

ANEXO III
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

ÍNDICE

Pág nº

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS.....	7
3. CONTEXTO GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO.....	9
4. HIDROLOGÍA.....	13
4.1. CONTEXTO HIDROLÓGICO	13
4.2. INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	13
4.3. SUBCUENCAS DE PROYECTO Y FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO.....	14
4.3.1. <i>Subcuencas de proyecto en la situación actual.....</i>	<i>14</i>
4.3.1.1. Subcuenca de drenaje de la corta (SO)	14
4.3.1.2. Subcuenca de la zona sur de la explotación (S1)	14
4.3.1.3. Subcuenca de la zona norte de la corta (S2)	15
5. HIDROGEOLOGÍA	17
5.1. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	17
5.1.1. <i>Arenas, areniscas y margocalizas. Cretácico superior.....</i>	<i>17</i>
5.1.2. <i>Calizas dolomíticas y calizas tableadas. Paleoceno-Eoceno inferior y medio</i>	<i>17</i>
5.2. UNIDADES ACUÍFERAS	18
5.3. MODELO CONCEPTUAL	18
5.3.1. <i>Puntos de agua.....</i>	<i>19</i>
5.3.2. <i>Funcionamiento hidrogeológico.....</i>	<i>20</i>
6. CAUDALES PUNTA	21
6.1. SUBCUENCAS DE PROYECTO.....	21
6.1.1. <i>Subcuenca de la zona de la corta (S0´)</i>	<i>21</i>
6.1.2. <i>Subcuenca de la zona sur del proyecto (S1´)</i>	<i>21</i>
6.1.3. <i>Subcuenca de la zona norte del proyecto (S2´)</i>	<i>22</i>
6.2. FORMULACIÓN	22

6.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS	23
6.4.	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA CUENCA.....	23
6.4.1.	<i>Tiempo de concentración</i>	24
6.4.2.	<i>Coeficiente de escorrentía</i>	24
6.4.3.	<i>Precipitaciones máximas</i>	26
6.5.	INTENSIDAD DE LA LLUVIA	26
6.6.	CAUDALES PUNTA OBTENIDOS	28
7.	CÁLCULOS DE LA RED DE DRENAJE	29
8.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS BALSAS DE DECANTACIÓN.....	33

1. INTRODUCCIÓN

El yacimiento de calizas de la Sierra de Alaiz se localiza en el borde meridional de la Cuenca de Pamplona, a unos 15 km al SSE de Pamplona.

En su conjunto, el afloramiento calcáreo presenta una superficie algo superior a las 1.800 ha, casi 2 km², y da lugar a un destacado relieve que constituye la línea de cumbres de la Sierra de Alaiz, cuya altura media se eleva unos 600-800 m sobre la altitud media de la Cuenca.

La totalidad del afloramiento calizo muestra una morfología arqueada (E-O), que se abre suavemente hacia el Sur y con una longitud entre extremos de casi 11 km, por poco más de 1,5-2 km de ancho, ver figuras 1.1 y 1.2.



Figura 1.1.- Localización del yacimiento de calizas de la Sierra de Alaiz, en el borde meridional de la Cuenca de Pamplona (modificado de Iberpix)

La cantera de La Morena se localiza en el extremo SO de la Sierra de Alaiz, dentro del municipio de Tiebas y junto al importante corredor de comunicaciones (AP15, N121, ferrocarril, etc) que supera el paso entre la Sierra de Alaiz y la del Perdón (ver figura 1.2).

