

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



Proyecto de restauración de la Mina Sandra en el T.M. de Manzanera (Teruel)

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO
NATURAL

ALUMNO: Mateu Bennetto Peris

TUTOR: Antonio Torregrosa Mira

COTUTORA: María Coral Ortiz Sánchez

Curso Académico: 2014-2015

VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2015

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	1
3. JUSTIFICACIÓN.....	1
4. LOCALIZACIÓN.....	3
5. ESTADO LEGAL.....	4
6. OBJETIVOS	4
7. NORMATIVA APLICABLE	4
8. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	7
8.1. GEOMORFOLOGÍA.....	7
8.2. GEOLOGÍA.....	7
8.3. EDAFOLOGÍA	7
8.4. HIDROLOGÍA.....	9
8.5. CLIMATOLOGÍA.....	9
8.5.1. DATOS CLIMATOLÓGICOS	10
8.5.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	10
8.6. VEGETACIÓN	11
8.7. FAUNA	12
8.8. PAISAJE	13
9. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	14
9.1. ACTUACIONES PREVIAS.....	15
9.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	15
9.2.1 EXTRACCIÓN DE MATERIALES SOBRANTES.....	15
9.2.2. DESMONTE Y TERRAPLÉN	16
9.2.3. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO	16
9.2.4. MAQUINARIA	17
9.3. RED DE DRENAJE	18
9.3.1. ZANJAS Y CUNETAS	19
9.3.2. ALIVIADERO	19
9.4. ELECCIÓN DE ESPECIES.....	20
9.5. MÉTODO DE REPOBLACIÓN	21
9.5.1. TIPOS DE PLANTACIÓN	22
9.5.2. DENSIDAD DE PLANTACIÓN	22



9.5.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓ	23
9.5.4. ESTADO FITOSANITARIO DE LAS PLANTAS	24
9.6. TRABAJOS POSTERIORES	24
10. GESTIÓN DE RESIDUOS	25
11. SEGURIDAD Y SALUD	25
12. PLAZO DE EJECUCIÓN	26
13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	26
14. ESTUDIO PAISAJÍSTICO	27
15. PRESUPUESTO	27
16. BIBLIOGRAFÍA	28

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

La explotación minera conocida por el nombre de mina Sandra, situada en el T.M. de Manzanera (Teruel), es una mina a cielo abierto, de elevado impacto visual y ambiental.

La explotación minera de este emplazamiento hace tiempo que finalizó, pero su afección al suelo, a la ecología y al paisaje persiste. Una vez realizada la evaluación de las condiciones actuales, se pretende remediar esta situación mediante el tratamiento del terreno afectado, la implantación de especies vegetales forestales apropiadas y la mejora de las características hidrológicas, recuperando así las cualidades ecológicas y paisajísticas perdidas.

2. ANTECEDENTES

El aprovechamiento minero de este emplazamiento es de relativa poca antigüedad, pues las labores de extracción de minerales comenzaron en la década de los 90. En abril del año 1997, la empresa Áridos Virgen del Pilar S.A. realizó la solicitud de explotación, la cual fue concedida en Mayo del año siguiente. El permiso tenía una vigencia de 7 años (1998-2005), y autorizaba a explotar una superficie de 3.4 ha en el paraje de “Los Barrancos”. El material a extraer sería la ofita, procedente del Triásico.

Una vez finalizado el plazo autorizado, la empresa cementera española Emipesa S.A. pasó a realizar la extracción de las gravas que se habían extraído y almacenado, actividad que se prolongó hasta el mes de Mayo del 2012. Una vez terminó el aprovechamiento, se llevó a cabo el relleno del terreno, dejándose en el estado actual.

3. JUSTIFICACIÓN

La razón para la ejecución de la restauración es la devolución a condiciones naturales de un entorno que ha sido degradado por el hombre, produciendo así una revitalización de la zona. A parte del deterioro sufrido debido a las actividades mineras, hay que añadir la degradación que el lugar sufrirá debido a las inclemencias del tiempo, las cuales, al actuar sobre un terreno desnudo y con fuertes pendientes, tendrán un efecto más severo. La vulnerabilidad del terreno se debe a la técnica utilizada para la explotación, la minería a cielo abierto, que presenta fuertes impactos:

- **Visual:** debido a la amplia zona de afección.
- **Edáfico:** alteración profunda de la estructura del suelo.
- **Fisiográfico:** modificación de pendientes y relieves.
- **Hidrológico:** alteración de regímenes de infiltración y de patrones de escorrentía.

Todo esto se ve agravado también por la climatología del entorno, correspondiente con un clima mediterráneo continental, que presenta fuertes precipitaciones en otoño e invierno y un verano

muy seco y caluroso, apareciendo así un gran riesgo de erosión. Para subsanar la situación es necesaria la implantación de una cubierta vegetal que proteja el suelo frente a las precipitaciones, que mejore la infiltración del agua en el suelo y mantenga cohesionado el sustrato.

Existen varias alternativas de tratamiento de la zona degradada, las cuales presentan diferentes objetivos y usos finales. Las valoradas para el presente proyecto son:

- **Uso agrícola:** es uno de los usos más utilizados para la recuperación de terrenos degradados. Presenta la ventaja de que el establecimiento de la vegetación resulta barato y supone un impulso económico para la zona. Además, supone una reducción de la erosión. Sin embargo, se ve muy limitado por las pendientes, por lo que se descarta.
- **Replañación forestal protectora:** su ejecución supone una inversión económica considerablemente superior al caso anterior, pero también supone una mejora ecológica mayor. Además, presenta la ventaja de no estar limitado por la pendiente. Debido a la multitud de ventajas, esta opción se considera la mejor para el tratamiento de la zona ocupada por la Mina Sandra.
- **Uso recreativo:** la conversión en una zona de recreo suele ir acompañada de una gran aceptación por la población, pero debe ser una zona apropiada para ello. Además, el suelo debe ser calificado como urbanizable (no es el caso en este proyecto). Tiene como inconveniente que requiere bastante mantenimiento.
- **Vertedero de estériles:** en muchos casos, como en este, la proximidad a zonas urbanas hace que esta alternativa suponga una opción interesante, ya que permite el vertido de basuras y escombros de forma relativamente barata al evitar grandes traslados. Este tipo de uso se aplica en zonas de escasa superficie (< 2 ha), por lo cual no es viable como solución a este proyecto.
- **Abandono:** aunque no recomendable, el abandono supone una posible alternativa a la hora de gestionar una zona degradada por actividad minera (dentro de lo legalmente establecido). Básicamente consiste en realizar las operaciones de relleno exigidas por la ley, sin ningún tipo de mantenimiento a largo plazo ni beneficio ecológico o económico.
- **Urbanístico:** una zona degradada puede ser reconvertida para albergar algún tipo de edificación o instalaciones, siempre dentro de la legislación vigente. Puede suponer un beneficio económico y/o social para la población. Al encontrarse la Mina Sandra sobre suelo clasificado como no urbanizable, no es posible realizar esta alternativa.

4. LOCALIZACIÓN

La mina Sandra se encuentra en el T.M. de Manzanera, al pie de la Sierra de Javalambre. Pertenece a la comarca Gúdar-Javalambre, situada en la al sur de la provincia de Teruel. La zona de explotación se halla a 600 metros aproximadamente del núcleo urbano de Manzanera, ubicado a una altitud de 996 msnm, y se puede acceder a ella mediante una pista que sale a mano derecha de la carretera de acceso a la población. A continuación se muestra un mapa de localización.

