



PARAJE SIERRA DE URRÁÚN S/N  
31398 TIEBAS-MURUARTE DE RETA (NAVARRA)



## PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C) DE LA EXPLOTACIÓN “UNCONA”


*“PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN  
DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES”*

MARZO DE 2.022

*D. Ignacio López Galván*

GRADUADO EN INGENIERÍA MINERA Colegiado Nº 1683 del COITMPVN  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RR-LL

PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACION Y CONSECUACION DE LA  
ESCOMBRERA “PASO DE LOS BUEYES”


	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN "UNCONA"</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

## INDICE

---

### MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN
2. CONTENIDO
3. TIPOLOGIA
4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE REFERENCIA
5. MATERIALES ADMISIBLES
  - 5.1. RESIDUOS MINEROS
    - 5.1.1. ESTÉRIL DEL FRENTE DE LA CANTERA UNCONA
    - 5.1.2. COLAS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE LA CANTERA UNCONA
  - 5.2. HORMIGÓN FRAGUADO PROCEDENTE DE PLANTAS DE FABRICACIÓN
  - 5.3. TOTAL MATERIALES
6. EMPLAZAMIENTO
  - 6.1. LIMITES DE ACTUACIÓN
  - 6.2. CONSIDERACIONES URBANÍSTICAS
  - 6.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL EMPLAZAMIENTO
7. ENTORNO GEOLÓGICO
8. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA DE LA ZONA
9. CLIMATOLOGÍA
  - 9.1. PRECIPITACIONES
    - 9.1.1. DATOS METEORÓLOGICOS
    - 9.1.2. ÁREA RECEPTORA
    - 9.1.3. CÁLCULOS
  - 9.2. VIENTO DOMINANTE
10. CARACTERÍSTICAS DE LA ESCOMBRERA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
  - 10.1. GEOMETRÍA, MATERIALES Y CONFIGURACIÓN
  - 10.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA. PROCEDIMIENTO TÉCNICO
  - 10.3. COMPACTACIÓN
  - 10.4. BALANCE HÍDRICO
    - 10.4.1. LLUVIA ÚTIL
    - 10.4.2. ENTRADAS

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

10.4.3. SALIDAS

10.4.4. VARIACIÓN INTERIOR

10.4.5. BALANCE

10.5. DRENAJE

11. EQUIPAMIENTOS GENERALES Y SERVICIOS

11.1. TIPOS DE MAQUINARIA Y OPERACIÓN

11.2. MANTENIMIENTO Y UTILIZACIÓN

11.3. TANQUE DE TORMENTAS

11.4. AGUAS DOMESTICAS Y SANITARIAS

11.5. VERTIDO, CAUDAL Y PUNTO DE VERTIDO

12. MOLESTIAS Y RIESGOS

13. SEGURIDAD

14. EVALUACIÓN DE RIESGOS

15. ABANDONO DEFINITIVO DE LA ACTIVIDAD

16. REGISTRO Y CONTROL DE ENTRADA DE RESIDUOS

16.1. DOCUMENTACION

17. AUSCULTACION Y MONITOREO

17.1. REVISIONES PERIODICAS


18. PRESUPUESTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION

## DOCUMENTOS ANEXOS

1. FÓRMULAS Y CÁLCULOS.


2. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA EL DISEÑO DEL RECRECIMIENTO Y LEGALIZACION DE UNA ESCOMBRERA DENOMINADA “PASO DE BUEYES”. PARA LA CANTERA UNCONA (MURUARTE DE RETA - NAVARRA).

3. CUBICACIÓN

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

## A. MEMORIA

---

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

## 1. INTRODUCCIÓN

Las actividades mineras a cielo abierto y subterráneas producen gran cantidad de materiales de desecho que es necesario almacenar en lugares adecuados, en cuanto, contaminación, estabilidad, economía, seguridad é integración con el entorno.

El desafío principal de los constructores de escombreras es diseñar, construir y operar estructuras que permanezcan seguras y estables en el tiempo y que ocasionen un mínimo impacto en el ambiente (Art. 118. Capítulo VIII. Real Decreto 863/1985 de 2 de abril). Por tanto, se trata de conseguir un aislamiento efectivo de los residuos de forma permanente, evitando su interacción con el medio ambiente.


Uncona, S. A., realiza un plan de gestión de residuos mineros, procedentes de su cantera Uncona, enfocado a su reducción, tratamiento, recuperación y eliminación teniendo en cuenta el principio de desarrollo sostenible y garantizando que estos residuos se gestionan de un modo que no supone peligro para la salud de las personas y sin utilizar procesos o métodos que pueden dañar el medio ambiente y, en particular, suponer riesgos para el agua, el aire, el suelo, la fauna o la flora, sin causar molestias debidas al ruido o los malos olores y sin afectar negativamente al paisaje ni a lugares que representen un interés especial (Art. 17 del R. D. 975/2009 de 12 de junio).

La elección del emplazamiento de la escombrera se basó en criterios técnicos, económicos, ambientales y socio-económicos.

El presente proyecto de la escombrera "Paso de los bueyes" (en adelante PdB) desarrolla la construcción y la explotación y restauración de un depósito controlado consistente en una escombrera para almacenamiento de residuos en superficie por tiempo indefinido en condiciones de total seguridad para el medio ambiente, las personas y los bienes, provisto de las medidas constructivas y de control oportunas.

Dado que la escombrera está iniciada, se trata de la legalización de una situación existente, por lo que no es posible la colocación de cualquier tipo de impermeabilización, tanto de fondo, como lateral.

Se trata de una colocación de residuos sólidos procedentes de una cantera de piedra caliza [finos secos de rechazo de la planta de lavado (material principal) y Margocalizas y limolitas de una intercalación en la masa de calizas objeto de aprovechamiento en la cantera (material secundario)] y fragmentos de hormigón procedentes de las balsas de decantación de un número dado de Plantas de Fabricación de Hormigón fresco (material minoritario).

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Los residuos admisibles en la escombrera del "PASO DE BUEYES" son conformes con la definición de "residuo inerte" establecida en el artículo 2. B) del Real Decreto 1481/2001 y están exentos de la realización de pruebas de caracterización básica.

Dentro de la estrategia global de gestión de residuos, la prioridad de tratamiento se suele establecer según la siguiente secuencia: prevención, minimización, reutilización, reciclaje, valorización y eliminación. Una adecuada gestión de los residuos mediante su eliminación en vertedero pasará por la necesidad de que los residuos finales, aquellos que procedentes de un proceso de tratamiento no posean otra vía de gestión, sean eliminados adecuadamente para evitar que contaminen el entorno y pongan en riesgo la salud de las personas y las cosas. El vertido se considera como última alternativa, dado los problemas que plantea de disponibilidad de terrenos y riesgo de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.


Las instalaciones de eliminación por vertido representan un elemento forzoso a tener en cuenta dentro de una planificación global de residuos, debido a que las técnicas de reducción en origen (minimización, reciclado, valorización, etc.) no garantizan por sí solas la desaparición de los residuos.

La escombrera del "PdB", con una superficie ocupada de 7,36 Ha, estará dotada de medidas constructivas, operativas y de vigilancia que controlen y minimicen el contacto de los vertidos con los vectores de dispersión (agua, aire y arrastre mecánico). La importancia de los vectores de dispersión está relacionada con el riesgo que suponen, para la salud humana y del medio, los contaminantes que se puedan liberar de los residuos. Este riesgo viene determinado, en cada caso, por las condiciones del emplazamiento y por la presencia e intensidad de dichos vectores.

Teniendo en cuenta la naturaleza de los residuos depositados, no es previsible que la acción de los agentes climáticos produzca una meteorización que se traduzca en transformaciones químicas, desintegración y fragmentación. De igual forma, no se esperan alteraciones químicas previsibles que puedan incidir negativamente en la estabilidad del depósito, que dañen su estructura o que produzcan lixiviados contaminantes.

Dado el tipo de material a depositar en la escombrera, el compactado de los depósitos (por presión) será realizado por la misma máquina que efectuará el extendido.

El periodo de explotación de la escombrera estará ligado a la vida de la cantera Uncona, previéndose en un principio, el correspondiente a la Concesión de Explotación de recursos solicitada.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Los residuos totales previstos a depositar en la escombrera, en el periodo de explotación considerado, alcanza la cifra de 440.402 m<sup>3</sup> considerados después de su compactación en escombrera.

Atendiendo a criterios marcados en el ANEXO II del R. D. 975/2009, de 12 de junio, la instalación de residuos PdB no deberá estar clasificada en la categoría A ya que teniendo en cuenta factores como tamaño, ubicación e impacto ambiental no se debería producir un accidente grave como resultado de un fallo o un funcionamiento incorrecto; no contiene residuos clasificados como peligrosos con arreglo a la Directiva 91/689/CEE y no contiene sustancias o preparados clasificados como peligrosos con arreglo a las Directivas 67/548/CEE ó 1999/45/CE.

No se prevé, en principio, una reutilización de los recursos mineros depositados después de la clausura definitiva de la instalación.


Dado el tipo de materiales a depositar en la escombrera es necesario tener en cuenta la legislación y normativa minera, por tratarse de una instalación resultado de una actividad minera y asociada a un derecho minero, y la legislación ambiental y de gestión de residuos, teniendo en cuenta los residuos industriales procedentes de Plantas de Fabricación de Hormigón.

Se implanta un documento de política de prevención de accidentes graves, un sistema de gestión de la seguridad, un plan de emergencia interior y un plan de emergencia exterior según exigencias de los artículos 37; 38; 39 y 40 del R. D. 975/2009, de 12 de junio.

El proyecto de explotación de la escombrera está sujeto a la realización de un Estudio sobre Seguridad y Salud para dar cumplimiento a la Orden ITC/101/2006, de 23 de enero (BOE 30-01-2006) por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

La caracterización de materiales y el análisis de estabilidad para el diseño de recrecimiento de la escombrera se han contratado a CRS INGENIERIA (INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L), debido a su contrastada experiencia en dichas disciplinas.

En la tramitación del anterior Proyecto se señaló la necesidad de incluir en un mismo documento el Proyecto de Explotación de la cantera y la restauración de la misma, incluyendo la escombrera del "Paso de los Bueyes (Pdb)". En el Plan de Restauración del espacio afectado y en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto se ha incluido la escombrera. Por tanto, este documento se ciñe exclusivamente a los aspectos concretos del diseño y desarrollo de la escombrera y está basado en el trabajo realizado por CRS.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

La construcción y la gestión de la escombrera estarán en manos de un Director Facultativo que será una persona con la cualificación técnica adecuada, cuyo nombre y dirección completa será comunicada a la Autoridad Minera antes de la puesta en marcha oficial de la Instalación. Están en marcha el desarrollo y la formación profesional y técnica del personal asignado a la escombrera.

La presente Memoria incluye información suficiente para su justificación, indicando los posibles riesgos para escenarios de contaminación y de fallo de estructura.

## 2. CONTENIDO

El presente Proyecto consta de los apartados:

MEMORIA

DOCUMENTOS ANEXOS


Como se ha señalado anteriormente, el Plan de Restauración y el Estudio de Impacto Ambiental de la cantera incluyen la escombrera.

## 3. TIPOLOGIA

La escombrera del "PASO DE LOS BUEYES", PdB en adelante, se puede describir atendiendo a los siguientes criterios:

- Por sus características geométricas: Niveles independientes (terrazas y bermas).
- Por su emplazamiento: De relleno de hueco.
- Por su tamaño: Grande (altura superior a 30 metros).
- Según el tipo o sistema de vertido: Por fases ascendentes retranqueadas y superpuestas.
- Según el método constructivo: Tongadas horizontales compactadas.
- Por su grado de riesgo potencial, estabilidad y coeficiente de seguridad: Tipo All. Riesgo muy bajo para personas, bienes, etc., etc.
- Por su seguridad ligada a la presencia de agua y problemas del cimiento: Escombreras normales (Tipo BI). Sin efecto de aguas freáticas y en cuya estabilidad no interviene el cimiento.
- Por el número de caras libres: Cuatro.
- Por el tipo de material vertido: Inerte.
- Por el método de compactación: Pisado mediante máquina.



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Con respecto a la explotación que la alimenta: Exterior.
- Según la presencia de aguas superficiales: Exenta.
- Según su permanencia: Definitiva.


#### 4. LEGISLACION Y NORMATIVA DE REFERENCIA

Dado el tipo de escombrera que se contempla en el "PdB" será necesario considerar, en la parte que la afecta, la legislación y normativa sobre:


- Legislación minera por tratarse de una instalación resultado de una actividad minera y asociada a un derecho minero.
- Protección del medio ambiente. Protección de las aguas superficiales y subterráneas y espacios y hábitats de valor ambiental próximos al emplazamiento. La operación de relleno conlleva acciones de transporte y puesta en obra que implica aspectos ambientales diversos (polvo, ruido, tráfico, etc).
- Gestión de residuos, teniendo en cuenta la tipología y clasificación de las tierras y colas procedente de la cantera y los residuos industriales procedentes de Plantas de Hormigón, como residuos inertes, los requerimientos para el emplazamiento y los criterios de admisión de los materiales.

##### 1. ESTATAL


- Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes.
- Ley de Minas 22/1.973 de 21 de Julio.
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Reglamento General para el Régimen de la Minería aprobado por el Real Decreto 2.857/1.978 de 25 de Agosto.
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Mineras y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la planificación Hidrológica, en el desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Real Decreto 1435/1992, de 27 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Máquinas.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Real Decreto 150/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica el artículo 109 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Mineras.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE 31-01-1997) por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1.215/1.997 de 18 de Julio que determina las Condiciones Mínimas de Seguridad y Salud que deben tener los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores.
- Ley 54/1.980 de 5 de Noviembre de modificación de la Ley de Minas.
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre (BOE 07-10-1997) por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Orden ITC/101/2006, de 23 de enero (BOE 30-01-2006) por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva.
  - Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
  - Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
  - Real Decreto 524/2006, de 28 de Abril, por el que se modifica el RD 212/2002, de 22 de Febrero.
  - Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo. Sobre Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al Ruido.
  - 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.
  - Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación
  - Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
  - Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.
  - 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.
  - Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
2. AUTONÓMICA
- LEY FORAL 9/1996, de 17 de junio, de espacios naturales de Navarra.
  - Ley Foral 1/1992 de 17 de Febrero, de protección de la fauna silvestre migratoria.
  - Ley Foral 2/1993 de 5 de Marzo, de protección y gestión de la fauna silvestre y sus hábitats y posteriores modificaciones. (Ley ForL 5/1998, de 27 de abril, Ley Foral 8/1994, de 21 de junio, Ley Foral 5/1998, de 27 de abril, Ley Foral 18/2002, de 13 de junio.
  - Ley Foral 13/1994, de 20 de septiembre, de Gestión de Residuos Especiales y su modificación de acuerdo a la Ley Foral 1/2001, de 13 de febrero.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- LEY FORAL 19/1997, de 15 de diciembre, de vías pecuarias de Navarra.
- Decreto Foral 135/1989 de 8 de Junio, por el que se establecen las condiciones que deben cumplir las actividades emisoras de ruidos y vibraciones.
- Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Decreto Foral 93/2006, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental.
- Orden Foral 276/1990 de 15 de Mayo, por la que determina el proyecto técnico de actividades clasificadas.

## 5. MATERIALES ADMISIBLES

La escombrera del "PdB" solamente admitirá vertidos controlados procedentes de:

- estériles originarios del frente de la Cantera Uncona (residuo minero. LER 01-01-02),
- colas de la Planta de Beneficio de la citada Cantera (residuo minero. LER 01 04 12) y
- hormigón fraguado sobrante de Plantas de Fabricación de Empresas pertenecientes al mismo Grupo Industrial (residuo industrial. LER 17 01 01).

Los materiales a verter en la escombrera cumplen las características de la definición y los criterios de admisión fijados en el Art. 2.b y en el Anexo II del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, para vertederos de residuos inertes.

Tanto los residuos mineros, como los procedentes de las Plantas de Fabricación de hormigón son residuos generados de forma regular y de producción regular en un mismo proceso en cada uno de los campos industriales.


El límite máximo de humedad que puede contener un residuo para ser admitido en la escombrera será de un 65 %.

No existirá diferenciación por áreas dentro de la escombrera en función del tipo de residuo depositado u otros aspectos.

Los materiales que van a constituir la escombrera se han caracterizado mediante ensayos en laboratorio, realizando la determinación de densidades, granulometrías, límites de Atterberg, presión de hinchamiento, índice de colapso, compresión simple y corte directo CCD.

### 5.1. RESIDUOS MINEROS

De acuerdo con la Directiva 2006/21/CE, transpuesta al ordenamiento interno español mediante el Real Decreto 975/2009, se definen los residuos de las industrias extractivas como

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

aquellos residuos resultantes de la prospección, extracción, tratamiento y el almacenamiento de recursos minerales.


