



# **APLICACIÓN PRACTICA PARA LA REHABILITACION DE UN HUECO MINERO CON LA UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)**

Carlos Andrés Marroquín Pineda

Trabajo entregado para la obtención del grado de **MÁSTER EN  
TECNOLOGÍA AMBIENTAL**

Modalidad: Profesional

Septiembre / 2022

Directores:  
Dr. Francisco Javier González Márquez  
Dr. Fulgencio Prat Hurtado

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 1/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Dr. Francisco Javier González Márquez**, DNI 75070139W jefe Departamento de Minas del Servicio de Industrias y Minas de la Consejería de Política Industrial y Energía de la Junta de Andalucía, docente colaborador del Máster de Tecnología Ambiental en la asignatura Gestión de Residuos. UNIA.

**DR. Fulgencio Prat Hurtado**, DNI 29754941W y Profesor del Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción, con docencia en la Asignatura de Restauración de espacios afectados por la minería Máster en ingeniería de Minas. UHU.

### INFORMA:

Que el trabajo titulado “**APLICACIÓN PRACTICA PARA LA REHABILITACION DE UN HUECO MINERO CON LA UTILIZACION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)**” presentado por **Carlos Andres Marroquín Pineda**, con **D.N.I.: Y7750519Q**, ha sido realizado en bajo mi dirección, y AUTORIZO su presentación y defensa como **Trabajo Fin de Máster** (Modalidad: Profesional), para el Máster Universitario en Tecnología Ambiental de la Universidad de Huelva.

En Huelva, a 19 de septiembre de 2022

Fdo.:

Dr. Francisco Javier González Márquez  
DR. Fulgencio Prat Hurtado

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 2/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Resumen

En los últimos años, el sector de la construcción ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados configurándose como una de las claves del crecimiento de la economía española. Esta situación ha llevado a que, con la ejecución de los proyectos aparezcan también nuevos desafíos, como es la creación de alternativas de valorización a los residuos generados. De acuerdo a lo anterior, este estudio tiene como objetivo dar valorización a los residuos de construcción y demolición (RCD) rechazados en las plantas de tratamiento mediante su utilización en la rehabilitación de un hueco minero, analizando las propiedades físicas y geográficas de un proyecto de explotación minera, ubicado en la provincia de Sevilla España. El principal resultado obtenido, es la viabilidad del hueco minero seleccionado, para ser propuesto como un vertedero de RCDs.

**Palabras clave:** Construcción, valorización, residuos, plantas de tratamiento, hueco minero, explotación minera, vertedero.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 3/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Abstract

In recent years, the construction sector has reached very high levels of activity, becoming one of the keys to the growth of the Spanish economy. This situation has led to new challenges appearing with the execution of the projects, such as the creation of recovery alternatives for the waste generated. According to the above, this study aims to give value to the construction and demolition waste (RCD) rejected in the treatment plants through its use in the rehabilitation of a mining hole, analyzing the physical and geographical properties of a project of mining exploitation, located in the province of Seville Spain. The main result obtained is the feasibility of the selected mining hole, to be proposed as a RCDs dump.

**Keywords:** Construction, recovery, waste, treatment plants, mining hole, mining exploitation, landfill.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 4/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

## Índice

Introducción .....	1
Problemática .....	3
Justificación .....	5
Objetivo.....	6
Marco de Referencia.....	7
Marco Conceptual.....	7
Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) .....	7
Plantas de Reciclaje (RCD) .....	7
Caracterización de los RCD Para Relleno de Huecos Mineros. ....	10
Marco Legal.....	12
Legislación Europea.....	12
Legislación Española. ....	13
Legislación Autónoma.....	14
Aplicación Práctica de Caso Real de Valoración de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) en la Rehabilitación de un Huevo Minero de una Explotación Minera en la Provincia de Sevilla (España). ....	15
Recomendaciones Técnicas Para el Relleno y Rehabilitación de un Huevo Minero con RCD. ....	16
Fase de Valoración de la Idoneidad del Huevo Minero.....	17
Fase Preparatoria.....	26
Fase de Relleno .....	32

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 5/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Fase de Clausura .....	34
Proyecto Minero Sevilla (España) .....	34
Generalidades de la Explotación.....	34
Ubicación      35	
Principales Características Demográficas y de Población.....	35
Sociedad.      36	
Análisis de los Sectores Económicos.....	36
Fase de Valoración de la Idoneidad del Hueco Minero.....	37
Fase Preparatoria del Hueco Minero.....	40
Datos Administrativos, de Localización y Delimitación. ....	40
Tipología y Características Geométricas del Hueco Minero. ....	41
Infraestructuras Asociadas a la Explotación Minera. ....	50
Análisis del Medio Físico. ....	51
Fase de Relleno del Hueco Minero .....	70
Fase de clausura .....	75
Conclusiones .....	77
Bibliografía .....	78

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 6/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Planta de Tratamiento de RCDs.</i> .....	9
<b>Figura 2</b> <i>Composición de los RCDs en Porcentaje.</i> .....	11
<b>Figura 3</b> <i>Idoneidad de los Huecos Mineros</i> .....	17
<b>Figura 4</b> <i>Número de Habitantes La Rinconada.</i> .....	35
<b>Figura 5</b> <i>Parcelas Ocupadas por el Proyecto de Explotación.</i> .....	40
<b>Figura 6</b> <i>Parcelas iniciales del Proyecto de Explotación.</i> .....	41
<b>Figura 7</b> <i>Parcelas a Explotar en el Actual Proyecto.</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Vía de Acceso a la Zona de Explotación.</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Secuenciación de la Explotación.</i> .....	46
<b>Figura 10</b> <i>Secuenciación de Explotación por Años</i> .....	50
<b>Figura 11</b> <i>Temperatura Media Anual.</i> .....	56
<b>Figura 12</b> <i>Precipitación Media Anual.</i> .....	57
<b>Figura 13</b> <i>Rosa de Vientos.</i> .....	60
<b>Figura 14</b> <i>Hidrología superficial.</i> .....	61
<b>Figura 15</b> <i>Edafología.</i> .....	63
<b>Figura 16</b> <i>Vegetación Potencial.</i> .....	64
<b>Figura 17</b> <i>Unidades Paisajísticas.</i> .....	67
<b>Figura 18</b> <i>Cuenca Visual.</i> .....	68
<b>Figura 19</b> <i>Usos del Suelo.</i> .....	69
<b>Figura 20</b> <i>Parcelación para Rehabilitación.</i> .....	72
<b>Figura 21</b> <i>Perfil de Explotación y Restauración.</i> .....	73
<b>Figura 22</b> <i>Estructura del Relleno de Restauración.</i> .....	73

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 7/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

<b>Figura 23</b> Metodología para el Relleno del Hueco en la Rehabilitación. ....	74
---	----

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Composición de los RCDs en Porcentaje. ....	10
<b>Tabla 2</b> Criterios de valoración del factor hidrogeológico. ....	18
<b>Tabla 3</b> Factor de Proximidad a Masas de Aguas Superficiales. ....	20
<b>Tabla 4</b> Grado de Erosión de los Taludes. ....	21
<b>Tabla 5</b> Factor Coste de Transporte y Suministro. ....	23
<b>Tabla 6</b> Criterios para la Definición de la Clase de Accesibilidad Visual. ....	24
<b>Tabla 7</b> Factor de Prioridad de Restauración de Espacios Degradados por Minería... 25	
<b>Tabla 8</b> Cálculo del Factor Hidrogeológico. ....	38
<b>Tabla 9</b> Cálculo del Índice de Idoneidad. ....	39
<b>Tabla 10</b> Superficie Inicial de la Explotación. ....	41
<b>Tabla 11</b> Superficie Definida como Área de Explotación. ....	42
<b>Tabla 12</b> Reservas a Explotar. ....	43
<b>Tabla 13</b> Producción en la Explotación. ....	44
<b>Tabla 14</b> Zonas a Explotar por Año de Vida de la Gravera ..... 47	
<b>Tabla 15</b> Terrazas Geológicas Presentes. ....	53
<b>Tabla 16.</b> Temperatura Media Anual. ....	56
<b>Tabla 17</b> Índice de Humedad Thornthwaite. ....	59
<b>Tabla 18</b> Vientos Dominantes. ....	59
<b>Tabla 19</b> Intensidad del Viento. ....	60

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 8/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



## Introducción

La construcción es uno de los sectores económicos más importantes para España, cada día se diseñan nuevos proyectos de infraestructura buscando el desarrollo como estado, esta situación ha llevado a que, con la ejecución de los proyectos aparezcan también nuevos desafíos, como la creación de alternativas de valorización a los residuos generados. Es importante resaltar que las construcciones son el segundo sector que más genera residuos de carácter inerte del país. (INE, 2019).

El inadecuado tratamiento de los residuos de construcción y demolición, no han alcanzado los objetivos planteados por la Unión Europea en sus Directivas, es por tal razón que se hace necesario que por parte del gobierno español se planteen nuevas alternativas en el mejoramiento del tratamiento y disposición final de estos residuos, todo esto con el fin de encontrar soluciones a la problemática.

A la fecha, por parte del gobierno se han desarrollado leyes, planes y directivas que han logrado aumentar los índices año a año de las tasas de reciclado de los residuos (INE 2019), pero estas alternativas no han sido suficientes, viendo que los porcentajes a las fechas actuales continúan por debajo de lo esperado.

El presente estudio de caso, se propone como una alternativa en la búsqueda de alcanzar las metas propuestas por el Gobierno. Este estudio tiene como objetivo dar valorización a los residuos de construcción y demolición (RCD) rechazados en las plantas de tratamiento mediante su utilización en la rehabilitación de un hueco minero, analizando las propiedades físicas y geográficas de un proyecto de explotación minera, ubicado en la provincia de Sevilla España. El principal resultado obtenido, es la viabilidad del hueco minero seleccionado, para ser propuesto como un vertedero de RCDs.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 9/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Este documento está organizado en siete secciones, de las cuales la primera es esta introducción, la segunda y tercera sección corresponde a la problemática y justificación respectivamente. La cuarta sección muestra el objetivo de la investigación, la quinta sección contiene el marco de referencia en el cual se encuentra aportes teóricos y principales conceptos, la sexta sección muestra la aplicación práctica de la investigación y finalmente en la octava sección se muestran las conclusiones e implicaciones.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 10/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Problemática

En los últimos años, el sector de la construcción ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados configurándose como una de las claves del crecimiento de la economía española. Esta situación ha provocado, un auge extraordinario de la generación de residuos procedentes tanto de la construcción de infraestructuras y edificaciones de nueva planta como de la demolición de inmuebles antiguos, sin olvidar los derivados de pequeñas obras de reforma de viviendas y locales (RD, 105/2008). Los datos sitúan la tasa de reciclaje español alrededor del 42,4% (INE, 2019) y de acuerdo con el informe Symonds & Ass, España se posiciona como el quinto país de la UE que más RCD genera. Del total de residuos producidos, que supera los 138,7 millones de toneladas, se estima que al menos 35 millones provienen del sector de la construcción (INE, 2019) y de estas cantidades gran parte continúan siendo gestionados de forma irregular. *“España es el país de la Unión Europea que vierte una mayor cantidad de residuos a vertederos, un total de 12 millones de toneladas anuales en 2017, el último año del que se tienen datos”* (RETEMA, 2020 párrafo primero).

En busca de corregir la situación actual y con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva, ha entrado en vigor en febrero de este año la nueva legislación sobre RCDs del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

El problema ambiental que plantean estos residuos, se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. En efecto, la insuficiente prevención de la producción de residuos en origen se une el escaso reciclado de los que lo generan.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 11/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Estos RCDs presentan elevados volúmenes de material que son acopiados en las plantas de reciclaje con escasas posibilidades de comercialización o eliminados en vertederos, reduciendo el espacio disponible y/o la capacidad de dichas instalaciones. Sin embargo, estos RCDs pueden ser una alternativa viable para la restitución topográfica de aquellos huecos mineros que carezcan de estériles suficientes para ello.

Entre los impactos ambientales, se destaca la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables. Esta grave situación debe corregirse, con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva (RD, 105/2008).

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 12/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Justificación

Teniendo en cuenta que el desarrollo de la infraestructura en España sigue creciendo, y como consecuencia el incremento en la generación de los RCDs, es necesario plantear alternativas mediante las cuales se pueda contrarrestar los impactos ambientales ocasionados por el inadecuado tratamiento de los residuos generados en la construcción.

Según la directiva europea del año 2008, se tenía como objetivo que para el año 2020 llegar a un reciclado del 70% de los residuos no peligrosos. El Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022 de España (PEMAR, 2015), incluyó este porcentaje como parte de su objetivo para el año 2022, teniendo en cuenta que para el año 2018 el porcentaje se situaba en un 42,4% (INE, 2019), por tanto, nos encontramos lejos de cumplir dichos objetivos.

Una vez adelantado el estudio por el Ministerio para la transición ecológica, en el cual se evidenció que por lo menos el 50% de RCDs que ingresan a una planta de tratamiento es rechazado en el precribado, surge la propuesta de plantear una alternativa para la valorización de estos residuos de rechazo mediante la rehabilitación de un hueco minero.

En consecuencia, con todo lo antes mencionado, con la presentación del presente estudio, se busca dar a conocer una alternativa de uso a un material que se está dejando de lado, el cual puede tener un gran uso y suplir una necesidad en casos específicos, así también se busca reducir el acumulamiento de estos materiales en zonas no apropiadas para el mismo y a su vez disminuir su disposición en vertederos comunes sin darle una valoración adecuada.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 13/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Objetivo

Dar valorización a los residuos de construcción y demolición (RCD) rechazados en las plantas de tratamiento, mediante su utilización en la rehabilitación de un hueco minero.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 14/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

## Marco de Referencia

### Marco Conceptual

#### *Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)*

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son materiales de desecho, generados en las actividades de construcción, demolición y reforma, de edificaciones, obra civil y espacio público. Estos son considerados inertes -no peligrosos- y poseen alta susceptibilidad de ser aprovechados mediante transformación y reincorporación como materia prima de agregados en la fabricación de nuevos productos (Santos, Delgado, Martínez, 2013).

De acuerdo al concepto definido por Santos, Delgado, Martínez, (2013) los residuos inertes son no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas de consideración. Entre estos residuos no se encuentran materiales solubles, combustibles, biodegradables o que reaccionan física o químicamente con otras sustancias; no perjudican a la salud humana ni contaminan el medio ambiente. Son los residuos que comúnmente se llaman “escombros” (pág. 15). Adicionalmente los Residuos no peligrosos no presentan problemas de toxicidad en sí mismos, pero pueden sufrir o producir en otras sustancias modificaciones físicas, químicas o biológicas que den lugar a sustancias perjudiciales para el ser humano o contaminantes para el medio ambiente (pág. 16).

#### *Plantas de Reciclaje (RCD)*

En general, el proceso de reciclaje en estas plantas de RCD suelen constar de las siguientes fases:

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 15/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Control de Admisión de los Residuos.** Incluye procedimientos como el pesaje en bascula, identificación y evaluación del material a través de la inspección visual y documental, y registro de entrada. Esta fase tiene por objeto garantizar que el material cumpla las condiciones de admisibilidad y trazabilidad (Alberruche, et al.,2018).