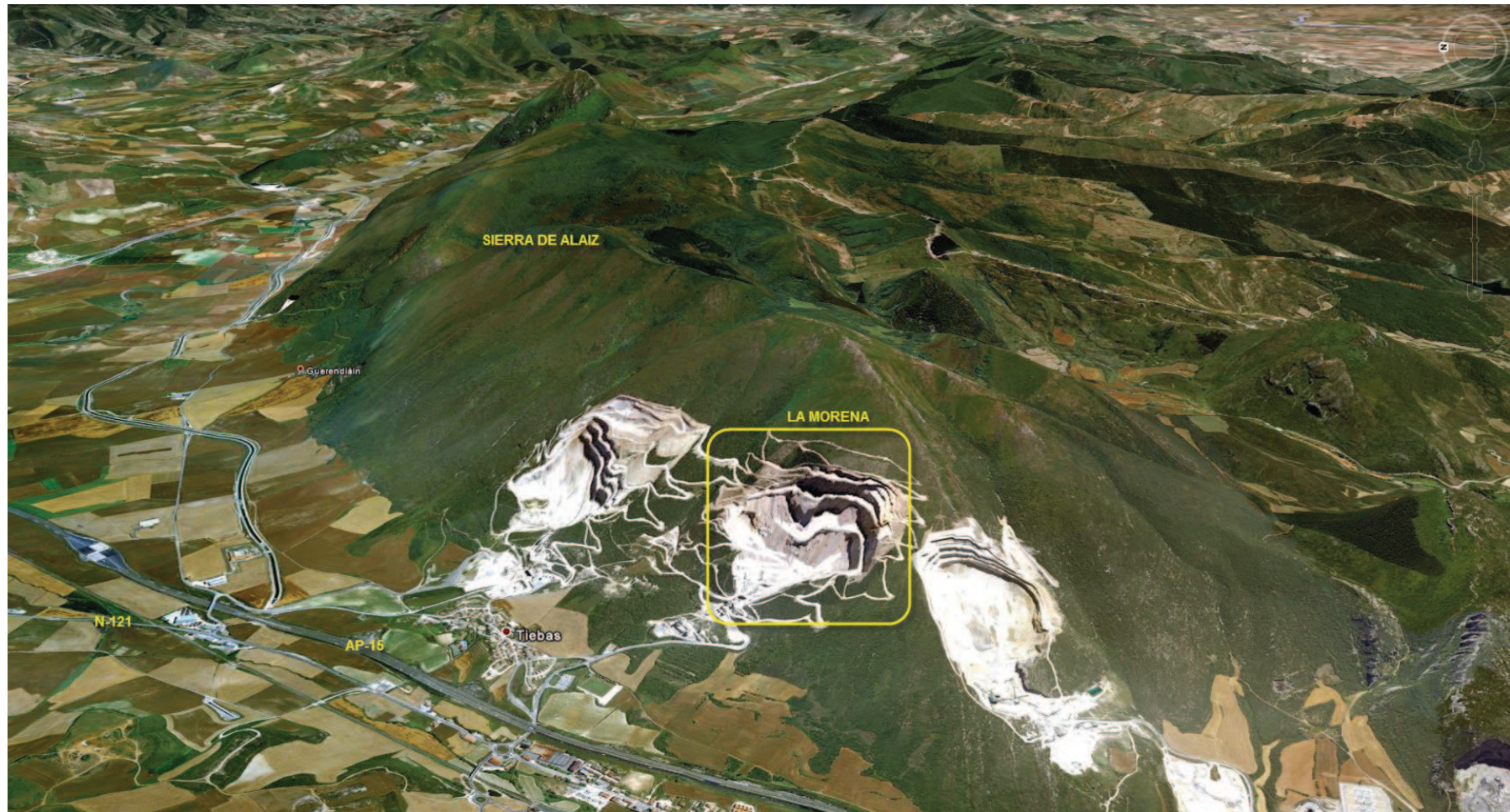


Figura 1.2.- Vista aérea del afloramiento carbonatado y detalle de la localización de la cantera de La Morena (Google mod.).

2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Para la caracterización del clima del emplazamiento de la cantera se han utilizado datos de la estación meteorológica de Oloriz "Señorío de Bariain" que tiene el número indicativo 92480 y que es la más próxima con número elevado de datos.

Los datos climáticos básicos se resumen a continuación.

- Temperatura media anual: 12,4°C
- Media mensual de las temperaturas máximas diarias (julio, agosto): 20°C
- Media mensual de las temperaturas mínimas diarias (diciembre, enero): 5,6°C
- Precipitación media anual: 777,5 mm

En cuanto a los datos medios mensuales para el periodo 1982-2003, se exponen en la tabla siguiente:

TABLA 2.1.- PRECIPITACION MENSUAL MEDIA	
MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIA (mm)
Enero	71,9
Febrero	62,9
Marzo	52,8
Abril	91,1
Mayo	65,4
Junio	49,8
Julio	33,9
Agosto	31,6
Septiembre	60,5
Octubre	80
Noviembre	92,1
Diciembre	85,6

La estación lluviosa comienza en Octubre, alcanzando un máximo en Noviembre y finalizando en Abril, dándose un estiaje acusado en verano con un mínimo absoluto en Agosto.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO

Desde el punto de vista geológico, el yacimiento de calizas eocenas de la Sierra de Alaiz se localiza en el ámbito de los Pirineos, en la Zona Surpirenaica, y constituyendo el borde meridional de la cuenca prepirenaica de Jaca-Pamplona.

Además, la estructura de esta sierra responde al reflejo de un anticlinal-cabalgante (pliegue-falla) de vergencia Sur, que corresponde a uno de los cabalgamientos frontales surpirenaicos (CFS).

Atendiendo a esta estructura, se aprecia un flanco corto (Sur) muy apretado y recorrido por líneas de cabalgamiento, también vergentes al Sur, mientras que el flanco septentrional de la estructura corresponde a su flanco largo, donde los materiales se disponen según una disposición monoclinnal, que da lugar al característico relieve en cuesta de la vertiente Norte de la Sierra de Alaiz.

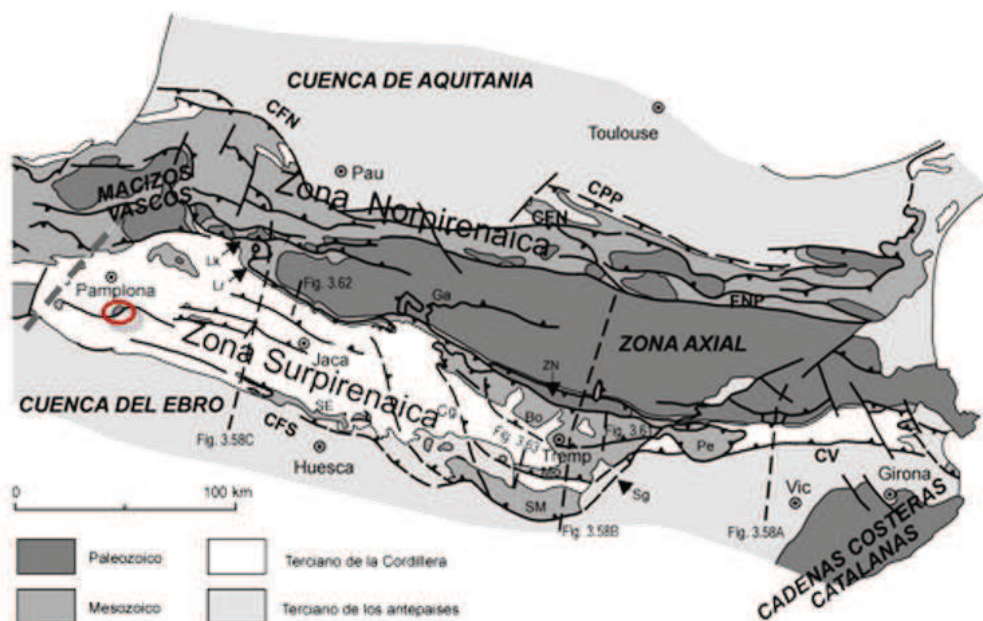


Figura 3.1.- Contexto geológico y localización de la zona de estudio dentro de los Pirineos (Geología de España, AAVV, 2004).