En general, se define residuo minero como “aquellos residuos sólidos o lodos que quedan tras la investigación y aprovechamiento de un recurso geológico, tales como estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos, subproductos abandonados y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal y cobertera en determinadas condiciones, siempre que constituyan residuos tal y como se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio de Residuos y Suelos contaminados”.

El subapartado e) del artículo 3.7 modificado del Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras define el Residuo minero inerte como aquel que no experimente ninguna transformación física, química o biológica significativa, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente de ninguna otra manera, ni es biodegradable, ni afecta negativamente a otras materias con las cuales entre en contacto, de forma que pueda provocar la contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana; la lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes en ellos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y, en particular, no deberá suponer riesgo para la calidad de las aguas superficiales ni subterráneas. Las características específicas de los residuos mineros inertes se desarrollan en el anexo I del 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.

Los residuos mineros que se manejarán en el presente proyecto son “residuos inertes” catalogados con el código LER 01-01-02 Residuos de la extracción de minerales no metálicos y con el código LER 01 04 12 “Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales, distintos de los mencionados en los códigos 01 04 07 y 01 04 11” y están incluidos en el ANEXO I del Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo.

Según el Manual Técnico Británico “Escombreras y Balsas de Residuos” las características de los materiales a definir en soluciones de gestión de escombreras son:

- Cohesión efectiva.
- Angulo efectivo de rozamiento.
- Distribución del tamaño de las partículas.
- Densidad.
- Plasticidad.
- Contenido de humedad.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Permeabilidad.
- Consolidación.
- Porosidad.

Es necesario indicar que no hay información concreta respecto a los parámetros geomecánicos de algunos de los materiales que configuran el modelo geotécnico, por lo que dichos parámetros son inferidos; obtenidos de referencias bibliográficas, cálculos estimativos, o de ensayos realizados en materiales similares.

En el Epígrafe 9.1.3 se muestra las características de los materiales determinadas en Laboratorio que complementan las conocidas por ser características de cada uno de ellos.

Los análisis químicos realizados han presentado los resultados mostrados en la TABLA N° 1.

MUESTRA	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI
N° 1 (%)	78,66	9,59	2,30	0,68	0,22	0,12	2,58	0,80	0,04	4,39
N° 2 (%)	39,86	5,49	2,87	0,60	25,63	0,05	1,15	0,43	0,02	20,58

TABLA N° 1


La previsión total de tierras generadas durante la consecución del proyecto, en el periodo considerado de treinta años, es 652.806 m<sup>3</sup>. Parte de dicho material se empleará en la construcción del terraplenado del acceso sur y en otras tareas de restauración. Por tanto, podría esperarse la generación de rechazo hasta los 440.402 m<sup>3</sup> que procederían de parte de ese rechazo (aproximadamente 343.749 m<sup>3</sup>), así como del proceso de fabricación así como de materiales procedentes del exterior que pudieran mejorar la restauración (especialmente tierra vegetal). En ningún caso se depositarán más de los 440.402 m<sup>3</sup> señalados en este Proyecto.

Una parte importante de estas tierras se utilizarán en la construcción de la Pista de acceso norte al banco +700; en la construcción de la Pista de Servicio Sur y en la Restauración del espacio afectado.

#### 5.1.1. ESTERILES PROCEDENTES DEL FRENTE DE LA CANTERA UNCONA

El Banco 700 de la Cantera Uncona presenta una intrusión importante de estéril de unos 10/12m de potencia que es previsible su desaparición una vez que el frente supere la vaguada del Barranco Urraun.

Se trata de residuos mineros inertes que han sido catalogados bajo el código LER 01 01 02.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Actualmente se está procediendo a estocarlos provisionalmente en la Plaza de cantera junto con materiales calizos, de difícil separación, mientras se decide los destinos finales. este stock supera los 170.000 m<sup>3</sup>.

Además en el transcurso de la explotación se espera que se puedan producir 455.093 m<sup>3</sup> de este tipo de materiales.

En caso de que una vez que se haya construido el terraplén del acceso sur de la cantera y se haya completado el llenado de la escombrera "PdB", el resto de materiales serán acopiados en la plaza de la cantera.

### 5.1.2. COLAS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE LA CANTERA UNCONA

Se trata de residuos mineros inertes catalogados como LER 01 04 12 "estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales, distintos de los mencionados en los códigos 01 04 07 y 01 04 11", por el Código LER.

Son residuos de partículas de grano fino secadas por medios mecánicos y evaporación, producidos durante el procesamiento y el tratamiento de las arenas calcáreas para su uso o venta. Proceden del lavado y la separación de fracciones en vía húmeda del todo uno durante los procesos de tratamiento, utilizando un proceso mecánico de separación de la fase sólida y la líquida.

Estos residuos limosos no contienen sustancias peligrosas procedentes del tratamiento del recurso.


El material arrancado en la cantera, según análisis realizados, está compuesto por los componentes mostrados en la TABLA N° 2.

COMPONENTE	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
MEDIA CANTERA	0,13	56,12	0,00	0,07	0,02	0,28	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	43,27

TABLA N° 2

Las colas procedentes de la Planta de Beneficio de la cantera Uncona son residuos calizos con granulometrías inferiores a 0,04mm (limos) cuasi secos tras su paso por un filtro prensa.

La cantidad estimada de colas generadas por la Planta de Lavado en el periodo considerado es 197.713 m<sup>3</sup>.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

El volumen total de colas generadas tendrá como destino la escombrera.

## 5.2. HORMIGÓN FRAGUADO PROCEDENTE DE LAS PLANTAS DE FABRICACIÓN

El hormigón fraguado a verter es un residuo industrial sólido inerte procedente de la fabricación de hormigón fresco.

Los elementos principales empleados en la fabricación de hormigón fresco (según Norma EN-2006-1) son básicamente tres: cemento Portland (según Norma EN 197-1), agregados estándar (según norma EN 12620) y agua (según Norma EN 1008). Complementariamente se puede incorporar, en muy pequeña proporción, algún tipo de aditivo (Norma EN 206-1 para su definición y Norma EN-934-2 para sus requisitos).

Para un tipo de cemento CEM I (el más habitual en obras) los porcentajes de cada componente, por cada metro cúbico de hormigón, se sitúan en los valores siguientes:

- Cemento Portland 10,30%.
- Aditivo 0,90%.
- Agua de amasado 15,50%.
- Arido 70,30%.
- Aire esperado 3,00%.


Los cementos tipo Portland normales están constituidos por la mezcla de clinker obtenido por cocción a altas temperaturas (1.4000 C - 1.5000 C) con yeso dihidrato que actúa como regulador del fraguado. En la composición del cemento se pueden distinguir dos tipos básicos de óxidos:

- Los óxidos principales, cal (CaO), sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y hematites (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
- Los óxidos secundarios, de presencia muy limitada, magnesia (MgO y SO<sub>3</sub>), cal libre (CaO), álcalis (Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O).

Los agregados estándar son áridos calizos procedentes de trituración y clasificación provenientes de Instalaciones de Clasificación de Empresas pertenecientes al mismo Grupo Industrial.

Los tamaños empleados más usualmente son 0/4 (UNE EN 12620/2003); 2/4 (UNE EN 12620/2003); 4/12 (UNE EN 12620/2003); 12/20 (UNE EN 12620/2003); 20/32 (UNE EN



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

12620/2003); 0/4L UNE EN 12620/2003); 4/12L UNE EN 12620/2003); 12/20L (UNE EN 12620/2003) y 20/40L (UNE EN 12620/2003).

Los áridos empleados no interfieren en el fraguado, tienen una adherencia suficientemente fuerte con la pasta de cemento endurecida y no comprometen la resistencia y durabilidad del hormigón resultante.


El agua de amasado empleada es proveniente de bombeos subterráneos, captaciones en río o de la traída general, según de qué Planta se trate. Se ha asegurado que no contiene ni trazas de petróleo, grasas, detergente, sustancias suspendidas, olor, contenido de ácido y humus.

Los aditivos son, generalmente, soluciones acuosas de diferentes materias primas en una proporción determinada, por lo que no existen disolventes peligrosos y tampoco se emplean metales pesados. Los aditivos empleados en la Plantas de Fabricación indicadas posteriormente son de tipo plastificante y superplastificante (lignosulfonatos, glucósidos, condensados de melaminas sulfonadas, condensados de naftalenos sulfonados, condensados a base de policarboxilatos o polifosfonato) y se agregan en pequeñas cantidades a la mezcla de cemento con el objetivo mejorar el hormigón, obteniendo un aumento de la durabilidad, mejora de la trabajabilidad y modificación del endurecimiento del cemento.

Desde el punto de vista químico, los aditivos son mezclas de una o varias de las materias primas mencionadas, con algún otro componente en cantidades no significativas como para influir en la clasificación de dicho aditivo, esto es, presentes en una concentración inferior al umbral mínimo como para catalogarlo como sustancia peligrosa. Estas materias primas se disuelven en agua para que puedan homogeneizarse bien dentro de la masa del hormigón, hasta una concentración que suele estar en torno al 40 o 50 % de los principios activos, solo en casos puntuales esta concentración es del 100%. Por tanto, aún llevando en su composición algún producto que tenga cierta peligrosidad, es raro que el aditivo sea catalogado como tal.

En estudios sobre restos de hormigón se ha comprobado que solo entre un 20 a un 30% de los aditivos estudiados produjeron productos de lixiviación. De éstos, más de la mitad eran productos de descomposición de los mismos, fácilmente biodegradables, muy solubles en agua, por lo que no es de esperar acumulaciones en los suelos o contaminación de acuíferos.

Los aditivos añadidos permiten reducir en gran medida el contenido de agua en una mezcla de hormigón sin afectar la consistencia, o aumentar en gran medida la trabajabilidad sin cambiar el contenido de agua, o combinar ambos efectos. La dosis permitida es  $\leq 5\%$  en peso de cemento (normalmente no sobrepasa el 3%). Dada la pequeña cantidad de aditivo que se incorpora es muy pequeña, su potencial contaminante, dentro del hormigón endurecido no es importante.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Los aditivos del hormigón empleados son ecológicamente aptos para ser usados y, cuando se los aplica correctamente, son inofensivos para el hombre, los animales y el entorno.

Los aditivos empleados en la fabricación del hormigón presentan, resumidamente, las características mostradas a continuación:

#### **ENAHPOLYMER 830**

Aditivo superplastificante reductor de agua de alta actividad (EN 934-2). Composición química: Policarboxilato modificado en base acuosa. Libre de cloruros (EN 934-2). Densidad: Aprox.  $1,04 \pm 0,01$  kg/l. Valor de pH: Aprox.  $5.5 \pm 1$ . No tóxico ni inflamable.

La dosificación habitual se encuentra entre el 0,5% y el 1,5% sobre peso de cemento según incremento de trabajabilidad y reducción de agua deseada.

#### **ENAHPOLYMER 837**

Aditivo superplastificante reductor de agua de alta actividad basado en éter de policarboxílico para la fabricación de todo tipo de hormigones fabricados en central (EN 934-2). DENSIDAD Aprox.  $1,04 \pm 0,02$  gr/cm<sup>3</sup>. Ph Aprox. 5,5. Cloruros < 0,1%. No tóxico ni inflamable.

La dosificación recomendada se encuentra entre el 0,5% y el 1,5% sobre peso de cemento según incremento de trabajabilidad y reducción de agua deseada.


#### **MASTERAIR 100**

Agente inclusor de aire para hormigón y mortero. Su actividad se basa en la incorporación de micro-burbujas de aire de tamaño controlado y con un efectivo factor de espaciado, que se mantienen estables en el estado endurecido, proporcionado al hormigón o mortero una mejora en la trabajabilidad y docilidad y unas óptimas prestaciones en cuanto a durabilidad y resistencia a los ciclos hielo deshielo. Densidad aparente, 20° C:  $1,010 \pm 0,02$  gr/ cm<sup>3</sup>. Viscosidad Brookfield (20°C) Sp00/100rpm: < 10 cps. Contenido en cloruros: < 0,1 %. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

Las dosificaciones recomendadas son del 0,01 - 0,3% sobre peso de cemento, en función del contenido de aire requerido y de las características de los materiales empleados.

#### **MASTERCAS 644**

Aditivo hidrofugante en polvo de alta actividad que proporciona un efecto repeledor de agua en la superficie del hormigón, pasta o mortero, evitando la penetración del

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

agua sin presión y por lo tanto proporcionando mayor impermeabilidad y durabilidad. Densidad aparente, 20° C: 0,550 - 0,710 g/ cm<sup>3</sup>. pH: 10,5 ± 1. Cloruros: < 0,1%. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosis recomendada es del 0,1 al 2,5% sobre peso de cemento.

#### **MASTERCAS 934**

Aditivo especialmente diseñado para mejorar la trabajabilidad y docilidad de morteros preparados en seco, incluso con el empleo de áridos de machaqueo y con granulometrías incorrectas. Densidad aparente, 20° C: 1,040 ± 0,08 g/ cm<sup>3</sup>. pH: 10,5 ± 1. Cloruros: < 0,1 %. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosis habitual es del 0,08 - 0,8% sobre el peso de cemento.

#### **MASTERPOZZOLITH 475N**

Aditivo polifuncional con prestaciones de aditivo plastificante/reductor de agua a baja dosificación y reducciones de agua típicas de superplastificante, con elevado mantenimiento de consistencia, a elevada dosificación. pH, 20° C: 4 ± 1. Densidad, 20° C: 1,160 ± 0,03 g/ cm<sup>3</sup>. Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/100rpm: < 20 cps. Contenido en cloruros: < 0,1%. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

Las dosificaciones habituales son del 0,5% al 1,5% sobre peso de cemento.


#### **MASTERPOZZOLITH 477N**

Aditivo polifuncional que permite la preparación de diferentes tipos de hormigones con solo variar la dosificación del aditivo. pH, 20° C: 4,5 ± 1. Densidad, 20° C: 1,18 ± 0,03 g/cm<sup>3</sup>. Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/100rpm: < 30 cps. Contenido en cloruros: < 0,1%. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosificación habitual de MasterPozzolith 477N es del 0,4% al 0,8% sobre peso de cemento.

#### **MASTERPOZZOLITH 7001**

Aditivo plastificante con propiedades polifuncionales que permite mejorar la calidad y la resistencia del hormigón y su acabado superficial, al mismo tiempo que ofrece un prolongado mantenimiento de consistencia para permitir transportes incluso a larga

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

distancia manteniendo una óptima docilidad para facilitar la puesta en obra del hormigón. pH, 20° C:  $4,5 \pm 1$ . Densidad, 20° C:  $1,075 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ . Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/100rpm:  $< 15 \text{ cps}$ . Contenido en cloruros:  $< 0,1\%$ . Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosificación habitual de MasterPozzolith 7001 es del 0,5% al 1,5% sobre peso de cemento.

#### **MASTERRHEOBUILD 2200HI**

Aditivo impermeabilizante de alto rango presentado en líquido y diseñado para la consecución de hormigones de baja permeabilidad y elevada calidad. Densidad, 20° C:  $1,110 \pm 0,03 \text{ gr/cm}^3$ . Viscosidad: 20° C Brookfield Sp00/100rpm:  $< 30 \text{ cps}$ . pH:  $9 \pm 1,5$ . Contenido de cloruros: Exento. Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

MasterRheobuild 2200HI se dosifica aproximadamente al 0,5 - 2,5% sobre peso de cemento, en función de la consistencia, reducción de agua e impermeabilidad deseada. No se considera mercancía peligrosa en el transporte por carretera.

#### **MASTERSET FZP 10**


Aditivo anticongelante libre de cloruros que actúa acelerando el fraguado y endurecimiento del hormigón y mortero y reduciendo el punto de fusión del agua de amasado, evitando así daños al hormigón cuando se prevé que pueda verse afectado por bajas temperaturas durante las horas siguientes a la puesta en obra. Densidad, 20° C:  $1,248 \pm 0,03 \text{ gr/cm}^3$ . pH, 20° C:  $7 \pm 1$ . Contenido en cloruros:  $< 0,1 \%$ . Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/100rpm:  $< 10 \text{ cps}$ . Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosificación habitual de MasterSet FZP 10 es del 0,5 - 4,0% sobre peso de cemento.

#### **MASTERSET R111**

Aditivo retardante que permite regular el tiempo de inicio y fin de fraguado del hormigón ajustando su dosificación, en función de las necesidades de la obra. Densidad, 20° C:  $1,122 \pm 0,03 \text{ gr/cm}^3$ . pH:  $7,85 \pm 1$ . Viscosidad 20° C Brookfield Sp00/100rpm:  $< 10 \text{ cps}$ . Contenido de cloruros:  $< 0,1\%$ . Marcado CE de producto bajo la Directiva UE de productos de la construcción de la UE.

La dosificación oscilará del 0,2% al 2,5% sobre material cementicio (cemento+adiciones) en función del retraso deseado y de las condiciones de la puesta en obra.

