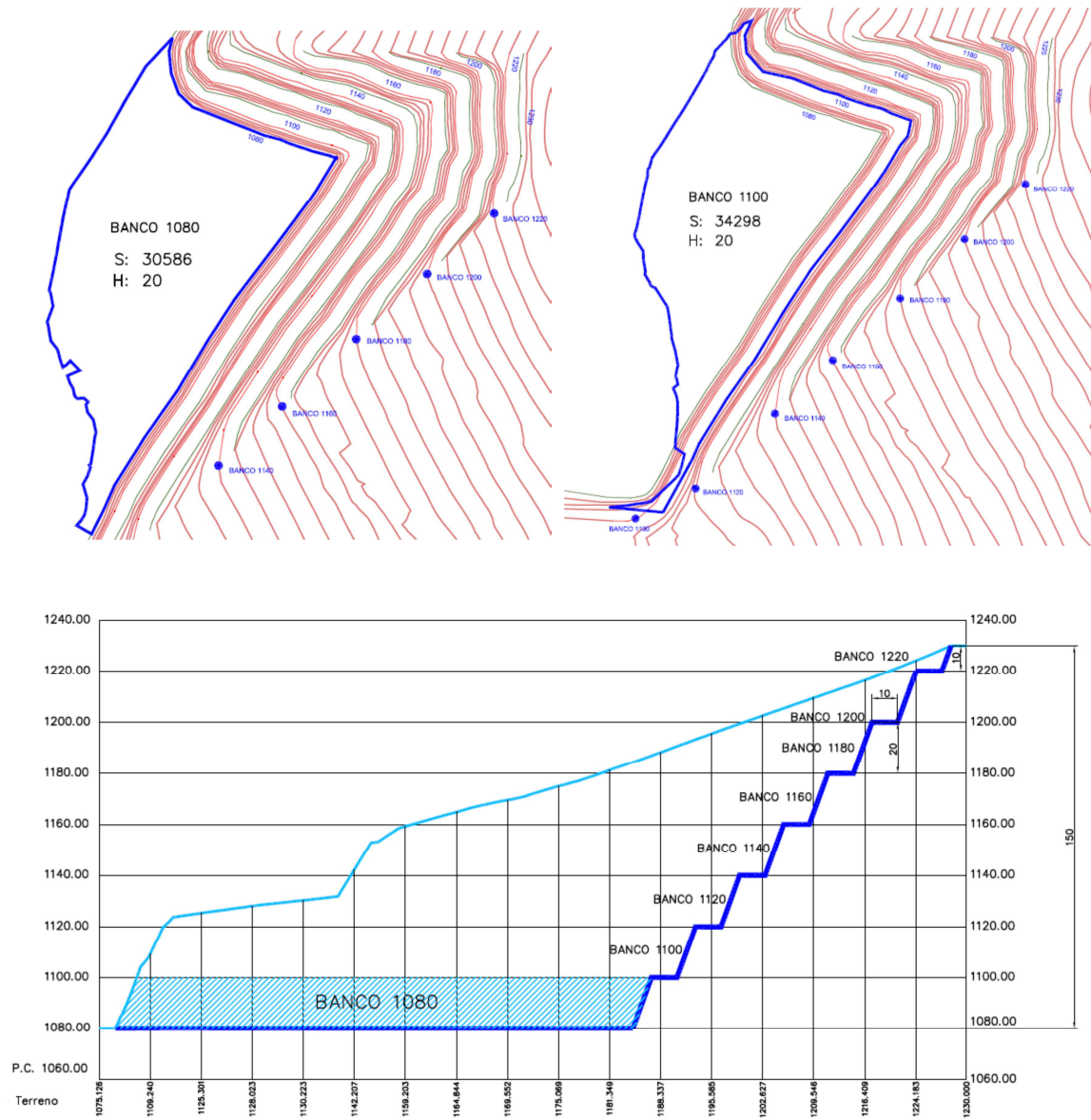


Figura 4.16: extracto del PLANO n° 14.1.

Demostración gráfica del cálculo de superficies del Bloque n° 1 (Banco 1080)

BLOQUE N° 5 – Banco 1160: formado por el material entre el banco 1160 y 1180:

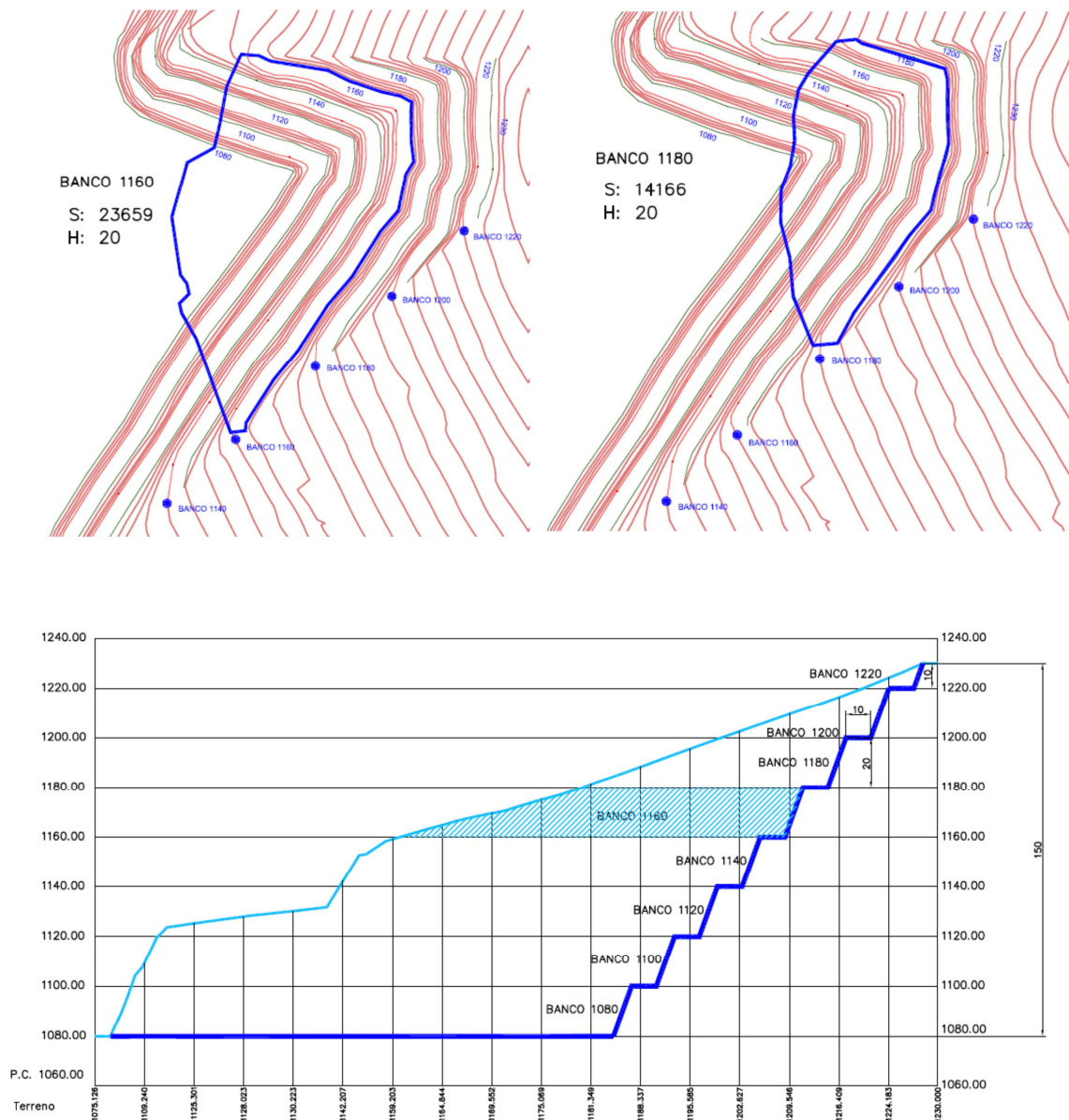


Figura 4.17: Extracto del PLANO n° 14.5.

Demostración gráfica del cálculo de superficies del BLOQUE n° 5 (Banco 1160)

Midiendo las superficies en Autocad y aplicando la ecuación (1), obtenemos en una hoja de cálculo Excel los volúmenes parciales de cada bloque y el volumen final de material pendiente de explotación.

Nº Bloque	S1 (m2)	S2 (m2)	H (m)	(S1+S2)/2	V (mcb)
1	30586,00	34298,00	20,00	32442,00	648840,00
2	34298,00	35783,00	20,00	35040,50	700810,00
3	35783,00	29236,00	20,00	32509,50	650190,00
4	29236,00	23659,00	20,00	26447,50	528950,00
5	23659,00	14166,00	20,00	18912,50	378250,00
6	14166,00	6747,00	20,00	10456,50	209130,00
7	6747,00	1825,00	20,00	4286,00	85720,00
8	1825,00	0,00	10,00	912,50	9125,00
					3211015,00

*Tabla 1. Cubicación de reservas por el método de secciones.
(Elaboración propia)*

Por lo tanto, del **“Método de las secciones”** obtenemos un volumen de 3.211.015 mcb (metros cúbicos en banco).

Indicar que, dado que se ha realizado un corte en una zona y se ha elegido como tipo, e incluso a tenor de la elección de las secciones y los errores cometidos con el objetivo de no obtener demasiadas secciones, se intuye un cálculo a la baja.

Es por ello que se ha verificado el volumen por el método moderno de TCP de MDT (software topográfico), con lo que a aplicación de Autocad nos da un volumen directo de material a partir del cuerpo sólido tridimensional que se forma de la intersección de las curvas de nivel actuales y el diseño final en producción.

Del citado método denominado **“Método de intersección de modelos”** se obtienen 3.850.000 mcb.

Evidentemente, el primer método tiene un margen de error mucho mayor que el segundo, pero desde el punto de vista de poder servir de justificación, podemos tomar el primero como un modelo que de alguna manera puede ser usado para auditar el segundo. Este último método de intersección de modelos tiene una fiabilidad del 90%.

No obstante, se ha elegido la media aritmética del resultado los dos métodos. Y por lo tanto, el volumen final de material existente como **reservas aprovechables** en el perímetro autorizado de la Concesión “Matas” es de **3.530.507 mcb**.

4.3.2 *Modelo económico.*

Una vez construido el modelo geológico, se procede a su conversión en modelo económico. Para su realización es preciso aplicar una serie de criterios técnicos y económicos basados en distintas disciplinas de la ingeniería y con el único objetivo de responder a la cantidad de reservas recuperables, el valor contenido de los minerales y el coste de extracción de los mismos en el momento actual o en el futuro con los datos previstos.

Tras conocer la cubicación, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Recuperación minera:

En nuestro caso, podemos considerarla del 100%, debido a que se trata de una masa uniforme de dolomía destinada íntegramente a machaqueo y clasificación por tamaños para obtención de árido (es decir, no existe “ganga”, y en la “mena” no hay que tener en cuenta leyes); y debido a que la montera o cubierta vegetal es casi inexistente (el volumen de desbroce es insignificante).

- Costes de explotación:

Los costes de explotación (arranque, carga, transporte a planta y trituración) deben establecerse a partir del método de laboreo, geometría de la mina, secuencia de avance, y tipo de maquinaria empleada. Se estiman en esta Memoria en el apartado 4.5.

- Valor del mineral (precios previstos):

Aunque la vida de la explotación se prevé de en torno a 20 años (concretamos este dato más adelante), se suelen considerar las cotizaciones en el momento de estudio.

Generalmente este dato suele ir acompañado de incertidumbre en la evaluación de yacimientos, pero en nuestro caso, al tratarse de un material que se ha estado explotando y comercializando en la zona, pues sí tenemos certidumbre sobre su valor y su precio de venta.

El precio medio de venta del material extraído en la CE Matas estos años atrás, ha sido de 3,5 €/t. Este es el precio medio competitivo en la zona de comercialización. Y como contraste, indicar que concuerda con los precios medios de áridos (arenas, gravas, zahorras) reflejados en la Base de Precios de la Construcción en Andalucía, facilitada por la Junta de Andalucía.

Por lo tanto y aunque lo concretaré en el apartado 4.6 de esta Memoria, el valor del mineral de las reservas explotables cubicadas (y principal dato del modelo económico), es el siguiente:

$$3.530.507 \text{ mcb} \times 2,23 \text{ t/mcb} \times 3,5 \text{ €/t} = \mathbf{27.555.607 \text{ €}} (= 27,5 \text{ M€}).$$

4.3.3 *Clasificación de las reservas.*

Se define como recursos a aquellas masas de mineral que se conocen o simplemente se cree que existen, de forma tal que su extracción es económicamente viable o lo es potencialmente en el futuro.

Como reservas se entiende a aquella parte de los recursos identificados que se pueden explotar económicamente con la tecnología y condiciones económicas actuales o a muy corto plazo.

El método clásico de clasificación de las reservas es, de menor a mayor muestreo y por lo tanto de menor a mayor grado de confianza, el siguiente:

- Posibles: Es la cantidad y ley estimada de un recurso inferido que está determinada a partir de un limitado conjunto de muestras, y en el que la geología, continuidad de las leyes y parámetros de operación se basan en interpretaciones, suposiciones y extrapolaciones razonables.

- Probable: Es la cantidad y ley estimada de un recurso indicado en la que la viabilidad económica ha sido demostrada por una correcta información y con un nivel de confianza que puede permitir decisiones positivas para futuros desembolsos.

- Probada: Es la cantidad y ley estimada de un recurso medido en la que el tamaño, ley y distribución de los valores, están lo suficientemente bien establecidas como para que exista el más alto grado de confianza en la estimación. El término debe restringirse a la parte del yacimiento que esté en explotación o en desarrollo, pero con un adecuado plan minero.

Por lo tanto podemos clasificar las reservas de la CE "Matas" como "probadas".

A continuación pego un famoso cuadro de Clasificación de recursos y reservas obtenido del mismo Manual del IGME.

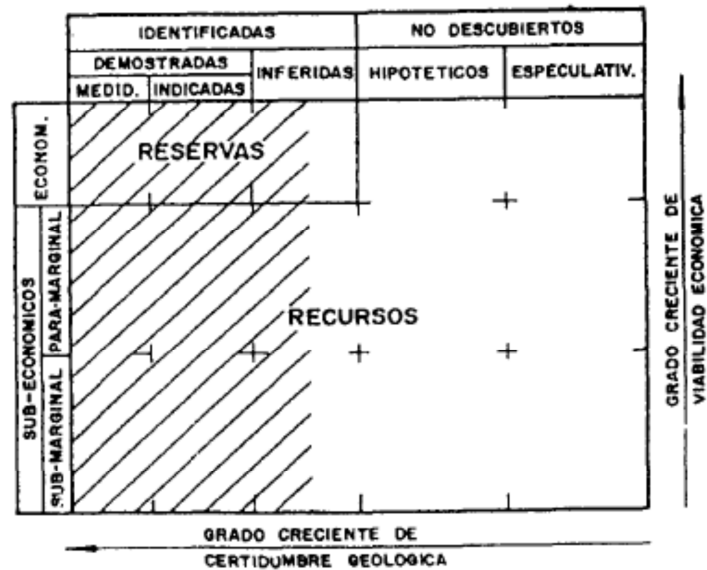


Figura 4.18: Clasificación de recursos y reservas de Mc Kelvey (Manual de IGME).

Un segundo sistema de clasificación, usado a nivel europeo y más actual, es el que expongo a continuación, realizado en función del margen creciente de error en la estimación:

- Reservas A: Los contornos de las reservas son conocidos, aunque existen ciertas lagunas, o bien su conexión está establecida gracias a una densa red de trabajos de prospección. Margen de error inferior al 30 por 100.