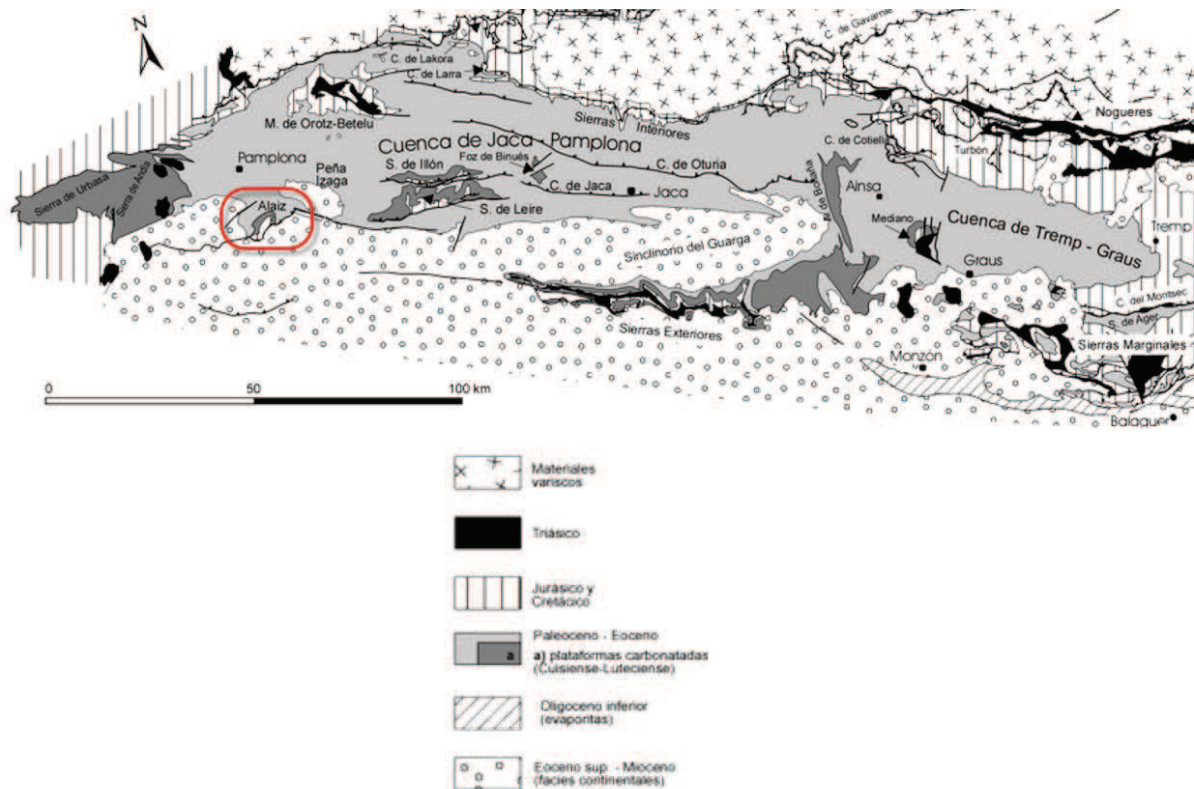


Figura 3.2.- Contexto geológico y localización de la zona de estudio dentro de la cuenca prepirenaica de Jaca-Pamplona, en la Zona surpirenaica (Geología de España, AAVV, 2004).

El afloramiento de caliza en el flanco septentrional de la Sierra de Alaiç muestra una morfología arqueada y elongada según una dirección aproximada ENE-OSO, con un eje mayor de unos 11 km y el menor de aproximadamente 1,5-2 km.

Su disposición responde en líneas generales a la de una estructura homoclinal (relieve en cuesta), con buzamientos medios a suaves (20-55°) hacia posiciones septentrionales, y levemente afectada por estructuras tectónicas transversales que configuran su estructura final (ver figura 3.3).



Figura 3.3.- Localización de la zona de estudio en la cartografía geológica unificada del proyecto SIGECO (ref. materiales en tabla 3.1)

Según esta estructura, las unidades diferenciadas en el ámbito de la Sierra de Alaiz son, de más antiguas (muro) a más modernas (techo), las siguientes:

TABLA 3.1.- RELACIÓN DE UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS EN LA SIERRA DE ALAIZ			
Ref. SIGECO	Ref. Geo. Navarra	Unidad	Edad
1	186/189	Arenas, areniscas y margocalizas	Cret. Sup.
2	203	Calizas dolomíticas	Paleoceno
3	215	Calizas tableadas	Eoceno inf.
4	267	Margas de Pamplona	Eoceno sup.

La potencia de las calizas eocenas de la Sierra de Alaiz es de unos 300-400 m y, desde un punto de vista general, es posible observar un tránsito desde litosomas masivos en el Este, a calizas tableadas a poniente, donde se encuentra la explotación de La Morena.

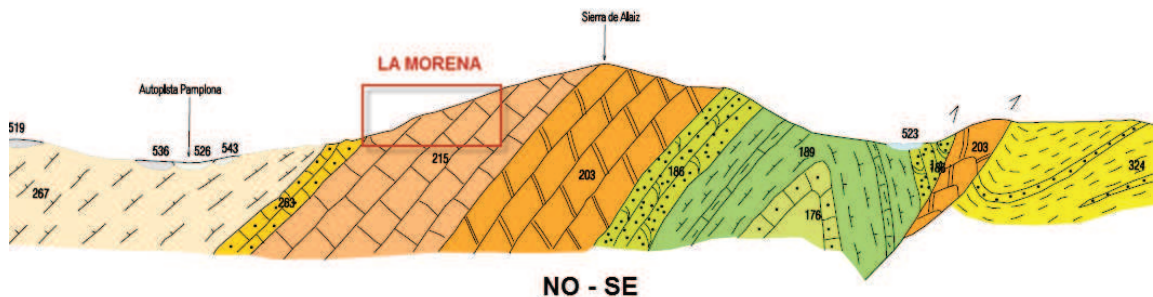


Figura 3.4.- Perfil geológico de la Sierra de Alaiz y localización de la cantera de La Morena. (Mapa Geológico de Navarra, 1:25.000).

4. HIDROLOGÍA

4.1. CONTEXTO HIDROLÓGICO

La zona de proyecto se localiza en la margen derecha del Barranco Errekaldea que discurre en el tramo de la zona de estudio a cotas del orden de 500 m s.n.m. La cantera ocupa una ladera de forma convexa en esa margen y presenta dos arroyos que flanquean la cantera con unas cuencas de recepción muy pequeñas.

El Barranco Errekaldea es tributario por la derecha del río Elortz, que desemboca en el Río Arga.

La cuenca de recepción del barranco Errekaldea aguas arriba de área del proyecto es de unos 14 km² y el cauce se encuentra a una distancia aproximada de 1 km de la cantera.

4.2. INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

No existen infraestructuras hidráulicas de importancia en el área de actuación del proyecto ni en su entorno inmediato. Las únicas mencionables corresponden a los depósitos de abastecimiento de aguas de Tiebas que se encuentran al Oeste de las instalaciones auxiliares de la planta secundaria. El abastecimiento de aguas de Tiebas procede de Aguas de Pamplona, con una conducción que atraviesa de Norte a Sur todo el ámbito de la Cendea de Galar y ayuntamiento de Beriain, de un diámetro de 400 cm y la de Arlegui y Subiza de diámetro 175 cm. Se ha construido el canal de Navarra que conduce el agua desde el embalse de Itoiz hasta el término municipal de Ablitas en la Ribera. Dicho canal pasa a cota mucho menor a la de la cantera y con un trazado por el norte del casco urbano de Tiebas, por tanto a más de 500 m de la zona del proyecto. No está prevista la utilización del agua de este canal en la comarca de la cuenca de Pamplona.