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

#### **SIKA® PLASTOCRETE® N (C€)**

Aditivo líquido para hormigón que plastifica, impermeabiliza y está exento de cloruros. Composición química: Lignosulfato modificado. Densidad (20 °C) Aprox. 1,08 kg/l. Valor del pH Aprox. 8.

La dosificación se sitúa en el 0,5% del peso de cemento.

#### **SIKA® ANTIGEL**

Aditivo anticongelante exento de cloruros. Composición química: Sales especiales. Densidad (20°C) Aprox. 1,25 kg/l. Contenido en sólidos Aprox. 35%. Valor del pH Aprox. 7.

La dosificación se sitúa en el 1,0% del peso de cemento.

#### **SIKAMENT®-165 ES(C€)**

Aditivo plastificante para todo tipo de hormigones (según especificaciones Norma UNE-EN 934-2). Base química: Lignosulfonato modificado. Densidad Aprox. 1,16 Kg/l. PH Aprox. 2,5.

La dosificación se sitúa entre el 0,3 y el 1,0% del peso de cemento.

#### **SIKAMENT®-230**

Aditivo reductor de agua - plastificante, exento de cloruros y no ejerce acción corrosiva sobre las armaduras (según especificaciones Norma UNE-EN 934-2). Base química: Base polimérica. Densidad 1,07 kg/l.


La dosificación se sitúa entre el 0,3 y el 1% del peso del cemento en función de la consistencia o reducción de agua que se pretenda conseguir del hormigón.

#### **SIKAMENT®-230 (C€)**

Superplastificante de nueva generación especialmente indicado en la fabricación de hormigones superfluidos o como reductor de agua de alta actividad permitiendo obtener altas resistencias iniciales y finales (según especificaciones Norma UNE-EN 934-2). Está exento de cloruros. Composición química: Copolímeros vinílicos modificados. Densidad Aprox. 1,14 kg/l (20°C). Valor del pH: Aprox. 6,5. Contenido en sólidos Aprox. 25%.

La dosificación se sitúa entre el 0,5 y el 1% del peso del cemento en función de que se emplee como superplastificante o gran reductor de agua.

#### **SIKAPLAST®-550**

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Aditivo plastificante de alto rendimiento (según especificaciones Norma UNE-EN 934-2), exento de cloruros y por tanto, no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras. Composición química: Polímeros modificados en solución acuosa. Densidad (20°C) Aprox. 1,08 kg/l. Valor del pH: Aprox. 5. Contenido en sólidos Aprox. 18%. Contenido en cloruros  $\leq 0,1 \%$ .

Según las propiedades deseadas se dosifica entre el 0.5% y el 1.8% del peso del cemento.

#### SIKA®-VISCONCRETE-5920® (C€)

Superplastificante de tercera generación para hormigones de altas prestaciones (según especificaciones Norma UNE-EN 934-2), exento de cloruros. Densidad (20°C) Aprox.: 1,08 kg/l. Valor del pH: Aprox. 5. Contenido en sólidos Aprox. 36%.

La dosificación se sitúa entre el 0.5% y el 1.8% del peso del conglomerante dependiendo de que se emplee como superplastificante o como reductor de agua.


La producción es un factor crítico para el hormigón y consiste básicamente en dosificar y mezclar íntimamente sus componentes.

El hormigón se entrega en camiones cuba considerando los siguientes criterios: tiempo de transporte y descarga, revoluciones necesarias del tambor mezclador durante el viaje, no detener el camión al sol durante los períodos de espera, definición de la capacidad máxima a transportar, la no agregación de agua o dosis extra de aditivos y la necesidad de mezclar nuevamente antes de la descarga (1 minuto por  $m^3$ ).

El retorno de camiones cuba a las Plantas siempre proporciona hormigón sobrante, bien en fresco, que se dispone directamente de la cuba a moldes metálicos ( $\pm 50\%$ ) para la fabricación de dados de diferentes tamaños utilizados en obra civil, o bien procedente del lavado de dichas cubas, que se deposita en las balsas de decantación disponibles con el fin de recircular el agua al proceso, o verterlo a medio público en caso de necesidad, con las características no contaminantes exigidas por el Organismo de Cuenca.

Según la DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, el hormigón figura con el código 170101 (Residuos de la Construcción y Demolición).

El Art. 3.a. Definiciones den la Ley Foral 23/2011, de 28 de marzo por la que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra, los residuos de construcción y demolición son **exclusivamente** aquellos residuos generados en una obra de construcción o demolición. El caso

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

presente trata un hormigón fabricado en una Planta de Fabricación situada en una instalación industrial que da servicio a distintas obras y que no es parte integrante de una obra de construcción.


A nuestro entender, los residuos resultantes del proceso de fabricación de hormigón fresco son "Residuos Industriales", ya que son resultantes de los procesos de fabricación, generados por la actividad industrial de "Fabricación de Hormigón Fresco, según el art. 3. d) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Al no experimentar transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no ser solubles ni combustibles, ni reaccionar física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni ser biodegradables, ni afectar negativamente a otras materias con las cuales puedan entrar en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana, se consideran como "residuos inertes" (art. 2. b) de Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero). La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado son insignificantes, y en particular no suponen un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas.

El proceso de eliminación se realizará mediante depósito sobre el suelo (D1 del ANEXO I. Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados).

El hormigón fresco a eliminar procederá de las siguientes Plantas de Fabricación de hormigón:

- **HORMIGONES PIRAMIDE, S.A.**, ubicada a unos doscientos cincuenta metros de la entrada a la escombrera del **PdB**, en la misma carretera de acceso a las canteras. Con una producción media prevista de 24.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 240 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 120 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (120 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.
- **HOMIGONES OSKIA, S.L.**, ubicada en las proximidades del pueblo de Erroz, en el término municipal de Arakil, a aproximadamente 28 Km del "PASO DE LOS BUEYES". Con una producción media prevista de 21.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 210 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 105 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (105 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.
- **HORMIGONES BERIAIN, S.A.**, ubicada en la localidad de Beriain a 6,5 kilómetros del "PASO DE BUEYES". Con una producción media prevista de 30.000 m<sup>3</sup>/a, genera una


	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

media de 300 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 150 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (150 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.

- **HORMIGONES DEL NORTE, S.A.**, ubicada en Huarte a 18 kilómetros del "PdB". Con una producción media prevista de 21.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 210 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 105 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (105 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.
- **HORMIGONES ARGÁ, S.A.**, ubicada en el Polígono de Iperregui próximo a la población de Orcoyen a 17 kilómetros del "PdB". Con una producción media prevista de 38.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 380 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 190 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (190 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.
- **HORMIGONES LEIZARAN, S.A.**, ubicada en el Polígono Eluseder, en las proximidades de Areso, aproximadamente a 55 kilómetros del "PdB". Con una producción media prevista de 20.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 200 m<sup>3</sup>/a de hormigón residuo. El 50% de hormigón residuo 100 m<sup>3</sup>/a se dedica a la construcción de dados para construcción y el 50% restante (100 m<sup>3</sup>/a) se depositará en la escombrera estudiada. Quedan excluidas del material depositado las probetas fabricadas para las pruebas de laboratorio.
- **HORMIGONES PUENTE, S.A.**, ubicada en Puente la Reina, aproximadamente a 14 km del "PdB". Con una producción media de 21.000 m<sup>3</sup>/a, genera una media de 210 m<sup>3</sup>/a de hormigón sobrante. El 50% de hormigón sobrante 105 m<sup>3</sup>/a se depositará en la escombrera estudiada, el resto se empleará en la fabricación de dados. Quedan excluidas del material depositado las probetas construidas para las pruebas de laboratorio.

El transporte desde cada una de las Plantas hasta la escombrera será realizado mediante camiones pertenecientes a cada uno de los productores. Las Plantas de Fabricación de hormigón pueden gestionar sus residuos de hormigón procedentes de las balsas de decantación, no siendo necesario su registro como Gestor dado que la normativa de aplicación no exige su registro en el caso de tratarse de producciones menores de 1.000 Tm anuales para residuos no peligrosos (art. 29 a. de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Por tanto, la previsión de generación de residuo de hormigón sobrante se eleva a 875 m<sup>3</sup> por año. Considerando una densidad media de 2,50 Tm/m<sup>3</sup>, resulta 2.188 Tm en cada año. En el periodo de treinta años estudiado, la cantidad total de residuo correspondiente a las Plantas de Fabricación de Hormigón supone la cifra de 26.250 m<sup>3</sup>.

### 5.3. TIERRAS Y PIEDRAS DE EXCAVACIÓN

Son materiales Naturales de Excavación (MNEs) que pudieran emplearse en la mejora de la restauración, especialmente tierra vegetal.

### 5.4. TOTAL MATERIALES

La totalidad de residuo previsto a depositar en la escombrera, en el periodo de treinta años considerado, alcanza la cifra de 440.402,86 m<sup>3</sup> en escombrera, compactado por máquina.

En Anejos se presenta la cubicación de la capacidad de la escombrera.

En la TABLA N° 3 adjunta se presenta un resumen del balance de tierras existente en la explotación de la Cantera, Plantas de Hormigón y Escombrera.


Material	Volumen (m <sup>3</sup> )	Procedencia
Veta margocaliza	Hasta 216.439,84	Frente de cantera
Rechazo en planta	197.713,02	Planta de tratamiento
Residuos fabricación	26.250	Planta de fabricación Hormigón
Tierras y piedras excavación	Variable	Excavaciones exterior
<b>TOTAL</b>	<b>440.402,86</b>	

**TABLA N° 3**

Todos los materiales depositados en la escombrera serán compactados, tras su colocación, mediante pisado de la máquina empleada en su colocación.

## 6. EMPLAZAMIENTO

El área de establecimiento de la actual escombrera "PdB" se encuentra ubicada en lugar conocido como "Alto de las Fuentecillas", en la parcela n° 20 del polígono n° 4, paraje "Sierra de Alaiz", en el Término Municipal de Tiebas-Muruarte de Reta (Navarra). Se trata de una plataforma de glacia, con suave pendiente hacia el Oeste, que está limitada a Norte y Sur

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

por los barrancos de Urraun y del Juncal respectivamente. Cuenta con unos 275 m de eje mayor y unos 160 m de eje menor, ocupando una superficie de unas 7,36 ha (ver planos de Proyecto).

La zona afectada pertenece a la Sociedad Civil Monte Urraún con la que se tiene establecido un contrato para la ocupación. El Promotor del Proyecto puede acreditar tener asegurado por contrato que los titulares del terreno autorizan al titular de la escombrera el uso de tales terrenos, garantizando los derechos de arriendo, ocupación, servidumbre u otros similares durante el tiempo necesario para desarrollar el proyecto completo de explotación.

Se trata de una antigua explotación de gravas que se reinició en la zona en los años 90, de la que no se dispone de datos topográficos. La gravera explotada estaba constituida por un depósito coluvial, formado por unas gravas angulosas calizas de matriz arcillo-arenosa de color rojizo (CBR > 20), que se alternaban en capas con niveles cementados.

Tras la extracción, se fueron efectuando diversos rellenos de residuos de la construcción en su extremo occidental sin un plan de vertido específico, residuos de la cantera Uncona y, en muy pequeña proporción, residuos de hormigón fraguado procedentes de Plantas de fabricación de hormigón fresco, en su parte oriental. Estos dos últimos mediante vertidos ordenados y planificados, hasta llegar a la configuración actual. Por lo tanto, la situación actual es un recrecimiento sobre la cota del terreno adyacente de 20 m en el punto de máximo desnivel, en el frente Oeste de la escombrera, y 0 m en el extremo oriental, donde enlaza a nivel con la superficie natural del terreno. El talud medio continuo resultante actual es de unos 19 grados.

La escombrera está ubicada sobre un terreno de escasa pendiente y dentro de su zona de influencia no se encuentra viviendas, núcleos urbanos, instalaciones industriales, zonas con surgencias de aguas, zonas inundables, ni redes de servicio.

En función del lugar de emplazamiento, la escombrera se puede denominar de tipo "exenta".

El lugar elegido para su emplazamiento viene condicionado por la existencia en la actualidad de una escombrera formada por residuos mineros. No obstante el lugar de ubicación cumple con los objetivos exigidos a cualquier escombrera:

- Costes mínimos de transporte y vertido.
- Evita la alteración del hábitat de especies protegidas.
- Alcanza la integración y la restauración de la estructura en el entorno.
- Garantiza el drenaje.
- Minimiza el área afectada.

- La Distancia vertical entre la cota mínima de la escombrera y nivel freático es superior a 2 metros.

El acceso desde Pamplona se realiza tomando la carretera N-121 con sentido Tudela. En el punto kilométrico 16,500 se toma el desvío que hay a la derecha hacia Cantera-Puente la Reina que, siguiendo recto, conduce a una rotonda. En dicha rotonda se gira hacia la izquierda, tomando la carretera con dirección este hacia la Sierra de Alaiz. Tras cruzar por debajo la carretera N-121 y la autopista A-15, se continúa dicha carretera, conocida como el acceso a la cantera de Uncona, hasta alcanzar la entrada, a la izquierda a las instalaciones (FIGURA Nº 1) (ver planos).



FIGURA Nº 1


Las distancias de separación de la Escombrera se han determinado con relación a:

**Infraestructuras relevantes,**

Enlace a la Autopista AP-15 .....	115 m.
Autopista AP-15 .....	200 m.
Carretera Nacional N-121 .....	370 m.
Vía férrea.....	800 m.

**Centros de extracción de roca caliza,**

Cantera "Uncona" Instalaciones Auxiliares .....	170 m.
Cantera "Uncona" frentes de arranque .....	700 m.
Cantera "La Morena" .....	1.261 m.
Cantera "Alaiz" .....	2.230 m.
<b>Fallas Tectónicas o áreas de potencial inestabilidad,</b>	
Falla de Uncona .....	> 100 m.
<b>Vertederos,</b>	
Vertedero "Dorrezekia" .....	640 m.
<b>Barrancos-arroyos,</b>	
Barranco "Urtaun" .....	30 m.
Barranco "Del Juncal" .....	40 m.
<b>Manantiales reconocidos,</b>	
Manantial "Fuentecillas I y II".....	235 m.
Manantial "El Juncal".....	540 m.
<b>Instalaciones industriales,</b>	
Centro de distribución eléctrico.....	275 m.
Industria aislada.....	90 m.
<b>LIC's, Zonas Especiales de Conservación,</b>	
LIC (Peña Izaga).....	15.035 m.
ZEC (Montes de Valdorba).....	10.400 m.
<b>Vías Pecuarias,</b>	
Cañada Real no contrastada.....	170 m.
Pasada no contrastada .....	240 m.
<b>Núcleos urbanos,</b>	
Campanas .....	1.247 m.
Biurrun.....	2.150 m.
Muruarte de Reta.....	1.039 m.
<b>Masas de agua superficiales,</b>	
No existen masas de agua superficiales importantes en un radio inferior a 1 kilómetro.	
<b>Acuíferos.</b>	
Se respetan las restricciones marcadas por el Real Decreto RDL 1/2001 en cuanto a acuíferos.	
<b>Distancia a embalses o canales de abastecimiento o riego.</b>	
Aguas arriba.....	> 500 m.
Aguas abajo.....	> 250 m.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

**Distancia a embalses de baño, navegación o ecológico.**

Aguas arriba.....	> 250 m.
Aguas abajo.....	> 250 m.

**Masas de agua subterráneas.**

La masa subterránea "SIERRA DE ALAIZ" se detecto en un sondeo realizado para una captación de aguas, autorizada por la Autoridad de Cuenca, a una profundidad de aproximadamente 200m.

**Zona fluvial inundable para la avenida de 100 años de período de retorno.**

No existen zonas fluviales inundables para la avenida de 100 años de periodo de retorno en sus proximidades.

**Terrenos del Dominio Público Hidráulico Terrestre.**

Parte de la escombrera está situada en terrenos de dominio Público Hidráulico, por lo que será necesario solicitar la autorización correspondiente al Organismo de Cuenca.

**Yacimientos arqueológicos,**

No se ha evidenciado ningún indicio de estructuras o de cultura material que permita formular hipótesis sobre la existencia de algún yacimiento o sitio arqueológico en la zona.


**Edificios históricos y bienes de interés cultural,**

No existen edificios históricos y bienes de interés cultural en radio inferior a 1 kilómetro.

**6.1. LIMITES DE ACTUACION**

Los límites susceptibles de ser ocupados por el depósito del material se fijan mediante coordenadas UTM (ERST89) y se muestran en la TABLA N° 4 incluida a continuación.

