

EIA y Restauración de una Cantera

PFC Inq. Téc. De Obras Públicas

Autor: **Jesús Guijarro Valera**
Director: **D. Bartolomé Francisco García Pérez**

ÍNDICE

1. PRÓLOGO	5
Agradecimientos	8
2. SOLICITUD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	12
APARTADO A.....	13
a) Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales.	13
b) Estimación de residuos generados	14
c) Inventario Ambiental	14
APARTADO B.....	17
a) Exposición de las diferentes alternativas estudiadas y justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.....	17
Alternativa 1	18
Alternativa 2	21
Alternativa 3	23
b) Elegir criterios de selección de alternativas y llegar a la alternativa más conveniente mediante la técnica de análisis multicriterio	26
Criterios de selección y descripción detallada de cada uno de ellos	26
Análisis multicriterio de alternativas.....	27
Análisis de resultados	27
APARTADO C.....	29
a) Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre distintos factores.....	29
b) Serie de impactos producidos con sus indicadores y funciones de transformación.....	31
APARTADO D.....	43
a) Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.	43
APARTADO E	48
a) Programa de vigilancia ambiental.....	48
Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental	48
Fases de desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental	49
Actuaciones previstas en el Programa de Vigilancia Ambiental	50

APARTADO F	53
a) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. En su caso, informe sobre las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.	53
4. RESTAURACIÓN DE LA CANTERA CABEZO GORDO	55
APARTADO A	56
a) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	56
b) HIDROGEOLOGÍA.....	56
c) FAUNA	57
d) FLORA.....	57
e) PATRIMONIO.....	57
APARTADO B	58
a) ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LAS EXPLOTACIONES EN LA CANTERA	58
PAISAJE	58
SUELO	58
VEGETACIÓN.....	58
RED DE DRENAJE.....	59
ATMÓSFERA.....	59
POBLACIÓN	59
APARTADO C	60
a) ALTERNATIVAS PARA LA REFORESTACIÓN	60
b) JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	68
APARTADO D.....	69
DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.....	69
SITUACIÓN DE LA CANTERA	69
DISPOSICIÓN DE ZONAS DE PICNIC, PARKINGS, COMPLEJOS DEPORTIVOS Y EMBALSES	73
DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS SOBRE EL TERRENO	74
SISTEMA DE REGADÍO	75
APARTADO E	78
PRESUPUESTO	78
EXPLICACIÓN	80

5.	RESTAURACIÓN DE LAS CANTERAS CARRASCOY I Y FULSAN	81
	APARTADO A	82
	a) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	82
	b) HIDROGEOLOGÍA.....	82
	c) FAUNA	83
	d) FLORA.....	83
	APARTADO B	84
	a) ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LAS EXPLOTACIONES EN LA CANTERA	84
	APARTADO C	85
	a) ALTERNATIVAS PARA LA REFORESTACIÓN	85
	b) JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	95
	APARTADO D.....	97
	DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA.....	97
	SITUACIÓN DE LA CANTERA.....	97
	DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS SOBRE EL TERRENO	98
	SISTEMA DE REGADÍO	103
	APARTADO E	105
	PRESUPUESTO	105
6.	CONCLUSIÓN	107
7.	BIBLIOGRAFÍA	110
	Referencia bibliográfica consultada para realizar el trabajo.....	111

1. PRÓLOGO

La finalidad de este proyecto es encontrar una cantera cercana tanto a Murcia capital como a Cartagena, a la que realizar una ampliación, para abastecerlas de áridos de buena calidad, que se destinarán a la realización de morteros para la obra pública y demás construcciones.

Las tres alternativas que he tomado son: las canteras de Carrascoy I y Fulsan situadas en la parte oeste de la Sierra de Carrascoy, al sureste de Alhama de Murcia y la cantera Cabezo Gordo situada en la parte noroeste del Cabezo gordo, a 3,5 Km al sureste del núcleo urbano de Balsicas.

En este proyecto he estudiado el impacto ambiental que se produce al realizar la ampliación de la cantera "Cabezo Gordo", que es la que ha resultado ser la más adecuada. Generalmente el impacto ambiental producido por la construcción de una cantera es enorme, pero el de una ampliación puede casi llegar a ser positivo. En nuestro caso, la ampliación se realiza en dirección al núcleo urbano. En esta dirección se encuentra uno de los picos del cabezo, que hará de barrera montañosa, sirviendo de protección a autovía y núcleo urbano, contra el polvo y el ruido y que ocultará toda la ampliación desde Balsicas y desde una gran parte de la autovía C-3319. Además se colocarán en cotas más bajas y se remplazarán el viejo primario, la planta trituradora o las cintas transportadoras por otros nuevos que presentarán un aspecto más moderno y cuidado, lo que reduce muchísimo el impacto visual.

Como esta cantera tiene una cantidad de reservas muy buena, a simple vista parece que no es necesario realizar dicha ampliación, pero la gran cantidad de material que podemos conseguir explotando esta pequeña parte del cabezo, nos hará cambiar de opinión, ya que con solo 6 Ha la cantera doblará las reservas que tenía hace unos años.

Otro aspecto a tener en cuenta es que instalaremos una nueva planta trituradora para destinar, los escombros de los edificios arrasados por el terremoto de Lorca, a material de relleno a la hora de restaurar las partes de la cantera que ya han sido explotadas. Aunque la distancia es grande reduciremos costes, ya que el coeficiente de aprovechamiento de nuestro material extraído es prácticamente 100% y no podemos utilizar esas grandes cantidades de escombros que tienen otras canteras para esta función. Además aportaremos nuestro grano de arena en la ayuda contra esta catástrofe natural.

También he realizado el proyecto de las restauraciones de dichas canteras en su fase de abandono. En primer lugar he aprovechado la cercanía de la zona afectada a Balsicas y a la autovía C-3319 para, además de repoblar la zona a restaurar con árboles y arbustos autóctonos, ofrecer una serie de servicios de ocio. He incluido en el proyecto de restauración la construcción de: dos zonas de picnic, dos aparcamientos, caminos de tierra batida para hacer senderismo o ciclismo, una cabaña con torre para los guardabosques (que actualmente no tienen en el cabezo), una explanada acondicionada para hacer automovilismo y aeromodelismo, una exposición de cómo extraían y transportaban el material nuestros antepasados romanos y cartagineses en este mismo lugar, una zona deportiva con pistas de fútbol sala, baloncesto, tenis o pádel y una carretera que una dichas zonas.

En el caso de que no se realice la ampliación en las canteras de Fulsan y Carrascoy I, ambas terminarán su fase de explotación con un año de diferencia la una con la otra. Si por el contrario, sí se realizara dicha ampliación esta sería en el medio de las dos, por lo que ambas canteras podrían explotar esta nueva zona. Por un lado tenemos que el nuevo terreno a explotar está muy mermado y no presentaría un gran impacto a la pérdida de suelo, si al impacto visual ya que esto dejaría totalmente al descubierto la cantera de Fulsan (la que está más en el interior de la montaña) por lo que se incrementaría en gran proporción el impacto visual. Si esto ocurriera también terminarían con la nueva fase de explotación casi al mismo tiempo, así que he incluido un posible proyecto en el que restaurar las dos canteras al mismo tiempo.

Como por Alhama de Murcia hay varias zonas de picnic, solo hemos puesto una a la entrada de las canteras con un parking de tierra aprovechando una explanada. En las demás 85 Ha, solo hemos repoblado las cuatro distintas zonas en las que hemos dividido el terreno afectado por las dos canteras, para utilizar de esta forma más variedad de árboles y arbustos y ofrecer también más protección a la fauna autóctona.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero hacer mención a todo lo que aprendido haciendo este proyecto. Destacar a **D. José Manuel Moreno Angosto** (profesor responsable de las asignaturas Impacto Ambiental y Protección del Medio Ambiente de ITOP en la Universidad Politécnica de Cartagena) entre todo el profesorado, porque me han servido de muchísima ayuda, los trabajos hechos en sus dos asignaturas para realizar este laborioso proyecto y por lo bien que ha preparado a sus alumnos para enfrentarnos a situaciones como esta. En estos trabajos coincidí con grandes amigos y compañeros de clase como Álvaro Soria González, José María Lasheras Ruiz, Ignacio Nadal García o Jaime García Ferreira.

Este proyecto tampoco se hubiera podido llevar a cabo sin la ayuda de **D. Fernando Domínguez Álvarez de Eulate**, Jefe de Cantera Cabezo Gordo, el cual me ha proporcionado numerosos datos, consejos, información e indicaciones y planes de cómo van a llevar a cabo la ampliación para que tuviera el menor impacto posible con las mayores ventajas.

Por su desinteresada ayuda en la elección de todas y cada una de las especies de árboles y arbustos que hemos puesto en la reforestación, me gustaría expresar mi reconocimiento a mi gran amigo **D. Jesús Fernández Zapata**, Biólogo por la Universidad de Murcia. También a **D. Adolfo Ponce**, trabajador de la empresa Comunicación Vegetal S.L. de Granada, el cual me ha ayudado a escoger la presentación adecuada de las plantas seleccionadas para la replantación.

Me gustaría también hacer mención a dos miembros del **Departamento de Bomberos de Alcantarilla**, a los cuales pedí consejo sobre las medidas contra incendios que iba a utilizar, una serie de datos sobre la maquinaria y herramientas que tienen a su disposición a la hora de enfrentarse a un incendio forestal y su forma de actuar contra una catástrofe de esas características, los cuales me facilitaron y explicaron con gran amabilidad.

Deseo asimismo expresar mi gratitud a **D. Vicente López García**, jefe de Tejas Murcia S.L. de Sangonera la Seca y a **D. Juan Diego Navarro Buendía**, Topógrafo de la empresa Construcciones Hermanos Chelines S.A. de Sangonera la Verde, por la gran ayuda que me han brindado, con los presupuestos y la construcción de la carretera.

Por último, no tengo palabras para expresar la gratitud que siento hacia **D. Bartolomé Francisco García Pérez**, Director de este proyecto y profesor responsable de la asignatura "Proyectos". Quiero hacer referencia a la gran ayuda y a los conocimientos que ha aportado en cada párrafo de este proyecto y a la bibliografía que me ha aconsejado y facilitado. A todo el tiempo que me ha dedicado y a todas esas mañanas que me ha atendido, siempre con una sonrisa, pese a tener tanto trabajo. También agradecer su incondicional apoyo y ánimo que me ha ofrecido durante todo este año, en el que he tenido la gran suerte de coincidir con él.

2. SOLICITUD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

A) Definición, características y ubicación del proyecto

Se somete a E.I.A. el proyecto de la ampliación y modificación de una cantera para la extracción de áridos con el objetivo de abastecer, tanto a Murcia como a Cartagena. Para ello hemos escogido la cantera Cabezo Gordo (Torre Pacheco) que está aproximadamente a la misma distancia de ambas ciudades, con materiales de extracción de muy buena calidad, además de un coeficiente de aprovechamiento del 100% y con tan solo un recubrimiento de 0 a 0.5 m. En esta cantera se extraen mármoles del Trías Medio y Superior de colores grises y azulados, aptos para áridos de construcción y obras públicas. La cantera pasará de 19 a 25 Ha y a tener unas reservas de 20 millones de m³ más. Se realizará:

- Explotación minera a cielo abierto.
- Cintas transportadoras, planta de machaqueo, cribado-clasificado y almacenamiento en silos de los distintos tipos de áridos.
- La planta de trituración la utilizaremos también para machacar los escombros provenientes del derrumbe de los numerosos edificios afectados por el terremoto de Lorca para una vez terminada la explotación, restaurar la zona afectada, utilizando como material de relleno para las capas más profundas de la excavación estos escombros, además de los ya generados por la propia cantera, que en este caso son muy pocos en comparación a otras, ya que su coeficiente de aprovechamiento se puede considerar del 100%.

Tenemos que tener en cuenta que habría que reformar, mejorar, renovar y reparar algunos de los tipos de maquinaria y en alguna ocasión colocar alguna instalación más moderna y con más capacidad, que proporcione un mayor rendimiento, haga menos ruido y a ser posible consuma menos energía, reduciendo así impacto y costes a corto y largo plazo.

El proyecto pertenece al anexo I, grupo 2.a (explotaciones a cielo abierto) y subgrupo 5 (explotaciones visibles desde autopistas, autovías, carreteras nacionales y comarcales o núcleos urbanos superiores a 1.000 habitantes o situadas a distancias inferiores a 10 km de tales núcleos).

Datos de explotación de la cantera actualmente:

- Volumen anual de extracción 1.400.000 Toneladas
- Superficie afectada (incluye cantera e instalaciones) 19 Ha
- Los materiales que componen el suelo a explotar son en gran parte mármoles del Trías Medio y Superior.

El clima de esta zona se considera como templado con temperaturas comprendidas entre mínimas de unos 0 °C y máximas de aproximadamente 37 °C y precipitaciones medias anuales oscilan entre 300 y 350 mm.

B) Principales alternativas que se consideran y análisis de los potenciales impactos de cada una de ellas

Se barajaron otras alternativas geográficas en la zona de Alhama de Murcia, pero se eligió esta porque la relación cantidad –coeficiente de aprovechamiento – calidad de los materiales era la más idónea.

Impactos:

- Sobre el medio atmosférico:
 - Polvo
 - Ruido
- Sobre el medio acuático:
 - La zona de estudio se corresponde a la zona de influencia de la cuenca del Río Segura pero no se produce ningún impacto ambiental.
- Sobre el medio geológico:
 - Riesgos:
 - Voladuras
 - Desbroce
 - Desprendimientos
 - Geomorfología:
 - Desmonte
 - Erosión
- Sobre la vegetación:
 - Se perderán árboles y plantas de la zona
- Sobre la fauna:
 - Desaparecerán los hábitats
 - Se producirán cambios en:
 - el apareamiento
 - la anidación
 - la alimentación
- Sobre el paisaje:
 - Pérdida de calidad paisajística
- Sobre la población y patrimonio:
 - A causa del polvo y los ruidos se pueden producir molestias de tipo:
 - Agotamiento
 - Fatiga nerviosa
 - Enfermedades respiratorias

3. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

APARTADO A

a) Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales.

Nuestro objetivo principal es abastecer a Murcia, Cartagena y alrededores, de áridos para hacer hormigones y morteros que se destinarán a diversas construcciones y obras públicas en la Región, para ello queremos realizar la ampliación de la cantera “Cabezo Gordo Oeste” que se encuentra en el municipio de Balsicas – Torre Pacheco, a unos 3.5 Km al sureste de la población de Balsicas, en la zona Bética del Cabezo Gordo, en el complejo de Nevado-Filábride. La explotación se lleva a cabo mediante perforaciones y voladuras en un frente de 960 m de longitud y 70 m de altura total, dividido en 4 bancos de 18 a 20 m de altura máxima cada uno. Se extraen mármoles del Trías Medio-Superior de colores grises y azulados con una estratificación bien definida en bancos de potencia superior a un metro. Tienen una dirección N-70° y buzamiento 20-40° Sur, que en ocasiones pellizcan micaesquistos del Paleozoico; así como dos familias de fallas de desgarre de direcciones N-40° y N-120°. Las fracturas se han rellenado de calcita rojiza y sílice (diques neptúnicos).



Datos de explotación después de la ampliación:

- Los minerales que se extraen en esta explotación a cielo abierto son mármoles del Trías Medio-Superior de colores grises y azulados con una estratificación bien definida en bancos de potencia superior a un metro. Se encuentra en el Complejo Nevado-Filábride, en el Cabezo Gordo, aproximadamente a 3.5 km al sureste de la población de Balsicas.
- Reservas 40.000.000 m³
- Superficie afectada (incluyendo cantera e instalaciones) 25 Ha.
- Arranque realizado mediante voladuras y perforaciones.
- El material obtenido será sometido a triturado y cribado-clasificado.

- El producto será destinado a la construcción y a la obra pública en toda la Región, pero principalmente en Murcia, Cartagena, Torre-Pacheco, San Javier y San Pedro del Pinatar.

b) Estimación de residuos generados

Como consecuencia de la explotación de la cantera, se generaran diferentes tipos de residuos:

- Residuos mineros inertes: unos 200.000m³ de estériles esponjados y de tierra vegetal que almacenaremos para luego utilizarlos como relleno en la restauración así que en un principio no se les aplicará la ley vigente sobre gestión de residuos inertes e inutilizados sobre residuos mineros de escombreras
- Lodos de fosa séptica y lodos de balsa de decantación: Las aguas residuales sanitarias verterán a un pozo séptico estanco del cual se retiraran los residuos periódicamente mediante gestor autorizado. Las aguas pluviales de la cantera procedentes de la decantación se reutilizaran para la aplicación de ciertas medidas correctoras.
- Otros residuos no peligrosos: Se generarán ciertos residuos no peligrosos tales como papel, cartón, envases metálicos y de plástico no contaminados, basura orgánica, madera...
- Residuos peligrosos: trapos y absorbentes contaminados, aceite usado, filtros, residuos de envases contaminados, residuos de componentes explosivos, residuos de municiones, etc....

c) Inventario Ambiental

- Geología y geomorfología: Como he expuesto anteriormente, se extraen mármoles del Trías Medio-Superior de colores grises y azulados con una estratificación bien definida en bancos de potencia superior a un metro. Tienen una dirección N-70° y buzamiento 20-40° Sur, que en ocasiones pellizcan micaesquistos del Paleozoico; así como dos familias de fallas de desgarre de direcciones N-40° y N-120°. Las fracturas se han rellenado de calcita rojiza y sílice (diques neptúnicos). La explotación se lleva a cabo mediante perforaciones y voladuras en un frente de 960 m de longitud y 70 m de altura total, dividido en 4 bancos de 18 a 20 m de altura máxima cada uno.
- Climatología: clima mediterráneo de tipo semiárido, con unos inviernos suaves (11°C de media en diciembre y enero) y unos veranos calurosos (con máximas de 40°C). La temperatura anual media es de 18°C.
- Hidrología e hidrogeología: La zona de estudio se corresponde a la zona de influencia de la cuenca del Río Segura. En el Cabezo Gordo no se puede hablar

de la existencia de una verdadera red hidrográfica, aunque las aguas superficiales o de escorrentía pueden verse afectadas por vertidos de aceites usados, combustibles y partículas sólidas que producen enturbiamiento. Las precipitaciones son escasas de unos 300 a 350 mm por año, la Región tiene entre 120 y 150 días al año donde el cielo está totalmente despejado. Abril y octubre son los meses con más precipitaciones, siendo frecuentes las trombas de agua en un solo día.

Primario y planta no suponen barreras para la circulación del agua.

- Flora Local: destaca la presencia de carrascales, sabinares y pinares, acompañados de un conjunto de especies, entre las que se encuentran numerosos endemismos ibéricos del sureste español. Se presentan algunas especies protegidas como el palmito, madroño, enebro, sabina, lentisco, cornicabra, carrasca, aladierno y espino negro. De la vegetación arbórea predomina el pino carrasco, favorecido por las distintas repoblaciones realizadas. Se presentan también especies nobles de matorral como el madroño, el durillo y la cornicabra en las zonas umbrosas altas. Y en las zonas rocosas y en pendientes pronunciadas, la sabina. El esparto, junto con la retama, cubre las solanas, mientras que los matorrales de coscoja, mezclado con enebro, espino negro y lentisco forman el matorral típico en las umbrías. En los suelos más degradados aparecen especies típicas como el romero, junto con el tomillo, albaida y coronillas.
- Fauna Local: destacan aves ibéricas esteparias muy escasas y amenazadas e incluso únicas a nivel regional, nacional y europeo como la avutarda, el sisón, la ganga ortega, la terrera marismeña, el cernícalo primilla y la alondra ricotí. Estas aves son propias de terrenos llanos, con vegetación arbustiva de bajo porte, y aunque anidan en el suelo o muy cerca del mismo cazan a la mayoría de sus presas en el cabezo. También pueden destacarse aves como el águila y el búho real y el gavián. Anfibios y reptiles como sapos, culebras y lagartos. Pequeños mamíferos como el ratón moruno, la musaraña, el lirón careto y el murciélago. De los carnívoros destacan, el tejón, la garduña, el gato montés o la gineta.
- Paisaje: se puede contemplar una sobre-elevación en medio de una gran explanada con un contraste de colores donde predominan las zonas de aspecto desértico. Hay algunas zonas pobladas que rodean la cantera “El Cabezo Gordo Oeste”, la más importante es el núcleo urbano de Balsicas situado a tan solo 3.5 km al noreste de la cantera.
- Historia, legislación y zonificación del Cabezo Gordo:
 - Directiva 79/409/CEE
 - Directiva 92/43/CEE
 - Ley 4/89

Ley 4/92 declara como espacio natural protegido al Cabezo Gordo, sin asignarle límites geográficos ni figura de protección específica. Posteriormente en la aprobación inicial del PORN (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) del BORM (Boletín Oficial de la Región Murcia) nº 15 de 20 de enero se propone como paisaje protegido ya que encaja mejor con su tamaño, usos y objetivos establecidos además se establecen los límites.

La zonificación establecida por el PORN es la siguiente:

- Zona de conservación prioritaria (93.6 HA): alberga los mayores valores naturales del cabezo, en particular solana y cumbres (áreas menos afectadas por la actividad extractiva)
- Zona de conservación compatible (102 HA): incluye el sector central de la umbría del cabezo situada a caballo entre las áreas más deterioradas. También el pie de monte de la solana, para salvaguardar la funcionalidad ambiental de la zona de conservación prioritaria inmediata.
- Zona de uso intensivo minero (77.6 HA): comprende terrenos de aprovechamiento máximo minero y obligaciones de restauración (Ley R.D. 2997/82, 15 de octubre) presentados y aprobados por el titular de la explotación en 1989 para frentes este y oeste.

En total el paisaje protegido Cabezo gordo tiene 273.2 Ha. Nuestra cantera tiene 25 HA aproximadamente un tercio de la zona de uso intensivo minero y los terrenos donde se colocará el nuevo primario y se hará la mejora ambiental también se encuentra en ella.

- Yacimientos arqueológicos: La Sima de las Palomas es sin duda el yacimiento arqueológico más importante de la región, ya que es el más antiguos de la Península Ibérica tras los de la Sierra de Atapuerca. Se trata de una sima cárstica de 20 m de profundidad en la que se han encontrado numerosos restos humanos de homínidos, de tipología pre-neandertal del Homo heidelbergensis que se remontan hasta hace unos 150.000 años, en el Pleistoceno Medio y Superior, su industria paleolítica musteriense, fauna del Pleistoceno Superior, con 100.000 años de antigüedad y numerosos indicadores climáticos y de la flora de la época. También se han encontrado pinturas rupestres y esqueletos de neandertales del final de mesolítico y principios del neolítico.
 - **Impacto sobre yacimiento y Bienes de interés cultural:** La Sima de las Palomas se encuentra en el sector sureste del cabezo mientras que la ampliación de la planta se realiza hacia el noroeste. Actualmente la separación entre sima y cantera es de 1650 m.

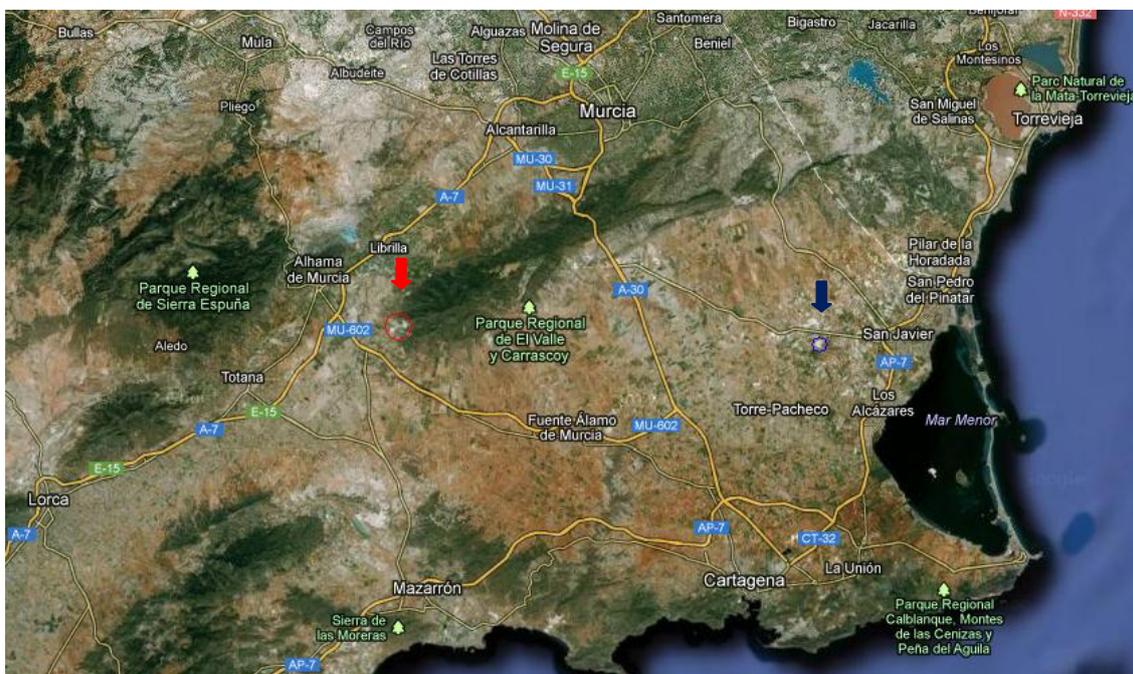
APARTADO B

a) Exposición de las diferentes alternativas estudiadas y justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales

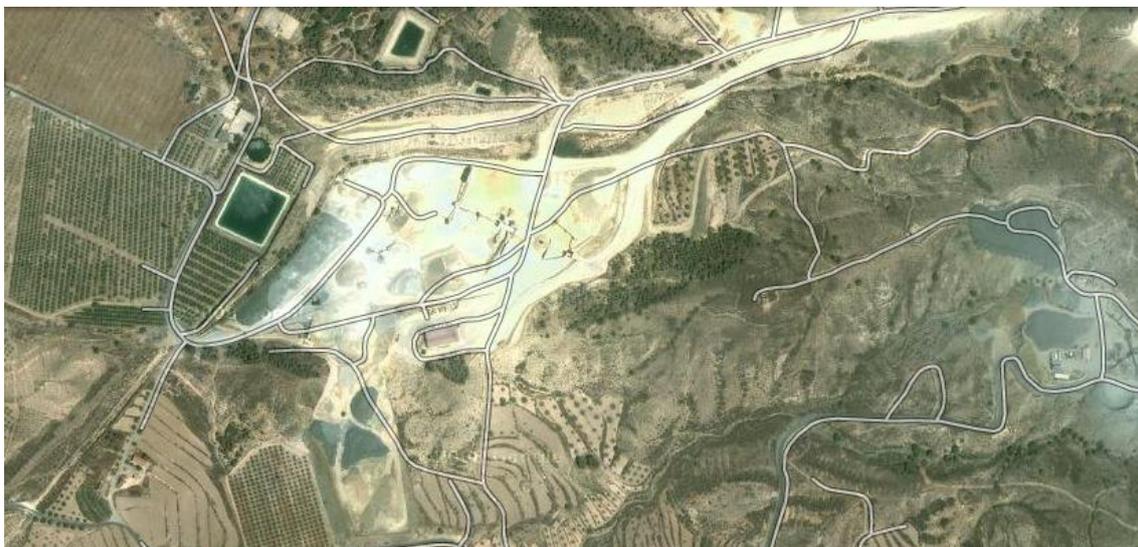
A continuación se realizara un análisis exhaustivo de cada una de las alternativas propuestas para el proyecto de ampliación de nuestra cantera. Estas se valorarán cuantitativa y cualitativamente y se decidirá cual es la más adecuada atendiendo a diversos criterios de valoración. Las dos primeras alternativas están señaladas en la parte izquierda del mapa con un círculo rojo y la tercera en la parte derecha con uno azul.