**Clasificación o Triaje Primario.** Tiene como finalidad separar, en la zona de descarga, los materiales voluminosos no pétreos reutilizables (madera, plásticos, metales, etc.) de los pétreos, así como aquellos materiales que puedan ser contaminantes o peligrosos mediante procedimientos manuales o mecánicos (martillos hidráulicos, palas y retroexcavadoras, etc) (Alberruche, et al.,2018).

**Precribado.** Tiene por objeto la separación de: a) fracciones pétreas excesivamente grandes para el equipo de trituración a través de un alimentador precribador; b) o fracciones muy finas mediante diversos sistemas (trómeles, cribas, etc.). En el precribado de finos se produce un rechazo de material pétreo (tamaño entre 0-20 mm o 0-40 mm), de calidad inferior a la zahorra que se obtiene tras el proceso de trituración por el alto contenido de tierra y arena (GERD, 2012).

**Trituración.** Proceso mecánico de reducción del tamaño del material pétreo a determinadas fracciones. En algunos casos solo se realiza un único tratamiento primario de trituración empleándose normalmente trituradoras de mandíbula; o en una misma línea de producción se puede incorporar además una trituración secundaria con trituradoras de impacto o de cono (Alberruche, et al.,2018).

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 16/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



**Clasificación y Limpieza.** Tiene por objeto una separación más fina de materiales no pétreos o impropios, algunos de los cuales pueden ser reutilizados o reciclados, a través del uso de electroimanes para la captación de elementos férricos, cabinas de triaje (plástico, madera, etc.) y sistemas de limpieza con flujo de aire (sopladores o ciclones) o agua (lavadoras, etc.). Estos sistemas de clasificación y limpieza pueden localizarse antes o después del proceso de trituración o en ambas partes.

**Cribado.** Proceso de separación y clasificación del material procesado según granulometrías específicas a través de cribas y cintas transportadoras que van distribuyendo el mismo en distintos acopios.

## Figura 1

*Planta de Tratamiento de RCDs.*

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 17/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



### ***Caracterización de los RCD Para Relleno de Huecos Mineros.***

El R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras permite el uso de residuos de procedencia no minera (art. 13.1.d), incluyendo los RCD, para el acondicionamiento y relleno de los huecos de explotación de acuerdo con las prescripciones del R.D. 646/2020, del 07 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se caracterizan por su gran heterogeneidad, pues incluye una amplia variedad de materiales de diferente naturaleza, tal y como se recoge en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006. Bajo la denominación de residuos de construcción y demolición se incluye una variada serie de materiales. Según un estudio de composición de este tipo de materiales llevado a cabo por la Comunidad Autónoma de Madrid, los que van a sus vertederos, contienen (PNRCD, 2001)

### **Tabla 1**

*Composición de los RCDs en Porcentaje.*

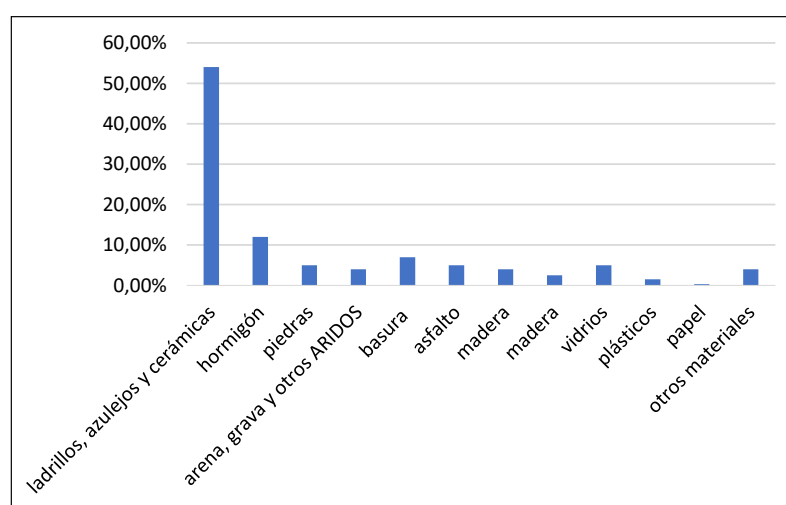
<b>RCDs Composición</b>	
-------------------------	--

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 18/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Ladrillos, azulejos y cerámicas	54,00%
Hormigón	12,00%
Piedras	5,00%
Arena, grava y otros áridos	4,00%
Basura	7,00%
Asfalto	5,00%
Madera	4,00%
Metales	2,50%
Vidrios	5,00%
plásticos	1,50%
papel	0,30%
otros materiales	4,00%

**Figura 2**

*Composición de los RCDs en Porcentaje.*



Según estudio realizado en la creación de la guía para la rehabilitación de huecos mineros con RCD, se pudo determinar que el volumen de material pétreo (tamaño entre 0-20 mm o 0-40 mm) rechazado en el precibado de finos en la línea de producción de áridos reciclados mixto-

cerámicos es muy elevado; se estima grosso modo que se encuentra en torno al 50% del total de este tipo de RCD que ingresa en las plantas de reciclaje, tal y como señalan la mayoría de los gestores consultados próximos a núcleos urbanos con una elevada producción de RCD.

De acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), este tipo de RCD es equiparable, desde el punto de vista granulométrico, a los suelos para rellenos tipo terraplén, Por otra parte, el índice CBR calculado mediante la fórmula empírica propuesta por la AASHTO (NCHRP, 2001), indico una capacidad portante de estos materiales que puede considerarse aceptable para su uso en rellenos de huecos mineros y terraplenes. Todas estas características geotécnicas resultan favorables para la estabilidad geomecánica de los rellenos realizados con este tipo de RCD (Alberruche, et al.,2018).

Por las razones antes expuesta, se considera de gran importancia, la valorización de los rechazos pétreos de la fase de precribado de finos, mediante su uso en la rehabilitación de espacios degradados por minería.

### **Marco Legal**

Para el desarrollo del presente estudio de caso, es necesario enmarcar las leyes y normas aplicables al estudio, por lo cual las mismas se relacionan a continuación:

#### ***Legislación Europea.***

La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos, establece el marco jurídico comunitario que regula la producción y gestión de los mismos. A pesar de que Unión Europea considera los RCD como un “flujo prioritario de residuos”, no se ha desarrollado una norma europea específica para ellos. Esta Directiva tiene como objetivo para los residuos “no peligrosos” procedentes de la construcción y de las demoliciones conseguir, en 2020, que al menos el 70% en peso de dichos residuos sean

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 20/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

reutilizados o valorizados mediante el reciclado u otras valorizaciones, entre las que se incluyen las operaciones de relleno que utilicen estos residuos en sustitución de otros materiales, con exclusión de los materiales presentes de modo natural definidos en la categoría 17 05 04 de la Lista Europea de Residuos la cual corresponde a la tierra, piedras y lodos de drenaje.

***Legislación Española.***

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición constituye la normativa básica que establece el régimen jurídico de la producción y gestión de los RCD, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, así como el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción (art. 1).

El R. D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras establece las medidas, procedimientos y orientaciones para prevenir o reducir en la medida de lo posible los efectos adversos que sobre el medio ambiente y los riesgos sobre la salud humana, puedan producir la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y el resto de recursos geológicos, así como la gestión de los residuos mineros. El concepto aprovechamiento incluye, además de la explotación, almacenamiento y beneficio de dichos recursos, la rehabilitación de los espacios afectados por la actividad minera (art. 2.1).

En su Título I sobre el Plan de Restauración se define el término Rehabilitación como el tratamiento del terreno afectado por dicha actividad de forma que se devuelva este a un estado satisfactorio, en particular en lo que se refiere, según los casos, a la calidad del suelo, la fauna, los hábitats naturales, los sistemas de agua dulce, el paisaje y los usos beneficiosos apropiados (art.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 21/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

3.7.a). El Plan de Restauración consta de una descripción detallada del entorno previsto para el desarrollo de las labores mineras, así como de las medidas previstas para la rehabilitación del espacio natural afectado por la explotación de los recursos minerales y de los servicios e instalaciones anejas a la misma.

La Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, de acuerdo con la Directiva Marco de Residuos, contempla además la elaboración de planes de gestión estatales y autonómicos para el desarrollo de la política de residuos en nuestro país. Respecto a los RCD hay que destacar: el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (II PNRCD), incluido en el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR). Y el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) para el período 2016-2022.

El PEMAR dedica el apartado 13 al establecimiento de las directrices de la política española en materia de residuos de construcción y demolición. Tal y como se ha señalado anteriormente, el PEMAR incorpora como objetivo cualitativo la valorización de los residuos no peligrosos procedentes de RCD mediante su uso en la restauración de espacios degradados y en obras de acondicionamiento o relleno. De esta forma, se contribuye también al objetivo cuantitativo del plan de alcanzar en 2020 la valorización de al menos el 70% en peso de los RCD no peligrosos producidos en nuestro país. Para ello, el PEMAR contempla expresamente el desarrollo de acuerdos y convenios sectoriales entre las industrias extractivas y las Comunidades Autónomas, para promover la valorización de RCD mediante la utilización de los mismos en la restauración de huecos mineros.

### ***Legislación Autónoma***

Para nuestro caso de interés, se aplica el Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. Este Reglamento tiene por objeto prevenir la

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 22/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

generación de residuos y fomentar, por este orden, la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización, preferentemente el material sobre la obtención de energía, considerándose la deposición en vertedero aceptable únicamente cuando no existan otras alternativas viables y esté justificada por un enfoque de ciclo de vida sobre los impactos globales de la generación y gestión de dichos residuos (art. 1.2).

**Aplicación Práctica de Caso Real de Valoración de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD)  
en la Rehabilitación de un Hueco Minero de una Explotación Minera en la Provincia de Sevilla  
(España).**

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 23/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Para la realización del presente estudio de caso, se tomó como metodología, las pautas dadas por la “guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de construcción y demolición” creada por el ministerio de para la transición ecológica del gobierno de España en el año 2018, la cual tiene como objeto incrementar las posibilidades de puesta en valor de este tipo de residuos (rcd); a su vez se tomaron en cuenta las estipulaciones dadas por el real decreto (R.D 105/2008) quien establece la utilización de residuos inertes procedentes de actividades de construcción y demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, o en obra de acondicionamiento o relleno, podría ser considerada una operación de valorización y no de eliminación en vertedero siempre que se cumplieran los criterios mínimos establecidos en la norma.

así mismo se pusieron en práctica las directrices dadas por el (R.D 975/2009), sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras.

Es importante resaltar, que, para realizar la aplicación de los apartados solicitados por la guía y los reales decretos, fue necesario contar con la información proporcionados por la empresa minera interesada en llevar a cabo la explotación, la cual contiene el estudio de restauración e impacto ambiental.

### **Recomendaciones Técnicas Para el Relleno y Rehabilitación de un Hueco Minero con RCD.**

En este apartado se realizan una serie de recomendaciones sobre diversos aspectos que deberían contemplarse en cada fase de un proyecto de relleno y rehabilitación de un hueco minero con RCD, con relación a lo anterior se describen: la fase de valoración de la idoneidad del hueco minero, fase preparatoria o preoperacional del proyecto, fase de relleno y fase de clausura (Alberruche, et al.,2018)

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 24/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



Como lo recomienda Alberruche (2018), en el momento de inicio de la redacción de un proyecto de rehabilitación de un hueco minero con residuos de construcción y demolición se dispondrá de la información que ha tenido que ser recopilada y valorada para establecer la idoneidad de dicho hueco como receptor de los residuos. El conjunto de factores evaluados en el estudio de idoneidad es muy relevante, aunque no estén incluidos todos los que deben contemplarse en análisis más detallados del emplazamiento y caracterización del hueco de excavación, y constituye un punto de partida que facilitará la selección de datos que pueden ser necesarios recabar (Pág. 63).

### ***Fase de Valoración de la Idoneidad del Hueco Minero.***

La idoneidad de un hueco para su restauración con RCD se valora mediante un índice de idoneidad (ID), en términos cualitativos: baja, media, alta y muy alta de acuerdo con la escala de valoración de la Tabla 3. Dicha escala es aplicada a todos los componentes que definen dicho índice: condicionantes técnico-mineros, coste del transporte y garantía de suministro de RCD, y prioridad de restauración de espacios degradados por minería que son descritos en los siguientes apartados.

### **Figura 3**

#### *Idoneidad de los Huecos Mineros*

Escala de Valoración de la Idoneidad de los Huecos Mineros para su Rehabilitación con Rcd	
Valores del Índice de Idoneidad (ID)	Clase De Idoneidad
$\leq 1$	Baja
$> 1 - 2$	Media
$> 2 - 3$	Alta

> 3 – 4	Muy Alta
---------	----------

Según la guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de RCD, es importante tener en cuenta todos estos condicionantes y factores, todo esto con el fin de poner determinar con una mayor facilidad el grado de ID antes mencionado, es por esta razón que a continuación se quiere describir según (Alberruche, et al.,2018), las características a tener en cuenta a la hora de definir este grado de idoneidad:

**Condicionantes técnico-mineros (CMIN).** Son todos aquellos componentes que van a condicionar el diseño técnico minero de la rehabilitación del hueco, está directamente relacionado con la protección de aguas subterráneas ( $AG_{SUB}$ ), superficiales ( $PA_{SUP}$ ) y con la inestabilidad de los taludes de la zona excavada ( $E_{REST}$ ) que pudieran afectar de alguna forma la rehabilitación del relleno.

- **El factor hidrogeológico ( $AG_{SUB}$ ).** Es evaluado finalmente mediante la suma ponderada de los componentes: características hidrogeológicas del hueco de explotación ( $H_{SUB}$ ); vulnerabilidad de las masas de agua subterránea ( $V_{SUB}$ ); profundidad del nivel freático ( $P_{NF}$ ); y distancia a captaciones de agua para abastecimiento ( $M_{SUB}$ ) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$AG_{SUB} = 0,3 * H_{SUB} + 0,3 * V_{SUB} + 0,3 * P_{NF} + 0,1 * M_{SUB}$$

**Tabla 2**

*Criterios de valoración del factor hidrogeológico.*

Factor Hidrogeológico ( $AG_{SUB}$ )	
Características hidrogeológicas del hueco de explotación	$H_{SUB}$

Calizas, dolomías y yesos muy karstificados con cavidades o huecos bien desarrollados.	Exclusión
Permeabilidad alta: arenas limpias, gravas	1
Permeabilidad moderada: calizas, dolomías y yesos débilmente kárstificados o fisurados; rocas ígneas y metamórficas fracturadas; arenas limosas.	2
Permeabilidad baja: areniscas, calizas, dolomías y yesos masivos; limos; limos arenosos; arcilla limosa.	3
Permeabilidad muy baja: arcillas y margas compactas; rocas ígneas y metamórficas masivas; pizarras; tillitas.	4
<b>Vulnerabilidad de las masas de agua subterránea</b>	<b>V<sub>SUB</sub></b>
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Alta o Muy Alta	1
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Media	2
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Baja	3
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Muy Baja	4
<b>Profundidad del nivel freático</b>	<b>P<sub>NF</sub></b>
≤ 2 m	Exclusión
> 2 – 3 m	1
> 3 – 5 m	2
> 5 – 10 m	3
> 10 m	4
> 3 m en litologías impermeables.	4
Sin nivel freático	4
<b><i>Distancia a captaciones de agua para abastecimiento</i></b>	<b>M<sub>SUB</sub></b>

< 100 m	Exclusión
100 – < 200 m	1
200 – < 500 m	2
500 – < 1.000 m	3
≥ 1.000 m	4

- **Proximidad a masas de aguas superficiales ( $PA_{SUP}$ ).** Evalúa la posible afección de las mismas por efluentes y escorrentías procedentes de áreas mineras, restauradas con RCD. La distancia disminuye la probabilidad de que dichos efluentes puedan alcanzar cuerpos de agua superficial. Al mismo tiempo, favorece una reducción de la carga de sólidos en suspensión y contaminantes, en este caso sulfatos, por: infiltración, deposición, precipitación y otros procesos de atenuación natural al interactuar con el terreno.

