



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

**TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL**

**PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA CANTERA DE  
CALIZAS “RIALLA” T.M. DE BENIMODO  
-VALENCIA-**

**AUTOR:** ÁLVARO FERRER HERVAS

**TUTOR:** JOSÉ ANDRÉS TORRENT BRAVO

**Curso Académico:** 2018-2019

**Valencia, Julio de 2019**



## **PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA CANTERA DE CALIZAS "RIALLA" T.M. DE BENIMODO -VALENCIA-**

**RESUMEN:** El propósito de este Trabajo Final de Grado es restaurar ecológicamente la cantera de Calizas perteneciente al término municipal de Benimodo.

El nombre de dicha cantera es "RIALLA" y fue creada por la empresa "Graveras del Río Magro S.A." con el objetivo de complementar el suministro de materiales con otro tipo de áridos a su otra planta ubicada en Carlet y con esto atender las demandas de mercado.

Debido a la baja actividad en el sector de la construcción, la cantera se encuentra en desuso desde el año 2014, no realizándose en la misma aprovechamiento alguno. Tras su cierre, no se ha llevado a cabo ningún tipo de restauración, lo cual agrava los problemas ambientales que la cantera ha generado.

Por este motivo, se pretende realizar un proyecto de restauración ecológico de la zona, dando así un uso final protector y conservador del suelo.

Los objetivos de este proyecto son:

- Conseguir una buena integración paisajística del frente de cantera: Mediante una repoblación forestal distribuyendo estratégicamente las especies seleccionadas, conseguir que la vegetación en su normal desarrollo pueda integrar los taludes y la explotación en el paisaje.
- Devolver a la zona sus interacciones ecológicas: Realizando el aporte de tierra vegetal y la posterior repoblación, se conseguirá devolver a la zona su estado lo más próximo al natural.
- Reducción y control de la erosión del suelo: Se conseguirá una reducción de la erosión del suelo gracias a la construcción de los muretes de contención y a la construcción de cunetas en las banquetas para evitar la escorrentía superficial.
- Protección contra riesgos de salud pública: Se instalarán varios carteles de Peligro por desprendimientos en las inmediaciones de esta, para conseguir una mayor seguridad.

La metodología empleada en la obra se realizará de la siguiente manera:

- En primer lugar se realizará el movimiento de tierras, limpiando las banquetas y distribuyendo el material para la construcción del muro de contención.
- En segundo lugar, una vez las banquetas y la superficie de la cantera esté limpia, se procederá a realizar una extensión de tierra vegetal.
- Por último, se realizará la plantación. Las especies que han sido seleccionadas serán distribuidas de forma estratégica y equitativa para conseguir que la vegetación en su normal desarrollo pueda integrar los taludes y la explotación en el paisaje.

Palabras clave: Restauración, cantera, minería, ecología, repoblación .



**ABSTRACT:** The purpose of this Degree final project is to ecologically restore the limestone quarry belonging to the municipality of Benimodo.

The name of this quarry is "RIALLA" and was created by the company "Graveras del Río Magro S.A." with the aim of complementing the supply of materials with other types of aggregates to its other plant located in Carlet and thus meeting market demands.

Due to the low activity in the construction sector, the quarry has been disused since 2014, not taking any advantage of it. After its closure, no restoration has been carried out, which aggravates the environmental problems that the quarry has generated.

For this reason, it is intended to carry out an ecological restoration project of the area, thus giving a protective and conservative final use of the soil.

The objectives of this project are:

- To realize a good landscape integration of the quarry front: Through a forest repopulation strategically distributing the selected species, ensure that the vegetation in its normal development can integrate the slopes and exploitation in the landscape.
- Return to the area its ecological interactions: By making the contribution of topsoil and subsequent repopulation, we can procure the return of the area to its close to natural possible state.
- Reduction and control of soil erosion: Reduction of soil erosion will be achieved thanks to the construction of retaining walls and the construction of ditches on the berms to prevent surface runoff.
- Protection against public health risks: Several hazard signs will be installed due to landslides in the immediate vicinity in order to procure greater security.

The methodology used in the construction work will be performed as follows:

- First of all, the earthworks will be carried out, cleaning the berms and distributing the material for the construction of the retaining wall.
- Secondly, once the berms and the quarry surface is clean, an extension of topsoil will proceed.
- Finally, planting will take place. The species that have been selected will be distributed strategically and equitably to ensure that vegetation in its normal development can integrate the slopes and exploitation in the landscape.

Keywords: Restoration, quarry, mining, ecology, repoblation.

Alumno: Álvaro Ferrer Hervas  
Tutor: José Andrés Torrent Bravo  
Valencia, 29 Julio de 2019



# **DOCUMENTO I**

## **MEMORIA**

Álvaro Ferrer Hervas  
Valencia, Julio de 2019



## **ÍNDICE DE LA MEMORIA**

<b>I. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
1. Antecedentes.	1
2. Justificación.	1
3. Situación y emplazamiento.	2
4. Extensión de la cantera.	2
<b>II. OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>3</b>
<b>III. NORMATIVA.</b>	<b>5</b>
<b>IV. MEDIO FISICO.</b>	<b>6</b>
1. Geología.	6
2. Hidrología.	7
3. Hidrogeología.	8
4. Climatología.	10
5. Vegetación y fauna.	14
6. Estado actual de la cantera.	17
<b>V. MEDIDAS CORRECTORAS.</b>	<b>20</b>
<b>VI. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.</b>	<b>21</b>
1. Acondicionamiento del terreno.	22
2. Movimiento de tierras.	26
2.1. Limpieza de banquetas y construcción del muro de contención.	26
2.2 Extensión de tierra vegetal.	28



3. Plan de repoblación. ....	30
4. Elección de especies. ....	30
4.1 Método de repoblación. ....	31
4.2 Plantas y semillas: Método de plantación y siembra. ....	32
4.3 Época de plantación. ....	35
4.4 Densidad de plantación. ....	35
4.5 Programa de vigilancia. ....	37
<b>VII. PLANIFICACIÓN DE OBRAS Y PLAZO DE EJECUCIÓN. ....</b>	<b>38</b>
<b>VIII. PRESUPUESTO. ....</b>	<b>39</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA. ....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1.</b> Situación de la cantera en el Término Municipal de Benimodo. . . . .	2
<b>Figura 2.</b> Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. . . . .	8
<b>Figura 3.</b> Aportación superficial a la red fluvial ( $hm^3$ ) en la Demarcación Hidrográfica del Júcar. . . . .	9
<b>Figura 4.</b> Temperatura media anual. . . . .	10
<b>Figura 5.</b> Temperatura mínima anual. . . . .	10
<b>Figura 6.</b> Temperatura máxima anual. . . . .	11
<b>Figura 7.</b> Precipitación en mm. . . . .	11
<b>Figura 8.</b> Clasificación climática de Köppen-Geiger. . . . .	12
<b>Figura 9.</b> Taludes situados al Suroeste. . . . .	17
<b>Figura 10.</b> Taludes situados al Noroeste. . . . .	17
<b>Figura 11.</b> Taludes situados al Norte . . . . .	17
<b>Figura 12.</b> Taludes situados al Noreste. . . . .	17
<b>Figura 13.</b> Camino de acceso a la primera banquetta, situada al suroeste, bloqueado por piedras. . . . .	18
<b>Figura 14.</b> Imagen aérea de la cantera y los dos huecos generados en la explotación. . . . .	18
<b>Figura 15.</b> Zonas 1 y 2 de desmonte. . . . .	19
<b>Figura 16.</b> Zona 3 de desmonte. . . . .	19
<b>Figura 17.</b> Hueco 1, situado al Este de la cantera. . . . .	19
<b>Figura 18.</b> Hueco 2, situado al Oeste de la cantera. . . . .	19
<b>Figura 19.</b> Planta asfáltica. . . . .	20
<b>Figura 20.</b> Planta asfáltica. . . . .	20
<b>Figura 21.</b> Caminos situados en el frente de cantera. . . . .	22
<b>Figura 22.</b> Zona 1 y 2 de desmonte. . . . .	23
<b>Figura 23.</b> Zona 3 de desmonte. . . . .	23
<b>Figura 24.</b> Taludes que sufrirán un refinado para conseguir una mejor estabilidad del talud. . . . .	24
<b>Figura 25.</b> Material distribuido por las 2 banquetas. . . . .	26
<b>Figura 26.</b> Muro de contención y tierra vegetal aportada en la cantera. . . . .	26
<b>Figura 27.</b> Muro de contención, situado en la cota más baja de la banquetta. . . . .	27
<b>Figura 28.</b> Zonas donde se aportara tierra vegetal. . . . .	28



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de las subparcelas en la que está situada la cantera. . . . .	3
<b>Tabla 2.</b> Legislaciones relacionadas con este tipo de explotación. . . . .	5
<b>Tabla 3.</b> Temperaturas y precipitaciones medias. . . . .	11
<b>Tabla 4.</b> Clasificación climática según Köppen-Geiger. . . . .	12
<b>Tabla 5.</b> Designación de cada letra, en la clasificación climática usada por Köppen- Geiger. . . . .	13
<b>Tabla 6.</b> Designación de cada letra, en la Subdivisión de los climas. . . . .	13
<b>Tabla 7.</b> Designación de cada letra, usada para describir mejor el régimen térmico. . . . .	13
<b>Tabla 8.</b> Especies vegetales más comunes encontradas en la zona. . . . .	14
<b>Tabla 9.</b> Mamíferos que habitan en la zona de estudio. . . . .	15
<b>Tabla 10.</b> Reptiles que habitan en la zona de estudio. . . . .	16
<b>Tabla 11.</b> Anfibios que habitan en la zona de estudio. . . . .	16
<b>Tabla 12.</b> Aves que habitan en la zona de estudio. . . . .	17
<b>Tabla 13.</b> Volúmenes en $m^3$ de las zonas de desmonte. . . . .	26
<b>Tabla 14.</b> Volumen necesario para la construcción del muro de contención. . . . .	26
<b>Tabla 15.</b> Superficie y volumen necesario de las distintas zonas. . . . .	28
<b>Tabla 16.</b> Densidad de las especies seleccionadas para la repoblación en cada zona. . . . .	35
<b>Tabla 17.</b> Numero de plantas total de las distintas especies utilizadas en la repoblación. . . . .	36
<b>Tabla 18.</b> Número total de pies necesario para cada zona. . . . .	37
<b>Tabla 19.</b> Plazo de ejecución de la restauración. . . . .	38







## I. INTRODUCCIÓN

La cantera de "Rialla" situada en el término municipal de Benimodo, es una explotación minera a cielo abierto, la cual ha generado un hueco en el terreno debido a la extracción de áridos.

La cantera tenía un permiso de explotación de 25 años, empezó en el 1992 y el permiso terminó en el año 2017. Actualmente se encuentra en desuso desde el año 2014 y esto ha afectado a la ecología del lugar, la estructura del suelo y el paisaje.

Debido al abandono de la cantera y al estado en el que se encuentra, se pretende realizar un proyecto para restaurar el frente de cantera y con ello mejorar la ecología del lugar, la estructura del suelo y el paisaje.

### 1. Antecedentes

La empresa **Graveras del Magro Nº 1039** ya tenía una cantera de gravas en el término municipal de Carlet, abrió la cantera de "Rialla" situada en el término municipal de Benimodo, para complementar el suministro de materiales a dicha planta, con otro tipo de áridos y con esto atender a las demandas del mercado.

El principal aprovechamiento de la cantera era la extracción de áridos. Los materiales objeto de explotación eran transportados hasta otra planta donde allí eran utilizados para la construcción y fabricación de hormigón.

En el año 2008 debido a la baja actividad en el sector de la construcción la empresa **Graveras del Río Magro** cedió la explotación a las empresas **Lafarge y Pavasal**.

Estas empresas construyeron una planta asfáltica, la cual era alimentada por los materiales extraídos del frente de cantera.

Estas empresas continuaron explotando la zona hasta el año 2012-2013. En el año 2013, las empresas a cargo de la explotación recibieron varios avisos del Ayuntamiento de Benimodo exigiéndoles una restauración de la cantera ya que esta se encontraba parada.

La cantera permaneció inactiva hasta el año 2014, momento en el que las empresas ya citadas decidieron cerrarla.