Las alternativas que barajamos en nuestro estudio son las siguientes:

- **Alternativa 1:** Ampliación de la Cantera Carrascoy I situada en la Unidad de Romero del Complejo Alpujárride, en el término municipal de Alhama de Murcia. Señalada en el plano por la flecha roja junto a la alternativa 2.
- **Alternativa 2:** Ampliación de la Cantera Fulsan situada en la Unidad de Romero del Complejo Alpujárride, en el término municipal de Alhama de Murcia.
- **Alternativa 3:** Ampliación de la Cantera Cabezo Gordo Oeste situada en el Complejo Nevado-Filábride, en el término municipal de Balsicas - Torre Pacheco. Señalada en el plano por la flecha azul.



Alternativa 1



Esta opción, supone la construcción de una ampliación de la Cantera Carrascoy I en el municipio de Alhama de Murcia, concretamente situada en la Unidad de Romero del Complejo Alpujárride, en las estribaciones sur-occidentales de la Sierra de Carrascoy.

En esta zona los materiales extraídos serán los siguientes:

ARENA	0/3			
GRAVAS	3/6	6/12	12/18	18/25
ZAHORRA	35/60			

Características de la explotación:

- FRENTE: Único
- POTENCIA: 200 metros
- RECUBRIMIENTO: 0.5 metro
- COEF. APROVECH: 95%
- RESERVAS: 4.000.000 m³
- PRODUCCIÓN

El arranque se lleva a cabo mediante voladura.

El producto es sometido a triturado y cribado-clasificado; se destinan principalmente a la fabricación de aglomerado asfáltico y para bases y sub-bases de líneas ferroviarias.

Tanto en la alternativa 1 como en la alternativa 2 nos encontramos con que estas tierras constituyen uno de los paisajes más representativos de los nuevos regadíos murcianos y que es uno de los mejores exponentes de los renovados paisajes agrícolas del mediterráneo español. En las últimas décadas se ha instalado un regadío intensivo dominado por los cultivos hortícolas y con nuevas y eficientes técnicas de cultivo y riego.

El carácter del paisaje también queda definido por la disposición fisiográfica del amplio pasillo del Guadalentín, un corredor llano de entre 7 y 10 km de anchura cerrado por los potentes relieves béticos de El Cura y Carrascoy y la gran estructura de Sierra Espuña presente como gran telón de fondo. Aunque los conos de deyección que conectan llanuras y sierras, también hayan sido convertidos en regadíos intensivos, son claramente identificables en el territorio.

El contacto entre la llanura del fondo del corredor y las sierras béticas que lo cierran, se produce a través de una colección de espléndidos conos de deyección coalescentes convertidos en alguno de los mejores ejemplos de este tipo de geoforma del Sureste bético. Por su parte, la transición entre el corredor del Guadalentín y la Huerta de Murcia se concreta también a través de un cono de deyección, pero éste es menos perceptible en el territorio por su enorme amplitud (más de 30 km²) y sus tendidas pendientes. No obstante, la configuración histórica de la huerta y las destructivas inundaciones que tenían su origen en la confluencia de los caudales del Segura y Guadalentín sólo pueden ser entendidas por esta singular conexión entre sus valles.

La transformación agrícola y la extrema aridez del territorio condicionan la escasa trascendencia paisajística de una vegetación que sin embargo adquiere una importancia ecológica notable. Así, se localizan en esta unidad los saladares del Guadalentín, estepas salinas singulares desde la perspectiva biológica pero también paisajística. También aparecen formaciones de vegetación hidrófila mediterránea en el cauce del Guadalentín.

Estamos ante un paisaje agrícola organizado y dividido en innumerables parcelas transversales que ofrecen una imagen geométrica y rectilínea y que gracias al alumbramiento de las aguas subterráneas y la llegada de los caudales del Tajo-Segura, en los últimos treinta años, se ha producido un cambio radical en el árido paisaje del corredor del Guadalentín que antaño era un paisaje de pobres cosechas de cereal, pequeñas huertas en torno a las turbias aguas del Guadalentín y ramblas que drenaban las sierras. Actualmente estos terrenos se han transformado en regadíos altamente tecnificados.

La depresión prelitoral ha sido uno de los principales corredores de comunicación entre la ciudad de Murcia y los territorios más meridionales del Mediterráneo. Aún hoy continúa siendo un espacio muy transitado por el paso de la Autovía del Mediterráneo que discurre en este tramo por el centro de la depresión. Al igual que en la vega de Lorca, el carácter llano del territorio y la ausencia de arbolado abren enormes

perspectivas que sólo cierran los conos de deyección y los potentes rebordes montañosos que actúan como verdaderos telones de fondos de las visiones del Guadalentín.

En cuanto a la flora de la zona, el pino carrasco es la especie arbórea predominante, en zonas altas predominan el pino laricio y el negral. También se encuentran pequeños retazos de encinar, quejigal y arces.

En las proximidades de ramblas y fuentes, se desarrollan olmos, chopos y álamos, junto a una galería de plantas arbustivas: madreselvas, rosales, zarzaparrillas y otras.

El sotobosque se encuentra bien desarrollado en algunas laderas y se compone de coscoja, lentisco, espino, enebro y madroño, entre otros. Las marcadas diferencias de carácter físico entre laderas de distinta exposición solar son fácilmente apreciables en la cobertura vegetal.

En las cumbres, la vegetación destaca por su adaptación a condiciones meteorológicas extremas, y viene representada por el piorno o cojín de monja y la sabina.

La composición faunística es bastante variada. Entre los insectos aparecen especies singulares características del macizo como la mariposa aricia morronensis. Entre los anfibios destaca el sapo corredor y el sapillo pintojo. La diversidad de la comunidad de reptiles incluye, entre otros, al lagarto celado, la víbora hocicuda y la culebra bastarda. Pero, sin lugar a dudas, son las aves el grupo mejor conocido. En las masas forestales campean a placer carboneros, mitos y piquituertos. Entre las rapaces, por el día, el azor y el gavilán siempre están al acecho; durante la noche, el cárabo y el búho real son los reyes, siendo esta zona uno de los escasos puntos de la Región donde se puede escuchar su canto.

Los bordes del pinar y los setos son preferidos por escribanos, fringílidos y zorzales, y en ellos llegan a ser abundantes el águila calzada y el águila real.

La presencia de algunas de estas especies ha motivado la declaración de esta área como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), de importancia comunitaria en el ámbito europeo.

Dentro de los mamíferos, por su tamaño y exotismo, es el arruí o muflón del Atlas la estrella del Parque. Siendo una especie no autóctona (exótica), introducida en 1970 con fines cinegéticos, ha crecido rápidamente, produciéndose la declaración de Reserva Nacional de Caza en 1973. Además de esta especie, las ardillas (subespecie endémica), lirones, jabalíes, ginetas y gatos monteses completan, en parte, el plantel de mamíferos del Parque.

Alternativa 2



Esta alternativa se basa en la realización de la ampliación de la Cantera Fulsan, también en la Unidad de Romero del Complejo Alpujárride en Alhama de Murcia. En esta zona el material extraído serán productos calizos: Arenas, gravillas, grava, zahorra artificial y natural.

- ARENA: hormigones, aglomerados asfálticos y tratamientos superficiales y gravines.
- GRAVAS: especiales para colocación de adoquines
- ZAHORRA: PÓRFIDOS: Gravillas para la fabricación de aglomerados y tratamientos superficiales.
- FULDRÉN: Arena especial tipo Albero para jardines, campos de fútbol, plazas de toros, etc.

Características de la explotación:

- FRENTE: 250 metros
- POTENCIA: 120 metros
- RECUBRIMIENTO: 1 metro
- COEF. APROVECH: 75-90%
- RESERVAS: Indeterminadas
- PRODUCCIÓN: 3.400 Tm/día

El arranque se realiza mediante voladura.

El producto es sometido a triturado, cribado-clasificado y lavado de algunos productos.

La planta de tratamiento está compuesta por Tolva general, cintas transportadoras, molinos, cribado-clasificado y almacenamiento en silos.

La Cantera Fulsan está situada en las proximidades de la cantera Carrascoy I, por lo que el impacto que se producirá en el paisaje será aproximadamente de la misma intensidad con la ventaja de que la cantera Fulsan está más alejada del núcleo urbano de Alhama de Murcia que la de Carrascoy I.

Alternativa 3



Esta alternativa se basa en hacer la ampliación de la Cantera Cabezo Gordo Oeste en el municipio de Balsicas – Torre Pacheco, situada en el Complejo Nevado-Filábride, en el Cabezo Gordo, aproximadamente a 3.5 km al sureste de la población de Balsicas.

En esta zona los materiales extraídos serán los siguientes:

ARENA	0/2	0/4	ARENA FINA CON HOYO
GRAVAS	4/8	8/12	11/22 20/40 40/70 Y MEZCLAS GRANULARES
ZAHORRA	TODO UNO	0/40	ZAHORRA B ESCOLLERAS

Características de la explotación:

- FRENTE: 160 metros
- POTENCIA: 45 metros
- RECUBRIMIENTO: 0 - 0.5 metros
- COEF. APROVECH: 100%
- RESERVAS: 20.000.000 m³
- PRODUCCIÓN: 4.000 Tm/día

El arranque se realiza mediante perforación y voladura. El producto es sometido a triturado y cribado-clasificado; son destinados a la construcción y obra pública en general, así como a la fabricación de hormigones y morteros.

El este de la cuenca del Mar Menor está formado por el pie de monte meridional de los relieves de Carrascoy (1.065 m), Sierra del Puerto (603 m), y Sierra de la Cresta del Gallo (518 m), a los que se adosan una serie de relieves en cuesta. Queda abierta a los vientos de Levante; su escasa altitud y proximidad al mar hace que las cadenas climáticas mediterráneas se caractericen por una bonanza térmica durante todo el año (la media anual es de 18º C) y no existe invierno térmico. A ello hay que unir más de las tres cuartas partes del año con cielos despejados y más de 3.000 horas de sol al año.

Esto ha favorecido cultivos de secano adaptados (almendro, olivo, algarrobo y cereal) a los que se podría dar riego también algún cítrico y alguna cosecha de hortalizas al año.

El paisaje refleja una planitud sin apenas relieves abruptos con la excepción de la elevación del Cabezo Gordo, con 312 metros de altura, en donde se encuentra nuestra cantera. Las urbanizaciones formadas por la expansión de los núcleos tradicionales resaltan dentro del resto de tierras destinadas a secanos y regadíos. Estos pequeños núcleos en torno a algún afloramiento de agua convierten la zona en un espacio poco poblado.

La bonanza térmica y la abundante luz solar, junto a las aguas del Tránsito Tajo-Segura y de la Mancomunidad de Canales del Taibilla han transformado este paisaje. Las tierras de mayor altitud coinciden con las áreas de monte que cuentan con alguna figura de protección como el Parque Regional de El Valle-Carrascoy y ZEPAs, que se extienden a Altaona y Escalona. Estas últimas tienen la consideración de Área de Sensibilidad Ecológica.

Sobre los antiguos secanos, por encima de la cota 120, se han asentado nuevos usos turístico-residenciales: urbanizaciones del tipo “resort” asociadas o no a campos de golf, algún equipamiento deportivo o sector de usos económicos-dotacionales. A ello habrá que unir en el subsector occidental de este Campo de Murcia el nuevo aeropuerto de Corvera (361.4 ha). Estas áreas residencias y dotacionales necesitan de infraestructuras sobre todo viarias que las comuniquen con Murcia, Cartagena y el litoral del Mar Menor. Los proyectos previstos afectan entre viviendas, campos de golf e infraestructuras a más de 37 millones de metros cuadrados, y multiplicarán por siete la población de partida.

Por encima de la cota 120 la mayor parte de tierras son regadas con aguas de pozos de acuíferos, que a veces ha habido que incorporarles una desalobadora. Por debajo de la cota 120 se encuentran los regadíos del Campo de Cartagena, donde cítricos y cultivos hortalizas, al aire libre y en cultivos protegidos, se convierten en la Huerta de Europa.

El Cabezo Gordo dispone de protección ambiental al tener diversos hábitats que interesa preservar, teniendo la consideración de paisaje protegido. Desde su cumbre se divisa una amplia panorámica que incluye todo el Mar Menor y gran parte del Campo de Cartagena.

Entre su vegetación destacan el Cornical (*Periploca angustifolia*) y el lastonar de *Brachypodium retusum* (es el prado seco por excelencia). Se ha documentado también la presencia del chumberillo de lobo (*Caralluma europaea*), un ibero-africanismo muy poco frecuente. En cuanto a la fauna, los que necesitan más protección son los quirópteros que suelen vivir en las cuevas, entre los que se encuentran el murciélago de las cuevas (*Miniopterus schreibersii*), el Ratonero patudo (*Myotis capaccinii*), el Ratonero Grande (*Myotis myotis*) y el Mediterráneo de herradura (*Rhinolophus euryale* o *Rhinolophus ferrumequinum*).



Dinteles del Teatro Romano de Cartagena realizados en mármol del Cabezo Gordo. Museo del Teatro Romano de Cartagena.

Su estructura es de mármol del Triásico, lo que ha provocado desde hace más de dos mil años que el cabezo gordo haya sido usado como cantera. El mármol gris vetado se ha empleado tradicionalmente en la construcción de la mayor parte de edificios históricos de la ciudad de Cartagena. Así por ejemplo, es uno de los materiales básicos que se emplearon en la construcción del Teatro Romano de Carthago Nova.

Por otro lado, en el Cabezo Gordo se encuentra uno de los yacimientos más importantes del mundo de restos del *Homo Neanderthalensis* en la denominada Sima de las Palomas.

b) Elegir criterios de selección de alternativas y llegar a la alternativa más conveniente mediante la técnica de análisis multicriterio

Criterios de selección y descripción detallada de cada uno de ellos

Los diferentes criterios, junto con un valor entre 0 - 6, que vamos a considerar para la elección de la alternativa más adecuada son los siguientes:

- | | |
|---|----------|
| - C1. Afección sobre la flora. | Valor: 6 |
| - C2. Afección sobre la fauna. | Valor: 6 |
| - C3. Vida útil y coeficiente de aprovechamiento. | Valor: 5 |
| - C4. Contaminación atmosférica. | Valor: 5 |
| - C5. Fácil accesibilidad. | Valor: 6 |
| - C6. Impacto visual. | Valor: 6 |
| - C7. Criterios económicos. | Valor: 5 |
| - C8. Pérdida de suelo con afección al paisaje. | Valor: 5 |
| - C9. Contaminación acústica. | Valor: 6 |

C1: Dureza con la que la ampliación de la cantera afectará a la flora.

C2: Intensidad con la que afectará la cantera a los hábitat de la fauna local.

C3: Cantidad de reservas y porcentaje de material aprovechable que tienen las diferentes canteras.

C4: Polvo que levantan voladuras y los distintos tipos de maquinarias además de los gases contaminantes que proceden de las distintas instalaciones y de la maquinaria pesada y de transporte.

C5: Distancia de la cantera en cuestión a Murcia Capital y a Cartagena y fácil acceso desde la autovía para su transporte a las grandes ciudades.

C6: Número de puntos desde donde se puede visualizar la cantera y número de personas que serán afectadas.

C7: Coste del combustible utilizado en el transporte de las materias primas a los puntos de utilización y calidad del material, este criterio está relacionado en gran medida con los criterios 3 y 5 anteriormente expuestos.

C8: Extensión de área que ha sido afectada alrededor de la cantera, además de la amplitud de la cantera en cuestión.

C9: Intensidad con la que se percibe el ruido provocado por las voladuras y los distintos tipos de instalaciones y maquinaria de la cantera en los núcleos urbanos cercanos y en el hábitat de los diferentes seres vivos.

En estos criterios tenemos en cuenta que se expone a un estudio de impacto ambiental la ampliación de una cantera, por lo que el medio ambiente de la zona está ya muy mermado, intentaremos hacer el menor impacto posible y al término de su uso se realizará una restauración del lugar, el material de relleno que se utilizará para las excavaciones más profundas provendrá de escombros producidos por los terremotos de Lorca, además de los ya generados por la propia cantera.

Análisis multicriterio de alternativas

En el siguiente cuadro observamos los diversos criterios descritos en función de cada una de las alternativas.

La valoración de las alternativas se realiza en una puntuación de 0- 5, donde cero es un muy mal comportamiento y 5 uno muy bueno:

- 1 → Muy malo
- 2 → Malo
- 3 → Medio
- 4 → Bueno
- 5 → Muy bueno

SUMA PONDERADA

Alt \ Crit	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Σ
A1	2	2	3	2	4	2	3	1	3	22
A2	1	2	1	2	4	3	2	1	4	20
A3	3	3	5	1	4	1	4	3	2	26

MEDIA PONDERADA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Σ
Valor	6	6	5	5	6	6	5	5	6	
A1 pond	12	12	15	10	24	12	15	5	18	123
A2 pond	6	12	5	10	24	18	10	5	24	114
A3 pond	18	18	25	5	24	6	20	15	12	143

Análisis de resultados

Una vez realizado el análisis multicriterio de las diferentes alternativas, podemos observar que las alternativas 1 y 2 son desechadas debido a que aunque son más regulares, la cantera de Torre Pacheco gana a las de Alhama en 5 de los 9 campos.

La alternativa 3 es la peor en la contaminación atmosférica producida, aunque está muy bien diseñada para retener la máxima cantidad posible de polvo, es la más cercana a un núcleo urbano y a una autovía. Por el contrario al haber mucha más riqueza faunística y florística en las canteras de Carrascoy, el polvo y el ruido serán más perjudiciales para estas alternativas en los dos primeros criterios. El “Cabezo Gordo” es la única de las tres canteras en las que el arranque del producto se lleva a cabo con perforaciones, además de voladuras. De esta forma aunque las voladuras provocan más levantamiento de polvo, gasto de explosivo y ruido de forma puntual, las perforaciones hacen que el ruido sea, aunque también más bajo, continuo y que se gaste más energía a la hora de poner en marcha la maquinaria necesaria para realizarlas.

Por este motivo también le daremos la peor puntuación en la contaminación acústica ya que el núcleo urbano de Balsicas se encuentra a tan solo 3.5 km mientras que las canteras de Carrascoy I y Fulsan se sitúan a más de 8 km del núcleo de Alhama.

En el impacto visual también tendrá la peor puntuación ya que por la planitud de la zona, el Cabezo Gordo se ve desde varios puntos y por más número de personas que en Alhama.

Sin embargo es, de las tres alternativas la que menos daña la fauna y flora de la zona, ya que Torre Pacheco se dedica más al cultivo que Alhama que es una zona más natural y donde las sierras de Carrascoy y Espuña tienen muchas más especies (tanto vegetales como animales) afectadas por las canteras, que en el cabezo Gordo. Además un factor muy a tener en cuenta es la proximidad de las dos canteras de Alhama, por lo que se afecta mucho más a la flora y a la fauna y también a la extensión de tierra que va a ser deteriorada por las canteras, instalaciones y accesos, puntuación que se ve reflejada en el criterio 8.

Desde las tres canteras se recorre más o menos la misma distancia tanto para llegar a Murcia como a Cartagena. Conectan fácilmente con las autovías e incluso coinciden en algunos tramos por lo que le ponemos la misma puntuación a las tres en el criterio 5. En cuanto a la vida útil, el coeficiente de aprovechamiento del material extraído y la calidad de los productos obtenidos la alternativa ganadora es la Cantera del Cabezo Gordo, por lo que tendrá mejor puntuación en los criterios 3 y 7, este último relacionado con la calidad del material y fácil acceso a la cantera.

En la Alternativa 3 nos encontramos con que aunque su explotación ha ido unida a la demanda de este material en la zona, desde finales del siglo XX se ha estado reclamando el cierre de las canteras por algunos colectivos y sectores sociales ya que provocan un gran impacto paisajístico y visual, especialmente en una de las laderas de la montaña. Después del cese de las actividades de explotación, solucionaremos este problema restaurando la zona como explicaremos más adelante, haciendo una repoblación con flora característica de la zona, construyendo algunos jardines e instalaciones deportivas y ofreciendo una serie de servicios, aprovechándonos de la cercanía de la cantera al núcleo urbano y de que es visible desde muchos puntos y por un gran número de personas, cosa que en principio era un gran inconveniente.

APARTADO C

a) Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre distintos factores

En este apartado se evaluará los efectos directos e indirectos del proyecto sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el patrimonio histórico artístico y arqueológico. Así mismo, se atenderá a la interacción entre todos estos factores. Realizar un primer cribado de los impactos (significativos y poco significativos)

Evaluación de efectos previsibles:

A continuación, se indican los efectos que la realización de la ampliación de la cantera puede ocasionar en el entorno:

→ Durante la **fase de construcción:**

- Contaminación atmosférica por emisión de gases contaminantes procedentes de la maquinaria empleada en la construcción.
- Afección sobre flora y fauna debido a la construcción de caminos y obras auxiliares.
- Generación de polvo durante la construcción.
- Contaminación acústica por los ruidos ocasionados por las máquinas.
- Pérdida de suelo y vegetación por la construcción de la obra.
- Destrucción de diversos hábitats naturales de la zona.

→ Durante la **fase de explotación:**

- Afección a la fauna de la zona.
- Modificación sobre el paisaje natural, contaminación visual.
- Desarrollo socio-económico de las poblaciones afectadas.
- Contaminación acústica.
- Pérdida de suelo por el corte de las montañas.
- Generación de polvo.
- Voladuras, las cuales producen insostenibilidad del material geológico que puede llevar a aumentar los deslizamientos de tierra.

→ Durante la **fase de abandono:**

- Impacto visual del suelo debido a las extracciones de la cantera.

Cribado de impactos:

➤ Identificación de Impactos no significativos:

- La afección provocada por caminos, accesos y obras auxiliares sobre la flora y la fauna puede considerarse casi despreciable, ya que, solo hay necesidad de construirlos en las nuevas 9 Ha.
- En lo referente a la afección a zonas de interés cultural como pueden ser monumentos, yacimientos arqueológicos o restos arqueológicos, esta es nula, ya que La Sima de las Palomas se encuentra al sureste y la ampliación se realizará en dirección noroeste, quedando entre cantera y yacimiento arqueológico, la misma distancia que actualmente, 1650 m. Si durante el proceso de construcción, encontramos algún principio de que pueda existir otro yacimiento, la obra será inmediatamente detenida y se advertirá a las autoridades pertinentes para que se analice.
- El trazado de las líneas eléctricas aéreas no introducirá elementos perturbadores para el medio, ya que, discurren junto a otras ya existentes.

➤ Identificación de Impactos Significativos:

- En cuanto a los efectos medioambientales más significativos cabe destacar, la contaminación acústica, la contaminación atmosférica, y la pérdida de suelo; que pueden provocar graves alteraciones sobre el medio ambiente.
- La contaminación atmosférica provocada por el tránsito de vehículos autorizados, maquinaria pesada y maquinaria ligera, necesaria para la construcción y explotación de la cantera. Además de la contaminación provocada durante la fase de explotación al realizar voladuras y los cortes necesarios para la extracción del material.
- La contaminación acústica provocada por la maquinaria, afectando a la fauna existente en la zona y provocando la migración de algunas especies.
- La generación de polvo es de gran importancia en esta obra, ya que, se van a producir numerosos movimientos de tierras. Además el transporte del material se realiza a través de caminos no asfaltados, esto puede producir graves problemas a los operarios, dañando el aparato respiratorio por inhalación de polvo.

b) Serie de impactos producidos con sus indicadores y funciones de transformación.

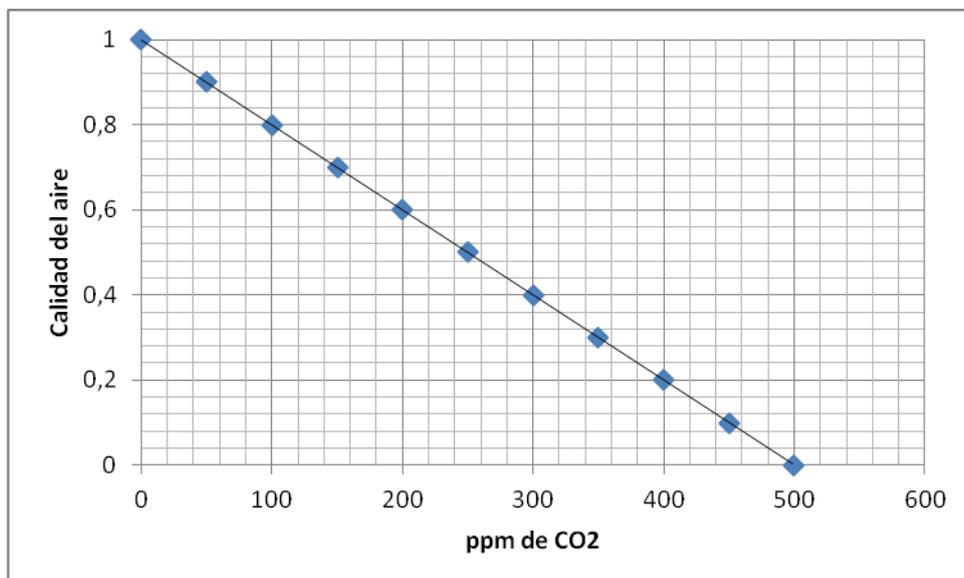
Ahora elegiré de manera justificada los indicadores de impacto ambiental a utilizar en la valoración de cada uno de los impactos ambientales clasificados como significativos. Para aquellos que valore cuantitativamente, construiré las correspondientes funciones de transformación. Luego valoraré cuantitativamente o cualitativamente los impactos ambientales, según corresponda y los clasificaré, según establece el Reglamento, en compatibles, moderados, severos y críticos.

➤ CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR GASES

- ACCIÓN: Paso de vehículos ligeros para el control y maquinaria pesada para la realización de las obras.
- INDICADOR: El indicador que nos permite realizar una estimación de la calidad del aire es realizar diversas mediciones de las concentraciones de los principales gases contaminantes de la atmósfera como CO, CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, O₃, SO₂, NH₃.

Nos centraremos básicamente en el análisis de la concentración de CO₂.

- FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN: La función de transformación es indirecta o inversa, ya que al aumentar la concentración de CO₂, disminuye la calidad del aire.



- NIVELES ANTES DE LA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS: Se han obtenido los siguientes valores de concentración de CO₂ (ppm), que corresponde a medidas tomadas en los alrededores de la zona antes de la realización del proyecto:

- 1ª medida: 295 ppm.
- 2ª medida: 287 ppm.
- 3ª medida: 325 ppm.

Valor medio: 303 ppm.

Homogeneizamos valores con la gráfica → **Sin proyecto: 0,4**

- NIVELES CON LAS OBRAS YA REALIZADAS: Por el contrario, para la situación con proyecto, se ha estimado que la concentración de CO₂ en los mismos puntos anteriores, serian:

- 1ª medida: 337 ppm.
- 2ª medida: 329 ppm.
- 3ª medida: 354 ppm.

Valor medio: 334 ppm.

Homogeneizamos valores con la gráfica → **Con proyecto: 0,32**

- CÁLCULO DE LA INCIDENCIA: Ahora podemos calcular la incidencia del impacto ambiental, teniendo en cuenta los siguientes atributos: Inmediatez, reversibilidad, acumulación, recuperabilidad, sinergia, periodicidad, momento, continuidad y persistencia.

La fórmula que vamos a utilizar para el cálculo de la incidencia es la siguiente:

$$I = INM + 3A + 3S + M + 3P + 3R + 3RC + PR + C$$

Para determinar el índice de incidencia tomaremos valores entre 1 y 3.