- Reservas B: Los contornos de las reservas son conocidos, con algunas lagunas, y la conexión con las reservas probadas está establecida por los sondeos de prospección a intervalos adecuados. Margen de error del 30 por 100 al 40 por 100.

- Reservas C1: Las reservas son conocidas por prospecciones realizadas a grandes intervalos (o bien se han delimitado por medio de indicaciones geofísicas adecuadas). El margen de error es del 50 por 100 al 80 por 100.

- Reservas C2: Las reservas se han explorado por prospecciones aisladas, o bien se ha supuesto su existencia basándose en su posición geológica. Margen de error superior al 80 por 100.

En nuestro caso, la prospección y sondeos son innecesarios, ya que tenemos un tajo abierto en la zona de reservas de 40 metros de altura. Y tras el estudio geológico local y el

conocimiento general del material, por tratarse de una cantera que ha estado en activo, la clasificación que hacemos de las reservas es de Tipo “A”.

4.4 Selección del método de explotación y dimensionamiento de la Concesión.

4.4.1 Método de explotación.

Al tratarse de un yacimiento que aflora en superficie y no existir por lo tanto montera de material estéril, es obvio e indiscutible la explotación a cielo abierto. Y como es tradicional en las explotaciones de roca dolomía, la extracción se realizará mediante banqueo descendente con bancos de 20 metros de altura y arranque por el método de voladura.

Conforme a la clasificación y aplicación de los métodos de explotación que hace el Manual técnico del IGME que estoy usando de principal apoyo bibliográfico, para la CE “Matas” aplica el método de “cantera”, ya que se pretende explotar en superficie un material consolidado con geometría tabular, potente, y de dimensiones reducidas.

“Cantera” es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales que tienen un tamaño relativamente pequeño, están próximas a los centros de consumo, y cuyos minerales extraídos tienen un valor también relativamente pequeño, que suelen operarse en bancos múltiples por motivos de seguridad y para facilitar la rehabilitación posterior de los terrenos.

Al tratarse de una roca industrial, se desea obtener un todo-uno fragmentado y apto para alimentar a la planta de tratamiento y obtener un producto destinado a la construcción, en forma de áridos.



Figura 4.19: Croquis de cantera para producción de áridos (Manual IGME)

Por lo tanto, se mantiene el método propuesto en el Proyecto original de aprovechamiento de la CE “Matas” de 2008, y aprobado en el Título de la Concesión.

Extraigo, de la memoria del Proyecto de aprovechamiento de la CE Matas, apuntes en relación a este apartado:

- Reservas reales de caliza dolomítica explotable: 4.200.000 mcb = 9.366.000 t

- Método de explotación: a cielo abierto. Arranque con uso de explosivos, carga de material con pala y giratoria retroexcavadora o frontal sobre camiones y volquete, para realizar transporte a la planta para la obtención de árido en sus distintas granulometrías.

- Frente de explotación dividido en bancos de 20 metros de altura con bermas de 10 metros, máximo ángulo de 70º en talud, con una envolvente máxima de 48º.

- Producción anual de 210.000 mcb.= 468.300 t

- Las labores de explotación se realizarán entre la cota 1230 y 1080 m.s.n.m

- La potencia máxima de la caliza a extraer es de 150 m.

Examinados también los planos del Plan de restauración original de la CE Matas, el cual el nuevo adquirente adopta igualmente, se encuentran coincidencias con el diseño establecido en producción en el modelo geológico: 7 bancos de 20 metros y 1 de 10 metros con bermas de 10 metros.

El nuevo adquirente, tal como se refleja en el proyecto de contrato con el actual, y en cumplimiento del artículo 126.2 del R.D.2857/1978, se somete a las condiciones establecidas en el otorgamiento de la Concesión, y en todos los casos, a las disposiciones de la Ley de Minas y su Reglamento, y se compromete, asimismo, al desarrollo de los planes de labores ya aprobados y a todas las obligaciones que correspondieren al titular del derecho minero.

4.4.2 Plantas de tratamiento.

El ritmo de producción considerado en el Proyecto de aprovechamiento original es de 210.000 mcb/año. En esta nueva etapa nos replantearemos ese flujo de producción, aunque de momento, para una primera estimación de la capacidad necesaria de la planta de tratamiento, tomamos ese dato.

$210.000 \text{ mcb} \times 2,23 \text{ t/m}^3 = 468.300 \text{ t/año};$

$468.000 \text{ t/año} / 12 \text{ meses/año} / 22 \text{ días laborales/mes} / 8 \text{ h/día} = 221,7 \text{ t/hora}.$

El nuevo adquirente, ha decidido utilizar para la explotación de la CE Matas, una planta de machaqueo móvil sobre orugas, con la siguiente justificación técnica y económica:

- El promotor tiene en propiedad una planta de trituración móvil configurada por una trituradora móvil de mandíbulas sobre orugas y por una cribadora móvil sobre orugas, ambas disponibles, y terminadas de amortizar en 2016, con una capacidad de 400 t/h. Por lo tanto, con este equipo se superan las necesidades de producción, en vista de mayores producciones.

- La criba móvil tiene versatilidad para obtener los diversos tipos de árido comercializados en la zona: arenas 0/5, garbancillo 5/20 mm, gravilla 40/80 mm y zahorra 0/40 mm.

- La inversión inicial es mucho menor que en el caso de poner en marcha una planta fija, debido a que el montaje es rápido y sin coste, y debido también a que se prescinde de instalación eléctrica y puesta a punto, ya que la planta móvil se alimenta de gasóleo.

- El coste mensual del equipo móvil se reduce al combustible, ya que la planta móvil se encuentra amortizada. En caso de optarse por una planta fija, al coste mensual en electricidad habría que sumar el alquiler del equipo, ya que las dos plantas fijas que el promotor tiene en propiedad están en funcionamiento en otras explotaciones.

- La autopropulsión de la trituradora y cribadora móviles, permite ir aproximando la planta al frente de explotación a medida que se avance, lo cual supone un ahorro importante en el coste de explotación general, al acortar, durante toda la vida de la explotación, la distancia de transporte frente-planta a los dúmpers que trasladan el material.

4.5 Estimación de los costes de capital y operación

4.5.1 Introducción.

El análisis económico para determinar la factibilidad de la explotación del recurso minero se puede llevar a cabo si se efectúan estimaciones de los diversos costes que conlleva el proyecto. Es de vital importancia identificar los principales componentes de los costes, y en nuestro caso se hace de forma ideal, ya que es la propia empresa minera la que estudia el desarrollo del proyecto, disponiendo a su vez de datos históricos de la misma explotación bien analizados y estructurados.

Al tratarse de una cantera de árido, el factor geológico y mineralúrgico no se tiene en cuenta para estimar los costes, ya que disponemos de un macizo homogéneo de roca dolomía, aprovechable prácticamente al 100 %.

Los tipos de estimación de costes son variados. Escogemos la clasificación propuesta en el Manual del IGME, adoptada por la American Association of Cost Engineeres (AACE):

- Tipo I. Orden de magnitud: Basada estrictamente en datos de costes recogidos de proyectos anteriores de una envergadura y alcance semejante. Debido al escaso conocimiento, la precisión es del 70%.

- Tipo II. Estimación proporcional: Basada en el coste de capital de los equipos principales. El coste del resto de los equipos auxiliares es calculado como un porcentaje de los principales. La precisión es del 70%.

- Tipo III. Autorización del presupuesto (Preliminar): Efectuada con suficientes datos actualizados como para presupuestar y tener una precisión del 80%.

- Tipo IV. Definitiva (Control del proyecto): Se basa en datos completos y se dispone para ello de algunos esquemas y planos no completos de las ingenierías. La precisión probable es del 90%.

- Tipo V. Detallada (Contratación): Basada en datos completos de la ingeniería con planos, especificaciones y tarifas actualizadas del lugar. La precisión probable es del 95%.

En nuestro caso tenemos la ventaja de que no se trata de un yacimiento en estudio sobre el cual queramos estimar viabilidad para iniciar la explotación, si no que este estudio se enfoca en la factibilidad en la continuidad de aprovechamiento de un recurso conocido por haber estado en explotación.

A finales de los años 70, el explotador inicial del recurso en la zona, realizó la estimación preliminar Tipo I, y posteriormente Tipo II, III y IV, previo arranque y puesta en marcha de la explotación en 1982. Posteriormente el actual titular de la CE “Matas”, también realizó un estudio detallado de los costes.

El nuevo adquiriente, tiene la ventaja de poder obtener una estimación de costes definitiva-detallada sin apenas inversión en investigación ni en ingeniería, ya que el yacimiento se conoce perfectamente geológicamente. Y se conocen rendimientos y diseño óptimo de las voladuras, y costes y rendimientos de la maquinaria y planta de tratamiento de cuales se va a disponer.

Las diferentes fuentes de información son mayormente reales, y no teóricas, ya que se trata, por una parte, de datos históricos facilitados por el actual titular (sobre voladuras, producción, ventas, etc.); y por otra, de datos históricos del nuevo adquiriente propiamente (coste y rendimiento de equipos, gastos de personal, costes indirectos, etc). También se recurre a literatura técnica y a manuales elaborados por los fabricantes de los equipos.

Usaremos, como método de estimación de costes, el general propuesto en el Manual del IGME. Por supuesto, adaptado a las características de nuestro proyecto y etapa de estudio (factibilidad de un yacimiento que se encuentra en fase de producción desde los años 80).

En base al método referenciado, los costes que se calculan en los proyectos mineros son de dos tipos:

- Costes de capital, o inversiones. (sub-apartado 4.5.2)
- Coste de operación. (sub-apartado 4.5.3)

4.5.2 Estimación de inversiones o costes de capital (fijo + circulante)

En la industria se entiende por inversión la aplicación de fondos para la adquisición de los activos necesarios para poner en producción un proyecto.

Las inversiones tienen dos componentes principales: una parte de capital fijo y otra parte de capital circulante.

Los costes de **capital fijo** se refieren a los fondos necesarios para la adquisición de terrenos, maquinaria, edificaciones e instalaciones, etc. En el caso de un proyecto minero nuevo (teoría que adaptaremos a nuestro caso), las partidas más significativas son:

1. Adquisición de terrenos.
2. Estudios e investigaciones.
3. Desarrollo de preproducción (desmonte previo).
4. Estudios ambientales y permisos.
5. Equipos mineros; instalaciones y servicios.
6. Equipos de planta; instalaciones y servicios.
7. Infraestructura (accesos, comunicaciones, energía eléctrica, agua, etc.).
8. Diseño e ingeniería.
9. Construcción y montaje.
10. Contingencias o imprevistos.

El **capital circulante** representa el dinero necesario para comenzar la operación y asumir las obligaciones subsiguientes durante la puesta en marcha del proyecto. El bloque de capital circulante lo componen las partidas de disponible (dinero en caja), deudores (cuentas por cobrar), acreedores (cuentas por pagar) e inventarios.

En nuestro caso consideramos sólo el dinero necesario en caja, ya que se arranca de cero en la CE “Matas”, y no existe tampoco material acopiado.

El capital circulante puede estimarse por medio de distintos métodos:

O'Hara (1980) recomienda que el capital circulante sea equivalente a los costes de operación estimados de entre dos y cuatro meses, sobre una base de producción completa.

Un método alternativo al anterior consiste en considerar el circulante como un porcentaje de los ingresos anuales por ventas. El valor que se maneja es del orden del 30% de los citados ingresos.

Y otro procedimiento se basa en estimar el capital circulante necesario como un porcentaje de la inversión de capital fijo. Normalmente oscila entre un 10-20 %. (Aplicable más bien a una explotación nueva, y no transmitida).

Escogemos el primer método. El nuevo adquiriente, HECSL suele tratar con sus clientes una forma de pago a 30 días, por lo tanto consideramos que **el capital circulante necesario es igual a los costes de operación mensuales**.

Paso a concretar, para nuestro caso, las partidas indicadas como base teórica para la ESTIMACIÓN DEL **CAPITAL FIJO**:

1. Adquisición de terrenos:

Al igual que ha venido haciendo el actual titular, el nuevo adquiriente, ha llegado a un acuerdo con los propietarios de las fincas donde se ubica el perímetro de explotación, y se ha firmado un contrato de arrendamiento de los terrenos.

Por lo tanto el alquiler de los terrenos se considerará como una partida de los costes de explotación, ya que es un gasto regular.

Sí consideramos como inversión inicial la cuantía equivalente a la fianza, que asciende al importe de dos mensualidades.

La cuantía anual total de arrendamiento es de 50.000 €/año, lo cual implica una cuota mensual de 4.167 €. Luego la fianza asciende a $4.167 \text{ €} \times 2 = 8.333 \text{ €}$

Y en el contrato de transmisión, se acuerda entre las dos empresas un precio de 10.000 € por la compra del Título de la CE Matas, luego:

$$\text{Coste partida 1} = 10.000 + 8.333 = 18.333 \text{ €}$$

2. Estudios e investigaciones.

El recurso minero está perfectamente definido de antemano, por lo tanto no ha sido necesaria la investigación geológica del yacimiento.

El único estudio técnico necesario para el trámite de transmisión del derecho minero es el presente Estudio de factibilidad, realizado (teóricamente) por el Director Facultativo de la

explotación, a quien yo encarnaría en la realidad de la situación. Al ser esta persona un técnico plantilla de la empresa, su sueldo se refleja en los costes regulares de personal.

Sí se considera inversión, en la ejecución de este estudio técnico, el gasto realizado al subcontratar a un topógrafo, bajo presupuesto, el levantamiento topográfico actual de la explotación, y cálculo de las reservas pendientes.

Coste partida 2 = 450 €

3. Desarrollo de preproducción.

En esta partida contemplo el desbroce de la escasa vegetación existente en el perímetro de explotación, y la realización de accesos. Para ello es necesario un bulldozer, y una jornada es suficiente para realizar esos trabajos.

El nuevo adquirente dispone de un bulldozer en propiedad.

De cara a estimar el coste de esta partida, indico principales características del bulldozer, extraídas del Manual del fabricante:

- Marca y modelo: Caterpillar D8 (hoja de empuje grande)
- Potencia neta: 228 kW
- Peso: 38 t
- V_t (valor de adquisición) = 446.083 €
- Hut (horas de vida) = 17.500 h (= 8,28 años)
- Consumo medio gasoil: 33 l/h

COSTE POR HORA DEL EQUIPO:

- Coste de amortización = $Amh = V_t/Hut = 25,89 \text{ €/h}$
 - Coste total estimado en reparaciones y mantenimiento mecánico durante su vida útil = $5\% \times V_t = 446.083 \times 0,05 = 22.304,15 \text{ €}$
 $\text{Repercutido por horas} = 22.305,15 \text{ €} / 17.500 \text{ h} = 1,27 \text{ €/h}$
 - Coste de gasoil = $33 \text{ l/h} \times 0,78 \text{ €/l}$ (presupuesto de proveedor) = $25,74 \text{ €/h}$
 - Coste en aceites y grasas = $0,15 \times \text{Coste de gasoil} = 3,86 \text{ €/h}$
- TOTAL = 56,76 €/h

COSTE DE LA JORNADA (8 h) DE BULLDOZER:

- Porte del bulldozer a la explotación en camión góndola alquilado. Por presupuesto de la empresa de transportes, asciende a 200 €.

- Coste del equipo = $56,76 \text{ €/h} \times 8 \text{ h} = 454,08 \text{ €}$

- Coste de operario:

Coste mensual total del operario (i/sueldo + IRPF + Seguridad Social) =
2.300 €/mes.

Luego el coste de una jornada = $2.300 \text{ €} / 22 \text{ días lab.} = 104,5 \text{ €}$

Coste de la partida 3 = 758,58 €

4. Estudios ambientales y permisos.

La Concesión tiene realizados todos los trámites para su explotación. Tan solo es preciso realizar un nuevo proyecto de voladuras, el cual no supone inversión extra, ya que lo ejecuta el Director Facultativo, que es plantilla de la empresa. Sí se generarán gastos administrativos, pero éstos los repercutimos en los gastos generales de la empresa considerados dentro del coste de explotación.