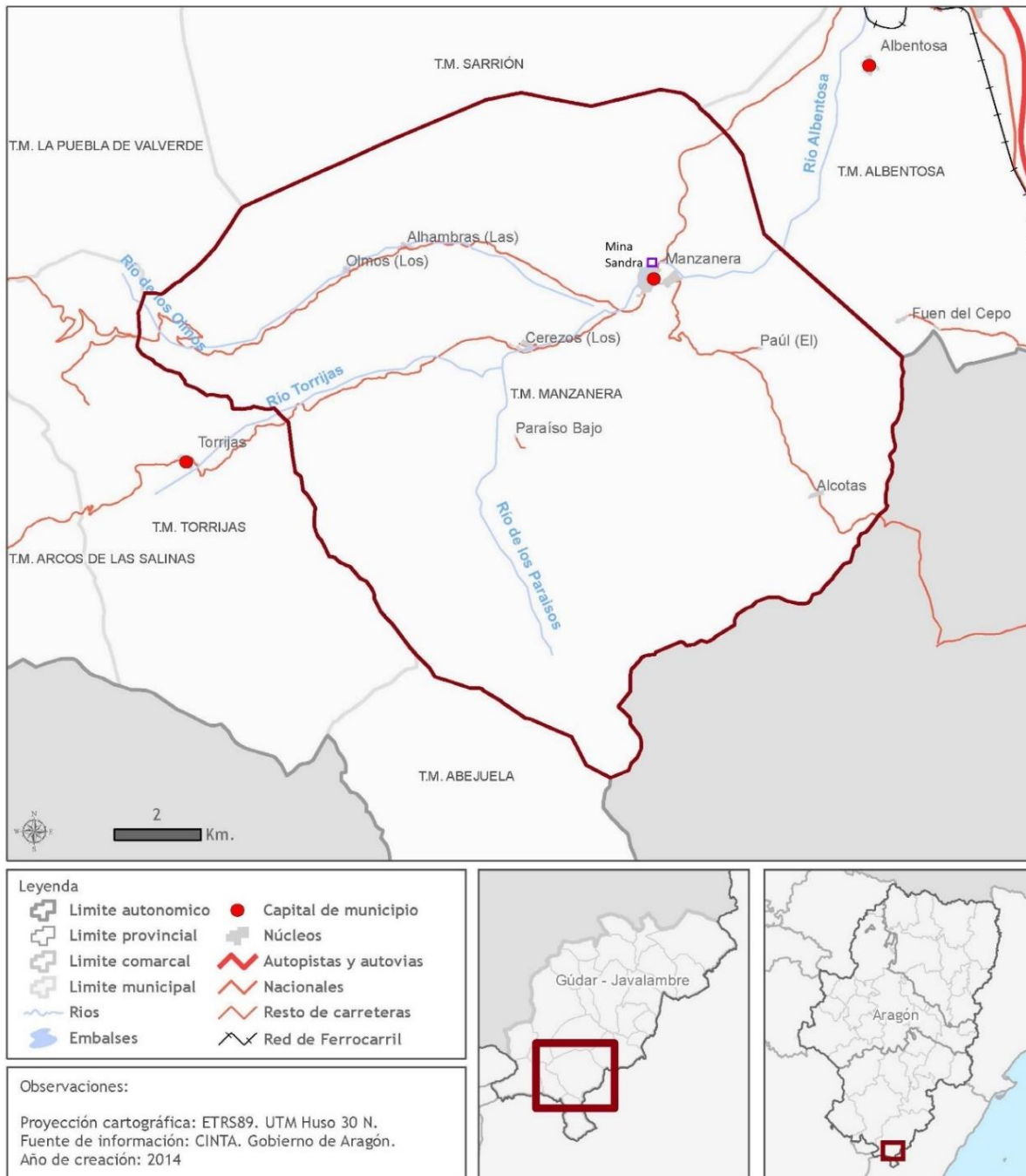


Figura 1. Mapa de localización.

5. ESTADO LEGAL

Como se ha indicado previamente, el último propietario de la mina registrado en el catastro minero es la empresa Áridos Virgen del Pilar S.A., la cual finalizó las actividades de explotación en el año 2005.

Según lo establecido en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), la mina Sandra se encuentra sobre terreno clasificado como Suelo No Urbanizable Genérico (SNU-G). Esta clasificación impide la realización de ningún tipo de construcción de edificaciones o instalaciones.

6. OBJETIVOS

Este proyecto tiene por objeto la restauración de la Mina Sandra, entendida como un retorno a condiciones lo más similares posibles a las iniciales en cuanto a ecología, calidad paisajística y naturalidad.

Durante las actividades de extracción de minerales se produjo una severa alteración del terreno y una pérdida total de cobertura vegetal, dejando el suelo expuesto y vulnerable frente a degradación. Por ello, las medidas para revertir la situación deben consistir en movimientos de tierras para recuperar el relieve (los mínimos posibles para reducir costes) y revegetación mediante especies apropiadas, las cuales se integren en el mosaico de vegetación natural ya existente en los alrededores.

Como ejemplos específicos a cumplir, destacan los siguientes:

- Control y minimización de la erosión del suelo
- Integración paisajística de la zona degradada en el entorno
- Recuperación de valores ecológicos de la zona (hidrología, biodiversidad...)

7. NORMATIVA APLICABLE

Existe gran cantidad de legislación vigente para regular la actividad minera y explotación de recursos naturales en general. Entre ellas, las que afectan directamente a este proyecto son las expuestas a continuación, las cuales se agrupan según el ámbito al que afectan:

Legislación referente a explotaciones mineras:

- Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, la cual vincula el aprovechamiento de los recursos geológicos y yacimiento minerales a la protección del medio ambiente y establece sanciones para los incumplimientos en esta materia.
- Con la entrada en vigor en 14 de junio de 2009, del Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y

rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, se incorpora al derecho español la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo de 2006, sobre gestión de los residuos de industrias extractivas. Éste deroga las anteriores leyes:

- El Real Decreto 29/94/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras.
- El Decreto 98/1994, de 26 de abril, de la Diputación General de Aragón, sobre normas de protección del medio ambiente de aplicación a las actividades extractivas en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Orden de 18 de mayo de 1994, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se establecen normas en materia de garantías a exigir para asegurar la restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas.
- En 2006 ha sido aprobada por el Parlamento Europeo la Directiva Europea 2006/21/CE, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas que, junto a la Estrategia Temática Europea de Protección de Suelos pueden llegar a tener, en un futuro próximo, incidencia sobre los trabajos de restauración.
- Real Decreto 29/94/1982, de 15 de octubre, en el que se aprueba la obligación de restaurar todos aquellos espacios naturales afectados por explotaciones mineras.

Legislación forestal:

- Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón, referente al régimen de uso y aprovechamiento de los montes.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, la cual tiene por objeto garantizar la conservación y protección de los montes españoles, promoviendo su restauración, mejora, sostenibilidad y aprovechamiento racional, apoyándose en la solidaridad colectiva y la cohesión territorial.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la cual se modifica la ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes (BOE nº 102)

Legislación paisajística:

- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el cual se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo (BOE nº154, de 26 de junio de 2008).
- Ley 4/2009, de 22 de junio, de Ordenación del Territorio de Aragón.
- Ley 8/2014, de modificación de la Ley 4/2009, de 22 de junio, de Ordenación del Territorio de Aragón.



Legislación de impacto ambiental:

- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección de Impacto Ambiental de Aragón.

Legislación laboral

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 269).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, que establece el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Legislación de gestión de residuos

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto, 9/2005, de 14 de febrero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Directiva 2006/21/CE del parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

8. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

8.1. GEOMORFOLOGÍA

El término municipal de Manzanera presenta un relieve montañoso en cual se alternan montañas con zonas llanas a menor altitud. La orografía comprende altitudes que van desde los 996 m sobre el nivel del mar hasta los 1170 m.

La región posee importantes afloramientos rocosos, especialmente en las crestas de las montañas de mayor altitud, lo cual les otorga un aspecto escarpado.

La zona objeto de estudio se encuentra a 600 m del núcleo urbano, en un entorno de colinas onduladas y pequeñas montañas con escasa vegetación.

8.2. GEOLOGÍA

Toda la sierra de Javalambre es un dominio total de sedimentaciones mesozoicas y cenozoicas, en las que abundan las calizas y dolomías. Está conformada por grandes macizos mesozoicos, que generalmente aparecen separados por depresiones rellenas de materiales terciarios y cuaternarios, debido a que desde el Triásico al Eoceno se depositaron importantes paquetes sedimentarios, de origen marino o continental. Los páramos situados a 1200-1300 metros han rejuvenecido como consecuencia de la acción erosiva fluvial.

Según la cartografía del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en concreto el Mapa Geológico del cuadrante 614-Manzanera, se observa que la mina se encuentra situada sobre dos tipos de materiales, ambos pertenecientes al Triásico:

- El primer tipo son arcillas abigarradas y yesos del Keuper (Triásico superior), que constituyen la facies dominante en todo el entorno inmediato de la mina y de la población de Manzanera.
- El segundo tipo de material lo constituyen afloramientos de reducido tamaño de ofitas verdes originarias tanto del Keuper como del Buntsandstein (Triásico inferior), localizados únicamente donde se encuentra situada la mina.