### 2. Justificación

Debido a que la cantera está en desuso y la cesión de la explotación ha terminado, el titular de la solicitud de extracción ha de cumplir el **RD 2994/1982 del 15 de octubre**. En este decreto se aprueba la obligación de restaurar todos aquellos espacios naturales afectados por explotaciones mineras, una vez haya terminado la explotación de esta.

Debido a que esto no se está cumpliendo se va a realizar un proyecto de restauración, estudiando el medio físico y estableciendo un plan de restauración.

### 3. Situación y emplazamiento

La cantera se encuentra situada en la partida “Pla del Olivero” o “Rialla” del término municipal de Benimodo (Valencia).

Para acceder a la cantera hay que circular por la CV-50 que une Alcudia con Carlet, posteriormente se toma la CV-546 en dirección Benimodo y desde ahí por la CV5470 se continúa por el llamado Camí de Salt, el cual atraviesa el Canal Júcar-Túria, sigues por el único camino habilitado que hay y llegas a la cantera.

Los terrenos que forman la cantera están bordeados por su lado Norte y Este, por el Barranco de las Cuevas del Puig y por sus lados Sur y Oeste, por el límite de los términos municipales de l’Alcudia y Tous, respectivamente; es decir, que la finca se encuentra al límite del término de Benimodo en su zona Oeste.

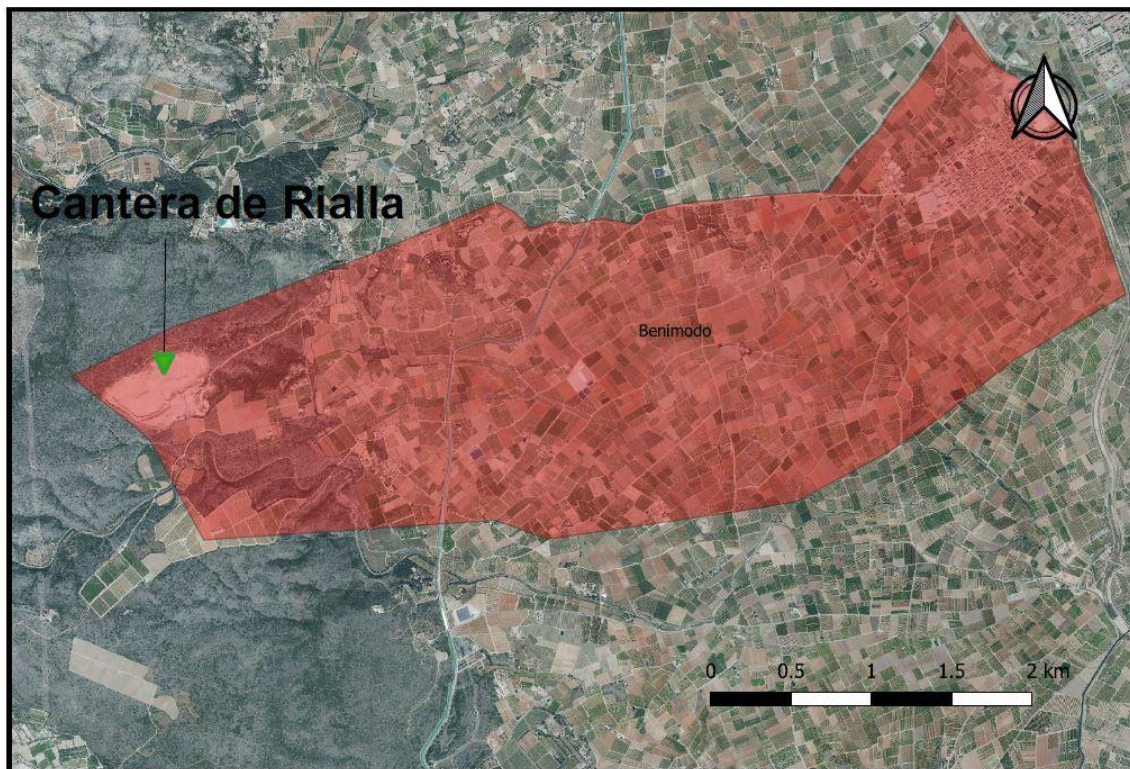


Figura 1. Situación de la cantera en el Término Municipal de Benimodo.

### 4. Extensión de la cantera

La superficie de los terrenos de la cantera, así como la zona de explotación, queda reflejado en los planos correspondientes, adjuntos al presente proyecto.

La superficie del área es de  $195.839,50 m^2$  , siendo el área afectiva de explotación  $115.928 m^2$ . El punto más alto de la cantera se encuentra a 169 m y el más bajo de 116 m.

La base de la cantera tiene una altura media de 125m.

Los terrenos donde está situada la cantera pertenecen a las Parcelas 7-a. 7-b. 7-c, Polígono 13, parcela 15, del Plano Catastral de Benimodo. Este Plano se encuentra adjunto a la presente Memoria.



En el plano catastral, podemos observar:

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m <sup>2</sup>
a	MT	Matorral	00	430.269
b	CA	Cantera	00	51.497
c	MT	Matorral	00	97.803
d	I-	Improductivo	00	7.884

**Tabla 1.** Distribución de las subparcelas en la que está situada la cantera.

Estos datos catastrales no están actualizados ya que la superficie ocupada por la cantera, según catastro es de 51.497 m<sup>2</sup>. La superficie actual de la cantera es de 195.839,50 m<sup>2</sup> por lo que la cantera ha cogido parte la *subparcela a* y de la *subparcela c*.

La ubicación concreta de los puntos que limitan la cantera son:

Punto medio lado Norte	{	X= 708.266
		Y= 4.342.174
Punto medio lado Sur	{	X= 708.416
		Y= 4.341.931
Punto medio lado Este	{	X= 708.651
		Y= 4.342.123
Punto medio lado Oeste	{	X= 708.008
		Y= 4.341.951

## II. OBJETO DEL PROYECTO

Las explotaciones mineras producen diversas alteraciones en el medio ambiente, entre las que cabe destacar: la degradación del paisaje, la desaparición del uso productivo de la tierra, el aumento de la erosión de la zona al desaparecer la cubierta vegetal, la posible contaminación por sustancias tóxicas, por el ruido, etc.

Debido a estos problemas ambientales y a que la cantera está en desuso y no hay intención de restaurarla, se hace este proyecto de restauración de la cantera “Rialla” el cual pretende restaurar el frente de cantera.

Para la restauración de canteras existen varios tipos de restauración posibles, dando a estas un uso diferente en cada caso, como por ejemplo:

- Uso Recreativo
- Uso Urbanístico
- Uso Agrícola
- Uso Forestal
- Vertedero
- Balsa de agua
- Práctica de tiro.

La viabilidad de estos tipos de restauración en la zona en concreto son:

- **Uso Recreativo:** En la zona donde está ubicada la cantera a menos de 3 km hay dos áreas recreativas, estas son de grandes dimensiones y pueden albergar a gran parte de las poblaciones de los términos de alrededor. Descartamos esta opción por factores económicos y por proximidad a otras áreas recreativas.
- **Uso Urbanístico:** El Plan General de Ordenación Urbanística no refleja esta parcela como lugar urbanizable, por lo que esta opción se descarta.
- **Uso Agrícola:** La cantera se encuentra en una zona donde hay bastante agricultura lo cual es una posible opción. Pero debido a la explotación, esta tiene una baja calidad del suelo, lo cual repercutiría en el rendimiento de la explotación agrícola. Debido a que nuestra intención es devolver a las zonas su estado natural y su equilibrio no vamos a proceder a una restauración agrícola
- **Vertedero:** Causaría un impacto social alto ya que existen zonas agrícolas y urbanizables cerca, a menos de 1km. Por este motivo se descarta el uso como vertedero.
- **Balsa de agua:** Debido al coste económico que conllevaría impermeabilizar el hueco y llenarlo de agua esta opción es inviable. El pantano de Tous se encuentra a 3 km lo cual es una distancia muy corta para un medio aéreo en caso de incendio.
- **Campo de tiro:** Debido a la existencia de un cuartel de la Guardia Civil y a varias asociaciones de cazadores se podría estudiar la opción de restaurar la cantera para la práctica de tiro, tiro al plato, etc...) Finalmente, estudiando la zona, se ha observado que existen 4 campos de tiro en un radio inferior a 10km, de este modo no sería una opción darle este uso a la cantera.
- **Uso Forestal:** Finalmente nos decantaremos por el uso forestal. Se pretende realizar una restauración de tipo protector y con ella conseguir integrar paisajísticamente la zona y devolver a la zona de actuación un estado lo más próximo a su estado natural.

La elección del uso que le damos a la cantera ha sido elegida por limitaciones económicas y técnicas.

Los objetivos de este proyecto son:

- 1- Integración paisajística del frente de cantera, mediante la plantación de especies autóctonas.
- 2- Devolver a la zona sus interacciones ecológicas.
- 3- Buen drenaje de las aguas superficiales.
- 4- Reducción y control de la erosión del suelo.
- 5- Protección contra riesgos de salud pública

### III. NORMATIVA

	Legislación	Que ampara esta Ley
Legislación relacionada con la explotación minera.	Ley 22/1973 del 21 de julio	Ley de Minas
	RD2994/1982 del 15 de octubre	En este decreto se aprueba la obligación de restaurar todos aquellos espacios naturales afectados por explotaciones mineras. El titular de la solicitud de extracción ha de presentar un plan de restauración del espacio natural afectado por la actividad.
	Orden del 20 de Noviembre de 1984	El Real Decreto, expone que el titular de la explotación debe dejar como fianza el dinero de la restauración para garantizar que ésta se realiza; una vez restaurada la cantera, la administración devuelve la fianza.
Legislación de impacto ambiental	Ley 2/1989, del 3 de marzo	Indica las pautas a seguir y los datos que debe contener un estudio de impacto ambiental.
	Directiva 2004/35/UE	Responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.
	Ley 6/2010 del 24 de marzo	Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
	Directiva 2011/92/UE	Del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de diciembre de 2011 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
	Ley 29/1985, del 2 de agosto	Impone con carácter perceptivo que en la tramitación de las concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico y a la vez impliquen riesgos para el medioambiente, sea



		necesaria la presentación de una evaluación de sus efectos.
Legislación de trabajos laborales	RD 1627/97 del 24 de octubre	Se establecen las condiciones de seguridad que han de garantizar la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores.
	Ley 31/1995 del 8 de noviembre	Prevención de Riesgos Laborales (BOE 269)
Legislación Forestal	Ley 43/2003 del 21 de noviembre	Ley de Montes (BOE nº 280)
	Decreto 106/2004 del 25 de junio	Por el cual se aprueba el Plan General de Ordenación del Territorio de la Comunidad Valenciana.
	Decreto 15/2006 del 20 de enero	Consell de la Generalitat, por el cual se regula la producción, comercialización y utilización de los materiales forestales de reproducción.
	Ley 3/1993 forestal de la Comunidad Valenciana	En el artículo 34.2 contempla que para comenzar cualquier actividad extractiva ha de haber un compromiso económico con la administración de medio ambiente para la reconstrucción de los terrenos forestales y de la adecuada repoblación.
	Ley 4/1989 del 27 de marzo	Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. (BOE nº 74, de 28.3.89)

**Tabla 2.** Legislaciones relacionadas con este tipo de explotación.

#### IV. MEDIO FISICO

##### 1. Geología

La zona en la que se encuentra la explotación, corresponde a una serie carbonatada, que se sitúa en la unidad geológica del Sistema Ibérico Valenciano Meridional, más concretamente en la subunidad de los pliegues Nororientales, todo ello dentro del Sistema Ibérico.

Dominan los materiales calcodolomíticos correspondientes al Cretácico siendo la estructura de toda ella tabular, a excepción de la subunidad de los pliegues Nororientales, que corresponde a un área intensamente plegada en la que suceden anticlinales y sinclinales, frecuentemente fallados.

El recurso que se explotaba eran calizas dolomíticas y concretamente se extraían bancos calcáreos que se presentaban con espesores de unos 40 a 60 m, con intercalaciones de sílice.

Tectónicamente esta zona se caracteriza por la disposición subhorizontal de las capas y con pliegues muy locales.