**Tabla 3**

*Factor de Proximidad a Masas de Aguas Superficiales.*

Factor de Proximidad a Masas de Aguas Superficiales ( $PA_{SUP}$ )	
<i>Distancia del hueco a una masa de agua superficial</i>	$PA_{SUP}$
< 30 m	Exclusión
30 – 100 m	1
> 100 – 500 m	2
> 500 – 1.000 m	3
> 1.000 m	4

- **Grado de erosión de los taludes del hueco y/o la presencia de inestabilidades (EREST).** Este factor, puede incrementar significativamente los costes económicos derivados del acondicionamiento y saneado del mismo, para poder llevar a cabo las operaciones de relleno en condiciones de seguridad o garantizar la estabilidad geotécnica y la protección ambiental tras la restauración. Los criterios de valoración de este factor en suelos y rocas blandas, se han basado en la clasificación de estados erosivos de los taludes de depósitos de residuos mineros abandonados diseñada para la evaluación del riesgo de este tipo de instalaciones (Alberruche et al., 2014).

**Tabla 4***Grado de Erosión de los Taludes.*

Grado de Erosión de los Taludes del Hueco y/o Presencia de Inestabilidades (ER <sub>EST</sub> )	
<i>Huecos excavados en suelos y rocas blandas</i>	ER <sub>EST</sub>
Erosión hídrica extrema con abundantes regueros y cárcavas tanto grandes como pequeñas, frecuentes fenómenos de tubificación, y/o presencia de movimientos de masa (deslizamientos, etc.)	1
Abundantes regueros con frecuentes cárcavas (alguna grande, de > 1 m de profundidad) y algunos fenómenos de tubificación. O presencia de grietas de tracción verticales y en cabecera significativos desde el punto de vista de la estabilidad del talud.	2
Erosión con regueros frecuentes o abundantes con pocas cárcavas pequeñas (de 30 cm a 1 m de profundidad).	3
Erosión laminar o erosión con pocos regueros (< 30 cm de profundidad)	4

**El factor condicionante técnico-mineros ( $C_{MIN}$ ).** Es evaluado finalmente mediante la agregación ponderada de todos los factores descritos anteriormente: factor hidrogeológico ( $AG_{SUB}$ ), factor de proximidad a masas de aguas superficiales ( $PA_{SUP}$ ) y grado de erosión de los aludes del hueco y/o presencia de inestabilidades ( $ER_{EST}$ ), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C_{MIN} = 0,7*AG_{SUB} + 0,2*PA_{SUP} + 0,1*ER_{EST}$$

**Coste de transporte y suministro de RCD ( $CT_{SUM}$ ).** Para la determinación de la idoneidad se ha contemplado el componente coste de transporte y suministro de RCD ( $CT_{SUM}$ ), cuya valoración va a depender de la distancia de los huecos mineros a los núcleos urbanos ( $D_{NUC}$ ) y del potencial de producción de RCD de los mismos ( $P_{NUC}$ ).

- **Distancia a centros de producción de RCD ( $D_{NUC}$ ).** Tiene por objeto evaluar la viabilidad de las restauraciones en función del coste del transporte. La naturaleza de este tipo de residuos de elevado volumen propicia que este sea alto y condicione el uso de los mismos en la rehabilitación minera.
- **Tamaño de población de los núcleos urbanos ( $P_{NUC}$ ).** Evalúa el potencial de producción de RCD de los mismos en función del número de habitantes, por lo tanto, el potencial de disponibilidad de material para garantizar el relleno de los huecos mineros próximos. En 2015, la producción media española de RCD por habitante era de 0,435 t/hab/año (FERCD, 2017).

**El factor coste de transporte y suministro de RCD ( $CT_{SUM}$ ).** Es evaluado integrando ambos componentes: distancia a centros de producción de RCD ( $D_{NUC}$ ) y tamaño de población de los núcleos urbanos ( $P_{NUC}$ ), que son valorados de acuerdo con los criterios recogidos, y según la siguiente ecuación (Alberruche, et al.,2018):

$$CT_{SUM} = 0,7*D_{NUC} + 0,3*P_{NUC}$$

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 30/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Tabla 5**

*Factor Coste de Transporte y Suministro.*

Factor Coste de Transporte y Suministro de RCDs ( $C_{tsum}$ )	
<i>Distancia a centros de producción de RCD</i>	$D_{NUC}$
> 50 km	1
> 30 – 50 km	2
> 15 – 30 km	3
$\leq$ 15 km	4
<i>Tamaño de población de los núcleos urbanos</i>	$V_{SUB}$
< 10.000 habitantes	1
10.000 – 100.000 habitantes	2
>100.000 – 500.000	3
> 500.000	4

***Prioridad de restauración de espacios degradados por minería ( $PR_{REST}$ )***

Otro factor contemplado en la evaluación es el de prioridad de restauración de espacios degradados por minería ( $PR_{REST}$ ). La prioridad de rehabilitación va a depender de la sensibilidad de los espacios y/o ecosistemas afectados y grado de conservación, la calidad del paisaje y la incidencia visual de la alteración minera.

- ***Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje (CAMB).*** Considera que los espacios naturales más sensibles o ecosistemas de más alto valor, o de una elevada calidad visual del paisaje, son los más prioritarios para su restauración. En este caso, la rehabilitación de estos espacios contribuye a mejorar, conservar o proteger el patrimonio natural más valioso.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 31/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

- **Accesibilidad visual (AVIS).** Ha sido valorada en función del tamaño de población de los núcleos urbanos y/o vías de comunicación, según intensidades medias diarias de tráfico o el sistema jerárquico de la red de carreteras, desde donde las zonas mineras son visibles. A mayor accesibilidad visual mayor prioridad de recuperación de un espacio degradado.

**Tabla 6**

*Criterios para la Definición de la Clase de Accesibilidad Visual.*

Clase	Criterios para la Definición de la Clase de Accesibilidad Visual (A <sub>VIS</sub> )
Baja	No visible desde vías de comunicación o núcleos de población
	Visible desde núcleos de población de < 5.000 habitantes
Media	Visible desde carreteras de la red local y autonómica
	Visible desde vías con IMD < 5.000
	Visible desde núcleos de población de entre 5.000 y 50.000 habitantes
Alta	Visible desde carreteras de la Red del Estado (RCE)
	Visible desde vías con IMD entre 5.000 y 10.000 vehículos
	Visible desde núcleos de > 50.000 habitantes
Muy Alta	Visible desde autopistas y autovías (independientemente de la titularidad)
	Visible desde vías con IMD de más de 10.000 vehículos

***El factor de prioridad de restauración de espacios degradados por minería (PRREST).***

Es valorado a partir de los componentes: calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje (C<sub>AMB</sub>) y

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 32/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



accesibilidad visual ( $A_{VIS}$ ), evaluados ambos de acuerdo con los criterios recogidos y aplicando la siguiente ecuación:

$$PR_{REST} = 0,6 * C_{AMB} + 0,4 * A_{VIS}$$

**Tabla 7**

*Factor de Prioridad de Restauración de Espacios Degradados por Minería.*

Factor Prioridad De Restauración De Espacios Degradados Por Minería	
(PR <sub>REST</sub> )	
<i>Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje</i>	$C_{AMB}$
Espacios muy degradados ambientalmente y calidad visual del paisaje baja o muy baja	1
Espacios moderadamente degradados y/o calidad visual del paisaje media	2
Ecosistemas bien conservados y/o calidad visual del paisaje alta	3
Áreas sensibles o espacios naturales protegidos y/o calidad visual del paisaje muy alta	4
<i>Accesibilidad visual</i>	$A_{VIS}$
Baja	1
Media	2
Alta	3
Muy Alta	4

**Índice de idoneidad del hueco para su rehabilitación con RCD (ID).** El índice de idoneidad (ID) será función de todos estos componentes descritos anteriormente: condicionantes técnico-mineros ( $C_{MIN}$ ), coste de transporte y suministro de RCD ( $CT_{SUM}$ ) y prioridad de

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 33/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

restauración de espacios degradados por minería (PRREST). La determinación del mismo se lleva a cabo aplicando la siguiente ecuación:

$$ID = 0,6 * C_{MIN} + 0,3 * CT_{SUM} + 0,1 * PR_{REST}$$

Este índice pone de manifiesto, por lo tanto, la aptitud del hueco minero para el relleno con este tipo residuos en función de la vulnerabilidad del medio, el esfuerzo técnico y el coste económico necesarios para garantizar la protección ambiental, la viabilidad del uso de estos materiales en función del coste de transporte y distancia a los centros productores de RCD, y la prioridad social de protección y mejora del patrimonio natural y paisajístico más valiosos (Alberruche, et al.,2018).

### ***Fase Preparatoria.***

Convendrá seguir una cierta sistemática para completar la información que normalmente es necesaria para obtener un conocimiento lo más completo posible del estado inicial del proyecto. En este sentido, la información puede agruparse en los siguientes bloques:

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 34/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Datos administrativos, de localización y delimitación.** Interesaran, sobre todo los datos relativos a la delimitación del correspondiente proyecto minero, así como los relacionados con el Plan de Restauración aprobado para esa explotación minera. Es conveniente conocer con exactitud el término o términos municipales afectados por el hueco y sus infraestructuras asociadas, así como los nombres locales del paraje o parajes de su entorno. La delimitación del hueco y la ubicación de puntos de referencia mediante coordenadas UTM (ETRS89), también pueden ser de utilidad.

**Tipología y características geométricas del hueco minero.** Todas las tipologías de huecos mineros pueden ser o no ser susceptibles de rehabilitación con RCD, siendo siempre necesaria tal y como se ha señalado en apartados anteriores una evaluación de la aptitud de cada hueco de excavación caso por caso. En definitiva, si se ha evaluado previamente la idoneidad de plantear un relleno en un hueco minero concreto, mediante lo que se ha denominado índice de idoneidad (ID), los aspectos importantes asociados a la tipología habrán sido valorados.

Las dimensiones que definen la geometría de un hueco son: perímetro y superficie total excavada, diferencia máxima de cota entre coronación del frente y el fondo o plaza de la explotación, superficie de la plaza, número de bancos, pendiente y altura de bancos, anchura de bermas, y pendiente general de los taludes. También es importante describir los accesos y las pistas interiores a la explotación, en especial su anchura y pendiente.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 35/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Infraestructuras asociadas a la explotación minera.** De todas las infraestructuras asociadas a la explotación minera, las que presentan mayor interés son los accesos y pistas interiores y los posibles sistemas de drenaje superficial existentes (canales o zanjas de derivación y cunetas).

**Análisis del medio físico.**

**Topografía y relieve.** Considerando que el relleno de huecos mineros con RCD se justifica en buena parte por la posibilidad de mejorar la integración morfológica y paisajística, es necesario analizar la fisiografía. Por otro lado, si se busca una adecuación de los objetivos finales de rehabilitación con los usos del suelo o la vegetación del entorno cercano, es importante considerar la pendiente, junto a otros factores del medio, para comprender la distribución actual de esos usos del suelo y relieve del entorno cercano.

**Geología, geomorfología y geotecnia.** Se puede afirmar que el sustrato geológico tiene dos funciones fundamentales en un proyecto de relleno de huecos mineros con RCD. Por un lado, determina la estabilidad, tanto durante las operaciones de relleno, como en situación final o de clausura. se deben reconocer litotipos, es decir, grupos de materiales con las mismas propiedades geomecánicas. Interesa caracterizar las variaciones, profundidad, parámetros específicos, extensión y características de los materiales que forman el hueco destinado a recibir los residuos.

**Hidrogeología.** El estudio hidrogeológico es de vital importancia en la caracterización del hueco minero, enfocado fundamentalmente a valorar las posibilidades de entrada de aguas subterráneas y la infiltración de lixiviados desde el relleno hacia los sistemas acuíferos. Lo verdaderamente importante es comprender la posible conexión hidráulica entre la unidad o unidades hidrogeológicas afectadas por el hueco minero y los puntos de agua.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 36/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Climatología.** En el caso del relleno de un hueco minero, el análisis climático tiene dos aplicaciones fundamentales. Por un lado, ha de servir de base para el estudio de la hidrología y el diseño de infraestructuras de drenaje. Por otro, es la base para la clasificación climática y fitoclimática, permitiendo una primera aproximación al conocimiento de la potencialidad climática para la implantación de vegetación.

Para el estudio del clima en el lugar del emplazamiento del hueco minero lo ideal sería disponer de una estación termo-pluviométrica en las proximidades, a cota semejante, y con la misma orientación. Normalmente este caso no se dará nunca, por lo que será necesario seleccionar estaciones situadas en un entorno que puede ser más o menos amplio según la región.

Otro elemento de análisis importante para evaluar la incidencia del clima es la evapotranspiración, ya sea la evapotranspiración potencial (ETP) calculada por métodos como los de Thornthwaite, por su interés para la clasificación climática.

Con todo lo anterior, es posible realizar algunos ejercicios de síntesis para caracterizar el clima del emplazamiento. En primer lugar, interesa conocer la aridez, empleando, por ejemplo, el índice de aridez, aplicando los criterios de la UNESCO, Según los criterios de la UNESCO, se clasifican las zonas áridas a partir de la precipitación, la evapotranspiración, la temperatura, el número de meses secos y el período de sequía.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 37/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Hidrología superficial.** Una primera aproximación al estudio de la hidrología superficial es la identificación y descripción, a modo de inventario, de todas las formas en las que está presente el agua superficial en el entorno cercano del hueco de explotación: ríos, arroyos, lagunas, manantiales, etc. A partir de aquí, no resulta complicado localizar en un mapa dichas formas, empleando la fotointerpretación y el recorrido en campo.

**Edafología.** La rehabilitación posterior al relleno del hueco minero se puede beneficiar enormemente del conocimiento de los suelos en el entorno cercano. El estudio de los suelos en el entorno del emplazamiento debe iniciarse con una revisión minuciosa de la información que pueda estar disponible.

La clasificación edafológica debe traducirse para que pueda tener utilidad. Estas valoraciones van desde características específicas tales como erodibilidad, espesor útil, capacidad de retención de humedad, a valoraciones de carácter más global sobre la calidad del suelo o la vulnerabilidad.

**Medio biótico.** Como primera medida para conocer el medio biótico en el entorno del emplazamiento, interesa recabar la información existente sobre hábitats de interés comunitario. La vegetación natural existente en un territorio, incluso en los más antropizados, permite obtener mucha información sobre el potencial del medio. Una primera aproximación al conocimiento de la vegetación natural propia del entorno de un proyecto de relleno de un hueco minero es el encuadre del mismo en términos bioclimáticos.