PUNTO	X	Y
1	610211,15	4725544,41
2	610269,79	4725532,73
3	610325,04	4725536,65
4	610405,75	4725524,58
5	610456,56	4725526,83
6	610585,50	4725503,58

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)		EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES		


7	610605,71	4725492,22
8	610586,65	4725484,18
9	610570,68	4725470,50
10	610560,62	4725453,28
11	610520,76	4725335,28
12	610508,68	4725315,30
13	610484,25	4725299,07
14	610455,48	4725295,51
15	610418,34	4725297,37
16	610328,93	4725322,15
17	610207,79	4725350,08
18	610202,74	4725368,39
19	610205,70	4725391,31
20	610195,67	4725493,52
21-1	610211,15	4725544,41

TABLA Nº 4

## 6.2. CONSIDERACIONES URBANÍSTICAS

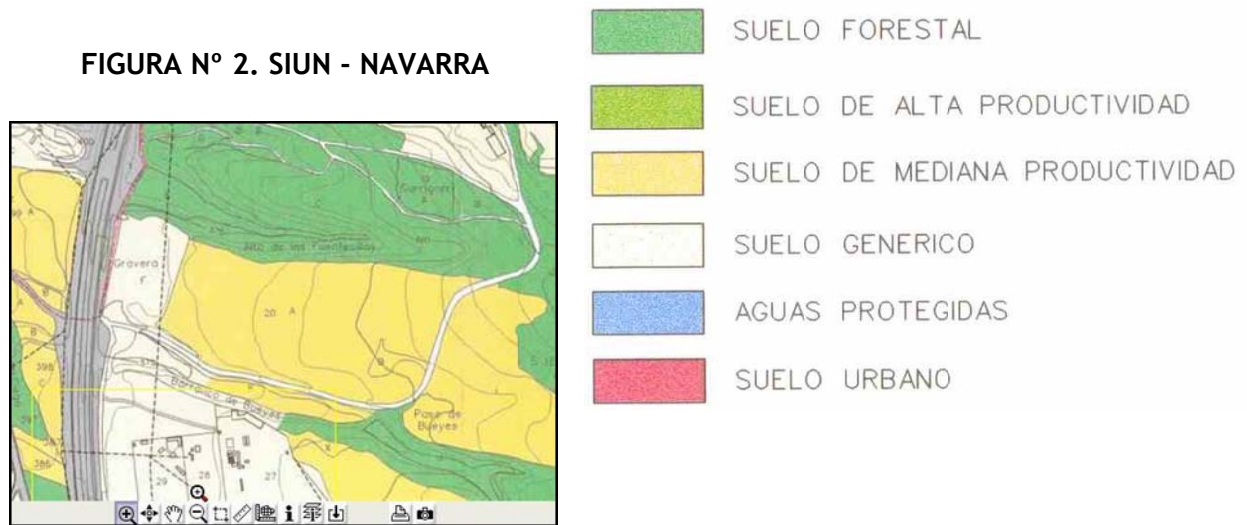
Según el Plan Municipal de Tiebas-Muruarte de Reta aprobado mediante la Orden Foral 1485/1999 de 27 de diciembre del Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del territorio y Vivienda la escombrera proyectada se asienta sobre suelo **"no urbanizable de mediana productividad agrícola"** (FIGURA Nº 2).

En su art 4.1. Clasificación general del suelo, en su segundo párrafo se indica *"En el suelo no urbanizable .../... y permitiendo en todo caso aquellas actividades propias del medio o aquellas otras que necesariamente deban de implantarse en el, aunque no puedan considerarse como rurales"*. Entre las enumeradas se incluye Canteras en uso, y, por tanto todas las instalaciones asociadas a ella.

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

El art. 57. Definición y régimen de protección de las categorías de Suelo No Urbanizable en su apartado 3. “SUELO DE MEDIANA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA” y subapartado 3.2.a) indica “Podrán autorizarse la explotación minera, la extracción de gravas y arenas, las Canteras, la apertura de nuevas pistas y caminos y quema de vegetación”.

El terreno sobre el que se asienta la escombrera está catalogado como “vertederos y escombreras” en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (2012) del Gobierno de Navarra.



### 6.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL EMPLAZAMIENTO

Dado que se trata de una escombrera existente en la actualidad el Índice de Calidad del Emplazamiento (ICE) se ha determinado siguiendo la propuesta de Ayala y Rodriguez (1986) en vez de aplicar el Método de las Funciones de Utilidad.

El Índice de Calidad del Emplazamiento, según Ayala y Rodriguez, viene determinado por la siguiente expresión:  $[Q_e = \alpha \times (\beta \times \theta)^{(\delta + \eta)}]$

Se consideran los siguientes parámetros:

- **A. Factor de alteración de la capacidad portante del terreno debido al nivel freático ( $\alpha$ ).** Puede tomar los siguientes valores:
  - 1 Sin nivel freático o con nivel a profundidad superior a 5 m.
  - 0,7 Con nivel freático entre 1,5 y 5 m.
  - 0,5 Con nivel freático a menor profundidad de 0,5 m.

- 0,3 Con agua socavando menos del 50 % del perímetro de la estructura.
- 0,1 Con agua socavando más del 50 % del perímetro de la estructura.

Al emplazamiento del PdB se le asigna un valor de **1,00**.

- **B. Factor de resistencia de la cimentación ( $\beta$ )**. Depende de la naturaleza del cimiento y de la potencia de la capa superior del terreno de apoyo:

TIPO DE SUELO	POTENCIA				
	< 0,5 m	de 0,5 a 1,5 m	de 1,5 a 3,0 m	de 3,0 m a 8,0 m	> 8 m
Coluvial granular	1,00	0,95	0,9	0,85	0,8
Coluvial de transición	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Coluvial limo-arcilloso	0,80	0,80	0,70	0,60	0,50
Aluvial compacto	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Aluvial flojo	0,75	0,70	0,60	0,50	0,40

Al emplazamiento del PdB se le asigna un valor de **0,70**.


- **C. Factor topográfico o de pendiente ( $\theta$ )**. Varía en función de si la implantación se efectúa en terraplén o en ladera y en función de la inclinación de la zona.

TOPOGRAFÍA DE IMPLANTACIÓN		VALOR DE
TERRAPLÉN	Inclinación < 1 °	1
	Inclinación entre 1 ° y 5 ° (< 8 %)	0,95
	Inclinación entre 5 ° y 14 ° (de 8 % a 25 %)	0,9
LADERA	Inclinación entre 14 ° y 26 ° (de 25 % a 50 %)	0,7
	Inclinación > 26 ° (> 50 %)	0,4
	Perfil en V cerrada (inclinación de laderas > 20 °)	0,8
	Perfil en V abierta (inclinación de laderas < 20 °)	0,60 - 0,70

Al emplazamiento del PdB se le asigna un valor de **0,90**.

- **D. El factor relativo al entorno humano y material afectado ( $\eta$ )**. Considera el riesgo de ruina de distintos elementos si se produjera la destrucción de la escombrera.



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	


ENTORNO AFECTADO	VALOR DE
Deshabitado	1,0
Edificios aislados	1,1
Explotaciones mineras poco importantes	1,1
Servicios	1,2
Explotaciones mineras importantes	1,3
Instalaciones industriales	1,3
Cauces intermitentes	1,2 - 1,4
Carreteras de 1 ° y 2 ° orden, vías de comunicación	1,6
Cauces fluviales permanentes	1,7
Poblaciones	2,0

Al emplazamiento del PdB se le asigna un valor de **1,60**.


- **E. Factor de alteración de la red de drenaje ( $\delta$ ).** Viene dado por:

ALTERACIÓN DE LA RED DE DRENAJE	VALOR DE
Nula	0
Ligera	0,2
Modificación parcial de la escorrentía de una zona	0,3
Ocupación de un cauce intermitente	0,4
Ocupación de una vaguada con drenaje	0,5
Ocupación de una vaguada sin drenaje	0,6
Ocupación de un cauce permanente con erosión activa menor del 50 % del perímetro de la estructura	0,8
Ocupación de un cauce permanente con erosión activa mayor del 50 % del perímetro de la estructura	0,9

Al emplazamiento del PdB se le asigna, provisionalmente, un valor de **0,00**.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

Según Ayala y Rodriguez implica un emplazamiento cuyo índice de calidad es **1,00** por lo que es tolerable para estructuras de gran volumen.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

## 7. ENTORNO GEOLOGICO

La escombrera y alrededores se sitúa sobre una formación coluvial (glacis) de poca extensión que descansa mediante contacto discordante sobre en el flanco NO de una estructura anticlinal cabalgante denominada Sierra de Alaiz. Su conformación geológica se encuentra representada en la hoja 141 del Mapa geológico de España, denominada Pamplona. (ver planos). Según el mapa geológico, los materiales que forman dicha estructura son fundamentalmente carbonatados, en facies marinas, y abarcan una edad que comprende desde el Cretácico Superior al Eoceno Inferior-medio.


El cretácico superior aflora exclusivamente en el núcleo del anticlinal de la Sierra de Alaiz. Su nivel más alto: arenas, areniscas y conglomerados del Maastrichtiense (C26), es la capa que contacta directamente con los materiales terciarios que conforman las laderas y sobre los que se encuentra la zona de explotación.

Se presentan cuatro niveles de terrazas de los que el tercero se correlaciona frecuentemente con glacis bien desarrollados en los que predominan los cantos rodados provenientes de la meteorización de los conglomerados del perdón en uno de los cuales se sitúa la escombrera. Están constituidos por un depósito conglomerático de calizas y areniscas. El tamaño medio de los cantos está comprendido entre 3 y 6 cm con un máximo observado en Campo de 15 cm. La matriz es arenosa de color rojo con cierto contenido en finos (limo + arcilla). El contacto con los materiales subyacentes es neto y erosivo y en los cortes observados se observan estructuras típicas de transporte fluvial como imbricaciones, cicatrices erosivas, etc.

El glacis sobre el que se asienta la escombrera es de poca extensión (<km<sup>2</sup>), ya que se dispone a los pies del relieve (Este) y limitado a Norte y Sur por sendas incisiones de la red hidrográfica que se encajan en las calizas infrayacentes. Hacia el Oeste desciende con suave pendiente hacia el fondo de valle del río Besaire.

## 8. HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA DE LA ZONA

El área donde se ubica la escombrera del **PdB** pertenece a la Unidad Hidrogeológica de Alaiz, subcuenca hidrográfica del Elos (ver planos). Esta unidad está constituida por un extenso acuífero de naturaleza calcárea, que en su mayor parte se comporta como confinado, pasando a ser libre tan sólo en la zona de la sierra, donde afloran los niveles permeables que

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

forman el acuífero, es decir, las calizas y dolomías del Paleoceno y las calizas y calcarenitas del Eoceno.

Entre los niveles calizos existe una interconexión total, por lo que todos forman un mismo acuífero, aunque en algunos bancos de calcarenita, pueden quedar aislados por tramos margosos interestratificados, teniendo un comportamiento independiente.

El nivel confinante está constituido por las Margas de Pamplona que, excepto la sierra de Alaiz, recubre el resto del embalse subterráneo.

El Mapa de Vulnerabilidad de los acuíferos a la Contaminación, indica que la zona donde se ubica la escombrera pertenece a un terreno, que debido a su formación, contiene un acuífero muy vulnerable a la contaminación, por lo que se hace necesario extremar las medidas preventivas.

Los niveles piezométricos son desconocidos en la propia sierra de Alaiz, pero se sitúan muy por debajo de los 550 m de cota mínima a que afloran las calizas. Las oscilaciones en los niveles piezométricos parecen ser del orden de 100 m.

La alimentación del acuífero es principalmente por infiltración de lluvia sobre la propia sierra, siendo la descarga desconocida. Según estudios realizados por el ITGE, se supone que su descarga se efectuaría a través de los manantiales de Etxauri, Ibero y Belascoáin, y directamente al valle del Arga en la zona comprendida entre Ibero y Puente la Reina.

En cuanto a las aguas superficiales y la hidrología, hay que reseñar que la escombrera no se encuentra cerca de ningún cauce fluvial permanente. El más cercano se sitúa a una distancia aproximada de 750 m. La diferencia de cota entre el cauce y la explotación (mayor de 50 m) imposibilita que esta se vea influenciada por la dinámica fluvial. Referido a otros cursos de agua cercanos no permanentes, cabe señalar los dos provenientes de la parte superior de la sierra: el Barranco de Urraun, situado al norte de la escombrera, y el Barranco del Juncal, que discurre de forma paralela al anterior y que se sitúa en su parte sur.

El Barranco de Urraun permanece seco normalmente a lo largo de todo el año. La cuenca de aportación puede verse ligeramente modificada temporalmente por la acción de la explotación de calizas, pero de ninguna manera se modifica su curso ni dinámica por la situación de la escombrera. El Barranco del Juncal permanece seco la mayor parte del año, por lo que difícilmente se verá influenciado por la escombrera. La pequeña cuenca de la que proviene el agua de los barrancos y el hecho de que gran parte del agua de precipitación entre en el sistema de recarga del acuífero de la sierra de Alaiz rebaja fuertemente, hasta prácticamente anularla, la potencia del flujo superficial.

Los alumbramientos de aguas más próximos a la escombrera (FIGURA Nº 3) se presentan, tomando un radio más amplio, en la TABLA Nº 5, en la que se muestra cada uno de

ellos junto con su localización, mediante coordenadas UTM (ETRS89), su cota, su aforo y el tipo de terreno en el que se presenta.

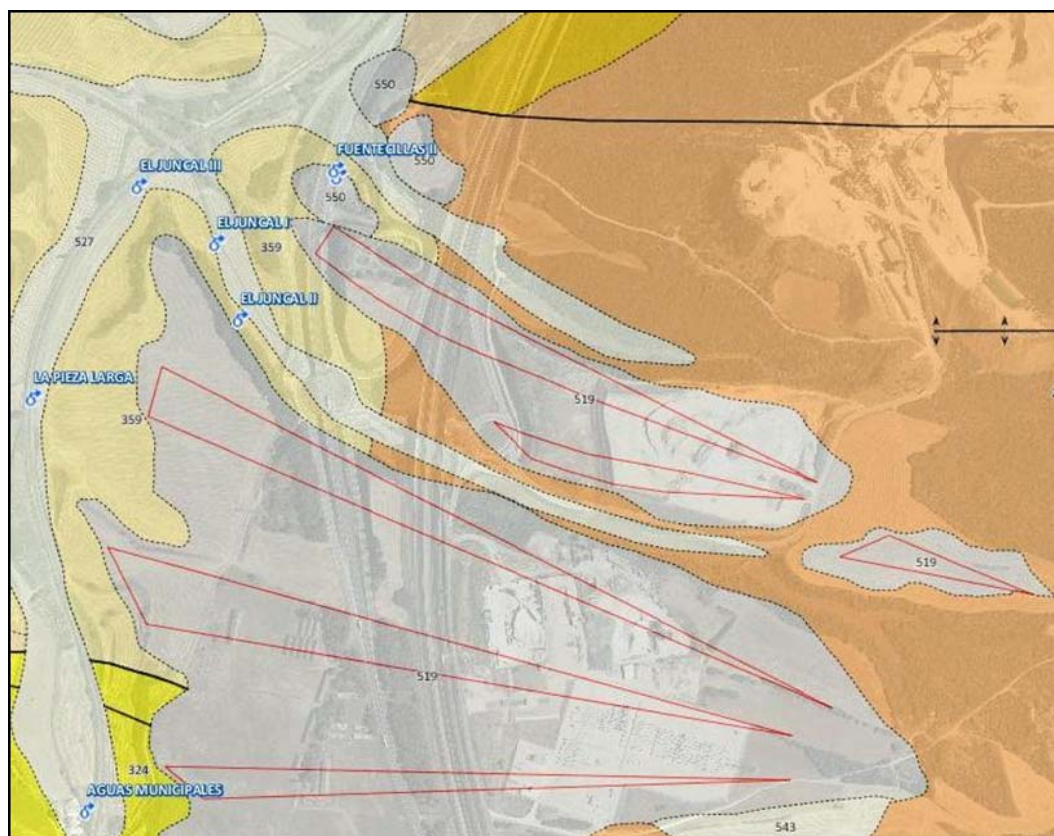



FIGURA N° 3

MANANTIAL	NUMERO	COTA	COORDENADAS		TIPO TERRENO	AFORO I/s
			AFLORA	X		
FUENTECILLAS I	19806	+550	609828,17	4725832,64	Antrópico	0,70
FUENTECILLAS II	19807	+549	609824,17	4725842,64	Antrópico	0,07
EL JUNCAL I	19808	+550	609647,17	4725734,65	Arena;Grava;Limo	0,20
EL JUNCAL II	19809	+555	609683,17	4725622,65	Arenisc;Arcill;Limolti	0,20
EL JUNCAL III	19810	+546	605347,17	4725818,65	Arena;Grava;Limo	0,10
LA PIEZA LARGA	19805	+549	609377,17	4725506,65	Arena;Grava;Limo	0,24
FUENTE DEL PUEBLO	16222	+558	611498.2	4727792.61	Marga	0,51
EL PUEBLO II	19802	+559	609424,16	4724692,65	Arena;Grava;Limo	0,04
SOTOBA	19788	+549	609707.2	4727352.64	Marga	0,23
HARINERA II	19790	+561	609985.2	4727525.63	Marga	0,18
INCHOBIARRES	16226	+496	612425.22	4729066.59	Marga	0,09

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>					EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>					

PISCORA                      16224                      +534                      611766.21                      4728096.61                      Marga                      0,65

**TABLA Nº 5**


Situado al noroeste de la escombrera del PdB, a 12m de la margen derecha del barranco Orraun tributario del río Elorz por su margen izquierda (901231601), UTMX: 610174; UTM Y: 4725892 HUSO 30, se localiza un aprovechamiento de aguas subterráneas mediante un sondeo de 0,18m de diámetro y 234m de profundidad, extrayéndose el caudal necesario mediante una bomba sumergida de 16 Cv de potencia (Resolución de la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO de 21 de febrero de 2011). (FIGURA Nº 4)

El titular es UNCONA, S.A., y su Clase y Afección es para Usos Industriales de fabricación de áridos.