4.3. SUBCUENCAS DE PROYECTO Y FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO

4.3.1. Subcuencas de proyecto en la situación actual

El área del proyecto afecta a una subcuenca natural en unas 61 ha de superficie, que drena al noroeste. El funcionamiento natural de toda la ladera sobre la que se realiza el proyecto es de una elevada tasa de infiltración en el macizo calcáreo.

En situación actual se han establecido tres subcuencas de drenaje tal y como se muestra en el plano nº 1 (Mapa de Subcuencas en Situación Actual). Las características y funcionamiento hidráulico de estas subcuencas se describen a continuación.

4.3.1.1. Subcuenca de drenaje de la corta (SO)

La subcuenca SO tiene una superficie de una 61 ha. Corresponde al sector de los bancos, plaza de cantera, planta de tratamiento e instalaciones auxiliares. Los caudales de precipitación sobre el hueco, generan las escorrentías con mayor arrastre de sólidos en suspensión.

La subcuenca SO, es también la que presenta un mayor coeficiente de infiltración debido a la existencia de fisuras de pequeña entidad y a las bajas pendientes de los bancos.

4.3.1.2. Subcuenca de la zona sur de la explotación (S1)

La subcuenca S1 tiene una superficie de unas 274 ha. Corresponde en toda su extensión a terreno natural de la subcuenca original.

Sólo un 5% de las aguas de la subcuenca S1 drenan hacia la subcuenca SO, el resto, se drenan por su cauce natural hacia el Oeste de la zona de explotación y no precisan por tanto ningún tipo de tratamiento.

4.3.1.3. Subcuenca de la zona norte de la corta (S2)

La subcuenca S2 tiene una superficie de 106 ha. Corresponde en toda su extensión a terreno natural.

Las aguas de la subcuenca S2 se drenan por su cauce natural hacia el Oeste de la zona de explotación. Las aguas de esta subcuenca no precisan ningún tipo de tratamiento.

5. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado se realiza una breve descripción desde el punto de vista hidrogeológico de las formaciones diferenciadas en la cartografía geológica.

En la descripción se atenderá básicamente a tres criterios fundamentales: litología, geometría y permeabilidad

5.1. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

5.1.1. Arenas, areniscas y margocalizas. Cretácico superior.

Corresponden a esta unidad hidrogeológica la agrupación de unidades geológicas que se encuentran inmediatamente por debajo de la gran unidad carbonatada donde se ubica el Proyecto.

Se trata de un conjunto de unos 650 m de potencia que ocupa el núcleo anticlinal de la Sierra de Alaiz, donde dominan los materiales de baja permeabilidad. Los materiales carbonatados, reducidos a niveles interstratificados entre margas, areniscas carbonatadas y limolitas, no constituyen unidades de entidad hidrogeológica.

5.1.2. Calizas dolomíticas y calizas tableadas. Paleoceno-Eoceno inferior y medio

Esta unidad hidrogeológica agrupa a las unidades cartográficas 2 y 3 diferenciadas en el mapa geológico (figura 3.3). El nivel inferior está constituido por un tramo basal de dolomías y doloarenitas y un tramo superior de calizas arenosas y calcarenitas, con una potencia aproximada de 75 m.

El nivel situado a techo del anterior está constituido por un tramo inferior de calizas tableadas organizadas en bancos de espesor métrico y decimétrico y un tramo superior con bancos más masivos y de mayor espesor. En esta unidad se ubica la cantera de La Morena y constituye la gran masa calcárea de la Sierra de Alaiz.

Presenta una permeabilidad por fisuración o karstificación, por lo que variará en función del mayor grado o menor grado de fracturación y karstificación que posean las calizas. Así la permeabilidad es alta al sur de la falla de Esparza y en la fosa situada al NO de la Hoja entre las fallas de Esparza y Beriain.

5.2. UNIDADES ACUÍFERAS

En el entorno inmediato del proyecto se diferencia una única unidad acuífera, constituida por las calizas y dolomías del Cretácico superior, Paleoceno, Eoceno inferior y medio. Se le conoce como Unidad Hidrogeológica de Alaiz (Proyecto Hidrogeológico de la Diputación Foral de Navarra, Dirección General de Obras Públicas y Servicio Geológico, 1975 – 1977).

Esta unidad está constituida por un extenso acuífero de naturaleza calcárea, que en su mayor parte se comporta como confinado, pasando a ser libre sólo en la zona de la sierra donde afloran los niveles permeables que forman el acuífero.

5.3. MODELO CONCEPTUAL

La alimentación del acuífero se origina principalmente por infiltración producida por la lluvia sobre la propia sierra, mientras que la descarga es desconocida ya que no existe en la zona ningún manantial localizado.

Según los datos del estudio hidrogeológico incluido en la memoria de la hoja 1:25.000 de Elorz, se cree que la circulación se realizaría a través de alguna zona de falla y la descarga se podría dar en el valle del Arga en la zona comprendida entre Ibero y Puente la Reina, habida cuenta de la profundidad a la que se encontraría la superficie piezométrica en el área del Proyecto, que podría situarse entre 300 y 400 m s.n.m. Las oscilaciones en los niveles piezométricos parecen ser del orden de 100 metros.

Las margas de Pamplona, que recubren la unidad hacia el Oeste y Norte, actúan de nivel confinante. Los límites del acuífero confinado bajo las margas están totalmente condicionados por características litológicas (cambios laterales de facies) por el Norte y estructurales por el Este, Oeste y Sur.

No se han obtenido datos de ensayos o test hidráulicos realizados en los niveles permeables de la unidad. Se ha estimado una permeabilidad alta para el conjunto de la unidad siempre condicionada por las zonas de fracturación y donde se han desarrollado procesos de karstificación.

Se ha podido comprobar que la permeabilidad de las calizas queda restringida a las zonas de fractura y, por lo tanto, a puntos muy concretos, como pueden ser las fallas situadas entre Esparza y Subiza y el anticlinal de Zabalegui. También el frente cabalgante al norte de Unzué se encuentra brechificado y tendría elevada permeabilidad.

5.3.1. Puntos de agua

En el entorno inmediato de la cantera de La Morena no se han encontrado manantiales ni captaciones de aguas subterráneas. En la parte baja de la ladera, a unos 250 m de la cantera se han encontrado unos manantiales que drenan los depósitos superficiales de ladera. Estos puntos de agua se encuentran a cotas entre 530 y 520 m s.n.m., es decir unos 150 m por debajo de la plaza de cantera.