Coste de la partida 4: No se considera inversión.

5. Equipos mineros; instalaciones y servicios.

Los costes de la maquinaria minero móvil se calculan el coste de explotación, sin embargo sí se imputa aquí el gasto inicial de desplazamiento hasta la explotación.

Los equipos que operarán en la CE Matas son equipos en propiedad del nuevo adquirente, HECSL, que los trasladará desde una explotación minera (RSA) de la cual es también titular, en el t.m. Granada, y cuyo periodo de explotación finaliza en el primer trimestre de 2017.

En la CE Matas serán necesarios los siguientes equipos:

- 1 excavadora giratoria de cadenas.
- 1 camión dúmper articulado extravial
- 1 pala cargadora sobre ruedas

Es necesaria también un equipo de perforación de barrenos, pero al subcontratarse las voladuras, éste gasto lo asume la subcontrata.

Por lo tanto, para el porte de la excavadora, el dúmper y la pala cargadora, el promotor subcontrata el servicio de camión góndola. Por presupuesto:

- 1 ud. Porte 75 km (ida y vuelta) en camión góndola con conductor = 200 €

Coste de la partida 5 = 200 € x 3 equipos = 600 €

6. Equipos de planta; instalaciones y servicios.

Se usará en la CE Matas una planta de tratamiento móvil formada por una machacadora móvil y una cribadora móvil, ambas con orugas y motor diésel, también propiedad del promotor.

Aquí consideramos igualmente el gasto inicial de desplazamiento hasta la explotación de estos 2 equipos.

Coste de la partida 6 = 200 € x 2 equipos = 400 €

7. Infraestructura (accesos, comunicaciones, energía eléctrica, agua, etc.).

Al tratarse de una explotación en producción, los accesos e infraestructuras ya existen, y los servicios están activos. Aquí tenemos un coste inicial, suma de las partidas que han acordado traspasarse el actual titular y futuro titular, las cuales desgloso con el precio de venta:

- Oficina construida de obra, con 4 habitáculos y 1 baño (i/ saneamiento, acometida eléctrica, acometida de agua y acometida de telecomunicaciones) = 3.000 €

- 1 ud Depósito de gasoil de acero, homologado, de 4.000 l, con cerramiento y elementos auxiliares = 1.500 €

- 1 ud Báscula para camiones instalada y puesta a punto = 6.000 €

Coste partida 7 = 10.500 €

8. Diseño e ingeniería.

En nuestro caso no aplica, al no ser necesarios nuevos proyectos de instalaciones, ni ponerse en marcha establecimientos fijos de beneficio.

9. Construcción y montaje.

En nuestro caso tampoco aplica, ya que no se va a construir ningún tipo de infraestructura. Y la trituradora y cribadora móviles tienen un fácil montaje y despliegue, ejecutado por personal plantilla del promotor.

10. Contingencias o imprevistos.

Consideramos un 5% de las partidas anteriores.

Coste partidas 1 - 9 = 31.041,58 €

Coste de la partida 10 = $0,05 \times 31.041,58 = 1552,08$ €

COSTE TOTAL DEL CAPITAL INICIAL FIJO O DE INVERSIÓN = 32.593, 66 €

ESTIMACIÓN DEL CAPITAL FIJO

1. Adquisición de terrenos	18333,00
2. Estudios e investigaciones.	450,00
3. Desarrollo de preproducción (ejem. desmonte previo).	758,58
4. Estudios ambientales y permisos.	0,00
5. Equipos mineros; instalaciones y servicios.	600,00
6. Equipos de planta; instalaciones y servicios.	400,00
7. Infraestructura (báscula, construcción oficinas, depósito gasóil).	10500,00
8. Diseño e ingeniería.	0,00
9. Construcción y montaje.	0,00
10. Contingencias o imprevistos.	1552,08
TOTAL(€)	32593,66

Tabla 2: Resumen del capital fijo (Elaboración propia)

ESTIMACIÓN DEL CAPITAL CIRCULANTE:

Como he indicado antes, consideramos que el capital circulante para que HECSL arranque los trabajos es el equivalente a los costes mensuales de explotación. HECSL ingresa de sus acreedores en un plazo de 30 días, y por lo tanto necesita el capital equivalente a un mes de sus gastos para cumplir con sus pagos hasta recibir un primer ingreso.

A continuación estimaré el coste de explotación, que resultará ser de casi 123.000 €/mes. Por lo tanto ese es el importe del capital circulante necesario.

4.5.3 Estimación de costes de operación o de producción.

Las partidas de costes a tener en cuenta en la estimación, son:

PC1: Arranque de material por la técnica de perforación y voladura

PC2: Carga y transporte del material hasta planta de tratamiento.

PC3: Tratamiento del material, formación de stocks y carga de expedición.

PC4: Transporte del material por carretera para suministro a cliente.

PC5: Costes de personal propio y gastos generales

PC6: Otros costes.

Para calcular los costes de operaciones o coste de producción, se ha de determinar primeramente el flujo o ritmo de producción.

ESTIMACIÓN DEL RITMO DE PRODUCCIÓN:

En principio tomamos como base el dato del Proyecto de aprovechamiento inicial (210.000 mcb/año = 468.300 t), a expensas de, una vez estimados los costes, calcular el punto muerto, ajustar la producción al margen de beneficio mínimo que la empresa persigue, y estimar la demanda.

El punto muerto o unidades mínimas de producción para costear sin beneficios los costes fijos, lo calcularemos más adelante, cuando tengamos esos datos.

$$PM (t/mes) = CF / (p-cvu) \quad (2)$$

Siendo CF = costes fijos mensuales

p = precio unitario total estimado (sin beneficios)

cvu = parte variable del precio unitario

Con respecto a la demanda de árido en la zona, de inicio, vamos a hacer lectura de los datos de venta históricos en los años que se ha estado explotando la CE “Matas”, teniendo en cuenta que son unas producciones medias bajas, y eso es debido a la sorprendente llegada de la crisis al sector de la construcción y el brusco retroceso de la demanda planificada:

- En los dos primeros años completos de actividad (2009 y 2010), tuvo una venta media de aproximadamente 500.000 t anuales. Un poco superior a la estimación del Proyecto de aprovechamiento (468.300 t). Los próximos tres años (2011-2013), la media bajó a aproximadamente 170.000 t anuales, produciéndose una bajada notable entre ejercicios. Y desde 2014 hasta 2016, la actividad ha estado paralizada bajo conocimiento de la autoridad minera.

Debido a la positiva previsión de mercado, que analizamos en el próximo apartado de esta memoria, hemos de planificar, al menos, la máxima producción que ha tenido la cantera en los últimos años, es decir, 500.000 t. anuales. Cifra un poquito superior a la de proyecto.

En cuanto a las capacidades de la maquinaria, no hay problema, ya que la planta de tratamiento móvil tiene una capacidad de 400 t/hora, que equivaldría a 844.800 t/año. Es bueno que la planta vaya sobrada en capacidad, para que trabaje de forma menos forzada y para poder absorber los picos de demanda que surjan.

RENDIMIENTOS DE LA MAQUINARIA

Analicemos ahora los rendimientos de los equipos del promotor que van a trabajar en la CE “Matas”, tomando como dato de partida las 500.000 t/anuales = aprox. 237 t/h:

- Carga: la excavadora tiene un cazo de capacidad 5,5 mcs (aprox.10 t de todo-uno)

- Transporte: el dúmper tiene una caja de 16,5 mcs (aprox. 30 t)

Por lo tanto, con tres cazadas la excavadora llena el dúmper. Eso supone 2 min.

Al tratarse de una planta de tratamiento móvil, ésta la vamos desplazando con el avance de la explotación, situándose muy cerca del frente, y eso hace que sólo sea necesario un dúmper, el cual hace el recorrido de ida y vuelta a planta en 3 min.

En base a lo expuesto anteriormente, el flujo de la planta de tratamiento sería el siguiente:

- Frecuencia de entrada de material: aprox. 30 t cada 5 min.
- Frecuencia de salida de material triturado y clasificado: la capacidad de producción de 400 t/hora, supone para 30 t. un total de 4-5 minutos. Luego está compensada la entrada con la salida.
- Frecuencia de carga para expedición: la producción de 237 t/hora supone 8 portes de 30 t.(capacidad de los camiones bañera) en una hora. Por lo que se ha de cargar un camión bañera cada 7,5 minutos (=60 min/ 8 portes).

La pala tiene una cuchara de 7 mcs (aprox. 12,5 t). Ha de cargar 30 t. cada 5 minutos en la trituradora móvil, operación en la que tarda 2 min. Y ha de cargar 30 t. cada 7,5 minutos en los camiones bañera, operación en la que tarda igualmente 2 minutos. Va alternando ambas cargas sin problema.

Por lo tanto, las capacidades de la maquinaria y rendimientos cuadran.

A continuación, y previamente a la estimación de costes, defino algunos términos y premisas:

mcb: metros cúbicos en el banco

mcs: metros cúbicos sueltos

Esponjamiento del material suelto: 25 %

Densidad del material (d) = 2,23 t/mcb

t: toneladas

Turnos de trabajo: 1 turno de 8 horas/día

Días laborables al mes = 22

Voy a estimar los costes fijos mensuales, para a continuación calcular el punto muerto conforme a la ecuación (2) y fijar posteriormente un ritmo de producción rentable.

Para ello uso una hoja Excel, recopilatoria de todos los costes, que pego al final de este apartado.

ESTIMACIÓN DE PC 1: ARRANQUE DE MATERIAL POR LA TÉCNICA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.

Indico de entrada que esta partida de coste se va a subcontratar.

El promotor dispone de un equipo de perforación propio y de un artillero en plantilla, pero están destinados a otra de sus explotaciones.

De cara a la estimación de costes, la opción de subcontratar es ideal, ya que de esa forma conocemos un precio/coste cerrado, y sería la subcontrata la que asumiría una posible variación de rendimientos, el mantenimiento del equipo de perforación, y cualquier imprevisto que surja en la operación de arranque.

La subcontrata es una empresa de voladuras conocedora de la zona y del tipo de roca existente en la CE "Matas", que ha presupuestado con los datos de partida siguientes:

En base al Proyecto tipo de voladuras, y a la experiencia del actual titular, hay determinada una voladura ideal para el material de la CE "Matas", cuyos parámetros son:

- Piedra = 3 m.
- Espaciamiento = 3,5 m.
- Altura de banco = 10 m.
- Nº barrenos/voladura = 56 ud.

Con estos parámetros, y el dato de teórico de producción (210.000 mcb/año = 17.500 mcb/mes), calculo el número de barrenos aproximados que deben perforarse al mes:

- Nº barrenos/mes = $17.500 \text{ mcb} / 10 \text{ m} / 3 \text{ m} / 3,5 \text{ m} = 167 \text{ ud.}$
- Nº voladuras/mes = $167 / 56 = 3 \text{ voladuras.}$

Por lo tanto, se realizarán mensualmente 3 voladuras de 56 barrenos cada una.

Por presupuesto de la subcontrata de voladuras:

- *Precio de voladura de roca dolomía en CE Matas = 0,53 €/t.*

El precio incluye: equipo de perforación con operario, suministro de explosivo (goma 2 + nagolita), y mano de obra en la carga y disparo (artillero + ayudante).

Todo ello conforme al Proyecto de voladuras, y cumpliendo con el Reglamento de Seguridad Minera y Disposiciones Internas de Seguridad de la explotación.

Luego el **Coste unitario parcial de la PC1 = 0,53 €/t.**

(Coste variable en función de las toneladas mensuales producidas)

ESTIMACIÓN DE PC 2: CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

La maquinaria necesaria para ejecutar esta operación es la siguiente:

- 1 excavadora giratoria de cadenas, para cargar en el frente.
- 1 dúmper articulado extravial, para transportar carga a la planta.

Debido a que la planta de tratamiento es móvil, se situará siempre cerca del frente, y ello hace que sólo sea necesario un camión dúmper. Justifico los rendimientos más adelante. Ahora nos estamos centrando en los costes.

A continuación voy a estimar el coste de cada maquinaria y su repercusión en el coste unitario de producción. Para ello me dirijo al Manual del fabricante (Caterpillar), en el cual se desglosa el coste por hora de cada maquinaria (sin operador) en base a tres conceptos:

- Amortización de la máquina
- Coste de repuestos, reparaciones y mantenimiento
- Coste en consumos

El coste de estos conceptos se estima en el Manual en €/hora. Para el cálculo del punto muerto mensual, obtendré el gasto mensual.

El cálculo de los tres conceptos que conforman el coste de la maquinaria, se hace en base a las siguientes ecuaciones:

- Amortización (€/h): $C1 = Vt/Hut$ (3)

siendo Vt: valor de reposición

Hut: horas de vida

Los equipos propiedad de HECSL se encuentran ya amortizados, o se terminan de amortizar en 2017. Por lo tanto, consideramos la amortización = 0.

- Repuestos/Reparaciones (€/h): $C2 = 0,05 \times Vt / Hut$ (4)

Se considera un 5 % del capital del equipo.

- Consumos (gasoil, aceites y grasas) (€/h): $C3 = \text{Coste gasoil} \times 1,15$ (5)

Todos los datos necesarios (vida útil del equipo, consumo medio de gasoil, etc.) están sacados del Manual de rendimiento del fabricante de la maquinaria, referenciado en la bibliografía.

Indicar que el precio del gasoil es obtenido también por presupuesto de proveedor:

- *Precio de litro de gasóleo B suministrado en la explotación CE Matas = 0,78 €/l*

Una cisterna de la empresa proveedora de carburante, acudirá a la explotación diariamente a reponer los depósitos de toda la maquinaria. Igualmente, se dispone en la cantera de un depósito de gasoil de 4.000 litros, para uso en caso de necesidad, y para abastecimiento también de vehículos de la empresa.

Comentar que, según indica en su introducción el mismo Manual de rendimiento Caterpillar: *“Los datos sobre rendimiento que damos en este libro tienen el propósito de servir únicamente para fines de estimación, debido a los muchos factores variables que afectan a la*

producción en un trabajo específico, tales como las características de los materiales, la experiencia del operador, las condiciones del suelo y la altitud, etc.”

Vamos a estimar ya el coste de cada equipo, usando las ecuaciones (3), (4) y (5) indicadas anteriormente:

- Excavadora de cadenas Cat 375 (ver foto en Anexo III)

Potencia neta: 352 kW

Peso: 75 t

Depósito de combustible: 935 l (para 2 días)

Capacidad cucharón colmado: 5,5 m³

Vt= 511.283 € (precio de compra)

Hut= 16.500 h

Consumo medio gasoil: 56 l/h

COSTE POR HORA:

C1 = 0

C2 = 1,55 €/h

C3 = 50,23 €/h

Total = 51,78 €/h

- Dúmpster articulado Cat 730C2 (ver foto en Anexo III)

Potencia neta: 362 kW

Peso total (chasis + caja) = 30,7 t

Depósito de combustible: 412 l (1,5 días)

Capacidad de la caja (carga) a ras: 16,5 mcs (= 13,2 mcb = 29,44 t)

Vt= 494.097 €

Hut= 35.000 h

Consumo medio gasoil: 35 l/h

COSTE POR HORA:

C1= 0

C2 = 0,71 €/h

C3= 31,4 €/h

Total = 32,10 €/h

- Coste total por hora PC 2 = 51,78 €/h + 32,10 € = 83,88 €/h

- **Coste mensual parcial de PC 2** = 83,88 €/h x 8 h x 22 días = **14763,27 €/mes**

(Coste fijo mensual de la carga y transporte)

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PC 3: TRATAMIENTO DEL MATERIAL, FORMACIÓN DE STOCK Y CARGA DE EXPEDICIÓN.