Atributos	Carácter de los atributos	Código numérico
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento	Corto plazo	3
	Medio plazo	2
	Largo plazo	1
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3

Reversibilidad	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	No reversible	3
Recuperabilidad	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1

$$I_s = \frac{I - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}}$$

Las características que reúne nuestro impacto son:

- Inmediatez: Directo
- Acumulación: Simple
- Sinergia: Media
- Momento: Corto plazo
- Persistencia: Permanente
- Reversibilidad: Medio plazo
- Recuperabilidad: Difícil
- Continuidad: Discontinuo
- Periodicidad: Irregular

$$I = 3 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 3 + 3 = 39$$

$$I_{\max} = 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 57$$

$$I_{\min} = 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 19$$

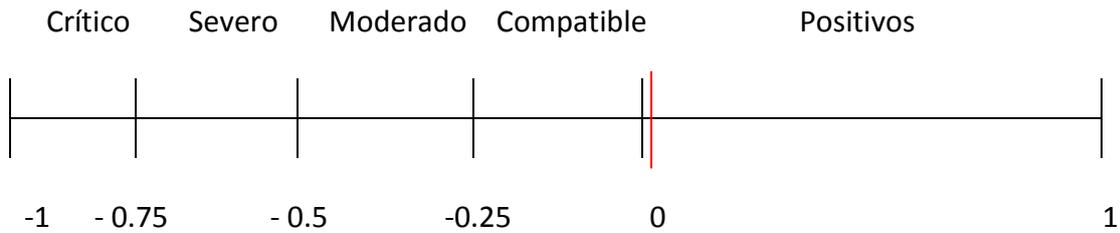
$$I_s = 0.53$$

- CÁLCULO DE LA MAGNITUD

$$M = I_{\text{con}} - I_{\text{sin}} = 0,4 - 0,34 = - 0,06$$

- VALOR DEL IMPACTO

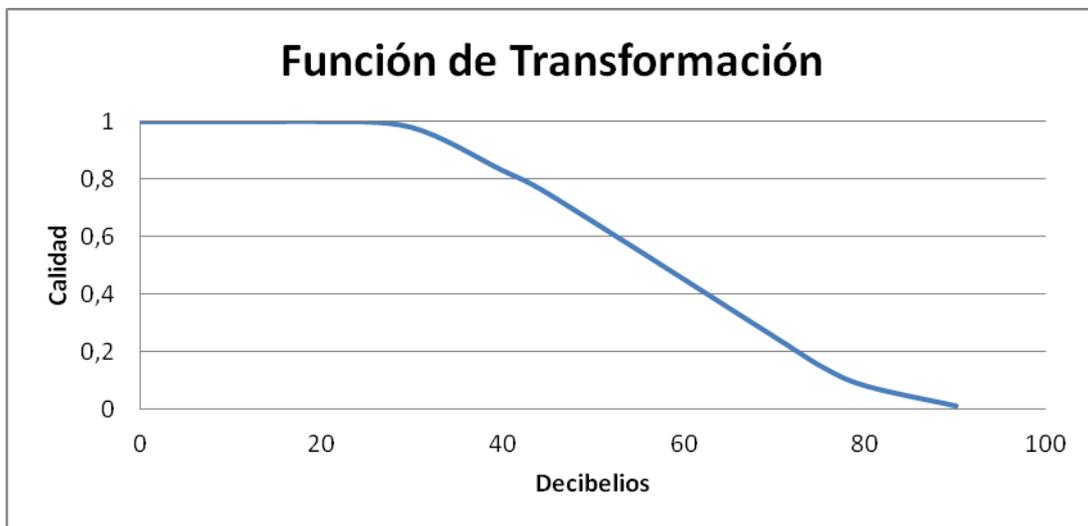
$$V = I \cdot M = - 0,06 \cdot (0,53) = - 0,03$$



Según la clasificación que hemos establecido entre los valores -1 y 1, podemos considerar el impacto como un **Impacto Compatible**. No es necesario implantar medidas correctoras pero conviene controlarlo.

➤ **CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**

- **ACCIÓN:** Ruido de maquinaria utilizada, herramientas necesarias, perforaciones y voladuras.
- **INDICADOR:** Un buen indicador del nivel de ruido es el nivel de presión acústica, medido en decibelios.
- **FACTOR:** Confort sonoro.
- **FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN:** A medida que aumentan los niveles de presión sonora, el confort sonoro, calidad ambiental disminuye, ya que la contaminación acústica se incrementa. Por lo tanto, es indirecta.



- **NIVELES ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN:** Los niveles de ruido antes de la construcción rondan valores de 65 y 70 dB, estos no afectan a los núcleos urbanos ni a la fauna de la zona. Para este número de decibelios en la calidad ambiental es de 0,25 aproximadamente.

- NIVELES DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN: Durante la fase de explotación se recogieron unos niveles aproximadamente de 70 y 75 dB, el cual corresponde a una calidad de 0,20.

- CÁLCULO DE LA INCIDENCIA:

$$I = INM + 3A + 3S + M + 3P + 3R + 3RC + PR + C$$

Atributos	Carácter de los atributos	Código numérico
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento	Corto plazo	3
	Medio plazo	2
	Largo plazo	1
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	No reversible	3
Recuperabilidad	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1

Las características que reúne nuestro impacto son:

- Inmediatez: Directo
- Acumulación: Simple
- Sinergia: Media
- Momento: Corto plazo
- Persistencia: Temporal
- Reversibilidad: Corto plazo
- Recuperabilidad: Fácil
- Continuidad: Discontinuo
- Periodicidad: Irregular

$$I = 3 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 3 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 26$$

$$I_{\text{máx}} = 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 57$$

$$I_{\text{mín}} = 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 19$$

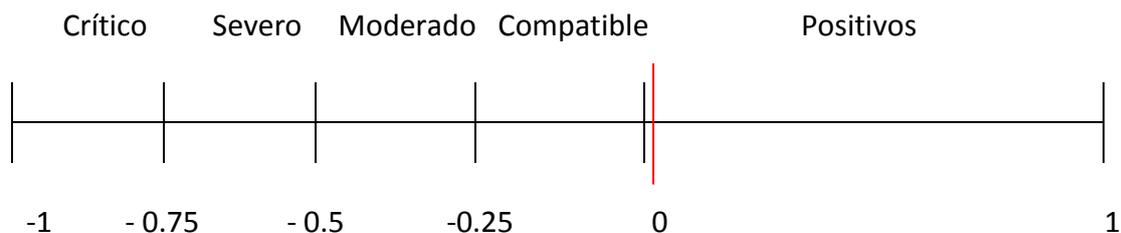
$$I_s = 0,18$$

- CÁLCULO DE LA MAGNITUD

$$M = I_{\text{con}} - I_{\text{sin}} = 0,20 - 0,25 = - 0,05$$

- VALOR DEL IMPACTO

$$V = I \cdot M = 0,18 \cdot (- 0,05) = - 0,01$$

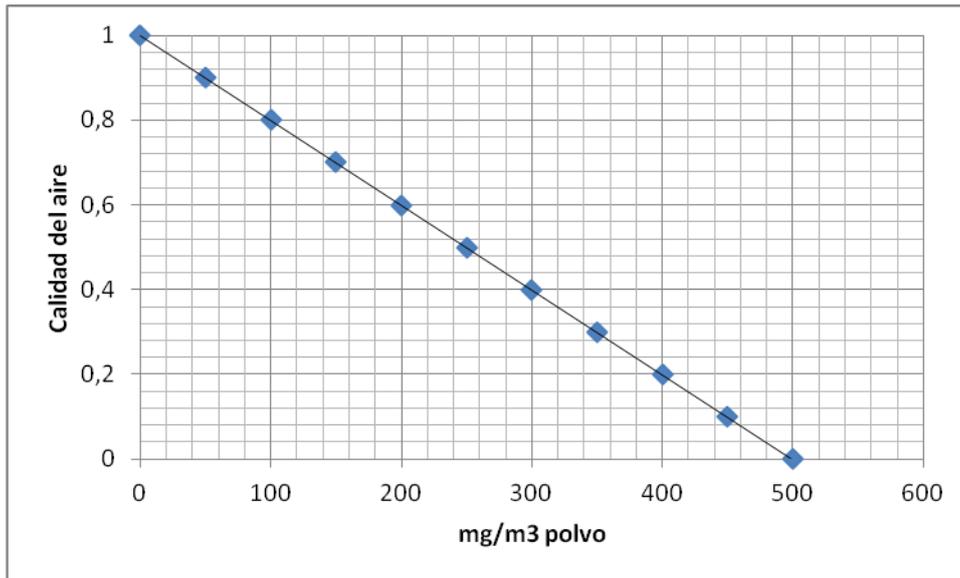


Según la clasificación que hemos establecido entre los valores -1 y 1, podemos considerar el impacto como un **Impacto Compatible**. No necesita medidas correctoras.

➤ POLVO

- ACCIÓN: Generación de polvo durante la construcción por movimiento de tierras y por el acopio de las mismas, además de la fase de explotación, por cortes y voladuras.

- INDICADOR: Tomaremos las partículas en suspensión, que son todas las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, la mayor parte de las cuales suponen un peligro. Su composición y tamaño son muy variables, lo que influye en la manera en que afectan a la salud humana.
- FACTOR: Calidad del aire
- FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN: Será inversa, pues a mayor concentración de polvo en el aire, peor calidad.



- NIVELES ANTES DE LAS OBRAS

	Aire limpio	Aire contaminado
partículas	10-20 mg/m ³	150-500 mg/m ³

Comparando con otros proyectos realizados, se concluye en que la concentración de polvo en el aire es de aproximadamente 250 mg/m³, lo que le corresponde una calidad de 0,5.

- NIVELES YA CON LAS OBRAS: El valor aproximado para esta situación es de unos 350 mg/m³, siendo aproximado este valor, lo que corresponde una calidad de 0,4.
- CÁLCULO DE LA INCIDENCIA: Ahora podemos calcular la incidencia del impacto ambiental, teniendo en cuenta los siguientes atributos:

$$I = INM + 3A + 3S + M + 3P + 3R + 3RC + PR + C$$

Atributos	Carácter de los atributos	Código numérico
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento	Corto plazo	3
	Medio plazo	2
	Largo plazo	1
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3
Reversibilidad	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	No reversible	3
Recuperabilidad	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1

Las características que reúne nuestro impacto son:

- Inmediatez: Directo
- Acumulación: Simple
- Sinergia: Leve
- Momento: Largo plazo
- Persistencia: Temporal
- Reversibilidad: Medio plazo
- Recuperabilidad: Difícil
- Continuidad: Discontinuo
- Periodicidad: Irregular

$$I = 3 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 1 + 1 = 30$$

$$I_{\text{máx}} = 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 57$$

$$I_{\text{mín}} = 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 19$$

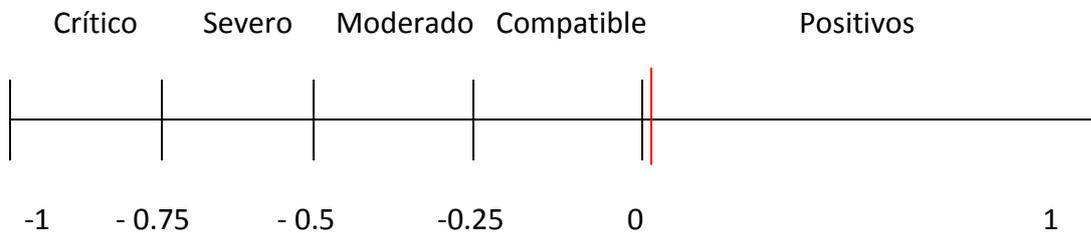
$$I_s = 0,29$$

- CÁLCULO DE LA MAGNITUD

$$M = I_{\text{con}} - I_{\text{sin}} = 0,4 - 0,5 = -0,1$$

- CÁLCULO DEL VALOR DEL IMPACTO

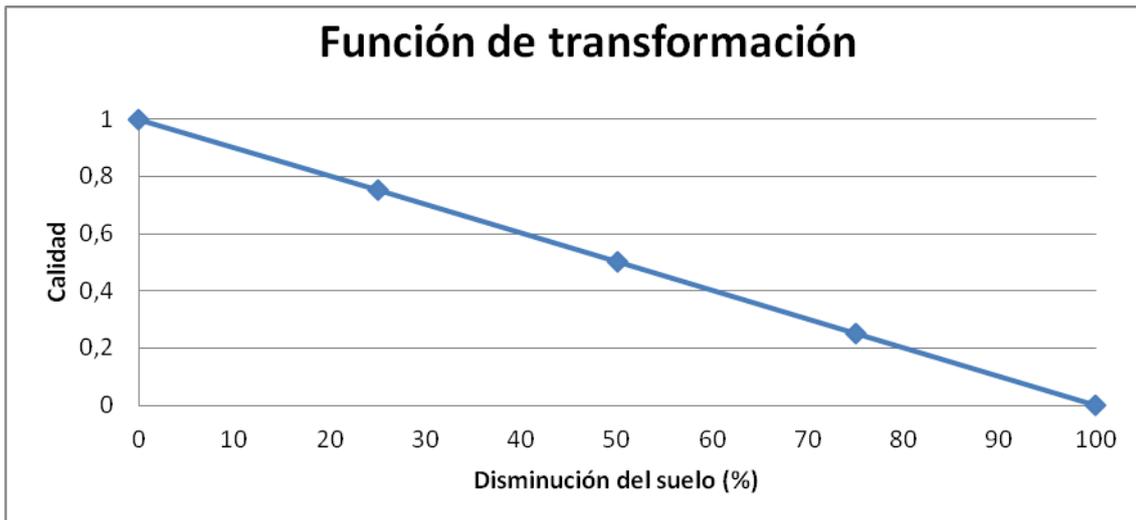
$$V = I \cdot M = (-0,1) \cdot 0,29 = -0,03$$



Según la clasificación que hemos establecido entre los valores -1 y 1, podemos considerar el impacto como un **Impacto Compatible**. No es necesario implantar medidas correctoras pero conviene controlarlo.

➤ PÉRDIDA DE SUELO

- ACCIÓN: Pérdida del suelo desde el inicio de la construcción de la cantera. Desde un primer momento se producirán desmontes, durante la fase de explotación las voladuras y, en la fase de abandono, la reposición del suelo y la reforestación.
- INDICADOR: No existe un indicador "ideal" para esta clase de impactos. En nuestro caso utilizaré el porcentaje de suelo utilizado y que vamos a utilizar en proporción a la superficie total que vamos a restaurar después de la fase de explotación, 42.5 Ha.
- FACTOR: Superficie del suelo más superficial, en buenas condiciones naturales.
- FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN: A medida que aumenta la superficie de terreno utilizada, desciende la calidad paisajística por lo que la función de transformación será inversa.



- NIVELES ANTES DE LAS OBRAS: Antes de la construcción de la ampliación, la proporción de suelo utilizada era del 37.5%, aproximadamente un 40% del total a restaurar, por lo que entendemos que la calidad ambiental será igual a 0,6.
- NIVELES DESPUES DE LAS OBRAS : Con la construcción de nuestra obra pasaremos a utilizar un 58%, aproximadamente un 60%, lo que dará lugar a que la calidad ambiental sea aproximadamente de 0.4
- CÁLCULO DE LA INCIDENCIA

$$I = INM + 3A + 3S + M + 3P + 3R + 3RC + PR + C$$

Atributos	Carácter de los atributos	Código numérico
Inmediatez	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3
Momento	Corto plazo	3
	Medio plazo	2
	Largo plazo	1
Persistencia	Temporal	1
	Permanente	3

Reversibilidad	A corto plazo	1
	A medio plazo	2
	No reversible	3
Recuperabilidad	Fácil	1
	Media	2
	Difícil	3
Continuidad	Continuo	3
	Discontinuo	1
Periodicidad	Periódico	3
	Irregular	1

Las características que reúne nuestro impacto son:

- Inmediatez: Directo
- Acumulación: Acumulativo
- Sinergia: Medio
- Momento: Medio plazo
- Persistencia: Permanente
- Reversibilidad: Largo plazo
- Recuperabilidad: Difícil
- Continuidad: Continuo
- Periodicidad: Periódico

$$I = 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 2 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 53$$

$$I_{\text{máx}} = 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 57$$

$$I_{\text{mín}} = 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 1 + 1 = 19$$

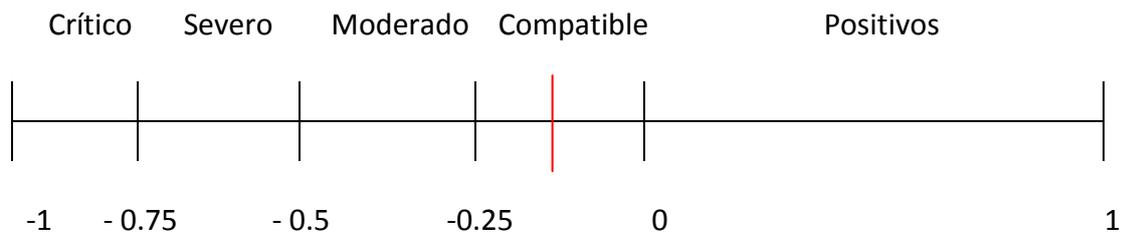
$$I_s = 0,89$$

- CÁLCULO DEL VALOR DE LA MAGNITUD

$$M = I_{\text{con}} - I_{\text{sin}} = 0,40 - 0,60 = - 0.20$$

- CÁLCULO DEL VALOR DEL IMPACTO

$$V = I \cdot M = 0.89 \cdot (- 0.20) = - 0,18$$



Según la clasificación que hemos establecido entre los valores -1 y 1, podemos considerar el impacto como un **Impacto compatible**, por lo que no será necesario implantar medidas correctoras.

APARTADO D

a) Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.

Una vez identificados y valorados los impactos que influyen de manera más significativa sobre el medio ambiente y habiendo realizado una valoración global de los mismos, se han elaborado una serie de medidas destinadas a reducir el impacto ambiental que determinadas acciones puedan causar sobre diversos factores del medio ambiente.

Las medidas que se pueden adoptar para intentar disminuir o eliminar el impacto que pueda causar un agente o acción sobre el medio ambiente pueden ser de tres tipos principalmente: compensatorias, correctoras y protectoras.

De esta manera, se exponen a continuación las medidas destinadas a intentar disminuir o eliminar el impacto negativo que puedan ocasionar las canteras sobre el medio ambiente, ya sea durante la fase de construcción, explotación ó abandono de las mismas.

● **Acción: Contaminación atmosférica por gases**

→ **Medidas adoptadas:** En lo referente a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, las medidas más eficientes que se pueden adoptar para reducir la concentración de CO₂ en el aire son las siguientes:

Medidas Protectoras

Establecer y seguir un protocolo que garantice el mantenimiento adecuado de toda la maquinaria de obra a emplear, tanto durante la fase de construcción, como durante la fase de explotación y la de restauración. Así como cumplir la legislación vigente en relación a la homologación de la maquinaria y vehículos de obra, a fin de mitigar la emisión de gases contaminantes.

Será de obligado cumplimiento seguir la reglamentación sobre la Inspección Técnica de Vehículos (ITV) establecido por la Dirección General de Tráfico, atendiendo cuidadosamente a la fecha límite establecida para cada vehículo.

Medidas correctoras

Se elaborará un programa de vigilancia ambiental y control de la contaminación del aire a llevar a cabo durante la fase de construcción. El programa incluirá el seguimiento de partículas sólidas y gases en las inmediaciones de las obras.

● **Acción: Contaminación acústica.**

→ **Medidas adoptadas:** Las medidas propuestas para contrarrestar y evitar dicha afección son:

Medidas protectoras

Reducción de los niveles sonoros emitidos por la maquinaria, trabajadores, diversos grupos auxiliares, bombas y explosivos diseñando y orientando la cantera de forma que el mismo cabezo actúe como barrera montañosa ante este tipo de acción.

El movimiento de materiales y maquinaria dentro de la zona de obra será el mínimo. Los materiales se dispondrán en las zonas más cercanas a los lugares de utilización con el fin de realizar el mínimo tránsito dentro de la zona de construcción.

Así mismo, se limitará la velocidad de los vehículos en los viales de tránsito dentro de la zona de construcción y se revisara periódicamente la maquinaria incluyéndole si fuese necesaria alguna mejora (silenciadores).

Medidas correctoras

Establecer medidores de ruidos con el fin de proteger las condiciones de sosiego público, estableciendo unos niveles diurnos y nocturnos máximos.

Colocar pantallas acústicas, para reducir los niveles sonoros en zonas protegidas o de existencia de fauna.

Medidas compensatorias

Destinar fondos para la repoblación de la fauna que pudiese verse más afectada.

Contratación de personal cualificado para el mantenimiento de la fauna afectada y encargada de su seguridad y bienestar.

● Acción: Generación de polvo durante la construcción, explotación y restauración.

→ **Medidas adoptadas:** En lo referente a la emisión de partículas de polvo a la atmósfera, las medidas más eficientes que se pueden adoptar son las siguientes:

Medidas protectoras

El buen diseño de la cantera “Cabezo gordo”, mejorando aun más la situación del primario (colocándolo en una cota más baja) y la realización la ampliación en la dirección más adecuada, hacen que el mismo cabezo sea una barrera contra el viento para evitar el levantamiento de polvo en grandes masas y en el caso de que se levantara este quedara dentro del área de la cantera sin pasar a núcleo urbano de Balsicas, autovía o a los diferentes terrenos que rodean el cabezo, es ya de por sí una gran medida protectora.

Además podemos humidificar el terreno con un vehículo cisterna cada vez que sea necesario con el fin de evitar la transmisión de grandes cantidades de polvo al aire y limitar la velocidad de los vehículos en los viales de tránsito dentro de la zona de construcción.

Medidas correctoras

Los materiales pulverulentos, acopios de tierras, suelo, etc...se almacenarán al resguardo del viento, cubriéndolos con toldos debidamente anclados o bien utilizando depósitos especiales que eviten su arrastre por el viento.

Proceder a la colocación de protecciones, tanto en los viales, como a los propios trabajadores, con el fin de que la afección por transmisión/inhalación de polvo sea la menor posible.

El asfaltado o recubrimiento con grava de los caminos auxiliares y vías principales evitaría la emisión de polvo en gran medida.

Adicionalmente, para reducir la emisión de partículas de polvo, se puede también cubrir la caja de los camiones de transporte de tierras y arenas con una malla de tamaño de luz adecuada, especialmente cuando circulen por las carreteras de la zona fuera del área de obras.

Acción: Pérdida de suelo durante la construcción y explotación.

→ **Medidas preventivas:** Para evitar un impacto considerable sobre el suelo y el hábitat en general, las medidas a seguir son:

Medidas protectoras

Previamente al inicio de la retirada de la tierra vegetal, se jalonaran las superficies de la actuación al objeto de evitar daños en áreas limítrofes. Aprovechamiento externo de tierra vegetal en caso de déficit.

El emplazamiento de las casetas auxiliares deberá ser en zonas que ocupen la menor superficie en planta posible; que por su situación estén bien comunicados y eviten la formación de caminos de acceso con trazados complejos y anchos innecesarios.

Los cambios de aceite de los vehículos y maquinaria se harán sobre una superficie impermeabilizada. Esta plataforma de hormigón tendrá una pendiente hacia un depósito situado por debajo de la superficie del terreno, donde se depositarán y se podrá recoger el aceite y grasas que serán depositados en bidones para su posterior gestión. En cualquier caso se evitará el derrame y escorrentía de aceites y grasas y demás residuos líquidos tóxicos procedentes del parque de maquinaria, fuera de dicha superficie impermeabilizada.

Medidas correctoras

Si se detectasen alteraciones en los acopios de tierra vegetal que pudieran conllevar una disminución de calidad de esta, se hará una propuesta de conservación adecuada.

Reforestación de la zona después de finalizada la explotación de nuestra cantera y de las zona afectadas por cualquier tipo de instalación no permanente.

Medidas compensatorias

Remodelación conforme avanza la explotación, de las partes altas de la loma, donde la topografía puede ajustarse a las formas del entorno, redondeando el alzado y la planta de los taludes, evitando aristas y formas rectas.

Recuperación de frentes conforme se abren otros.

Acción: Pérdida de paisaje

→ **Medidas preventivas:** Para evitar un impacto considerable sobre el paisaje, las medidas a seguir son:

Medidas protectoras

Es importante que los elementos que componen la cantera se asemejen y se integren adecuadamente en el medio.

La maquinaria e instalaciones deben pasar desapercibidas no siendo de colores vistosos.

Medidas correctoras

Se utilizarán barreras visuales de vegetación para ocultar naturalmente las escombreras.

Medidas compensatorias

Rápida restauración de la zona ya explotada.

Fertilizar el terreno para que crezcan plantas y el estado natural vuelva a la zona.

Acción: Afección de la fauna y la vegetación.

→ **Medidas preventivas:** Las medidas propuestas para intentar disminuir este fenómeno en la zona son:

Medidas protectoras

Programación minuciosa de la obra con el fin de afectar en el menor grado posible las migraciones, evitando actividades molestas durante la época de cría o apareamiento.

Planeamiento adecuado de las diversas vías de circulación.

Evitar el acopio de materiales o almacenamiento de vertidos en zonas cercanas a poblaciones de aves.

Medidas correctoras

Se limitará la superficie de obras a la mínima necesaria. Durante las fases de obra que pudiesen tener lugar, se procurará respetar todos aquellos ejemplares que no estén situados en el área directamente a ocupar o afectada por la obra. Para ello se delimitará el área de obras procurando que esta sea la menor posible, pero sin dificultar la posibilidad de maniobra de maquinaria y vehículos.

En el caso de que puedan ser afectados por actuaciones ejemplares aisladas o en grupos que se encuentren dentro del área delimitada para las obras, aunque no estén sobre el área a ocupar y no dificulten las maniobras de la maquinaria de obra, se realizará un cercado para protegerlos.

Se evitará colocar barreras que impidan el paso natural de la fauna presente en la zona.

Circular con maquinaria, fuera de los lugares previstos, estará prohibido y sancionado.

Medidas compensatorias

Creación de hábitats que favorezcan el correcto desarrollo de las diversas especies afectadas, como zonas arboladas o pequeños lugares donde se estanque agua, que permitan un desarrollo de las especies afectadas.

APARTADO E

a) Programa de vigilancia ambiental

Objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental

Como indica el artículo 7 del Real Decreto Legislativo 1/2008 una parte del E.I.A. la compone el programa de vigilancia ambiental.

Según el Artículo 11 (Sección Segunda del Capítulo II) de la legislación sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental (Real Decreto 1131/88, de 30 de Septiembre):

“El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental”

En cumplimiento de dicho artículo se redacta el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Los objetivos generales perseguidos por el programa son:

a) Durante la fase de construcción:

- Verificar la correcta ejecución de las unidades de obra de medidas de protección y corrección de impactos ambientales, concretamente la delimitación previa del perímetro de obra, y, la realización de las actuaciones arqueológicas necesarias.
- Verificación de que la localización de instalaciones auxiliares y su recuperación se ha llevado a cabo.
- Control de la aparición de impactos ambientales no previstos en el estudio de impacto ambiental, con el fin de reaccionar a tiempo y diseñar las oportunas medidas de prevención, protección, corrección y compensación de impactos ambientales.

b) Durante la fase de explotación:

- Verificación de procesos erosivos.
- Control de los impactos de voladuras y cortes del terreno.
- Control de impactos ambientales que pudieran detectarse durante la fase de explotación, no considerados en el proyecto y construcción, ni que se hubieran manifestado durante las obras.

El programa de vigilancia ambiental consiste en una serie de controles, mediciones y análisis de algunos parámetros indicadores de los impactos que está soportando el medio.