5.3.2. Funcionamiento hidrogeológico

La posición de la cantera corresponde a la zona de recarga de la unidad de calizas, de modo que el nivel freático se encuentra por debajo de la plaza de cantera.

La recarga del acuífero se produce por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos carbonatados de la sierra, mientras que la descarga es desconocida, ya que no existe ningún manantial de entidad en la sierra. Algunos estudios (DFN, 1982) apuntan a una descarga hacia el valle del río Arga, en la zona de Íbero y Puente La Reina. Por lo tanto, las direcciones de flujo principales serían hacia el ONO.

Los recursos anuales del acuífero libre se estiman en unos 10 hm³, en base a los balances hídricos realizados.

6. CAUDALES PUNTA

6.1. SUBCUENCAS DE PROYECTO

A partir de las subcuencas definidas en el apartado 4.2 se han definido las subcuencas del nuevo proyecto que se presentan en el plano nº 2. La transformación de las subcuencas actuales en subcuencas finales afecta a la zona de la explotación, debido a las modificaciones producidas en el terreno.

En el caso de la nueva situación se definen tres subcuencas de drenaje, S0', S1' y S2'. Las características y funcionamiento hidráulico de estas subcuencas se describen a continuación.

6.1.1. Subcuenca de la zona de la corta (S0')

La subcuenca S0' tiene una superficie de 64 ha, correspondiendo al sector de los bancos, plaza de cantera, planta de tratamiento e instalaciones auxiliares en situación final. Los caudales de precipitación sobre el hueco generarán las escorrentías con mayor arrastre de sólidos en suspensión.

6.1.2. Subcuenca de la zona sur del proyecto (S1')

Esta subcuenca tiene una superficie total 192 ha. Corresponden en toda su extensión a terreno natural de la subcuenca original.

Las aguas de la subcuenca S1' se drenarán por su cauce natural hacia el Oeste de la zona de explotación

Las aguas de esta subcuenca no precisarán por lo tanto ningún tipo de tratamiento.

6.1.3. Subcuenca de la zona norte del proyecto (S2´)

La subcuenca S2´ abarca una superficie de 105 ha. Corresponden en toda su extensión a terreno natural de la subcuenca original

Las aguas de la subcuenca S2´ se drenan por su cauce natural hacia el Oeste situado al Oeste de la zona de explotación. Las aguas de esta subcuenca no precisan ningún tipo de tratamiento.

6.2. FORMULACIÓN

Para la determinación de los caudales punta de las subcuencas descritas anteriormente, se ha utilizado la fórmula del método racional, mayoritariamente empleado en proyectos de minería y obras públicas. La fórmula empleada es la propuesta por Témez (1991), incorporándole un factor corrector K, denominado de uniformidad, en función de la superficie de la cuenca, y adecuado para cálculos de cuencas de pequeño tamaño.

Así el caudal máximo para el periodo de retorno considerado se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C I A}{3.6} K$$

Siendo:

Q: caudal máximo en m³/s.

C: coeficiente de escorrentía

I: intensidad media de precipitación para un intervalo de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, correspondiente al periodo de retorno considerado, en mm/h.

A: área de la cuenca de drenaje en km².

K: Coeficiente de uniformidad, con valor 3 si Q está dado en m^3/s y A en km^2 , según la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial"

6.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS

Los parámetros de las características físicas de las subcuencas necesarios para la aplicación del método racional, son los siguientes:

- A: área de la cuenca de drenaje
- L: longitud del cauce principal
- J: pendiente media del cauce principal.

En la tabla siguiente se incluyen los valores de estos parámetros, obtenidos para el cálculo de caudales máximos sobre las subcuencas que afectan al proyecto.

TABLA 6.1.- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE SUBCUENCAS DEL PROYECTO MODIFICADO			
	Subcuenca S0´	Subcuenca S1´	Subcuenca S2´
Longitud máxima (m)	796	1.566	2.358
Área (m^2)	639.111	1.919.385	1.051.095
Desnivel máximo (m)	289	518	605
Pendiente media (m/m)	0,3631	0,3308	0,2566

6.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA CUENCA

En los siguientes apartados se recogen los cálculos de los parámetros necesarios para aplicar el Método Hidrometeorológico Racional.

6.4.1. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración T_c se define como el tiempo máximo que tarda la gota más alejada en ser drenada por la cuenca y, para estar del lado de la seguridad, se hace coincidir la duración del aguacero, que alcanza la escorrentía máxima (Q_p), con este tiempo de concentración (T_c). En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración se estima en función de la longitud y pendiente, mediante la siguiente expresión:

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Siendo:

T_c : tiempo de concentración (h)

L : longitud del cauce principal (m)

J : pendiente media del cauce principal (m/m)

El tiempo de concentración para cada una de las subcuencas al alcanzar la situación final sería:

TABLA 6.2.- TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN DE LAS SUBCUENCAS DE PROYECTO		
SUBCUENCA DE DRENAJE	TIEMPO CONCENTRACIÓN	
	(h)	(min)
S0´	0,306	18,347
S1´ parcial	0,280	16,827

6.4.2. Coefficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se define como el cociente entre la lluvia total y la lluvia neta, que da lugar a escorrentía superficial. La diferencia entre la lluvia total y la neta, depende de las pérdidas producidas por evapotranspiración e infiltración que, a su vez, dependen de: humedad

inicial del suelo, intensidad y duración de la precipitación, pendiente del terreno, naturaleza del mismo y dimensiones de la cuenca vertiente en el mismo periodo de tiempo. Esta dependencia se debe a los muchos parámetros que influyen sobre el valor final del coeficiente de escorrentía (C).

$$C = \frac{(P_d - P_0) \cdot (P_d + 23 \cdot P_0)}{(P_d + 11 \cdot P_0)^2}$$

Siendo:

P_d : precipitación diaria correspondiente a un determinado periodo de retorno.

P_0 : Umbral de escorrentía. El umbral de escorrentía se define como el mínimo valor de precipitación a partir del cual empieza a producirse escorrentía. Es función de factores propios de la cuenca: pendiente, uso de la tierra, tipo de suelo, formas de laboreo, cobertura de vegetación, presencia de zonas impermeables.