En resumen, la cantera cuenta con una alternancia de micritas, de briomicritas, calcarenitas bioclásticas con cemento de micritas e intrabriomicritas



## 2. Hidrología

El sistema hidrológico de la zona que estudiamos viene dominado por el curso del río Júcar. (IGME-DGA, 2009) *“Atraviesa este la zona de noreste a sureste, encajonado en angostos desfiladeros, que ha excavado en las formaciones calizas cretáceas.*

*El desnivel del río es rápido en esta zona, también hay facilidad de encontrar buenas cerradas en su curso, ya que estas han sido motivos para que este tramo del Júcar haya sido objeto de un aprovechamiento hidráulico muy intenso, tanto para producción de energía eléctrica, como para la regularización de su caudal con vista a un aprovechamiento integral en los regadíos de las zonas bajas.*

*Recibe el Júcar en esta zona numerosos pequeños afluentes por ambas márgenes. Se trata sin embargo de torrentes, de curso muy rápido, que llevan agua en las épocas lluviosas, pero cuyo caudal es prácticamente nulo durante todo el año, y desde luego en verano. Los más importantes son: el barranco del Busque, o de Dos Aguas, y el Barranco de Jalón, por la margen izquierda, y el Barranco del Hondo o de Millares, por la margen derecha.”*

Otro importante curso de agua, en la zona donde se va a realizar la restauración es el Río Magro, que atraviesa la zona de Llombay de Noroeste a Sureste, en la parte Noreste.

El río lleva un caudal importante en invierno, y aunque en el estiaje disminuye muy considerablemente, sus aguas son objeto de una explotación, muy intensiva, y desviadas en multitud de pequeñas acequias, fertilizando las tierras de Montroy, Llombay y Carlet, dentro del área de estudio.

La zona pertenece climáticamente a la vertiente Mediterránea, donde es notorio y estadísticamente demostrado que se producen fenómenos de intensa precipitación pudiéndose llegar a superar los 300mm. en 24h en algunos puntos de la costa Mediterránea; correspondiendo desde luego a temporales muy intensos y de corta duración.

### Cuenca receptora

La superficie ocupada por los terrenos de la cantera, es insignificante en relación con el resto de la cuenca a la que pertenece, estimándose su aportación a la cuenca receptora del Barranco de las cuevas del Puig y esta a su vez a la del cauce principal Río Magro a la que pertenece como de escasa incide.

La red de drenaje pertenece por tanto a la Cuenca Hidrográfica del Río Magro, y está constituida entre otros por las aportaciones del citado Barranco de las Cuevas del Puig que bordea por su zona Norte y Suroeste la zona de estudio. Dichos cauces permanecen en seco la mayor parte del año y cuando se producen precipitaciones fuertes las aguas son evacuadas con gran rapidez, debido a su fuerte pendiente no afectando por tanto a la zona que nos ocupa que quedará en todo momento a cota superior de la lámina de agua que puede alcanzar el nivel en sus máximas avenidas.

El barranco no queda afectado por la explotación de la cantera.



### Precipitación máxima

La precipitación máxima anual caída en la zona en los últimos años por los datos obtenidos en la estación de Carlet, según la Agencia Estatal de meteorología "AEMet", es de 601,1 mm. correspondiente al periodo 2010-2018.

### Índice de pendiente o desnivel

El índice de pendiente se emplea en la estimación de los caudales para determinar el tiempo de concentración de los caudales y con esto determinar el tiempo de concentración de las precipitaciones. Es decir, el tiempo necesario para que el agua corra por el terreno desde el punto más alejado o cabecera, hasta el punto de evacuación.

En el caso que nos ocupa, no es necesario calcular el tiempo de concentración ya que la superficie afectada es pequeña en relación con el resto de la cuenca receptora, además la evacuación de las aguas en caso de lluvias se produce de una manera natural, bien por filtración o por los regueros y depresiones existentes.

## 3. Hidrogeología

La zona de restauración la podemos encuadrar dentro del sistema hidrogeológico de la Cuenca Media y Baja del Júcar.



Figura 2. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

### 3.1 Hidrogeología del sistema cuenca media y baja del Júcar

Han sido analizados los rasgos hidrológicos de la Cuenca hidrográfica del Júcar, para conocer de forma aproximada la distribución de los recursos de agua superficial y establecer los parámetros y variables hidrológicas que afectan al balance de los distintos sistemas acuíferos.

(IGME-DGA, 2009) *“Los principales ríos del ámbito territorial de la CHJ son: Cenia, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis y Vinalopó, aunque los ríos Júcar y Turia, con una longitud de 512 y 280 km. respectivamente son los más importantes.*

*Los cauces que constituyen la red fluvial principal tienen un régimen de aportaciones marcadamente mediterráneo, caracterizado por períodos más secos en verano y crecimiento de caudales circulantes durante el otoño.*

*Se cuantifican a continuación las aportaciones totales en régimen natural procedentes de la modelización del ciclo hidrológico en un entorno de sistema de información geográfico, denominado Patricial, con el que puede estimarse la parte de precipitación que no resulta evapotranspirada.”*

*La aportación total a la red fluvial, es de 3.329 hm<sup>3</sup>/año para el periodo 1940/41- 2016/17 y de 3.091 hm<sup>3</sup>/año para la serie corta del periodo 1980/81 – 2016/17. En el año hidrológico 2016/2017, la aportación a la red fluvial se ha estimado en torno a los 4.485 hm<sup>3</sup>/año.*

*La aportación secundaria, es decir, aquella que es drenada por humedales costeros o cauces que no son masa de agua situados en la zona costera, se ha estimado entorno a los 424 hm<sup>3</sup>/año durante el año hidrológico 2016/17, un valor sensiblemente superior a los 295 hm<sup>3</sup>/año de media registrada tanto en la serie corta y la serie larga”*

En la Figura adjunta se muestra la evolución temporal de la aportación fluvial anual en la red fluvial en la Demarcación desde el año 1940/41 al año 2016/17. La aportación total de la cuenca Media y Baja del Júcar asciende a 4.130 millones de m<sup>3</sup>/año de los cuales 1730 corresponden a aportación directa y superficial y los restantes a aportación subterránea. En la zona existen cauces de longitud corta y régimen irregular típicamente mediterráneo y ríos largos, con caudales estabilizados por los aportes subterráneos y otros de longitud intermedia que participan en las características de las anteriores.

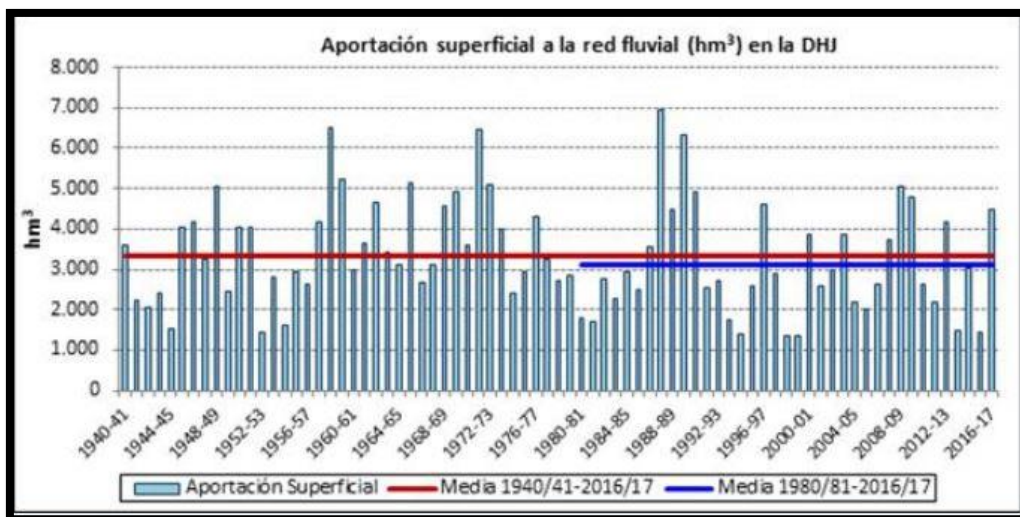


Figura 3. Aportación superficial a la red fluvial (hm<sup>3</sup>) en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

No obstante, la afección que ha ocasionado la cantera carece de importancia en su entorno más inmediato.

#### 4. Climatología

Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación. El clima viene definido por el conjunto de condiciones meteorológicas de una zona determinada.

Debido a que el Municipio de Benimodo no dispone de ninguna estación meteorológica, se han tomado los datos meteorológicos de la estación más próxima situada en el Municipio de Carlet.

De esta estación se han obtenido las siguientes tablas que nos aportan los datos de temperaturas medias en la zona.

##### Temperatura media anual

Año	gen	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	min	máx	mit	sum
2006																nan
2007																nan
2008																nan
2009									20,2	18,5	14,5	8,7	8,7	20,2		15,5
2010	7,8	10,5	10,9	13,6	17,3	21,1	25,7	25,5	21,5	16,4	12,1	7,4	7,4	25,7		15,8
2011	7,3	11,0	10,7	15,6	18,7	21,6	24,2	25,0	22,9	17,5	13,5	9,9	7,3	25,0		16,5
2012	8,4	6,2	11,1	14,7	19,4	23,6		27,2	22,5	18,3	13,9	10,5	6,2	27,2		16,0
2013	11,7	11,5	14,5	14,9	17,5	21,9	25,8	25,2	23,3	20,9	13,7	9,7	9,7	25,8		17,6
2014	12,6	12,9	13,6	18,0	19,1	23,1	25,4	26,2	24,4	20,2	15,1	9,7	9,7	26,2		18,4
2015	9,8	10,8	13,8	16,0	21,0	23,5	27,5	26,3	22,0	18,4	14,2	11,6	9,8	27,5		17,9
2016	13,2	13,0	13,5	16,1	18,7	23,0	25,9	25,6	23,5	19,7	13,6	11,3	11,3	25,9		18,1
2017	9,3	12,5	14,4	15,5	20,1	25,0	26,4	26,0	22,6	19,7	12,6	10,3	9,3	26,4		17,9
2018	12,0	9,6	14,2	16,1	19,1	23,6	27,1	27,0	23,7	17,8	13,8	11,5	9,6	27,1		18,0
2019	9,6	11,1	13,8	15,1	18,8								9,6	18,8		13,7
<b>Min</b>	7,3	6,2	10,7	13,6	17,3	21,1	24,2	25,0	20,2	16,4	12,1	7,4	6,2	25,0		15,1
<b>Máx</b>	13,2	13,0	14,5	18,0	21,0	25,0	27,5	27,2	24,4	20,9	15,1	11,6	11,6	27,5		19,3
<b>Mit</b>	10,2	10,9	13,1	15,6	19,0	22,9	26,0	26,0	22,7	18,7	13,7	10,1	10,1	26,0		17,4

Figura 4. Temperatura media anual.

##### Temperatura mínima anual

Año	gen	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	min	máx	mit	sum
2006																nan
2007																nan
2008																nan
2009									11,4	8,2	1,7	-6,1	-6,1	11,4		3,8
2010	-2,3	-1,2	-2,9	3,3	3,8	10,2	16,1	15,8	8,8	0,0	1,7	-5,1	-5,1	16,1		4,0
2011	-5,9	-1,3	-2,1	5,5	9,3	9,1	14,6	16,3	11,8	8,5	4,3	-1,7	-5,9	16,3		5,7
2012	-3,3	-6,4	0,8	0,4	5,8	13,6		16,4	12,0	2,3	4,1	-0,5	-6,4	16,4		4,1
2013	0,0	-0,3	2,2	2,5	5,7	9,0	16,5	15,0	13,6	6,3	-1,1	-1,4	-1,4	16,5		5,7
2014	2,3	1,1	1,3	7,5	7,4	12,3	14,5	18,6	15,4	8,4	3,3	-3,5	-3,5	18,6		7,4
2015	-1,0	-1,6	0,9	6,5	8,9	12,7	18,4	16,4	12,7	8,0	-0,5	2,4	-1,6	18,4		7,0
2016	-0,9	-0,7	0,8	3,5	3,7	11,9	16,4	16,4	11,1	8,3	3,1	3,3	-0,9	16,4		6,4
2017	-2,6	0,8	3,7	4,8	8,4	12,8	14,0	15,6	12,2	9,6	-0,5	-3,0	-3,0	15,6		6,3
2018	0,9	-1,6	-0,3	5,8	5,5	11,9	18,3	16,0	11,5	7,2	1,8	0,4	-1,6	18,3		6,5
2019	-3,4	-0,5	2,0	4,7	5,9								-3,4	5,9		1,7
<b>Min</b>	-5,9	-6,4	-2,9	0,4	3,7	9,0	14,0	15,0	8,8	0,0	-1,1	-6,1	-6,4	15,0		2,4
<b>Máx</b>	2,3	1,1	3,7	7,5	9,3	13,6	18,4	18,6	15,4	9,6	4,3	3,3	1,1	18,6		8,9
<b>Mit</b>	-1,6	-1,2	0,6	4,5	6,4	11,5	16,1	16,3	12,1	6,7	1,8	-1,5	-1,6	16,3		6,0

Figura 5. Temperatura mínima anual.