Cabe mencionar un tercer tipo de formación debido a su abundancia en la zona, que son las calizas, dolomías y calizas dolomíticas. Estos materiales datan del Muschelkalk (Triásico medio) y presentan gran cantidad de afloramientos de gran tamaño en toda la región, pero no se hallan en el entorno inmediato de la mina.

8.3. EDAFOLOGÍA

La litología de la península Ibérica puede dividirse a grandes rasgos en tres tipos de suelos: la mitad occidental, dominada por suelo silíceo y la mitad oriental, en la que se dan en igual medida suelos calizos y suelos arcillosos. En la página siguiente se muestra un mapa con dicha distribución.

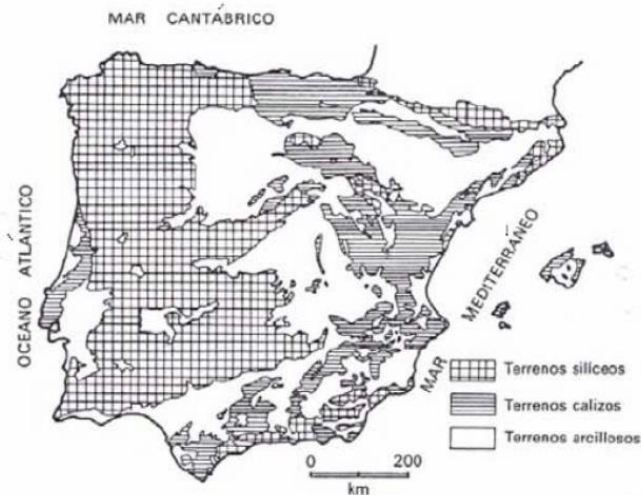


Figura 2. Tipos de suelos en la Península Ibérica.

Como es apreciable en el mapa anterior, el sur de la Comunidad de Aragón se encuentra situado sobre terreno calizo. En concreto, según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo de la FAO, el suelo pertenece al tipo *Cambisoles cálcicos*, los cuales se caracterizan por contener abundante carbonato cálcico (CaCO_3) que otorga al terreno unas cualidades concretas:

- Bajo contenido en materia orgánica y nitrógeno (N).
- En algunos casos, escasez de fósforo (P).
- Con frecuencia presentan deficiencias de zinc (Zn) y hierro (Fe).

Debido a estas condiciones, los *Cambisoles cálcicos* suelen presentar vegetación xérica y de escaso porte, como son arbustos y herbáceas, utilizadas en muchas ocasiones para pastoreo extensivo.

Por otro lado, según la taxonomía de suelos del United States Department of Agriculture (U.S.D.A.), el suelo presente en la zona de estudio se clasifica como:

Orden Inceptisol

Son suelos incipientes, poco desarrollados. Se dan en regiones húmedas y subhúmedas, en las que el desarrollo se retrasa por clima frío o falta de tiempo. Poseen un horizonte cámbico (de alteración) y, sobre éste, un epipedón óchrico (pobre en M.O., de colores claros, estructura moderada y en ocasiones de consistencia dura a muy dura).

Sub-orden Xerepts

Son Inceptisoles con drenaje más o menos abundante, y sometidos a un régimen hídrico xérico. Algunos son calcáreos a poca profundidad y presenta un horizonte cálcico (Bk), como es el caso del terreno en el que se sitúa la mina de este proyecto. La vegetación es bosque de coníferas en regímenes térmicos fríos, y arbustos, herbáceas y árboles muy dispersos en los suelos sometidos a regímenes más térmicos, como es este caso.

Gran grupo Calcixerepts

Son Xerepts que no tienen duripan o fragipan, y en su lugar poseen un horizonte cálcico o petrocálcico, sobre el cual el resto de horizontes son todos calcáreos.

Subgrupo Calcixerepts Typico

Suelos drenados que poseen un horizonte cálcico en lugar de petrocálcico. La mayoría de estos suelos están cubiertos por vegetación arbustiva y herbácea, con árboles muy dispersos, y se usan para pasto de ganado.

8.4. HIDROLOGÍA

El municipio de Manzanera se encuentra en la zona sur de la cuenca hidrográfica del río Mijares. Los ríos procedentes de los términos municipales adyacentes, río Olmos, río Torrijas y río Los Paraísos, confluyen para formar el río Manzanera, el cual posteriormente pasa a denominarse río Albentosa a su paso por el municipio de mismo nombre. Este río finalmente desemboca en el Embalse de los Toranes, situado en el cauce del Río Mijares.

En cuanto a la zona de estudio, los únicos elementos hidrológicos cercanos a la misma son los dos barrancos situados a cada lado de la mina, en las vertientes Este y Oeste. Estos barrancos no poseen cursos permanentes de agua, sino que recogen las aguas de lluvia y de escorrentía procedentes de la mina y su entorno para abocarlas al río Manzanera.

8.5. CLIMATOLOGÍA

Los factores atmosféricos y climatológicos suponen un enorme condicionante del terreno, ya que afectan a procesos erosivos, abundancia de agua, evolución de especies vegetales, etc. Por ello, deben ser estudiadas minuciosamente. En el “Anexo 1. Estudio Climático” se realiza un análisis detallado, por lo que en este apartado se aborda de forma más general.

El relieve turolense, añadido a la altitud y situación de la provincia con respecto a la propia disposición de las cadenas montañosas peninsulares, que la protegen de las influencias marinas, dan lugar a unas peculiares condiciones climáticas. La estrecha dependencia entre el clima y la orografía determina la existencia de climas mediterráneos, de montaña media y de fuerte matiz continental.

El T.M. de Manzanera se encuentra al sur de la provincia de Teruel, a 996 m de altitud a los pies de la Sierra de Javalambre, enclavado en la frontera entre Aragón y la Comunidad Valenciana. Por ello, cuenta con un clima mediterráneo con cierta continentalidad, con inviernos fríos y veranos secos y calurosos.

8.5.1. DATOS CLIMATOLÓGICOS

A continuación se recogen en una tabla valores de temperatura, precipitación y evapotranspiración, los cuales permiten determinar la tipología climática de una región.

Manzanera	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
T (°C)	3.6	4.3	6.6	9.1	12.9	17.1	20.6	20.8	17.1	11.9	7.2	4.6	11.3
TM (°C)	7.5	8.5	11.6	14.1	18.0	22.2	26.0	26.1	22.2	16.8	12.0	9.2	16.2
Tm (°C)	-0.2	0.1	1.6	4.1	7.8	12.0	15.3	15.6	12.0	7.1	2.4	0.1	6.5
P (mm)	26	30	40	45	63	53	25	30	54	52	43	33	494
ETP (mm)	9.91	13.02	25.69	40.77	69.82	99.27	126.17	118.98	82.72	49.21	23.04	12.95	55.96

Tabla 1. Valores climáticos utilizados para el cálculo de índices.

Donde:

T: temperatura media

TM: media de las temperaturas máximas

Tm: media de las temperaturas mínimas

P: precipitaciones

ETP: evapotranspiración

8.5.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Atendiendo a los valores mostrados en la tabla, se observan precipitaciones anuales escasas y gran variación de temperaturas entre estaciones, con veranos calurosos e inviernos fríos. Este tipo de valores indican que se trata de una región en la que el clima es mediterráneo oceánico, aunque también pueden darse condiciones características de un clima más continental. La siguiente tabla muestra la clasificación que recibe la zona en base a distintos sistemas de clasificación:

MÉTODO	TIPO DE CLIMA
Índice de Termicidad de Rivas-Martínez	Supramediterráneo inferior
Índice de Continentalidad de Rivas-Martínez	Semicontinental
Índice Ombrotérmico de Rivas-Martínez	Subhúmedo inferior
Índice de Aridez de De Martonne	Subhúmedo
Criterio UNSECO-FAO	Templado medio

Tabla 2. Clasificación climática.

En conclusión, se puede afirmar que se trata de un clima mediterráneo con carácter continental debido a la altitud, el cual presenta veranos calurosos y secos, en los que suelen producirse lluvias torrenciales puntuales, e inviernos intensos y con fuertes precipitaciones, tanto en forma de agua como de nieve.