Para obtener el valor del umbral de escorrentía (P_0) se han aplicado los valores de estimación inicial de P_0 en base a la tabla 3.4 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

El umbral de escorrentía final se puede obtener multiplicando el valor contenido en la citada tabla 3.4, por el coeficiente corrector de la "figura 2.5" de la Instrucción 5.2- IC.

Este coeficiente refleja la variación de humedad habitual en el suelo a comienzo de aguaceros significativos, e incluye un aumento para evitar sobrevalorar el caudal de referencia a causa de ciertas simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico (Instrucción 5.2- IC).

A estos umbrales de escorrentía se les debe aplicar el factor corrector del umbral de escorrentía para la zona de estudio (figura 2.5 de la Instrucción 5.2-IC), en este caso 2.

6.4.3. Precipitaciones máximas

Se ha elegido un periodo de retorno de 100 años atendiendo al Real Decreto 975/2009 sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras. La precipitación máxima en 24 h seleccionada para los cálculos será de 120,0 mm.

En la zona de estudio, la precipitación máxima en 24 horas se ha obtenido para cada uno de los períodos de retorno considerados por medio del Método de Ajuste SQRT-ET a través del código informático de Lluvias Máximas (Mapa de Precipitaciones Máximas Diarias de la España Peninsular. Ministerio de Fomento, 1999), y corresponden con los valores de la tabla 6.3.

TABLA 6.3.- VALORES EXTERNOS PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO	
Periodo de retorno (años)	Valor esperado (mm)
10	76,00
25	93,00
50	106,00
75	114,00
100	120,00

6.5. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La intensidad media de lluvia I_t (I en la fórmula racional) correspondiente al intervalo de duración que produce la máxima avenida se ha considerado para t igual al tiempo de concentración de cada una de las subcuencas del

proyecto. Para su determinación se emplea la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", basada en la construcción de familias de curvas intensidad-duración, que permiten considerar explícitamente la situación geográfica de las subcuencas a estudio.

La expresión analítica propuesta en la mencionada normativa es la siguiente:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Siendo:

I_t : Intensidad media de lluvia correspondiente al intervalo de duración t deseado, en mm/h.

I_d : Intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado, mm/h. Es igual a $P_d / 24$.

P_d : precipitación total diaria correspondiente a dicho periodo de retorno, en mm/h (se hará uso indistinto de P_d y P_{24}).

I_1/I_d : cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del periodo de retorno que puede obtenerse de la figura 2.2 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

t : duración del intervalo al que se refiere I_t , en horas.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cociente entre la intensidad horaria y la diaria en función de las subcuencas analizadas.

TABLA 6.4.- COCIENTE ENTRE LAS INTENSIDADES PARA LAS SUBCUENCAS		
	S0'	S1 parcial
I_1/I_d	17,70	18,49

6.6. CAUDALES PUNTA OBTENIDOS

Los caudales máximos se han calculado en función de los parámetros físicos de cada subcuenca incluidos en la tabla 6.1. Los resultados obtenidos de caudal punta para el periodo de retorno de 100 años son:

TABLA 6.5.- PARÁMETROS BÁSICOS DE ENTRADA EN EL MÉTODO RACIONAL Y CAUDALES PUNTA OBTENIDOS PARA CADA SUBCUENCA DE PROYECTO PARA UN PERIODO DE RETORNO T=100 AÑOS				
Subcuenca	C	K	K'	Q (m³/s)
S0'	0,9143	1,0159	3,5434	14,599
S1 parcial	0,9143	1,0144	3,5490	4,482

7. CÁLCULOS DE LA RED DE DRENAJE

A partir de los caudales máximos de avenida obtenidos que se han calculado en el apartado 6.6 cálculo de caudales punta, se presentan ahora los cálculos justificativos de la estructura de la red de drenaje para dicho caudal.

Para el cálculo de estas cunetas se han aplicado las siguientes fórmulas:

$$Q = \frac{S}{n} \cdot i^{1/2} \cdot R_H^{2/3}$$

$$R_H = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}}$$

$$S = (b + z \cdot y) \cdot y$$

Siendo:

Q: Caudal que atraviesa la sección del canal (m³/s)

S: Sección mojada del canal (m²)

n: coeficiente de rugosidad de Manning, en este caso 0,012 si tiene revestimiento de hormigón y 0,04 si están excavadas en el terreno.

R_H: radio hidráulico (m)

z: talud, en este caso 1 porque es siempre 1V:1H.

b: ancho de la solera del canal (m)

y: calado del canal (m)

i: pendiente del canal (m/m)

El sistema general de desagüe de las instalaciones se compone de un conjunto de cunetas que recogen y conducen las escorrentías generadas en las subcuencas de proyecto, cuyos caudales han sido calculados anteriormente. Estos caudales van a conducir a las diferentes balsas de

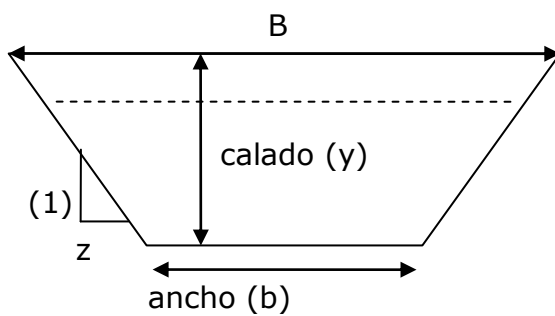
decantación dimensionadas adecuadamente mediante la metodología establecida para este tipo de instalaciones cuyo objetivo es decantar las partículas en suspensión que puedan arrastrar las aguas de escorrentía antes de su vertido.

TABLA 7.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CANALES PERIMETRALES					
Subcuencas	Q	n	Longitud	Desnivel	(i)
					m/m
S0´	14,60	0,04	15.405	727	0.06
S1´ parcial	4,48	0,04	488	63	0,13

En la tabla 7.2 se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación de las fórmulas de Manning ajustando para las secciones del canal, siendo:

P: perímetro mojado (m)

v: velocidad media en la sección considerada (m/s).



$$v = \frac{1}{n} \cdot i^{1/2} \cdot R_H^{2/3}$$

$$R_H = \frac{(b+z \cdot y) \cdot y}{b+2 \cdot y \cdot \sqrt{1+z^2}}$$

$$P = b + 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$B = b + 2zy$$

TABLA 7.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS DE DRENAJE						
Subcuenca	Longitud	Pendiente	Caudal	Sección	Base	Altura
	(m)	(i)	(m ³ /s)	(m ²)	m	m
S0´	15.405	0,06	14,60	3,75	1	1,5
S1 parcial	799	0,08	4,48	1,5	1	0,5

Por lo tanto se obtiene unas cunetas de drenaje de base 1 y 0,5 m y altura 1,5 y 1 m.