### Temperatura máxima anual

Año	gen	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	min	máx	mit	sum
2006																nan
2007																nan
2008																nan
2009									38,0	30,1	28,0	25,5	25,5	38,0	30,4	
2010	18,9	22,6	24,3	26,5	35,6	32,7	36,5	42,3	34,9	29,4	24,0	17,2	17,2	42,3	28,7	
2011	22,0	25,0	24,0	34,8	34,7	30,6	36,1	38,5	35,5	30,0	25,2	21,8	21,8	38,5	29,9	
2012	22,3	26,1	26,2	26,3	41,5	36,8		38,0	32,9	31,9	29,2	23,9	22,3	41,5	30,5	
2013	24,2	22,8	25,8	27,5	31,3	35,6	35,8	35,9	32,0	32,5	29,8	19,1	19,1	35,9	29,4	
2014	23,1	26,4	27,6	31,9	32,0	36,2	37,1	41,4	36,8	35,0	25,6	21,9	21,9	41,4	31,3	
2015	24,7	23,8	31,3	27,8	42,6	36,0	40,9	36,4	34,8	31,4	26,7	23,8	23,8	42,6	31,7	
2016	24,1	24,2	27,3	29,9	32,1	34,5	39,5	35,4	40,8	30,4	28,7	20,1	20,1	40,8	30,6	
2017	21,3	21,1	32,9	31,5	31,1	38,6	37,8	39,2	37,4	33,4	26,8	21,2	21,1	39,2	31,0	
2018	25,8	23,5	28,7	31,1	29,6	35,1	39,4	39,0	34,5	31,3	23,9	24,5	23,5	39,4	30,5	
2019	21,7	27,0	29,1	30,1	32,3								21,7	32,3	28,0	
Mín	18,9	21,1	24,0	26,3	29,6	30,6	35,8	35,4	32,0	29,4	23,9	17,2	17,2	35,8	27,0	
Máx	25,8	27,0	32,9	34,8	42,6	38,6	40,9	42,3	40,8	35,0	29,8	25,5	25,5	42,6	34,7	
Mit	22,8	24,3	27,7	29,7	34,3	35,1	37,9	38,5	35,8	31,5	26,8	21,9	21,9	38,5	30,5	

Figura 6. Temperatura máxima anual.

### Precipitación en mm.

Año	gen	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	min	máx	mit	sum
2006			2,0	15,0	32,0	21,0	0,0	0,0	27,0	2,0	117,0	27,0	0,0	117,0	24,3	243,0
2007	94,0	18,0	49,0	86,2	23,0	0,8	0,0	8,0	82,0	252,0	0,0	64,0	0,0	252,0	56,4	677,0
2008	4,0	85,0	7,0	8,0	113,0	41,0	14,0	5,0	87,0	174,0	42,0	67,0	4,0	174,0	53,9	647,0
2009	40,0	21,0	121,0	16,0	7,0	1,0	1,0	14,0	314,0	28,0	1,0	85,0	1,0	314,0	54,1	649,0
2010	99,0	37,0	79,0	56,0	39,0	3,0	0,2	20,0	71,0	67,0	35,0	21,0	0,2	99,0	43,9	527,2
2011	26,0	1,0	119,0	47,0	60,0	2,0	13,0	1,0	26,0	50,0	75,6	8,8	1,0	119,0	35,8	429,4
2012	37,0	1,1	82,6	28,2	6,5	2,4	0,0	0,9	8,0	68,9	168,5	4,1	0,0	168,5	34,0	408,2
2013	5,2	127,3	31,6	112,8	41,6	4,9	4,5	51,4	0,0	0,1	16,4	5,8	0,0	127,3	33,5	401,6
2014	10,1	8,2	32,0	7,9	5,6	15,3	11,5	0,7	47,7	18,6	81,0	22,4	0,7	81,0	21,8	261,0
2015	20,5	17,8	144,0	10,7	16,1	34,4	0,0	7,9	73,1	41,5	51,0	0,4	0,0	144,0	34,8	417,3
2016	1,4	7,6	19,9	32,9	34,9	0,0	0,0	0,8	35,2	28,8	82,5	239,2	0,0	239,2	40,3	483,2
2017	119,8	17,6	78,5	42,8	10,7	30,9	7,2	26,6	30,6	14,8	6,9	0,7	0,7	119,8	32,3	387,1
2018	24,1	60,0	11,9	9,3	31,7	123,7	13,5	15,0	65,4	103,7	234,9	8,4	8,4	234,9	58,5	701,6
2019	0,3	0,0	24,0	166,3	6,1								0,0	166,3	39,3	196,7
Mín	0,3	0,0	2,0	7,9	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	7,9	1,4	
Máx	119,8	127,3	144,0	166,3	113,0	123,7	14,0	51,4	314,0	252,0	234,9	239,2	14,0	314,0	158,3	
Mit	37,0	30,9	57,3	45,7	30,5	21,6	5,0	11,6	66,7	65,3	70,1	42,6	5,0	70,1	40,4	484,3

Figura 7. Precipitación en mm.

Temperatura media anual	17,4º C
Temperatura media mínima anual	2,4º C
Temperatura media máxima anual	34,7º C
Precipitación media anual	484,3 mm

Tabla 3. Temperaturas y precipitaciones medias.

La zona se encuentra caracterizada por un clima Mediterráneo templado, con características más o menos continentales hacia el suroeste o Mediterráneo subtropical, con características marítimas, en el resto de la zona.

El área perteneciente a la zona climática de tipo mediterráneo recibe una precipitación media anual de unos 484,3mm irregularmente repartidos tanto en espacio como en tiempo

El estudio de la climatología es importante tanto para la elección de especies, como para el estudio de erosión de suelo y aguas superficiales

### Clasificación climática

(Fernández, 1994) “La clasificación climática fue creada inicialmente por el climatólogo alemán Wladimir Köppen en 1884 y revisada posteriormente por él mismo y por Rudolf Geiger, la cual describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones. Es una de las clasificaciones climáticas más utilizadas debido a su generalidad y sencillez.

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecieron teniendo en cuenta la distribución de la vegetación.

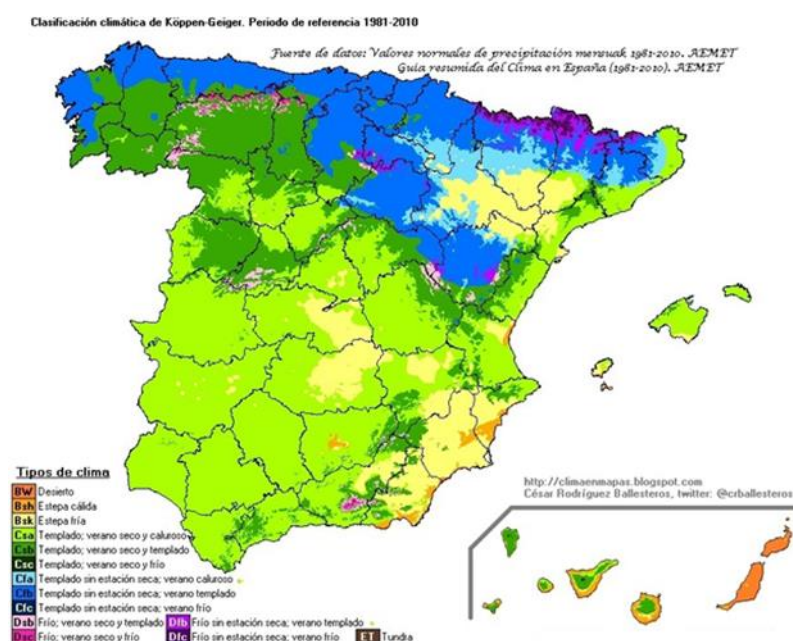


Figura 8. Clasificación climática de Köppen-Geiger.

Letra	Clase	Descripción
A	Cálido	Temperatura media mensual >18 °C
B	Seco	La evaporación es mayor que la precipitación
BS	Seco de estepa	Precipitaciones <250 mm anuales
h		Temperatura mediana anual >18 °C
k		Temperatura mediana anual <18 °C
BW	Seco de desierto	Menor precipitación y mayor evaporación
h		Temperatura mediana anual >18 °C
k		Temperatura mediana anual <18 °C
C	Templado cálido	Temperatura media del mes más frío entre -3 °C y 18 °C
D	Templado frío	Temperatura media del mes más frío < -3 °C
E	Polar	Ninguna de las temperaturas medias supera los 10 °C
ET	Polar de tundra	Ninguna temperatura media mensual supera los 10 °C
EF	Polar de inlandsis	Ninguna temperatura media mensual supera los 0 °C
G	Montaña	Valores a partir de 2.000 metros hasta los 3.000
H		Más de 3.000 metros

Tabla 4. Clasificación climática según Köppen-Geiger

<b>A</b>	Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18°C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
<b>B</b>	Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación. No hay excedente hídrico.
<b>C</b>	Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C
<b>D</b>	Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de 10°C
<b>E</b>	Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10°C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y 10°C de temperatura media Köppen diferencia el grupo ET (Clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los 0°C de temperatura media el grupo EF (Clima de hielo permanente)

**Tabla 5.** Designación de cada letra, en la clasificación climática usada por Köppen- Geiger

El tipo B designa los climas en los cuales el factor determinante de la vegetación es la sequedad (más que las bajas temperaturas). La aridez no es un asunto sólo de precipitaciones sino que está definida por la relación entre las precipitaciones que penetran en el suelo en el que las plantas crecen y la evaporación que hace que se pierda esa humedad. Mientras que la evaporación es difícil de evaluar y no es una medida convencional en las estaciones meteorológicas, Köppen se vio forzado a sustituir la fórmula que identifica aridez en términos de índice de temperatura-precipitaciones. Los climas secos se subdividen a su vez en áridos (BW) y semiáridos (BS), y cada uno puede diferenciarse aún más añadiéndole un tercer código, h para cálido y k para frío.

<b>f</b>	Lluvioso todo el año, ausencia de periodo seco
<b>s</b>	Estación seca en verano
<b>w</b>	Estación seca en invierno
<b>m</b>	Precipitación de tipo monzónico

**Tabla 6.** Designación de cada letra, en la Subdivisión de los climas.

Para describir mejor el régimen térmico se usa una tercera letra

<b>a</b>	Temperatura media del mes más cálido superior a 22°C
<b>b</b>	Temperatura media del mes más cálido inferior a 22°, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10°C
<b>c</b>	Menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10°C
<b>d</b>	El mes más frío está por debajo de -38°C
<b>h</b>	Temperatura media anual superior a 18°C
<b>k</b>	Temperatura media anual inferior a 18°C

**Tabla 7.** Designación de cada letra, usada para describir mejor el régimen térmico.

De acuerdo con Köppen y Geiger, el clima de la zona de restauración se clasifica como BSk, lo que significa:

Estepas frías (semiáridos)

En el interior de los continentes más grandes. Sus precipitaciones son muy escasas e irregulares, en forma de chaparrones. Las temperaturas similares a las continentales. Inviernos fríos y fuerte amplitud térmica anual. “

## 5. Vegetación y fauna

### Vegetación

En este apartado se estudia la vegetación existente en la zona para disponer de información relevante y fiable para realizar la revegetación de la cantera, teniendo en consideración las características ecológicas de las especies y asegurando el éxito y la integración paisajista tras la restauración.

Debido a que estamos en un ambiente mediterráneo y sabiendo que el clima mediterráneo tiene un efecto directo sobre la vegetación, por una clara falta de precipitación y unas temperaturas medias elevadas, en la zona objeto de estudio podemos destacar que el tipo de vegetación existente es climatofila (vegetación condicionada fundamentalmente por los factores climáticos dominantes en un territorio dado).