De acuerdo con IHOBE (2005), es recomendable realizar una descripción a partir de bibliografía específica, prestando especial atención a la fauna protegida y, más concretamente, a la avifauna que pueda nidificar en el área de actuación del proyecto. No obstante, puede ser

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 38/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

recomendable también la consulta de expertos para establecer relaciones entre biotopos y especies en el entorno del proyecto.

***Paisaje e incidencia visual.*** La valoración de la calidad visual intrínseca del paisaje se realiza en base a la calidad visual y singularidad de los componentes biofísicos y biológicos que lo integran: relieve, vegetación y usos del suelo, agua y elementos artificiales, y sus características visuales y estéticas.

La incidencia visual va a depender de la fragilidad visual intrínseca o capacidad de absorción visual de dichas alteraciones por el medio; y de su visibilidad o accesibilidad visual desde zonas frecuentadas por la población o con mayor potencial de observadores (núcleos urbanos, vías de comunicación). En el análisis se asume que la cuenca visual es la receptora de la alteración paisajística pues los observadores que se encuentren en la misma podrán visualizarla desde cualquiera de los puntos que la forman, con mayor o menor nitidez en función de la distancia.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 39/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Usos del suelo y afecciones territoriales.** La cartografía de usos del suelo intenta describir cómo el territorio es utilizado o aprovechado por el hombre. Dicha descripción es, a su vez, el reflejo de cómo han sido percibidas las potencialidades y limitaciones del territorio a lo largo de la historia. El aspecto que ofrecería una cartografía de usos o coberturas de suelo, de no haberse producido ninguna modificación por parte del hombre, se relacionaría con la distribución espacial de las formaciones vegetales originales. Conviene que la cartografía de usos del suelo en el entorno cercano, delineada sobre el mapa topográfico básico, se elabore de acuerdo con la leyenda del SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) (Alberruche, et al.,2018).

**Estanqueidad físico-química del hueco.** Barrera geológica natural e impermeabilización del hueco: Conocidas las características geológicas del hueco con detalle, es necesario evaluar los materiales del fondo y los taludes con objeto de saber si son suficientes para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales y garantizar la recogida eficaz de los lixiviados.

Para garantizar la estanqueidad, los materiales del fondo del hueco deberán cumplir unas condiciones de permeabilidad y espesor cuyo efecto combinado sea equivalente como mínimo al siguiente: Para residuos inertes:  $k = 1,0 \times 10^{-7}$  m/s en un espesor de 1 m.

Cuando la barrera geológica natural no cumpla las condiciones antes mencionadas, dichas características deberán alcanzarse añadiendo una barrera geológica artificial, que consistirá en una capa mineral de un espesor no inferior a 0,5 m. Además de las barreras geológicas descritas, en el caso de rellenos con residuos no peligrosos, deberá añadirse como refuerzo un geosintético (geomembrana) de impermeabilización.

### **Fase de Relleno**

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 40/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



En esta fase se incluyen todas las operaciones que se desarrollan durante el relleno del hueco minero hasta su clausura, encaminadas a garantizar una adecuada disposición de los residuos admitidos.

El proceso se iniciará con el Protocolo de Aceptación y la identificación de los residuos, previa a su admisión. No se podrán admitir RCD que no se acompañen de un certificado que acredite que los mismos han sido sometidos a un tratamiento previo u operación de valorización por un Gestor Autorizado de RCD.

La producción de áridos reciclados en nuestro país presenta una gran variedad de granulometrías. De acuerdo con la “Guía española de áridos reciclados procedentes de RCD” (GERD, 2012), las principales fracciones granulométricas producidas por las plantas de reciclaje fueron las siguientes: a) fracción todo uno, que podía alcanzar un tamaño máximo de 100 mm en áridos mixto-cerámicos y de 50 mm en los de hormigón; b) fracción fina de tamaño 0-5 mm; c) fracción media entre 4 y 80 mm; d) fracción gruesa entre 4 y 250 mm en áridos mixto-cerámicos; y entre 32 y 200 mm en áridos de hormigón. Según dicha guía, el tipo de áridos reciclados empleados en rellenos para restauración de espacios degradados era fundamentalmente mixto-cerámico de fracción todo uno y media (gravilla y grava).

Uno de los objetivos necesarios en esta fase será limitar la producción de lixiviados. Esta restricción se conseguirá no solamente fijando el porcentaje de humedad de los residuos que son admitidos, sino la cantidad absoluta de agua que entre en el hueco y relleno. Además de estas precauciones, debe minimizarse en lo posible el contacto de las aguas de lluvia con los residuos. El relleno se realizará, por tanto, cuidando especialmente la cubrición de los residuos y disponiendo éstos en capas controlables de forma que sea posible realizar esta cubrición con facilidad, incluyendo tanto la parte superior como el frente de los mismos.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 41/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### ***Fase de Clausura***

El diseño del sistema de clausura y, en su caso, sellado de la superficie del relleno responderá a las características de los residuos, las condiciones de compactación, la climatología, el uso previsto para el terreno ocupado por el hueco una vez rellenado, la impermeabilización de fondo, y las condiciones químicas de los suelos y aguas en el entorno. Cuando se trata de RCD inertes y, sobre todo, en un entorno cuyas características químicas no corran riesgo de verse afectadas por los lixiviados que pudieran generarse, será posible prescindir de capas de regularización, impermeabilización y drenaje. En tal caso, sería admisible recubrir sólo los residuos con una capa de cobertura destinada a ser el soporte de la vegetación o el uso del suelo más conveniente.

### **Proyecto Minero Sevilla (España)**

Para la aplicación de nuestro estudio de caso, se tomó un proyecto minero ubicado en la provincia de Sevilla, el cual cuenta con diferentes objetivos tanto de carácter minero con el aprovechamiento de los recursos naturales que se encuentran en este lugar, así como lograr convertir este terreno en una zona de vertimiento de RCDS Inertes, para así según el plan de restauración Final, regresar a su estado original en el futuro.

### ***Generalidades de la Explotación.***

La explotación minera, se ha proyectado con la finalidad de:

- Obtener gravas de buena calidad para la fabricación de hormigones.
- Restaurar explotaciones de antiguas gravas que se encuentran en la superficie solicitada.
- Aprovechar los huecos una vez restaurados por debajo de la cota original como vertedero para RCD.
- Finalizado el vertedero poner la superficie en cultivo.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 42/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### ***Ubicación***

El municipio de La Rinconada se encuentra al este de la provincia de Sevilla a 13,7 Km de la capital. Los datos expuestos en este apartado han sido obtenidos del Instituto de Estadística de Andalucía.

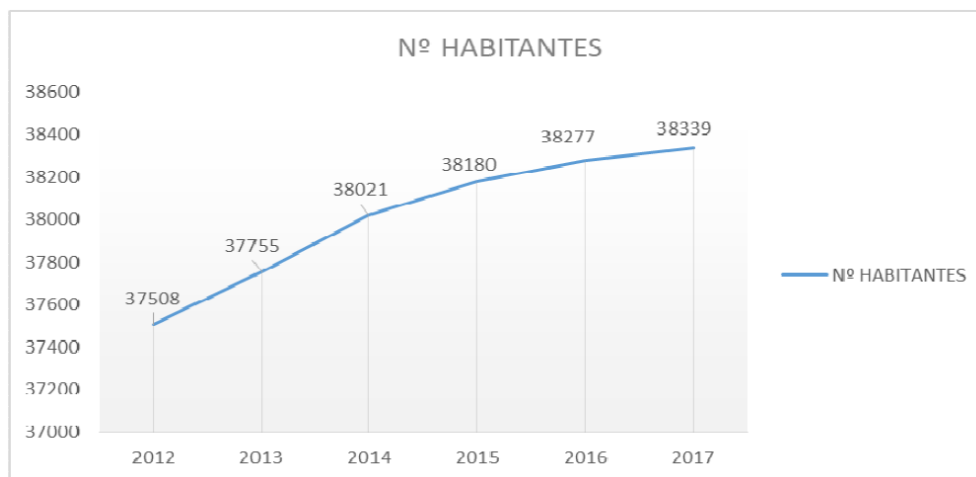
El municipio de La Rinconada cuenta con 139,6 km<sup>2</sup> de superficie y 38.339 habitantes en 2017, se encuentra a una altitud de 10 msnm, tiene dos núcleos de población principales (La Rinconada y San José de la Rinconada).

### ***Principales Características Demográficas y de Población.***

La Población actual de La Rinconada asciende a 38.339 habitantes en 2017 y teniendo en cuenta su extensión superficial su densidad de población es de 274,87 habitantes por km<sup>2</sup>, por encima de la media provincial. La evolución de la población muestra una estabilidad en los últimos años con variaciones positivas menores al 2%. En los últimos años encontramos la siguiente evolución:

#### **Figura 4**

*Número de Habitantes La Rinconada.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 43/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

En la estructura por edad de la población, destacan para la población los grupos de edad comprendidos entre los 30 y los 50 años (con máximos de población para los grupos de edad de 35 a 39 años, 9,8% de la población). Hay una disminución poblacional importante para los grupos de edad superiores a los 60 años siguiendo una tendencia similar a las pirámides de población de Andalucía o la provincia de Sevilla (Padrón, 2017).

En cuanto a la estructura de la población por sexo, 19.025 varones y 19.314 mujeres componen la población total del municipio, existiendo diferencias en la distribución de la población por sexos en los grupos de mayor edad donde las mujeres superan a los varones, compensándose esto por una mayor proporción de varones en los grupos de edad inferiores.

### ***Sociedad.***

La población cuenta con 9 centros educativos y 3 centros de bienestar social. La cobertura sanitaria de la población se lleva a cabo mediante un consultorio y una farmacia. Asimismo, tiene pabellón polideportivo, 1 campo de fútbol y diferentes pistas de tenis, petanca, polideportivas y otros espacios complementarios.

### ***Análisis de los Sectores Económicos.***

La población entre 15 y 64 años, en edad de trabajar, representa el 68,10% del total, siendo la tasa de paro del 9,10% a fecha de 31 de marzo de 2.010.

La demanda de empleo es muy superior a la oferta de puestos de trabajo, provocando tasas de desempleo muy elevadas, sobre todo durante el periodo invernal. En verano se reduce la misma por la emigración temporal y el aumento de ocupación en agricultura. El desempleo afecta en gran medida a la población joven.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 44/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

El mayor porcentaje de la población ocupada desarrolla actividades del sector primario. Seguidamente el sector servicios, y tras él se encuentran el tejido industrial y el sector de la construcción.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los sectores económicos.

### ***Sector Primario***

En él se ocupa el mayor porcentaje de la población ocupada del municipio. En la distribución general de las tierras por aprovechamiento en el año 2005 destacaba la superficie dedicada a los cultivos herbáceos (5.921 ha), mientras tanto a leñosos tan solo un poco menos con (4.014 ha), destacando sobre todo el cultivo de algodón y naranjos. Se registraron en 2017 un total de 11.479 hombres y mujeres los cuales se dedican a este sector.

### ***Sector Secundario.***

El sector secundario emplea al 16,7 %, respecto al total de la población ocupada en el municipio de La Rinconada. Dentro de este porcentaje, el 54,48 % corresponde al subsector industrial, mientras que el 45,52 % restante corresponde al subsector construcción (pequeñas empresas que actúan a escala comarcal). Entre la actividad industrial destaca notablemente en los últimos años el sector de la aeronáutica, dotando a la localidad de un gran crecimiento económico.

### ***Sector Terciario.***

Constituye uno de los sectores más importantes dentro del municipio objeto de estudio, ya que el índice de ocupación es del 34,4 % respecto al total y se centra en el abastecimiento de servicios a la población local.

### **Fase de Valoración de la Idoneidad del Hueco Minero**

De acuerdo a todos los estudios e investigaciones realizadas al proyecto de explotación minera, se pueden obtener los datos necesarios para llevar a cabo la evaluación del Índice de

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 45/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Idoneidad (ID), obteniendo el valor cualitativo y así compararlo con la escala cualitativa definida en la tabla 5, la cual me indica la clase de idoneidad, las cuales parten de baja hasta muy alta.

A continuación, se define el índice de idoneidad del hueco minero de nuestro proyecto de explotación:

**Tabla 8**

*Cálculo del Factor Hidrogeológico.*

<b>Factor Hidrogeológico (AG<sub>SUB</sub>)</b>	
Características hidrogeológicas del hueco de explotación	H <sub>SUB</sub>
Permeabilidad alta: arenas limpias, gravas	1,00
Vulnerabilidad de las masas de agua subterránea	V <sub>SUB</sub>
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Alta o Muy Alta	1,00
Profundidad del nivel freático	P <sub>NF</sub>
> 10 m	4,00
Distancia a captaciones de agua para abastecimiento	M <sub>SUB</sub>
≥ 1.000 m	4,00
<b>AG<sub>SUB</sub> = 0,3*H<sub>SUB</sub> + 0,3*V<sub>SUB</sub> + 0,3*P<sub>NF</sub> + 0,1*M<sub>SUB</sub></b>	<b>2,20</b>
<b>Factor de Proximidad a Masas de Aguas Superficiales (PA<sub>SUP</sub>)</b>	
Distancia del hueco a una masa de agua superficial	PA <sub>SUP</sub>
> 1.000 m	4,00
<b>Grado de Erosión de los Taludes del Hueco y/o Presencia de Inestabilidades (E<sub>REST</sub>)</b>	
Huecos excavados en suelos y rocas blandas	E <sub>REST</sub>
Erosión laminar o erosión con pocos regueros (< 30 cm de profundidad)	4,00
<b>C<sub>MIN</sub> = 0,7*AG<sub>SUB</sub> + 0,2*PA<sub>SUP</sub> + 0,1*E<sub>REST</sub></b>	<b>2,74</b>
<b>Factor Coste de Transporte y Suministro de RCDs (CT<sub>SUM</sub>)</b>	
Distancia a centros de producción de RCD	D <sub>NUC</sub>
> 30 – 50 km	2,00

Tamaño de población de los núcleos urbanos	PNUC
> 500.000	4,00
<b>CTSUM = 0,7*DNUC + 0,3*PNUC</b>	
<b>2,60</b>	
Factor Prioridad de Restauración de Espacios Degradados por Minería (PR <sub>REST</sub> )	
Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje	C <sub>AMB</sub>
Espacios muy degradados ambientalmente y calidad visual del paisaje baja o muy baja	1,00
Accesibilidad visual	A <sub>VIS</sub>
Alta	3,00
<b>PR<sub>REST</sub> = 0,6*C<sub>AMB</sub> + 0,4*A<sub>VIS</sub></b>	
<b>1,80</b>	

Una vez obtenidos los datos anteriores, se procede a reemplazarse las variables en la fórmula para el cálculo del ID, lo cual se relaciona a continuación:

**Tabla 9**

*Cálculo del Índice de Idoneidad.*

Índices Definidos para la Determinación de la Idoneidad de los Huecos Mineros para su Rehabilitación con RCDs			
	Concepto	Expresión de cálculo	Valor
<b>ID</b>	<b>Índice de idoneidad del hueco minero para su rehabilitación con RCD</b>	<b>ID = 0,6*C<sub>MIN</sub> + 0,3*CT<sub>SUM</sub> + 0,1*PR<sub>REST</sub></b>	<b>2,60</b>
C <sub>MIN</sub>	Condicionantes técnico-mineros	C <sub>MIN</sub> = 0,7*AGSUB + 0,2*PA <sub>SUP</sub> + 0,1*E <sub>REST</sub>	2,74
CT <sub>SUM</sub>	Coste de transporte y suministro de RCD	CT <sub>SUM</sub> = 0,7*DNUC + 0,3*PNUC	2,60
PR <sub>REST</sub>	Prioridad de restauración de espacios degradados por minería	PR <sub>REST</sub> = 0,6*C <sub>AMB</sub> + 0,4*A <sub>VIS</sub>	1,80

Según los datos obtenidos anteriormente, se pudo determinar que la Idoneidad del hueco minero del proyecto de explotación minera en estudio es ALTA, esto ya que el resultado de las operaciones antes desarrolladas nos arrojó un valor de 2,60.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 47/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

## Fase Preparatoria del Hueco Minero

### *Datos Administrativos, de Localización y Delimitación.*

El proyecto minero, se encuentra ubicado el Noreste del Termino de La Rinconada en el paraje denominado CASA BLAQUILLA, tal y como se definió en Proyecto Original presentado el 27 de febrero de 2004, la explotación está delimitada:

- Al norte por Canal del Valle Inferior del Guadalquivir.
- Al oeste por Canal del Valle Inferior del Guadalquivir.
- Al Este limita con la Gravera Amavisa.
- Al Sur limita con otras propiedades del término de La Rinconada.