No obstante, según el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, parte de la superficie ocupada por la escombrera altera sustancialmente el relieve natural del terreno dentro de la zona de policía de cien metros de anchura en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en el se desarrollan (Art. 6.b). Por otra parte, se garantiza la efectividad de la servidumbre, guardando su continuidad y comunicación a lo largo de toda la zona próxima a la escombrera (ver planos).



**FIGURA Nº 4**

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Es necesario solicitar al Organismo de Cuenca la correspondiente autorización administrativa previamente a la ejecución de cualquier trabajo en la zona de policía de cauces para la legalización de la escombrera PdB (Art. 9.4 del R.D. 849/1986, de 11 de abril).

## 9. CLIMATOLOGÍA

### 9.1. PRECIPITACIONES

#### 9.1.1. DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos corresponden a la Estación de Carrascal GN (periodo de precipitaciones (2001-2016), situada a 1,0 Km, por ser la más cercana al emplazamiento. La escombrera se encuentra, a nuestro entender, dentro del ámbito representado por la estación, bajo condiciones geográficas semejantes, no existen accidentes relevantes del terreno que puedan dar lugar a comportamientos climáticos diferenciados y el observatorio dispone de un registro de datos de duración suficientemente representativo de acuerdo a los criterios habituales del Instituto Nacional de Meteorología. (FIGURA Nº 5). Aunque los datos de precipitaciones no son muy representativos, son los disponibles.

#### Carrascal GN


:: Estaciones ::

##### ESTACIÓN AUTOMÁTICA

Latitud: 4726399 Longitud: 609659 Altitud: 568 m  
Periodo Precipitación: 2001-2016 Periodo Temperatura: 1999-2016

**Nota: Los datos de temperatura empiezan a ser representativos para series de más de 10 años. Los de precipitación, para series de más de 20 años.**

Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación media (mm)	68.0	59.0	65.0	58.5	54.7	47.2	21.3	21.9	39.2	60.4	71.4	43.7	610.2
Máx. precip. 24 horas (mm)	48.3	37.2	31.0	33.0	39.2	51.7	30.1	36.8	49.3	52.7	39.1	24.7	52.7
Máx. precip. 10 minutos (mm)	4.5	4.2	9.6	7.5	8.5	12.3	9.5	13.6	20.2	12.3	5.2	5.5	20.2
Temp. máx absoluta. (°C)	17.0	20.1	24.5	29.2	33.8	38.7	37.7	40.9	36.3	30.5	22.6	17.8	40.9
Temp. media de máx. (°C)	8.1	9.1	13.2	15.7	19.6	25.2	27.4	27.7	23.8	18.8	11.6	8.4	17.4
Temp. media (°C)	4.7	5.0	8.2	10.4	13.7	18.2	20.0	20.3	17.4	13.8	8.1	4.9	12.0
Temp. media de mín. (°C)	1.6	1.4	3.7	5.6	8.3	12.1	14.0	14.4	12.2	9.5	5.0	1.7	7.5
Temp. mín. absoluta (°C)	-6.4	-8.3	-8.1	-1.6	0.5	4.5	7.6	7.8	3.1	-0.6	-5.6	-10.0	-10.0
HR media máx. (%)	94.9	92.9	90.7	92.2	92.3	91.1	89.4	87.9	89.4	90.5	93.1	94.3	91.5
HR media (%)	85.6	79.2	73.5	74.3	73.2	68.7	66.5	65.4	69.2	74.2	82.0	84.7	74.7
HR media mín. (%)	71.4	60.9	52.4	51.6	49.3	42.2	38.7	37.8	43.4	53.2	66.3	70.2	53.1
Vel. Viento media (Km/h)	20.4	22.4	23.0	22.3	22.4	25.0	27.1	25.6	22.7	21.0	21.0	19.6	22.7
Vel. Racha máxima (Km/h)	108.7	128.5	104.0	99.6	97.2	105.5	100.1	103.3	95.1	110.9	108.1	119.2	128.5
DV media (sector)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Radiación (w/m2)	69.1	108.4	161.6	204.6	250.9	285.5	292.8	255.0	192.3	125.7	79.5	61.6	173.9
Insolación (horas)	3.4	4.7	6.0	6.8	7.9	9.5	10.1	9.0	7.6	5.6	4.1	3.7	2389.5

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Días de lluvia                      16,75 12,81 13,56 13,75 11,94 8,69 5,13 6,00 7,88 11,56 15,06 15,56 138,60

### FIGURA N° 5

- Precipitación diaria máxima histórica: 52,70mm
- Precipitación media diaria en el año: 1,67mm.
- Media de días de lluvia en el año: 138,6d.
- Precipitación media diaria en día de lluvia: 4,40mm.
- Precipitación media horaria en día de lluvia: 0,18mm.
- Isolínea I1/Id: 9,0
- Multiplicador Regional: 2,0.
- Factor de mayoración: 1,20.
- Periodo de Retorno: 100 años.

#### 9.1.2. ÁREA RECEPTORA


Comprende la zona ocupada por la escombrera ya que sus bordes están perfectamente delimitados impidiendo el acceso de aguas de escorrentías externas. Los suelos estarán formados por limos arcillosos, estériles del frente de cantera y residuos de hormigón fraguado.

- Superficie total del área: 73.630 m<sup>2</sup>.
- Superficie total del área restaurada: 19.576 m<sup>2</sup>.
- Longitud del cauce principal (L): 360 m.
- Desnivel entre cabecera y cola: 45 m.
- Pendiente media (J): 0,12.
- Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en terreno sin restaurar: 8,00.
- Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en terreno restaurado: 22,00.
- Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en escombrera: 11,72.
- Grupo de suelo: Suelo de infiltración lenta cuando están muy húmedos (C).

#### 9.1.3. CÁLCULOS

##### a) CONDICIONES EXTREMAS



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

$$Pd_{100} = 64,96 \text{ l/m}^2.$$

INTENSIDAD MEDIA HORARIA PARA LA PRECIPITACION MAXIMA

$$I_d = 2,71 \text{ l/m}^2/\text{h}$$

COCIENTE ENTRE LA INTENSIDAD HORARIA Y DIARIA ( $I_d/I_d$ )

$$I_d/I_d = 9,0$$

TIEMPO DE CONCENTRACION ( $T_c$ )

$$T_c = 0,206 \text{ h.}$$

INTENSIDAD MEDIA CORRESPONDIENTE AL INTERVALO DE DURACION  $t$  DESEADO

$$I_t/I_d = 19,53$$

ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_o$  EN CONDICIONES MEDIAS

$$P_o = 11,72 \text{ l/ m}^2$$

ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_o$  EN CONDICIONES EXTREMAS

$$P_o = 9,67 \text{ l/ m}^2$$

ESTIMACION DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_o$  TENIENDO EN CUENTA EL FACTOR REGIONAL

$$P_o = 19,34 \text{ l/m}^2$$

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

$$C = 0,302$$

CAUDAL MAXIMO DE AVENIDA PARA EL TIEMPO DE CONCENTRACION


$$Q = 0,392 \text{ m}^3/\text{s}$$

VOLUMEN DE AVENIDA EN EL TIEMPO DE CONCENTRACION

$$V_A = 290,51 \text{ m}^3$$

b) CONDICIONES NORMALES EN DIA DE LLUVIA

PRECIPITACION MEDIA POR DIA DE LLUVIA

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

$P_{dll} = 4,42\text{mm}$ .

INTENSIDAD MEDIA HORARIA PARA LA PRECIPITACION MEDIA EN DIA DE LLUVIA

$I_d = 0,184\text{mm}$ .

COCIENTE ENTRE LA INTENSIDAD HORARIA Y DIARIA ( $I_1/I_d$ )

$I_1/I_d = 9,0$

TIEMPO DE CONCENTRACION ( $T_c$ )

$T_c = 24,00\text{ h}$ .

INTENSIDAD MEDIA CORRESPONDIENTE AL INTERVALO DE DURACION DIARIO

$I_t/I_d = 1,12$

ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_0$  EN CONDICIONES MEDIAS

$P_0 = 11,72\text{ l/ m}^2$

ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_0$  EN CONDICIONES EXTREMAS

$P_0 = 9,67\text{ l/ m}^2$

ESTIMACION DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA  $P_0$  TENIENDO EN CUENTA EL FACTOR REGIONAL

$P_0 = 19,34\text{ l/m}^2$

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

$C = 0,00$

CAUDAL MEDIO

$Q = 0\text{ m}^3/\text{s}$ .

APORTACION MEDIA DIARIA

$A_{rdll} = 0\text{ m}^3$ .

Por tanto, no existirá flujo de aguas de escorrentía de pluviales en el área afectada en condiciones normales de lluvia. En el caso de gran avenida se tendrá una posible aportación en el Tiempo de Concentración de 290,51 m<sup>3</sup>.

## 9.2. VIENTO DOMINANTE

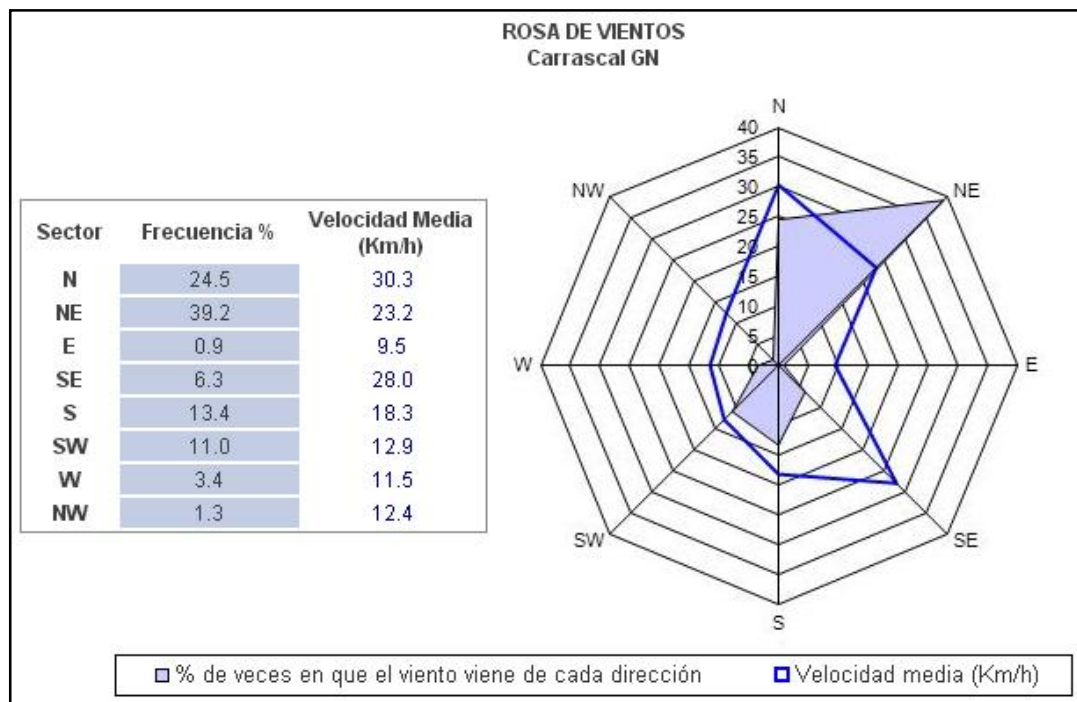
Para caracterizar el régimen de vientos dominantes en la zona se han utilizado como referencia los valores de la estación meteorológica del CARRASCAL por ser el Observatorio más próximo en el que se efectúa un análisis sistemático de la velocidad y rumbo de vientos.

No se dan calmas en ningún mes del año durante el periodo de tiempo disponible en la estación meteorológica.

El mes más ventoso es julio con velocidades de 27,10 Km/h y el menos ventoso noviembre con velocidad media de 19,60 Km/h. La racha más fuerte se ha dado en el mes de febrero superando los 128 Km/h.


La dirección predominante en el año es la marcada por el sector 2 (NE), sin embargo, la velocidad más alta es la dada por los vientos provenientes del norte.

La FIGURA N° 6 adjunta muestra la rosa de vientos aportada por la estación, así como la frecuencia y velocidad media por sectores.




**FIGURA N° 6 (SITNA)**

Por tanto, cualquier atisbo de polvo que se pudiera producir en la escombrera, muy improbable dado el tipo de material depositado y según la experiencia disponible, no llegaría a afectar a ninguna población sita en las proximidades de la escombrera. Muruarte de Reta está

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

situada en la dirección de los vientos dominantes, pero a una distancia de 1000m. Olcoz situada en una dirección próxima a la de los vientos dominantes se sitúa a 2.100m

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

## 10. CARACTERÍSTICAS DE LA ESCOBRERA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En la confección del presente Proyecto de escombrera se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Se considera la escombrera como una masa heterogénea y compleja.
- Naturaleza de los materiales a verter.
- Parámetros geotécnicos ya sea estimados o a partir de ensayos in-situ ó laboratorio.
- Estudio técnico de estabilidad de taludes, justificación de los adoptados con presentación de memorias de cálculo.
- Topografía de la ubicación.
- Prescripciones respecto a la preparación del terreno.
- Estudio hidrológico con determinación de las cuencas de aporte.
- Redes naturales de drenaje natural.
- Especificaciones de los métodos de transporte, extendido, compactación ó vertido.
- Prescripciones respecto a la protección de condiciones ambientales.
- Vías de acceso y transporte, etc.


La escombrera del **PdB** está situada en un antiguo vaso generado mediante la extracción de parte de un glacis para su utilización en obra civil ubicada en las proximidades de Pamplona. La profundidad de extracción del material fue marcada por la presencia de la roca caliza, alcanzándose en puntos hasta los 15m. La superficie cubierta alcanza aproximadamente los 73.630 metros cuadrados.

Con el fin de aportar una mayor estabilidad al conjunto, dado que se disminuyen los taludes finales y se consigue una mayor compactación de los materiales, se construirá una escombrera del tipo de "fases ascendentes superpuestas" o "rellenos apilados". El procedimiento de vertido será el denominado "por tongadas".

### 10.1. GEOMETRÍA, MATERIALES Y CONFIGURACIÓN

El presente epígrafe muestra un resumen del estudio y definición realizado por INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L, presentado en Anejos.

Las perforaciones realizadas presentaron las siguientes conclusiones de cara al modelo geotécnico: rellenos antrópicos y tierras de excavación siendo el material de rechazo de la planta de lavado una parte importante de dichos rellenos apoyándose sobre un nivel de limos-arcillosos, que cabe considerar como un horizonte continuo, ya que está presente en todas las

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

perforaciones salvo en una de ellas (sondeo 5), donde es posible que la removilizarán durante la excavación de préstamo. El sustrato rocoso bajo el recubrimiento coluvial está compuesto por las calizas terciarias.

La geometría del modelo geotécnico se ha generado considerando un cimiento cuyo sustrato es la masa de calizas terciarias, sobre las que se dispone de forma discordante un nivel de limos arenosos con cierto contenido en arcilla y un espesor aproximado de 2 m. Sobre este nivel, se acomodarían unos 10 m de espesor de relleno antrópico, culminado hasta la situación actual con nuevos rellenos mayoritariamente constituidos por los materiales de rechazo de la planta de lavado de la Cantera Uncona.

Los materiales que van a constituir la escombrera se han caracterizado mediante ensayos en laboratorio, realizando la determinación de densidades, humedad, granulometrías, límites de Atterberg, presión de hinchamiento, índice de colapso, compresión simple y corte directo CCD.

La escombrera proyectada estará compuesta mayoritariamente por materiales de rechazo de la Planta de Lavado de la Cantera Uncona, formado por un material de granulometría fina (<0,08 mm) de naturaleza calcárea, bajo ángulo de fricción interna (18,35°) y baja plasticidad (I=6,0) e índice de colapso del 5,08%, bastante elevado.