Se realizará un seguimiento de los factores del medio susceptibles de ser alterados, así como de los elementos introducidos por el proyecto y del desarrollo de las medidas correctoras aplicadas.

Se comprobará la inclusión de las medidas relativas a los siguientes aspectos:

- Control y prevención de la producción de polvo y ruido durante las obras.
- Replanteo de las obras y minimización de la superficie alterada.
- Conservación y utilización de la tierra vegetal.
- Caminos de obra para el acceso de maquinaria.
- Localización y dimensiones de los acopios.
- Ubicación y funcionamiento de la maquinaria.
- Control de vertidos.
- Fase final de la obras.
- Protección de la vegetación y regeneración del suelo afectado.

Fases de desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental

El programa de vigilancia ambiental se estructura en tres fases diferenciadas:

- I. Fase previa a la ejecución de obra.
- II. Fase de construcción, que se corresponde con el periodo en que se ejecuta la obra.
- III. Fase de explotación u operación de la actividad proyectada, que abarca un periodo de tiempo determinado, dependiendo de los casos, para poder comprobar la eficacia de las medidas implementadas.

Fase I. Seguimiento durante la etapa previa a la ejecución de las obras.

El establecimiento de una vigilancia en esta etapa se plantea con carácter preventivo, para evitar posibles afecciones en etapas posteriores a la ejecución de la obra y la explotación.

En esta fase se llevan a cabo estas actuaciones:

- Verificar todas las zonas de la obra, según lo especificado en el proyecto y los requerimientos medio ambientales del entorno.
- Comprobar la correcta instalación del jalonamiento perimetral de todas las zonas.
- Verificar la realización de todos los caminos provisionales necesarios durante las obras.
- Control de la realización de los movimientos de tierras, con el fin de identificar o aislar los posibles restos de valor arqueológico o patrimonial, evitando el riesgo de deterioro de los mismos.

Fase II. Seguimiento durante la ejecución de las obras.

En este periodo se debe realizar el seguimiento medio ambiental con mayor rigor. Deben detallarse al máximo los procesos y acciones a realizar. Estas labores están encaminadas a los siguientes controles:

- Protección de la vegetación y hábitats singulares que hay en esta zona.

- Protección de la fauna, evitando riesgos por atropello de las máquinas y protegiendo la cría.
- Preservación del patrimonio cultural.
- Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística.

Entre las actuaciones concretas cabe destacar:

- Verificación del mantenimiento del jalonamiento y que este no exceda de unos determinados límites.
- Control de las tareas de limpieza y desbroce de la vegetación.
- Control de la correcta ubicación de áreas auxiliares.
- Control de la gestión de tierras extraídas.
- Control de la adecuada ejecución de obras de drenaje para facilitar el paso de fauna por ellos.

Fase III. Seguimiento durante la fase de explotación.

Quizás el más complejo dentro el programa de vigilancia, tanto por amplitud como por los costes añadidos. Pero es de vital importancia, ya que, es en este periodo en el que se pueden cuantificar los impactos que provocará la obra tras las medidas correctoras y permite detectar afecciones no previstas.

Las actuaciones que han de realizarse durante ese periodo son:

- Control de la correcta restauración de las zonas utilizadas para localizar áreas auxiliares y la restauración del suelo afectado.
- Eficacia de los pasos que se utilizan para la fauna.
- Protección de las condiciones de sosiego público. Niveles sonoros diurnos, nocturnos, máximos...
- Control del estado y desarrollo de la vegetación.

Actuaciones previstas en el Programa de Vigilancia Ambiental

- **Acción: Contaminación atmosférica por gases**

Las actuaciones para vigilar la eficacia de las medidas implantadas para intentar reducir el impacto que pueda ocasionar la concentración de contaminantes como el CO₂ en la atmósfera son las siguientes:

- Se elaborará un programa de vigilancia y control de la contaminación del aire durante la fase de construcción. Previamente a la elaboración de este programa, se determinará la contaminación de fondo con el fin de poder conocer la verdadera incidencia sobre el entorno rural. El programa incluirá el seguimiento de partículas en suspensión, monóxido de carbono, dióxido de carbono..., tanto en las inmediaciones como en los núcleos urbanos más próximos.
- Todos los vehículos que entren en servicio, turismos, vehículos de transporte, maquinaria pesada y ligera..., cumplirán con la directiva 97/68/CE. Mensualmente se tomarán muestras aleatorias a los distintos vehículos para comprobar las emisiones.

- **Acción: Contaminación acústica.**

Las actuaciones para vigilar y evaluar la eficacia de las diversas medidas implantadas para reducir el nivel de ruidos son:

- Se elaborará un plan de vigilancia acústico, el cual llevará a cabo un exhaustivo control sobre la maquinaria de la obra durante la fase de construcción. En el caso de que los niveles acústicos permitidos por la legislación sean superados, la obra se detendrá hasta que el responsable de la ejecución tome las medidas oportunas, y los niveles de ruido vuelvan a los estipulados.
- Comprobar que la maquinaria sea homologada y realizar un mantenimiento adecuado de las mismas, por el personal competente.
- Velar por el correcto uso de los equipos de protección acústica tanto individuales como colectivos, para salvaguardar la salud de los trabajadores.
- Realizar mediciones de los niveles de presión acústica, mediante medidores homologados en diversas zonas como:
 - ✓ En el recinto de la obra, realizando varias tomas y estimando una media representativa del nivel de presión acústica.
 - ✓ Realizar una serie de medidas en las proximidades de la obra, comprobando la evolución.
 - ✓ Obtener mediciones en los diversos núcleos urbanos próximos (Balsicas).

- **Acción: Generación de polvo durante la construcción y explotación.**

Las actuaciones para vigilar la eficacia de las medidas implantadas para intentar reducir los impactos que pueda ocasionar la emisión de polvo a la atmósfera son:

- Con el fin de comprobar la exactitud de la estimación realizada acerca de la contaminación por polvo derivada de la construcción de la cantera y explotación de la misma, se llevará a cabo, por parte de un organismo de control autorizado, un muestreo y análisis de este aspecto mediante unas técnicas determinadas.
- Durante las obras se realizarán riegos diarios para reducir las emisiones de partículas de polvo a la atmósfera producidas por el tránsito de vehículos autorizados y maquinaria, y la extracción de materiales, si fuera necesario.
- Se llevará a cabo controles semanales de lucha contra el polvo durante la fase de construcción para prevenir el riesgo de enfermedades pulmonares por parte de los trabajadores, mediante cámaras de dispersión, comprobando la práctica de riegos frecuentes en los trabajos con tierras o escombros.
- Se instalarán en las casetas, oficinas, y zonas de aseo o descanso captadores de polvo por aspiración.

- **Acción: Afección de la fauna durante la construcción.**

Las actuaciones para vigilar la eficacia de las medidas implantadas para intentar reducir los impactos que pueda ocasionar la afección de la fauna son:

- Delimitar de forma correcta las rutas de tránsito de los vehículos autorizados y crear espacios apropiados para la fauna, desplazándolo, siempre que sea posible de la zona afectada por la obra.
- Se deberá crear un grupo especializado en materia de protección de especies, que se encargará de las siguientes tareas:
 - ✓ Durante la fase de construcción, controlar la actividad, migración, celo..., de las determinadas especies de la zona durante el transcurso de las obras e informar a la dirección de obra en el caso de que las operaciones de construcción interfieran en la vida de los animales.
 - ✓ Durante la fase de explotación, delimitar la zona dentro de la cual la población de animales desarrolla su actividad. Comparar con la zona inicial y evaluar la afección de las nuevas zonas.

- **Acción: Pérdida de suelo durante la construcción y explotación.**

Las actuaciones para vigilar la eficacia de las medidas implantadas para intentar reducir los impactos que pueda ocasionar la pérdida de suelo son:

- Realizar semanalmente campañas de medición del contenido orgánico del suelo a distintas profundidades durante la construcción. Analizar los resultados.
- Controlar la ejecución de la reforestación de zonas cercanas y zonas afectadas.
- Comprobar que la maquinaria y otros vehículos transitan por los caminos habilitados para ello, al igual que el vallado perimetral del recinto para evitar la circulación por otras zonas.
- Comprobar que se llevan a cabo las actuaciones de restauración del suelo.

APARTADO F

a) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. En su caso, informe sobre las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

Inicialmente, el estudio de impacto ambiental describe las características del entorno donde se realizarán las instalaciones, analizando la climatología, geología, suelos, fauna, vegetación...

Una vez realizada la descripción se procede a la exposición de las distintas alternativas y a la valoración de las mismas:

En nuestro proyecto se han considerado tres alternativas de realización de la ampliación, las dos primeras situadas en la zona de Alhama de Murcia y la tercera, situada en Balsicas.

Para cada una de las alternativas se describen las principales características medioambientales.

Tras un análisis multicriterio de las diferentes alternativas, obtenemos las siguientes conclusiones: Las dos primeras alternativas son desechadas, debido sobre todo las altas puntuaciones que tiene la alternativa de la modificación y ampliación de la cantera "Cabezo gordo" en gran parte de los criterios.

Entre las principales razones, por las que la alternativa de la cantera "Cabezo gordo" ha sido elegida, cabe destacar las siguientes:

- Es una zona con menos vegetación y fauna en comparación con las otras dos alternativas.
- Es una zona muy rica edáficamente.
- Aunque hay espacios protegidos en los alrededores no afecta a ninguno:
 - o La ampliación de la cantera de Balsicas se realizará en dirección noroeste (dirección a Balsicas), por lo que no se afectará al yacimiento arqueológico de La Sima de las Palomas, que se encuentra en dirección contraria. Al noroeste de la cantera se encuentra una de las zonas más altas del cabezo, lo que servirá como barrera montañosa contra ruido y polvo para Balsicas y la autovía. Esta cumbre, oculta gran parte de la cantera y toda la parte a ampliar, desde núcleo urbano y autovía, por lo que la protegeremos para que la ampliación tenga impacto visual cero.
 - o La ampliación de cualquiera de las dos canteras de Alhama se hará en dirección a la otra cantera, de esta forma se explotará una zona ya muy mermada pero se incrementará mucho el impacto visual.
- Económicamente, debido a lo bien comunicada que está y el buen coeficiente de aprovechamiento y calidad de los materiales de ese terreno es la mejor opción de las tres alternativas.

- No afecta a ningún río o red hidrográfica.

En contraposición, cabe referir como impactos más significativos dentro de la valoración efectuada:

- El impacto visual y paisajístico que produce desde el núcleo urbano de Balsicas o de la C-3319.
 - Este problema se mejorará con el cambio de situación del primario a cotas más bajas, sustitución y modernización de varias instalaciones.
 - Se solucionará por completo cuando se cese la explotación y se restaure el terreno, instalando zonas deportivas, de recreo y de descanso que estarán comunicadas por caminos por los cuales se podrá pasear cómodamente, hacer footing o montar en bicicleta..., de esta forma se ofrecerá una gran serie de servicios tanto a las personas que pueblan los alrededores de la zona como a los usuarios de la autovía, que podrán parar a descansar durante sus viajes y disfrutar de nuestros nuevos paisajes. Así conseguiremos que la distancia al núcleo urbano y a la autovía, que antes era uno de los mayores inconvenientes, ahora sea una gran ventaja con respecto a las otras dos alternativas propuestas y a cualquiera que pueda surgir en un futuro cercano.
 - También acabaremos con el intenso debate que se ha generado con el emplazamiento y la explotación de esta cantera en el cabezo durante mucho tiempo.

Una vez realizada la elección de la alternativa más adecuada, se procede a realizar la identificación de los impactos que pueda ocasionar y de todos ellos se determinarán los más significativos, resultantes del cribado de todos los impactos mediante su análisis. Así, los impactos más significativos son los siguientes:

- Contaminación atmosférica.
- Contaminación acústica.
- Generación de polvo.
- Pérdida de suelo.
- Afección a la fauna y vegetación.

Tras su identificación, se procede a la valoración de los mismos y a su clasificación en compatibles, moderados, severos o críticos.

Ante estos impactos, se han proyectado una serie de medidas para disminuir, compensar, contrarrestar e incluso evitar que se produzcan. Ya se han implantado algunas de estas medidas de tipo compensatorias, protectoras y correctoras y actualmente estamos viendo sus frutos.

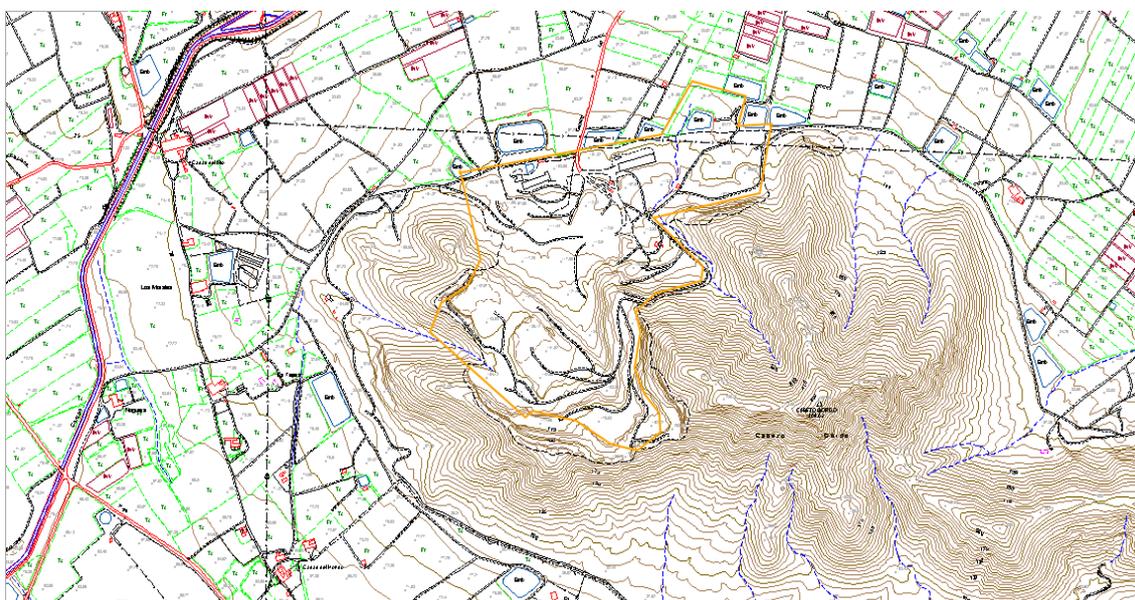
4. RESTAURACIÓN DE LA CANTERA CABEZO GORDO

APARTADO A

a) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto tiene por objeto planificar la restauración, recreación y adecuación ambiental de la cantera Cabezo Gordo, situada en Balsicas, en el término municipal de Torre Pacheco en la Región de Murcia. Tiene unas dimensiones de unos 750 metros de largo por 70 de desnivel, empezando en la cota 102 msnm.

Esta restauración incluye todas las zonas explotadas desde el inicio de la vida de la cantera, la cual en los últimos 15 la empresa Hanson Hispania ha estado proporcionando arenas, gravas y zahorra que han sido sometidas a triturado, cribado y clasificado y se han destinado a la fabricación de hormigones y morteros para la construcción y obra pública en general, en la Capital, en Cartagena y en los pueblos de alrededor como Balsicas, San Javier, Torre Pacheco, etc.



b) HIDROGEOLOGÍA

El Cabezo Gordo se considera una zona seca en la que por sus medias anuales de precipitación de entre 300 y 350 mm no se puede hablar de la existencia de una verdadera red hidrográfica, en la foto anterior se expone el mapa topográfico en el cual señalamos la cantera y observamos que no supone ninguna barrera para la escorrentía superficial de agua. El clima de esta zona se considera como templado con temperaturas comprendidas entre mínimas de unos 0 °C y máximas de aproximadamente 37 °C.

También nos encontramos con embalses artificiales, para regular el riego en la zona de cultivo, que utilizaremos para el riego de los árboles de la reforestación.

c) FAUNA

Sobre la riqueza faunística de la zona, se puede decir que al ser la única sobre-elevación de una gran llanura donde predominan las zonas de cultivo actúa como hábitat de múltiples especies de aves como el águila y el búho real y el gavilán; Anfibios y reptiles como sapos, culebras y lagartos; Pequeños mamíferos como el ratón moruno, la musaraña, el lirón careto y el murciélago; Y carnívoros como el tejón, la garduña, el gato montés o la gineta.

También podemos destacar la presencia de quirópteros que suelen vivir en sus cuevas o de aves ibéricas esteparias muy escasas y amenazadas e incluso únicas a nivel regional, nacional y europeo como la avutarda, el sisón, la ganga ortega, la terrera marismeña, el cernícalo primilla y la alondra ricotí. Estas aves son propias de terrenos llanos, con vegetación arbustiva de bajo porte, y aunque anidan en el suelo o muy cerca del mismo cazan a la mayoría de sus presas en el cabezo.

d) FLORA

La especial localización geográfica de la Región de Murcia y las particularidades de su climatología, han provocado que la flora de la zona se caracterice por la presencia de una gran cantidad de especies diferentes tanto africanas como europeas, y en el municipio de Torre Pacheco, en particular, se ha concentrando una de las mayores biodiversidades de la península ibérica.

Destacaremos la presencia de carrascales, sabinares y pinares, acompañados de un conjunto de especies, entre las que se encuentran numerosos endemismos ibéricos del sureste español. Se presentan algunas especies protegidas como el palmito, la carrasca y el aladierno. De la vegetación arbórea predomina el pino carrasco, favorecido por las distintas repoblaciones realizadas. Se presentan también especies nobles de matorral como el madroño, el durillo y la cornicabra en las zonas umbrosas altas. Y en las zonas rocosas y en pendientes pronunciadas, la sabina. El esparto, junto con la retama, cubre las solanas, mientras que los matorrales de coscoja, mezclado con enebro, espino negro y lentisco forman el matorral típico en las umbrías. En los suelos más degradados aparecen especies típicas dominadas por el romero, junto con el tomillo, la albaida y las coronillas.

e) PATRIMONIO

La Sima de las Palomas es sin duda el yacimiento arqueológico más importante de la región, ya que es el más antiguo de la Península Ibérica tras los de la Sierra de Atapuerca. Se trata de una sima cárstica de 20 m de profundidad en la que se han encontrado numerosos restos humanos de homínidos, de tipología pre-neandertal del Homo heidelbergensis que se remontan hasta hace unos 150.000 años, en el Pleistoceno Medio y Superior, se han encontrado también restos de su industria paleolítica musteriense, fauna del Pleistoceno Superior, con 100.000 años de antigüedad y numerosos indicadores climáticos y de la flora de la época. También se han encontrado pinturas rupestres y esqueletos de neandertales del final del mesolítico y principios del neolítico.

APARTADO B

a) ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LAS EXPLOTACIONES EN LA CANTERA

PAISAJE

- Modificación del aspecto del paisaje.
- Introducción de elementos artificiales discordantes con el entorno.
- Disminución de la calidad paisajística de la zona.
- Modificación y homogeneización de la textura por eliminación de la vegetación en toda el área de la cantera.
- La apertura de huecos y la creación de frentes de extracción suponen la eliminación de la morfología natural que es el elemento soporte sobre el que se estructura el resto de los componentes del paisaje.
- Las escombreras introducen fuertes contrastes discordantes en forma, línea y color que hacen que resalten desfavorablemente en el paisaje.

SUELO

- Riesgos de hundimiento y problemas de inestabilidad en escombreras y balsas.
- Riesgo de erosión al eliminar la cubierta vegetal y aumentar las pendientes naturales en frentes y escombreras.
- La eliminación directa del suelo y la inducción de efectos negativos edáficos (compactación, erosión, acumulación de finos, polvo, etc.) implica la pérdida irreversible de un recurso natural.
- La pérdida del suelo afecta negativamente a la fauna y a los procesos ecológicos.

VEGETACIÓN

- El tipo de vegetación existente condiciona la magnitud del impacto. La explotación implica la eliminación directa de la cubierta vegetal y esto afecta a la ecología de la zona, como hemos mencionado anteriormente:
 - Aumentando la erosión --- causando empobrecimiento del suelo.
 - Disminuyendo la infiltración --- afectando a la recarga de embalses subterráneos.
 - Aumentando la escorrentía directa --- provocando torrentes de agua mayores que pueden afectar a núcleos urbanos y diversas infraestructuras.
 - Eliminando refugio y alimento de la fauna --- favoreciendo la invasión de estos a núcleos urbanos y hábitats de otras especies.

RED DE DRENAJE

- Aguas ácidas por meteorización. Se aprecia por los colores ferruginosos de las aguas. El vertido de esta agua ácida puede:
 - Degradar ecosistemas fluviales.
 - Afectar al hombre (abastecimientos).
 - También puede afectar a estructuras de hormigón o hierro.
- Riesgo elevado de contaminación por la generación de finos en las explotaciones y plantas de tratamiento.
- Alteraciones permanentes de los drenajes superficiales.

ATMÓSFERA

- Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases contaminantes, polvo y ruido generadas por:
 - Las labores de perforación y arranque.
 - Por el tráfico de maquinaria (aunque en menor medida).
- Pueden afectar a las plantas, fauna y a los trabajadores.

POBLACIÓN

- Las explotaciones próximas a zonas habitadas pueden generar:
 - Problemas de ruidos.
 - Polvo.
 - Vibraciones.
 - Riesgos de otro tipo como:
 - Tráfico.
 - Desprendimientos.
 - Etc.

APARTADO C

a) ALTERNATIVAS PARA LA REFORESTACIÓN

Como habíamos mencionado antes, en la fase de abandono de la explotación minera, la empresa beneficiaria se compromete a, una vez cumplidos los plazos, garantizar la restauración de esa parcela, dándole el uso inicial que ésta tuviera e incluso introducir algunas mejoras como:

- Instalaciones deportivas y zonas de picnic y recreo.
- Caminos de tierra batida, para caminar, hacer senderismo o pasear en bicicleta. Una carretera de dos carriles y doble sentido, que realizará también la función de cortafuegos, dividiendo la zona problema en 3 partes. En la más pequeña se construirá un jardín de aladiernos y lentiscos.
- En la parte más alta de la zona, acondicionaremos una explanada de unos 300 m de largo x 50 de ancho, para practicar aerodelismo y automovilismo, a su lado instalaremos una cabaña y torre para los guardabosques, y que en caso de emergencia, dicha explanada podrá albergar hasta 3 ó 4 helicópteros.

Como solución al problema de la reforestación que presenta dicha fase de abandono, plantearemos la siguiente solución, con diferentes tipos de árboles y arbustos para utilizar en la repoblación, atendiendo a la variedad que presenta la vegetación autóctona de la zona de estudio. Como hemos mencionado anteriormente los árboles y arbustos más usuales de la zona son:

La Acacia Saligna - *Acacia cyanophylla*: Árbol o arbolillo perenne, de aspecto desgarrado, que puede alcanzar los 10 metros, siendo los ejemplares murcianos no mayores de 4 ó 5 m. Tronco de corteza rugosa, estriada, marrón grisácea, que se ramifica a corta altura. Ramas sin espinas, curvadas, algo colgantes, de color verde intenso, disposición alterna y nervio central marcado. Flores de cinco piezas, amarillas de poco más de 1 y 2 mm de longitud.

La *Acacia Saligna* prolifera en terrenos que han sido removidos, donde se han vertido escombros o acumulado tierras. Estos espacios tienen



habitualmente aspecto de abandono, que acentúa esta planta, porque aunque tolera bien los veranos muy secos y cálidos con frecuencia mueren algunas de sus ramas y son habituales los rebrotes de cepa, creándose un ambiente enmarañado. A finales de marzo y a primeros de abril las acacias se llenan de flores y tiñen de amarillo casi por completo a la planta.

Aladierno – *Rhamnus alaternus*: conocido popularmente como aladierna, aladierno o alaterno es un pequeño árbol perenne de la familia de las Ramnáceas característico del monte bajo de la región del Mediterráneo. Es un pequeño árbol o arbusto que alcanza



los 2 metros de altura. Las hojas son ovaladas, nervadas, alternas y coriáceas.

Tiene flores olorosas, de cuatro pétalos, diminutas que florecen en marzo; fructifica en otoño.

Los frutos son bayas rojas que ennegrecen al madurar. Son muy resistentes a la sequía. Sus frutos tienen propiedades medicinales y pueden utilizarse con precaución como laxante o purgante.

Albaida – *Anthyllis cytisoides*: Mata más o menos leñosa, densamente ramificada, con una altura que oscila entre 0,5 y 1,5 m de altura, y cuyas ramas son bastante verticales (erectas) y de un color blanco azulado.

Tiene hojas en una disposición alterna que se subdividen en hasta 3 folíolos de, aproximadamente 1 cm de anchos, y que crecen muy pegadas al tallo. La albaida da unas flores muy vistosas de color amarillo que crecen desde la zona donde se unen las hojas y el tallo y que tienen un cáliz con pelillos muy finos. Florece entre los meses de septiembre a julio (la mayor parte del año). Los frutos son unas pequeñas legumbres ovoides que contienen una sola semilla.



Se puede encontrar a una altitud que no supere los 1.000 m, está presente en todo el territorio murciano. La albaida tiene especial predilección por los suelos silíceos del litoral, aunque también es muy abundante en las laderas abiertas, o de pinares muy dispersos, de las grandes sierras murcianas.

Algarrobo - *Ceratonia siliqua*: El algarrobo es un árbol de hasta 10 metros de altura, aunque su altura media es de 5 a 6 metros; es de follaje perenne. Tiene hojas de color



verde oscuro con una dimensión de entre 10 a 20 cm de largo y sus flores son pequeñas y rojas. El fruto, llamado algarroba o garrofa, es una vaina coriácea de color castaño oscuro, de 1 a 3 dm de longitud, que contiene una pulpa gomosa de sabor dulce y agradable que rodea las semillas. Con la algarroba, es posible preparar un sucedáneo del chocolate llamado carob, muy utilizado en alimentos dietéticos. Las vainas son comestibles y se usan como forraje.

El algarrobo es una especie de gran rusticidad y resistencia a la sequía, pero es de un desarrollo lento y solo comienza a fructificar después de unos siete a diez años desde la plantación, obteniendo su plena productividad a los quince o veinte años. Suele tener una buena producción cada dos años, oscilando entre 90 a 200 kg de fruto en árboles maduros, haciéndose la recolección a partir del mes de agosto, mediante vareo o directamente del suelo.

El uso de la madera de algarrobo varía según las especies y regiones pero, en general, se utiliza para combustible e infraestructura rural, siendo notable la demanda que existe para carpintería y fines artesanales.

Cornicabra o cornical - *Periploca angustifolia*: Arbusto perenne, de generalmente 1 - 1,5 m de altura, con raíces principales muy gruesas y tallos muy ramificados, de ramas intrincadas y densas. Hojas oblongas, más largas que anchas, algo coriáceas, de color verde brillante, lustrosas, de 1,5-2 cm de longitud, sin pedicelo. Flores solitarias o en pequeños grupos, al final de las ramillas, de simetría pentámera, con forma de estrella, morado-parduscas, en ocasiones de extremo verdoso, lateralmente apiculadas y de cinco lóbulos internos a modo de apéndices curvados, que convergen hacia el disco central blanquecino amarillento, donde se concentran los órganos sexuales. El fruto es un bifolículo alargado de hasta 10 cm, que contiene numerosas semillas, parduscas, de 2-6 mm de longitud, provistas de largos pelos blanquecinos, que la rodean por completo. Es un ibero-africanismo que en España solo se conoce en las provincias de Murcia y Almería, así como en contados enclaves de la mitad sur de Alicante. Constituye un elemento común de nuestros matorrales más termófilos. Podemos encontrarla en las pedregosas laderas del Cabezo Gordo que están cubiertas exclusivamente de esta especie.