### Figura 5

*Parcelas Ocupadas por el Proyecto de Explotación.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 48/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



### ***Tipología y Características Geométricas del Hueco Minero.***

El proyecto inicial que se presentó el 27 de febrero de 2004 abarcando las parcelas 96, 97 y 43 del polígono N.º 4. Estas parcelas suman un total de 156 Ha. En la tabla 10 y figura 6, quedan detalladas las superficies de cada una de las parcelas.

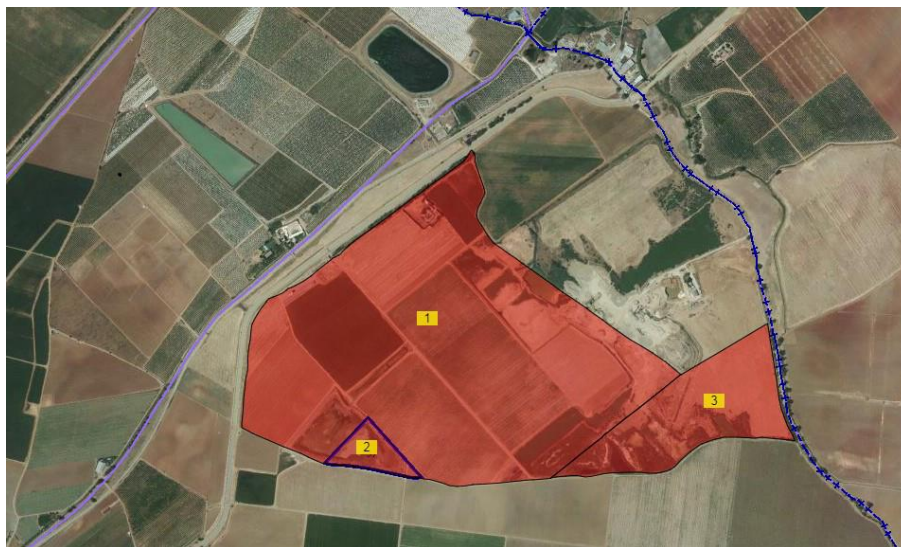
**Tabla 10**

*Superficie Inicial de la Explotación.*

Área	Polígono	Sup. m <sup>2</sup>
1	43	1.278.746
2	96	245.320
3	97	39.999
Superficie total		1.564.065

**Figura 6**

*Parcelas iniciales del Proyecto de Explotación.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 49/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

La parcela 96 limita por su lado este con la CAÑADA REAL DIVISIÓN DE TÉRMINOS que coincide con el límite entre los términos municipales de Brenes y La Rinconada. Una vez evaluado el proyecto y motivado por la afección de la explotación a la vía pecuaria CAÑADA REAL DIVISION DE TERMINOS, y con el fin de evitar esta afección la explotación a la vía pecuaria se elimina de la explotación el Área 3 que es la parcela 96 que ocupa 24,5 Ha, quedando la explotación según la figura 7 y con la superficie de la tabla 11.

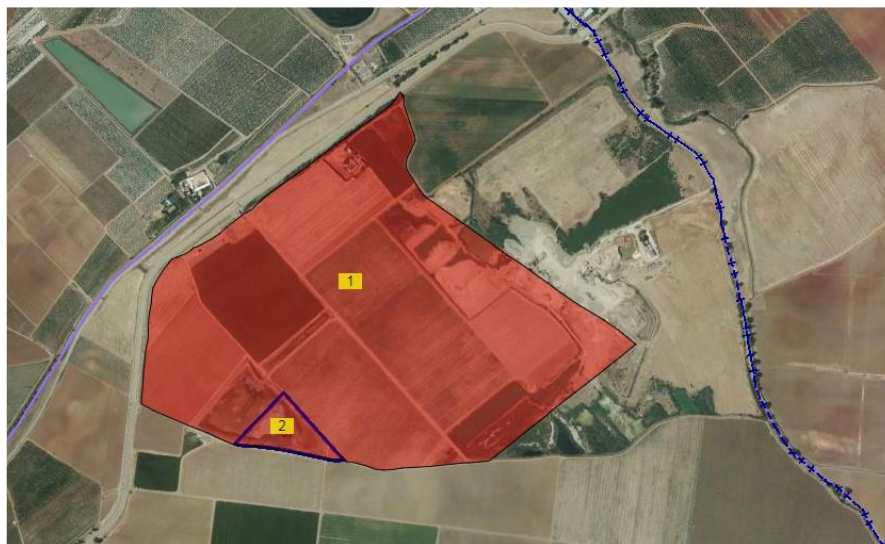
**Tabla 11**

*Superficie Definida como Área de Explotación.*

Área	Polígono	Sup m <sup>2</sup>
1	43	1.278.746
2	96	245.320
superficie total		1.318.745

**Figura 7**

*Parcelas a Explotar en el Actual Proyecto.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 50/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### *Acceso a la explotación.*

El acceso propuesto se realizará por la carretera A-8005 (Sevilla-Los Rosales) y a la altura del Km 12,200 existe un acceso a la finca Casa Blanquilla, este será el acceso para la explotación.

### **Figura 8**

*Vía de Acceso a la Zona de Explotación.*



### *Reservas De La Explotación*

Las reservas estimadas en el proyecto inicial se modificarán debido a que se ha modificado la superficie a explotar. No ha habido modificación en lo referente a los paquetes de materiales, se mantienen los 4 metros de montera y el paquete de arenas y gravas en 6 metros de espesor medio y por tanto aprovechables.

Con estos datos obtendremos los siguientes volúmenes:

**Tabla 12**

*Reservas a Explotar.*

Reservas	Superficie (m2)	Zahorra		Montera	
		Potencia (m)	Volumen (m3)	Potencial (m)	Volumen (m3)

Probables	1.318.744	8	10.549.952	4	5.274.976
Demostradas	1.318.744	8	7.912.464	4	5.274.976
Explotables	922.246	6	5.533.476	4	3.688.984

Las distintas clases de reservas se definen como:

Reservas probables: Son las resultantes de toda la superficie propuesta en la explotación teniendo en cuenta la potencia total del material aprovechable.

Reservas demostradas: Son las resultantes de aplicar toda la superficie propuesta para la explotación teniendo en cuenta una potencia media aprovechable al descontar las zahorras sucias y los cambios de espesor en el paquete de gravas.

Reservas explotables: Son las resultantes de quitar las superficies no explotables y que se quedan como zonas de protección del acuífero, quedando un total de 5.533.476 m<sup>3</sup>

Las zahorras de la zona en banco presentan una densidad de 2 tn/m<sup>3</sup> en banco con un esponjamiento de 15%. Por tanto, las reservas en toneladas que tendríamos en la explotación son de 11.066.952 ton.

### ***Necesidades De Producción***

Tal y como se definió en el proyecto inicial las producciones anuales se ajustarían a 300.000 m<sup>3</sup> el primer año y del segundo año y hasta el final de la explotación se harían 360.000 m<sup>3</sup> anuales.

Este ritmo de producción se realizaría:

**Tabla 13**

*Producción en la Explotación.*

Periodo	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
---------	----------------	----------------	----------------	----------------

	zahorra/Año	desmonte/año	zahorra/mes	zahorra/día
1º año	300.000	200.000	25.000	1.250
2º año y restantes	360.000	240.000	30.000	1.500

Para el ritmo de producción establecido se estima que será necesaria la siguiente

#### Maquinaria

- 1 retroexcavadora de 45 tn 300 Cv
- 2 pala cargadoras de 25 tn 290 Cv
- 2 dumper 6x6 de 30tn 400 Cv
- 4 tractores agrícolas de 200 Cv con trailla de 60m3
- 1 Cuba de riego

Con esta maquinaria se realizaría la producción con 20 días de trabajo a la semana y 8 horas diarias sin necesidad de establecer dobles o triples turnos.

Con este ritmo de producción anual la explotación tendría una vida de 17 años. No obstante, estas cifras pueden variar en función del mercado, por tanto, estos valores se ajustarán en los sucesivos planes de labores. La restauración se realizará de forma simultánea rellenando los huecos con residuos de construcción.

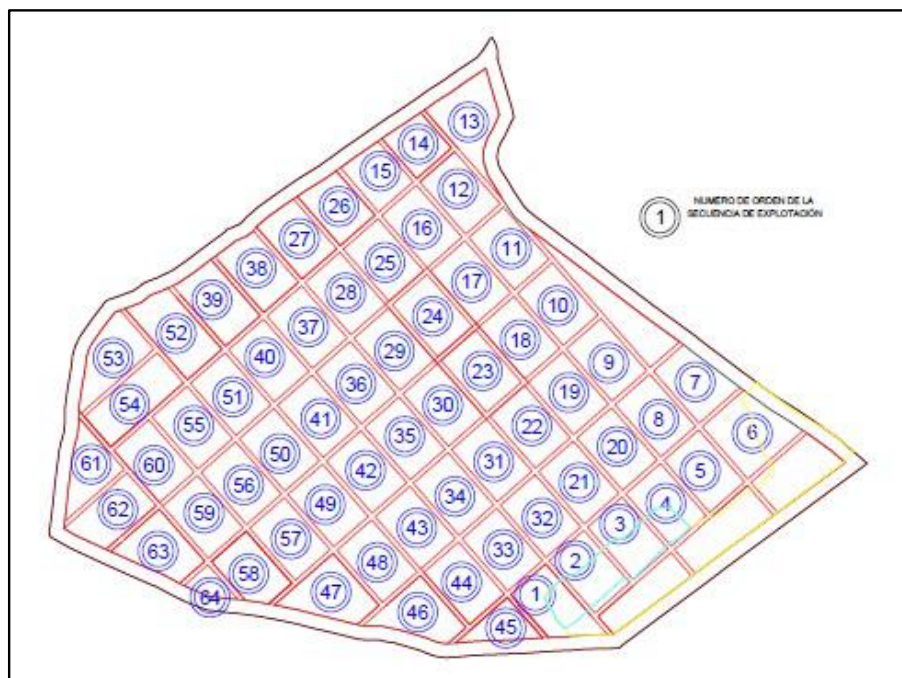
#### ***Planteamiento De La Explotación***

La explotación se iniciará por la zona sur, tal y como se detalla en el plano de secuenciación N.º 6, de tal forma que el hueco existente en la zona se rellene hasta la cota de arranque del vertedero con el material estéril de los sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 53/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Figura 9**

*Secuenciación de la Explotación.*



Para completar el relleno de los huecos existentes se seguirá el siguiente procedimiento a secuenciación planteada, se puede ver afectada por cambios en el frente de trabajo cuando se compruebe la materia prima no cumple con los mínimos exigidos para su explotación, o aparezcan gravas consolidadas no arrancables con la retroexcavadora, o el paquete de zahorras sea escaso y no sea viable económicamente su explotación. Estos cambios se representarán en el correspondiente plan de labores anuales de la explotación.

Por otra parte, no está previsto realizar tratamiento de material en la explotación, por lo que no será necesario preparar el terreno para la instalación de una planta de tratamiento. Debido a esto las fases de explotación definidas en el proyecto original quedara solo en trabajos de desmonte extracción y restauración, sin necesidad de trabajos preparatorios para la instalación de

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 54/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



la planta de tratamiento o balsa de agua para el lavado. Todo el material extraído será procesado en otras plantas de la zona a las que se transportará mediante camión.

En previsión de la protección del acuífero se mantendrá una zona de protección perimetral de toda la explotación de 30 m que permanecerá sin explotar, así como pasillos de 10 m entre las sucesivas unidades de explotación que estarán en 1,5 Ha, excepto la de las zonas perimetrales que por motivos de forma no se pueden adaptar exactamente a esa medida.

Con las necesidades de explotación establecidas en las necesidades de producción y con la secuenciación que establece las zonas a explotar por año de vida de la gravera que queda representado en la tabla 14 y en la figura 10.