El resto de materiales estará compuesto por material volado de limolitas y margocalizas negras (34%) procedentes del frente de explotación, que muestra una curva granulométrica muy heterogénea, con fragmentos tipo grava embebidos en arena fina y finos sin especificar. El índice de plasticidad también es bajo (I=9,0).

La escombrera también recibirá hormigón fraguado procedente de Plantas de Fabricación de hormigón fresco en un pequeño porcentaje sobre el total, que se puede considerar testimonial.

Se ha analizado una geometría de escombrera configurada por una estructura de crecimiento en bancos de 8,5 m de altura, con un ángulo de talud de cara de banco de 22° y bermas inter-bancos de 5 m de anchura.

Se ha considerado la presencia de un nivel freático local y colgado en el nivel de limos arenosos de la base del depósito cuaternario por motivos de seguridad.

La zona de actuación se localiza en una franja de sismicidad media, por lo que la modelización de la estabilidad de la escombrera se realiza incorporando al modelo las aceleraciones sísmicas horizontal y vertical. La naturaleza de los materiales depositados en la escombrera impide el desarrollo de fenómenos de licuefacción ante un evento sísmico.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Atendiendo a diversas consideraciones, el factor de seguridad mínimo requerido puede establecerse en **1,35**.

La elaboración del modelo geotécnico se realizó considerando que la escombrera está compuesta exclusivamente por el material de rechazo de la planta de lavado, material mayoritario y que presenta peores parámetros geotécnicos.

Se ha realizado un perfil de estabilidad, y en función de la información geológica preliminar recogida en documentación previa y de los trabajos desarrollados se han representado los diferentes materiales presentes en la zona de estudio.

El análisis de las condiciones de cimentación de la escombrera se ha realizado siguiendo el criterio de Hoek y Brown.

Para el cálculo de las condiciones de cimentación de la escombrera se ha tomado como datos de partida los valores correspondientes a las características del dominio calizo que supone el sustrato final que soportará la carga de todos los rellenos presentes y futuros.

Teniendo en cuenta la superficie aproximada sobre la que se apoya el material y el tonelaje aproximado de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación de 17,14 T/m<sup>2</sup> (0,168 MPa). Suponiendo que toda la carga repercutiese sobre la litología presente en el cimiento, sin amortiguación por pérdidas laterales por confinamiento, resulta un factor de seguridad de **797** para las calizas, garantizando la estabilidad del cimiento natural.


Establecidos el modelo geotécnico, el factor de seguridad mínimo requerido para la estructura (1,35) y los parámetros geomecánicos de los materiales involucrados, para el cálculo de la estabilidad se ha utilizado el software SLIDE de Rocscience.

El análisis se ha realizado mediante tres métodos (Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer), ampliamente aceptados y considerados idóneos para el tipo de fallo estructural que se pretende analizar.

El Proyecto constructivo de la escombrera se basará en una estructura con altura de banco de 7,50m; un ángulo de cara de banco de 22° y bermas de 5m de anchura, con un número de bancos de recrecimiento, sobre la situación actual, de tres bancos.

El análisis se ha realizado mediante el software Slide y utilizando tres métodos de análisis (Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer). El valor del FS del círculo de rotura más desfavorable ha de ser igual o superior al FS mínimo requerido, estimado en 1,35.

Para esta geometría se han obtenido los siguientes coeficientes de seguridad, atendiendo a los diferentes métodos de cálculo utilizados:

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Bishop simplificado: 1,46
- Janbu simplificado: 1,43
- Spencer: 1,46

## CONCLUSIONES

1. El proyecto de escombrera contempla una estructura cuyo cimientostá constituido por un sustrato rocoso de calizas terciarias, sobre lasque se dispone un depósito cuaternario de glacis. Este glacis secompone de un nivel basal de limos arenosos de unos 2 m de espesory un paquete de materiales coluvionares de granulometría grosera.
2. Durante la construcción de diversas infraestructuras se utilizó como préstamoel material coluvionar de granulometría grosera, generando un huecoque posteriormente se fue rellenando con escombros variados y tierrasde excavación. Finalmente se comenzó a rellenar con los materialesde rechazo de la planta de lavado de la cantera, hasta rebasar la cotade rasante del terreno periférico.
3. La escombrera proyectada estará constituida mayoritariamente por elmaterial de rechazo de la planta de lavado (55,89%), el escombro de las voladuras de las limolitas y margocalizas negras (39,67%) que aparecen en la cantera y, de forma casi testimonial, lechadas de hormigón (4,44%).  
Para trabajar del lado de la seguridad, seha considerado que la escombrera estará formada exclusivamente porel material de rechazo, ya que es el mayoritario y el quepresenta un peor comportamiento geotécnico.
3. La zona de proyecto se encuentra en una zona con una aceleraciónsísmica básica de 0,09 g. A partir de ésta, se han calculado elcoeficiente sísmico horizontal (0,0576g) y vertical (0,0403g).
4. Los ensayos de laboratorio revelan que el material principal de la escombrera M1 es de granulometría fina (<0,08 mm), muestra un índice de plasticidad bajo (I=6.0), una presión de hinchamiento nula, un índice de colapso elevado (I=5.09%), una resistencia a la compresión simple de 7,7 kg/cm<sup>2</sup>, un ángulo de rozamiento de 18,35° y una cohesión de 0,39 kg/cm<sup>2</sup>.
5. Los materiales presentan un índice de colapso bastante elevado. Afortunadamente, este factor puede dar lugar a deformaciones in situ (asientos importantes) pero **sin que se produzcan inestabilidades en masa**, ya que el material presenta una baja plasticidad, lo que limita su capacidad de fluidificarse y migrar lateralmente.
6. Los parámetros geomecánicos del resto de los materiales, para su incorporación al modelo geotécnico, se han inferido a partir de diversas fuentes (referencias bibliográficas, estimación mediante métodos contrastados, ensayos en materiales




similares, experiencias previas). En la TABLA N° 6 adjunta se resumen los parámetros de entrada utilizados.

7. Dadas las características de la escombrera, del emplazamiento y atendiendo al método propuesto por el ITGE (1986) para la determinación del coeficiente de seguridad mínimo requerido de este tipo de estructuras, se considera que el factor de seguridad requerido es 1,35.

Material	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kN/m <sup>2</sup> )	Φ (°)
Sustrato calizo	2,60	1177,00	42,00
Coluvión grosero	2,00	0,50	30,00
Coluvión limo arenoso	1,80	14,70	22,00
Relleno antrópico	2,00	0,01	39,60
Rechazo planta lavado	1,66	38,25	18,35

TABLA N° 6

8. El análisis de estabilidad de la estructura se ha realizado mediante el software Slide de Rocscience, aplicando tres métodos diferentes de cálculo: Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer.
9. Se han tanteado diferentes geometrías de escombrera hasta dar con aquella óptima que reúna las condiciones de seguridad requeridas (FS 1,35). Esta geometría constructiva máxima o límite para la escombrera se compone de bancos de hasta 8,5m de altura, con un ángulo de cara de banco de 22°, una anchura de berma de 6 m y una altura máxima de depósito de 40m.
10. Los resultados obtenidos mediante la modelización han sido los siguientes:
  - Bishop simplificado: 1,41
  - Janbu simplificado: 1,35
  - Spencer: 1,41
11. Atendiendo a estos resultados, se concluye que la geometría límite propuesta reúne las condiciones de estabilidad necesarias, que satisfacen el factor de seguridad requerido (FS 1,35).

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

12. Por razones operativas, la geometría de Proyecto es un poco más conservadora, con berma de 5 m, ángulo de cara de talud de banco de 22°, altura de banco de 7,55 m y una altura máxima de recrecimiento de 22,65 m, que equivale a 3 bancos.

13. Los resultados obtenidos mediante la modelización de esta geometría de Proyecto han sido los siguientes:

- Bishop simplificado: 1,46
- Janbu simplificado: 1,43
- Spencer: 1,46

14. La geometría de Proyecto propuesta reúne las condiciones de estabilidad necesarias, que satisfacen el factor de seguridad requerido ( $FS \geq 1,35$ ).

## 10.2 CONSTRUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA. PROCEDIMIENTO TÉCNICO

La secuencia constructiva de la escombrera será por “fases ascendentes superpuestas” con el fin de aportar una mayor estabilidad, disminuir el talud general y conseguir una mayor compactación de los materiales. El procedimiento de vertido será “mediante tongadas”.

El primer trabajo tras la aprobación del presente Proyecto será completar el cierre perimetral con valla formada por poste de madera y malla de alambre y la colocación de una puerta de acceso candada en su extremo este. Actualmente se encuentra vallado todo el flanco sur lindante con la carretera de acceso a la cantera (FIGURA N° 7).



FIGURA N° 7



PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)

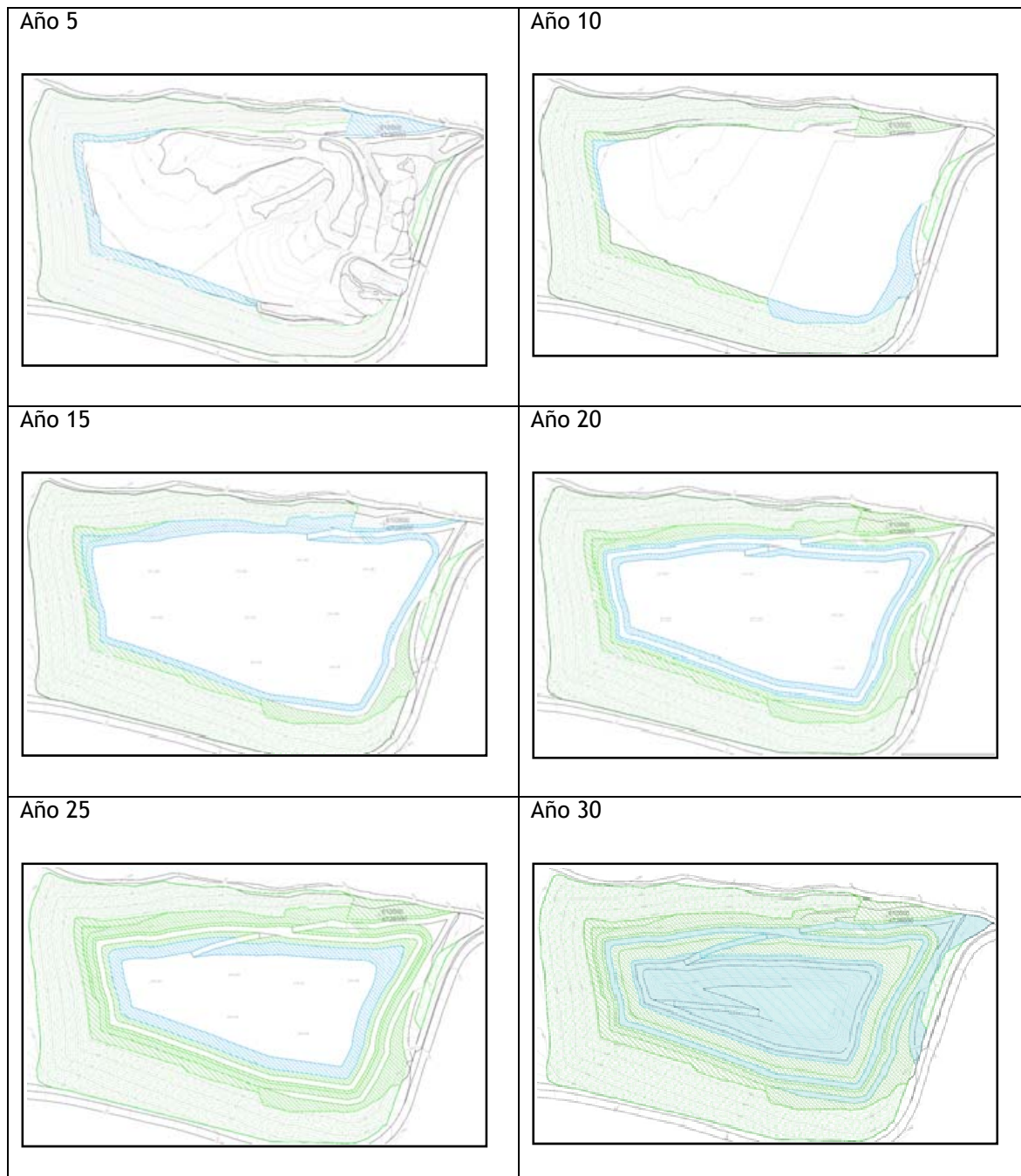
*PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA  
ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES*


EXPLOTACIÓN  
"UNCONA"

Posteriormente, partiendo de la situación actual (ver planos), se efectuará la explanación total del área a la cota (605,50) con el fin de situar la base del Dren previsto.

El número de bancos final, sobre la situación actual, será de tres, con tres bermas de 5m de anchura, con cotas previstas de 605,50; 613,00 y 620,50 y la coronación se situará aproximadamente en la cota 628.

En la siguiente secuencia se muestra la evolución de la escombrera:



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

El vertido no se realizará directo desde camión, sino que los camiones verterán en una zona alejada prudentemente del borde de vertido, no menos de tres metros, y, a continuación, una pala hidráulica retroexcavadora realizará una extensión sobre la superficie, en el caso del material limoso, con el fin de favorecer su secado. Posteriormente, se realizará el vertido en sí, mediante retro, configurando el ángulo de talud de cara de banco requerido (22°).

El recrecido de la plataforma se realizará de una manera homogénea, por tongadas horizontales no superiores a veinte centímetros teniendo en cuenta la granulometría, plasticidad y grado de humedad del material, el tipo de compactación, el número de pasadas, etc. Con espesores mayores el esfuerzo se puede disipar y diluir, obteniéndose únicamente compactaciones aceptables en la superficie de la capa. Debe repartirse los vertidos de la manera más discontinua posible.

Se respetará las siguientes pendientes descendentes:

- Longitudinal del 0,50% en dirección este. Con el fin de facilitar la circulación de aguas en el dren central.
- Lateral del 1,00% hacia el centro de la escombrera (ubicación del dren) desde los bordes norte y sur. Con el fin de facilitar la circulación de aguas en los drenes laterales y evitar la circulación de aguas hacia los taludes laterales.

Se suspenderán los vertidos en épocas de fuertes lluvias, que podrían inducir movimientos anormales de materiales sobre los taludes. De igual manera con fuertes nevadas será necesario proceder a suspender los vertidos sobre talud.


En las bermas se respetará una pendiente de desagüe hacia el interior de un 1% al igual que las pendientes laterales en coronación.

La evolución de la escombrera a lo largo de los años 5, 10, 15, 20, 25 y la situación final en el año 30 se muestra en planos.

### 10.3. COMPACTACIÓN

Según el IGME en las escombreras se producen asientos finales considerables bajo su propio peso pudiendo llegar a un 0,50% / 3,00% (valor medio de 1,50%) de su altura final, la mayor parte en un periodo de cinco a diez años.

Durante la formación de la escombrera tiene gran importancia la compactación. Como es sabido, la compactación es un procedimiento artificial de consolidar un terreno mediante la expulsión del aire existente entre sus partículas, logrando que las mismas estén lo más cerca posible (aumento mecánicamente de la densidad del material). Los suelos compactados son

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

suelos remodelados que han perdido su estructura original y su cementación, al menos a escala macro. La compactación, como proceso mecánico, reduce los vacíos de ese suelo remodelado pero no restituye la estructura ni la cementación perdida.

En los suelos remodelados, una menor relación de vacíos está siempre asociada a un mayor ángulo de fricción interna, una mayor dilatancia y, por lo tanto, una mayor resistencia al corte, tanto drenada como no drenada. Por tanto, los materiales compactados soportan cargas más pesadas sin sufrir deformaciones importantes.

La eficiencia del método de compactación depende siempre del tipo de suelo, en tanto se trate de suelos no cohesivos o cohesivos.

En el caso de la escombrera del **PdB**, la compactación será producida por los equipos de transporte, manipulación y la humedad. El IGME apunta a un porcentaje de asiento en una escombrera similar a la del **PdB** variable entre el 2% y el 7% de la altura (H) de la escombrera, en función del periodo y por tanto del tipo de material vertido.

La repercusión sobre el volumen total acumulado en el caso de la escombrera del **PdB**, dado el tipo de compactación elegido, por presión estática, será finalmente de un diez por ciento sobre el volumen arrancado. Es decir, un volumen unitario en banco (1) ocupará un volumen en suelto (1,25) y una vez depositado y compactado en escombrera un volumen (1,1) un diez por ciento superior.


Es muy importante el diseño de un drenaje correcto dado que el proceso de reducción de volumen viene acompañado de la creación de sobrepresiones intersticiales que pueden dar lugar a fenómenos de inestabilidad.