Con la ayuda de varios libros se ha procedido a hacer un inventario de la vegetación existente en la zona. El glosario de las especies que podemos encontrar en esta zona de estudio queda reflejado en el Anejo: Estudio del Medio físico de esta memoria. Las especies vegetales más comunes encontradas en la zona son:

-Mateo.G.,Manuel B.(2014). *Claves ilustradas para la Flora Valenciana* Edt: Jolube Consultor.

-Jesús Charco, Gonzalez Mateo, LLuis Serra (2014). *Árboles y arbustos autóctonos de la Comunidad Valenciana*. VVAA. 440 pp.

Nombre científico	Nombre común
<i>Pinus halepensis</i> Miller	Pino
<i>Olea europea var, sylvestris</i>	Acebuché
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Algarrobo
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Enebro rojo
<i>Quercus coccifera</i> L.	Coscoja
<i>Pistacea lentiscus</i> L.	Lentisco
<i>Chamaerops Humilis</i> L.	Palmito
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Aladierno
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Olivilla
<i>Viburnum tinus</i> L.	Durillo
<i>Anthyllis cytisoides</i> L.	Albaida
<i>Nerium oleander</i> L.	Adelfa
<i>Ulex parviflorus</i> L.	Aliaga
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo
<i>Rosmariunus officinalis</i> L.	Romero
<i>Erica multiflora</i> L.	Brezó
<i>Crategus monogyna</i> L.	Espino albar
<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubia
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Esparto

<i>Brachypodium phoenicoides</i> . L.	Lastón
<i>Phlomis lychnitis</i> L.	Oreja de Liebre
<i>Rubus ulmifolius</i> L.	Zarzamora
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i> L.	Pinillo bastardo
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Pasto oவில்
<i>Calluna Vulgaris</i> L.	Brezo
<i>Satureja montana</i> L.	Ajedrea blanca

**Tabla 8.** Especies vegetales más comunes encontradas en la zona.

Por lo que podemos observar y podemos deducir, este tipo de vegetación está en una etapa de evolución debido al incendio ocasionado en el año 2012 ( El incendio de Cortes de Pallás, que tuvo lugar a final de Julio y arrasó unas 50.000 has )

La vegetación potencial de esta zona se corresponde a carrascales con lentisco y palmito, en los que como taxones más destacables aparecen:

Carrasca ( *Quercus ilex*.)  
 Lentisco (*Pistacea lentiscus*)  
 Palmito ( *Chamaerops humilis*)  
 Acebuche (*Olea europea* var, *sylvestris*)  
 Aladierno (*Rhamnus alaternus*)  
 Zarparrilla (*Smilax aspera*)

Si estos bosques son degradados por la acción antrópica o por un incendio o catástrofes naturales, esta vegetación pasa a ser: coscojares con lentisco, acompañados por Carrascas, Madreselvas, Zarparrillas, etc..) Si la degradación de estos bosques aun es más intensa en este tipo de vegetación se desarrollan romerales, en los que abundan los brezos y las aliagas, acompañados de la ajedrea y el romero.

Después de esta degradación se pueden desarrollar pastizales, que están compuestos por unas especies características, tales como:

*Brachypodium retusum*  
*Teucrium pseudochamaedrys*  
*Dactylis glomerata*  
*Phlomis lychnitis*  
*Enjugium campestris*

### Fauna

Sabiendo el tipo de vegetación y el tipo de clima donde nos encontramos, vamos a proceder al estudio faunístico de la zona. Con la ayuda de varios Libros hemos desarrollado una tabla con la fauna existente en la zona:

-Jiménez, J., Monsalve, M.A., Raga, J.A. (Eds.) 2012. *Mamíferos de la Comunitat Valenciana*. Colección Biodiversidad, 19. Conselleria d'Infraestructures, Territori y Medi Ambient. Generalitat Valenciana.



Mamíferos

Grupo	Especie	Nombre común
Carnívoros	Vulpes Vulpes	Zorro Rojo
	Meles meles	Tejón
	Martes foina	Garduña
Insectívoros	Erinaceus europaeus	Erizo europeo
	Crocidura russula	Musaraña común
Lagomorfos	Lepus granatensis	Liebre ibérica
	Oryctogalus cuniculus	Conejo
Ungulados	Sus scrofa	Jabalí
	Capra pyrenaica	Cabra montes
Quiropteros	Rhynolophus mehelyi	Murcielago de herradura
Roedores	Apodemus sylvaticus	Ratón de campo
	Rattus norvegicus	Ratón común

**Tabla 9.** Mamíferos que habitan en la zona de estudio.

Reptiles

Especie	Nombre común
Coluber hippocrepis	Culebra de herradura
Elaphe scalaris	Culebra de escalera
Malpolon monspessulanus	Culebra bastarda
Lacerta lepida	Lagarto ocelado
Podarcis hispanica	Lagartija común
Tarentola mauretanic	Salamanquesa común
Psammmodromus algirus	Lagartija colilarga

**Tabla 10.** Reptiles que habitan en la zona de estudio.

Anfibios

Especie	Nombre común
Bufo bufo	Sapo común
Alytes obstetricans	Sapo partero común
Rana perezi	Rana verde común

**Tabla 11.** Anfibios que habitan en la zona de estudio.

Aves

Especie	Nombre común
Passer domesticus	Gorrión común
Turdus merula	Mirlo común
Luscinia megarhynchos	Ruiseñor común
Erithacus rubecola	Petirrojo
Sturnus unicolor	Estornino negro
Delichon urbica	Avión común
Motacilla alba	Lavandera blanca
Apus melba	Vencejo real
Upupa epops	Abubilla
Picus viridis	Pito real

Apus apus	Vencejo común
Streptopelia turtur	Tórtola común
Columba palumbus	Paloma torcaz
Alectoris rufa	Perdiz común
Falco tinnunculus	Cernícalo
Hirundo rustica	Golondrina común
Sturnus vulgaris	Estornino pinto

**Tabla 12.** Aves que habitan en la zona de estudio.

Estas especies son las especies más comunes que habitan en el territorio Mediterráneo de la Comunidad Valenciana.

## 6. Estado actual de la cantera

El estado actual de la cantera es de abandono, esta está sufriendo una pérdida de suelo notoria en toda su superficie.

Debido al tipo de explotación, la zona queda estructurada quedando unos niveles de terreno con talud y banquetas, una superficie llana (establecida como base de cantera) y dos huecos generados por voladuras y excavaciones.



**Figura 9.** Taludes situados al Suroeste.



**Figura 10.** Taludes situados al Noroeste.



**Figura 11.** Taludes situados al Norte



**Figura 12.** Taludes situados al noroeste.

Como podemos observar el terreno se encuentra estructurado en bancales lo cual facilitará mucho el trabajo de restauración.

Los taludes se han dejado hechos a medida que se iba avanzando en la explotación, una vez se ha llegado a la profundidad de 125m se ha creado una base de cantera, se ha allanado el terreno y se han hecho dos huecos con voladuras para seguir extrayendo material.

El acceso a las banquetas está bloqueado mediante piedras para impedir la circulación por ellas.



**Figura 13.** Camino de acceso a la primera banqueta, situada al suroeste, bloqueado por piedras

En la base de la cantera podemos observar dos huecos en los que también se realizaron voladuras para la extracción de material.



Estos huecos no son muy profundos y los taludes existentes en ellos son mínimos.

**Figura 14.** Imagen aérea de la cantera y los dos huecos generados a en la explotación.

En las banquetas se observan 3 zonas donde hay desprendimientos de material, en las siguientes imágenes se pueden observar los desprendimientos.



**Figura 15.** Zonas 1 y 2 de desmonte.



**Figura 16.** Zona 3 de desmonte.

La cantera dispone de 3 caminos, un camino que se llega a la base, otro camino que llega a la primera banqueta y otro camino que llega a la banqueta superior. El único camino en mal estado es el camino de acceso a la banqueta superior por donde se empezó la obra, este tiene un pequeño derrumbamiento.

Los taludes tienen una altura de 10- 12 metros y las banquetas tienen un ancho de entre 4 y 8 metros.

La superficie de la cantera se encuentra en buen estado para la circulación de la maquinaria debido a que se había establecido como base y a partir de esa altura se iba a seguir explotando hacia abajo, a niveles más profundos. En las siguientes imágenes se puede observar la base de la cantera y los dos huecos excavados para extraer el material:



**Figura 17.** Hueco 1, situado al Este de la cantera. cantera.



**Figura 18.** Hueco 2, situado al Oeste de la cantera.

En la zona de la cantera existe una planta asfáltica la cual queda situada a unos 200m del frente de cantera:



**Figura 19.** Planta asfáltica.



**Figura 20.** Planta asfáltica.

Esta planta se encuentra abandonada y ha sufrido varios robos de material como: cobre, motores eléctricos, mandos de operaciones, etc...

La intención en la restauración de la cantera es eliminar esta planta asfáltica, debido al alto coste que va a ocasionar la restauración del frente de cantera, se ha decidido dejarla fuera del alcance de este proyecto y centrarse en hacer una buena restauración del frente. Esta planta asfáltica se mantendrá en la zona con la intención de ser eliminada en un futuro.

## V. Medidas Correctoras

En las explotaciones mineras a cielo abierto es frecuente que la morfología del terreno haya sufrido algún tipo de modificación debido a las voladuras realizadas en estas para la extracción de material rocoso, estos terrenos suelen sufrir pérdidas de suelo, erosión por falta de vegetación y pérdida de las interacciones ecológicas en la zona.

Debido a lo que está sucediendo en la cantera se pretende hacer una restauración ecológica (**Restauración ecológica:** *Proceso de intervención activa e intencionada de un hábitat para restablecer o recuperar en la mayor medida posible la estructura, diversidad, dinámica y función ecológica del ecosistema original alterado, usando especies autóctonas que faciliten a medio plazo la reintroducción natural de las especies de fauna originales*) y establecer unas medidas correctoras para que el proyecto pueda ser medible en el tiempo. (Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (2018). *Guía Práctica de Restauración Ecológica*. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 p).

En el estudio del medio físico que se realizó, observamos que el grado de afección de la cantera a la hidrología de la zona era mínimo, esto es debido a que la zona afectada sólo recibe las aguas de lluvia caídas directamente sobre su superficie, en esta se produce la acumulación de agua y después de un tiempo, desaparece por infiltración y sobre todo por evaporación.

Las Medidas Correctoras que se van a imponer para realizar la Restauración ecológica son:

**Repoblación forestal:** se realizará para devolver a la zona sus interacciones ecológicas y para conseguir integrar paisajísticamente los taludes mediante la vegetación implantada, consiguiendo por otro lado la nueva formación del suelo.

**Control de la erosión del suelo:** Se realizará un muro de contención por todo el perímetro de las dos banquetas, este murete será imprescindible para la seguridad y conservación del bancal, protegiéndolo de la erosión del suelo debido a las lluvias intensas y en poco tiempo que son características de esta zona.

**Protección contra riesgos de salud pública:** Para llegar a la cantera se tiene que ir voluntariamente ya que no existen senderos ni caminos secundarios, se instalarán varios carteles de peligro por derrumbamientos en las inmediaciones. Debido al coste económico que significaría reducir la altura de los taludes mediante voladuras y a la falta de material de relleno no se va a modificar la morfología de los taludes, en cambio se va a realizar una limpieza de las banquetas y un refinado en los taludes que necesiten de su actuación.

**Aguas de superficie y subterráneas:** En las banquetas de la cantera se realizarán pequeñas cunetas para evitar la escorrentía superficial.

Las aguas subterráneas se verán favorecidas gracias a la repoblación forestal, cuando la vegetación ya esté instaurada en la zona, mejorará el filtrado del agua a zonas más profundas favoreciendo el relleno de acuíferos y la hidrología de la zona.

## VI. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra que se va a realizar ha sido elegida por motivos técnicos y económicos ya que se trata de una superficie grande que ha sido sobreexplotada sin control alguno.

En ella han quedado varios taludes de grandes dimensiones, aunque estos se encuentran actualmente muy estables podrían ocasionar un riesgo para la salud pública.

La modificación de los taludes será mínima y se aprovecharán las mismas banquetas y taludes existentes para realizar la obra, ya que para la modificación de su morfología sería necesaria una gran cantidad de material de relleno y muchas voladuras con el fin de conseguir reducir la altura de estos taludes para conseguir reducir el impacto que esto causa en el paisaje, en cambio, nos centraremos en devolver a la zona las interacciones ecológicas que en ella había antes de realizar

la explotación y realizar una repoblación forestal utilizando la vegetación arbórea para conseguir reducir el impacto visual que estos taludes causan.