También es necesario destacar que es una zona en la que suelen abundar fuertes vientos en dirección Oeste, factor que afecta al grado de erosión y puede condicionar los trabajos de restauración.

8.6. VEGETACIÓN

En primer lugar se establece la caracterización bioclimática del área desde un punto de vista corológico:



Reino: Holártico
Región: Mediterránea
Sub-región: Mediterránea occidental
Provincia: Castellano-Maestrazgo-Manchega
Sector: Manchego
Sub-sector: Maestracense

Dentro del mediterráneo, los valores de IT, ITC y TP indican que corresponde con el horizonte termotípico “supramediterráneo inferior”. En cuanto al tipo ómbrico, se trata de subhúmedo inferior.

En dichas condiciones, y teniendo en cuenta el tipo de suelo presente en la zona, la serie dominante es la supramediterránea maestrazgo-ibérico-alcarreña de la sabina albar (*Juniperetum hemisphaerico-thuriferae*). Esta serie de vegetación es típica del nivel superior del piso supramediterráneo, o de condiciones de acusada continentalidad en los niveles medio e inferior de este piso. Su etapa madura (*Juniperetum hemisphaerico-thuriferae*) es un bosque abierto de sabina albar (*Juniperus thurifera*), ocasionalmente con otras gimnospermas como Pino silvestre (*Pinus sylvestris*) o Pino salgareño (*Pinus nigra subsp. Salzmannii*), al cual se subordina un estrato arbustivo de enebros (*Juniperus communis subsp. hemisphaerica*).

A continuación se ofrece una tabla con el listado de las especies que comúnmente forman parte de la serie supramediterránea maestrazgo-ibérico-alcarreña:

Nombre de la serie	15b. Maestrazgo-ibérico-alcarreña
Nombre fitosociológico	<i>Juniperetum hemisphaerico-thuriferae sigmetum</i>
Árbol dominante	<i>Juniperus thurifera</i>
I. Bosque	<i>Juniperus thurifera</i> <i>Juniperus communis hemisphaerica</i> <i>Berberis hispánica subsp. seroi</i> <i>Festuca asperifolia</i>
II. Matorral denso	<i>Rosa agrestis</i> <i>Rosa micantha</i> <i>Rosa pimpinellifolia</i> <i>Rhamnus infectoria</i>
III: Matorral degradado	<i>Genista pumila</i> <i>Linum appressum</i> <i>Salvia lavandulifolia</i> <i>Artemisia lanata</i>
IV. Pastizales	<i>Festuca hystrix</i> <i>Poa ligulata</i> <i>Avenula gonzaloi</i>

Tabla 2. Etapas de regresión de la serie 15b. Maestrazgo-ibérico-alcarreña.
(Fuente: Series de vegetación, Rivas-Martínez 1987).

8.7. FAUNA

El término municipal de Manzanera, así como los colindantes, y en general la región sur de la Comunidad de Aragón, presenta una gran abundancia de especies animales, debido a la gran variedad de condiciones naturales que producen una elevada diversidad de ecosistemas.

La fauna más característica de la zona, por su diversidad de especies y número de individuos, son las aves. Entre ellas destacan las grandes rapaces como el águila real, el buitre leonado, el búho real y el cernícalo vulgar. Las especies de aves de menor tamaño también cuentan como multitud de representantes como el pico picapinos, el vencejo, el gorrión, la urraca, el cuervo, y mucho más.

Representando a los mamíferos se hallan grandes herbívoros como la cabra montés, el corzo, el ciervo y el jabalí. Dentro de especies de menor porte se encuentran algunos depredadores como el zorro, la gineta y el gato montés, y otras especies herbívoras, como el conejo, la liebre o la ardilla roja.

Debido al reducido tamaño que presentan los cauces fluviales naturales, la fauna acuática se encuentra representada únicamente por un pequeño grupo de especies, como la trucha común y el cangrejo común. Sin embargo, en las zonas húmedas próximas a ríos y arroyos se da una gran concentración de vida animal, hallándose multitud de especies de anfibios, insectos y reptiles, entre los que destacan sapos, víboras, culebras y lagartijas.

8.8. PAISAJE

El municipio de Manzanera se encuentra enclavado en un entorno montañoso mediterráneo, a 996 m de altitud. El relieve es muy irregular y variado, diferenciándose 3 zonas principales:

- En los alrededores cercanos a la población se localizan zonas llanas de marcado carácter antrópico, debido a que en ellas dominan actividades ganaderas y agrícolas. Debido a esto, se observa un mosaico de parcelas con límites muy geométricos y destacados. Los cultivos son de tipo herbáceo y forrajero, utilizados para producción de grano y para alimentación animal, debido a que el cultivo de árboles frutales resulta menos viable dadas las condiciones de la zona.
- Si continuamos alejándonos del pueblo en dirección Norte, los llanos dan paso a colinas de escasa elevación, en las que se realiza a menudo pastoreo extensivo ovino. Presentan un aspecto pobre, con escasa vegetación, únicamente herbácea y arbustiva. La ausencia de árboles se debe a las condiciones edáficas y climáticas, además de la presión antrópica. El grado de erosión es elevado, pudiéndose observar en muchos casos la formación de cárcavas. En estas colinas, en concreto en el paraje de “Los Barrancos”, se encuentra situada la Mina Sandra, objeto de este proyecto. La mina no es completamente visible desde el pueblo, debido a encontrarse a mayor elevación que éste, pero sí es apreciable. Desde la carretera por la que se accede al pueblo, su visibilidad es mayor, por lo que el impacto visual es apreciable por la población.
- Finalmente, observamos la presencia de montañas de considerable elevación, especialmente al Sur, que envuelven todo el municipio y marcan el final del valle del río de Manzanera. La orografía de estas montañas es abrupta, debido a afloramientos de dolomías pertenecientes al estrato del Muschelkalk (Triásico medio). En estas montañas hacen acto de presencia especies arbóreas como *Juniperus thurifera*, *Quercus ilex. Subs. ballota*, y, a mayor altitud, *Pinus nigra*; formando un estrato arbóreo denso y dominante.

Las zonas más elevadas de la montañas del entorno cuentan con varios miradores, desde los cuales es posible disfrutar de magníficas vistas gracias a amplitud de la cuenca visual y la calidad paisajística de los valles de la región.

El espacio ocupado por la Mina Sandra, debido a su elevada visibilidad, supone un impacto visual apreciable dentro del entorno predominantemente natural, como se observa en la imagen siguiente mostrada en la página siguiente.



Figura 3. Fotografía de la Mina Sandra tomada desde el Este.

Resulta evidente que el área degradada posee un valor estético menor que el de su entorno. Esto se debe a que, como se indica en el “Anexo XI. Estudio Paisajístico”, la zona se encuentra clasificada como de fragilidad paisajística elevada, lo que quiere decir que los cambios visuales que en ella se produzcan serán muy apreciables y por tanto supondrán un fuerte impacto paisajístico. Debido a esto, una restauración que consiga la integración de la mina en el paisaje supone una solución de gran interés para la población.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Como en cualquier actividad de plantación o revegetación, el primer paso es crear unas condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas. Debido a las condiciones de partida con las que se cuenta, será necesario realizar varias labores de preparación del terreno. Una vez logrado esto, podrá procederse a la plantación de las especies vegetales seleccionadas. Como en todo proyecto de ingeniería, se persigue cumplir los objetivos establecidos en el menor tiempo y con el menor coste posibles, es decir, con máxima eficiencia, pero siempre manteniendo unas estrictas medidas de seguridad. Para garantizar dicha eficiencia y seguridad, las obras se estructurarán en tiempo y espacio de manera acorde a las limitaciones y posibilidades del terreno, maquinaria, personal, etc.

Estas actividades se agrupan en apartados para facilitar su implementación a escala temporal, como se muestra a continuación.

9.1. ACTUACIONES PREVIAS

Esta constituye la primera fase de las actividades en campo, la cual sirve de base para el resto de actividades posteriores y, por tanto, debe realizarse de forma precisa y coherente. El objetivo perseguido es la preparación del terreno para poder desarrollar las actividades consecuentes con seguridad y con menor dificultad. Las actuaciones previas concretas son las siguientes:

- Delimitación del perímetro

Este primer paso tiene como objetivo acotar el área de trabajo para evitar actuaciones sobre terrenos adyacentes.