Enebro – *Juniperus oxycedrus*: Pequeño árbol de 6 a 7 m de altura (puede llegar a 15 m). Fuste recto y corteza grisácea, delgada, que se desprende en placas y tiras. Copa piramidal. Ramas patentes, más o menos péndulas en la parte apical. Hojas agudas, punzantes, verdes, de hasta 20 mm de longitud y de 1 a 2 mm de anchura, con dos bandas blancas en el haz. Su fruto es globoso, de 12 a 15 mm de diámetro, amarillento o castaño claro y que se vuelve castaño - rojizo al madurar.



Se desarrolla en altitudes entre 0 a 1.500 m, aunque empieza a ser escaso a partir de 1.000 m. Respecto al suelo, es indiferente al pH, lo prefiere suelto y ligero, nunca encharcado.

Lo podemos encontrar en las solanas. Necesita

unas precipitaciones entre 300 y 1.200 mm anuales y es muy resistente al frío. Se presenta en formaciones forestales mixtas, en páramos abiertos relativamente fríos, principalmente en sabinares y pinares.

Su madera es rojiza, aromática, casi incorruptible, muy estimada en ebanistería. Su fruto aromatiza la ginebra. Es una planta que por su porte se utiliza mucho en jardinería. Por destilación de su madera se obtiene la miera de enebro, que tiene aplicaciones medicinales, principalmente en veterinaria. Está incluido en el Catálogo General de Flora silvestre protegida de la Región de Murcia, concretamente en la categoría "En peligro de extinción".

Espino Negro – *Rhamnus lycioides*: Se trata de un arbusto muy ramificado y espinoso, de tallo leñoso, corteza grisácea y un tamaño que oscila entre 1 y 3 metros de altura. Las hojas del espino se disponen en forma alterna o 'en manojos' y son de carácter perenne. Tienen una forma estrecha y alargada, con la punta algo más ancha que la base, oscilando entre los 15 y los 25 mm de longitud. Sus flores son de color amarillento y muy pequeñas, con un cáliz en forma de copa y unos pétalos mínimos o inexistentes. Los estambres, cuando están presentes aparecen en números de cinco. Florece entre abril y mayo. Los frutos del espino negro aparecen en forma de drupa, de entre 4 y 6 mm de diámetro, siendo, en un principio de color verde, que se torna negra en su madurez.



El espino negro se distribuye por toda la Región de Murcia entre los 0 y los 1.200 metros de altitud, siendo su hábitat natural el de las formaciones de matorral alto y también, el del sotobosque de los pinares dispersos.

Al ser un arbusto espinoso y de ramas bastante quebradas, el espino negro se ha utilizado, en el ámbito rural, para cubrir las tapias de los corrales y para la separación de tierras, haciendo de linderos.

Lentisco – *Pistacia lentiscus*: Se trata de un arbusto o arbolito dioico, plantas macho y hembra independientes, siempre verde de 1 a 5 m de altura, con un fuerte olor a resina, que crece en los matorrales secos y pedregosos de la Europa mediterránea. Resiste mal las fuertes heladas y se desarrolla sobre todo tipo de suelos, pudiendo medrar bien en zonas calizas e incluso salitrosas o salinas, esto hace que sea más abundante junto al mar. Habita en bosques claros, zonas adhesionadas, coscojales,



encinares, collados, gargantas, cañones y laderas rocosas de toda el área mediterránea. Especie muy típica del área mediterránea que crece en comunidades con mirto, coscoja, palmito, aladierno, zarzaparrilla y sirve de protección y alimento a pájaros y otra fauna exclusivos de este ecosistema. Es una especie pionera muy rústica dispersada por los pájaros y abundante en ambientes mediterráneos secos. Crece en forma de mata y a medida que

envejece, desarrolla troncos gruesos y gran cantidad de ramas gruesas y largas. En áreas apropiadas, cuando se le deja crecer libremente y se hace viejo, suele convertirse en un árbol de hasta 7 m.

Las hojas son alternas, coriáceas y con 3 o 6 folíolos de un verde intenso. Presenta flores muy pequeñas, las masculinas con 5 estambres, las femeninas con estilo trifido. El fruto es una drupa, primero roja y más tarde negra al madurar, de unos 4 mm de diámetro.

En la época clásica se empleó como goma de mascar; de su látex se elabora una goma aromática llamada almáciga o mástique, usada en medicina odontológica y para hacer barnices. También se utiliza para aromatizar licores.

En zonas turísticas mediterráneas junto con palmitos y algunas plantas exóticas, es elegida para repoblar jardines y resorts, debido a su fortaleza y atractivo aspecto. Conserva sus hojas a lo largo de todo el año y un aspecto sano y vigoroso.

Madroño - *Arbustos unedo*: El madroño es un arbusto o árbol de pequeño tamaño de hasta 7 metros de altura, con ramas de corteza rojiza. Sus hojas, perennes, son simples, bastante duras y persistentes, de forma lanceolada y con borde aserrado, y están distribuidas de forma alterna. Tienen un color verde muy vivo por el haz y su tamaño varía entre los 4 y los 15 cm de largo, aproximadamente. Las flores del madroño tienen una forma muy característica llamada "urciolada", son campanillas globulares de pequeño tamaño (de 1 cm, como muy grandes) con una boca muy estrecha, cuyo color pasa desde el amarillo pálido al blanco con algunos tonos rosáceos en su interior. Además aparecen agrupadas en racimos que cuelgan hacia abajo. Florece entre septiembre y enero.



Sus frutos son de forma redondeada, de hasta 3 cm de diámetro y de aspecto granuloso. Cuando no están maduros tienen un color verdoso pero es al madurar adquieren un color rojizo muy vivo.

El madroño es una especie asociada al encinar o carrascal continental, y al bosque húmedo y frío en su interior, apareciendo en las zonas especialmente húmedas de éste. Necesita unas precipitaciones anuales superiores a los 400 mm y es un arbusto-árbol muy característico de la Península Ibérica, al igual que el bosque al que se asocia. En la región aparece en las sierras de la cuenca del Río Mula, la cuenca alta del Segura, Comarca del Noroeste y en algunas sierras aisladas de la zona oriental de la región como en la Sierra de la Pila y en la del Carche, siempre por encima de los 800 m (800-1300 m), aunque en huertos y zonas rurales con suficiente riego no es importante la altitud.

Palmito – *Chamaerops humilis*: Arbusto alto y perenne de hasta dos metros. El porte habitual es de arbusto achaparrado, aunque en ocasiones presenta aspecto de



pequeña palmera, cuando tiene tronco bien definido y hojas elevadas por encima del suelo. Troncos cortos, gruesos, generalmente poco desarrollados y algo cónicos y ocultos por las hojas. Hojas palmeadas, con forma de abanico, divididas radialmente, de pecíolo grueso, robusto y leñoso, con espinas. Flores unisexuales, pequeñas, en panículas ramosas, protegidas por grandes espatas. Frutos tipo baya, de hasta 4 cm de longitud. El fruto se conoce en la costa de Cartagena como dátiles de zorra, pero no es consumido. Diversas partes de la planta suelen ser consumidas por su

agradable sabor, pero su recolección y preparación es laboriosa y además daña mucho a la planta. Florece en primavera, los frutos están ya maduros a finales de julio.

La podemos encontrar en laderas soleadas, generalmente de escasa y moderada pendiente; en matorrales abiertos en terrenos muy térmicos y soleados. En las laderas más térmicas es sustituida por el cornical.

Es frecuente en la zona costera, más puntual y rara conforme nos adentramos en el interior de la Región de Murcia.

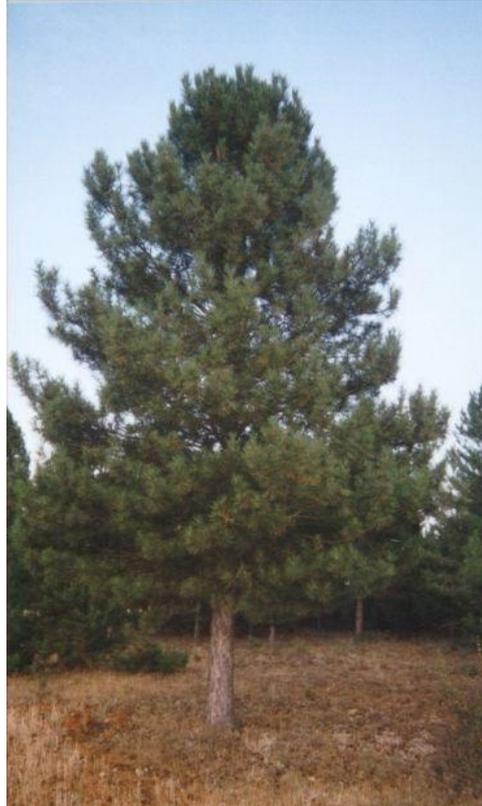
Pino Carrasco – *Pinus halepensis*: Se trata de una conífera que puede alcanzar hasta 20 metros de altura, de copa irregular y poco densa. La corteza es de color gris ceniza con muchos surcos de color pardo gris a pardo rojizo. Las hojas son acículas que aparecen en grupos de dos, de entre 6 y 15 cm de largo y de color verde claro. Las flores están dispuestas en pequeñas piñas y las femeninas se hacen leñosas al madurar formándose las conocidas



"piñas", que son los falsos frutos del árbol. Florece de marzo a mayo, incluso en febrero. Dentro de las piñas se encuentran las semillas aladas que se esparcen cuando la piña madura y se abre. Las piñas están maduras al final del segundo verano.

Es un árbol muy resistente a la sequía (por encima de 250 mm ya vive perfectamente) y su hábitat se sitúa entre el nivel del mar y los 1.300 m. Forma poco humus y es muy inflamable. Posee un gran poder colonizador. Es un árbol que está completamente extendido por toda la Región, aunque los mejores ejemplares autóctonos se encuentran en las sierras del Noroeste. Hay que señalar que en los campos de Cagitán, en Mula, se encuentra el ejemplar de esta especie cuyo tronco es el más grueso del mundo con un perímetro aproximado de 6,25 metros. Se trata de un árbol que proporciona madera de baja calidad por lo que su uso se ha limitado a la obtención de leña y resina, cuando han hecho falta estos productos.

Pino Piñonero – *Pinus pinnea*: Se trata de un árbol de hasta 30 m de alto, con un tronco columnar que en la parte superior se abre en varias ramas de grosor parecido, formando una copa espesa y ancha, con la forma aparaguada típica de los árboles que necesitan mucha luz. La corteza tiene una textura acorchada y escamada y tiene un color pardo gris o pardo rojizo. Las hojas-acículas están dispuestas en parejas, son un poco rígidas y miden entre 10-18 cm de largo. Las flores macho están dispuestas de una en una en pequeñas piñas (1 - 1,5 cm) y son de color amarillo. Florece de marzo a mayo. Las flores femeninas se convierten en piñas de forma redondeada-aovada, de un tamaño entre 10 y 15 cm; éstas contienen las semillas comestibles conocidas como piñones, cubiertas de una dura cáscara de color marrón oscuro. Los frutos maduran después de tres veranos y el piñón cae en el otoño del tercer año o en la primavera del cuarto. Es una conífera propia de



zonas de inviernos suaves y veranos secos y cálidos y puede aparecer en bosques puros o mixtos. Es un árbol que necesita una media de agua anual un poco mayor a 250 mm. Desde épocas pasadas, es un árbol que ha sido cultivado por su producción de piñones, muy cotizados en gastronomía. En la Región de Murcia existen muchos ejemplares aislados y formaciones de distintos tamaños. Las más amplias poblaciones de la región las podemos encontrar en el Cabezo de la Jara, en Puerto Lumbreras.

Retama - *Retama sphaerocarpa*: Es un arbusto que puede alcanzar 3 m de altura, grisáceo, muy ramificado y generalmente desprovisto de hojas. Posee (o no) las hojas alternas, linear lanceoladas, tempranamente caedizas. Las flores son amarillas y muy pequeñas (de 5-8 mm de longitud) y agrupadas en racimos. Cáliz de 2 a 3,5 mm,



bilabiado; el labio superior profundamente bífido, y el inferior dividido en 3 dientecitos agudos. Crece en matorrales seriales producidos por la degradación de los encinares y en pinares. Nativa del noroeste de África y de la Península Ibérica. Es una especie común en casi toda la Península, a excepción del norte y buena parte de Portugal.

Es xerófila, tolerante a los fríos invernales y a los calores estivales; puede vegetar tanto en suelos calizos como en silíceos desde 0 a 400msnm. Puede formar matorrales muy extensos, especialmente por Aragón, La Mancha, sur de Extremadura y Andalucía, donde pasta generalmente el ganado ovino, por lo general en encinares degradados.

Romero – *Rosmarinus officinalis*: Es un arbusto aromático, de grandes ramas leñosas, generalmente erectas y que puede alcanzar una altura de hasta 2 m. Tiene unas profundas y fuertes raíces. Sus hojas son alargadas (de entre 2 y 3,5 cm) y muy finas, distribuyéndose en forma alterna por parejas, existiendo, siempre, un ángulo de 90° entre la disposición de las parejas de hojas anteriores y posteriores. Tienen un color verde oscuro por el haz y blanquecino por el envés. Las flores nacen en la junta de las hojas y el tallo, son de un bonito color azulado con manchas azul -violetas más intensas



por la corola y tienen 2 largos estambres. Florece durante todo el año.

El romero es un arbusto muy presente y abundante en la Región de Murcia, hasta una altitud de 1.400 m. Es una planta que gusta de matorrales y espartizales, de zonas de solanas degradadas o de pinar disperso. Forma parte del matorral mediterráneo más característico que puebla las tierras levantinas.

Tomillo – *Thymus vulgaris*: Pequeño arbusto erecto, de hasta 40 cm de altura, con tallo y ramificaciones principales sin pelos, leñosas, retorcidas y agrietadas, grisáceas o parduscas. Tallos jóvenes y secundarios pubescentes, con pelos.

Lo podemos encontrar en terrenos abiertos, pedregosos y secos, con frecuencia alterados, principalmente por pastoreo, etc. Los tomillares son formaciones vegetales resultado de la degradación de otros tipos de vegetación, capaces de desarrollarse

sobre suelos poco desarrollados, en exposiciones muy soleadas y zonas sometidas al trasiego frecuente de ganado. Planta endémica, distribuida únicamente por el cuadrante sureste de la Península Ibérica, presente en las provincias de Alicante, Almería, Murcia y Granada, en los dominios de la provincia geográfica Murciano-Almeriense. En la Región es muy común en la ecología indicada, en la mitad sur y penetrando por el interior a través de los valles más cálidos.



b) JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La aceptación visual de la plantación junto a la rapidez con la que crecen las plantas, su adaptación al medio, el estrés hídrico, la capacidad ignífuga y el precio de cada una de las especies son los criterios que hemos considerado más apropiados para seleccionar esta alternativa:

En un primer descarte, no utilizaremos para la reforestación el algarrobo porque es un árbol que tarda mucho en crecer (unos 10 años), el espino negro por tratarse de un arbusto muy espinoso y la albaida y el palmito por ser más típicos de la costa.

Las características de adaptación al medio del pino carrasco y del piñonero difieren en muy poco, así que nos quedaremos con el carrasco simplemente porque el pino piñonero es más caro. Un pino carrasco en cepellón de 1.5 a 2 metros cuesta 19,30 € mientras que un piñonero con las mismas características cuesta 25,00 €.

Entre la acacia y el enebro nos quedaremos con la primera porque es la especie colonizadora por excelencia. Crece muy bien en suelos de este tipo, que han sido removidos y que han estado muy degradados, como por ejemplo los bordes de nuevas carreteras, además crece muy rápidamente, hasta 1 m por año. Las hormigas distribuyen sus semillas al almacenarlas en sus nidos, para comer su almidón y terminan germinando muy rápidamente.

El primero de los arbustos que utilizaremos para la reforestación será la retama porque crece muy bien en presencia de pinos. Y el segundo será el cornical por ser un arbusto perenne y un Ibero-africanismo que en España solo se puede encontrar en las provincias de Murcia y Almería, siendo muy común en el Cabezo Gordo. Adornaremos los bordes de los caminos con pequeñas matas de tomillo y romero, por lo que no los utilizaremos más para la repoblación. El lentisco es un arbusto muy común en reforestaciones porque visualmente es muy colorido así que lo plantaremos junto al aladierno para romper la monotonía de la reforestación, en un jardín que ubicaremos en la zona que queda entre las dos carreteras que unirán entrada de la cantera con las dos zonas de recreo. El aladierno es un arbusto muy resistente a la sequía, también muy colorido, por sus frutos, rojos y negros al madurar y con flores muy olorosas.

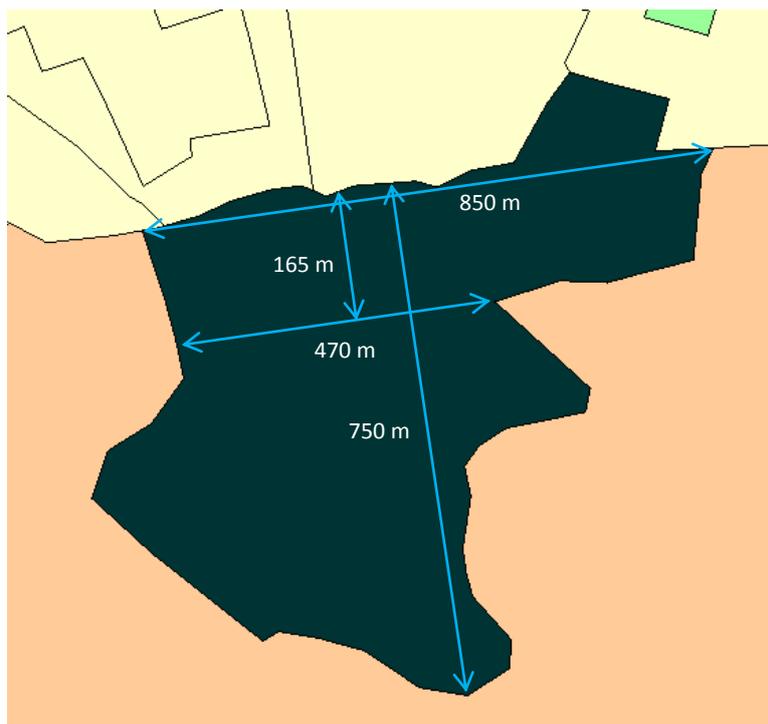
APARTADO D

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

SITUACIÓN DE LA CANTERA

Como ya hemos visto, la zona a restaurar se encuentra situada en Balsicas en el término municipal de Torre Pacheco. Ocupa aproximadamente una superficie de unas 42.5 Ha.

A continuación mostramos una vista aérea, un plano topográfico de la zona problema y algunas de las medidas más representativas, tomadas de la aplicación Cartomur.

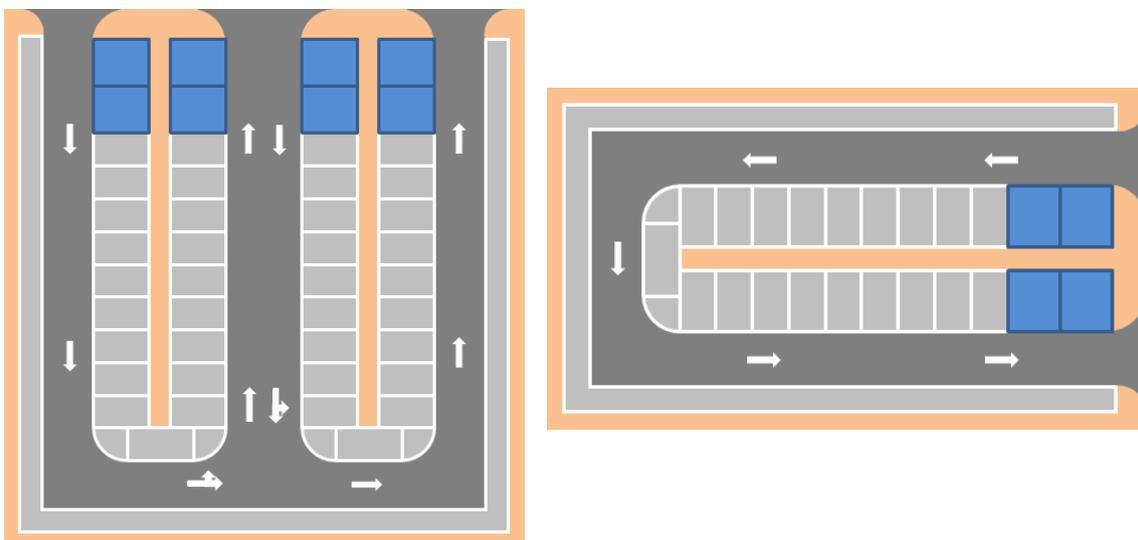


La zona de la cantera se puede dividir en 170 celdas de 2500 m² de las cuales 120 (30 Ha) se destinarán a replantación y tendrán una disposición que explicaremos más adelante. Necesitaremos un total de 2400 pinos carrascos, 2400 acacias, 2400 matas de retama y 2400 matas de cornicabra que plantaremos en cepellón (no hemos querido poner más árboles para optimizar el rendimiento de la plantación). Las 12.5 Ha sobrantes se utilizarán para:

- Dos zonas de recreo y descanso para hacer picnics. La primera situada en la zona norte; será de unos 10.000 m², donde situaremos 100 bancos y 50 mesas grandes y fuertes de madera de pino previamente tratada, barnizada y protegida contra las diferentes condiciones climáticas provocadas por la lluvia, el viento o el sol y también contra los muchos insectos y animales que puedan atacar a la madera, además colocaremos un pino carrasco al lado de cada conjunto de mesa y bancos, para dar sombra a los senderistas y gente que se acerque a disfrutar de un día de monte. La segunda, la de la zona alta, será más pequeña, de unos 5000 m² y tendrá otros 25 conjuntos de mesas y bancos y también incluiremos un pino carrasco por cada conjunto. Esto hará un total de 75 pinos más, 50 de una zona y 25 de otra.



- Dos parkings que construiremos, uno al lado de cada una de las zonas de picnic. En la zona norte pondremos uno de 1680 m² (40 x 42 m) capaz de albergar 58 coches y que además dispondrá de 8 plazas de aparcamiento para personas discapacitadas. En la zona alta, construiremos otro más pequeño, de 1000 m² (40 x 25 m), este constará de unas 36 plazas de aparcamiento más otras 4 para minusválidos.

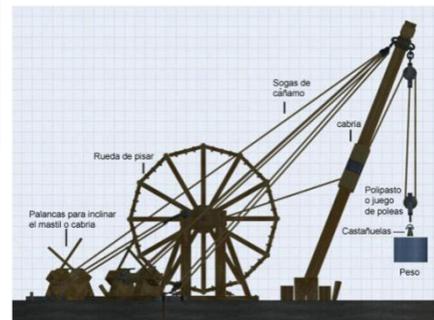
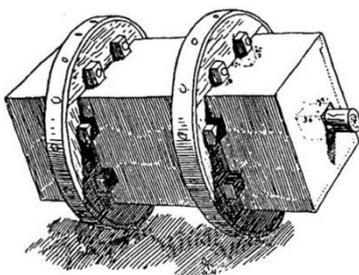


Las plazas de garaje son de 4.5 x 2.5 m y las de minusválidos de 4.5 x 3.5 m. El ancho de la zona de aparcamiento en línea es de 2 m. El ancho del carril de doble sentido, puesto en el centro del parking grande, es de 6 m y los de un solo sentido son de 4, las aceras son, las del centro de 2 m, y de un metro las que se encuentran en los lados de los parkings.

- Tres pistas de fútbol sala de 1000 m² (50 x 20 m), una pista de baloncesto de 540 m² (30 x 18 m) dos de tenis de 450 m² (15 x 30 m) y otras dos de pádel de 200 m² (20 x 10 m). Dejando espacio suficiente entre unas y otras, ocuparemos un total de 5000 m².



- Dos kilómetros de carreteras para acceder de la entrada de la cantera a las dos zonas de picnic. Serán de 6 m de anchura con un arcén de 0.5 metros para que dos vehículos que circulen en sentidos diferentes puedan pasar cómodamente.
- Una red de caminos y sendas de un total de unos 6 km, los cuales tendrán 1.5 metros de ancho para pasear, hacer footing, senderismo, montar en bici y acceder a una pequeña exposición de 320 en los frentes de la parte sur-oeste de la cantera situada cerca de la zona de recreo de la parte alta del cabezo, en la que queremos enseñar un poco de historia, mostrando como romanos y cartagineses extraían y transportaban los distintos tipos de materiales en sus respectivas épocas. En los bordes del camino plantaremos dos filas de matas de tomillo y romero que colocaremos alternadas y a una distancia de un metro y medio entre una y la siguiente, lo que hará que necesitemos un total de 5000 matas de tomillo y otras 5000 de romero.



- Además acondicionaremos una pequeña explanada de unos 300 m de largo por 50 de ancho para hacer una pista de aeromodelismo y otra de automodelismo. También colocaremos una cabaña con torre para los guardabosques.



- En las 6.5 Ha sobrantes haremos un jardín de lentiscos y aladiernos para dar colorido y romper la monotonía de la reforestación. Lo colocaremos en el hueco que hay entre las dos carreteras, en la parte central de la cantera. En el plano siguiente lo hemos representado en color rojo.
- No vamos a poner ningún tipo de alumbrado en la zona ya que afectaría a la vida nocturna de los animales que pueblen el lugar.
- Como durante la fase de explotación hemos estado arreglando y emparejando el terreno con tierra, procedente del recubrimiento del material extraído, mezclada con escombros, que se han machacado y triturado, procedentes de los edificios destruidos por el terremoto de Lorca, hemos conseguido que nuestra zona a restaurar esté lo suficientemente llana, por lo que solamente necesitaremos una capa de compost de 30 cm de altura que echaremos en las 36.5 Ha donde plantaremos los pinos, acacias, aladiernos y demás arbustos para facilitar su agarre. Esto hará un total de 109500 m³ de compost. En cuanto a las otras 6 Ha, ya que la capacidad portante del terreno era muy alta, intentaremos recuperarla compactando los suelos de la zona deportiva, carrera y parkings con una serie de rodillos compactadores vibratorios. Para la construcción de estos necesitaremos:
 - 1500 m³ de zahorra y 750 m³ de hormigón, para los 5000 m² de área de toda la zona deportiva por 0.3 y 0.15 m de altura de las capas de la losa.
 - 4550 m³ de zahorra para los dos km de carretera, cuya altura de capa será de 0.35 m, 1300 m³ de mezcla bituminosa (capa de 0.1 m) y otros 65 m³ de esta mezcla que necesitaremos para una capa de rodadura de unos 5 mm que impermeabilizará el firme.
 - Para los dos parkings, necesitaremos unos 804 m³ de zahorra para las capas de 30 cm que utilizaremos como base de las dos losas, 504 m³ para el parking grande y 300 para el pequeño. Para la capa superior utilizaremos 252 m³ de hormigón en el parking grande y 150 para el pequeño, lo que hará un total de 402 m³ de hormigón.