Para la ejecución de estas operaciones es necesaria la siguiente maquinaria:

- 1 trituradora móvil de cadenas
- 1 cribadora móvil de cadenas
- 1 pala cargadora

Se ha barajado la opción de instalar una planta fija, pero en operación es el doble de costosa que la planta móvil, y además habría que sumarle una inversión inicial notable en instalación y puesta a punto. A parte, al ir aumentando las distancias frente-planta, acabarían haciendo falta dos dúmper.

Paso a estimar el coste mensual de cada equipo:

- **Pala de Ruedas Grande Cat 988G** (ver foto en Anexo III)

Potencia neta: 373 kW

Peso: 50 t

Depósito de combustible: 712 l (2 días)

Capacidad del cucharón: 7 m³

Vt= 626.000 €

Hut= 11.000 h

Consumo medio gasoil: 42 l/h

COSTE POR HORA:

C1= 0

C2 = 2,85 €/h

C3 = 37,67 €/h

Total pala = 40,52 €/h

- Planta móvil de tratamiento compuesta por 1 ud. Trituradora móvil de mandíbulas Powerscreen Premiertrak R400 + 1 ud. Cribadora móvil Powerscreen modelo Chieftain 1400 / 1400S (ver fotos en Anexo III)

Las principales características de la planta móvil, de cara a la estimación de costes son:

- Autopropulsión con orugas de ambos equipos.
- Consumo medio de gasoil: 35 l/h x 2 equipos = 70 l/hora.
- Mantenimiento mecánico cada 2000 h. de trabajo (cada 11-12 meses, considerando que trabaja 8 h/día)
- Potencial de salida: hasta 400 t/h

Estimación de coste:

- Amortización:

La planta móvil la compró nueva HECSL en 2011, amortizándose en un período de 5 años que finalizó en 2016. Por lo tanto el coste de amortización es cero.

A los equipos le restan 10 años de vida útil. El motivo de amortizarse rápido fue que la compra resultó muy económica, por circunstancias del mercado y de la empresa distribuidora.

- Reparaciones y mantenimiento mecánico:

Por indicaciones del fabricante, éste tiene lugar cada 2.000 h. Y lo realiza personal autorizado por el fabricante. Estimamos el gasto en 500 € anuales.

- Consumos:

El consumo medio del conjunto de la planta móvil es de 70 l/h.

Por lo tanto:

- $C1 = 0$
- $C2 = 500 \text{ €/año} = 0,236 \text{ €/h.}$
- $C3 = (70 \text{ l/h} \times 0,78 \text{ €/l}) \times 1,15 = 62,79 \text{ €/h.}$
- Total = 63,03 €/h

- Coste total por hora PC 3 = 40,52 €/h + 63,03 €/h = 103,55 €/h

- **Coste mensual parcial de la PC 3 = 18.224,13 €/mes**

(Coste fijo mensual del tratamiento del material y carga de expedición)

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PC 4: TRANSPORTE DEL MATERIAL POR CARRETERA PARA SUMINISTRO AL CLIENTE.

Esta operación será subcontratada.

Varias empresas transportistas, con la información de las reservas totales, venta mensual prevista, distancia media de porte, y con datos internos de costes y experiencia en transporte de árido, han presupuestado la partida. Y la empresa seleccionada ofrece el siguiente presupuesto:

- 1 t. árido transportado por carretera en camión bañera 30 t con conductor = 0,05 €/t.km

- Distancia media de transporte estimada, desde CE Matas hasta destino = 20 km.

- **Coste unitario parcial PC 4 = 0,05 €/t.km x 20 km. = 1,00 €/t.** suministrada al cliente

(Coste variable en función de las toneladas suministradas)

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PC 5: PERSONAL PROPIO Y GASTOS GENERALES.

El personal necesario durante el periodo de aprovechamiento de la CE Matas es el siguiente:

- 1 operario excavadora
- 1 operario dúmper
- 1 operario pala cargadora / encargado
- 1 administrativo

El operario de la pala se encarga también de la supervisión de la planta de tratamiento, y hace las veces de encargado de la cantera.

El administrativo trabaja en la oficina de la cantera, y es el operario de la báscula.

También repercutiremos el gasto de Director Facultativo y los gastos generales de la empresa.

Comenzamos con el cálculo:

3 operarios x 2300 €/mes (i/Sueldo + IRPF + Seguridad Social) = 6.900 €/mes

1 operario-encargado x 2.600 €/mes = 2.600 €/mes.

1 DF x 3300 €/mes -> (repercutido entre 3 explotaciones) = 1100 €/mes

Total personal asignado a CE Matas = 10.600 €/mes = 60,23 €/h

Estimemos a continuación la repercusión de los gastos generales de la empresa:

La empresa dispone de cinco centros de trabajo (tres explotaciones mineras y dos plantas de hormigón) y unas oficinas centrales.

Por ello hay que tener en cuenta, y repercutir sobre los costes de producción de la CE Matas un porcentaje de gastos generales o costes indirectos, que sirven para costear: la gerencia de la empresa, personal administrativo de la central, comerciales, flota de vehículos, prevención de riesgos laborales, alquiler de oficina central, material de oficina, limpieza, publicidad, tasas administrativas, etc.

Por datos inventariados, el coste indirecto anual de la empresa es de aproximadamente 45.000 €/mes. Al repercutirlo entre los cinco centros de trabajo, obtenemos:

G.G. repercutidos en CE Matas = 45.000 €/mes / 5 = 9.000 €/mes = 51,14 €/h

- Coste mensual parcial PC 5 = 19.600 €/mes

(Coste fijo mensual del personal y gastos generales)

ESTIMACIÓN DE PC 6: OTROS COSTES (ARRENDAMIENTOS, AVALES, PRESUPUESTO DE RESTAURACIÓN, SEGUROS)

1. Alquiler del terreno = 50.000 €/año = 4166,67 €/mes

2. Aval de restauración:

En cumplimiento del R.D. 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; y en concreto de su artículo 42.1, “La autoridad competente exigirá, antes del comienzo de cualquier actividad de laboreo, la constitución de una garantía financiera o equivalente de forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones impuestas en la autorización del plan de restauración para la rehabilitación del terreno afectado por la explotación, preparación, concentración y beneficio de recursos minerales”

Según el artículo 41.3, “Las formas de constitución de las garantías financieras o equivalentes podrán ser, entre otras, fondos de provisión internos constituidos por depósito en entidades financieras y garantías financieras en custodia de un tercero tales como bonos y avales emitidos por entidades bancarias así como contratos de seguros que cubran la responsabilidad civil de la entidad explotadora derivada del incumplimiento de lo dispuesto en el plan de restauración autorizado.”

La cuantía del aval lo establece la autoridad minera, con los datos de superficie afectada y presupuesto de restauración. Lo extraigo del expediente:

- RSA inicial (condición D.I.A.) = 8,6 ha x 6.453 €/ha = 55.496 €

- CE “Matas” = 7 ha x 17.953 €/ha = 125.671 €

Total aval (a 2016) = 181.167 €

Este aval se irá actualizando anualmente, en cumplimiento del R.D. 975/2009.

El nuevo adquiriente dispone de reservas de beneficios y provisiones, pero éstas las usará para costear la inversión inicial especificada en la presente Memoria.

Es por ello que para cumplir con el R.D. 975/2009, el promotor recurrirá a un aval bancario. Y tras consultas y gestiones con diversas entidades bancarias, el gasto mensual de este servicio se establece en 550 €/mes.

3. Coste Presupuesto de Restauración.

Al margen del aval de restauración, que sirve como garantía a la Administración, cuando llegue el momento de la restauración final de la cantera, la empresa necesita disponer de capital líquido para ejecutar el Plan de Restauración. Por lo tanto, lo consideraremos como un coste, y de esta forma la empresa irá acumulando mensualmente una hucha destinada a la restauración.

El presupuesto del Proyecto de Restauración aprobado para CE Matas, y que de momento tiene plan de mantener el nuevo adquirente, asciende a 260.000 €.

Considerando la producción proyectada inicialmente de 500.000 t/año, la vida de la explotación sería de 15,75 años. (16 años)

Y así, el coste mensual de restauración = $260.000 / 16 / 12 \text{ meses} = 1.354,17 \text{ €}$

4. Seguros:

Estimo un global de 6.000 €/año (= 500 €/mes) por los diversos seguros que tiene la empresa (Seguro de la explotación, Seguro de Responsabilidad Civil para Consejeros y Directivos, Seguro de Accidentes Convenio Colectivo, Riesgos para la flota de vehículos y la maquinaria, Seguro de Crédito para hacer frente a los impagados, etc.).

- Coste mensual parcial PC 6 = 6570,83 €

(Coste fijo mensual)

Una vez estimados los costes mensuales, voy a calcular el punto muerto o producción mensual con la cual cubrimos los costes fijos con beneficio:

$CF = \text{costes fijos totales} = PC2 + PC3 + PC5 + PC6 = 59.158,23 \text{ €/mes}$

$p = 3,5 \text{ €/t}$ (precio competitivo en la zona)

$cvu = PC1 + PC4 = 1,53 \text{ €/t}$ (costes variables unitarios)

$P.M. 0 (t/mes) = CF / (p - cvu) = 30.029,56 \text{ t/mes} (= 360.355 \text{ t/año})$

Y efectivamente, comprobamos en la hoja Excel que considerando esta producción mensual, el coste total unitario = 3,5 €/t = precio de venta, siendo nulo el beneficio.

Vamos a usar la fórmula del PM para calcular el ritmo de producción. La empresa persigue una rentabilidad mínima aceptable del 15% sobre la venta. De esta forma, recalculamos un falso punto muerto con un precio (p*) al que restamos ese beneficio:

$$\text{Producción mensual (t/mes)} = \text{CF} / (\text{p}^* - \text{cvu});$$

$$59.158,23$$

$$\text{P.M. 1 (t/mes)} = \frac{59.158,23}{(3,5 \times 0,85) - 1,53} = 40.940 \text{ t/mes} = 491.279,42 \text{ t/año.}$$

Con esta producción la empresa gana un 15 % sobre el volumen de ventas.

Para determinar un número redondo, fijamos el ritmo de producción en 500.000 t/año, que es la mayor demanda histórica que ha tenido la CE “Matas”. Un valor un poco superior a la producción teórica del proyecto inicial (468.300 €).

Y ello nos permite, bajo la premisa de que el beneficio sea del 15%, bajar un poquito el precio a 3,47 €/t. siendo aún más competitivos.

Y con este dato podemos ya determinar la vida de la explotación:

$$\text{Vida de la explotación} = 7.873.031 \text{ t} / 500.000 \text{ t/año} = 15,75 \text{ años.}$$

Año inicio producción = 2018

Año fin producción = 2033

Resumimos los costes estimados en la siguiente tabla:

Partidas	Denominación	Coste unitario parcial (€/t)
PC1	Arranque por voladura	0,53
PC2	Carga y transporte a planta	0,35
PC3	Tratamiento	0,44
PC4	Porte a clientes	1,00
PC5	Personal y gastos generales	0,47
PC6	Varios (terreno, restauración)	0,16
COSTE UNITARIO TOTAL (€/t)		2,95
Beneficio (15 % sobre precio venta)		0,521 €/t
Precio (sin IVA)		3,47 €/t

Tabla 3: Resumen de coste unitario (€/t) y precio medio final de venta.

4.5.4 Resumen de cuantías de capital (fijo + circulante) y coste de producción.

Por lo tanto, el coste mensual total de operación, incluyendo todas las partidas de coste, con la producción de 500.000 t/año, es de 122.908,23 €. Siendo también esta cifra el capital circulante.

RESUMEN DE INVERSIÓN Y COSTES	
Capital fijo total	32593,66
Capital circulante	122908,23
Capital total	155501,89
Coste de explotación mensual	122908,23

Tabla 4: Resumen de capital y coste mensual de operación

4.6 Estimación de ingresos y mercado.

4.6.1 *Introducción*

Cualquier proyecto estará marcado, fundamentalmente, por unos ingresos originados por las ventas de los bienes o servicios que se produzcan y por unos gastos que nacen, asimismo, del uso y consumo de otros bienes y servicios de muy diversa naturaleza, y son necesarios para mantener el negocio en marcha.

Si cuando éste se planifica en sus orígenes se dispusiera de los métodos adecuados para conocer con precisión los ingresos y los gastos, desaparecería el riesgo que todo proyecto implica. Evidentemente, esto no es alcanzable, pero lo que sí entra dentro de lo hacedero es estudiar las cosas con cuanto detalle y prudencia sea posible, tratando de que las incógnitas por definir sean las mínimas. En el mundo de hoy, con una avalancha informativa a veces desbordante, no debiera ser difícil encontrar documentación en que apoyar cualquier decisión.

Si se piensa en un proyecto minero, los parámetros principales con que hay que enfrentarse para elaborar parte del modelo de flujos económicos son los siguientes:

- INGRESOS POR VENTAS.

- Productos principales.

- Subproductos.

- Servicios.

- GASTOS.

- Costes de capital o inversiones.

- Costes operativos.

- Costes de financiación.

Además, es totalmente necesario conocer el calendario de desarrollo del proyecto, tanto en su fase de inicio como de explotación, de manera que puedan conocerse con razonable exactitud el ritmo de los gastos y de los ingresos.

Como ya se ha dicho, el estudio de un proyecto consiste, en cierto modo, en especular sobre el futuro, partiendo de realidades presentes. Y lo que suele suceder que

el porcentaje de acierto es mayor cuando se trata de prever el capítulo de gastos que cuando se trata de predecir el de ingresos.

Los costes ya los hemos estimado razonablemente. Con los ingresos la capacidad de predicción es más limitada, pero no por ello debe prescindirse a priori del conocimiento de todos los factores que intervienen en su determinación.

4.6.2 Factores que influyen en los ingresos.

Con respecto a lo indicado en la introducción, en la CE “Matas” no se producen subproductos ni ningún tipo de servicio. Los ingresos los genera la venta de los productos principales (distintos tipos de árido), que depende de la cantidad física y de los precios unitarios.

Los factores principales que influyen sobre los ingresos totales son:

1. Factores técnicos:
 - Dilución y recuperación
 - Pérdidas en el tratamiento del mineral
2. Manipulación y transporte
3. Precios y valores unitarios
4. Producción y volumen de ventas

A continuación los analizamos:

1.1. Dilución y recuperación:

Es preciso diferenciar las reservas geológicas de las económicamente explotables. Este factor es muy importante en la minería metálica o de carbón, por ejemplo, donde el yacimiento puede tener una morfología que impida acceder a ciertas zonas o niveles con mena, y donde puede existir una distribución heterogénea de leyes que determina también la producción vendible.

En el caso de una cantera de árido, consideramos que todas las reservas son aprovechables, ya que disponemos de un yacimiento homogéneo y continuo de roca dolomía.

1.2. Pérdidas en el tratamiento del mineral:

Cuando la trituración y clasificación sea el único proceso a que ha de someterse al todo-uno, las pérdidas serán función de la granulometría mínima exigida al producto vendible, ya que cualquier material por debajo de la misma será rechazable

En nuestro caso consideramos que no hay pérdidas, ya que uno de los productos solicitados en la zona es arena fina, que contempla partículas de material de entre 0 y 3 mm.

2. Manipulación y transporte.

El Manual del IGME indica que, solamente cuando la venta se produzca en la mina, se podrá ignorar esta circunstancia. Habla de que las pérdidas por manipulación y transporte varían con la índole de tales operaciones y, por supuesto, con las características del producto, pudiendo llegar en algunos casos hasta el 4 ó 5 % del volumen inicial.

En nuestro caso no vamos a considerar pérdidas. Es posible que por cuestiones de humedad, y sobre todo cuando se trata de arenas, se quede algo de material en la caja del camión bañera, pero esa pérdida en todo caso la asumiría el cliente. La explotadora va a facturar siempre con el peso obtenido en la báscula de la cantera.