De este modo se refinarán algunos taludes que presentan desprendimientos rocosos y se construirá un muro de contención y unas cunetas en las banquetas que servirán para el control de la erosión del suelo y evitar la escorrentía superficial, provocada por las lluvias intensas y en poco tiempo que son frecuentes en esta zona.

Posteriormente al muro de contención se realizará un aporte de tierra vegetal para conseguir una buena recuperación del suelo y al mismo tiempo obtener una repoblación favorable.

## 1. Acondicionamiento del terreno

La restauración del medio se ha de iniciar acondicionando el terreno, de tal forma que pueda servir de asiento a la vegetación a implantar, manteniendo unos perfiles estables, de magnitudes tales, que la vegetación en su normal desarrollo, pueda integrarlos en el paisaje.

Se acondicionará el terreno aprovechando las banquetas y taludes ya existentes, limpiándolas de estériles que han sido acumulados durante la explotación y desprendimientos ocasionados por la inestabilidad de algún talud.

Estos taludes que se presentan más inestables serán modificados mínimamente para mejorar su estabilidad y de este modo evitar dentro de lo posible desprendimientos de material rocoso.

Lo primero que se realizará será una limpieza de los caminos de acceso a las banquetas. En la cantera hay 3 caminos por los que acceder a las distintas banquetas:



Figura 21. Caminos situados en el frente de cantera.

**Camino 1:** Se podrá acceder a la banqueta sin problema alguno, solo será necesario eliminar las piedras que impiden el paso. Las piedras se apartarán y se dejará libre el paso para la maquinaria.

**Camino 2:** Este camino está en buen estado y se puede acceder sin ningún problema.

**Camino 3:** Es necesaria la reconstrucción de una parte de este camino debido a que ha sufrido un pequeño desprendimiento. Para la reconstrucción de este camino se emplearán los materiales rocosos del mismo desprendimiento y el material ya existente en la cantera.

Una vez los caminos estén limpios y se pueda acceder sin ningún problema a las banquetas, se procederá a la limpieza de estas.

La limpieza de las banquetas se va a realizar con una pala retroexcavadora, la cual irá cargando a un camión el material rocoso que queda en ellas. Las zonas de donde se cargará el material quedan reflejadas en las siguientes imágenes:



Figura 22. Zona 1 y 2 de desmonte.





**Figura 23.** Zona 3 de desmonte.

Al mismo tiempo se realizará el refinado de algunos taludes que presentan mayor riesgo de desprendimiento. El refinado se realizará con la retroexcavadora aprovechando la movilidad y longitud de su brazo articulado para limpiar los taludes de una mezcla de fragmentos rocosos y tierra vegetal que se presenta en estos.

Los taludes que presentan mayor riesgo por un posible derrumbamiento son los taludes situados al lado de la zona de actuación 2, estos taludes serán refinados de manera que todo el material rocoso que quede suspendido en el aire de manera insegura será eliminado de este y utilizado para la construcción del muro de construcción.

El refinado será mínimo y será cargado en el camión para su posterior distribución por las banquetas.



**Figura 24.** Taludes que sufrirán un refinado para conseguir una mejor estabilidad del talud.

El material cargado en los camiones será distribuido por la superficie de las banquetas para la posterior construcción de un muro de contención de dimensiones reducidas que se situará en los lindes de las banquetas.

Una vez este distribuido el material por las banquetas, las máquinas retroexcavadoras se encargarán de la construcción de los muros de contención que hay en todos los límites de las banquetas.

Ya que las banquetas son superficies planas, a distintas alturas, separadas por taludes, es evidente que, si en los límites de la banqueta no se disponen pequeños muretes de contención, se corre el riesgo de que salte el agua de la lluvia de un bancale a otro, lo que originaría erosiones y pérdidas de suelo, que podrían llegar a la destrucción de los bancales.

La función de estos muretes será imprescindible para la seguridad y conservación del bancale, protegiéndolos de la erosión del suelo debido a las lluvias intensas y en poco tiempo que son características de esta zona.

Los muretes se construirán en las lindes del bancale de cota más baja, es decir, a lo largo del lado mayor inferior y del lado menor paralelo al desagüe. Se construirán, dándoles la coronación mínima de 0,60m y una anchura comprendida entre 0,45 – 0,50m.

La tierra de los muretes de contención estará debidamente apisonada para que se cumpla su función.

Cuando los muros de contención ya estén contruidos se procederá a la extensión de 25cm de tierra vegetal sobre las superficies horizontales para la correcta formación del suelo y su posterior plantación.

## 2. Movimiento de tierras

### 2.1 Limpieza de banquetas y construcción del muro de contención.

Maquinaria necesaria para la limpieza de banquetas y construcción del muro de contención.

**Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.----- 2**

**Retroexcavadora sobre neumáticos, de 64kW.----- 2**

En primer lugar, las retroexcavadoras se encargarán de reconstruir el camino para acceder a la banqueta más alta de la cantera, no será necesario mucho material ya que solo se trata de refinar un poco el terreno, utilizando el mismo material del desprendimiento y aportando el material existente en la cantera.

Una vez hecho el camino, las retroexcavadoras cargarán los camiones con una mezcla de fragmentos rocosos y tierra, cuyo volumen estimado se ha calculado en 3 zonas.

Para el cálculo de volúmenes estimados se ha procedido a medir la superficie que ocupan los desprendimientos existentes en cada zona y con esto obtener un volumen estimado en  $m^3$  de material existente.

Zonas	Volumen
Zona 1	$520m^3$
Zona 2	$725m^3$
Zona 3	$250m^3$
TOTAL	<b><math>1.495m^3</math></b>

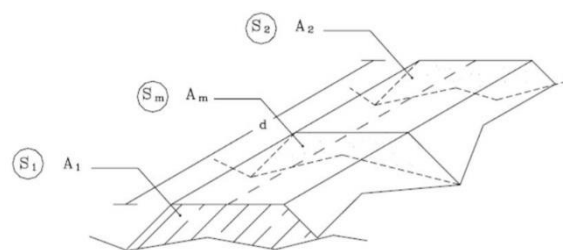
**Tabla 13.** Volúmenes en  $m^3$  de las zonas de desmonte.

*Las zonas quedan reflejadas en las imágenes del apartado anterior.*

Este cálculo se ha estimado con mediciones "in situ" de los montones de fragmentos rocosos y tierra acumulados en las banquetas.

- La fórmula utilizada para el cálculo de volumen en  $m^3$  es la siguiente:

$$V = \frac{d}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$



$A_1, A_2$  = Área de  $S_1$  y  $S_2$  en  $m^2$ .

$d$  = Distancia entre  $S_1$  y  $S_2$  en m.

$A_m$  = Área de sección transversal en el punto medio entre  $S_1$  y  $S_2$  en  $m^2$ . Sus dimensiones serán el promedio de las dimensiones de las secciones extremas y no el promedio de las áreas.

El material cargado en los camiones será distribuido por las banquetas para la posterior construcción de un muro de contención de dimensiones reducidas. Los muros de contención tendrán unas dimensiones de 0,45m ancho x 0,60m alto.



Figura 25. Material distribuido por las 2 banquetas.

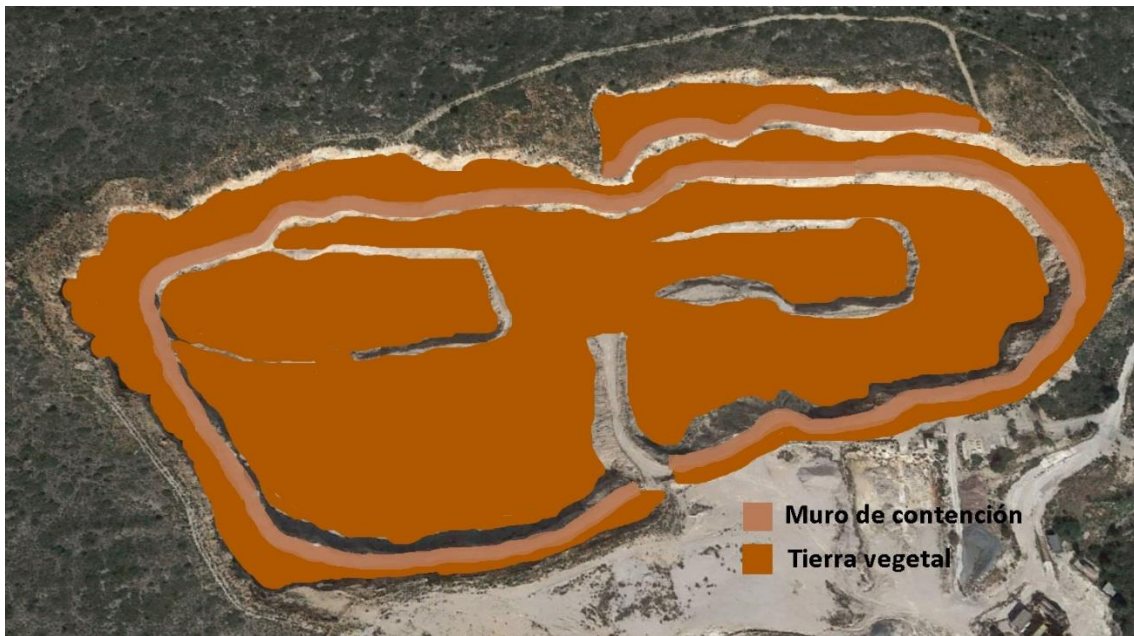


Figura 26. Muro de contención y tierra vegetal aportada en la cantera.

El material necesario para la construcción de los muros de contención se ha calculado mediante una medición longitudinal del perímetro de las dos banquetas y se ha estimado el volumen en  $m^3$  necesario para la construcción de este, de esta manera se aprovecha el material de los desprendimientos para evitar una posible erosión y deterioro de la banqueta.

Banqueta	Perímetro	Volumen
Banqueta 1	283m	76,41 $m^3$
Banqueta 2	1.787m	482,49 $m^3$
TOTAL	2.070m	559 $m^3$

Tabla 14. Volumen necesario para la construcción del muro de contención.

El cálculo realizado para la estimación del volumen necesario en cada banqueta se ha hecho "in situ" con mediciones del perímetro de la banqueta.

- La fórmula utilizada para el cálculo de volumen en  $m^3$  es la siguiente:

$$V = a \times b \times c$$

a: Longitud del perímetro de la banqueta en m.

b: Altura de la banqueta en m.

c: Ancho de la banqueta en m.

Estos muros de contención quedarán de la siguiente manera:



Figura 27. Muro de contención, situado en la cota más baja de la banqueta.

## 2.2 Extensión de la tierra vegetal

Maquinaria necesaria para la extensión de la tierra vegetal.

<b>Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.</b> -----	<b>1</b>
<b>Camión de transporte de tierra vegetal.</b> -----	<b>2</b>
<b>Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m<sup>3</sup></b> -----	<b>2</b>

En primer lugar deberá conseguirse la recuperación o restauración de un suelo apto, fértil, con las características necesarias para poder servir de soporte y sustrato de la cubierta vegetal a reforestar, así como de la microflora y microfauna activa y formadora del suelo.

Para ello se suministrará tierra vegetal limpia sin elementos pétreos de elevada granulometría, y se procederá al extendido de esta por las superficies horizontales.

Para el cálculo del volumen de tierra necesario para cubrir toda la superficie horizontal de la cantera se ha realizado una medición de todas las superficies horizontales para calcular cuántos  $m^3$  de tierra vegetal serían necesarios.

Las superficies a rellenar por la tierra vegetal son las siguientes:



Figura 28. Zonas donde se aportara tierra vegetal.

Zonas	Superficie	Volumen
Zona 1	$7.675 m^2$	$1.918 m^3$
Zona 2	$4.236 m^2$	$1.059 m^3$
Zona 3	$32.757 m^2$	$8.189 m^3$
Zona 4	$10.432 m^2$	$2.608 m^3$
Zona 5	$5.803 m^2$	$1.450 m^3$
<b>TOTAL</b>	<b><math>60.903 m^2</math></b>	<b><math>15.225 m^3</math></b>

Tabla 15. Superficie y volumen necesario de las distintas zonas.