- Señalización

Al comienzo de la pista de acceso a la mina se instalarán un panel informativo que describa a grandes rasgos el proyecto que se va a ejecutar y la señalización de seguridad pertinente para evitar riesgos para la población ajena a la obra.

- Replanteo

El objetivo de esta actuación es verificar que lo descrito en el proyecto concuerda con la realidad, para así poder ejecutar los trabajos posteriores de forma correcta y precisa.

Debido a las condiciones de despoblamiento vegetal casi total del área, no será necesario llevar a cabo actividades de desbroce y eliminación de vegetación existente.

9.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Los cálculos completos del proceso de modelado del terreno se encuentran detallados en el “Anejo V. Movimiento de Tierras”. A continuación se muestra un breve resumen de los resultados y conclusiones alcanzados para cada tipo de movimiento de tierras.

9.2.1 EXTRACCIÓN DE MATERIALES SOBRANTES

En la zona central de la mina se haya un explanada que se utilizaba para acopio y almacenado de materias durante las actividades de explotación de la mina. En esta zona todavía hay dos montones de grava, que no presentan ninguna utilidad para la repoblación debido al grosor de su granulometría y su carácter inerte. Debido a esto, se requiere realizar su extracción y transporte a un lugar que le pueda dar uso (i.e. para vías de tren). El volumen total de grava a extraer se muestra detallado a continuación:

Tipo de Material	Volumen (m^3)
Grava gruesa	3040
Tierra fina	14616
Total	17656

Tabla 3. Volúmenes de materia sobrante de la explotación minera.

Para evitar el coste elevado que supondría su extracción, se opta por realizar la venta de los áridos a una empresa que sea capaz de darles uso, la cual se hará cargo de su recogida y transporte.

9.2.2. DESMONTE Y TERRAPLÉN

Para lograr reducir la erosión y facilitar la implantación de la cubierta vegetal, es necesario llevar a cabo la remodelación de algunos puntos concretos en la mina. Dichos puntos se encuentran marcados en el “Plano 7. Perfiles” y en el “Plano 8. Movimientos de tierras”. La remodelación consiste en la ejecución de unas terrazas, que reduzcan la pendiente del talud y, por consiguiente, reduzcan la escorrentía superficial. Para evitar el coste que supondría el transporte de tierras con camión, la tierra extraída por el establecimiento de las terrazas (desmote) se utilizará para terraplenar en la parte inferior de éstas.

Como ya se ha indicado previamente, la Mina Sandra puede dividirse, en función de las condiciones actuales, en 3 grandes zonas: zonas Norte, Central y Sur. Los movimientos de tierra se encuentran localizados en las zonas Norte y Central, ya que la zona Sur resulta impracticable para la maquinaria.

El cálculo de los volúmenes se realiza en función de la longitud del desmote y de la sección del corte en el terreno, resultando los siguientes valores:

Terrazas zona Norte

Perfil	Operación	Terraza	Volumen (m^3)
2	Desmote	Superior	293,83
2	Terraplén	Superior	293,83
2	Desmote	Inferior	312,80
2	Terraplén	Inferior	312,80

Tabla 4. Cálculo de desmote y terraplén en el Perfil 2.

Terrazas zona central

Perfil	Operación	Terraza	Volumen (m^3)
3	Desmote	Única	533,95
3	Terraplén	Única	533,95

Tabla 5. Cálculo de desmote en el Perfil 3.

9.2.3. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO

Para lograr un correcto desarrollo de las plantas, el suelo debe presentar unas condiciones adecuadas. El objetivo del acondicionamiento del suelo es obtener esas condiciones en suelos que no las posean. En la Mina Sandra únicamente existe una zona crítica en este aspecto, y es la denominada Z1. *Llanura compactada* en el “Plano 5. Unidades Ambientales”. Esta zona presenta una capa superficial de grava fuertemente compactada por el tránsito de vehículos. Las actuaciones para corregir las condiciones deficientes son las indicadas en los apartados siguientes.

9.2.3.1. SUBSOLADO

El primer paso para corregir la zona negativa consiste en realizar la descompactación de las capas superficiales, lo cual mejorará la capacidad de infiltración del suelo y facilitará el desarrollo radicular de las plantas.

La superficie total a subsolar es de $90.737,8 \text{ m}^2$ y se realizará mediante pasadas cruzadas del ripper situado en la parte posterior del bulldozer.

9.2.3.2. APORTE DE TIERRA VEGETAL

Una vez finalizado el subsolado, se procederá a realizar el aporte y extendido de tierra vegetal sobre los materiales más pobres en minerales, lo cual mejorará las condiciones para el desarrollo de la vegetación.

El volumen de tierra total necesario se calcula en base a la superficie total que se quiere cubrir y la profundidad de la capa. En la restauración de la Mina Sandra, el aporte de y extendido de tierra vegetal se realiza únicamente en la zona previamente subsolada, la cual abarca una extensión de $90.737,8 \text{ m}^2$. En cuanto al espesor de la capa, se ha considerado que 30 cm es un valor adecuado, por lo que el volumen total será $27.221,34 \text{ m}^3$.

Para evitar el coste que supone la adquisición y transporte de tierra vegetal desde un lugar ajeno a la mina, y debido a la abundancia de tierra de estas características en el interior de la misma, se ha considerado que la mejor alternativa es realizar el acopio de la tierra de puntos del interior de la misma. Debido a que las distancias de transporte son de entre 100 y 300 m, se puede prescindir también del uso de camiones, por lo que la carga y transporte serán realizados por la pala cargadora.

9.2.4. MAQUINARIA

Existe gran diversidad de máquinas utilizadas para el movimiento de tierras, pero debido a la reducida extensión de las obras a realizar en la Mina Sandra, solo serán necesarias las siguientes:

- **Bulldozer:** se utilizará uno de potencia en torno a los 150 – 180 CV y 15 Tn de peso, que es de transporte fácil y tiene la suficiente fuerza para realizar las tareas programadas de desmonte y terraplén. Intervendrá también en el acondicionamiento del suelo, realizando el subsolado de la zona llana donde las capas del suelo superficiales están muy compactadas y el extendido de tierra vegetal.
- **Excavadora mixta (retropala):** se requiere un con una potencia superior a los 90 CV. Sus trabajos en la restauración serán la excavación de zanjas, cuneta y aliviadero de la charca y tareas auxiliares como ahoyados y descarga de materiales, plantas, etc.
- **Pala cargadora:** esta maquinaria se utiliza para el transporte de tierra a cortas distancias y para cargarla en camiones. En el presente proyecto realizarán el acopio, transporte y

vertido de la tierra vegetal presente en la mina. Se recomienda una potencia superior a los 300 CV y con una pala con un volumen entre 5 y 10 m³.

9.3. RED DE DRENAJE

Para evitar los procesos erosivos asociados a la escorrentía superficial del agua por laderas y taludes, es necesario concentrar los caudales en zonas específicamente diseñadas para ello. Dichas zonas las constituyen las zanjas y cunetas, las cuales además protegerán las terrazas y el camino de acceso.