**Tabla 14**

*Zonas a Explotar por Año de Vida de la Gravera*

Sector	Superficie m2	Año Explotación
1	8.720	1
2	5.741	1
3	6.551	1
4	10.644	1
5	15.000	1
6	12.471	2
7	15.328	2
8	15.000	2
9	15.000	3
10	15.000	3
11	15.000	3

12	15.000	3
13	18.553	4
14	10.838	4
15	12.019	4
16	15.000	4
17	15.000	5
18	15.000	5
19	15.000	5
20	15.000	5
21	15.000	6
22	15.000	6
23	15.000	6
24	15.000	6
25	15.000	7
26	13.404	7
27	14.740	7
28	13.405	7
29	14.740	8
30	15.000	8
31	15.000	8
32	15.000	8
33	15.000	9
34	15.000	9

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 56/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



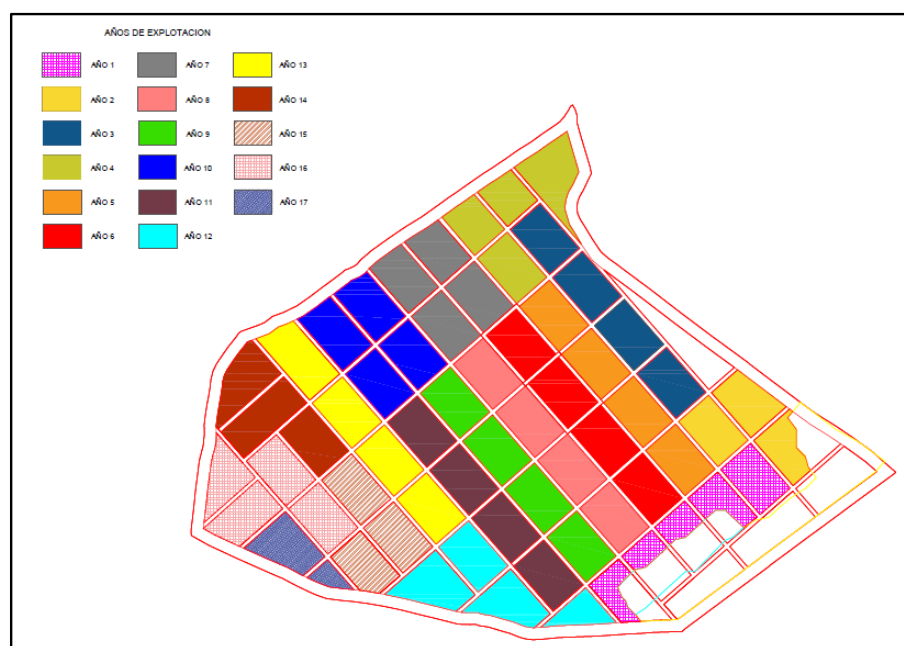
35	15.000	9
36	16.293	9
37	15.000	10
38	15.503	10
39	16.599	10
40	15.000	10
41	15.000	11
42	15.504	11
43	16.600	11
44	15.000	11
45	8.630	12
46	15.620	12
47	17.280	12
48	15.000	12
49	8.631	13
50	15.620	13
51	15.000	13
52	19.016	13
53	19.016	14
54	18.254	14
55	15.000	14
56	19.016	15
57	16.697	15

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 57/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

58	14.357	15
59	15.000	16
60	15.000	16
61	12.290	16
62	15.478	16
63	15.702	17
64	3.986	17
<b>Total</b>	<b>922.247</b>	

**Figura 10**

*Secuenciación de Explotación por Años*



*Infraestructuras Asociadas a la Explotación Minera.*

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 58/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Para nuestro caso de estudio, no aplica este requisito, al no ejecutarse infraestructuras dentro del área de estudio.

### ***Análisis del Medio Físico.***

#### ***Topografía y relieve.***

La totalidad de la superficie se encuentra en el término municipal de La Rinconada y posee relieve general llano, con altitudes poco variables que pasan de los 30 a los 33 m respecto al nivel del mar y pendientes entre 1 y 3%.

#### ***Geología, geomorfología y geotecnia.***

***Geología.*** Dos conjuntos distintos afloran en la zona objeto de estudio:

Formaciones Antecuatnarias. Se trata de un conjunto estratigráficamente muy monótono, ya que solo afloran sedimentos de edad Andaluciense.

Formaciones Cuaternarias. Estas están constituidas básicamente por los distintos niveles de terrazas asociadas al río Guadalquivir.

En base a los dos conjuntos definidos en el epígrafe anterior, se definen las unidades geológicas cartografiadas en la zona:

Formación Antecuatnaria. Los distintos miembros dentro de esta formación son: Margas azules. Constituye la base de la serie.

Dentro de esta serie representa el conjunto que más frecuente aflora. En su cartografía se reconoce como un conjunto compacto, duro y en estado de sequedad. En ocasiones el contenido en microorganismos es importante, presentando un color característico.

Alternancia de margas arenosas arenas. Este miembro se localiza sobre las margas anteriores, como inicio de episodios de depósitos detríticos. Dicho nivel representa condiciones de depósito variables. Además de variaciones de color, no tan patentes, ya que las margas al final

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 59/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

presentan color amarillento indicando la transición al siguiente conjunto la diferencia principal la constituye el contenido macrofaunístico.

Limos arenosos amarillos. Sobre el miembro anterior y sin discordancia visible se ha cartografiado un nivel constituido por limos amarillentos que marcan una última fase regresiva. Se trata de unas arenas muy finas, limos arenosos de color amarillo claro, que pasa a amarillo azafranado e incluso rojo. El contenido macrofaunístico, no destaca, aunque sí la microfauna presente dentro del conjunto.

Dicho conjunto se abre lateralmente para dar paso a las calcarenitas que afloran en la zona oriental de la zona, hacia Carmona.

Calcarenitas. Puntualmente se localizan afloramientos pequeños de calizas detríticas. Se trata de unas calizas detríticas, con fracturas de aspecto molásico, que en lámina delgada resultan ser biomicritas arenosas con mucha glauconita.

Dentro del conjunto existen abundantes restos de macrofauna fundamentalmente crustáceos y gasterópodos, así como microfauna

Formación Cuaternaria.

**Geotecnia.** Dentro de esta formación se localizan un conjunto de terrazas, concretamente cuatro, asociadas al río Guadalquivir, cuyo encajamiento se produce durante el Cuaternario facilitado por la poca competencia de los terrenos del sustrato sobre los que se encaja dicha red, margas y arenas.

Los depósitos se localizan a 40-45 m (T1); 25-30 m (T2); 10-15 m (T3) y 6-14 (T4), sobre el cauce actual. Los niveles superiores constan de arcillas rojas y marrones, con arenas y acumulaciones de gravas y cantos cuarcíticos y metamórficos. El nivel inferior está formado por arcillas rojas y ocre con hiladas o bancos de gravas y cantos prácticamente ausentes.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 60/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Por consideraciones regionales, se incluye el nivel T4 en el ámbito del Pleistoceno Medio-Superior, T3 en el Superior. Las terrazas inferiores (T2-T1) se atribuyen a épocas Holocenas. La potencia de cada terraza varía entre 2 y 10 metros.

**Tabla 15**

*Terrazas Geológicas Presentes.*

Terraza	Altura	Edad
T1	40-45 m	Pleistoceno medio-superior
T2	25-30 m	Pleistoceno superior
T3	10-15 m	Holoceno
T4	6 – 14 m	Holoceno
Aluvial	0 m	Holoceno

La zona objeto de estudio se localiza concretamente sobre la Terraza Media (sombreada), que se encuentra a una altura respecto al cauce del río de 25-30 metros. Litológicamente están constituidas por cantos rodados, arenas y arcillas.

Dicha terraza se encuentra sobre la T3 y T4, desde el punto de vista estratigráfico y topográfico, encontrándose la T1, por encima dentro de la serie estratigráfica.

La principal característica del conjunto es que todas las terrazas están conectadas entre sí. Ello implica que existe continuidad hidrogeológica de materiales permeables, desde los afloramientos de calcarenitas de Carmona hasta el río Guadalquivir.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 61/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Geomorfología.** La zona en la que nos encontramos, localizada en plena vega del Guadalquivir, tiene una topografía prácticamente llana, con cotas que oscilan entre los 25 y 33 m s.n.m.

Estamos en una explotación minera y la ampliación de la misma, por lo que la geomorfología se ve alterada por la actividad principal.

La zona donde posee una pendiente leve hacia el sureste de un 1-1,5 %. Esta morfología se aprovecha para el diseño de la gestión de las aguas pluviales.

### ***Hidrogeología***

Nos encontramos sobre el acuífero Sevilla-Carmona, en su zona centro, perteneciente a la cuenca media del río Guadalquivir.

El Acuífero Sevilla-Carmona se extiende al sur y oeste del río Guadalquivir con una extensión aproximada de 100 km<sup>2</sup> en su mayor parte permeables en mayor o menor grado.

En función de su litología se pueden diferenciar tres acuíferos: Terraza media, Terraza antigua y Calcarenitas de Carmona. En todos los casos son acuíferos detríticos, permeables por porosidad.

Nuestra parcela se asienta sobre terrazas aluviales, donde el espesor del acuífero varía entorno de 10 a 20 m.

Todos los acuíferos están conectados entre sí y tienen carácter libre. La recarga fundamental tiene lugar por infiltración de la precipitación, aunque también hay que considerar una pequeña parte, dominada por los canales del riego del Bajo Guadalquivir, con reinfiltración de riego. El drenaje viene impuesto por el río Guadalquivir y en menor medida por el Guadiaro.

El sentido del flujo va en función de la disposición relativa del acuífero respecto al río. La permeabilidad es alta, si bien, al no tener un espesor saturado suficiente la transmisividad no es

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 62/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

elevada. El resultado son unos gradientes variables del 8 por mil en las calcarenitas, del 6 por mil en la terraza media y del 2 por cien en algunos sectores de la terraza antigua.

### *Climatología*

En este apartado se analizará la termometría, pluviometría, la combinación de estas, y la acción del viento, como elementos mayores del clima que puedan repercutir en las emisiones de gases y polvo a la atmósfera, en el diseño, la ejecución y los efectos que pudiera ocasionar, para la realización y explotación, así como otros parámetros de menor importancia en la zona.

Los datos usados en la caracterización del clima son obtenidos del SINAMBA y en la determinación de los métodos climáticos corresponden a las observaciones meteorológicas realizadas por el Instituto Nacional de Meteorología en los puntos de observación de la Estación Climatológica de La Rinconada, situada a 37 m de altitud y a 7,5 km de la parcela de estudio (siendo la estación más cercana de la que se tiene histórico), y con una serie de datos correspondientes al periodo entre los años 2001 y 2017. La ubicación de dicha estación:

- X: 241295.0
- Y: 4149570.0
- Latitud: 37° 27' 24" N
- Longitud: 05° 55' 29" W
- Altitud media: 30.0

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 63/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Termometría.** La temperatura media anual para dicha estación meteorológica en el periodo establecido es de 17,9° C, con una temperatura media para el mes más frío de 9,5° C en enero (con posibilidad de heladas los meses de diciembre enero y febrero, aunque por ser infrecuentes, su efecto es mayor cuando se presentan de forma tardía o inesperada), y una para el mes más cálido de 26,5° C para agosto.

**Tabla 16.**

*Temperatura Media Anual.*

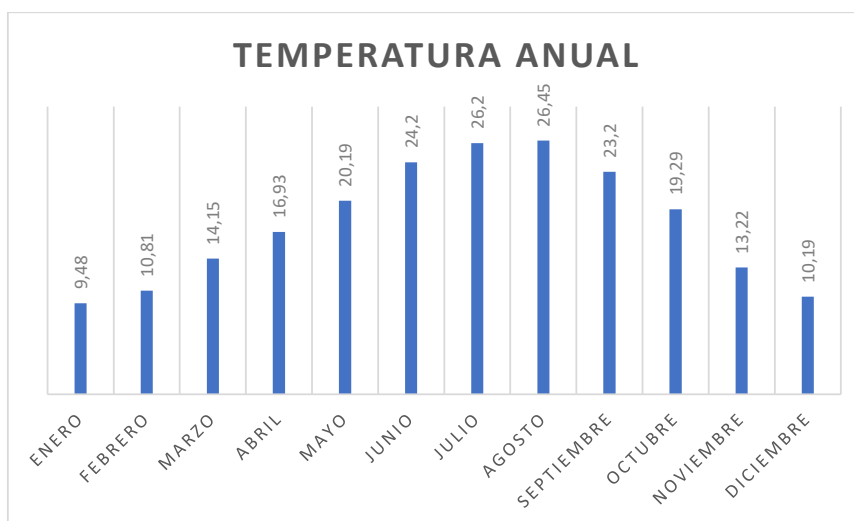
	Meses	Temperatura media
1	Enero	9,48
2	Febrero	10,81
3	Marzo	14,15
4	Abril	16,93
5	Mayo	20,19
6	Junio	24,2
7	Julio	26,2
8	Agosto	26,45
9	Septiembre	23,2
10	Octubre	19,29
11	Noviembre	13,22
12	Diciembre	10,19

**Figura 11**

*Temperatura Media Anual.*

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 64/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



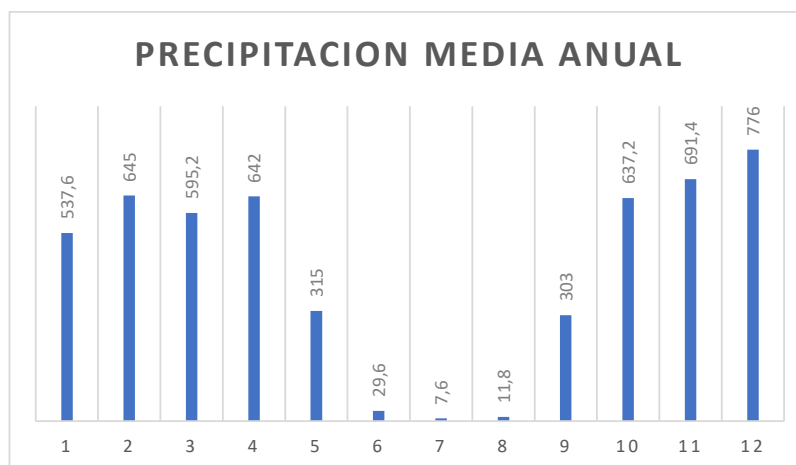


**Pluviometría.** En cuanto al régimen pluviométrico, la precipitación media anual calculada a partir del registro mensual en los últimos 10 años es de 431,86 mm, destacando el mes de octubre como el más lluvioso (77,6 mm) y el de julio como el más seco (0,76 mm), apareciendo los datos en la ficha climática del siguiente apartado.

A continuación, se refleja el comportamiento de las precipitaciones a lo largo del año:

**Figura 12**

*Precipitación Media Anual.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 65/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Clasificación climática.** En función del registro de datos se clasifica el clima según dos métodos que se exponen a continuación, clasificación bioclimática de la Unesco-Fao y clasificación según Thornthwaite.

Según la clasificación Unesco Fao, se considera un mes cálido aquel que supera, en su temperatura media los 20° C, un mes templado aquel que oscila entre los 0° y 20° C, y un mes frío cuando la temperatura media está por debajo de 0° C.

Vemos que la temperatura media del mes más frío corresponde a enero con 9,5 ° C, como dicha temperatura es superior a 0° C y siguiendo la clasificación se establece que la zona pertenece al Clima templado-cálido.

Basándonos en esta clasificación y observando el dato de la temperatura media de las mínimas del mes más frío averiguamos que se encuentra en una zona con invierno de suave a frío.

Existe un sólo periodo seco, por lo que nos encontramos en un clima monoxérico. Dicho periodo seco comprende desde mediados de junio hasta mediados de septiembre.

En resumen, podemos decir que nos encontramos en una zona donde el clima se define como clima mediterráneo, veranos secos y calurosos e inviernos frescos.

Clasificación climática de Thornthwaite. Para realizar una clasificación climática a partir de este método es necesario calcular los índices de falta (ID) y los índices de exceso (IE), mediante las siguientes expresiones:

$$ID = D/ETP \times 100 = 66,45 \%$$

$$IE = E/ETP \times 100 = 4 \%$$

Siendo el índice de humedad de Thornthwaite el siguiente:

$$IH = IE - 0,6 ID = -35,8\%.$$

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 66/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Tabla 17***Índice de Humedad Thornthwaite.*

Clima	IH
Árida	$-60 < Im < -40$
Semiárido	$-40 < Im < -20$
Seco-subhúmedo	$-20 < Im < 0$

En consecuencia, el clima de la zona a partir de los datos analizados corresponde a Clima Semiárido.

**Vientos.** Consideramos, dado el tipo de actividad a la que nos enfrentamos, el viento como un factor climático vital a la hora de cuantificar y valorar muchos de los impactos que una actividad de este tipo genera. Por lo que en este apartado se hace un análisis concreto de los vientos dominantes de la zona y su intensidad, de modo que podamos establecer el comportamiento y la dispersión del polvo y del ruido generado.