#### 10.4. BALANCE HÍDRICO

La gestión de una escombrera minera de cualquier tipo requiere, técnica y legalmente, el conocimiento preciso de los flujos de aguas que acceden a ella y de los lixiviados que en ella se producen.

La escombrera del "**PdB**" morfológicamente está situada en una elevación existente entre dos corrientes fluviales que pertenecen al mismo sistema de avenamiento.

Las características de los materiales depositados, su disposición, su compactación, etc., y características de los poros que quedan entre las partículas sólidas están relacionadas con la permeabilidad del sistema, la cual condiciona el flujo de agua en el interior de la escombrera.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Mediante balances hídricos a lo largo de toda su vida, incluida la post-clausura, se puede obtener el conocimiento necesario de los flujos de aguas. La realización de este tipo de balances permite estimar el caudal de lixiviados que se generará a lo largo de la vida de la escombrera así como otros aspectos de importancia tales como escorrentías previsible, posible acumulación de lixiviados en el interior del cuerpo de escombrera, etc. Estos aspectos son fundamentales para un diseño correcto de los sistemas de drenaje y para garantizar que la estabilidad geotécnica no va a verse comprometida por la acción del agua.

La ecuación esencial del balance hídrico indica que, en un período de tiempo determinado, el volumen total del agua que entra a una escombrera, sea cual sea la forma en la que entra, es igual al volumen total de agua que sale, sea cual sea la forma en la que sale, más/menos la variación del volumen total de agua contenido en el interior de la escombrera.

La escombrera del "PdB" cuenta con una sola Balsa de decantación y vertido, con una red de recogida y evacuación de lixiviados, constituyendo una unidad o sistema hidrológico único.


El balance debe definir todos los términos, flujos y movimientos de agua que se producen en el ámbito de la escombrera, no sólo los relacionados directamente con la generación de lixiviados.

A la escombrera pueden entrar aguas procedentes del entorno (escorrentía superficial de áreas adyacentes) por lo que para el cálculo del balance se deberá tener en cuenta no sólo la propia escombrera sino todas las zonas que pudieran representar el origen de entradas de agua al mismo.

Las posibles entradas de agua a una escombrera son:

- Precipitaciones (P).
- Escorrentías superficiales (ES).
- Escorrentías subterráneas (ET).
- Recargas artificiales (RA).
- Humedad del residuo depositado (HR).

En el caso del "PdB" solamente se presentan entradas por Precipitaciones (P), principal mecanismo, por posibles Escorrentías subterráneas (ET) y por Humedad del residuo depositado (HR). No existen escorrentías de superficiales (ES), ni recargas artificiales (RA). Su ubicación física evita la posibilidad de la entrada de un curso superficial, arroyo o reguero, la entrada de aguas de escorrentía superficiales generadas en laderas adyacentes y la entrada de aguas por desbordamientos de los canales perimetrales.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

La no disposición de impermeabilización de fondo posibilita la presencia de entradas de aguas subterráneas más o menos difusas provenientes del glacis situado aguas arriba, al este de la escombrera. Verdaderamente, la no impermeabilización podrá posibilitar la entrada de aguas subterráneas y/o la salida de lixiviados hacia el entorno dependiendo del momento y del lugar.

Los materiales residuos que se depositan tienen una humedad propia en origen, al igual que los materiales empleados en cubriciones.

Las posibles salidas de agua de la escombrera serán:

- Evapotranspiración (ETR).
- Lixiviados controlados (LXC).
- Lixiviados incontrolados (LXI).

Dependiendo del tipo de superficie expuesta (residuos, zonas revegetadas, etc.), el proceso que se produce será diferente ya que la transpiración se produce sólo si hay crecimiento vegetativo. En cualquier caso, como se desarrollará más adelante, el cálculo de la evapotranspiración se ha efectuado considerando simultáneamente ambos procesos.

Bajo el título "Flujo superficial derivado de la precipitación (FSP)" se engloban las salidas laterales de agua que no se infiltra en los residuos y que es derivada lateralmente, mediante escorrentía superficial, y es exportada fuera del contorno de la escombrera.

La denominación "Lixiviados controlados (LXC)" incluye los lixiviados que se generan en la escombrera y que son extraídos de la misma mediante un colector que evacúa los lixiviados por gravedad. Su caudal será específicamente controlado y registrado mediante un aparato de medición (contador).


La denominación "Lixiviados incontrolados (LXI)" incluye los lixiviados que no se evacúan a través de colectores sino que surgen y circulan de formas diferentes tales como surgencias en la superficie o perímetro y filtraciones subterráneas hacia terrenos circundantes.

En la escombrera del "PdB" solamente se presenta Evapotranspiración (ETR) y Lixiviados incontrolados (LXI) hacia terrenos circundantes.

Ya que las entradas y salidas no son instantáneas ni simultáneas en la escombrera del "PdB" se pueden dar dos formas de variación interior del agua: variación del agua libre almacenada (VS) y variación de la humedad del residuo (VHR).

El período de balance hídrico debe situarse en un año hidrológico para que el almacenamiento sea mínimo en ambos extremos y las variaciones que pueda haber en él sean menos relevantes.



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

#### 10.4.1. LLUVIA ÚTIL

Dado que la estación del Carrascal no proporciona los datos referentes a la Evapotranspiración Potencial es necesario proceder a su cálculo aplicando la aproximación de Thornthwaite. Se parte de los valores de la "temperatura media mensual" (t) y se calcula el índice calórico mensual (i). El Índice calórico anual (I) es el resultante de sumar los índices calóricos de todos los meses del año. Con los datos obtenidos se calcula la Evapotranspiración Potencial sin corregir (ETP<sub>sc</sub>). Teniendo en cuenta el número de días del mes (d) y el número máximo de horas de sol de cada mes (N) se determina finalmente la Evapotranspiración Potencial corregida (ETP<sub>c</sub>). (ver Anejos).

La TABLA N° 7 muestra el resultado de los parámetros anteriormente indicado para cada uno de los meses y el total anual.


Mes	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Total
temp	17,40	13,80	8,10	4,90	4,70	5,00	8,20	10,40	13,70	18,20	20,00	20,30	144,70
i	6,61	4,65	2,08	0,97	0,91	1,00	2,11	3,03	4,60	7,07	8,16	8,34	49,53
a													1,273
ETP <sub>sc</sub>	79,2	58,96	29,9	15,8	15,0	16,2	29,5	41,1	58,4	83,9	94,6	96,4	
d	30	31	30	31	31	28,25	31	30	31	30	31	31	
N	12,50	11,07	9,73	9,05	9,40	10,57	11,90	13,40	14,65	15,33	15,02	13,92	
ETP <sub>c</sub>	82,50	56,19	24,27	12,30	12,11	13,42	30,23	45,93	73,70	107,17	122,29	115,50	695,60

**TABLA N° 7**

Como consecuencia de los datos aportados se puede sacar el valor de la temperatura media mensual (T<sub>m</sub> = **12,06**).

A la escala de trabajo elegida, el suelo y la vegetación están condicionados por el clima de manera que debido a ello la lluvia útil se puede considerar, en primera aproximación, independiente de la naturaleza litológica del terreno y de la cubierta vegetal, no siendo preciso en consecuencia tener en cuenta estos factores al calcular la lluvia útil. Por tanto, la lluvia útil se puede determinar restando de la pluviosidad la evapotranspiración real, haciendo depender a ésta únicamente de factores climáticos y calculándola por medio de una fórmula racional comprobada en un número suficiente de puntos (IGME).

La TABLA N° 8 adjunta muestra la ETP real (ETR) para cada uno de los meses y la total anual, para una reserva de saturación de 100mm. Se puede apreciar que la ETP<sub>c</sub> supera a la precipitación (Precipit) en el periodo considerado y que la lluvia útil resultante es **231,56 mm** en el año.

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>											EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>											

El Balance hídrico se realizará en el mes de enero, que es el más desfavorable en cuanto a lluvia útil y almacenaje de agua.

El Balance hídrico se realizará en el mes de enero, que es el más desfavorable en cuanto a lluvia útil y almacenaje de agua.

CONCEPTO	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Año
<b>Precipit (mm)</b>	39,20	80,40	71,40	43,70	88,00	59,00	85,00	58,50	54,70	47,20	21,30	21,90	810,30
<b>t (°)</b>	17,40	13,80	8,10	4,90	4,70	5,00	8,20	10,40	13,70	18,20	20,00	20,30	12,00
<b>ETP<sub>a</sub></b>	82,50	58,19	24,27	12,30	12,11	13,42	30,23	45,93	73,70	107,17	122,29	115,50	895,80
<b>FICHA HIDRICA PARA UNA RESERVA DE SATURACION DE 100 mm</b>													
<b>Δ (mm)</b>	-43,30	4,21	47,13	31,40	55,89	45,58	34,77	12,57	-19,00	-59,97	-100,99	-93,80	
<b>Almac (mm)</b>	0,00	4,21	51,34	82,75	100,00	100,00	100,00	100,00	81,00	21,03	0,00	0,00	
<b>Déficit (mm)</b>	-43,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-79,95	-93,80	218,85
<b>Exceso (mm)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	38,84	45,58	34,77	12,57	0,00	0,00	0,00	0,00	131,58
<b>Var Almac (mm)</b>	0,00	4,21	51,34	82,75	17,25	0,00	0,00	0,00	-19,00	-59,97	-21,03	0,00	
<b>ETR</b>	39,2	58,19	24,27	12,30	12,11	13,42	30,23	45,93	54,70	47,20	21,30	21,90	378,74
<b>Lluv Util (mm)</b>	0,00	4,21	47,13	31,40	55,89	45,58	34,77	12,57	0,00	0,00	0,00	0,00	231,66
<b>Lluv Ut (mm)/d</b>	0,00	0,14	1,57	1,01	1,80	1,81	1,12	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
<b>Lluv Ut (mm)/dli</b>	0,00	0,38	3,13	2,02	3,34	3,58	2,58	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34

**TABLA N° 8**

#### 10.4.2. ENTRADAS


##### a) Precipitación (P)

##### a.1). Datos meteorológicos.

- Lluvia útil total: 55,89 mm.
- Lluvia útil diaria media: 1,80 mm
- Lluvia útil media horaria: 0,075 mm.
- Isolinéa I1/I<sub>d</sub>: 9,0
- Multiplicador Regional: 2,0.
- Factor de mayoración: 1,20.

##### a.2) Area receptora.

- Superficie total del área: 73.630 m<sup>2</sup>.
- Desnivel entre cabecera y cola: 45 m.
- Pendiente media (J): 0,12.
- Estimación inicial del parámetro Po: 6,00

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN "UNCONA"</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

- Terreno: Escombrera
- Grupo de suelo: Suelo de infiltración lenta pobremente drenados.

### a.3). Cálculos.

**Lluvia útil media diaria en día de lluvia.**

$$ll_{ud} = 1,80 \text{ mm.}$$

**Intensidad media horaria para la lluvia útil media.**

$$I_d = 0,075 \text{ mm.}$$

**Cociente entre la Intensidad horaria y diaria (I1/I<sub>d</sub>)**

$$I1/I_d = 9,0$$

**Tiempo de Concentración (T<sub>c</sub>)**

$$T_c = 24,00 \text{ h.}$$

**Intensidad Media correspondiente al intervalo de duración diario.**

$$I_t/I_d = 1,12$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en condiciones medias.**

$$P_o = 8,00 \text{ mm.}$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en condiciones extremas.**

$$P_o = 6,60 \text{ mm.}$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po teniendo en cuenta el factor regional.**

$$P_o = 13,20 \text{ mm.}$$

**Coefficiente de escorrentía.**

$$C = 0,00$$

**Factor de infiltración en el terreno.**

$$F_i = 1,00$$

**Caudal medio infiltrado en el terreno.**

$$Q = 2,06 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$

**Aportación media diaria.**

$$Am_d = 178,42 \text{ m}^3.$$

### b) Escorrentías subterráneas (ET).

Proceden de las aguas filtradas en la superficie situada aguas arriba, al este de la escombrera, ocupada por terrenos agrícolas. Los datos meteorológicos necesarios para la

determinación de la cantidad de agua que puede acceder subterráneamente a la escombrera son tomados de la estación Carrascal mostrados en la **FIGURA N° 8**.



**FIGURA N° 8**


**b.1). Datos meteorológicos.**

- Lluvia útil total en el año: 55,89mm.
- Lluvia útil diaria media: 1,80mm
- Lluvia útil media horaria: 0,075mm.
- Isolínea I1/Id: 9,0
- Multiplicador Regional: 2,0.
- Factor de mayoración: 1,20.

**b.2). Area receptora.**

- Superficie total del área: 70.470 m<sup>2</sup>.
- Longitud del cauce principal (L): 570 m.
- Desnivel entre cabecera y cola: 45 m.
- Pendiente media (J): 0,078.
- Estimación inicial del parámetro Po: 17,00
- Grupo de suelo: Suelo de infiltración moderada con granulometrías finas como arenas y limos.

**b.3). Cálculos**

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN "UNCONA"</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

**Lluvia útil media diaria.**

$$ll_{ud} = 1,09\text{mm.}$$

**Intensidad media horaria para la lluvia útil media.**

$$I_d = 0,045\text{mm.}$$

**Cociente entre la Intensidad horaria y diaria (I1/I<sub>d</sub>)**

$$I_1/I_d = 9,0$$

**Tiempo de Concentración (T<sub>c</sub>)**

$$T_c = 24,00 \text{ h.}$$

**Intensidad Media correspondiente al intervalo de duración diario.**

$$I_t/I_d = 1,12$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en condiciones medias.**

$$P_o = 17,00\text{mm.}$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po en condiciones extremas.**

$$P_o = 14,06\text{mm.}$$

**Estimación inicial del umbral de escorrentía Po teniendo en cuenta el factor regional.**

$$P_o = 28,12\text{mm.}$$

**Coefficiente de Escorrentía.**

$$C = 0,00$$

**Factor de infiltración en el terreno.**

$$F_i = 1,00$$

**Caudal medio infiltrado en el terreno.**

$$Q = 1,97 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s.}$$


**Aportación media diaria.**

$$Am_d = 170,21 \text{ m}^3.$$

La no existencia de escorrentía supone que toda la lluvia útil penetrará en el terreno.

Dado que en el fondo del glacis se ha determinado una capa arcillosa de difícil tránsito, una pequeña parte del agua infiltrado se imbuirá en el substrato calizo y la mayor parte se desplazará subterráneamente hacia el oeste penetrando, aunque lentamente, en la zona baja de la escombrera.

Por tanto se puede tomar el supuesto más desfavorable que es que todo el agua infiltrado tiende a penetrar en el área ocupado por la escombrera, determinando el caudal mediante la Ley de Darcy.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

$$Q = K \times A \times I = 0,00325 \text{ m}^3/\text{s} = 3,25 \text{ l/s.}$$

Siendo: Q el caudal de las filtraciones ( $\text{m}^3/\text{s}$ ); K el coeficiente de permeabilidad del terreno ( $10^{-6}\text{m/s}$ ); A la superficie de la zona de la escombrera en la que se producen filtraciones ( $\pm 3.250\text{m}^2$ ) e I el gradiente hidráulico: se tomará como 1 admitiéndose, con ello, una máxima tasa de infiltración.

Por tanto, se podría producir una infiltración media diaria en el cuerpo de la escombrera de hasta  $280,08 \text{ m}^3$ , estando limitada por la lluvia útil a los  $170,21 \text{ m}^3$ .

### c) Humedad del residuo depositado (HR)

Los residuos depositados en la escombrera presentan una cierta humedad en el momento de ser depositados. Dado que no se permitirá el depósito de residuos líquidos, este término se refiere siempre al agua adherida a las partículas sólidas que no está libre ni circula libremente.

En la humedad del residuo y los posteriores procesos de variación de la misma en el interior del vertedero, existe una parte que no es movilizable en condiciones naturales (humedad residual) y que, por tanto, quedará en principio fijada de forma indefinida al residuo. Esta parte está definida por el denominado **punto de marchitez permanente**.

Según TCHOBANOGLOUS y KREITH, 2002 el rango de humedad (% peso) del hormigón en residuo está comprendido entre 6/12%; siendo el valor típico de humedad el **8%** en peso. Dada la pequeña influencia que tiene la cantidad de hormigón depositada en comparación con la cantidad total, no se tendrá en cuenta éste en el efecto de la humedad de los componentes.

El valor medio de humedad en la piedra margo-caliza es de un **20,83%** en peso. SCHROEDER et al, 1994 y FAO 2006 proporciona un valor típico de humedad de entrada para los limos de **24%** en volumen.

Tomando el momento más desfavorable, año 30, el agua aportada a la escombrera como humedad será  $2.694 \text{ m}^3/\text{a}$ , con una media de  **$8,12 \text{ m}^3/\text{d}$** .