3. Precios y valores unitarios:

Los responsables del proyecto deben conocer de la forma más aproximada posible: especificaciones/características de sus productos, con normas a las que se adaptan a fin de valorar íntegramente el producto; y condiciones previsibles de venta, forma de pago y distribución geográfica probable.

En nuestro caso, conocemos los datos, facilitados por el actual titular, en cuanto a ensayos de calidad de los productos, clientes potenciales y distribución geográfica.

Y concluimos lo siguiente:

- los ensayos de calidad son aptos para cualquier aplicación (firmes de carretera, morteros, hormigones, asfaltos, etc.)

- considerando la situación de potenciales clientes locales, y ubicaciones de obra pública planificada, la distancia media de porte la estimamos en 20 km.

- conocemos que el precio medio de venta competitivo en la zona es de en torno a 3,5 €/t (sin IVA). Que por otro lado, nos cuadra perfectamente con los precios medios de áridos (arenas, gravas, zahorra) publicados por la Junta de Andalucía en el documento “Base de costes de la construcción de Andalucía. 2016”.

4. Producción y volumen de ventas

En teoría, y a causa de la dificultad de estimación del volumen de ventas en cada ejercicio económico, consideramos que la venta es igual a la producción generada. Y estos datos, concluidos en el anterior apartado, son:

- Reservas totales CE Matas = 7.873.030 t
- Producción anual = 500.000 t/año
- Producción mensual = 41.667 t/mes
- Producción por horas = 236,7 t/h
- Coste unitario de explotación = 2,95 €/t

Vamos a calcular entonces el precio de venta.

El beneficio que se pretende es de un 15%. Y lo calculamos como porcentaje del precio de venta, y no del coste, que puede inducir a erróneas consideraciones en la comercialización.

La ecuación para calcularlo es la siguiente:

$$\text{Precio} = \frac{\text{Costo}}{1 - (\text{Margen de venta} / 100)} \quad (6)$$

Precio de venta (€/t) = 2,95 / (1 - 0,15) = 3,47 €/t. (sin IVA)

Encaja perfectamente con el precio competitivo.

Así, podemos calcular los ingresos y los beneficios brutos (sin restar capital invertido ni impuestos):

RESUMEN DE INGRESOS Y BENEFICIOS BRUTOS		
	Ingreso (€)	Beneficio (€)
Total	27322172	4093976
Anual	1735175	260000
Mensual	144598	21667
Unitario (t)	3,47	0,52

Tabla 8: Resumen de ingresos y beneficios brutos.

4.6.3 Mercado

Primeramente, como dato inicial y como obviada de la mejora y ascenso de la demanda general de áridos, comentaré que el año 2015 ha sido el primero, desde 2007, en el que el consumo nacional de áridos ha crecido, haciéndolo en un 4,8 %.

Y a parte de esta subida, hay otros síntomas que apuntan hacia un cambio de tendencia: los niveles de licitación, el repunte del interés y de las operaciones de venta de maquinaria, o la mayor actividad que se aprecia en el mercado de los áridos en algunas regiones. Ello nos permite pensar que el mercado ya tocó fondo en el 2014.

(Fuente: web de la Federación de Áridos: www.aridos.info).

Por lo tanto la tendencia general de la demanda de árido va en alza.

Veamos ahora los tipos de clientes que históricamente se han abastecido de árido procedente de la CE “Matas”, y que siguen siendo potenciales clientes:

- Pequeños clientes locales.
- Constructores y promotores privados.
- Fabricantes de hormigón y asfalto.
- Contratistas de obra pública.

Los grandes consumidores son los dos últimos tipos de cliente.

El mismo promotor, por ejemplo, se autoabastecerá de árido (procedente de la CE “Matas”) para una planta de hormigón propia situada en Loja (Granada).

Y en un radio de 50 km., se encuentran funcionando una quincena de fábricas (entre plantas de hormigón y de mezcla bituminosa en caliente), consumidores de árido a largo plazo.

El otro consumidor notable de árido procedente de la CE “Matas”, ha sido siempre, (y se planifica que así siga siendo) la obra civil: construcción de carreteras, ferrocarriles, etc.)

Y en aras de estimación de posibilidad de ventas a corto plazo, indicar que en los Presupuestos Generales del Estado relativos al Ministerio de Fomento para el año 2016, se planifica en la zona de ámbito más próxima al derecho minero que nos ocupa, la ejecución del siguiente proyecto:

- Infraestructura de transporte ferroviario. Línea Granada – Almería y Bobadilla – Algeciras:

El presupuesto de la Secretaría de Estado ha previsto además la dotación necesaria para la finalización de los estudios en marcha relativos a la remodelación de la red ferroviaria en Granada, así como la continuación de los estudios entre Bobadilla y Algeciras y entre Granada y Almería.

Por parte de ADIF–Alta Velocidad se continuará con las obras en la Línea Antequera–Granada, llevando a cabo las actuaciones para la realización de intercambiador hacia Almería.

Y con vista más a medio plazo como futuro negocio, comentar que para el año 2016 se ha previsto en el Presupuesto de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda la dotación necesaria para la redacción de los siguientes estudios (situados en el área de distribución de la explotación que nos ocupa):

- La continuación del estudio de mejora de prestaciones de la relación ferroviaria Granada – Almería.

- Estudios relativos a la ampliación de la red de cercanías de Málaga hasta Marbella y Estepona.

- Estudio del tramo Málaga – Fuengirola del Corredor de la Costa del Sol

En cuanto a la creación de infraestructura de carreteras, está proyectado por el Estado para 2016:

- Autovía A-44 y GR-43, Circunvalación Exterior de Granada.

Se destina dotación suficiente para licitar el tramo Las Gabias - Alhendín y continuar con las obras que están en ejecución.

- Se prevé asimismo licitar el acceso norte al aeropuerto de Málaga.

Y en la Memoria del Presupuesto de la Consejería de Fomento para el año 2017 en Andalucía, se especifica la continuación del desarrollo de los sistemas de transporte ya iniciados (metros de Málaga y Granada). Y destaca las siguientes actuaciones, en territorio de competencia directa para la cantera que nos ocupa:

- Avanzarán las obras de la Variante de Moraleda de Zafayona;
- Se aprobará un nuevo proyecto y se licitarán las obras de mejora puntual de trazado y sección de la carretera A-4154. Tramo: Loja -Ventorros de San José.

Como ya indiqué, se prevé una venta mensual igual a la producción, ya que los datos de venta son muy difíciles de estimar en este momento previo a la explotación por parte del nuevo adquirente.

Se podrán ir estimando cifras de venta una vez que se vayan firmando los diversos contratos con los futuros clientes, mediante la planificación de necesidades de éstos. Pero aun así, solamente a posteriori, al final de cada ejercicio futuro de producción, podremos obtener los datos reales de venta, los picos, y los valores medios.

Como también indiqué anteriormente, aunque se diera el caso de que la venta fuera inferior a la producción, no importa. Lo realmente importante es que cuando se produzca, se haga de forma rentable.

4.7 Proyecto de inversión.

4.7.1 Introducción

Los modelos de decisión de inversiones son aplicables tanto a la evaluación de las inversiones privadas como a las públicas, pero no hay que olvidar que para la empresa privada el fin último lo constituye el incremento del beneficio de la propia empresa, y es en este campo donde la teoría de la inversión proporciona criterios de racionalidad económica para el análisis.

En nuestro caso, una empresa minera privada, se ha realizado, por un lado, el cómputo de los costes y, por otro, de los ingresos obtenidos por la venta del producto. Si el valor actualizado de los ingresos supera al valor actualizado de los pagos, el proyecto se considerará viable, y el proyecto de inversión se puede llevar a cabo.

Cuando una empresa minera realiza una inversión, lo hace bajo una situación de incertidumbre, ya que existen unas variables, en ocasiones incontrolables, que afectarán de forma definitiva al resultado de la explotación. Éstas las dividimos en dos bloques:

- Variables vinculadas al yacimiento: En el caso de la “CE Matas”, el yacimiento se conoce perfectamente, por haberse encontrado en explotación.

- Variables vinculadas a acontecimientos externos de la explotación: volumen de inversión, financiación, inflación, fiscalidad, e incertidumbres políticas y comerciales. De nuevo, en el caso que nos ocupa de la CE “Matas”, estas variables no se consideran determinantes. El volumen de inversión (capital fijo) es pequeño (debido a que no se trata de un proyecto de nuevo desarrollo). La financiación, que después concretaremos, es interna. Y con respecto al resto de variables, al ser corta la vida de la explotación (16 años), no deben variar sustancialmente.

Toda inversión origina una corriente de flujos monetarios a lo largo de su vida. Cuando se trata de la elección entre dos o más proyectos alternativos, el análisis económico permite una comparación sintética de sus respectivas corrientes de fondos, extrayendo de ellas unos indicadores.

Los parámetros básicos que caracterizan el perfil de un proyecto de inversión, con vistas a su evaluación económica, y sin considerar la financiación, son:

- El movimiento de fondos.
- La dimensión.
- El horizonte temporal

4.7.2 *Movimiento de fondos*

La inversión que se realiza en un proyecto genera en cada año de vida del mismo un conjunto de ingresos o entradas monetarias y una serie de pagos o salidas monetarias, que dan lugar a un balance neto al final de cada ejercicio. La diferencia entre esos ingresos y esos pagos, que puede ser positiva o negativa, es lo que se conoce como movimiento de fondos o cash-flow del proyecto, flujo de caja o flujo de fondos.

El cash flow representa los fondos generados por el proyecto cada año.

Conviene resaltar que el movimiento de fondos es el fundamento de la evaluación económica de un proyecto de inversión y que, a su vez, se basa en las previsiones relativas al mercado y a la propia empresa. Por tanto, los mayores esfuerzos para el análisis de un proyecto de inversión deben ir dirigidos a la fiabilidad de las previsiones en el movimiento de fondos.

Por otra parte, se ve que el cálculo de los flujos de fondos exige, como pasos previos, conocer:

- Los fondos absorbidos en cada período.
- Los fondos generados en cada ejercicio.
- El número de periodos (horizonte temporal).

En la siguiente tabla se muestra el cash-flow bruto y cómo se origina durante un año de funcionamiento (excepto en el último año, 2033, que las reservas restantes son menores de 500.000 t). Se ha elegido un equilibrio de producción y un aparente ritmo de venta del producto que hace que los datos sean siempre los mismos.

	MENSUAL	ANUAL
Todo-uno		
toneladas	41.667	500.000
Áridos		
toneladas	41.667	500.000
Coste		
Tratamiento	122.908	1.474.899
Venta		
toneladas	41.667	500.000
Venta		
cobros	144.598	1.735.175
Beneficio	21.690	260.276

Tabla 6: Cash flow bruto de un año tipo.

El cash flow neto se calcula restando el capital total invertido (155.501,89 €), recuperado en el primer año, los impuestos anuales, y posibles inversiones que se realicen a lo largo de la vida del proyecto.

El beneficio después de impuestos lo calculo en el análisis económico del proyecto (apartado 4.8).

Y no se han considerado inversiones intermedias, aunque el cash flow acumulado es suficiente como para permitir por ejemplo la instalación de una planta fija de tratamiento, si fuera necesario, o para invertir en el Proyecto de ampliación del derecho minero, para continuar explotando a partir de 2033.

La primera premisa para que una inversión sea viable es que debe dar flujos de tesorería positivos, o lo que es lo mismo, debe generar unos fondos del capital circulante. La diferencia entre entradas y salidas de fondos es lo que se denomina generación de fondos de la inversión o cash-flow de la inversión en un período de tiempo, que en general suele ser un año, tal y como se ha enfocado en líneas anteriores.

La generación de fondos es un concepto distinto del beneficio y del saldo de caja, y de hecho cualquiera de ellos puede variar sin que se modifique sensiblemente el otro. En todo proyecto de inversión, el cash-flow es igual a los beneficios más las amortizaciones que produce ese proyecto en un período de tiempo determinado.

Como he indicado, se ha anulado la amortización. Se está estudiando un proyecto minero de una muy baja inversión, con pocas necesidades, con subcontratación de

elementos de producción o bien con el uso de bienes ya adquiridos y amortizados en otros centros de producción de la entidad explotadora, pero con el cálculo de los precios de mercado para el estudio de costes de operaciones y venta del producto.

Dicho esto, consideramos la generación de fondos del proyecto como el resultado de la tabla anterior, coincidiendo con los beneficios.

4.7.3 Dimensión

La minería es mucho más consumidora de capital inicialmente que la industria transformadora. En general, la relación típica entre la inversión inicial y la facturación anual es del orden de la unidad. En el caso de la extracción y transformación de las materias primas minerales esta relación se sitúa entre 3 y 4.

Nuestro umbral de explotación no obedece a los enfoques mineros más frecuentes, debido a que: se trata de una actividad que no arranca desde cero, el método de explotación no necesita de inversiones importantes, la maquinaria es en propiedad y está amortizada.

Calculo la dimensión de la inversión para compararla con el valor 1 de la relación típica de inversión/facturación indicando en el primer párrafo:

Capital fijo total = 32.593,66 €

Capital circulante = 122.908,23 €

Total capital = 155.501,89 €

Facturación anual = 500.000 t/año x 3,47 €/t = 1.735.000 €

Cash flow bruto anual (excepto año 2033) = 260.000 €

Cociente total capital / facturación anual = 0,089 (<< 1)

Concluimos por lo tanto que la dimensión de la inversión es pequeña, y siendo así, la capacidad financiera que la empresa necesita es de poca envergadura.

Más adelante veremos que la inversión se amortiza en el primer año. Y por lo tanto y debido a su baja cuantía, y a la obviedad de su viabilidad, consideramos suficiente el estudio realizado, no siendo preciso entrar en fase de cálculo de ratios financieros para dirimir sobre la conveniencia o rendimiento del capital invertido.

A causa de la baja inversión necesaria, en comparación con los ingresos que generará el proyecto, y como especificaré en el apartado 4.9 de esta Memoria, no es

preciso recurrir a la financiación ajena. La empresa explotadora aporta su experiencia y su capacidad industrial para asegurar la viabilidad técnica y económica del proyecto, así como su capacidad para usar sus medios propios.

4.7.4 Horizonte temporal

Se entiende por vida de un proyecto de horizonte temporal el tiempo transcurrido desde el inicio de la inversión, momento en que se produce el primer compromiso o gasto de la inversión, hasta que se dejan de producir ingresos o desembolsos. Este horizonte temporal, que suele venir dado por la vida de los activos más característicos del proyecto, es el que va a abarcar el movimiento de fondos.

A muy largo plazo, la incertidumbre que rodea los diversos factores del proyecto suele ser grande, por lo que, en ocasiones, cuando el horizonte temporal es muy largo o no se conoce con exactitud, se analiza éste en plazos menores.

El proyecto del presente estudio también tiene un horizonte temporal administrativo hasta el 2038, ya que en 2008 se otorgó Concesión de explotación por 30 años. Pero el horizonte temporal de reservas reales sobre el yacimiento, bajo la premisa de una producción prefijada, es menor, finalizando en el año 2033.

Adherirse al horizonte temporal administrativo (2038) es absurdo desde el punto de vista económico, ya que supondría una producción anual de 374.906 t (= reservas / 21 años), que al estar muy cercana a la cifra del punto muerto (360.354 t/año), implicaría un beneficio irrisorio del 2,5 %. Copio conclusión desde la hoja Excel de cálculo:

COSTE UNITARIO TOTAL (€/t)	3,41
Beneficio (2,5 % sobre precio venta)	0,09 €/t
Precio (sin IVA)	3,50 €/t

Tabla 7: Coste unitario y beneficio bruto unitario a horizonte de proyecto 2038

El capital fijo sería igual. Y el capital circulante disminuye en aproximadamente 16.000 €. Pero no nos merece la pena, como hemos advertido antes, por los escasos beneficios y cash flow que se generaría.