La distribución sobre el terreno se muestra en la siguiente figura, en la cual también quedan demarcadas las distintas áreas que captan agua procedente de la lluvia y la vierten a cada elemento de conducción:

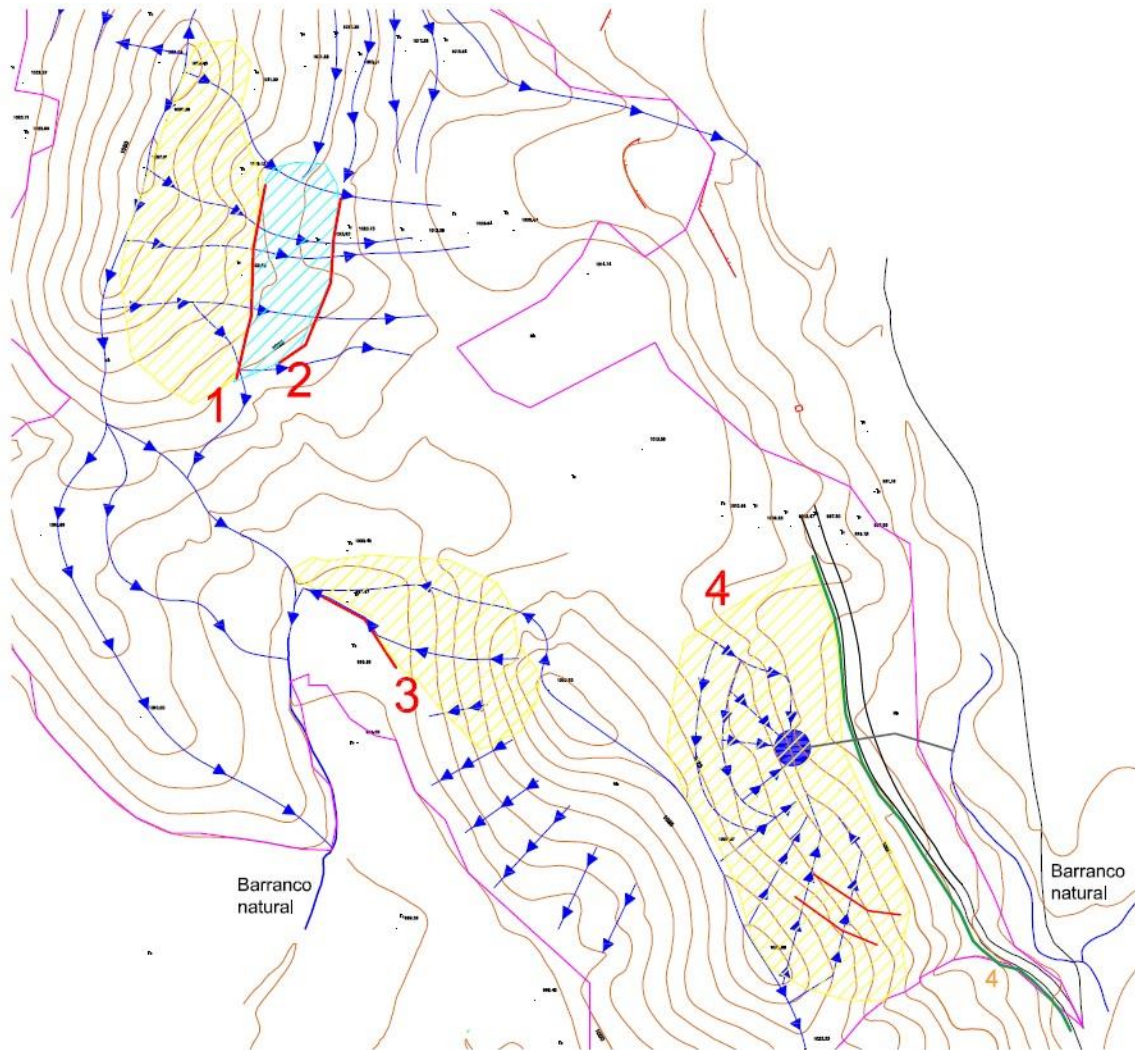


Figura 4. Detalle de la red de drenaje natural y la localización de los elementos colectores.

Los números rojos indican las áreas de captación y sus correspondientes zanjas (1-3) y cuneta del camino (4), representadas en rojo y verde, respectivamente. Se detallan también la charca al borde izquierdo de la pista de acceso, representada mediante el círculo azul, y su canal aliviadero, de color gris, cuya función es evitar daños al camino en caso de desbordamiento de la charca, conduciendo el agua hasta el barranco. La línea morada indica el perímetro de la zona de actuación.

9.3.1. ZANJAS Y CUNETAS

Las zanjas se excavarán en la zona interior de las terrazas y su función es recoger el agua y transportarla hasta los barrancos naturales presentes a ambos lados de la mina. La sección elegida es la triangular, debido a la facilidad de ejecución. El tamaño de las mismas será función del caudal que deban transportar. Siguiendo el procedimiento hidrometeorológico racional (MOPU) descrito en el “Anejo VI. Red de drenaje”, se obtienen los siguientes caudales para cada superficie de captación:

	A (ha)	Q (L/s)	Q (m ³ /s)
Zona 1	1,157	194,8	0,195
Zona 2	0,453	84,9	0,085
Zona 3	0,779	127,2	0,127
Zona 4	2,084	427,6	0,427

Tabla 6. Caudales para cada una de las zanjas.

En base a estos caudales, mediante la fórmula de Manning-Strickler se calculan las dimensiones de las zanjas y de la cuneta.

	Sección S (m ²)	Radio hidráulico (m)	Calado h (m)	Calado aumentado por seguridad (h'=h+20%)	Sección aumentada S (m ²)	Velocidad (m/s)
Zanja 1	0,221	0,1030	0,21	0,252	0,317	0,932
Zanja 2	0,128	0,0784	0,16	0,192	0,184	0,777
Zanja 3	0,162	0,0883	0,18	0,216	0,162	0,841
Cuneta	0,221	0,1030	0,21	0,252	0,317	1,977

Tabla 9. Características hidráulicas de las zanjas y cuneta de desagüe.

9.3.2. ALIVIADERO

Debido al clima de la zona, en el que pueden darse intensas lluvias que se prolonguen durante varios días, el posible desbordamiento de la charca supone un riesgo que hay que considerar, ya que podría producir daños a la plantación (con edades tempranas) y al camino.

Para evitar dichos daños, se ha considerado necesaria la ejecución de un canal aliviadero que conduzca las aguas sobrantes de forma controlada hasta al barranco situado en el borde Este de la mina.

Las dimensiones dependen de la cantidad de agua que se necesite evacuar, la cual será resultado de las dimensiones de la superficie de captación y de la intensidad de la lluvia. En este caso, el caudal aproximado será de 244,2 L/s.

Se ha optado por un canal de sección rectangular, con la base revestida de grava y que contará con dos tramos:

- Tramo 1: de escasa pendiente, cruza la pista de acceso hasta el talud perimetral de la zona de actuación.
- Tramo 2: de fuerte pendiente, desciende por el talud para desembocar en el barranco localizado al pie del mismo.

Las características de cada tramo se recogen en la siguiente tabla:

Tramo	Rugosidad (K)	Caudal (m^3/s)	Longitud (m)	Anchura (m)	Calado (m)	Sección (m^2)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)
1	40	0,2442	52	1,2	0,15	0,178	2	1,37
2	59	0,2442	35	0,5	0,08	0,0436	35	5,6

Tabla 10. Dimensiones del canal aliviadero de la charca.

9.4. ELECCIÓN DE ESPECIES

La elección de las especies vegetales a utilizar es un aspecto crucial en la restauración, ya que el éxito de la misma depende de que las plantas se desarrollen correctamente y puedan desempeñar su multitud de funciones, ecológicas, paisajísticas, hidrológicas y protectoras.

Según la clasificación climática realizada, la vegetación a introducir deberá ser capaz de desarrollarse en un piso climático supramediterráneo inferior y horizonte subhúmedo.

En primer lugar se realizó un inventario florístico en los alrededores de la mina para determinar las especies más abundantes en la zona, el cual se muestra a continuación:

Nombre científico	Nombre común	Abundancia
<i>Rosa canina</i>	Rosal silvestre	1
<i>Populus nigra</i>	Chopo negro	+
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Ontina	4
<i>Phlomis lychnitis</i>	Oreja de liebre	2
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactylo	2
<i>Genista scorpius</i>	Aliaga	3
<i>Prunus spinosa</i>	Endrino	2
<i>Brachypodium retusum</i>	Fenazo	3
<i>Carduus nutans</i>	Cardo silvestre	1
<i>Euphorbia characias</i>	Euforbio mediterráneo	1

Abundancia	Cobertura (%)
-	0
+	0,2
1	2,5
2	15
3	37,5
4	62,5
5	87,5

Tabla 11. Inventario florístico de la Mina Sandra.

Para potenciar el carácter natural y evitar el aspecto de una masa monoespecífica, típica de repoblaciones productoras, es necesario introducir especies de los tres estratos, arbóreo, arbustivo y herbáceo.