El espesor de la capa de tierra aportada a las zonas horizontales de las terrazas será uniforme y de 0,25m.

El cálculo para estimar el volumen de tierra necesario para cada zona se ha hecho mediante mediciones obteniendo la superficie en  $m^2$ .

- La fórmula utilizada para el cálculo de volumen en  $m^3$  es la siguiente:

$$V = S \times e$$

S: Superficie de la zona en  $m^2$ .

e: Espesor de la capa de tierra vegetal aportada en m.

Una vez tengamos la cantidad necesaria de tierra vegetal distribuida en cada zona, se procederá al extendido de esta, las dos palas cargadoras se encargarán de ir extendiendo la tierra vegetal y compactándola, dejándola en las mejores condiciones para su posterior plantación.

El acabado o refino puede hacerse con la propia pala cargadora.



### 3. Plan de repoblación

En las explotaciones mineras a cielo abierto uno de los mayores impactos causados junto con el impacto del suelo es el impacto paisajístico, el cual crea un impacto negativo en el paisaje donde están situadas este tipo de explotaciones.

Una de las formas de integrar paisajísticamente estas zonas es realizando una repoblación forestal, disminuyendo el impacto creado y ayudando a recuperar la ecología.

Para realizar la repoblación forestal se ha estudiado el medio físico, obteniendo datos climáticos y geológicos que nos ayudan a la correcta elección de las especies que serán utilizadas en esta.

Estas especies estarán divididas en: Arbóreas, arbustivas-subarbustivas y herbáceas para conseguir una recuperación rápida del suelo y de la ecología de la zona.

En la repoblación serán utilizados los métodos de siembra y plantación.

La siembra se realizará con las especies elegidas y se distribuirá por toda la superficie horizontal de la cantera, la Plantación se realizará también por toda la superficie horizontal de la cantera y por encima de los taludes, para conseguir dentro de lo posible una integración de los taludes más verticales.

### 4. Elección de especies

La elección de la especie arbórea para repoblar es uno de los pasos fundamentales para llevar a cabo adecuadamente una repoblación forestal. Para ello es necesario un estudio detallado de la vegetación existente en la zona, tener en cuenta el objetivo principal de la repoblación, considerar los factores ecológicos de la estación y los caracteres culturales de la vegetación a implantar.

Teniendo en cuenta los factores existentes, y estudiados en los puntos anteriores de la Memoria del presente Proyecto, como son la situación geográfica, vegetación de la zona, factores edáficos y factores climáticos entre otros, las especies elegidas para la restauración del medio son las siguientes:

#### A. Vegetación arbórea

*“El Pinus halepensis Mill (Pino carrasco) por su comportamiento ecológico permite clasificarlo de termófilo, xerófilo y basófilo. Presenta gran tolerancia por los suelos calizos y margosos, hasta con importantes contenido en yeso. Las formaciones en que predominan las margas terciarias y calizas secundarias. Fácilmente adaptable a suelos impermeables, esqueléticos y muy secos, soporta dosis de cal mayores que otros pinos. Se distingue este pino por su gran resistencia a la sequía.*

*El pino carrasco se sitúa en localidades de menos de 200 días fisiológicamente secos, en la mayor parte de los casos con menos de 150 días, tanto en su área natural como artificial. Los climas en que vive son los xerothermomediterráneos, termomediterráneo y mesomediterráneo.*

*El pinar de carrasco puede representar la clímax de vegetación en regiones de acusada aridez, en posición intermedia entre los robles o restantes pinos y las sabinas, pero en buena proporción de sus manifestaciones representa una etapa sucedánea de especies de*

*temperamento más delicado, teniendo por tanto una significación interserial subordinada a dichas especies (encina-carrasca, quejigo, acebuche)". (Ureta, 2009).*

B. Vegetación arbustiva y/o subarbustiva.

Romero (*Rosmarinus officinalis*)  
Coscoja (*Quercus coccifera*)  
Lentisco (*Pistacea lentiscus*),  
Enebro (*Juniperus oxycedrus*)  
Hiedra (*Hedera hélix*)  
Palmito (*Chamerops humilis*)  
Albaida (*Anthyllis cytisoides*)  
Tomillo (*Thymus vulgaris*)

Estas especies serán distribuidas mezclándolas homogéneamente por la totalidad del terreno a restaurar.

C. Vegetación herbácea

Se realizará mediante siembra de una mezcla de semillas existentes en forma comercial en el mercado, con las siguientes especies: *Brachypodium retusum*, *Stipa tenacissima*

Con una densidad de 20kg/ha.

#### 4.1. Método de repoblación

El método de repoblación forestal hace referencia a la forma de introducir una nueva especie en el terreno donde no la hay. Existen dos formas: el método de siembra y el método de plantación. El método de siembra consiste en sembrar directamente sobre el suelo las semillas de las especies deseadas, mientras que el método de plantación consiste en colocar dentro de agujeros ya preparados en el suelo las plantas que se han criado previamente en el vivero. Los dos métodos tienen ventajas e inconvenientes.

El método de siembra cuenta, probablemente, con más inconvenientes que ventajas bajo las condiciones del clima mediterráneo. Es cierto que se trata de una operación más barata, aunque el suelo debe prepararse muy cuidadosamente para garantizar su contacto íntimo con la semilla.

Sin embargo, a veces resulta difícil encontrar semillas en la cantidad suficiente para realizar la repoblación, la nacencia de plantas es, con frecuencia, demasiado irregular, y, a continuación, la mortalidad es demasiado elevada, porque las plantas recién germinadas son muy débiles y tienen alto riesgo de morir por causa de las heladas, los animales herbívoros y, sobre todo, por la sequía estival. De todos modos se realizará una siembra de especies herbáceas seleccionadas para favorecer la diversidad de especies y la dispersión de estas, el coste económico de la siembra es muy bajo y se puede permitir.

El método de plantación resulta más costoso, entre otras razones, porque las plantas deben criarse durante uno o dos años en el vivero. Sin embargo, las plantas repobladas tienen más probabilidades de sobrevivir y se pueden disponer con una densidad y distribución sobre el terreno convenientes para minimizar el coste de los tratamientos silvícolas futuros.



Se emplearán los dos métodos de repoblación. Para la vegetación arbórea y arbustiva se empleará el método de plantación y para la vegetación herbácea se empleará el método de siembra.

La siembra se realizará sobre toda la superficie a regenerar.  
La plantación, se llevará a cabo con el resto de las especies señaladas (arbórea y arbustiva), colocando en el terreno, previamente preparado las plantas.

Se cuidará especialmente la restauración de los bancos superiores, hasta lograr una integración paisajística armónica con su entorno natural.

La vegetación implantada en las distintas fases de restauración deberá someterse a los cuidados previstos en el Programa de Vigilancia ambiental, procurando en todo momento su perfecta adaptación y desarrollo.

#### 4.2. Plantas y semillas: Método de plantación y siembra

La zona en la que se va a llevar a cabo la repoblación es una zona de clima Mediterráneo, por lo que es conveniente que la plantación se efectúe en cepellón y no en envase ya que esta puede sufrir un estrangulamiento en la parte de las raíces. Además la planta con cepellón asegura mayor éxito en el arraigo y una menor interrupción de crecimiento después de su colocación en el terreno.

##### Plantas

- Condiciones morfológicas de las plantas que serán usadas en la repoblación:

**Pino carrasco:** será como mínimo de una savia y como máximo de dos, con cepellón en envase, con un mínimo de 300 cc. de sustrato y una profundidad mínima de 14cm. La robustez será de 5 a 5 mm y la altura de 12 a 40cm. Las plantas serán quitadas del envase para su plantación.

**Romero:** Ejemplar de 20-30 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Coscoja:** Ejemplar de 20-30 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Lentisco :** Ejemplar de 20-30 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Enebro:** Ejemplar de 20-30 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Hiedra:** Ejemplar de 30-40 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.



**Palmito:** Ejemplar de 30-40 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Albaida:** Ejemplar de 30-40 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

**Tomillo:** Ejemplar de 30-40 cm de altura, con cepellón en envase, con un mínimo de 300  $cm^3$  de sustrato y una profundidad de 10 cm. Las plantas serán quitadas de su envase para su plantación.

- Estado de las plantas:

No se considerará de calidad las plantas que presenten algunos de los siguientes defectos:

- a) Heridas distintas de las causadas por la poda o heridas debidas a los daños de arranque.
- b) Ausencia de yemas susceptibles de producir un brote apical.
- c) Tallos múltiples.
- d) Sistema radicular deformado.
- e) Signos de desecación, recalentamiento, enmohecimiento, podredumbre o daños causados por organismos nocivos.
- f) Desequilibrio entre la parte aérea y la parte radical.

### Semillas

La siembra se realizará con semillas tratadas de las dos especies que hemos seleccionado, que son *Brachypodium retusum* y *Stipa tenacissima*.

Para la siembra se deben de cumplir unos requisitos para que esta sea favorable:

- La estación debe ser adecuada a la especie a introducir. No deben existir riesgos de daños meteorológicos como heladas tardías o sequías estivales intensas.
- Las condiciones edáficas deben de ser favorables para el desarrollo de la radicular, por lo que los suelos deben ser permeables y poco pedregosos.
- Las semillas deben estar tratadas y deben ser distribuidas de forma racional.

### **Método de plantación y siembra**

#### Plantación

En el caso de la plantación los hoyos se realizarán a mano con una azada o zapapico. Es limitante del proceso de ahoyado, la sequía temporal, por el endurecimiento del suelo, por lo que se abrirán cuando el suelo tenga suficiente tempero.

En el lugar donde se abrirán los hoyos se requiere un suelo tan profundo como este, que será de 40 x 40 en su base superior y 20 x 20 cm en su base inferior, también se abrirán hoyos de 30 x 30 en su base superior y de 20 x 20 en base inferior. Cada hoyo irá marcado con una cinta de diferente color, el color amarillo será un hoyo de 40 x 40 y la cinta roja 30 x 30cm.

El proceso de preparación del suelo se iniciará con el pre señalamiento del lugar donde han de excavar los hoyos, dando a estos una distribución geométrica que será al tresbolillo, con el fin de presentar la máxima retención a la escorrentía superficial de las aguas pluviales. El marcado se realizará con varas o cañas. Un peón medirá según una línea de nivel que seguirá a sentimiento con la caña o vara a partir de un hoyo, marcando el lugar donde se abrirá el siguiente, y otro marca este con uno o dos golpes de azada. En la línea siguiente se seguirá la curva de nivel, se comprobará el paralelismo con la anterior mediante la vara o caña y colocará la primera señal exactamente entre dos de la línea anterior para que queden al tresbolillo.

Una vez realizados los hoyos se procederá a su conteo, control de dimensiones y profundidad de los mismos.

La distribución de las especies ha sido estudiada para conseguir una buena integración paisajística de los taludes que poseen una mayor altitud, distribuyendo las especies *Pinus halepensis* y *Hedera hélix* en la parte inferior y superior de estos. Con el paso del tiempo se conseguirá reducir el impacto que causa la altura de los taludes y se conseguirá una mayor estabilidad de estos, debido a que los pinos habrán crecido y tendrán una altura lo suficientemente alta para integrarlos en el paisaje, la especie *Hedera hélix* al ser trepadora conseguirá una mayor estabilidad de estos y una integración paisajística buena.

Las otras especies se distribuirán de forma equitativa por todas las banquetas y la superficie de la cantera para conseguir una mayor diversidad en la zona.

Para la plantación, se rellenarán los hoyos previamente abiertos, con tierra preparada, hasta una profundidad tal que colocando el cepellón vertical, quede el borde del hoyo por encima del cuello de la raíz, lo cual supone rellenar unos 20 cm sobre el fondo del hoyo normal. Se sacará el cepellón del recipiente, con la precaución de que este no se deshaga y se terminará de rellenar el hoyo comprimiendo la tierra contra el cepellón con los pies, arreglando la superficie exterior del hoyo, dándole una cierta contrapendiente para que retenga el agua de escorrentía, pero no se encharque junto a la planta.

Si las plantas han de quedar más de un día en el monte, se almacenarán y cubrirán con láminas de plástico translucido.