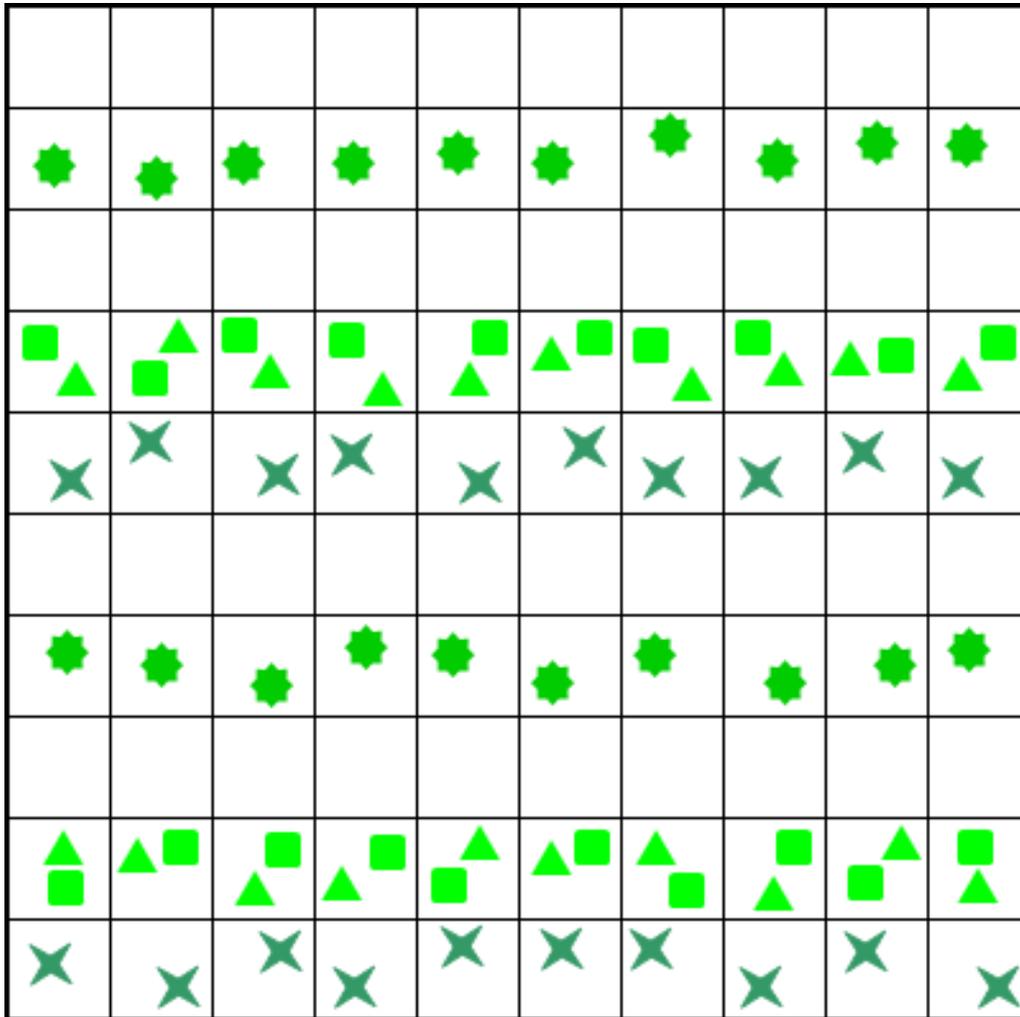
DISPOSICIÓN DE ZONAS DE PICNIC, PARKINGS, COMPLEJOS DEPORTIVOS Y EMBALSES



Zona verde: zona destinada a la repoblación	
Zona roja: jardín de aladiernos y lentiscos	
Zonas de picnic:	
Parkings:	
Pistas deportivas:	
Pista aerodelismo:	
Embalse:	
Exposición:	

DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS SOBRE EL TERRENO

La repartición del terreno entre los diferentes tipos de árboles y arbustos que vamos a plantar en nuestro terreno a restaurar será la siguiente:



La cuadrícula del terreno es de 50 x 50 m, lo que hace un total de 2500 m².

Está dividida en 100 celdas de 5 x 5 m cada una.

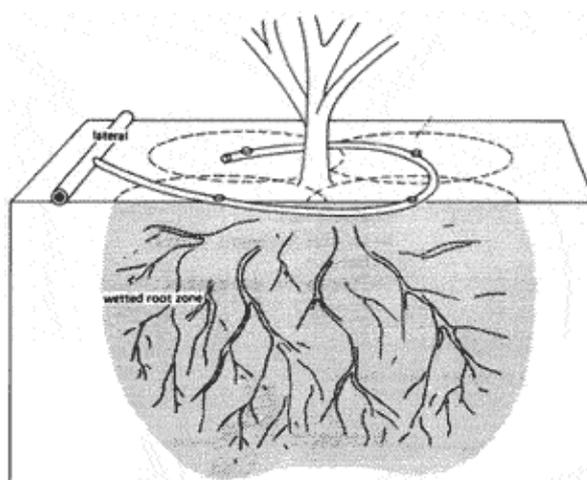
Mostraremos en la siguiente leyenda lo que representan los iconos del cuadro:

Pino Carrasco	★
Acacia	×
Cornical	▲
Retama	■

SISTEMA DE REGADÍO

Instalaremos un sistema de regadío por goteo que funcionará por impulsión. En un pequeño embalse que hay aguas abajo colocaremos una bomba que abastezca correctamente toda la zona repoblada, la cual tiene 70 metros de desnivel. El embalse lo iremos recargando conforme se vaya vaciando.

Cada emisor o gotero echará 4 litros de agua durante una hora a la semana a lo largo de los dos años que estaremos regando los pinos, acacias, lentiscos y aladiernos, para favorecer un buen, rápido y adecuado crecimiento y adaptación al medio y a las condiciones de la zona. Las plantas de retama y cornicabra, no requieren riego, dada su naturaleza. El sistema por goteo que instalaremos en lentiscos y aladiernos será de dos boquillas mientras que el de pinos y acacias, dispondrá de 4 goteros por cada árbol, el diseño lo mostraremos en la siguiente figura.



Para el sistema de regadío necesitaremos instalar una tubería de hormigón de 400 mm de diámetro y 60 metros de longitud que conectará el embalse con el sistema de regadío de nuestra zona a restaurar. La zona a regar la dividiremos en dos regiones iguales, de manera que en horario de verano la primera región empezará a regarse a las 5:00 de la mañana y la segunda comenzará a las 6:00, para evitar cocer la planta, que el agua se evapore y que las hojas se quemen por el efecto lupa de las gotas de agua. Mientras que en horario de invierno la primera región empezará a regarse a las 10:00 de la mañana y la segunda a las 11:00 de la mañana. Para evitar que el agua se congele y raje las gomas o que el agua que se congele bajo la superficie porque puede dañar tanto el suelo como las raíces de la planta. En invierno es mejor regar poco por lo que reduciremos el agua de riego utilizada a la mitad.

Si regáramos toda la zona de una vez necesitaríamos una tubería de mayor diámetro, por la que circulase mucho más caudal. Otro inconveniente es que la presión y la velocidad de salida del agua que serían mayores, de esa forma nos encontraríamos muchas más ocasiones en las que varias de las boquillas de los goteros saltasen y que se produzcan más erosiones y roturas producidas por golpes de ariete.

Necesitaremos 24000 m de goma de regadío de $\varnothing 16$ mm, 3000 m de $\varnothing 25$ mm y por último 1500 m de $\varnothing 90$ mm. Todas soportarán más de 25 atmósferas. Además vamos a construir una tubería de hormigón de 60 m de longitud y de $\varnothing 400$ mm.

Hemos calculado que aproximadamente necesitaremos unos 73000 m³ de agua para los pinos y acacias y otros 10000 m³ para los lentiscos y aladiernos, durante los dos años que estará funcionando el sistema de regadío.

El esquema del sistema de regadío es el siguiente:



- Tubería de hormigón
- Tubería de goma D=90mm
- Tubería de goma D=25mm

Los pinos carrascos de las zonas de picnic y las matas de tomillo y romero de los senderos serán regados manualmente por los jardineros que se encargan del correcto funcionamiento y manutención del sistema de regadío.

En un principio queríamos realizar la construcción de un embalse en la parte más alta de la cantera, para realizar el regadío de nuestra zona reforestada por gravedad, situándolo donde vamos a poner la cabaña con torre de los guardabosques y las pistas de aeromodelismo y automodelismo. Pero nos hemos decantado por la opción de no ponerlo por varias razones:

- Aunque el poner una bomba de impulsión es bastante ruidoso y utilizamos mucha energía eléctrica, el construir el embalse en dicha zona es más caro que utilizar la bomba durante los dos años que estaremos regando la zona reforestada.
- En un principio también se pensó utilizar el embalse para recargar los bambis de los helicópteros de bomberos en caso de incendio, pero tenemos una serie de pequeños embalses aguas abajo de la cantera, en los que es preferible captar el agua, ya que el fuego tiende a subir a cotas más elevadas y el aire caliente dificultaría mucho el paso y la maniobrabilidad del helicóptero por la zona.
- Tampoco es necesario la instalación de bocas de incendios y la compra de una bomba de impulsión más potente para conseguir la suficiente presión de agua en dichas bocas de incendios, ya que si se produjera un incendio en nuestro caso es más efectivo utilizar los helicópteros que el uso los camiones de bomberos. Si se utilizaran los camiones, estos almacenan hasta 4000 litros de agua y disponen de su propio motor bomba.

APARTADO E

PRESUPUESTO

Género	Especie	Presentación	Número	Precio	Total
Acacia	Saligna	C. 5 L/ 175 – 200 cm	2.400	6,00 €	14.400 €
Pino	Carrasco	C. 3,5 L/ 150 – 200 cm	2.475	5,09 €	12.597,75 €
Aladierno		C. 3,5 L/40 – 80 cm	650	3,90 €	2.535 €
Pistacia	lentisco	C. 3,5 L/60 – 80 cm	650	3,95 €	2.567,50 €
Cornical		A. F. 200 cc/ 10 – 15 cm	2.400	0,61 €	1.464 €
Retama	sphaerocarpa	A. F. 200 cc/ 20 – 30 cm	2.400	0,39 €	936 €
Romero	Blanco o Común	A. F. <400 cc/ 20 – 45 cm	5.000	0,32 €	1.600 €
Tomillo	Común	A. F. <400 cc/ 20 – 40 cm	5.000	0,34 €	1.700 €

Total flora 37.800,25 €

Materiales para riego	Precio	Metros utilizados	Total
Gomas gotero	12 €/100 m Ø 16 mm	24.000 m	2.880 €
Gomas	20 €/100 m Ø 25 mm	3.300 m	660 €
Gomas	50 €/100m Ø 90 mm	1.600 m	800 €
Tubería hormigón	10,50 €/m Ø 400 mm	60 m	630 €
Agua a utilizar e instalación y puesta en marcha del sistema de regadío			18.000 €

Total material riego 22.970 €

	Cantidad	Peso	Precio unitario	Total
Compost	109.500 m ³	87.600 T	12 €/T	1.051.200 €
Zahorra	6.854 m ³	13.023 T	15 €/T	195.345 €
Hormigón armado	1.152 m ³	3.450 T	55 €/m ³	63.360 €
Mezcla bituminosa	1.365 m ³	3.415 T	50 €/T	170.750 €

Total terreno 1.480.655 €

Materiales	Precio/unidad	Número	Total
Mesa picnic madera tratada	150 €	75	11.250 €
Portería	515	6	3090 €
Canasta fija	985	2	1970 €
Red de tenis	53	2	106 €
Red de pádel	80	2	160 €
Placas de metacrilato 3 x 2 m	19,16	60	1149,60 €
Cubo de pintura 20 kg	40	2	80 €
Alambrada metálica 4 m	18 €/ metro lineal	816	14.688 €

Total mesas 32.493,60 €

Trabajo de campo	Recurso	Unidades	Horas	Coste (€)	Coste (€) material	Coste total (€)
Reportaje fotográfico	Técnico / avioneta	1	--	--	800	800
Evaluación del medio, diseño y vigilancia del desarrollo de la restauración	Biólogo	1	8	20	--	160
	Ingeniero Téc. Esp. Hidrología	1	300	12	--	3.600
Mano de obra	Jardinero manutención	2	2000	8	--	32.000
	Jardinero plantación oficial 1ª	1	45	12	--	540
	Jardinero peón para plantación	15	180	8	--	21.600
	Encofrador oficial 1ª	1	60	17	--	1020
	Encofrador peón	3	160	10	--	4800
	Chofer del rodillo	1	120	12	--	1440
Maquinaria	Camión cisterna	1	120	6		720
	Moto-niveladora	1	120	35		4200
	Rodillo vibrador	1	120	6.25	--	750
	Retroexcavadora	2	120	25	--	6000
	Máquina asfaltadora	1	40	50	--	2000

Total trabajo campo 79.630 €

Coste total de la restauración de la cantera 1.653.548,85 €

EXPLICACIÓN

Los árboles como el pino carrasco o la acacia, los hemos comprado en contenedor en vez de en cepellón porque aunque un árbol plantado en cepellón suele agarrar con más facilidad que uno plantado con contenedor este último es mucho más barato, por ejemplo el pino carrasco con las mismas características que el que hemos utilizado costará alrededor de 19,30 €, mientras que el que hemos puesto en nuestro presupuesto cuesta del orden de 4 veces menos.

A.F. significa Alveolo Forestal, también puede aparecer B.F. que significa Bandeja Forestal, se pueden utilizar indistintamente porque son sinónimos. El número que aparece junto a AF, 200 cc por ejemplo, hace referencia al volumen del alveolo en centímetros cúbicos o dicho de otra forma, el volumen de sustrato que tendría el cepellón de la planta producida en ese alveolo. Para zonas de restauración donde el suelo tiene muy poca profundidad o tienen poca pluviometría, las restauraciones con AF suelen ir muy bien ya que la invasión de plantas nitrófilas que ahoguen la plantación no suelen ser un problema y el volumen de la raíz es menor y mucho más baratas. Además la planta en AF necesita menos agua para prender que la planta de contenedor.

En el precio del 5º apartado de material de riego, ya va incluido el precio de los 83.000 m³ de agua de regadío (0.18 €/m³) que necesitamos, el precio de los kw/h que necesita la bomba para abastecerlos y la instalación del sistema.

En el apartado de la zahorra, he puesto el precio por tonelada medio que va a costar los tres tipos de zahorra que vamos a utilizar para la carretera y la losa de hormigón de la zona deportiva. Estas son zahorra de 40 mm, zahorra de 16 – 20 y el granito. De la que más toneladas necesitamos es de la de 40 mm que es la más barata.

En el hormigón armado ya va incluido peso y precio de la ferralla que lleva

Las placas de metacrilato son para rodear la pista de pádel, las demás las cercaremos con una alambrada metálica de 4 metros de altura, en el precio también van incluidos los postes, y por último los cubos de pintura son para pintar las distintas líneas que necesitan las pistas de los diferentes deportes.

En el trabajo de campo, el camión cisterna lo conducirá uno de los obreros, y en el precio de las retroexcavadoras, moto-niveladora y máquina asfaltadora sí van incluidos los sueldos de sus chofer.

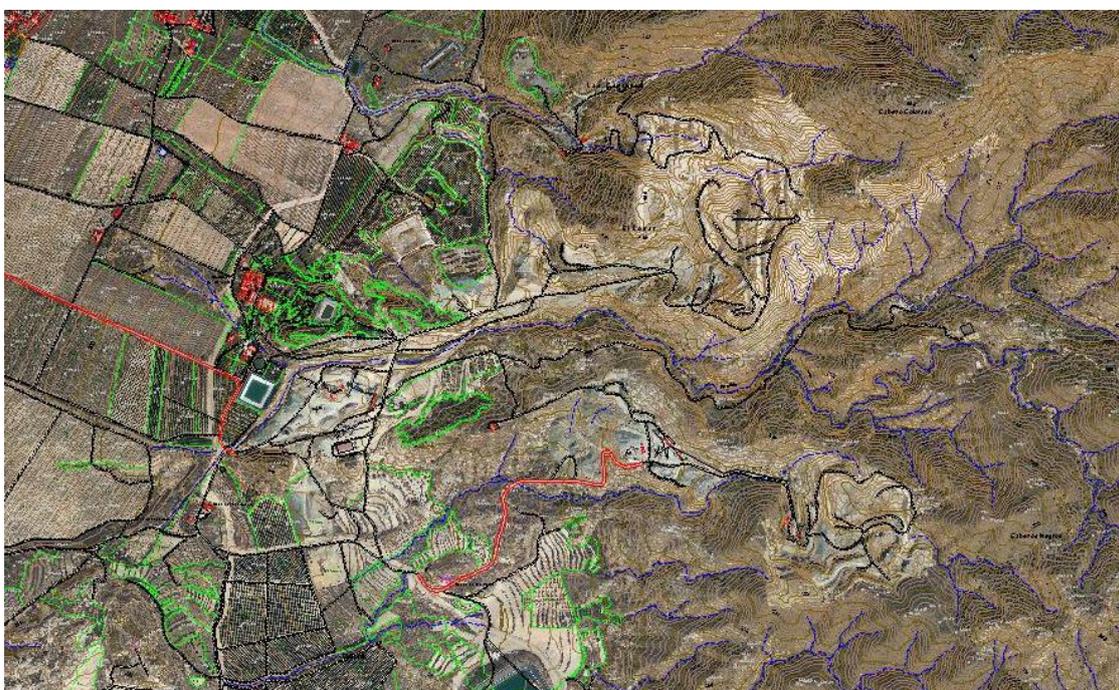
5. RESTAURACIÓN DE LAS CANTERAS CARRASCOY I Y FULSAN

APARTADO A

a) DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este proyecto hemos planificado la restauración de las dos canteras situadas en la parte oeste de la Sierra de Carrascoy a unos 9 km al sureste del municipio de Alhama de Murcia, aproximadamente van desde la cota 225 hasta la 500 msnm y entre las dos llegan a unos 2300 metros de largo, ocupando 85 HA. La razón principal por la que restauramos las dos canteras en un mismo proyecto es que, además de su proximidad, ambas terminarán con sus reservas y fase de explotación, con un año de diferencia la una de la otra.

En la restauración se incluirán las zonas que han sido explotadas y han estado proporcionando arenas, gravas y zahorra a la Región de Murcia desde el inicio de vida de las dos canteras.



b) HIDROGEOLOGÍA

El territorio que albergan nuestras canteras se ha considerado una zona seca en la que en las últimas décadas, se ha convertido en uno de los paisajes más representativos de los nuevos regadíos murcianos y del mediterráneo español, gracias a las aguas subterráneas y la llegada de los caudales del Tajo-Segura, con las más nuevas y eficientes técnicas de cultivo y riego. En la foto anterior se expone el mapa topográfico de las canteras y observamos que supone una gran barrera para la escorrentía superficial de agua. Al igual que la zona del Cabezo Gordo sus medias anuales de precipitación oscilan entre los 300 y los 350 mm y su clima se considera como templado, con unas temperaturas comprendidas entre mínimas de unos 0 °C y máximas de aproximadamente 37 °C.

También nos encontramos con embalses artificiales, para regular el riego en la zona de cultivo, que utilizaremos para el riego de los árboles de la reforestación.

c) FAUNA

La composición faunística es bastante variada. Entre los insectos aparecen especies singulares características del macizo como la mariposa *Aricia Morronensis*. Entre los anfibios destaca el sapo corredor y el sapillo pintojo. La diversidad de la comunidad de reptiles incluye, entre otros, al lagarto celado, la víbora hocicuda y la culebra bastarda. Pero, sin lugar a dudas, son las aves el grupo mejor conocido. En las masas forestales campean a placer carboneros, mitos y piquituertos. Entre las rapaces, por el día podemos encontrarnos con el azor o el gavilán y durante la noche con el cárabo o el búho real. Este Parque es uno de los escasos puntos de la Región donde se pueden ver dichas aves.

Los bordes del pinar y los setos son preferidos por escribanos, fringílidos y zorzales, y en ellos llegan a ser abundantes el águila calzada y el águila real.

La presencia de algunas de estas especies ha motivado la declaración de esta área como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), de importancia comunitaria en el ámbito europeo.

Dentro de los mamíferos, por su tamaño y exotismo, es el arruí o muflón del Atlas la estrella del Parque. Siendo una especie no autóctona (exótica), introducida en 1970 con fines cinegéticos, ha crecido rápidamente, produciéndose la declaración de Reserva Nacional de Caza en 1973. Además de esta especie, las ardillas (subespecie endémica), lirones, jabalíes, ginetas y gatos monteses completan, en parte, el plantel de mamíferos del Parque.

d) FLORA

En cuanto a la flora de la zona, el pino carrasco es la especie arbórea predominante, en zonas altas predominan el pino laricio y el negral. También se encuentran pequeños retazos de encinar, quejigal y arces.

En las proximidades de ramblas y fuentes, se desarrollan olmos, chopos y álamos, junto a una galería de plantas arbustivas: madre selvas, rosales, zarzaparrillas y otras.

El sotobosque se encuentra bien desarrollado en algunas laderas y se compone de coscoja, lentisco, espino, enebro y madroño, entre otros. Las marcadas diferencias de carácter físico entre laderas de distinta exposición solar son fácilmente apreciables en la cobertura vegetal.

En las cumbres, la vegetación destaca por su adaptación a condiciones meteorológicas extremas, y viene representada por el piorno o cojín de monja y la sabina.

APARTADO B

a) ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LAS EXPLOTACIONES EN LA CANTERA

Son las mismas que las del apartado B de la restauración de la cantera Cabezo Gordo

APARTADO C

a) ALTERNATIVAS PARA LA REFORESTACIÓN

Por contrato al terminar la fase de explotación minera, las empresas beneficiarias, deben garantizar la restauración de toda el área afectada, dándole el uso inicial que ésta tuviera, además introduciremos algunas mejoras.

Como solución al problema de la reforestación que presenta la fase de abandono, plantearemos una solución, con diferentes tipos de árboles y arbustos que utilizar, atendiendo a la variedad que presenta la vegetación autóctona de la zona de estudio. Los árboles y arbustos más usuales de la zona son el álamo, el arce, el chopo, el cojín de monja, la coscoja, la encina, el enebro, el espino, el lentisco, la madreselva, el madroño, el negral, el olmo, el pino carrasco, el pino laricio, el quejigal, el rosal, la sabina y la zarzaparrilla. Anteriormente habíamos mencionado algunas de estas especies en la restauración del Cabezo Gordo (el enebro, espino negro, lentisco, madroño y pino carrasco), así que no volveremos a explicar sus características aunque si las podremos utilizar en la reforestación.

Álamo Blanco – *Populus alba* [Salicaceae]

Se trata de un árbol caducifolio de rápido crecimiento, que puede llegar hasta los 30 m de altura. De copa amplia y ramas vigorosas, su corteza es blanca grisácea, y puede ser lisa o agrietada.

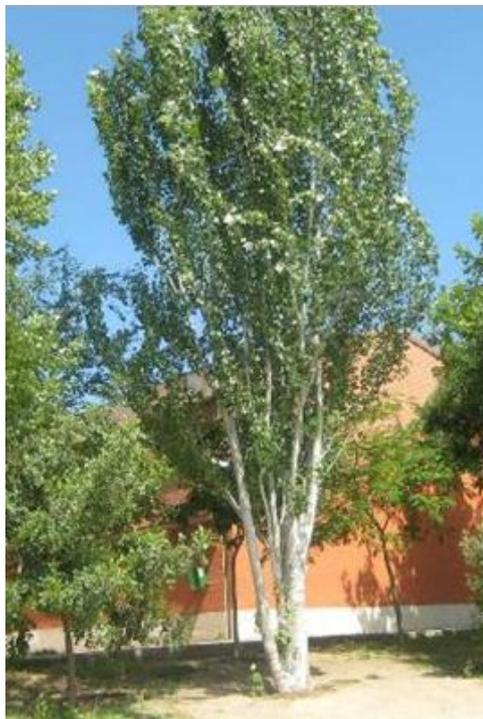
La forma de las hojas es muy variada, y en el mismo árbol podemos encontrar hojas lobuladas y sin lobular, triangulares, etc. El haz de las hojas es de un verde lustroso, mientras que el envés es piloso y blanco.

Por su parte, las flores aparecen antes que la fronda, dispuestas en "amentos" (racimos que cuelgan) de hasta 8 cm, inicialmente tienen un color rojizo que tiende a palidecer con el tiempo. Los frutos-semillas son muy pequeños y poseen un penacho sedoso que contribuye a su distribución con el viento.

Se sitúan en los márgenes de los ríos, arroyos, acequias y en general, cursos de agua dulce. Se trata un árbol pionero ya que es relativamente insensible a las sequías y se propaga fácilmente de forma asilvestrada.

Tradicionalmente se le ha dado usos medicinales y ornamentales.

Estos árboles tienen madera blanda y los pocos ejemplares longevos suelen presentar un aspecto demacrado, con troncos huecos, retorcidos y ramas partidas que pueden alcanzar los 14,5 m de altura.



Arce de Montpellier – *Acermon spessulanum* [Aceraceae]

Árbol caducifolio, de hasta 10 m de altura, habitualmente ramificado desde la base y en ocasiones de porte arbustivo. Corteza del tronco grisácea, la de las ramas, algo pardusca, follaje denso. Hojas pequeñas, coriáceas, de 3 x 4 cm, hasta 7 cm en su lado mayor, palmeadas, generalmente trilobuladas, de forma ocasional parcialmente



pentalobuladas. Flores poco llamativas, de cinco piezas. Fruto en sámara doble, tipo especial de fruto seco con una expansión aplanada en forma de ala implicada en la dispersión, muy característico y fácil de reconocer.

Podemos encontrarlo en las vaguadas de las zonas altas de las montañas más húmedas del interior. En flor de abril a mayo. Los frutos aparecen desarrollados a partir de agosto. La caída de las hojas tiene lugar a mediados de otoño, presentando entonces una llamativa coloración de anaranjada a rojiza. Especie incluida en el *Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia* (Decreto 50/2003, BORM núm. 131) en la categoría "En peligro de extinción".

Se distribuye por todo el sur de Europa y todo el norte de África, estando ampliamente extendida en la Península Ibérica. En la Región de Murcia se conoce tan solo de Sierra Espuña (Totana y Alhama de Murcia) y la Sierra de Cambrón (Mula).

Chopo o Álamo Negro - *Populus nigra* [Salicaceae]

Se trata de un árbol caducifolio de rápido crecimiento, y de hasta 35 metros de alto, desarrolla una copa amplia y ramas vigorosas y en cultivos dibuja una silueta alargada y esbelta. Posee una corteza grisácea clara que muy pronto se agrita en surcos profundos y negros, de ahí su nombre.



Las hojas, alternas, son de forma romboidal y aserrada por el borde. Tienen un tamaño de entre 5 y 10 cm y son de color verde más oscuro por el envés que por el haz.

Las flores se desarrollan, antes de salir la fronda, en amentos de hasta 9 cm de largo, de color pardo amarillento a rojizo. Las semillas, más grandes que las del álamo blanco, también poseen un penacho sedoso para su transporte aéreo.

Se presenta en bosques de ribera y en cultivos, generalmente próximos a cursos de agua dulce. Al soportar bien el frío pero no la salinidad de las aguas, es más corriente en la Cuenca Alta del Segura que los álamos. Son árboles que rara vez sobrepasan los 150 años. Proporcionan una madera blanda muy utilizada para hacer embalajes debido a su ligereza.

Cojín de Monja o Asiento de Pastor – *Erinacea anthyllis* [Leguminosae]

Pequeño arbusto perenne, de hasta 60 - 70 cm de altura, de porte almohadillado, muy ramificada desde la base, con ramas intrincadas y compactas, verdes, glabras en la madurez, estriadas, erectas o erecto-patentes, rematadas en espina fuerte, punzante.

Hojas entremezcladas en la maraña de ramas, dispuestas de forma opuesta, con cáliz de aspecto inflado, cubierto de pelos blanquecinos y de fruto de tipo legumbre, con 3-6 semillas.