Una medida sería subir el precio del árido a 4,01 €/t para obtener un beneficio del 15%, pero ello supondría perder competitividad y mercado.

El cash flow anual con el horizonte a 2038, se reduciría en un 87 % con respecto al horizonte 2033:

	MES	ANUAL
Todo-uno Toneladas	31.242	374.906
Áridos Toneladas	31.242	374.906
Coste Tratamiento	106.536	1.278.430
Venta Toneladas	31.242	374.906
Venta Cobros	109.348	1.312.172
Cash flow	2.812	33.742

Tabla 8: Cash flow anual con horizonte 2038

De la tabla de cálculo Excel calculo que se tardaría más de cuatro años en recuperar el capital, y aplicando impuestos el beneficio es irrisorio.

Por lo tanto nuestro horizonte temporal es el calculado en base a la producción rentable (con beneficio del 15% sobre ventas) y demanda planificada (500.000 t/año), que llega hasta el año 2033

	RESERVAS INICIALES	PRODUCCIÓN	RESERVAS FINALES
2018	7.873.031	500.000	7.373.031
2019	7.373.031	500.000	6.873.031
2020	6.873.031	500.000	6.373.031
2021	6.373.031	500.000	5.873.031
2022	5.873.031	500.000	5.373.031
2023	5.373.031	500.000	4.873.031
2024	4.873.031	500.000	4.373.031
2025	4.373.031	500.000	3.873.031
2026	3.873.031	500.000	3.373.031
2027	3.373.031	500.000	2.873.031
2028	2.873.031	500.000	2.373.031
2029	2.373.031	500.000	1.873.031
2030	1.873.031	500.000	1.373.031
2031	1.373.031	500.000	873.031
2032	873.031	500.000	373.031
2033	373.031	373.031	0

Tabla 9: Evolución de reservas en el horizonte del proyecto (2033).

En el horizonte temporal de producción (2018 - 2033) según el proyecto de aprovechamiento, el proyecto es viable, desde los datos de flujo, con un beneficio del 15% sobre las ventas.

4.8 Análisis económico

4.8.1 Introducción

De forma general, la evaluación económica de proyectos de inversión tiene por objeto fundamental proveer un elemento cuantitativo muy importante para la toma de decisiones. La decisión de invertir se ha de tomar sobre la base de un análisis amplio, que comprenda los siguientes aspectos:

- Técnico.
- Económico.
- Financiero.
- Riesgo.
- Intangibles (factores no cuantificables).

En este apartado de la memoria realizo el análisis económico, que tiene por objeto apreciar el valor económico del proyecto. Conviene repetir que en la decisión de invertir intervienen los cinco criterios y que, si bien en un caso dado alguno de ellos puede ser el dominante para decidir, el análisis debe considerar todos los elementos necesarios para una apreciación correcta de la situación.

Como en toda decisión basada en proyecciones futuras, la incertidumbre y el riesgo son unos elementos siempre presentes que han de recibir la atención debida.

El análisis de intangibles considera aquellos factores que pueden afectar al proyecto y no es posible cuantificar en términos económicos. Pueden ser, por ejemplo: el entorno político, la estabilidad del marco legal, la opinión pública, la ecología, etc. Y en ciertos casos pueden hacer irrealizable un proyecto.

El análisis económico maneja exclusivamente el modelo económico de la inversión, que es sólo una sucesión temporal de flujos de fondos en el tiempo. Y para que el análisis sea completo, será indispensable considerar el valor temporal del dinero.

Resulta evidente que además de las cualidades objetivas del proyecto, la decisión dependerá en cada empresa de su facilidad de acceso al mercado de capitales y del atractivo de otras oportunidades de inversión que pueda tener.

Por ello se puede razonar en condiciones de certeza supuesta, o se supondrá que se comparen opciones de riesgos comparables.

4.8.2 *Valor temporal del dinero.*

Uno de los factores que hay que tener en cuenta para una correcta evaluación económica de los flujos de fondos es el valor cronológico del dinero. Resulta evidente que toda unidad monetaria tiene un coste de utilización que se puede presentar en forma de intereses devengados cuando se ha obtenido mediante un empréstito (una entidad de crédito), o bien representa el coste de oportunidad equivalente a los resultados que se obtendrían de otras aplicaciones y que, por tanto, se dejan de percibir por imposiciones de capital propio.

En definitiva, una suma de dinero debe estar afectada siempre de una fecha para poder determinar su valor económico.

Anotar la siguiente diferencia: el valor cronológico del dinero se refiere al cambio en el número de unidades monetarias de valor invariable, mientras que el poder adquisitivo se refiere a los cambios de valor de la unidad monetaria.

Los factores de actualización (valor futuro, F) se calculan añadiendo a una cantidad invertida (valor presente, P), el interés (i), elevado al número de años (n):

$$F = P (1+i)^n \quad (7)$$

La fórmula aplicable es simple. Lo único que queda por determinar es el valor adecuado de la tasa de actualización aplicable en los cálculos. Se comprende que esa tasa sería la rentabilidad mínima aceptable (RMA o “k”) para decidirse a invertir. Así, al actualizar con ella los flujos de fondos de un proyecto, éste sería aceptable o no según que el valor actualizado neto total resultante fuese positivo o negativo.

En términos económicos, la RMA es el coste de oportunidad del capital, representado por la rentabilidad de otras oportunidades de inversión existentes y no explotadas. También puede afirmarse que la RMA es el valor del capital para la empresa, ya que representa el fruto que podría obtener mediante su inversión.

Otra identificación a tener en cuenta es la **inflación** en España. Se analiza cuánto ha aumentado porcentualmente el IPC en un período determinado con respecto al IPC en un período anterior. Aunque poco influye en la viabilidad, dado que los aumentos y bajadas del mercado se reflejaban a lo unísono y en proporción en ventas y costes.

El significado de inflación es la reducción de valor del dinero o el incremento del nivel general de precios. En sentido literal, inflación significa inflarse o hacerse más grande. Cuando la cantidad de dinero de un país (la masa monetaria social) crece más deprisa que la producción de ese país, entonces el precio medio aumentará por la creciente demanda de bienes y servicios. Además, la inflación se puede deber a que el aumento de costes se repercuta en el consumidor final. A este respecto se puede pensar en los costes de las materias primas o costes de producción que han aumentado, pero también en unos tipos tributarios más elevados. Debido a esta subida de los precios, el valor del dinero se reduce.

Nuestro proyecto va a durar 16 años. Por curiosidad, analicemos la variación del IPC en los últimos 10 años en Andalucía:

Junio 2006 – Junio 2016: Inflación del 14,1 %. A una media del 1,4 % anual.

(Fuente: www.ine.es)

Suben los costes, pero también suben los ingresos en el mismo porcentaje. Por lo tanto todo se proporciona.

4.8.3 *Impuestos*

Para calcular el beneficio neto, es preciso deducir al beneficio bruto los impuestos.

Enumero los principales impuestos estatales y municipales que afectan al sector minero:

- Impuesto de Transmisiones patrimoniales onerosas (TPO): Lo considero dentro de la inversión inicial.

- Impuesto de Sociedades (IS): Lo calculo a continuación. Supone anualmente el 25 % de los beneficios.

(Reducción del IS a raíz del Factor de agotamiento: Al no invertirse en activos mineros, la reducción correspondería sólo por el Canon anual de superficie = - 45 €/cm.año x 2 cm = - 90 €/año. Cifra insignificante.)

- IRPF: Lo consideré dentro del coste de personal.
- IVA: No influye en el flujo de fondos, ya que se paga a Hacienda el IVA de los ingresos menos el IVA de los gastos.
- IAE: Lo calculo a continuación.
- IBI: No aplica, por ser una concesión para explotar un bien de dominio público.

Por tanto, los impuestos notables en cuantía son el Impuesto de Sociedades y el Impuesto de Actividades Económicas.

El **Impuesto de Sociedades** es un tributo estatal que grava anualmente la renta de las empresas (sociedades), y se aplica sobre los beneficios. Actualmente el tipo impositivo general en Andalucía es del 25 %.

- Beneficio unitario = (precio de venta unitario – coste unitario) = 0,52 €/t
- Producción anual = 500.000 t
- **Beneficio anual antes de impuestos = 260.000 €**
- IS (anual) = 260.000 x 0,25 = 65.000 €/año

El Impuesto de Actividades Económicas (IAE) es municipal, y supone entre un 0,4 % y un 3,8 % de la facturación anual. En el Ayuntamiento pertinente (Loja) es elevado, de un 3%. Así:

$$\text{IAE} = 0,03 \times 1.735.000 \text{ €} = 52.050 \text{ €/año}$$

Por tanto, los impuestos anuales (excepto en 2033) ascienden a 117.050 €

$$\text{Beneficio anual después de impuestos} = 260.000 - 117.050 = \mathbf{142.950 \text{ €}}$$

4.8.4 Criterios de evaluación

Toda valoración económica de un proyecto ha de considerar, en principio, el valor temporal del dinero, ya que lo que se trata de juzgar son series de flujos de fondos en el tiempo. Por lo tanto, habrá que recurrir habitualmente al empleo de la actualización.

No obstante lo anterior, hay dos familias de criterios que no emplean la actualización:

a) Aquéllos que, por su propia naturaleza, no precisan la actualización, como el del período de retorno, que se verá enseguida.

b) Los llamados de rentabilidad simple, o contables, que no toman en consideración el valor temporal del dinero. Y aquí encuadramos nuestro caso.

Vamos a estimar algunos criterios:

PERIODO DE RETORNO:

En nuestro caso, el periodo de retorno en el que el proyecto comienza a generar fondos netos positivos es corto, debido a que la inversión es de poca envergadura. A continuación lo justifico:

- Capital total (fijo + variable) = 155.501,89 €
- Repercutiendo el coste de financiación (5%) = 163.277 €
- Beneficio neto mensual (horizonte 2033) = 142.950 €.anual / 12 = 11912,5 €
- Tiempo de retorno = Coste de capital / beneficio = 13,7 meses.

CRITERIOS DE RENTABILIDAD SIMPLE:

Ya se había realizado indicación de la innecesaridad de algunos cálculos financieros en el presente proyecto, que está enfocado en la idea de que nos encontramos dentro de los criterios de rentabilidad simple.

En esta posición la contabilidad de la empresa proporciona, como es sabido, numerosos indicadores cuantitativos para el control de gestión. Uno de ellos sirve para

valorar la eficacia con que se gestionan sus activos fijos. Se basa en comparar el beneficio neto producido por un cierto equipo o instalación con el valor contable de la inversión pendiente de amortizar que le corresponda. El cociente obtenido es la **rentabilidad contable** del activo en cuestión y es un indicador de gestión muy significativo.

La rentabilidad contable se utiliza habitualmente en la valoración económica de la gestión de inversiones ya realizadas y en servicio. Queda el problema de la disparidad de criterios contables (considerar amortizaciones, considerar el beneficio antes o después de impuestos, con o sin gastos generales repercutidos, etc.)

En el caso que nos ocupa, volvemos a redundar en la insignificancia de la amortización en el proyecto, dado que no se necesita una gran inversión de capital en ningún horizonte de proyecto, y la empresa explotadora tiene todos los medios al efecto amortizados. Los gastos generales los repercutimos en los costes (PC5), y estudiamos los beneficios antes y después impuestos.

CRITERIO DEL VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN)

El fundamento lógico de este criterio es muy simple. Un proyecto es aceptable desde el punto de vista económico si, al actualizar sus flujos de fondos aplicando el coste de los fondos o tipo de interés del inversor ("k"), la suma algebraica (VAN) de los valores así obtenidos es positiva.

Un VAN positivo significa que, si se invierte en el proyecto analizado, el patrimonio neto de la empresa experimentará un aumento. Es una medida de la rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias.

Los criterios de decisión en base a este parámetro son los siguientes:

Si $VAN > 0$, el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

Si $VAN = 0$, el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

Si $VAN < 0$, el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Podemos definir también el VAN como la diferencia, en valor actual, entre las entradas y salidas que la empresa tendrá en su tesorería como consecuencia de afrontar

un determinado proyecto de inversión. La diferencia entre ambas magnitudes es precisamente el incremento de valor que la empresa experimenta como consecuencia de la inversión.

Su formulación es la siguiente:

$$VAN = -DI + \frac{GF_1}{(1+K)} + \frac{GF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{GF_n}{(1+K)^n} \quad (8)$$

También suele expresarse de la siguiente forma:

$$VAN = -DI + \sum_{t=1}^n \frac{GF_t}{(1+K)^t} \quad (9)$$

Donde:

“DI” representa el Desembolso Inicial (importe que la empresa debe desembolsar para hacer frente al proyecto en términos incrementales respecto a la decisión de no afrontarlo);

“GF_t” es la Generación de Fondos incremental atribuible al proyecto en el año t (es decir, el incremento que se producirá en la caja de la empresa como consecuencia de afrontar la inversión);

“n” es el número de años en que la decisión tendrá efectos para la tesorería de la compañía (que llamamos vida útil);

“K” es el tipo de descuento a aplicar, en adelante coste de los fondos, que se define como coste de oportunidad o rendimiento de la mejor alternativa a la que se renuncia por afrontar el proyecto.

CRITERIO DE LA TASA DE RENTABILIDAD INTERNA (TRI)

(Fuente: www.eumed.net)

La idea básica es simple, ya que se trata de medir la tasa con que el proyecto remunera los capitales invertidos en él.

La Tasa de Rentabilidad Interna (TRI) se define como aquella tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, y viene expresada en %.

El criterio de selección será el siguiente, donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Su formulación es la siguiente:

$$DI = \frac{GF_1}{(1 + TRI)} + \frac{GF_2}{(1 + TRI)^2} + \dots + \frac{GF_n}{(1 + TRI)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{GF_t}{(1 + TRI)^t} \quad (10)$$

donde DI = Desembolso Inicial (capital)

GFt = Generación de Fondos incremental atribuible al proyecto en el año t

n = número de años en que la decisión tendrá efectos para la tesorería de la compañía (vida útil);

La TRI se obtiene despejando la variable correspondiente (la propia TRI) en la ecuación propuesta.

CÁLCULO DE “VAN” Y “TRI”

Los factores VAN y TIR se usan para analizar la inversión de diferentes opciones o proyectos de inversión. En caso de la CE “Matas” no tenemos diferentes opciones. Por la circunstancia de nuestro proyecto (yacimientos conocidos, continuación de una cantera

abierta, no necesidad de compra de maquinaria, equipos amortizados, inversión de poca envergadura) la opción es única, con una inversión pequeña y un horizonte temporal marcado por un flujo de producción planificado en base al cálculo del punto muerto y las previsiones de demanda.

De todas formas, he calculado el VAN y el TIR de proyecto para observar que es ventajoso.

Calculo el VAN con una plantilla Excel, siendo el comando “=VNA (tasa de descuento; matriz que contiene el flujo de fondos futuros)+ inversión inicial”. Equivalente, como indiqué antes, a la suma algebraica de flujos de capital, ingresos y gastos, aplicando la tasa “k”.

A continuación, en la hoja Excel, calculo la TIR, cuyo comando es “=TIR (matriz de flujos de fondos)”

(Fuente de comandos excel: www.zonaeconomica.com)

Cálculo del VAN y la TIR de una inversión			
Supuestos:			
1. Todas las operaciones se realizan al contado: cobros = ingresos; pagos = gastos			
2. No hay amortización			
	Coste de la inversión	Año tipo	2033
Ingresos (+)		1.735.000	1.294.418
Gastos (-)			
Coste de explotación		1.475.000	1.100.441
Inversiones futuras			
Beneficio antes de impuestos		260.000	193.976
Impuestos (-)		117.050	87.327
Beneficio después de impuestos	-155.502	142.950	106.650

Tabla 10: Calculo del beneficio neto anual

Período	Flujo fondos
0	-155.502
2018	142.950
2019	142.950
2020	142.950
2021	142.950
2022	142.950
2023	142.950
2024	142.950
2025	142.950
2026	142.950
2027	142.950
2028	142.950
2029	142.950
2030	142.950
2031	142.950
2032	142.950
2033	106.650

Tabla 11: Flujo de fondos neto parcial en todo el horizonte temporal.