La forma de garantizar la mayor adecuación posible a las condiciones dadas es utilizar el mayor número posible de especies autóctonas, las cuales estén ya adaptadas a las características ecológicas de la zona. Dicho esto, las especies que se han considerado más apropiadas para la revegetación de la Mina Sandra son:

Estrato	Nombre común	Nombre científico
Arbóreo	Pino salgareño	<i>Pinus nigra</i>
	Sabina albar	<i>Juniperus thurifera L.</i>
	Carrasca	<i>Quercus ilex</i>
	Chopo negro	<i>Populus nigra L.</i>
Arbustivo	Enebro	<i>Juniperus communis L.</i>
	Rosa	<i>Rosa canina L.</i>
	Endrino	<i>Prunus spinosa</i>
	Aliaga	<i>Genista scorpius</i>
	Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>
Herbáceo	Dactylo	<i>Dactylis glomerata</i>
	Oreja de liebre	<i>Phlomis lychnitis</i>
	Astón o serbero	<i>Brachypodium retusum</i>
	Ontina	<i>Santolina chamecyparissus</i>
	Euforbio mediterráneo	<i>Euphorbia characias</i>

Tabla 12. Especies para la repoblación.

9.5. MÉTODO DE REPOBLACIÓN

A la hora de realizar la introducción de las plantas, existen 2 métodos diferentes según el tipo de material de base a utilizar:

1. **Siembra:** consiste en la aportación de semillas a un terreno que ha sido previamente preparado. El objetivo principal es establecer una cubierta vegetal baja y densa capaz de proteger el suelo frente a la erosión, deslizamientos, etc.
2. **Plantación:** es el método más habitual cuando las condiciones de la zona de tratamiento no son adecuadas para la germinación de semillas y desarrollo de plántulas. Consiste en la colocación de plantas provenientes de vivero en hoyos preparados para ello. Proporciona mayor grado de supervivencia de las plantas, debido a que éstas ya han superado las fases críticas de su crecimiento.

Debido al mayor grado de adecuación de las plantas al terreno, factor deseable en condiciones adversas como las de la Mina Sandra, se ha optado por emplear el método de plantación.

9.5.1. TIPOS DE PLANTACIÓN

Dentro de este método existen una serie de variantes, con características distintas, cuyo uso depende de las condiciones existentes en la zona de actuación. La clasificación se realiza en base a dos criterios:

1. Según el tipo de planta:
 - A raíz desnuda
 - En envase
2. Según la forma de ejecución:
 - Manual
 - Mecanizada
 - Simultánea con la preparación del terreno

Para la revegetación de la Mina Sandra, se va a emplear planta germinada en envase, la cual después será introducida de forma manual en el terreno por operarios que previamente habrán realizado el ahoyado del terreno.

Las especies que se plantarán serán las pertenecientes a los estratos arbóreo y arbustivo, dejando que la revegetación herbácea se produzca de manera espontánea.

En el momento de la plantación, cada planta recibirá 3 Kg de tierra fertilizada, para favorecer el crecimiento de la planta en las fases iniciales de su desarrollo.

El procedimiento para realizar la plantación es:

- 1- Colocación de la planta a un lado del punto en el que se va a introducir y apertura de un hoyo de 40x40x40 cm de forma manual, con pico o azada.
- 2- Sujeción de la planta por el cepellón o el cuello de la raíz, manteniéndola vertical dentro del hoyo.
- 3- Relleno del hoyo hasta 3 – 4 cm por encima del cuello de la raíz.
- 4- Compactación ligera alrededor de la planta recién plantada.
- 5- Realizar la ejecución de los trabajos posteriores que se hayan considerado necesarios.

9.5.2. DENSIDAD DE PLANTACIÓN

El grado de densidad tiene efectos sobre el tipo de masa resultante, por lo que debe valorarse detenidamente en base a los objetivos perseguidos.

Para repoblaciones protectoras que utilicen una composición mixta de coníferas y frondosas, como en el presente proyecto, el valor de la densidad puede estar comprendido entre 1.600 y 2.500 individuos por hectárea.

Debido a la pobreza del sustrato y la intención de generar una masa paisajísticamente concordante con el entorno, en el cual la vegetación es dispersa, se ha optado por utilizar el valor de 1.600 pies/ha.

Con este valor, y con la superficie total a repoblar de 24,65 ha, es posible calcular el número total de individuos que serán necesarios para llevar a cabo la repoblación: 39.440. Este valor hace referencia únicamente a especies de árboles y arbustos, ya que, como se ha indicado previamente, las especies herbáceas no serán introducidas de forma artificial.

Siguiendo la proporción recomendada de 4:1, se requerirán 31552 coníferas y 7880 frondosas, las cuales se dispondrán en un marco de separación de 2,5 m entre las primeras y 5 m entre las segundas.

La distribución por especies será la siguiente:

Estrato	Tipo	Especie	Individuos/ha	Individuos totales
Arbóreo	Conífera	<i>Pinus nigra</i>	230	5670
	Conífera	<i>Juniperus thurifera</i>	650	16022
	Frondosa	<i>Quercus ilex</i>	120	2958
	Frondosa	<i>Populus nigra</i> *	20*	20*
Arbustivo	Conífera	<i>Juniperus communis</i>	400	9860
		<i>Prunus spinosa</i>	60	1479
		<i>Genista scorpius</i>	50	1233
		<i>Rosa canina</i>	40	986
		<i>Thymus vulgaris</i>	50	1232
TOTAL			1600	39440 (+20)
Herbáceo		<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Estas especies ya existen en la zona por lo que se espera una colonización de forma espontánea, sin necesidad de siembra o plantación.	
		<i>Phlomis lychnitis</i>		
		<i>Brachypodium retusum</i>		
		<i>Euphorbia characias</i>		
		<i>Dactylis glomerata</i>		

Tabla 5. Número de ejemplares de cada especie.

*Los chopos únicamente se introducirán en un enclave reducido, la charca próxima a la pista, para formar una pequeña chopera. Es por esto que su cálculo no se realiza para la superficie total de la mina, como con el resto de especies.

9.5.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

En general, las especies frondosas producen mejores resultados si se plantan en otoño, mientras que las coníferas son indiferentes a plantación en otoño o primavera. En el presente proyecto, al tratarse de una repoblación mixta, se considera que el otoño es la mejor época para realizar la repoblación.

Debido a la posibilidad de ocurrencia de heladas, es aconsejable realizar la plantación lo antes posible, para que las plantas consigan aclimatarse. Debido a esto se recomienda llevar a cabo dicha tarea a mediados de septiembre.

9.5.4. ESTADO FITOSANITARIO DE LAS PLANTAS

Las plantas que se van a utilizar en una plantación deben cumplir unos requisitos de calidad que garanticen su supervivencia una vez introducidas en el campo. Por tanto, no se utilizarán plantas que presenten uno o varios de los siguientes signos:

- Heridas y/o daños en cualquier parte.
- Desecamiento parcial o total.
- Tallo curvado o múltiple.
- Ausencia de yema terminal.
- Poca o ninguna ramificación.
- Ausencia de raíces secundarias.
- Fermentación o calentamiento.
- Raíz principal con reviramientos y remontes.

9.6. TRABAJOS POSTERIORES

Entre todas las actuaciones posteriores a la repoblación descritas en el “Anexo VII. Especies y métodos para repoblación”, para el presente proyecto se ha considerado adecuado recurrir a las siguientes:

- Tubos invernadero de plástico de 40 cm de altura, que mejoren las condiciones de crecimiento y protejan frente a fauna menor (roedores y conejos). Se utilizarán únicamente para las especies arbóreas, por lo que serán necesarias 27608 unidades. Su coste está contemplado en el “Documento IV. Presupuesto” y su retirada en el “Anejo VIII. Gestión de residuos”.
- Para proteger frente a plagas y enfermedades, las plántulas serán inspeccionadas a su llegada. Además, la zona cuenta con presencia de la plaga “procesionaria del pino” (*Thaumetopoea pityocampa*), por lo que se deberán realizar inspecciones de la plantación. En caso de detectarse esta u otra plaga, se procederá a su eliminación.
- Para el control de vegetación no se realizará ningún cuidado, ya que uno de los principales objetivos de este proyecto es la rápida instalación de una cubierta vegetal que proteja el suelo frente a erosión y mejore las condiciones ecológicas.
- Se realizará la reposición de marras que sea necesario.

- Debido a que la plantación se realiza en la época de lluvias (otoño), no se considera necesaria la realización de un riego de establecimiento. Sin embargo, podría ser necesario realizar un riego de mantenimiento en los veranos siguientes.