En todos los bancos de explotación se situarán canales de drenaje a pie de banco que llevarán las aguas hacia la red de drenaje correspondiente a cada una de las subcuencas.

Las cunetas de drenaje se situarán en cada banco de explotación con una forma trapezoidal excavadas en la propia roca mediante retroexcavadora.

8. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BALSAS DE DECANTACIÓN

Una balsa, situada en la base de la corta, será suficiente para recoger las aguas drenadas por la subcuenca S0', mientras que las aguas de no contacto que llegan a la cabeza de la explotación provenientes de la subcuenca S1' se verterán fuera de la zona de explotación. A continuación se presentan los cálculos justificativos.

La superficie de agua que se necesita para las balsas, con el fin de eliminar todas las partículas sólidas con diámetro mayor o igual a 0,1 mm, se calcula con la relación $A=Q/Vs$.

Para calcular la velocidad de sedimentación se emplea la Ley de Stokes, y se obtiene un valor $Vs = 0,66$ cm/s (0,0066 m/s) para un diámetro de partículas de 0,1 cm.

La superficie calculada se incluye en la tabla siguiente:

TABLA 8.1.- SUPERFICIE DE DECANTACIÓN			
	Caudal (m³/s)	Velocidad de sedimentación (m/s)	Superficie (m²)
S0'	14,60	0,0066	2.192

A partir de estos datos de superficie obtenidos, se procede al cálculo del dimensionamiento de las balsas, y obtener su anchura y longitud.

Para este cálculo, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros para la subcuenca S0' :

- Velocidad crítica de arrastre (m/s): 0,2
- Sección mínima (m²): 73
- Profundidad de la lámina de agua (m): 0,5
- Sección de prueba (m²): 11,00
- Tiempo de sedimentación (s): 75,08
- Velocidad de arrastre (m/s): 1,31

Con estos datos se obtienen unas necesidades teóricas de balsa de 100 m de longitud.

La figura 8.1 muestra el esquema de la balsa de decantación. La balsa está compartimentada mediante un muro de 2,6 metros de altura. Este muro frena la velocidad de la lámina de agua, esto permite que los tiempos de permanencia de las partículas para su sedimentación disminuyan. De esta forma las dimensiones teóricas necesarias disminuirán notablemente.

Por lo tanto las balsas existentes son suficientes para las necesidades futuras de la explotación.

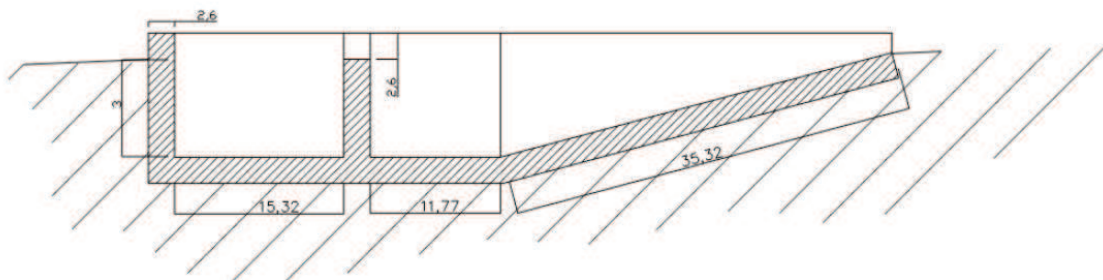


Figura 8.1.- Esquema de la balsa de decantación.

CRS Ingeniería
Octubre de 2016



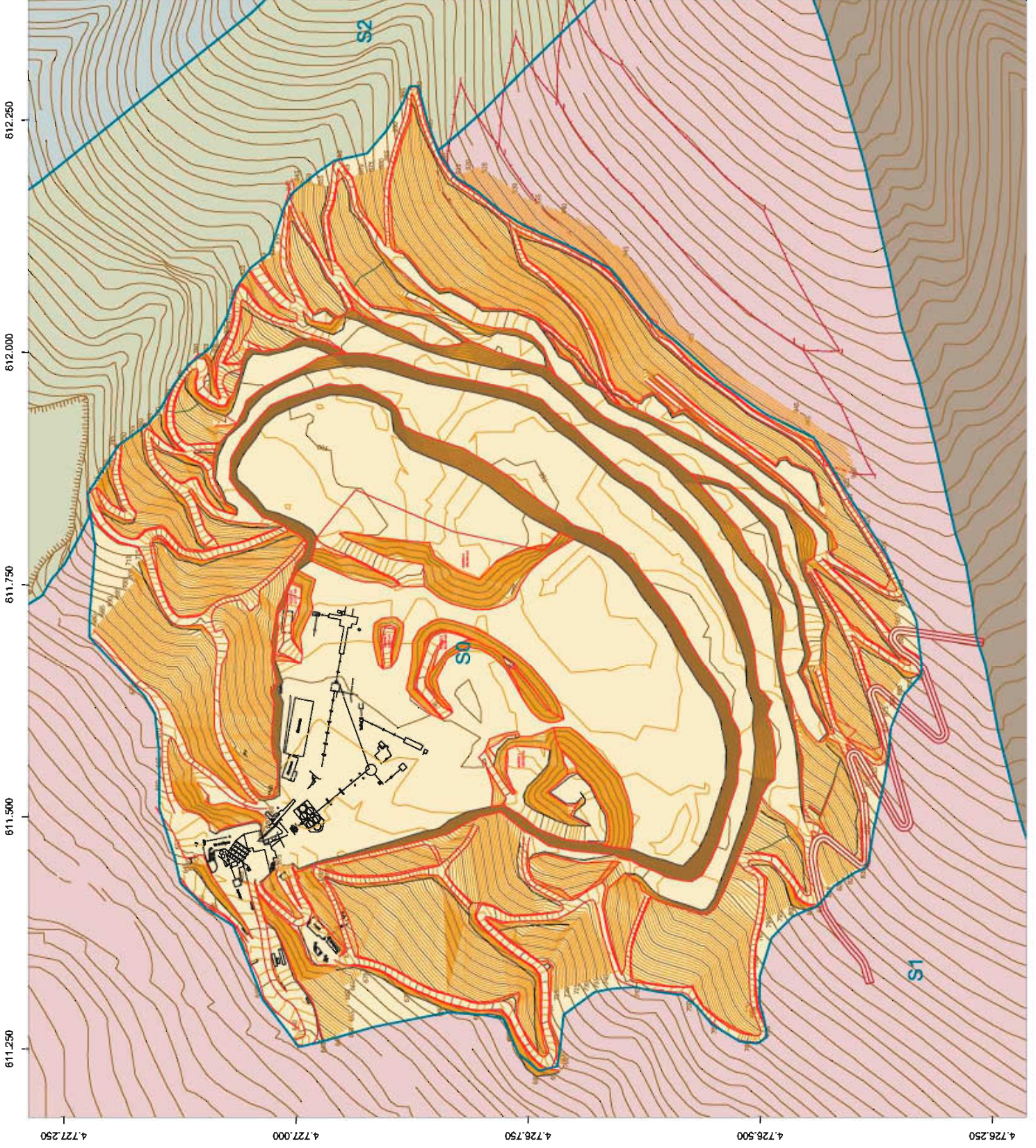
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L.
C/ Raimundo Fdez. Villaverde, 53
28003 Madrid
Tels: 91 535 61 72 / 91 534 91 83
Fax: 91 534 91 83