TRI	91,92%	
k	0,05	
VAN (€)	1377127,62	
RVA	8,86	
Ingreso total proyecto (€)		27.319.418
Beneficio neto total (€)		2.095.398
Tasa rentabilidad neta (%)		7,7

Tabla 12: Cálculo de TRI, VAN y otros factores económicos.

El proyecto es FAVORABLE ya que el VAN es positivo, y la TRI es mayor que el tipo de interés del capital.

EL RATIO DE VALOR ACTUAL (RVA)

Existe un indicador muy simple de la capacidad de creación de riqueza de una inversión. Es éste la aportación al valor actual por unidad de capital invertido. Es evidente que esta aportación viene representada por el cociente entre el VAN del proyecto y el valor "I" de la inversión.

Para que un proyecto sea económicamente aceptable es preciso que $RVA > 0$. Y así es en nuestro caso, donde $RVA = 8,86$

4.9 Financiación del proyecto

Es preciso financiar el total de la inversión del proyecto. En anteriores apartados de esta Memoria se calculó el importe, siendo:

- Capital fijo = 32.593,66 €
- Capital circulante = 122.908,23 €
- Capital total = 155.501,89 €

Esta inversión es del tipo “de nuevo desarrollo”, ya que supone un nuevo campo o centro de actividad para la empresa.

El promotor recurrirá para la financiación del capital total a recursos ajenos.

La financiación ajena consiste en la aportación de capital por agentes externos (entidades bancarias normalmente) al proyecto minero, que se materializa en pactos por los que el prestatario se compromete a devolver las cantidades suministradas por el prestamista, en unos plazos prefijados, y a remunerarle, entre tanto, con unas rentas que compensan al suministrador de fondos la inmovilización económica de recursos. Para alcanzar acuerdos de esta índole, el receptor de fondos ha de aportar, a su vez, seguridad satisfactoria de que podrá cumplimentar las obligaciones que contrae frente al financiero. La naturaleza de esas garantías constituye un criterio fundamental para la clasificación de la financiación externa.

En el caso que nos ocupa, la empresa usará como garantía el propio proyecto. Es decir, el valor de la concesión administrativa del derecho minero.

Es común en la financiación de proyectos mineros usar como garantía exclusiva el propio proyecto, basándose en la trayectoria regular de la empresa y la explotación, y en la bondad del proyecto, que forma parte de la industria extractiva, considerada básica para el desarrollo de la sociedad. Aunque como es natural, la entidad bancaria estudia el proyecto y valora su riesgo, y en base a ello suele establecer importes máximos, y en ocasiones puede solicitar exigencias colaterales (cuenta corriente con cierto volumen de fondos, etc.). El riesgo en el caso de los minerales no metálicos es mucho menor que para los minerales metálicos y los hidrocarburos. Y en nuestro caso menor aún, debido a que no hay incertidumbres geológicas ni de calidad del material extraído, y debido a que

el motivo de la transmisión no es el cuestionamiento de la rentabilidad de la explotación, sino que se debe a problemas internos del actual titular, no vinculables con la CE “Matas” en concreto.

Para el proyecto de la CE “Matas”, y debido a que la cuantía del préstamo es de poca importancia con respecto al valor económico del proyecto minero, una entidad bancaria ha concedido al promotor un préstamo a medio plazo por el importe global del capital necesario. El tipo de interés nominal “k” (coste de financiación) es del 5%. Y la cuota mensual que corresponde abonar al banco por parte del promotor, la he incluido en los costes de operación, dentro de la partida PC6.

Por lo tanto, el apartado de financiación está solucionado. Y tal y como justificamos al calcular el periodo de retorno, la inversión, con los gastos de financiación incluidos, se recupera o amortiza en el plazo de 13,7 meses. Un plazo muy pequeño en comparación con el mismo proyecto de la CE “Matas” original (2008), en comparación con otros proyectos mineros, y en comparación en general con casi cualquier proyecto industrial.

5 DISCUSIÓN

De entrada, argumento nuevamente que a priori no iban a existir grandes discusiones en la toma de decisiones, ya que no se trata de un nuevo proyecto en el que haya incertidumbres geológicas, técnicas, y de rentabilidad. Se trata de continuar con la explotación.

La opción que se plantea es una transmisión de un yacimiento conocido, cuyos productos han tenido aceptación y mercado en los últimos años. El actual titular desea traspasarlo, pero el motivo no es la falta de demanda de árido en la zona ni la no rentabilidad de la explotación, sino motivos financieros a nivel general de la empresa.

Por lo tanto, las reservas y el mercado están ahí.

Con respecto a los costes, tenemos la gran ventaja de que la maquinaria se encuentra amortizada, y tampoco se estiman nuevas inversiones a lo largo de la vida del proyecto. Se van a destinar a la explotación los recursos técnicos y humanos mínimos necesarios.

El precio es competitivo en la zona. Y con el volumen de demanda estimada, que hacemos coincidir con el ritmo de producción, hemos obtenido una rentabilidad aceptable para el promotor (15 % de beneficio antes de impuestos).

Con respecto a la financiación del capital, tampoco cabe mucha discusión. Ante la no posibilidad de autofinanciación, no hay otra opción que acudir a financiación ajena. Y aquí la única discusión que cabe es la comparativa entre entidades bancarias y condiciones del préstamo; una cuestión que no tiene importancia en este Estudio Técnico, ya que lo sustancial es sólo estimar y repercutir ese gasto de financiación en los costes de operación, al margen de la comparativa entre entidades bancarias o del número exacto de plazos acordados. Es cierto que una vez abonado el préstamo, tras el plazo acordado, hay que dejar de repercutir ese gasto a los costes de producción, pero calculo que la repercusión es de 0,05 €/t, así que tampoco es sustancial este detalle.

A lo largo de la Memoria he planteado varias cuestiones que sí son sustanciales, y las cuales, aunque han sido ya justificadas, resumo:

- Terrenos: se alquilan. La compra sería una inversión altísima que no interesa al promotor ni podría asumir, por supuesto, la explotación de la CE “Matas”.

- La báscula y el depósito de gasoil: se compran al antiguo titular. Sale más rentable que adquirir estas instalaciones nuevas e instalarlas.

- La operación de arranque: se subcontrata. El promotor no dispone de perforadora para que trabaje en la CE "Matas", y además la empresa subcontratada conoce perfectamente la cantera.

- La retroexcavadora, el dúmper y la pala cargadora: los equipos que tiene disponibles el promotor tienen capacidad suficiente para afrontar la producción estimada.

- La planta de tratamiento: móvil. El promotor la tiene disponible, tiene capacidad productiva de sobra, y la instalación es rápida. Una planta fija supondría una inversión alta, al tener que compararla o alquilarla, al tener que ejecutar la instalación, y al tener que realizar también la instalación eléctrica. Además, en el futuro, una planta fija supondría necesitar 2 camiones dúmper.

- Operación de transporte por carretera: se subcontrata. El promotor dispone de camiones bañera, pero están funcionando en otras explotaciones. Y además, la empresa subcontratada se adapta a las necesidades de venta, pudiendo solicitar el promotor más o menos unidades, a expensas de la demanda.

- El ritmo de producción: 500.000 t/año. Una vez calculados los costes fijos mínimos, se ha estimado un volumen de producción para que la empresa obtenga un beneficio bruto del 15 % y se pueda lanzar un precio competitivo.

- La vida de la explotación: 16 años. Es consecuencia del ritmo de producción.

Por lo tanto, todos los factores y términos en torno a la continuación de la explotación del RSC en la CE "Matas", están claros.

6 CONCLUSIONES

Con la presente Memoria, a la cual adjunto Planos, considero suficientemente justificada la FACTIBILIDAD de la transmisión del derecho minero CE “Matas”, con objetivo de obtener Resolución administrativa positiva sobre la misma por parte de la Autoridad minera competente.

7 ÍNDICE DE PLANOS

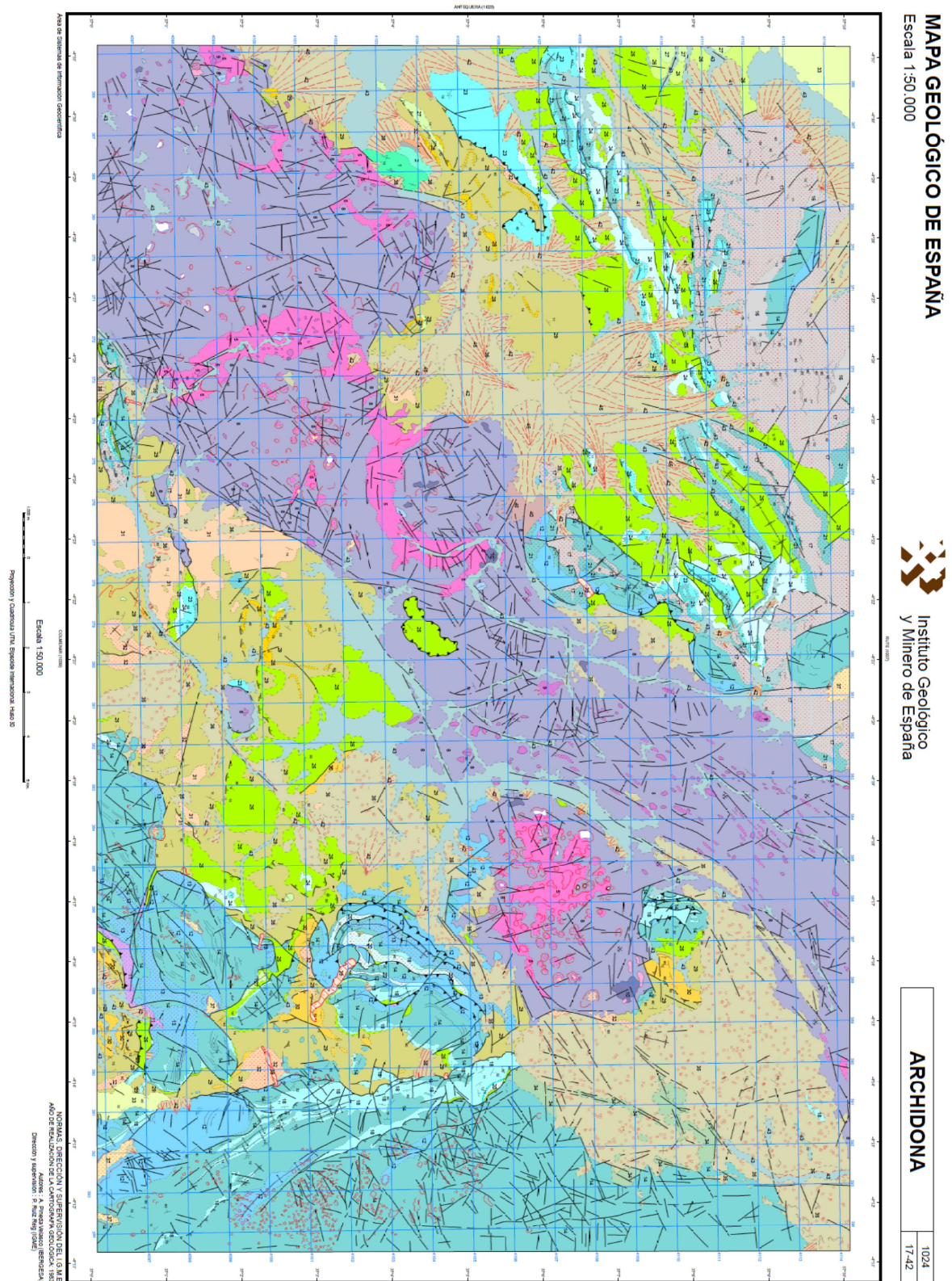
Los 23 planos realizados, los entrego a través de la plataforma ILIAS como documentos Anexos a esta Memoria. Debido a su resolución/tamaño los agrupo en 8 documentos pdf.

Sí reflejo aquí un cuadro resumen de los mismos:

PLANO Nº	TÍTULO	ESCALA	Formato
1	Situación general de la concesión	1:50.000	A3
2	Situación local de la concesión	1:10.000	A3
3	Situación local con otros derechos mineros	1:10.000	A3
4	Perímetro autorizado	1: 5.000	A3
5	Catastral del perímetro autorizado	1: 4.000	A3
6	Geología general del yacimiento (MAGNA)	1:20.000	A3
7.1	Fotogeología general	1:30.000	A3
7.2	Fotogeología general (marcaje guía MAGNA)	1:50.000	A3
8.1	Fotogeología detalle	1: 5.000	A3
8.2	Fotogeología detalle (marcaje guía MAGNA)	1: 5.000	A3
9	Relieve demostrativo (satélite IGN)	1: 4.000	A3
10	Relieve demostrativo (planta topografía actual)	1: 2.500	A2
11	Perfil longitudinal topográfico base (actual)	1: 1.000	A2
12	Situación topográfica final (planta)	1: 2.000	A2
13	Perfil longitudinal final producción A-A'	1. 1.000	A2
14.1	Modelo geológico de superficies (banco 1)	Varias	A2
14.2	Modelo geológico de superficies (banco 2)	Varias	A2
14.3	Modelo geológico de superficies (banco 3)	Varias	A2
14.4	Modelo geológico de superficies (banco 4)	Varias	A2
14.5	Modelo geológico de superficies (banco 5)	Varias	A2
14.6	Modelo geológico de superficies (banco 6)	Varias	A2
14.7	Modelo geológico de superficies (banco 7)	Varias	A2
14.8	Modelo geológico de superficies (banco 8)	Varias	A2

8 ANEXOS

8.1 Anexo I: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 1.024 - Archidona.



LEYENDA

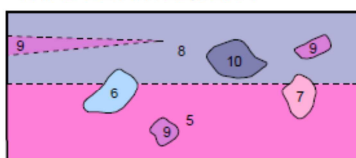
FORMACIONES POSTOROGENICAS

CUATERNARIO	HOLOCENO	43	44	45
		36	37	38
	PLEISTOCENO	39	40	42
		41		
PLIOCENO		35		
		34		
		33		
MIOCENO	TORTONIENSE			

SUBBETICO
MEDIO
MERIDIONAL
COMPLEJO DE
LA ALTA CADENA

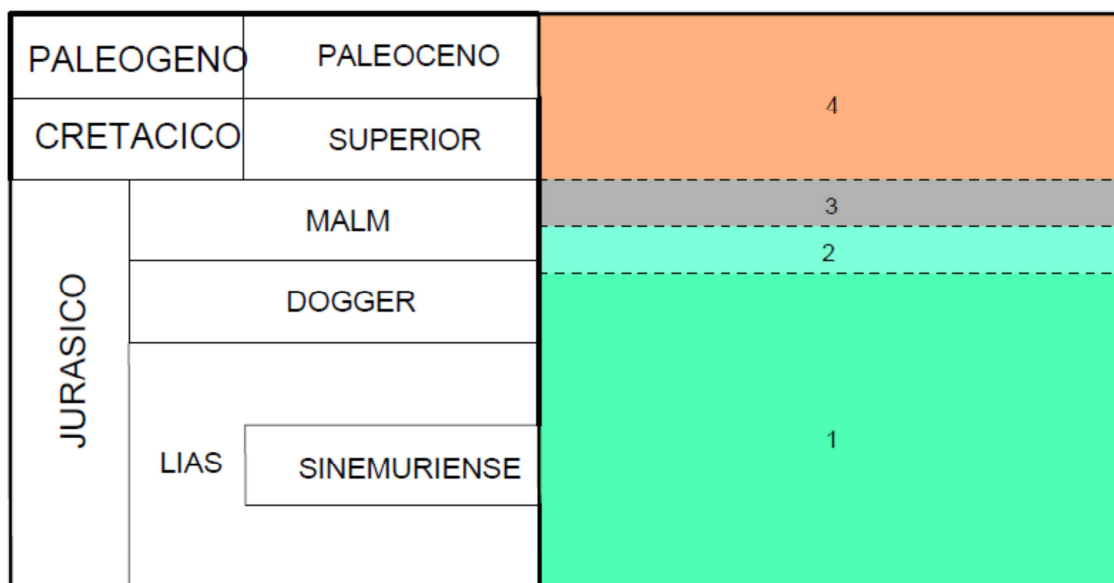
JURASICO	CRETAC.	PALEOGENO	MIOCENO	AQUITANIENSE	31	32
			OLIGOCENO		30	
			EOCENO		29	
		PALEOGENO	PALEOCENO		28	
			SUPERIOR		27	
			INFERIOR		26	
	MALM	DOGGER	TITONICO		25	
			KIMMERIDGIENSE		24	
			OXFORDIENSE		23	
			CALLOVIENSE		22	
			BATHONIENSE		21	
			BAJOCIENSE		20	
		LIAS	AALeniense		19	
			TOARCIENSE		18	
			PLIESBACHIENSE		17	
			SINEMURIENSE		16	
			HETTAGIENSE		15	
					14	
TRIASICO	SUPERIOR				13	
					12	
					11	