Según los datos históricos obtenidos del Estación Meteorológica de La Rinconada para el periodo entre 2001 y 2017, los vientos dominantes en la zona quedan representado en la tabla y rosa de los vientos:

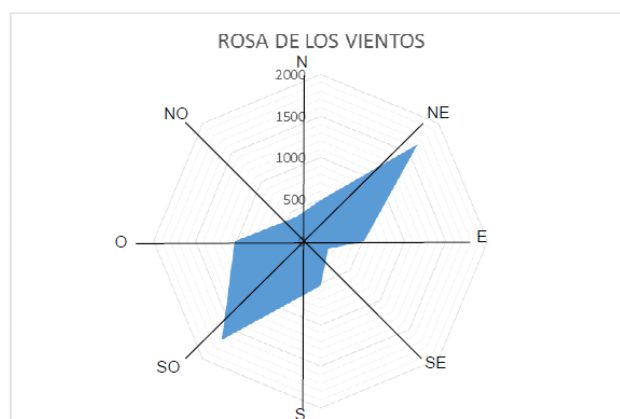
**Tabla 18***Vientos Dominantes.*

Viento dominante	Dirección	Días
N	337,5 - 22,5	493
NE	22,5 - 67,5	1642
E	67,5 - 112,5	521

SE	112,5 - 157,5	129
S	157,5 - 202,5	534
SO	202,5 - 247,5	1672
O	247, - 292,5	1027
NO	292,5 - 337,5	412

**Figura 13**

*Rosa de Vientos.*



Se pueden observar que los vientos de mayor aparición tienen dirección Suroeste. Respecto a la intensidad del mismo queda resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 19**

*Intensidad del Viento.*

Velocidad (d Media)	Velocidad (d Max)	Velocidad (d Min)	Unidad
1,86	7,9	0,3	m/s
6,7	28,44	1,08	Km/h

Se puede comprobar que los vientos no son de gran intensidad en la zona.

### *Hidrología superficial*

Respecto a la hidrología, como ya se ha comentado, nos encontramos en la Cuenca del Río Guadalquivir a una distancia del mismo de 2400 metros en su punto más cercano, y dentro de ella en un arroyo que vierte sus aguas al Río, el Arroyo del Bodegón, que ese encuentra a una distancia lineal de 410 metros respecto al punto más cercano.

### **Figura 14**

*Hidrología superficial.*



El Arroyo del Bodegón es un pequeño cauce estacional que tiene una longitud de 8 km y que se divide en dos ramales, abarca una superficie aproximada de 20 km<sup>2</sup> y posee escaso caudal.

### *Edafología*

Según el Atlas Digital de Comarcas de Suelo de Sevilla, la zona se localiza en SE05: La Vega, cuyos principales datos son:

Suelos dominantes: Xerorthent, Xerochrept, Palexeralf

- Materiales originales:

Cuaternario: Limos, cantos, arenas, gravas, arcillas, aluvial antiguo y terrazas arenosas.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 69/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Neógeno: Indiferenciado, areniscas calcáreas, calizas y areniscas, arenas y conglomerados.

Cámbrico: Calcoesquistos, calizas y pizarras.

Carbonífero: Indiferenciado.

Rocas ácidas: Granito.

Rocas metamórficas: Esquistos y gneiss

- Datos climatológicos

Temperatura media anual, °C: 15-20

Precipitación media anual, mm: 500-700

Meses con mayor precipitación: Nov-Dic

Meses de menor precipitación: Jul-Ago

Días con temperaturas  $\leq 0$ , °C: 5-10

Según la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía) nos encontramos sobre un suelo 61. Planosoles éutricos, Luvisoles gleicos y Luvisoles plínticos.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 70/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Figura 15***Edafología.*

Estos suelos se caracterizan por ser llanos; por hacer alusión al lavado de arcillas superiores las cuales, se acumulan en una zona más profunda y tener propiedades gleicas lo que significa que presenta saturación de agua y hierro ferroso el cual puede presentarse asociado a colores: Azul oscuro y Fuerte color rojo.

#### ***Medio biótico***

**Flora.** La primera operación para estudiar la vegetación potencial y actual de una zona, así como su composición florística, consiste en caracterizarla. Nuestra zona en concreto se asienta sobre la SmQr Serie termomediterránea, bética, algaviense y mauritánica, seca- subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): Smilaco mauritanicae- querceto rotundifoliae S.Faciación típica, definida por según Rivas-Martínez y col (1986).

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 71/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



**Figura 16***Vegetación Potencial.*

La vegetación potencial del lugar que nos ocupa corresponde a la serie Bética algaviense y mauritánica basófila de la encina en la que destaca bosques que en su máximo desarrollo serían densos con una orla de matorrales esclerófilos termófilos. Sin embargo, debido a que la zona favorece el cultivo no se conservan apenas rastros de la vegetación potencial. La finca donde se plantea la extracción de arenas y gravas posee un uso agrícola de herbáceas, carente de vegetación natural.

**Fauna.** La fauna que encontramos en la zona objeto de estudio es diversa, debido en gran parte a la cercanía al Arroyo Bodegón. Identificamos especies propias de olivares y zonas de cultivos.

En cuanto a los mamíferos podemos destacar:

- Conejo común (*Orytolagus cuniculus*)
- Liebre ibérica (*Lepus granatensis*)

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 72/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Topillo mediterráneo (*Microtus duodecimcostatus*)

En cuanto a reptiles los más comunes son:

- Salamanesca común (*Tarentola mauritanica*)
- Culebra de herradura (*Hemorrhois*)

Referente a las aves destacar las siguientes:

- Gorrión común (*Passer domesticus*)
- Jilguero (*Carduelis Carduelis*)
- Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- Lavandera boyera (*Motacilla flava*)
- Garcilla bueyera (*Bulbucus ibis*)
- Alcaudón (*Lanius senator*)
- Tabarilla (*Saxicola torquatus*)
- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Milano real (*Milvus milvus*)
- Milano negro (*Milvus migrans*)
- Cernícalo (*Falco tinnuculus*)
- Lechuza (*Tyto alba*)
- Mochuelo (*Athene noctua*)

### ***Paisaje e incidencia visual***

Al ser una percepción individual resulta subjetivo a la persona que lo percibe, no obstante, tiene una serie de elementos básicos que son los que pasamos a describir en el presente apartado

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 73/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### *Descripción del paisaje*

El paisaje resulta de la combinación de la geomorfología, agua, clima, vegetación y fauna y de la incidencia de las alteraciones de tipo natural y antrópico, todo ello en continua evolución.

Estos componentes tanto físico y biótico como las propias actuaciones humanas son los que se analizarán en una primera descripción del paisaje. Después se detallan las características visuales básicas del paisaje de la zona, así como la cuenca visual y la calidad y fragilidad del paisaje.

Nos encontramos en la vega del río Guadalquivir, a una distancia lineal al mismo de 2,5 km, en su margen izquierda. La zona destaca por ser una zona de cultivo, donde no queda apenas vegetación natural, únicamente la asociada a los cursos de agua.

Es una zona muy antropizada, donde se intercalan las zonas de cultivo con granjas, núcleo de población y pequeñas urbanizaciones aisladas, y vías de comunicación, como carreteras o ferrocarriles.

Según la REDIAM nos encontramos en valles, vegas y marismas, aunque dentro de este enclave paisajístico podemos destacar la multitud de tierras dedicadas al cultivo.

La siguiente información, referida al paisaje de la zona, y obtenida de la misma red, desarrolla a nivel regional las tipologías que venían sucintamente representadas en el Informe Dobris (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2009), considerando el paisaje desde la perspectiva de una escala de representación a nivel de reconocimiento territorial, y manteniendo también la perspectiva de un hipotético observador.

Según dicha información, en la zona que nos ocupa encontramos las siguientes unidades paisajísticas:

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 74/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Figura 17***Unidades Paisajísticas.*

1. Cultivos herbáceos en regadío.
2. Minas y escombreras
3. Embalses, cursos y láminas de agua.
4. Frutales y otras arboledas en regadío.
5. Playas, dunas y arenales.
6. Urbano, periurbano e infraestructuras.

Como puede observarse, la mayoría de la superficie que rodea la parcela se encuentra formada por cultivos.

#### ***Características visuales básicas***

Estas características visuales básicas que constituyen el análisis intrínseco del paisaje nos dan una idea de su calidad.

El color es la principal propiedad visual de una superficie y en este caso es bastante heterogéneo en el área circundante a la zona de estudio dado su carácter agrícola en el que

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 75/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

predomina el verde, minas y escombreras, zona urbana, etc., también hay que tener en cuenta el contraste por estacionalidad.

Las líneas existentes en el paisaje (cambios bruscos en las características visuales como el color o la forma), se caracteriza por presentar líneas rectas relacionadas con los valles dedicados a cultivos.

La textura (variaciones en la superficie) en áreas o parcelas dedicadas al cultivo la textura es de grano fino y presentan una gran regularidad.

### ***Cuenca visual***

La zona de estudio tiene una cuenca visual amplia, al ser una topografía prácticamente llana, se destacan las interrupciones propias de una zona con alta actividad agrícola e industrial.

## **Figura 18**

*Cuenca Visual.*



### ***Fragilidad visual***

La parcela se localiza en el ecotono de zonas dedicadas a cultivos, en definitiva, es una zona donde no existen grandes cambios cromáticos, geomorfológicos ni paisajísticos, luego desde

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 76/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

este punto de vista la fragilidad visual sería baja. Por otro lado, se comprueba que dentro del campo visual definido solo hay un punto crítico de observación desde donde pueda apreciarse la actividad, por tanto, el impacto visual es mínimo. Tan solo destacar la SE-111 la cual contiene un tramo cercano a la parcela, aunque según la topografía y la vegetación que queda entre la parcela y la carretera pierde visibilidad. Además de esto, la zona de vertido se encontrará bajo cota, por tanto, no resultará visible desde las zonas circundantes. Únicamente se podrán ver las instalaciones de la cantera, que son las actuales.

La ausencia de elementos críticos dentro del campo visual definido, así como la ausencia de elementos ecológicos destacados, monumentos importantes de la historia de la región u otros elementos importantes, junto con lo anteriormente citado, definen el impacto visual de la zona de estudio como “bajo”.

### *Usos del suelo y afecciones territoriales*

#### *Uso*

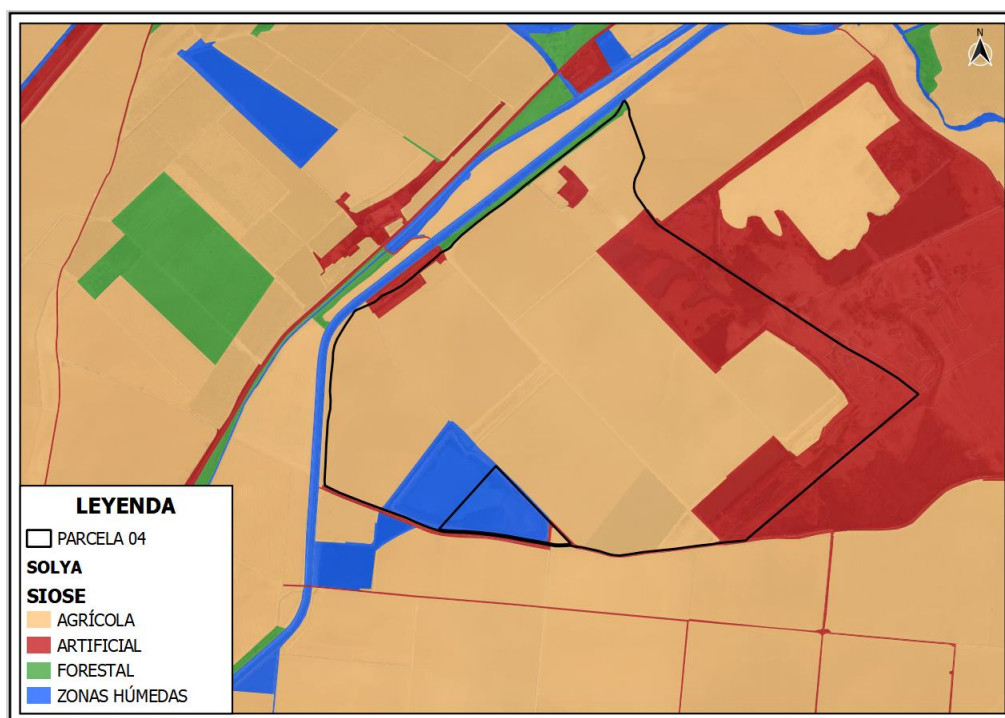
La superficie del terreno de estudio, se encuentra dividida en varias parcelas en las cuales se llevaba a cabo el cultivo de algodón, patata y maíz.

Cambio del uso del suelo: se producirá un cambio importante durante las labores de extracción, al pasar de terreno de uso agrícola, a una explotación industrial extractiva. Este cambio se considera transitorio, ya que una vez finalizadas dichas labores, el terreno será recubierto de una campa de vegetal apta para su cultivo agrícola.

### **Figura 19**

*Usos del Suelo.*

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 77/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	



### *Afecciones territoriales*

El desarrollo de la actividad descrita en el lugar seleccionado da origen a las siguientes afecciones de carácter legal:

- Aumento de tráfico: De camiones, tanto por el camino de acceso como por la carretera.
- Ligeros aumentos del ruido y emisiones de polvo: aunque son mitigados por el tipo de material a extraer, el entorno y la distancia a núcleos urbanos.
- Población activa: la instalación generara unos puestos de trabajo fijos, hasta el agotamiento del material. Indirectamente se producirá un incremento positivo en la ocupación de mano de obra en transporte, industria de talleres y servicios.

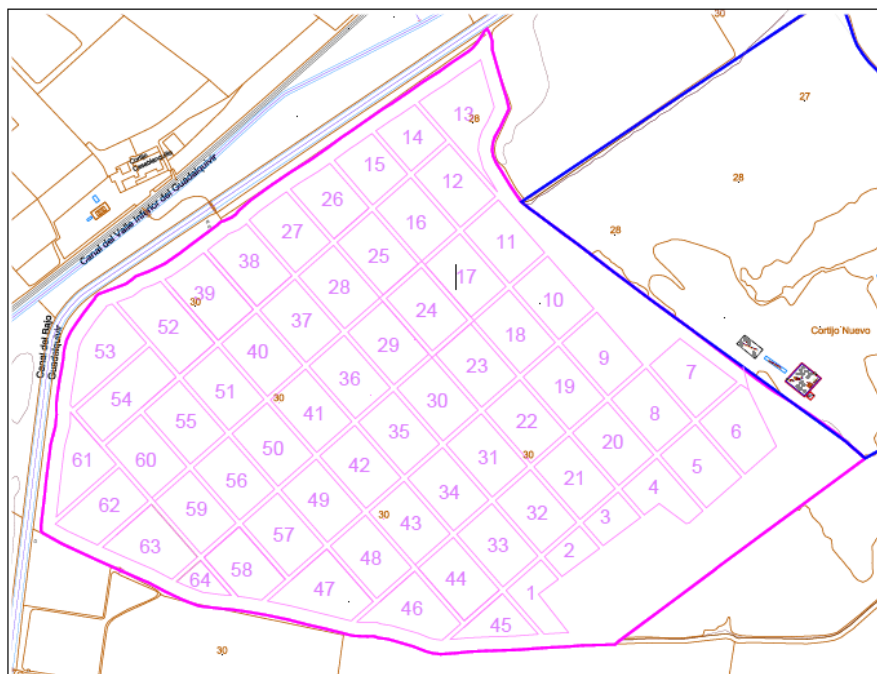
### **Fase de Relleno del Hueco Minero**

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 78/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Partimos de la situación descrita en el apartado anterior para ejecutar las labores de restauración y abandono de la explotación minera que permitan restituir la zona y dejarla en condiciones óptimas para recuperar el uso agrícola de la finca.