Se realizará la plantación con las especies siguientes:

1. **Pinus halepensis** se distribuirá al tresbolillo en las zonas horizontales de las banquetas, y la base de la cantera plantándose manualmente en hoyos de 0,40 x 0,40 en su base superior y 0,20 x 0,20m en la base inferior.
2. **Juniperus oxycedrus** se distribuirá al tresbolillo en las zonas horizontales de las banquetas y la base de la cantera, se plantará mediante ahoyado manual de 0,30 x 0,30 en su base superior y 0,20 x 0,20m en su base inferior
3. **Rosmarinus Officinalis, Quercus coccifera y Pistacea lentiscus** se distribuirán al tresbolillo en las zonas horizontales de las banquetas y la base de la cantera, se plantarán manualmente en hoyos de 0,30 x 0,30m en su base superior y 0,20 x 0,20m en su base inferior.
4. **Hedera hélix** se distribuirá por todo lo alto de los taludes y por la parte inferior, se plantará manualmente en hoyos de 0,30 x 0,30m en su base superior y 0,20 x 0,20m en su base inferior.

5. **Rosmarinus officinalis, Chamerops humilis, Anthyllis cytisoides, Thymus vulgaris** se distribuirán al tresbolillo en las zonas horizontales de las banquetas y en la base de lña cantera, se plantaran manualmente en hoyos de 0,30 x 0,30 en su base superior y 0,20 x 0,20m en su base inferior.

Todas las especies estarán mezcladas entre sí, sin formar rodales puros o aislados en ningún caso.

### Siembra

La siembra se realizará por toda la superficie, empleando 20kg de semilla por ha, con la mezcla de especies herbáceas ya señalada, las semillas germinan sin necesidad de tratamiento previo alguno.

Se irá esparciendo las semillas de forma racional por el suelo al mismo tiempo que se realizará la plantación.

### 4.3 Época de plantación

La repoblación forestal deberá coincidir con el periodo de descanso vegetativo de las plantas, es decir, entre los meses de noviembre-febrero, al objeto de obtener los mejores resultados en el progreso de la plantación. La plantación la realizaremos a principios de enero y la siembra al mismo tiempo.

### 4.4 Densidad de la plantación

La densidad de plantación ha sido elegida en función de las diferentes zonas a repoblar y las diferentes especies elegidas.

En esta Tabla quedan reflejadas las distintas densidades:

ZONA	ESPECIE	PIES/HA	ha/Zona	TOTAL PIES
1	<i>Pinus halepensis</i>	800	0,76	608
	<i>Pistacea lentiscus</i>	100		76
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	30		23
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	100		76
	<i>Quercus coccifera</i>	40		30
	<i>Hedera helix</i>	40		30
	<i>Chamaerops humilis</i>	30		23
	<i>Anthyllis cytisoides</i>	30		23
	<i>Thymus vulgaris</i>	30		23
	Semillas( <i>Brachypodium retusum, Stipa tenacissima</i> )	20kg		14kg
2	<i>Pinus halepensis</i>	800		336
	<i>Pistacea lentiscus</i>	100		42
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	30		13
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	100		42

	<i>Quercus coccifera</i>	40	0,42	17
	<i>Hedera helix</i>	40		17
	<i>Chamaerops humilis</i>	30		13
	<i>Anthyllis cytisoides</i>	30		13
	<i>Thymus vulgaris</i>	30		13
	<i>Semillas(Brachypodium retusum, Stipa tenacissima)</i>	20kg		8kg
<b>3</b>	<i>Pinus halepensis</i>	800	3,27	2616
	<i>Pistacea lentiscus</i>	100		327
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	30		98
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	100		327
	<i>Quercus coccifera</i>	40		131
	<i>Hedera helix</i>	40		131
	<i>Chamaerops humilis</i>	30		98
	<i>Anthyllis cytisoides</i>	30		98
	<i>Thymus vulgaris</i>	30		98
	<i>Semillas(Brachypodium retusum, Stipa tenacissima)</i>	20kg		62kg
<b>4</b>	<i>Pinus halepensis</i>	800	1,04	832
	<i>Pistacea lentiscus</i>	100		104
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	30		31
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	100		104
	<i>Quercus coccifera</i>	40		42
	<i>Hedera helix</i>	40		42
	<i>Chamaerops humilis</i>	30		31
	<i>Anthyllis cytisoides</i>	30		31
	<i>Thymus vulgaris</i>	30		31
	<i>Semillas(Brachypodium retusum, Stipa tenacissima)</i>	20kg		20kg
<b>5</b>	<i>Pinus halepensis</i>	800	0,58	464
	<i>Pistacea lentiscus</i>	100		58
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	30		17
	<i>Juniperus phoenicea</i>	100		58
	<i>Quercus coccifera</i>	40		23
	<i>Hedera helix</i>	40		23
	<i>Chamaerops humilis</i>	30		17
	<i>Anthyllis cytisoides</i>	30		17
	<i>Thymus vulgaris</i>	30		17
	<i>Semillas(Brachypodium retusum, Stipa tenacissima)</i>	20kg		10kg

**Tabla 16.** Densidad de las especies seleccionadas para la repoblación en cada zona.

<b>Total</b>	<i>Pinus halepensis</i>		4856
	<i>Pistacea lentiscus</i>		607
	<i>Rosmarinus officinalis</i>		182
	<i>Juniperus oxycedrus</i>		607

	<i>Quercus coccifera</i>	6,07	243
	<i>Hedera helix</i>		243
	<i>Chamaerops humilis</i>		182
	<i>Anthyllis cytisoides</i>		182
	<i>Thymus vulgaris</i>		182
	<i>Semillas(Brachypodium retusum, Stipa tenacissima)</i>		121 kg

**Tabla 17.** Densidad total de las distintas especies utilizadas en la repoblación.

Zona	Ha	Número Total de pies
1	0,76	889
2	0,42	506
3	3,27	3.728
4	1,04	1.248
5	0,58	694
<b>Total</b>	<b>6,07</b>	<b>7.065</b>

**Tabla 18.** Número total de pies necesario para cada zona.

Total de 1150pies/ha.

#### 4.5 Trabajos posteriores a la repoblación y Programa de vigilancia

##### Trabajos posteriores a la repoblación.

- Colocación de piedras en las plantas recién puestas para su protección.
- Riegos localizados en el momento de la plantación y siembra. En el caso de condiciones climáticas severas y anormalmente desfavorables, otro riego de cobertura al año de la plantación.
- Clareos a realizar cuando el crecimiento de los pinos constituya una masa con secuencia de copas en su totalidad, con el objetivo de mantener en lo posible, una masa en estado de tangencia de copas.

La calidad de la plantación será controlada por capataces forestales. Se aplicará un control posterior de los resultados obtenidos (marras, etc.) a lo largo del primer verano después de la plantación.

Inmediatamente después de la plantación y siembra, o al día siguiente como máximo, se procederá a regar las plantas y zonas sembradas. Para ello se contará con un camión cuba de  $10m^3$ , que se aprovisionará de agua carente de sal y de buena calidad para el riego, del lugar más cercano posible (pozo, acequia de riego, etc...), que habrá de tener manguera suficiente para acceder a toda la zona a repoblar. Se emplearán  $30 m^3$  de agua por hectárea.

##### Programa de vigilancia.

La zona restaurada se inspeccionará anualmente durante 3 años.

En cuanto a la vegetación implantada, en la visita de reconocimiento anual, se comprobará su correcta densidad, proporción de especies, variedad de las mismas y estado vegetativo,

obligando a la reposición de marras, si las hubiere, y a los trabajos culturales que se estimen necesarios según la evolución de la repoblación afectada.

## VII. PLANIFICACIÓN DE OBRAS Y PLAZO DE EJECUCIÓN.

Las obras se iniciarán en el mes de diciembre y durarán hasta finales del mes de Enero.

En primer lugar se empezará por el acondicionamiento del terreno, este proceso durara 3 semanas ya que se habilitará la zona para la correcta circulación de la maquinaria y habrá que realizar la limpieza de las banquetas y el refinado de los taludes que presenten mayor riesgo de desprendimientos.

En segundo lugar se realizará el movimiento de tierras, realizando el muro de contención y realizando el aporte y extendido de tierra vegetal por toda la zona donde se va a realizar la repoblación.

En tercer lugar se realizará la plantación. Una vez la tierra está extendida, el suelo tendrá que ser preparado con sus correspondientes hoyos bien distribuidos para realizar la plantación. Este proceso tendrá una duración de 2 semanas ya que se tendrán que realizar los hoyos y plantar todas las plantas en sus correspondientes hoyos.

De esta manera hemos estimado el tiempo de ejecución de este proyecto que queda reflejado en la siguiente tabla.

Plan de Restauración de la cantera de “Rialla”									
Unidades	Mes	Diciembre				Enero			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4
Acondicionamiento del terreno									
Movimiento de tierras									
Plantación									
Seguridad y Salud									
Gestión de residuos									

**Tabla 19.** Plazo de ejecución de la restauración.

Con esta tabla podemos establecer que el plazo de ejecución del PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA CANTERA DE “RIALLA” queda fijado a 2 meses, empezando en Diciembre para coincidir con la parada vegetativa y terminando en Enero con la Plantación de las especies vegetales.

## VIII. Resumen Presupuesto

### Resumen del presupuesto

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS
Capítulo 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	<b>345.228,06€</b>
Capítulo 2	VEGETACIÓN.....	<b>5.826,48€</b>
Capítulo 3	PLANTACIÓN.....	<b>24.823,49€</b>
Capítulo 4	SEGURIDAD Y SALUD.....	<b><u>1.181,54€</u></b>
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>377.059,57€</b>
	<b>Beneficio industrial</b> <b>5%</b>	<b><u>18.852,97€</u></b>
		<b>395.912,54€</b>
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>395.912,54€</b>
	<b>IVA</b> <b>21%</b>	<b><u>83.141,63€</u></b>
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>479.054,17€</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL CINCUENTA Y CUATRO EUROS con DICISIETE CÉNTIMOS

## IX. BIBLIOGRAFIA

### Libros:

- Jorba, M.; Oliveira, G.; Josa, R.; Vallejo, V.R.; Alcañiz, J.R.; Hereter, A.; Cortina, J.; Correira, O.; Ninot, J.M. (2010). *Manual para la restauración de canteras de roca caliza en clima mediterráneo*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.

- Jiménez, J., Monsalve, M.A., Raga, J.A. (Eds.) 2012. *Mamíferos de la Comunitat Valenciana*. Colección Biodiversidad, 19. Conselleria d'Infraestructures, Territori y Medi Ambient. Generalitat Valenciana.

- Jesús Charco, Gonzalez Mateo, Lluís Serra (2014). *Árboles y arbustos autóctonos de la Comunidad Valenciana*. VVAA. 440 pp.

- Aramburu, M.P., Escribano, M.M. y Frutos, M. 1990. *Restauración de Zonas Naturales Alteradas por Actividades Mineras a Cielo Abierto*. Departamento de Proyectos y Planificación Rural. Universidad Politécnica de Madrid.

- Manglano Alonso, S. *Criterios de Diseño de Canteras y Minas a Cielo Abierto. I Seminario sobre la Restauración de Canteras y Minas a Cielo Abierto*. Fundación Gómez Pardo. Madrid, 1988.





- Mateo.G.,Manuel B.(2014). Claves ilustradas para la Flora Valenciana Edt: Jolube Consultor.

- Strahler, Arthur N.; Strahler, Alan H. (1994). «Clasificación de los climas». Geografía Física. Ediciones Omega, S. A. pp. 147-169.

#### Apuntes y Revistas:

-FERNANDEZ, 1994. *Estudio de las relaciones entre la vegetación y el clima en el Sistema Central español*. Universidad Complutense de Madrid.

-Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 pp.

-IGME-DGA, (2009). *Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas y cursos fluviales*, Instituto Tecnológico y Minero de España, Dirección General del Agua.

-Instituto Tecnológico Geo minero de España. (1989). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería* .Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

-Gómez Orea, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

-Torrent Bravo, J.Andres. *Recuperación de explotaciones mineras*. Apuntes de Recuperación Ambiental. Universitat Politècnica de Gandia.

#### Páginas web:

-CYPE INGENIERIOS S.A Programas para Arquitectura, ingeniería y construcción.  
<https://www.google.com/search?q=cype+generador+de+precios%C3%A7&rlz=1C1DIM A enES796ES796&oq=cype+generador+de+precios%C3%A7&aqs=chrome..69i57j35i39j0l4.3759j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (Consulta: 19 de junio de 2019)