Podemos encontrar estos matorrales en las sierras calizas, donde es una de las especies dominantes y definitorias de la vegetación almohadillada. Se trata de una planta del Mediterráneo occidental, de la Península Ibérica y norte de África, que está presente en buena parte de España, en la ecología indicada. En la Región de Murcia se presenta de forma habitual en las montañas altas del interior, a partir de los 1000-1200 m, siendo clara indicadora del piso bioclimático supra-mediterráneo. Común en las cumbres de las sierras del Noroeste, Cambrón, Espuña, El Carche, testimonial en la Sierra de Ricote y del Oro.



Coscoja o Chaparro – *Quercus coccifera* [Fagaceae]

Arbusto perennifolio, de follaje denso y ramificación muy intrincada, con las ramas algo punzantes, que puede alcanzar hasta 3 metros de altura. Hojas ovadas, con márgenes provistos de espinas, alternas, pecioladas, de 1,5 a 4 cm de longitud y color



verde brillante. Flores poco vistosas, agrupadas en amentos, los masculinos bastante alargados. Fruto en bellota, muy amarga, con cúpula cubierta de escamas largas y rígidas.

Es una planta mediterránea de matorrales secos, ampliamente distribuida en la España peninsular mediterránea. Forma parte relevante de las comunidades vegetales del sotobosque mediterráneo, dando lugar a coscojares o bien creciendo de forma aislada y dispersa en lentiscales, espinares y zonas aclaradas de carrascales.

El matorral denso de coscojas, los coscojares, han sido denominados también como garriga, una formación vegetal característica de la cuenca mediterránea que resulta de la degradación de bosques maduros de encina.

En el termo-mediterráneo semiárido murciano estos matorrales se presentan aún más degradados, por lo que los coscojares o la garriga, paradójicamente, quedan relegados a sotobosques de pinares cálidos, algo húmedos y umbríos, como los que se dan en la Sierra de la Pila, Sierra Espuña, etc.

Encina Levantina – *Quercus ilex* [Fagaceae]

Árbol de hasta 25 - 28 m de altura, con la copa ovoidea y no muy densa. Hojas comúnmente de 10 x 5 cm con 7 - 14 pares de nervios, lanceoladas a oblongo-lanceoladas, las juveniles elípticas y obovado-elípticas, márgenes aserrados, a veces dentado-espinosos.

Habita en formaciones boscosas, en barrancos húmedos y cantiles, dentro de los pisos termo-mesomediterráneos de tipo seco-subhúmedo. En las formaciones más cálidas suele convivir con *Olea europaea*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus rotundifolia*, etc. Y en las zonas de interior con *Cystus reverchoni*, *Fraxinus angustifolia*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, etc.

Es un elemento típicamente mediterráneo. En la Península Ibérica se encuentra en la franja costera del Norte y Levante, alcanza la Región de Murcia de forma terminal, donde se encuentran individuos aislados, la mayor parte de ellos con evidencias de introgresión con la carrasca. Se localiza en la cuenca del río Alhárabe, arroyo de Hondares, Bajil, sierra del Buitre (Moratalla), sierra de Carrascoy, (Murcia), El Cañar (Cartagena), El Carche (Jumilla) y ramblas de Puerto Lumbreras.

En la actualidad es una especie en recesión. Los individuos de Carrascoy que están en ambientes más áridos se encuentran en peor estado, algunos de ellos han muerto en los últimos años.

Está catalogada como en peligro de extinción, y como tal aparece en el "Catálogo Regional de la Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia", según el Decreto nº 50/2003, (BORM nº 131/2003).



Madreselva Mediterránea – *Lonicera implexa*



La madreselva mediterránea se caracteriza por tener dos brácteas soldadas en la base de las inflorescencias, que son terminales y aparecen inmediatamente sobre las brácteas (formando una especie de "cazuela" que contiene las flores), en grupos globosos.

Las hojas inferiores, siempre opuestas, pueden aparecer soldadas o no, aunque no presentan pecíolo, o este es muy corto.

El aspecto de sus hojas es redondeado, aunque en algunas variedades acaba en pico. El color de las flores, bilabiadas, varía de rosa (antes de abrirse) a amarillo-blanco una vez abiertas. Su fruto son bayas rojizas, que aparecen en parejas en el interior de la especie de "cazuela" que forman las brácteas. No son comestibles.

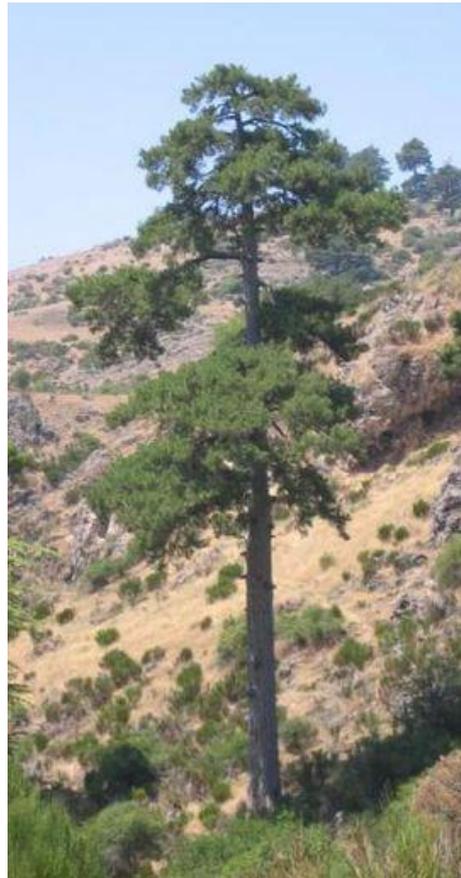
Se distribuye por el sur de Europa; especialmente en el litoral mediterráneo y en el sur y Centro de España. Suele aparecer en bosques abiertos, aguanta mejor las sequías que otras especies del género *Lonicera*.

Pino Laricio – *Pinus nigra* [*Pinaceae*]

El pino salgareño (*Pinus nigra*) es una especie arbórea de la familia de las pináceas. También se conoce como pino laricio o pino negral, aunque este nombre lo comparte con otras especies como el *Pinus pinaster*. Es una especie moderadamente variable, que aparece por todo el sur de Europa desde España hasta Crimea, y también en Asia Menor, Chipre, y localmente en los montes Atlas del noroeste de África. El grueso de su área de distribución está en Turquía. Se encuentra en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm, más frecuentemente desde los 250 hasta los 1.600 msnm. El pino salgareño es un árbol de hoja perenne. Prefiere suelos calizos. Su madera es muy elástica y bastante rica en resina.

Es un árbol de gran tamaño, que puede alcanzar los 40 m de altura. La corteza es de color blanco ceniciento y puede ir del pardo gris al gris oscuro, con surcos toscos, finas placas, cada vez más agrietadas con la edad. Las acículas, largas y fuertes, se agrupan de dos a dos. Son de color verde oscuro y de 8 a 20 centímetros de largo. Las piñas son pequeñas y aparecen de mayo a junio. Las piñas maduras son de 5 a 10 cm de largo con hojas redondeadas; maduran de verde a amarillo pálido 18 meses después de la polinización el viento dispersa las semillas con alas cuando las piñas se abren de diciembre a abril. La madurez sexual se alcanza de 15 a 40 años; las cosechas grandes de la semilla se producen en intervalos de 2 a 5 años. Su crecimiento es moderadamente rápido (30-70 cm/año) y tiene generalmente una forma cónica redondeada, llegando a ser irregular con la edad. Es un árbol muy longevo, algunos ejemplares pueden llegar a alcanzar cerca de los 1000 años, como ocurre con algunos pinos salgareños de Puerto Llano en la Sierra de Quesada, (Jaén), que son unos de los pinos más viejos de España, y puede que los más viejos de su variedad en el mundo.

Las principales poblaciones españolas se encuentran en Pirineos y Prepirineo, Cordillera Costera Catalana, Sistema Ibérico (en especial Serranía de Cuenca y Maestrazgo) y cordilleras béticas (Macizo de Segura - Cazorra, Sierra Mágina, Sierra de Baza, Sierra Nevada, Sierra de Los Filabres). También aparece en el Sistema Central (Valle de Iruelas en la Sierra de Gredos occidental), donde recibe el nombre de pino cascalbo. Los datos paleobotánicos señalan la existencia en el pasado de esta especie en zonas de la Cordillera Cantábrica y en amplias áreas de la meseta norte y del Sistema Ibérico, y apuntan a que la intervención humana mediante el fuego y el pastoreo haya resultado clave en la destrucción de esos antiguos bosques y su sustitución por robleales, matorrales y pastizales. Una vez reducida drásticamente su área por tales prácticas a lo largo de milenios, las repoblaciones la extendieron a otras zonas sobre todo desde mediados del siglo XX.



Tiene ciertos requerimientos hídricos, aunque algo menores que los de *Pinus sylvestris* y es capaz de soportar una sequía estival pronunciada. Muy resistente al frío, es capaz de soportar heladas y nevadas intensas. Prefiere sustratos calizos, aunque puede aparecer en ocasiones en sustratos silíceos. Temperamento de media sombra en las primeras edades, aunque posteriormente requiere una puesta en luz para crecer.

Pino Negral o Resinero – *Pinus pinaster* [Pinaceae]



Es una conífera de hasta 30 m de altura, que de joven posee una copa piramidal, aunque cuando madura la copa adopta una forma más irregular.

Posee una corteza profundamente fisurada de color pardo rojizo. Las acículas llegan a tener 25 cm, convirtiéndose en las más largas y gruesas de todos los pinos de la Península Ibérica.

Florece a finales de marzo y hasta principios de mayo. Las flores femeninas o piñas son grandes y cónicas (llegan a medir 25 cm) y se suelen quedar durante mucho tiempo pegadas a las ramas de las copas. Las piñas maduran a finales del verano del año siguiente. La caída del piñón se da en la primavera o el verano del tercer año.

Se trata de una conífera que habita en zonas semisoleadas con una altitud de entre 1.500 y 1.700 m. Necesita una media anual de agua superior a los 300 mm, por lo que

en la región solo se puede encontrar en zonas húmedas de Sierra Espuña y sobre todo en la comarca del Noroeste.

Es el pino peninsular de más rápido crecimiento, y a lo largo de la historia se ha utilizado en replantaciones. Además su resina y su madera han sido siempre muy utilizadas. La trementina, obtenida de la resina, se utiliza con fines medicinales (emplastos, linimentos, antisépticos y balsámicos).

Olmo – *Ulmus minor* [Ulmaceae]



Se trata de un árbol caducifolio (de fronda) de hasta 30 m de altura, con copa ancha en forma de cúpula. A veces es arbustivo. La corteza, en un ejemplar joven es lisa, pero a medida que el árbol se desarrolla, ésta se va agrietando. Las ramillas suelen tener bandas acorchadas a lo largo de ellas.

Tiene hojas alternas, ovaladas, simples o doblemente aserradas y de base asimétrica. Su envés es piloso en los ángulos de los nervios de las hojas.

Las flores, que aparecen antes de desarrollar las hojas, son muy pequeñas, blancas, y agrupadas en racimos. Los frutos, también en racimos, están rodeados de una película o membrana que permiten su difusión con las corrientes de aire.

A menudo se presenta asociado a la vegetación de ribera, a los márgenes de las carreteras, en parques y jardines y al medio rural en general.

En nuestra región se pueden observar formaciones de olmos en zonas del interior, en la Vega Alta del Segura y el Noroeste. En el municipio de Cieza se encuentra la olmeda más antigua de toda la Región de Murcia, y quizás de las más antiguas de España, con ejemplares centenarios que tienen unos troncos de más de 1 m de diámetro. Tradicionalmente se ha usado para la fabricación de utensilios de carpintería y construcción, así como aperos agrícolas tradicionales.

Quejigo o Roble Carrasqueño – *Quercus faginea* [Fagaceae]

El quejigo es un árbol de hoja caduca que puede alcanzar los 20 m de altura con una copa amplia y densa. Posee una corteza parda grisácea y agrietada.

Las hojas son dentadas-lobuladas, con lóbulos poco profundos y generalmente agudos. Son de color verde oscuro por el haz y más pálidas por el envés. En otoño se ponen amarillas pero no se caen hasta la primavera siguiente. Entonces se sustituyen por otras nuevas. Florece entre marzo y abril con flores poco vistosas. Los frutos o bellotas maduran en septiembre del mismo año.

Los quejigos se localizan en zonas de altitud entre los 600 y 1.200 m y es indiferente al tipo de suelo. Aparece en valles y umbrías de zonas montañosas, necesitando un cierto grado de humedad durante todo el año (alrededor de 600 mm). Se encuentra en el norte de África y en todo el sudoeste de Europa. En la Región de Murcia se pueden observar en pequeñas formaciones o en pequeños bosques o valles húmedos del Noroeste y de Sierra Espuña.



También aparecen algunos ejemplares dispersos en la Sierra del Carche.

Las bellotas de los quejigos son uno de los alimentos más apreciados, destinados a la ganadería porcina, por lo que es un árbol muy ligado al hombre. Pueden presentar unas bolas leñosas en sus ramillas llamadas "agallas" que se producen por la picadura de un insecto. Estas "agallas" no se deben confundir con el fruto. Tradicionalmente se usaban en medicina, como astringente, por ser ricas en taninos. Además es un árbol protector y regenerador del suelo.

Rosal silvestre, perruno, zarzarrosa o agavanzo - *Rosa Canina*



El nombre científico le fue dado por la forma de los agujones, similar a los colmillos de los perros. Es un arbusto espinoso y perenne de la familia de las rosáceas, nativo de Europa, el noroeste de África y Asia occidental. También ha sido introducido en Norteamérica y otras partes del mundo. Actualmente su distribución es bastante amplia.

Este arbusto mide hasta 2 m de altura, con tallos colgantes de color verde, cubiertos de espinas pequeñas, fuertes y curvas. Las hojas están compuestas de 5 a 7 folíolos dentados ovales. Las flores, solitarias o agrupadas en corimbos, son de color rosa pálido o blancas, de 4 a 6 cm de diámetro, con cinco pétalos. Maduran en una fruta ovoide de color rojo intenso, de un tamaño entre 1,5 y 2 cm, llamada escaramujo. El fruto destaca por su alto contenido de vitamina C (aunque también contiene carotenoides y Vitamina P) y por ser usado para hacer mermelada y té. El agavanzo florece de mayo a julio y produce frutos al final del verano o a principios del otoño.

Es una planta nativa de Canarias o Madeira en Europa, del noroeste de África, del oeste de Asia y del subcontinente indio. Sin embargo, está naturalizada y asilvestrada prácticamente en todo el mundo, incluyendo América, Australia (sobre todo en Tasmania) y Nueva Zelanda.

En España, exceptuando la línea costera de Canarias y algunas zonas puntuales de la costa andaluza y murciana con clima tropical, se encuentra en cualquier parte, desde el nivel del mar hasta los 1.500 m de altitud.

Se le considera una especie de clima atlántico y mediterráneo (zonas templadas). No tiene preferencia por suelos específicos; pero prefiere zonas montañosas o semi-montañosas, como el sotobosque arbustivo de especies caducifolias y quejigares. También puede aparecer en otros bosques, setos, lados de caminos y hasta en áreas costeras, pues tolera bien la salinidad. Agradece los suelos bien drenados y húmedos, algo fértiles y con un pH neutro (6,1 - 7,8). Sus necesidades de agua se sitúan en los 675 - 900 mm por año. Puede soportar temperaturas muy bajas, hasta de -23 °C.

Sabina Negral o Suave - *Juniperus phoenicea*

Es una especie de conífera que habita en el contorno de la región mediterránea, alcanzando hasta las Islas Canarias. Es la sabina más frecuente en la Península, faltando en gran parte de la mitad occidental. No suele ser abundante, apareciendo la mayoría de las veces aislada o en rodales poco extensos. La sabina se considera, según una ley del Gobierno de Canarias, el símbolo natural de la isla de El Hierro, conjuntamente con el lagarto gigante de El Hierro.

Arbusto o pequeño arbolillo de hasta 8 m de altura, de hoja verde y perenne todo el año; tronco derecho, de corteza cenicienta, fibrosa y se agrieta longitudinalmente, desprendiéndose en tiras estrechas. Tiene la copa oval o redondeada, muy ramosa, con follaje muy denso, parecido al del ciprés, formado por ramas de color pardo-rojizo; ramillas redondeadas y muy finas, de 1 mm de diámetro, totalmente cubiertas de hojitas escuamiformes. Los conos masculinos y femeninos se producen en la misma planta, en raras ocasiones van en distinto pie de planta. Florece a finales de invierno o en primavera y las arcéstidas maduran al segundo año, son de color verde o verde-leonado, al principio y al madurar de color rojizo y lustrosos.



Como toda la familia, es una planta muy variable y con muchas variedades y subespecies.

Se cría en todo tipo de suelo y condiciones; en las dunas y arenales marítimos, en los suelos volcánicos, en los suelos algo salinos, en los ácidos, en los calcáreos, en las fisuras de las rocas y en los acantilados. Desde el nivel del mar hasta cerca de los 1.400 msnm, donde empieza a escasear, aguantando intensas heladas y climas muy secos, con menos de 300 mm anuales de precipitación y fuertes vientos.

Zarzaparrilla - *Smilaxaspera*

Es un arbusto de la familia de las Smilacáceas (antiguamente se lo ubicaba en una definición amplia de las Liliáceas). Es originaria de Asia, África y Europa.

Es un arbusto con los tallos delgados, volubles, de uno a dos metros de largo y espinosos, hojas pecioladas, alternas, ásperas, con muchos nervios, acorazonadas, y persistentes, las flores de color amarillo-crema en racimos axilares, los frutos en forma de bayas globosas como el guisante y raíces fibrosas y casi cilíndricas utilizadas en medicina, en medicamentos sudoríficos y depurativos. Es común en el continente americano y en España.

El fruto contiene de una a tres semillas. En la base del pecíolo de cada hoja, hay dos zarcillos. El fruto no se utiliza, lo que se utiliza es su raíz.



No debe confundirse con la parecida nueza negra (*Tamus communis*), cuyos frutos son venenosos: Se enrosca en el sentido de las agujas del reloj, su fruto contiene 6 semillas, y no tiene zarcillos.

Se localiza siempre en las tierras bajas en muchos tipos de bosques, matorrales y zarzales.

La zarzaparrilla da nombre a una bebida refrescante obtenida de las raíces de la planta. Esta bebida ya muy antigua y muy parecida al producto comercializado por Coca-Cola, es de origen español.

Son utilizadas como plantas medicinales, sobre todo en los casos de reumatismo y las enfermedades de la piel (eccema, psoriasis), pero también en los casos de gripe, la anorexia o la gota. Tiene acción diurética y

diaforética, porque favorece la circulación. Sólo sus raíces se utilizan, y las bayas, si realmente no son tóxicas.

La planta también se utiliza como tónico y por sus propiedades afrodisíacas en México y en la Amazonia para aumentar la virilidad y el tratamiento de los trastornos de la menopausia. Se utiliza en el tratamiento de enfermedades respiratorias y la sífilis.

Los brotes tiernos se pueden comer como los espárragos.

Zarzaparrilla también es conocida por ser el plato favorito de los Pitufos. También se cultiva como planta ornamental.

b) JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Los criterios que hemos vuelto a considerar más apropiados para seleccionar las distintas especies son, al igual que en la reforestación del Cabezo Gordo, la aceptación visual de la plantación, la rapidez con la que crecen las plantas, su adaptación al medio, el estrés hídrico, la capacidad ignífuga y el precio de cada una de las especies. Debido al gran tamaño de la zona a repoblar (unas 85 Ha) y de la gran biodiversidad de esta zona, en comparación con la del Cabezo, hemos considerado dividir las canteras en 4 zonas, en las que plantaremos diferentes especies:



En primer lugar diremos que la zona 2 (azul) es la más accesible seguida de la 1 (roja), que además son muy visibles, por lo que plantaremos árboles con mayor aceptación visual y evitaremos arbustos espinosos. Otra cosa a tener en cuenta es que por el norte de la zona 1 y sur de la zona 2 pasa una pequeña rambla por la que en época de lluvias puede discurrir un pequeño curso de agua que hará que estas zonas sean más húmedas que la zona 3 (negra) que es la que mayor diferencia de cotas tiene, por lo que podemos poner árboles como el álamo que suele encontrarse en las cercanías a los ríos, aunque soportan muy bien las fuertes sequías. Para ofrecer refugio a algunos animales y evitar gastarnos mucho dinero en grandes movimientos de tierra y tener una gran pendiente en la zona 3, que haga que los árboles plantados se tuerzan en exceso durante su crecimiento, vamos a habilitar una ladera en los bordes de la zona 3 que denominaremos zona 4 (naranja), en la cual plantaremos espino negro y cojín de monja, que son dos especies muy afines, que ayudarán a regenerar el suelo y son muy apropiados para que pequeños animales, como los ratones o alguna culebra y no tan pequeños como lagartos o liebres, las utilicen para protegerse de sus depredadores, principalmente aves como el águila o el halcón.



Descartaremos los arbustos espinosos para las zonas 1, 2 y 3 porque es muy probable que nos encontremos con algunos grupos de senderistas por estas zonas. También descartaremos la opción de plantar el Quejigo porque necesita unos 600 mm y la Encina Levantina porque aunque esté en peligro de extinción, es una especie muy frágil que es atacada por muchas especies de insectos. Repoblaremos las 25 Ha de la zona 1 con pino carrasco simplemente porque es la especie de pino por excelencia en Carrasco y porque es más uniforme que los pinos negral o laricio que presentan una forma más irregular y destalada que el carrasco. Como hemos explicado anteriormente queremos conseguir una muy buena aceptación visual y las zonas 1 y 2 son muy visibles desde diversos puntos. El lentisco será el pequeño árbol que acompañará al pino carrasco en la reforestación porque visualmente es muy colorido, además es muy común en reforestaciones. La madreselva será el arbusto que plantaremos en la zona 1, aportará mucho colorido y es muy resistente a las sequías.

En la zona 3 volveremos a utilizar el pino carrasco por la misma razón que hemos expuesto antes, además el pino carrasco es más barato que el negral o el laricio. Entre el Álamo, el Chopo y el Olmo he decidido utilizar el Olmo para que acompañe al pino carrasco, aunque es el más caro, es el que mejor se adapta al medio de los tres y no necesita un río al lado para crecer. La zona 3 tiene más pendiente que la zona 2 y además por esta última, transcurre ocasionalmente el agua de lluvia que caído por la parte oeste del sistema montañoso. Así que plantaremos el Álamo y el Chopo en la zona 2. El arbusto que acompañará a estas dos especies será la zarzaparrilla, el cual tiene unos frutos muy llamativos y creo que puede ser una gran opción para que los niños de las familias que se acerquen a las zonas de picnic que hay por allí, puedan interactuar con el medio ambiente. La zona 3 es menos accesible que las zonas 1 y 2 pero no descartamos que algunos senderistas lleguen hasta esta parte, muchos de ellos serán atraídos por el fruto del enebro, del cual se destila la ginebra y es un fruto que deja un sabor muy agradable.

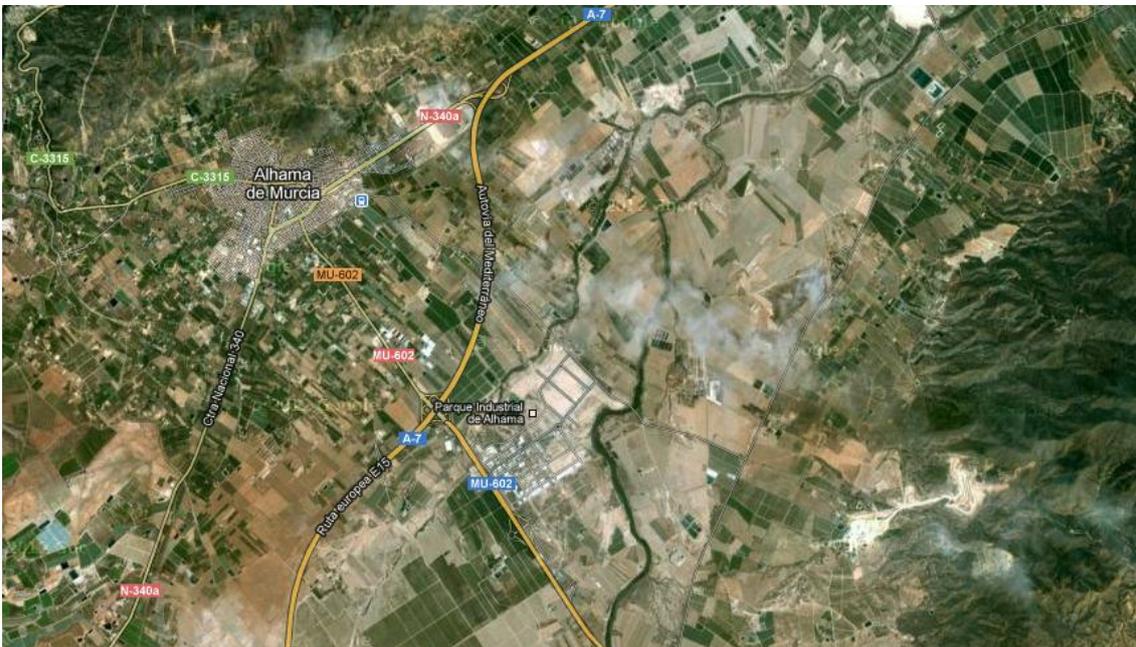
APARTADO D

DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

SITUACIÓN DE LA CANTERA

Como ya hemos visto, la zona a restaurar se encuentra situada en el sur-este del término municipal de Alhama de Murcia. Ocupa aproximadamente una superficie de unas 85 Ha.

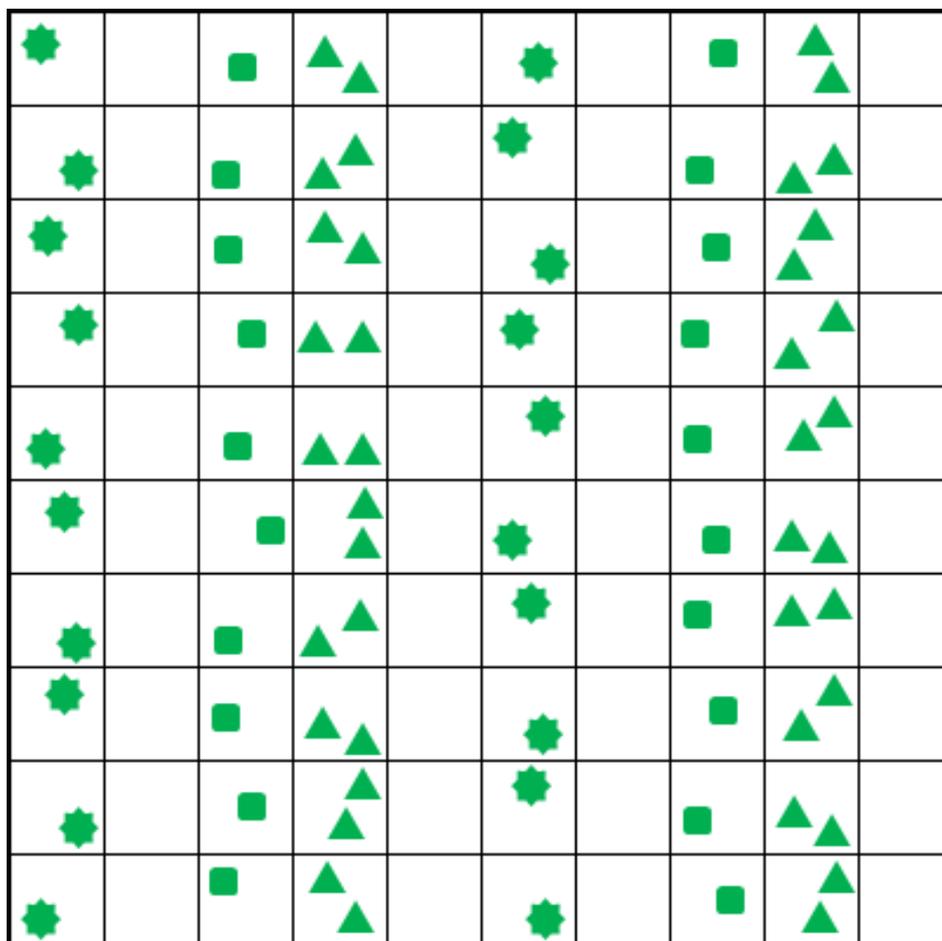
A continuación mostramos una vista aérea donde aparece el municipio de Alhama de Murcia en la parte superior izquierda y de las dos canteras en la parte inferior derecha. En la siguiente foto he puesto algunas de las medidas que he considerado más representativas. Todo ha sido tomado de las aplicaciones Cartomur y Google Maps.



DISPOSICIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS SOBRE EL TERRENO

La cantera la hemos dividido en 4 zonas:

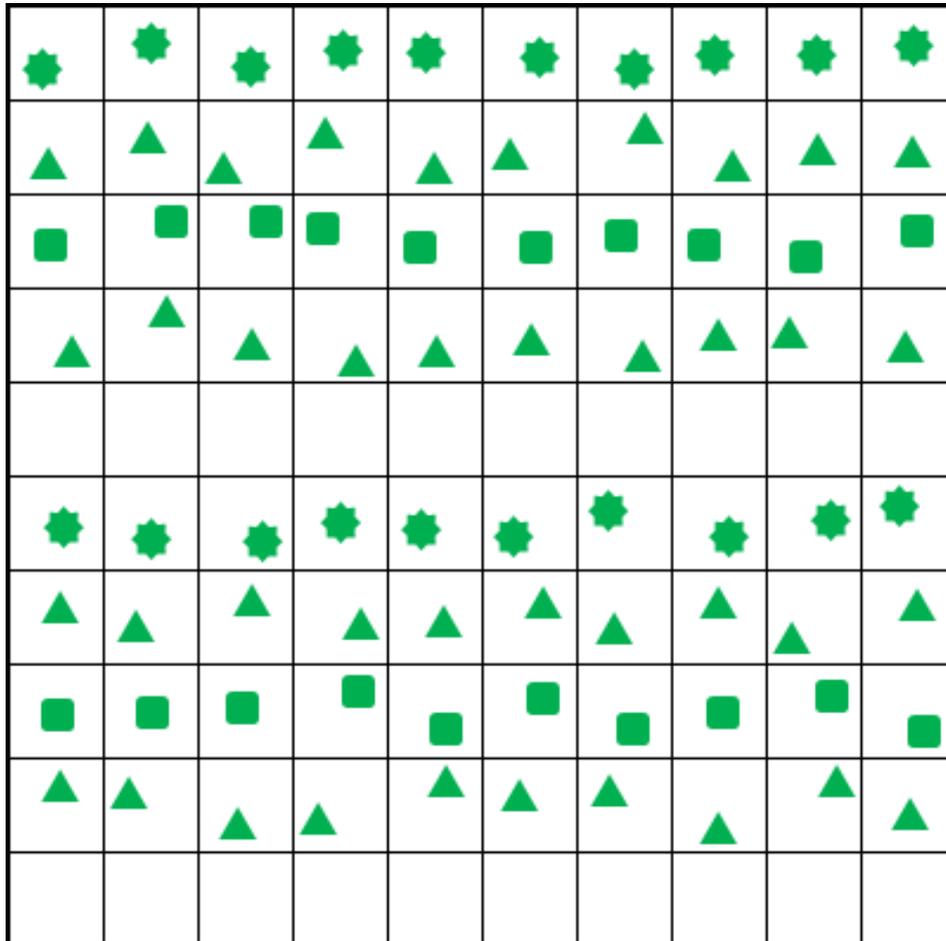
- La zona 1, con 27 Ha, vamos a repoblarla con Pino Carrasco, Lentisco y Madreselva. La dividiremos a su vez en 108 celdas de 2500 m². Tendrá la siguiente disposición:



Necesitaremos un total de 2160 pinos carrascos, 2160 lentiscos y 4320 matas de madreselva que plantaremos, como podéis observar en la figura, algo alejadas de los lentiscos, porque la madreselva es una planta enredadera. Tomaremos las medidas necesarias para que puedan desarrollarse de forma adecuada y tengan las dimensiones óptimas de forma que no entorpezcan el crecimiento de las demás especies.



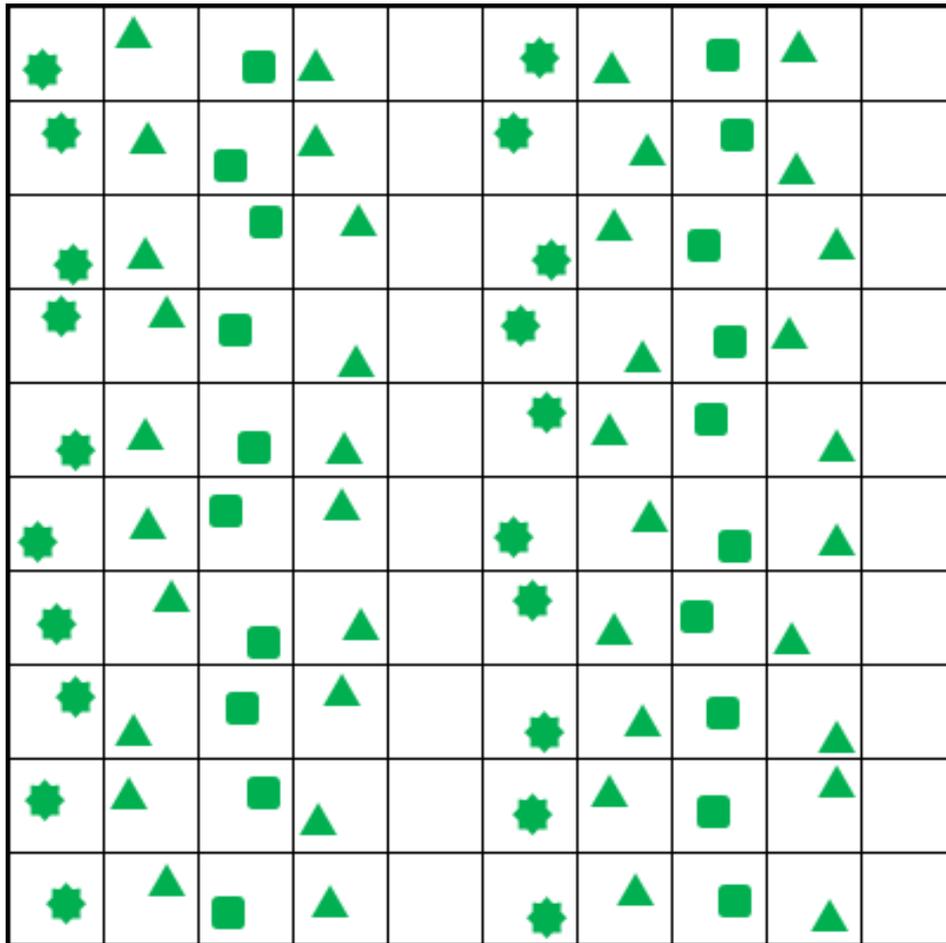
- La zona 2, con 24 Ha, la repoblares con Álamo Blanco, Chopo y Zarzaparrilla. También la dividiremos a su vez en 96 celdas de 2500 m². Tendrá la siguiente disposición:



Para esta zona utilizaremos 1840 álamos y otros 1840 chopos y 3680 plantas de zarzaparrilla.



- La zona 3, con 32 Ha, vamos a repoblarla con Pino Carrasco, Olmo y Enebro. La dividiremos a su vez en 128 celdas de 2500 m². Tendrá la siguiente disposición:

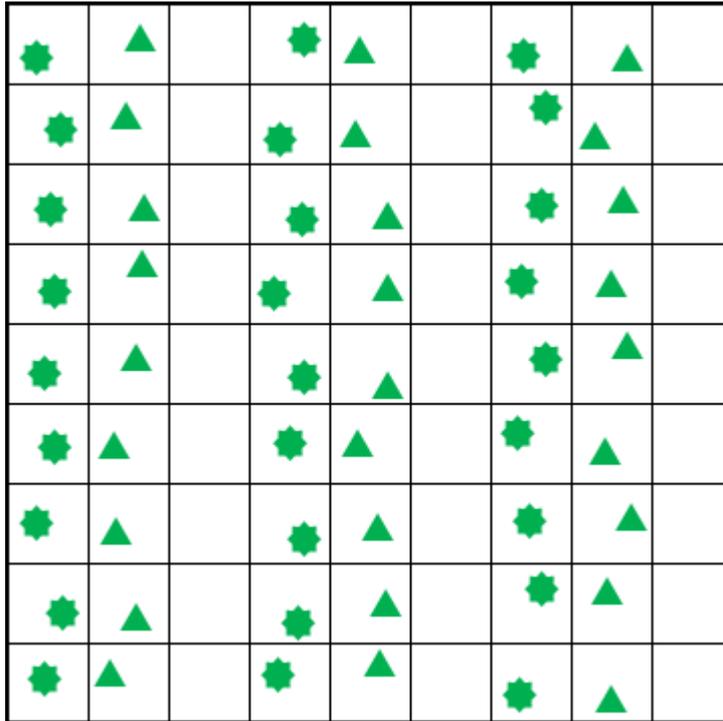


Necesitaremos un total de 2560 pinos carrascos, 2560 olmos y 5120 arbustos de enebro.

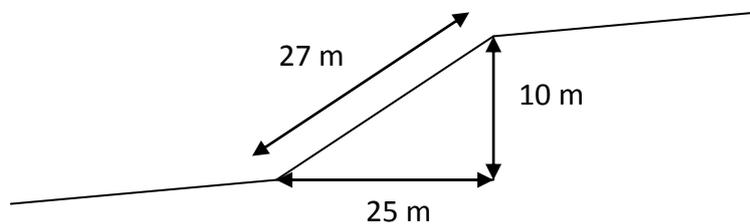
Pino Carrasco	
Olmo	
Enebro	

Las cuadrículas del terreno vistas hasta ahora son de 50 x 50 m, lo que hace un total de 2500 m². Están divididas en 100 celdas de 5 x 5 m cada una.

- Por último la zona 4 en ladera, con 3 Ha, será repoblada con espino negro y cojín de monja. Tiene aproximadamente una longitud en planta de 25 metros y dándole una pendiente del 40% subirá unos 10. De esta forma solo reduciremos la pendiente media del 11.95% al 11.60%, pero nos ahorraremos bastantes toneladas de sustrato. Tendrá una longitud de unos 27 y presentará la siguiente distribución:



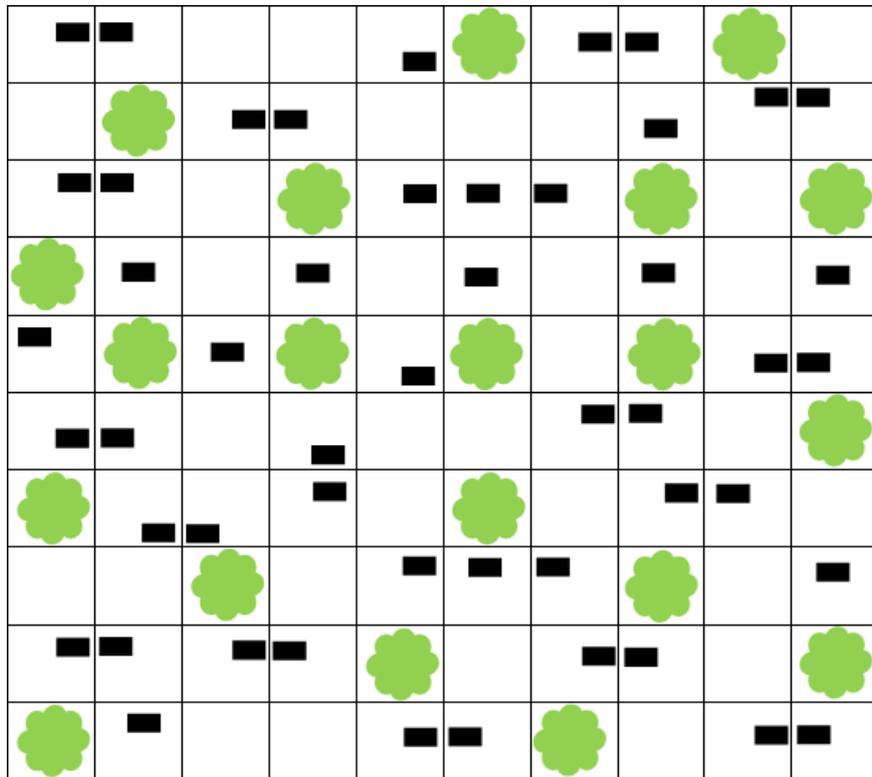
Esta última tendrá 9 celdas por cada lado de 3 X 3 metros. De arriba a bajo tiene 27 metros que es justo lo que tiene de longitud media la ladera. Rellenaremos 41 celdas con esta distribución. Necesitaremos un total de 1107 matorrales de espino negro y otros 1107 de cojín de monja.



En el borde entre las zonas 1 y 2 utilizaremos una disposición donde mezclaremos las distintas especies de ambas zonas de forma que no se aprecie el cambio de vegetación entre una y otra, sin modificar los números de cada clase de árbol o arbusto que vamos a necesitar, anteriormente citados. No será necesario aplicar esta medida entre las zonas 2 y 3, gracias a las grandes similitudes entre álamo, chopo y olmo.

A la entrada de las canteras, en la zona 2, hay una explanada de 15.000 m², aunque por la parte noroeste de carrascoy nos podemos encontrar con varias zonas de picnic, podemos acondicionar dicha explanada de forma que utilicemos unos 10.000 para construir una nueva zona de ocio y al otro lado del terreno, un pequeño aparcamiento. En la zona de picnic colocaremos 100 bancos y 50 mesas grandes y fuertes de madera de pino previamente tratada, barnizada y protegida contra las diferentes condiciones climáticas provocadas por la lluvia, el viento o el sol de la zona y también contra los muchos insectos y animales que puedan atacar a la madera. Además colocaremos una serie de pinos carrascos que intentaremos darán sombra a los diferentes conjuntos de

mesa y bancos. Esto hará un total de 20 pinos carrascos más. Tendrá la siguiente distribución:



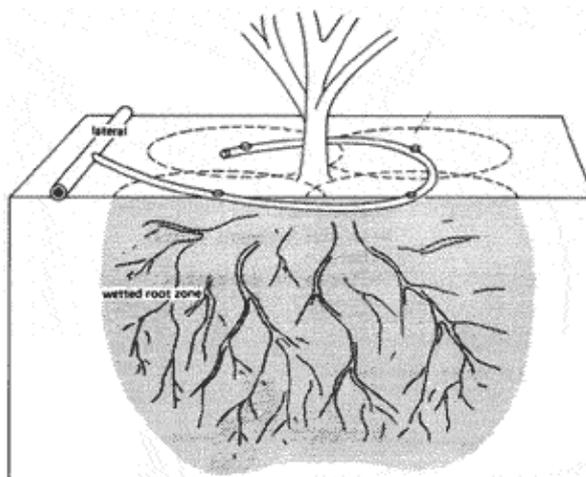
Colocaremos el mismo conjunto mesa-banco que utilizamos en la restauración de la cantera Cabezo Gordo:



SISTEMA DE REGADÍO

También al igual que en la restauración del Cabezo Gordo necesitaremos regar los árboles durante dos años, para asegurarnos que prendan bien, y puedan crecer y adaptarse al terreno fácil y rápidamente. Nuestro sistema de regadío será por goteo y funcionará por impulsión. En un embalse que se encuentra en la parte más noroeste, aguas abajo, colocaremos una bomba que abastecerá a toda la zona repoblada, unas 76 Ha con 190 metros de desnivel, ya que no instalaremos el sistema de regadío ni en la ladera (zona 4) ni en la parte de la zona 3 que se encuentra aguas arriba de dicha ladera. El espino negro y el cojín de monja, al igual que todos los demás arbustos que hemos utilizado en la reforestación de las 3 canteras, no necesitan de este sistema de riego para crecer, a parte, al plantarlos en alveolo forestal o bandeja forestal, necesitan menos agua para agarrar que si las hubiésemos plantado en contenedor. Por lo que respecta a los pinos carrascos y olmos de la parte más al este de las canteras, en la que no instalaremos el sistema de regadío, los jardineros de mantenimiento que contrataremos, para asegurarnos de que todos los árboles plantados crezcan de forma adecuada, sustituir los árboles y arbustos que no han arraigado por otros nuevos, encargarse de labores de desbroce, vigilancia de todo el terreno, etc. se encargarán también de regarlos, junto a los pinos carrascos de la zona de picnic en la que tampoco instalaremos sistema de regadío alguno.

Cada emisor o gotero echará 4 l/h de agua durante una hora al día, 3 días a la semana a lo largo de un año. El segundo año regaremos los pinos, lentiscos, álamos, chopos y olmos, durante una hora a la semana. De esta forma he calculado que necesitaremos unos 455.624 m³ de agua durante los dos años que funcionará este sistema de regadío, favoreciendo un buen, rápido y adecuado crecimiento y adaptación al medio y a las condiciones de la zona. Las plantas de retama y cornicabra, no requieren riego, dada su naturaleza. El embalse lo iremos recargando conforme se vaya vaciando. El sistema por goteo que instalaremos en nuestros árboles dispondrá de 4 goteros por cada árbol, el diseño lo mostraremos en la siguiente figura.



Las diferentes zonas las regaremos a distintas horas, para no necesitar tuberías y gomas de mayor diámetro y de una bomba que aporte mayor caudal. La zona 1 tenía 27 Ha, la zona 2, 23 Ha y la parte de la zona 3 en la que instalaremos el sistema de regadío, tiene otras 26 Ha. En horario de verano la primera región empezará a regarse a las 6:00 de la mañana, la segunda comenzará a las 7:00 y la tercera a las 8:00, al contrario que en la cantera del cabezo gordo, por la mañana no tenemos tanto soleamiento directo, ya que las canteras se encuentran en la parte oeste del sistema montañoso, de manera que regando a estas horas no hará el calor necesario para cocer la planta, que el agua se evapore o que las hojas se quemen por el efecto lupa de las gotas de agua. Pero en horario de invierno tenemos que tener en cuenta que por las mañanas hará bastante frío, hasta el punto de que en la gran mayoría de los días habrá mucha escarcha e incluso algún día podemos encontrarnos con nevadas, por lo que durante esos días no se utilizará el sistema de riego, En el caso de que tengamos una temperatura agradable y adecuada la primera región empezará a regarse a las 10:30 de la mañana, la segunda a las 11:00 y la tercera a las 11:30, con riegos de media hora. Así evitaremos que el agua infiltrada se congele bajo la superficie dañando tanto el suelo como las raíces de la planta.

Para el sistema de regadío necesitaremos construir una tubería de hormigón de 60 cm de diámetro y 200 metros de longitud que conectará el embalse con el sistema de regadío. Necesitaremos 65600 m de goma de regadío de $\varnothing 16$ mm, 5600 m de $\varnothing 25$ mm y por último 2400 m de $\varnothing 90$ mm. Todas soportarán más de 25 atmósferas.

El esquema del sistema de regadío es el siguiente:



- Tubería de hormigón
- Tubería de goma D=90mm
- Tubería de goma D=25mm

APARTADO E

PRESUPUESTO

Nombre común	Nombre científico	Presentación	Número	Precio	Total
Álamo Blanco	Populus Alba	C. 3 L/ 180 – 200 cm	1.840	1,89 €	3.477,60 €
Chopo	Populus Nigra	C. 3.5 L/ 150 – 200 cm	1.840	2,89 €	5.317,60 €
Olmo	Ulmus Minor	C. 3.5 L/ 100 – 170 cm	2.560	3,56 €	9.113,60 €
Pino Carrasco	Pinus Halepensis	C. 3,5 L/ 150 – 200 cm	4.740	5,09 €	24.126,60 €
Lentisco	Pistacia Lentistus	C. 3,5 L/ 60 – 80 cm	2.160	3,95 €	8.532 €
Cojín de monja	Erinacea anthyllis	A. F. 200 cc/ 5 – 10 cm	1.107	0,55	608,85 €
Espino negro	Rhamnus Lycioides	A. F. 200 cc/ 10 – 25 cm	1.107	0,53	586,71 €
Enebro	Juniperus oxycedrus	A. F. <400 cc/ 30 – 35 cm	5.120	0,47 €	2.406,40 €
Madreselva	Lonicera implexa	A. F. <400 cc/ 40 – 80 cm	4.320	0,57 €	2.462,40 €
Zarzaparrilla	Smilax Aspera	A. F. <400 cc/ 12 – 25 cm	3.680	0,56 €	2.060,80 €

Total flora 58.692,56 €

Materiales para riego	Precio	Metros utilizados	Total
Gomas gotero Ø 16mm	12 €/100 m.	65.600 m	7.872 €
Gomas Ø 25mm	20 €/100m	5.600 m	1.120 €
Gomas Ø 90mm	50 €/100m.	2.400 m	1.200 €
Tubería hormigón Ø 600mm	14 €/m.	200 m	2.800 €
Agua a utilizar e instalación y puesta en marcha del sistema de regadío			100.000 €

Total material riego 112.992 €

	Cantidad	Peso	Precio / T	Total
Compost	228.000 m ³	182.400 T	12 €	2.188.800 €

Total terreno 2.188.800 €

Materiales	Precio	Numero	Total
Mesa picnic madera tratada	150 €/unidad	50	7.500 €

Total mesas 7.500 €

Trabajo de campo	Recurso	Unidades	Horas	Coste (€)	Coste (€) material	Coste (€) total
Evaluación del medio, diseño y vigilancia del desarrollo de la restauración	Biólogo	1	16	20	--	320
	Ingeniero Téc. Esp. Hidrología	1	300	12	--	3.600
Mano de obra	Jardinero mantenimiento	4	2000	8	--	64.000
	Jardinero plantación oficial 1ª	2	45	12	--	1.080
	Jardinero peón para plantación	16	500	8	--	64.000
Reportaje fotográfico	Técnico / avioneta	1	--	--	1.000	1.000

Total trabajo campo 134.000 €

Coste total de la restauración de la cantera 2.465.984,56 €

6. CONCLUSIÓN

Según el Estudio de Impacto ambiental realizado, la mejor opción sin duda alguna es la de realizar la ampliación de cantera en el Cabezo Gordo, gracias sobretodo a la gran calidad del material que se extraerá y que se está extrayendo. También gracias a la mejora de la colocación de los nuevos primario y planta de trituración y a la situación de uno de los picos del cabezo entre cantera y núcleo urbano de Balsicas, que servirá como barrera montañosa ante muchos de los impactos provocados por una cantera.

Debemos recordar que aunque las canteras de Carrascoy de encuentran más alejadas del Núcleo Urbano de Alhama de Murcia, éstas se encuentran casi de frente a frente con él, algo que no ocurre con la cantera Cabezo Gordo, gracias al pico nombrado en el párrafo anterior.

Además hemos realizado el proyecto y presupuesto de la restauración de las tres alternativas, uniendo las dos canteras del Complejo de Alpujárride, situadas en el oeste de la Sierra de Carrascoy, por su gran cercanía espacial y temporal del final de sus fases de explotación.

El precio de la restauración de la cantera “Cabezo Gordo”, 1.653.548,85 €, frente al precio de la restauración de las canteras “Fulsan” y “Carrascoy I”, 2.465.984,56 €, teniendo en cuenta la proporción del tamaño a restaurar pero también, el gran uso recreativo que se le dará al complejo que se realizará en el Cabezo, hace que nos inclinemos nuevamente hacia la opción de realizar la ampliación en la cantera de “Cabezo Gordo”. La restauración de las dos canteras de Carrascoy están hechas sobre el hipotético caso de que la ampliación se hiciera sobre estas, aunque sería fácil modificar esto de forma que se realice la restauración en base a este proyecto, sin que se haya realizado la ampliación de dichas canteras.

Sabemos que recuperar no significa embellecer o dar un uso distinto al que inicialmente tenía la zona a restaurar, sino retornar a su estado original en términos de flora, fauna, morfología y propiedades físicas, pero creemos que lo propuesto en este proyecto sería una buena inversión para los ciudadanos de Balsicas, los cuales se beneficiarán de estos servicios y obtendrán unos ingresos extras por parte de turistas que se acerquen a disfrutar de dichas prestaciones. Además de la creación de puestos de trabajo.

Por lo que hemos querido aprovechar la cercanía de la cantera a la autovía y al núcleo urbano de Balsicas para ofrecer un amplio rango de servicios, desde zonas de descanso para los usuarios de la autovía, hasta un complejo deportivo del que podrán disfrutar los jóvenes de Balsicas.

Con un buen seguimiento periódico de las fases de adaptación de la vegetación herbácea y leñosa y la gestión de sustrato, del que se encargarán nuestros jardineros de mantenimiento, conocedores también de la fauna autóctona, esperamos obtener buenos resultados en la integración a corto y medio plazo. Creyendo al 100%, en el poder recuperar la biodiversidad perdida tras la explotación de la zona ampliada de nuestra cantera.

La restauración debe considerar medidas y técnicas a corto plazo que compatibilicen la estabilización del suelo con la recuperación de las comunidades vegetales de la zona en cuestión.

Hoy en día la restauración de espacios, después de la obtención del mineral, viene regulada por las normativas estatales y autonómicas. Las que obligan a ir restaurando las zonas donde la realización de la explotación esté finalizando o ya acabada.

No nos hará falta mantener almacenado el material sobrante de la explotación en una zona fuera de los límites de nuestra cantera, ya que utilizaremos la zona de explotación actual para colocar la planta de tratamiento de escombros provenientes de Lorca y como almacenamiento para dicho material.

Por todo lo citado, nos comprometemos a:

- Regenerar de las superficies afectadas por la explotación.
- Repoblar de flora.

De esta forma esperamos que la fauna local vuelva a habitar la zona afectada.

7. BIBLIOGRAFÍA

Referencia bibliográfica consultada para realizar el trabajo

En primer lugar, quiero hacer referencia a los conocimientos que **D. Bartolomé Francisco García Pérez** ha aportado a este proyecto y a la bibliografía que me ha aconsejado y facilitado:

- “ESTUDIO SOBRE CANTERAS DE ÁRIDOS PARA HORMIGONES Y VIALES EN LA REGIÓN DE MURCIA” año 2008. ISBN 978-84-87138-53-9, en el que han participado grandes profesores míos como **D. Tomás Rodríguez Estrella** o **Cristóbal García García**.
- Páginas Web: CARM.es, regmurcia.com, torrepacheco.es, alhamademurcia.es, Murcia.es/medio-ambiente, comunicaciónvegetal.com, juegosalibre.com
- Apuntes de **D. José Manuel Moreno Angosto** profesor responsable de las asignaturas Impacto Ambiental y Protección del Medio Ambiente de ITOP en la Universidad Politécnica de Cartagena.
- Apuntes de **D. Bartolomé Francisco García Pérez y Dña. Ana M^a Nieto Morote**, profesores responsables de la asignatura de Proyectos de ITOP en la Universidad Politécnica de Cartagena.
- Información, consejos, fotografías, resolución de dudas y aclaraciones que me ha dado **D. Fernando Domínguez Álvarez de Eulate**, Jefe de Cantera Cabezo Gordo.
- Las fotografías aéreas extraídas de las páginas webs de Cartomur y Google Maps.