"TRIAS DE ANTEQUERA"



- 45 Arcillas, arenas y cantos (CONO ALUVIAL)
- 44 Fangos oscuros (FONDOS DE LAGUNAS)
- 43 Arenas, arcillas y cantos. (ALUVIAL FONDO DE VALLE)
- 42 Arcillas, arenas y cantos. (CONO ALUVIAL)
- 41 Arcillas, arenas y cantos, con encostramientos. (CONO ALUVIAL)
- 40 Tobas calcáreas
- 39 Arcillas y margas con bloques. (DESLIZAMIENTO)
- 38 Arcillas, bloques y cantos. (COLUVIONES Y CANCHALES)
- 37 Arcillas, y arenas rojas, con cantos. (MATERIALES RESIDUALES Y RELLENO C. DEPRESIONES)
- 36 Arenas, arcillas y cantos redondeados. (TERRAZA)
- 35 Conglomerados, arcillas, bloques, arenas, calizas y margas.
- 34 Brechas calcáreas
- 33 Conglomerados, arenas y margas
- 32 Areniscas cuarzosas tipo "Aljibe", y arcillas
- 31 Flysch areniscoso-micáceo
- 30 Margas silíceas ("silexitas")
- 29 Arcillas rojas y verdes que pasan hacia arriba a un flysch calcarenítico-arcilloso rojizo
- 28 Conglomerados, microbrechas y calizas nummulíticos
- 27 Calcarenitas grises con Microcodium
- 26 Margas y margocalizas rosadas
- 25 Margas y margocalizas blancas. Localmente arcillas verdes y microbrechas en la parte superior
- 24 Calizas nodulosas y margas rojas alternantes
- 23 Calcarenitas con sílex
- 22 Calizas nodulosas y margas rojas
- 21 Radiolaritas, y margas con radiolarios
- 20 Calizas de filamentos, arcillas rojas, calizas nodulosas (parte alta), calcarenitas con sílex y radiolarios
- 19 Caliza nodulosa roja
- 18 Calizas grises bioclásticas y margocalizas Con sílex y, a veces filamentos
- 17 Margocalizas, calizas grises y margas
- 16 Calizas grises de espículas, con sílex
- 15 Caliza nodulosa roja
- 14 calizas blancas, bioclásticas (más al N.O.), micríticas (más al S.E.), y oolíticas
- 13 Dolomías con intercalaciones de rocas volcánicas
- 12 Dolomías
- 11 Arcillas y carníolas
- 10 Ofitas
- 9 Calizas y dolomías. (Muschelkalk)
- 8 Arcillas y carníolas triásicas
- 7 Areniscas y areniscas cuarcíticas rojas. (Permotrias)
- 6 Bloques "exóticos" de material no triásico
- 5 Yesos y anhidritas con fragmentos
- 4 Margas y margocalizas rosadas
- 3 Calizas nodulosas rojas
- 2 Calizas oolíticas
- 1 Calizas tableadas, micríticas, blancas, con pasadas dolomíticas.

SUBBETICO TIPO INTERNO



SIMBOLOS CONVENCIONALES

	Contacto concordante		Contacto discordante
	Contacto mecánico		Límite de terraza
	Falla conocida		Falla supuesta
	Falla con indicación de hundimiento		Falla inversa
	Falla inversa supuesta		Cabalgamiento conocido
	Cabalgamiento supuesto		Deslizamiento
	Anticlinal		Anticlinal con indicación de buzamiento superficie axial
	Sinclinal		Sinclinal con indicación de buzamiento de superficie axial
	Estratificación subhorizontal		Estratificación subvertical
	Estratificación invertida		Estratificación
	Frente de deslizamiento		Mina inactiva
	Cantera activa		Cantera inactiva
	Traza de capa		

8.2 Anexo II: Fotografías de la cantera (estado actual)



Foto 1: Imagen del frente actual de explotación Este. Evidencia de las dolomías y margas.

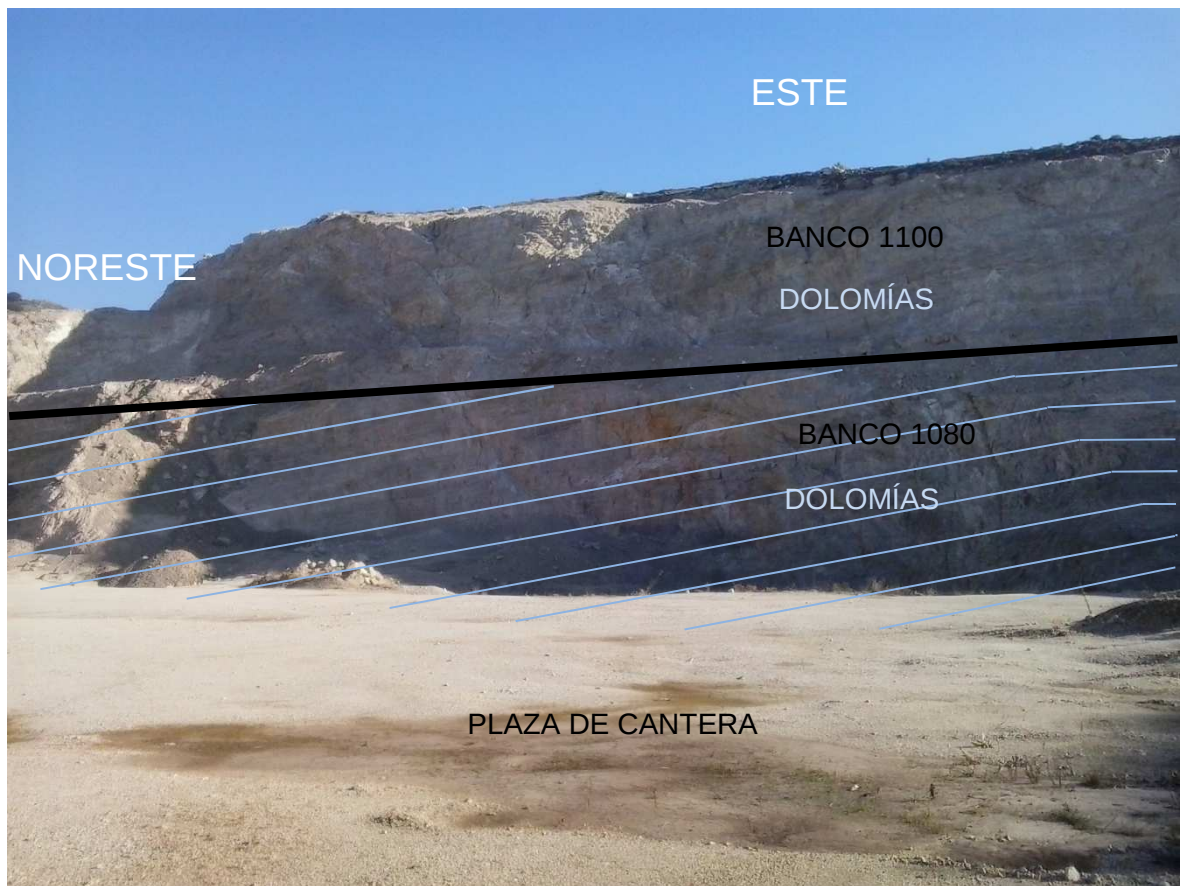


Foto 2: Imagen del frente de explotación con el seguimiento de la primera formación de bancos Este-Norte. Evidencia de las dolomías y la dirección de los estratos. Dolomías grisáceas con intercalaciones de limos y alteraciones en las disyunciones.



Foto 3: Evidencia de las dolomías en cotas superiores del perímetro de autorización.



Foto 4: Evidencia de las dolomías en afloramientos de cotas superiores del perímetro de autorización.

8.3 Anexo III: Fotografías de la maquinaria (promotor y subcontratas)



Foto 5: Tractor de cadenas Cat D8



Foto 6: Excavadora Hidráulica Grande Cat 375



Foto 7: Pala de Ruedas Grande Cat 988G



Foto 8: Dúmper Articulado Cat 730C2



Foto 9: Carga en frente de explotación.



Foto 10: Perforación rotativa o con martillo en fondo - Atlas Copco DM30



Foto 11: Camión bañera DAF XF para transporte de árido en carretera



Foto 12: Trituradora móvil de mandíbulas Powerscreen Premiertrak R400



Foto 13: Cribadora móvil Powerscreen modelo Chieftain 1400 / 1400S

8.4 Anexo IV: Excel recopilatorio de costes.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE OPERACIÓN						
Producción anual (mcb)		224215,25		Reservas (mcb)	3530507,00	
Densidad del material (t/mcb)		2,23		Reservas (t)	7873030,61	
Producción anual (t)		500000,00		Vida explotación	15,75	
Producción mensual (t)		41666,67		Año final	2033	
Producción por hora (t)		236,74				
Precio del litro de gasoil (€)		0,78				
Operación	Equipo	Unidades	Estimación de Coste	Coste mensual	Coste por hora (€/h)	Coste unitario parcial (€/t)
PC 1	Arranque de material por voladura			22083,33		0,53
PC 2	Carga y transporte de material hasta planta de tratamiento			14763,27		0,35
	Excavadora	1	Vt 511283,00 Hut 16500,00 Gasoil- l/h 56,00 C1 (€/h) 0,00 C2 (€/h) 1,55 C3 (€/h) 50,23 CT 51,78		51,78	
	Dúmpster	1	Vt 494097,00 Hut 35000,00 Gasoil- l/h 35,00 C1 (€/h) 0,00 C2 (€/h) 0,71 C3 (€/h) 31,40 CT 32,10		32,10	
PC 3	Tratamiento del material, formación de stocks y carga de expedición			18224,13		0,44
	Pala cargadora	1	Vt 626000,00 Hut 11000,00 Gasoil- l/h 42,00 C1 (€/h) 0,00 C2 (€/h) 2,85 C3 (€/h) 37,67 CT 40,52		40,52	
	Planta móvil	1	Equipo amortizado C2 anual 500,00 Gasoil- l/h 70,00 C1 (€/h) 0,00 C2 (€/h) 0,24 C3 (€/h) 62,79 CT 63,03		63,03	
PC 4	Transporte del material por carretera para suministro al cliente			41666,67		1,00
	Camión bañera 30 t con chófer		Coste por t. y km. 0,05 Distancia media porte (km) 20,00			
PC 5	Costes de personal propio y gastos generales			19600,00		0,47
	Operarios	3,00	Gasto mensual/operario 2300,00			
	Op./Encargado	1,00	Gasto mensual/encargado 2600,00			
			Gasto mensual en operarios 9500,00		60,23	
	Director Facult.	0,33	Gasto mensual DF 3300,00 Gasto repercutido 1100,00 Gasto mensual total personal 10600,00 Gasto por hora total personal 60,23			
	Gastos generales	0,20	Gasto mensual 45000,00 Gasto mensual repercutido 9000,00 Gasto por hora repercutido 51,14		51,14	
PC 6	Otros costes			6570,83		
	Alquiler de terrenos		Coste anual 50000,00 Coste mensual 4166,67			0,10
	Aval RD 975/2009		Coste mensual 550,00			0,01
	Coste restauración		Coste total 260000,00 Coste mensual 1354,17			0,03
	Seguros / Crédito		Coste anual 6000,00			0,01
				COSTE TOTAL MENSUAL		COSTE UNITARIO TOTAL
				122908,23 €/mes		2,950 €/t

8.5 Anexo V: Índice de figuras y tablas.

ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Figura 4.1: Extracto del PLANO N° 1 de Situación general.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4.2: Extracto del PLANO N° 2 de Situación local.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4.3: Extracto del PLANO n° 4 del Perímetro autorizado.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4.4: Extracto del PLANO n° 5 del catastro.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4.5: Extracto del PLANO n° 6 de Geología general.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4.6: Extracto del PLANO n° 6. Leyenda de la litología.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4.7: MAGNA_Hoja 1024: Esquema de situación de las unidades geográfico geológicas.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4.8: Extracto del PLANO n° 7.1 de Fotogeología general (Visor Iberpix del Instituto Geográfico Nacional).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4.9: Extracto del PLANO n° 7.2. Materiales de la zona de influencia.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4.10: Extracto del PLANO n° 8.1. Configuración de las fallas principales en el marco de la fotogeología de detalle.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.11: Extracto del PLANO n° 8.2. Configuración de los materiales.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.12: Zona antropizada y perímetro pendiente de explotación.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4.13: Etapas en la estimación de las reservas explotables (Manual IGME evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión).....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4.14: Extractos de los PLANO n° 10 y n° 12. Levantamiento topográfico actual y diseño topográfico final (Elaboración propia).....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.15: Extracto del PLANO n° 13. Corte topográfico comparativo.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.16: extracto del PLANO n° 14.1. Demostración gráfica del cálculo de superficies del Bloque n° 1 (Banco 1080).....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4.17: Extracto del PLANO n° 14.5. Demostración gráfica del cálculo de superficies del BLOQUE n° 5 (Banco 1160).....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4.18: Clasificación de recursos y reservas de Mc Kelvey (IGME).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4.19: Croquis de cantera para producción de áridos (Manual IGME).....</i>	<i>50</i>

ÍNDICE DE TABLAS:

<i>Tabla 1. Cubicación de reservas por el método de secciones.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 2: Resumen del capital fijo.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 3: Resumen de coste unitario (€/t) y precio medio final de venta.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 4: Resumen de capital y coste mensual de operación.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 5: Resumen de ingresos y beneficios brutos.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 6: Cash flow bruto de un año tipo.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 7: Coste unitario y beneficio bruto unitario a horizonte 2038.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 8: Cash flow anual con horizonte 2038.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 9: Evolución de reservas en el horizonte del proyecto (2033).....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 10: Calculo del beneficio neto anual.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 11: Flujo de fondos neto parcial en todo el horizonte temporal.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 12: Cálculo de TRI, VAN y otros factores económicos.....</i>	<i>99</i>

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000. ARCHIDONA – Hoja 1024. Memoria explicativa. (Madrid, 1990).
- Instituto Tecnológico Geominero de España. MANUAL DE EVALUACION TÉCNICO-ECONÓMICA DE PROYECTOS MINEROS DE INVERSION. (Madrid, 1991).
- Caterpillar. Manual de rendimiento Caterpillar 44. (Peoria, Illinois, EE.UU - 2014)