10. GESTIÓN DE RESIDUOS

Para la ejecución del presente proyecto se ha determinado que los principales residuos existentes o que se producirán son:

- **Gravas sobrantes de las actividades mineras:** al ser una materia prima con uso industrial, se considera su venta y aprovechamiento como la mejor alternativa. La carga en camión y transporte será responsabilidad de la empresa que las adquiera.
- **Envases de las plantas:** al tratarse de bandejas forestales reutilizables, éstas serán devueltas al vivero. El coste que supone la carga en camión y transporte al vivero se detalla en el “Documento IV. Presupuesto” y recaerá sobre la empresa adjudicataria de este proyecto.

A parte de estos residuos principales, se deberá realizar la correcta gestión de los residuos que se generen en menor cantidad, como son neumáticos, filtros y piezas de la maquinaria, residuos sólidos, etc.

La gestión, valorización y reutilización de todos los residuos deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 105/2008 y en la legislación vigente.

11. SEGURIDAD Y SALUD

Según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y debido a que el presupuesto por contrata es inferior a 450.000,00 €, es necesaria la elaboración de un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El “Anexo X. Estudio Básico de Seguridad y Salud” recoge los riesgos laborales que pueden producirse durante las actividades de restauración, así como las medidas necesarias para prevenirlos o evitarlos y la legislación que se deberá respetar en todo momento.

Lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud se respetará desde el inicio de los trabajos contemplados en el presente proyecto y estará en vigor durante todo el plazo de tiempo que es necesario para finalizar la totalidad de las obras.

12. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo que se considera necesario para el cumplimiento de las actividades programadas en el “Proyecto de Restauración de la Mina Sandra en el T.M. de Manzanera” es de UN MES Y SIETE DÍAS (37 días).

La distribución de las actividades en el tiempo se representa a continuación:

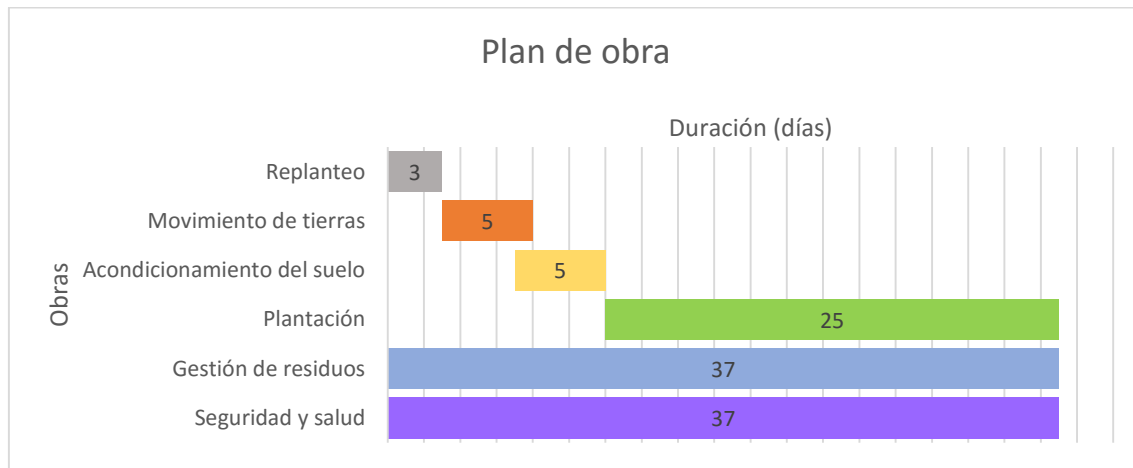


Figura 5. Distribución temporal de las actividades.

Como se indica en el “Anexo VII. Elección de Especies y Método para Repoblación”, las obras deberán comenzar a principios de otoño.

13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Al producirse por la ejecución del presente proyecto, una alteración sustancial de un entorno natural, es necesario evaluar los posibles impactos ambientales, tanto positivos como negativos, que éste puede generar.

De acuerdo con el Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, se requiere la realización de un análisis de los posibles impactos y, si fuera necesario, de las medidas que sería necesario adoptar para corregir dicho impacto, el cual queda recogido en el “Anexo IX. Estudio de Impacto Ambiental”.

El resultado de dicho estudio indica que, tras el análisis de ambas alternativas en base a los impactos ambientales posibles, se confirma que la Alternativa 2 – Restauración Forestal es la solución más adecuada para el tratamiento de la zona ocupada por la Mina Sandra, ya que supone una mejora de las condiciones ecológicas y socio-económicas de la zona.

14. ESTUDIO PAISAJÍSTICO

El área objeto del presente proyecto se encuentra situada en un paraje natural con un elevado grado de calidad ambiental y de elevada fragilidad visual.

Debido a la localización próxima al núcleo urbano, el área degradada es percibida por los habitantes del municipio, por lo que es necesario valorar los cambios, positivos o negativos, que la ejecución de la restauración puede suponer.

Como queda recogido en el “Anexo XI. Estudio Paisajístico”, la zona en la que se encuentra situada la Mina Sandra recibe la clasificación de máxima fragilidad paisajística de la región, lo cual quiere decir que es muy susceptible a sufrir impactos paisajísticos cuando se realizan cambios en su medio físico, por muy leves que sean.

Habiéndose establecido dos posibles alternativas de tratamiento del área degradada, es necesario analizar ambas en función al impacto visual que cada una produciría:

- **Alternativa 1. Abandono:** no realizar ningún tipo de actuación sobre el terreno implica la persistencia de las condiciones actuales de ausencia de vegetación y daños por erosión. Esto supone un impacto visual negativo, ya que el área degradada posee una elevada visibilidad. Además, el impacto se prolongaría a largo plazo, debido a que la vegetación natural tendría grandes dificultades para colonizar el terreno.
- **Alternativa 2. Restauración Forestal:** la instauración artificial de una cubierta vegetal permite cubrir el terreno de forma rápida, lo cual reducirá en poco tiempo el impacto visual, ya que la zona degradada irá asimilándose progresivamente al entorno.

15. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución por contrata del PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LA MINA SANDRA EN EL T.M. DE MANZANERA asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS (437.149,88 €).

Las Alhambras, agosto de 2015.

16. BIBLIOGRAFÍA

GREGORI LURBE, I. (2014). *Proyecto de Restauración de la Cantera de la Font del Carritx del TM de Xeresa*. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural. Universitat Politècnica de València. 414 pp.

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA DE ESPAÑA (AEMET). *Atlas Climático Ibérico. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000)*.

ELENA ROSSELLÓ, R. (1997). *Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid. 412 pp.

GONZÁLEZ CANO, J.M. *La fauna silvestre en las sierras de Gúdar y Javalambre*. 10 pp.

IUSS GRUPO DE TRABAJO WRB. 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. No. 103. FAO, Roma.

ALBAREDA, J.M. (1968). *Mapa de suelos de España. Descripción de las asociaciones y tipos principales de suelos*. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología. Madrid. 126 pp.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Second Edition, 1999.

GOBIERNO DE ARAGÓN. *Manual de Restauración de Explotaciones Mineras a Cielo Abierto de Aragón*. 140 pp.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Madrid. 77 pp.

DE MARÍA ANGULO, A., TOURIÑO GUERRA, L., MANZANO MACEIRA, I., DOMÍNGUEZ PETEIRO, M. *Técnicas de Gestión Forestal Sostenible en la Repoblación Forestal*. SILVANUS. 177 pp.

SILVANUS. *Preparación del terreno para la repoblación forestal*. 55 pp.

INSTITUTO ARAGONÉS DE ESTADÍSTICA (IASET), 2015. *Ficha Territorial del Municipio de Manzanera*. 22 pp.

GOBIERNO DE ARAGÓN. *Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón*. 336 pp.

GENERALITAT VALENCIANA, 2012. *Guía Metodológica para el Estudio del Paisaje*. 172 pp.

MATEO SANZ, G. *Diferencias Florísticas entre las Sierras de Albarracín, Gúdar y Javalambre (Teruel)*. Universidad de Valencia.



RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 270 pp.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1983). *Pisos Bioclimáticos de España*. Lazaroa. 11 pp.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO ESPAÑOL (IGME).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO).

<http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-calcareos/es/>