Juan Ignacio Coullaut Santurtún
Ingeniero de Minas
Colegiado nº 3825CE

PLANOS



INDICE DE PLANOS

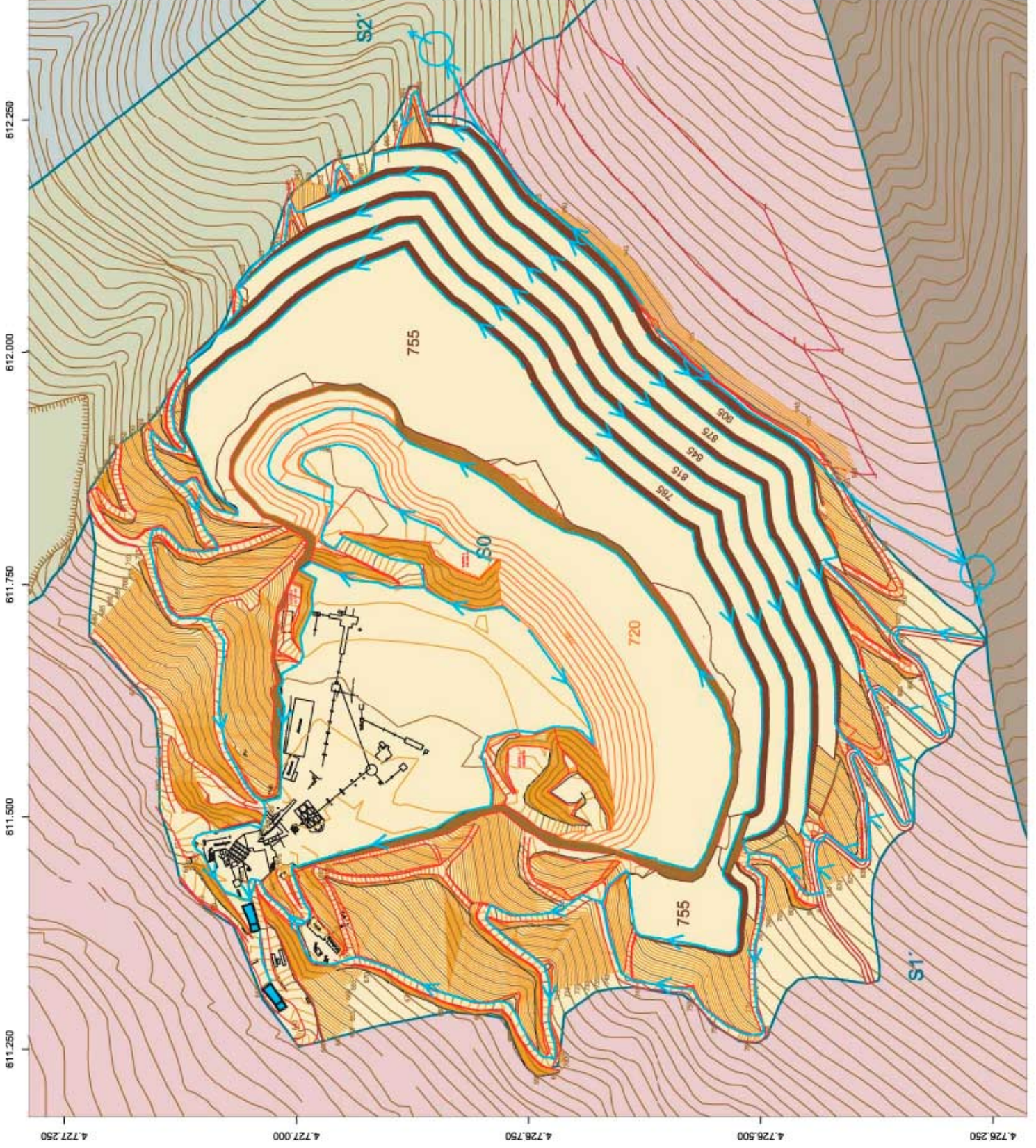
- Plano nº 1 - Mapa de subcuencas en situación inicial. Escala 1:4.000
- Plano nº 2 - Mapa de subcuencas y red de drenaje en situación final.
Escala 1:4.000



LEYENDA

Límites de las subcuencas

	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE EXPLORACIÓN DE LA CANTERA "LA MORENA", TIERRAS-ALFARQUE DE RETA (NAVARRA), ANEXO III. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO		
	TÍTULO DEL MAPA MAPA DE SUBCUBECAS EN SITUACIÓN INICIAL		
	FECHA Octubre 2016	ESCALA 1:4.000	Nº 01
CÓDIGO E.1605SAUDIM4S01	REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO



LEYENDA

- Limites de las subcuencas
- Cunetas de drenaje
- Punto de vertido libre
- ▭ Balsa de decantación

TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA "LA MORENA",
 TEBAG-MUNICIPIO DE RETA (MVAZAR),
 ÁMBITO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDROLÓGICO



CONSEJO
 EREGOVALDUNSO

TÍTULO DEL PLANO

MAPA DE SUBCUENCAS Y RED DE DRENAJE EN SITUACIÓN FINAL

FECHA

Octubre 2016

ESCALA

1:4.000

REVISIÓN

REALIZADO

Nº

02

REVISADO

REVISADO