Al desarrollar el método de explotación mediante minería de transferencia, a medida que se vaya extrayendo el material se procederá a la restauración mediante el relleno con el material estéril extraído con anterioridad. Llegado a este punto se procederá al abandono de labores de ese sector, pasando en ese momento a ser un vertedero de inertes y terminar de rellenar por completo el hueco hasta la cota original mediante material de RCD tratado, barrera impermeable formada por arcilla altamente compactada y tierra vegetal. Se han planteado 68 sectores con superficies de extracción aproximadas a 1,5 ha y con frentes no superiores a 38 metros, de forma que se pueda plantear un proceso de desmonte – explotación y restauración sectorizado.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 79/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

**Figura 20***Parcelación para Rehabilitación.*

Para la restauración del área a explotar se requerirá de volúmenes importantes tanto de material propio de la explotación, así como el material de RCD inerte proveniente de gestores autorizados.

A continuación, se relacionan los volúmenes de materiales compactados que se estipulan según estudio para la rehabilitación propuesto:

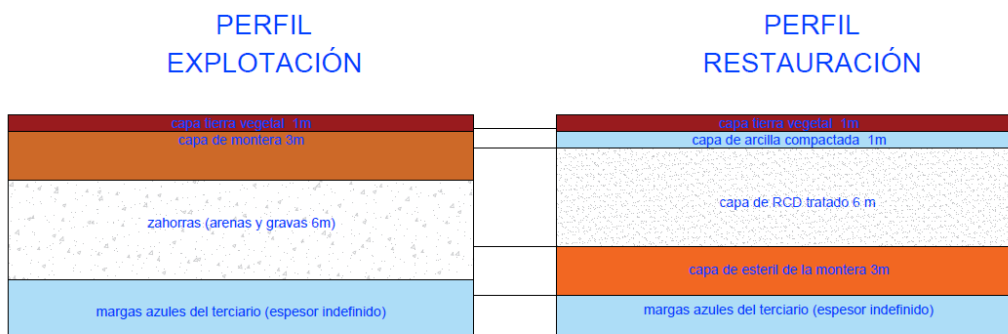
Volúmenes en la sectorización proyectada	
Material y uso	Cantidad en M3
Volumen a rellenar con RCDs de carácter inerte	5.340.864
Volumen de arcillas para impermeabilización paredes	288.919
Volumen de arcillas de sellado	922.246



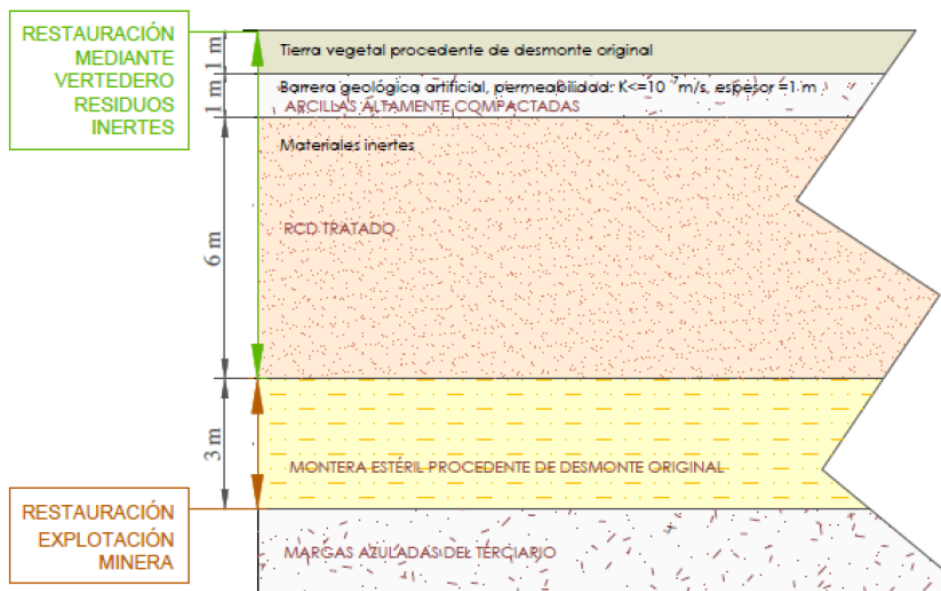
Volumen de tierra Vegetal	922.246
Volumen de montera estéril	2.670.432

**Figura 21**

*Perfil de Explotación y Restauración.*

**Figura 22**

*Estructura del Relleno de Restauración.*



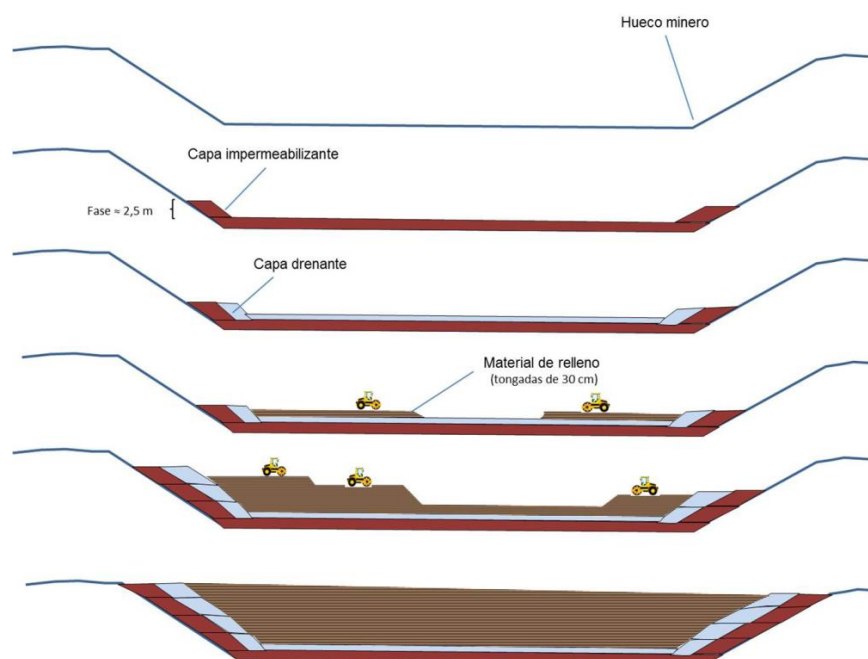
FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 81/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Se recomienda para el relleno de los huecos mineros con RCD la fracción “todo uno” hasta un tamaño máximo de 100 mm, considerándose tal vez las fracciones de 0-20 mm o de 0-40 mm las más óptimas. Los RCD de precibado mixto-cerámicos y de hormigón cumplen dichas condiciones por lo que constituye un material apto para su uso en el relleno de huecos de explotación minera.

De modo general, en todas las fases, los materiales deberán depositarse en tongadas de espesor entre 20 y 50 cm, aunque se recomienda 30 cm, una vez compactadas. La compactación puede realizarse, en principio, mediante rodillos lisos; debiéndose alcanzar en el material una densidad Proctor del 95%. Las tongadas, además, deberán quedar con una pendiente transversal que facilite la evacuación de las aguas pluviales y evite la creación de puntos bajos por donde se pueda infiltrar el agua, como se indica en la figura 23.

### Figura 23

*Metodología para el Relleno del Hueco en la Rehabilitación.*



FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 82/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Asimismo, durante el extendido de la primera capa de residuos a disponer se cuidará especialmente que se empleen los equipos adecuados y que se tengan las protecciones precisas para no dañar los elementos presentes en la impermeabilización de fondo. Esta acción se extenderá a las celdas que estén en contacto con los taludes excavados del hueco minero.

El talud de relleno, en sus límites no confinados por el hueco minero permitirá su ejecución con adecuada seguridad, considerando su estabilidad y la erosión de las aguas de escorrentía. Como se comentó, no debe superar nunca el valor de 18°, siendo preferible limitarlo a 15° para facilitar las tareas de rehabilitación. Conforme se vaya incrementando la altura de relleno, es conveniente disponer bermas, con un máximo desnivel entre ellas no superior a 20 m, de modo que mejore la estabilidad de la masa de vertido y se facilite el acceso. Su anchura será superior a 4 m.

### **Fase de clausura**

Para las zonas culminantes del relleno, es muy posible que se pueda plantear aprovechamientos agrícolas. Las áreas en las que se quiere instaurar un uso agrícola han de tener una pendiente máxima de 5° (10%), y menos de un 40% de elementos gruesos inicialmente. Convendrá tener un perfil de suelo de un metro o más y realizar labores de descompactado. En estas áreas es posible poner en práctica los métodos agrícolas convencionales mecanizados de siembra o la plantación para las especies leñosas. Las siembras se realizarán entonces con maquinaria específica en función del tipo de semilla de cultivo que se quiera implantar. Evidentemente, habrán de estar libres de problemas relativos a toxicidad por metales pesados y salinidad, con pH entre 5,6 y 7,8, preferiblemente (Alberruche, et al.,2018).

Ciertamente, para asegurar una rehabilitación a largo plazo, en la mayoría de los casos es necesario introducir especies leñosas. Para garantizar la sostenibilidad, la selección de especies

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 83/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

leñosas para la rehabilitación debe basarse, en la medida de lo posible, en la vegetación natural propia de estados identificados como propios de la sucesión teórica tardía en la zona y en las características ambientales del lugar.

Los trabajos de revegetación y reforestación no deben limitarse a las siembras y plantaciones. Es necesario realizar un seguimiento y tener previsto la reposición de fallos, así como la modificación de la selección de especies en función de los primeros resultados. Lo ideal sería supervisar los resultados hasta tener la seguridad de que el sistema es productivo y estable o, si evoluciona, lo hace en una dirección adecuada y acorde con los objetivos marcados.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 84/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Conclusiones

Teniendo en cuenta que el objetivo definido en esta investigación, es dar valorización a los residuos de rechazo en el tratamiento de los RCDs, se propuso como alternativa un proyecto de explotación localizado en la provincia de Sevilla, el cual plantea en la fase de rehabilitación del hueco post excavación usar mayormente material de RCD para su relleno. Una vez desarrollada la investigación se pudo determinar que este hueco cumple con las características necesarias para la rehabilitación con material de RCD.

Adicionalmente, el Gobierno debe considerar convertir los huecos producto de una explotación minera en vertederos de RCD, a causa de que este material según la FERCD (2017) se encuentra acopiado en grandes volúmenes en los terrenos de las diferentes plantas de tratamiento debido a su baja comercialización, esta alternativa evitaría que en la etapa de rehabilitación de los huecos se utilice material de origen natural como se viene haciendo tradicional.

Actualmente, el porcentaje de reciclado de los RCDS se encuentra muy por debajo de los resultados esperados por el estado español, por esta razón es necesario que por parte del Gobierno se promuevan investigaciones que propongan alternativas que incentiven el uso y valorización de estos materiales, con el fin de buscar soluciones importantes hacia el cumplimiento de las metas propuestas.

Sin embargo, a pesar de considerarse esta alternativa como una solución viable a la promoción del reciclaje de residuos inertes, existe una gran limitación relacionada con dar cumplimiento a las exigencias pactadas en las leyes, conforme a los Criterios para la exclusión de huecos mineros para su rehabilitación con RCD, los cuales esta diseñados para la protección de los ecosistemas.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 85/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

### Bibliografía

AEMET. (2018) Agencia Estatal de Meteorología. Histórico Datos Climatológicos. [www.aemet.es](http://www.aemet.es).

Alberruche del Campo, E., Fernández Naranjo, F. J., Arranz González, J. C., Rodríguez Gómez, V., Perucha Atienza, M., Vadillo Fernández, L., ... & Rodríguez Pacheco, R. L. (2018). Guía para la rehabilitación de huecos mineros con residuos de construcción y demolición (RCD).

Alberruche del Campo, M. E., Arranz-González, J. C., Rodríguez-Pacheco, R., Vadillo-Fernández, L., Rodríguez-Gómez, V., & Fernández-Naranjo, F. J. (2014). Manual para la evaluación de riesgos de instalaciones de residuos de industrias extractivas cerradas o abandonadas. Madrid: Instituto Geológico Minero de España-Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

AMBIENTE, C. D. M. (2012). Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

Bertrand, C. M. (2009). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización. In Congreso nacional del medio ambiente (España).

Colomer Mendoza, F. J., Gallardo Izquierdo, A., Buenaño Mariño, C. D. P., Esteban Altabella, J., & Sánchez Collado, P. (2021). Reducción de impactos en la gestión de RCD en las obras de construcción y demolición.

Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo sostenible (2018). Datos de la Estación Meteorológica de La Rinconada. [www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca)

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 86/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

Europeo, P. (2008). DIRECTIVA 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

de Santos Marián, D., Delgado, B. M., & Martínez, A. G. (2013). Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición. Tornapunta.

FERCD (Federación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición). 2017. Informe de Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en España, Periodo 2011-2015. Madrid, 1 de mayo de 2017. 52 p.

IHOBE. 2005. Guía Técnica para el Relleno de Canteras con Materiales Naturales de Excavación. (Ley 1/2005 para prevención y corrección de la contaminación). Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

INE. (2020). Notas de Prensa Cuentas medioambientales Cuentas de los residuos año 2019 [versión PDF] INE. [www.ine.es.pdf](http://www.ine.es.pdf)

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015) Resolución de 8 de octubre de 2015, por la que se formula declaración ambiental estratégica del Plan Estatal de Residuos (PEMAR) 2016-2022. España.

Ministerio de la Presidencia. (2008). RD105/2008 Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. España.

Ministerio de la Presidencia. (2009). RD975/2009 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. España.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). RD646/2020 Real Decreto 646/2009, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. España.

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 87/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	

PROYECTO, G. (2012). Guía española de áridos reciclados procedentes de RCD. Madrid: Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición GERD.

Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el 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 las actividades mineras.

REDIAM. (2018) Red de Información ambiental de Andalucía. Catálogo de Información Ambiental de Andalucía. [www.portalrediam.cica.es](http://www.portalrediam.cica.es)

RETEMA. (5 de mayo de 2020) España es el país de la Unión Europea que más residuos deposita en los vertederos. RETEMA: [www.retema.es](http://www.retema.es).

Secretaría General de Infraestructuras. (2015). Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras o puentes (PG-3). España.

Secretaría General de Medio Ambiente. (2001). Resolución de 14 de junio de 2001. por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006. España.

SIOSE (2018). Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España. Base de datos. [www.siose.es](http://www.siose.es).

FIRMADO POR	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ MARQUEZ	19/09/2022	PÁGINA 88/88
VERIFICACIÓN	Pk2jm568ZMXX2GRZ4G2SY53UKJJMZ5	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma</a>	