### d) Total Entradas


Por tanto, el agua Total media diaria de entrada en la escombrera será la resultante de la suma de la aportada por Precipitación (P), mas la aportada por las Escorrentías subterráneas (ET) mas la aportada por la Humedad del residuo depositado (HR). El valor resultante es  **$356,75 \text{ m}^3/\text{d}$** .



PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)

*PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA  
ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES*

EXPLOTACIÓN  
"UNCONA"

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

### 10.4.3. SALIDAS

#### a) Evapotranspiración (ETR)

Ya contemplada anteriormente en el apartado **10.4.2. ENTRADAS.**

#### b) Lixiviados incontrolados (LXI)

La escombrera actual no presenta signo de rezume de aguas en todo su perímetro, por lo que, complementado con el terreno conocido presente en su límite inferior, arcillas, es de suponer que el agua presente en su interior será evacuado hacia los extremos norte, oeste y sur.

Se considera, como complemento de seguridad, que el agua se infiltra hasta saturar la capa inferior más próxima a las arcillas de fondo y posteriormente se evacúa hacia el terreno antrópico situado en su borde oeste.

De nuevo se aplicará la Ley de Darcy con el fin de determinar la capacidad de evacuación de las aguas de la escombrera hacia el terreno antrópico.

$$Q = K \times A \times I = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Siendo: Q el caudal de las filtraciones ( $\text{m}^3/\text{s}$ ); K el coeficiente de permeabilidad del terreno ( $10^{-4}\text{m/s}$ ); A la superficie de la zona de la escombrera en la que se producen filtraciones ( $\pm 2.600\text{m}^2$ ) e I el gradiente hidráulico: se toma como 1 admitiéndose, con ello, una máxima tasa de infiltración.

La capacidad de infiltración diaria en los terrenos antrópicos situados aguas abajo será de **22.464 m<sup>3</sup>**.


#### c) Total posibles Salidas.

Las salidas posibles de lixiviados hacia los terrenos antrópicos situados aguas abajo en el lado oeste de la escombrera son **22.464 m<sup>3</sup>** en el día.

### 10.4.4. VARIACION INTERIOR

#### a) Variación del agua libre almacenada (VS)



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Se denomina agua libre aquel que puede circular libremente por los poros del depósito por la acción de la gravedad. Se distingue del agua adherida que constituye la humedad del residuo.

Puede presentarse en dos situaciones: acumulada en la zona saturada llenando todos sus poros y en tránsito vertical desde los puntos de entrada. Para el cálculo del agua en la zona saturada se partiría teóricamente del conocimiento geométrico de dichas zonas (volumen total que abarcan tanto en base como colgadas) y de la porosidad eficaz o coeficiente de almacenamiento. El cálculo aproximado del agua en tránsito es excesivamente complejo o inviable salvo en circunstancias teóricas muy concretas. En las escombreras "reales", la heterogeneidad del medio y la ausencia de datos hacen que este tipo de métodos de cálculo sean impracticables.

Por tanto, ateniéndonos a los datos mostrados en la **TABLA N° 8** la variación del agua almacenada en el mes de enero es de +17,25mm. Este incremento, teniendo en cuenta la superficie existente, supone una variación del volumen de agua acumulada de +1.208,31 m<sup>3</sup>, correspondiente a una media diaria de +38,98 m<sup>3</sup>.

#### **b) Variación en la humedad del residuo (HR).**

Los residuos depositados en la escombrera sufren cambios de humedad debido fundamentalmente a dos causas potenciales que pueden intervenir, en sentido contrario:

- Incremento de la humedad debido a la adhesión y retención entre los poros de agua que contacta con las partículas sólidas.
- Pérdida de la humedad debido a reacciones químicas y biológicas incluyendo el consumo de agua por parte de microorganismos y posible evapotranspiración en la capa más superficial.

El incremento de humedad determinado por la entrada de precipitación u otro tipo de recarga tiene, como se ha indicado, un límite a partir del cual los materiales no retienen más agua (capacidad de campo) circulando entonces el agua libremente. En condiciones teóricas, por tanto, antes de que se produzca el flujo y el almacenamiento de agua libre, los residuos y otros materiales están con su humedad máxima a capacidad de campo.

Puede admitirse simplíficadamente que si un depósito está ya con una humedad a capacidad de campo no se producirán variaciones netas en dicha humedad entre el inicio y el final del período de balance si es que hay agua que circule libremente ya que esta humedecerá "de inmediato" aquellas partículas que han visto consumida o liberada el agua que tenían retenida.

Las respectivas humedades de cada uno de los residuos depositados en la escombrera se han tomado de los datos suministrados por el Documento Guía para la realización de Balances Hídricos en Vertederos del 2015 (Gobierno Vasco). Por tanto, se ha incrementado el coeficiente de seguridad respecto a los datos obtenidos en laboratorio. (TABLA N° 9).

Tipo	Humedad de entrada		Capacidad de campo		Variación	
	Rango	Típico	Rango	Típico	Rango	Típico
Residuos Urbanos	0,07/0,3	0,15	--	0,30	0,00/0,23	0,15
Arenas	0,02/0,17	0,09	0,07/0,17	0,12	0,00/0,15	0,07
Limos	0,12/0,36	0,24	0,28/0,36	0,32	0,00/0,24	0,12
Arcillas	0,20/0,40	0,30	0,32/0,40	0,36	0,00/0,20	0,10

**TABLA N° 9. VALORES TÍPICOS DE HUMEDAD DE ENTRADA, CAPACIDAD DE CAMPO Y CAPACIDAD DE RETENCIÓN (Va/VT). (SCHROEDER et al, 1994 y FAO 2006)**

Por tanto, no habrá variación en el agua media diaria aportada por la humedad a la escombrera ya que la capacidad de campo de los limos es superior a la humedad de entrada media.

#### c) Total Variación Interior.

El total de variación Interior será 38,98 m<sup>3</sup>/d.

#### 10.4.5. BALANCE


Total entradas en el mes de enero = **356,75** m<sup>3</sup>/d

Total Variación interior = 38,98 m<sup>3</sup>/d.

Total Salidas posibles = 22.464 m<sup>3</sup>.

Por tanto, la capacidad de drenaje de aguas es muy superior a los posibles aportes lo cual coincide con las apreciaciones exteriores en lo referente a la ausencia de aguas de rezume en la escombrera.

#### 10.5. DRENAJE

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

Dada la situación geográfica de la escombrera, situada entre dos barrancos naturales, no hay posibilidad de entrada de aguas superficiales de ladera. En su parte este, la permeabilidad de los terrenos y la carretera de acceso a la cantera evitan el aporte de escorrentía de pluviales. Las posibles aguas de escorrentía generadas en las superficies libres de la cantera “UNCONA” son captadas y desviadas a la balsa de decantación de esta, situada en las proximidades de la barrera de acceso (**FIGURA N° 9**).




**FIGURA N° 9**

No se realizarán vertidos de aguas ni de lixiviados u otro tipo de sustancias líquidas al interior de la escombrera.

Como medida de seguridad, y con el fin de asegurar la instalación ante cualquier escenario de lluvia y nieve, se instalará un sistema de drenaje dentro de la propia escombrera.

El drenaje de los lixiviados generados en la masa de residuos de la escombrera se realizará mediante un sistema que incluye un dren de fondo longitudinal principal y varios transversales asociados al longitudinal (en forma de espina de pez) situados en la cota superior que tiene la escombrera en el momento actual. La pendiente longitudinal de este sistema de drenaje será del 0,50% en el principal y 1,00% en los secundarios (ver planos).

Esta red de drenaje está formada por un cuerpo de marga-caliza procedente de la explotación, con diámetro máximo entre 20 y 30 mm, con superficie transversal de 1000x1000 mm<sup>2</sup> instalada en la zona central y en toda la longitud Este-Oeste del cuerpo de escombrera ( $\pm 257\text{m}$ ) al que llegarán ramales de marga-caliza, de granulometría similar, de superficie transversal 500x500 mm<sup>2</sup>, situados cada 80 metros ( $\pm 618\text{m}$ ). Todos ellos, como se ha indicado anteriormente, respetarán un desnivel de 2,00%.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Esta configuración conseguirá con una velocidad de circulación de 0,30m/s y un coeficiente de porosidad de 15%, un caudal de desagüe de 0,045 m<sup>3</sup>/s, lo que producirá una capacidad de desagüe diario de 3.888,00 m<sup>3</sup>/d.

La capacidad drenate resulta diez veces superior a las entradas de agua calculadas anteriormente.

La salida del dren principal será canalizada con rompedores de energía en su bajada hasta el pie de escombrera y posteriormente, mediante una cuneta en "V" de 0,80m de boca y 0,50m de profundidad, hasta el Tanque de Tormentas. Todo el sistema de drenaje se dirige al cauce del arroyo Urraun.

Este drenaje se complementará con un drenaje externo que capta, conduce y desaloja el agua de lluvia caída sobre la escombrera dando pendientes adecuadas a las plataformas y bermas (cunetas interiores) de manera que una posible lámina de agua no acceda a los taludes erosionándolos.


## 11. EQUIPAMIENTOS GENERALES Y SERVICIOS

La escombrera "PdB" no dispondrá de Instalaciones Auxiliares fijas dado que será gestionada por personal de la Cantera Uncona, las Instalaciones Industriales suministradoras de hormigón fraguado pertenecen al mismo Grupo Industrial y no habrá una aportación de residuos continua. Tanto las aportaciones de la Cantera Uncona, como las aportaciones de las distintas Plantas de Fabricación de hormigón fresco, serán programadas y no supondrán más de diez días en cada uno de los meses.

El transporte desde la Cantera UNCONA hasta la Escombrera se realizará mediante Dúmpers articulados pertenecientes a la Cantera. En el año de máximo suministro a escombrera, la cantidad transportada de residuo minero desde la cantera será 1.720 m<sup>3</sup> (143,34 m<sup>3</sup>/mes), lo que equivale a una tránsito, entre cantera y escombrera, de 10 Dúmpers de 18 m<sup>3</sup>.

El transporte de hormigón fraguado desde las distintas Plantas de Fabricación a la escombrera se realizará mediante camiones propiedad de las distintas Plantas. En el año de máximo suministro a escombrera, la cantidad transportada de residuo hormigón desde las distintas Plantas de Fabricación será 875 m<sup>3</sup> (72,92m<sup>3</sup>/mes), lo que equivale a una tránsito, entre Plantas y Escombrera, de 12 camiones en el mes.

### 11.1. TIPOS DE MAQUINARIA Y OPERACIÓN

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLORACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

La maquinaria a utilizar en la Escombrera será una pala retroexcavadora y, alternativamente, una pala cargadora con Declaración CE de Conformidad ambas, aportadas por la Cantera UNCONA. Los equipos a emplear estarán entre los siguientes, según las circunstancias de cada momento:

- Dúmpster Articulado Bell B40
- Dúmpster Articulado Volvo A 35 D
- Retro Hyundai 450 LC-7
- Pala Cargadora Volvo BM L180F
- Pala Cargadora Volvo BM L330E

La maquinaria cuenta con las declaraciones CE de conformidad de las distintas máquinas que pueden operar en la escombrera.

## 11.2. MANTENIMIENTO Y UTILIZACIÓN

Las reparaciones, mantenimientos y revisiones se realizarán en el taller propio de la cantera, el cual dispone de medios suficientes y cuenta con el personal especializado necesario.


Las normas generales de actuación a tener en cuenta por los utilizadores son las mismas que se incluyen en el Proyecto de Explotación.

Cada Máquina cuenta con el Manual de Mantenimiento y Utilización suministrado por el Fabricante.

Se prohíbe todo tipo de repostaje y mantenimiento (como el cambio de los aceites lubricantes, vaciado y llenado de circuitos de refrigeración, etc.) de vehículos a motor dentro del recinto de la escombrera.

## 11.3. TANQUE DE TORMENTAS

Durante la primera fase del incidente lluvioso es donde se concentra la mayor parte de la contaminación, por lo que resulta imprescindible conducir este agua hasta una Balsa decantadora. Si el fenómeno de lluvia continúa el agua sobrante se canaliza directamente al cauce público, habiéndose diluido la contaminación del agua dentro del tanque de tormenta.

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

Las Instalaciones del “PdB” contarán con una Balsa de recogida y decantación de aguas de escorrentía, construida en hormigón armado, que hará las veces de Tanque de Tormentas, situada en el extremo noroeste, en las proximidades del Barranco “Urraun”. En planos se muestra de forma esquemática la ubicación aproximada prevista.

Para la determinación del volumen del TT el criterio más generalizado es que este sea capaz de retener como mínimo la contaminación producida por la primera lluvia, en este sentido están la British Standard y los criterios de diseño de colectores de la Confederación Hidrográfica del Norte. Este volumen corresponde a uno tal que, para una lluvia de 20 minutos de duración y con una intensidad de 10 litros por segundo y hectárea impermeable, no produzca vertidos a cauce público. La Norma alemana ATV cambia este valor de los 10 l/s y ha, por un abanico entre 7,5 y 15 l/s y hectárea impermeable que corrige en función del tiempo de concentración de la cuenca.

Dado que la superficie de la escombrera no es impermeable y que no se aprecia salidas de agua en todo su perímetro, simplemente como medida complementaria de seguridad, se toma la Norma alemana en su valor mínimo, aplicada al tiempo de concentración. Por tanto, el volumen del Tanque de Tormentas resultante será 39,74 m<sup>3</sup>.


La Balsa de Decantación (TT) prevista se situará a una distancia mínima del pie de escombrera de 3,00m y tendrá una longitud de 13m, una anchura de 4m y una profundidad máxima de 1,00m. Los primeros 5m será construidos en rampa para facilitar su limpieza y los 8 últimos metros serán construidos con fondo plano para facilitar la precipitación de los sólidos en suspensión. El total de capacidad se sitúa en 42 m<sup>3</sup>.

Tras la primera decantación física y eliminación de elementos que pudieran ser arrastrados hacia ella por acción del viento y de la escorrentía, se procede al vertido de aguas al barranco “Urraun” mediante un aliviadero y canalización abierta.

Los finos decantados en la balsa (TT) serán retirados periódicamente, según necesidades, para garantizar la eficacia de la misma. Se trata de materiales inertes que serán trasladados al mismo vertedero de inertes del “PdB”.

La balsa estará vallada con alambre metálico perimetral de 1 metro de altura y dispondrá de una puerta de entrada de doble hoja para facilitar el acceso de la pala limpiadora. La balsa estará dotada de una zona transitable, de 1 metro de anchura alrededor del perímetro de la misma, limitada por la valla de cierre.

#### 11.4. AGUAS DOMÉSTICAS Y SANITARIAS

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

La escombrera será atendida por personal adscrito a la cantera "UNCONA" en momentos muy puntuales, por lo que no se prevén instalaciones domésticas ni sanitarias. Por tanto, no habrá necesidad de vertido de aguas sanitarias.

## 11.5. VERTIDO. CAUDAL Y PUNTO DE VERTIDO

No se prevé vertido en condiciones normales. Solamente habrá vertido en condiciones extremas. El vertido del agua desbordante del Tanque de Tormentas se realizará al barranco Urraun aproximadamente en las coordenadas UTM X = 610206.40 Y = 4725551.50. Dado el caudal resultante en un tiempo de concentración de 12 minutos será totalmente imposible la medición instantánea y en volumen acumulado por lo que no se prevé instalar un dispositivo de medición de los volúmenes de agua vertidos realmente.

No obstante, se estará a lo que determine el Organismo de Cuenca (CHE)

## 12. MOLESTIAS Y RIESGOS

Se toman medidas para reducir al máximo las molestias y riesgos procedentes de la escombrera en forma de:


- Emisión de olores y polvo.
- Materiales transportados por el viento.
- Ruido y tráfico.
- Aves, roedores, insectos, etc.
- Incendios.

La escombrera estará equipada de una serie de contenedores, situados por la Dirección Facultativa estratégicamente, para la recogida de residuos de papel, telas, etc., para evitar que la suciedad originada en el emplazamiento se disperse en las tierras circundantes. Estos, serán retirados periódicamente por una empresa gestora prestadora del servicio.

### CONTAMINACION DEL AGUA

No se prevé el uso de aguas en el proceso ya que solamente se realizará una disposición de materiales en el área de actuación.

### PREVENCION Y CONTROL DE POLVO Y GASES

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

En la escombrera del PdB la contaminación del aire se debe a partículas sólidas (polvo), gases y vapores.

El polvo está compuesto por partículas en estado sólido, con diámetros entre 1 y 1.000 micras, y se produce por:

- Carga y transporte de materiales a depósito.
- Tránsito de los equipos móviles por las pistas de la escombrera.
- Acción erosiva del viento sobre residuos expuestos.

El polvo que se generará en el área de actuación estará formado por materiales de origen mineral, inertes todos ellos, química y físicamente.

Para la estimación del polvo y gases originados por la explotación se utilizan los factores de emisión obtenidos estadísticamente de otras operaciones mineras. Estos factores, según Jutze son los siguientes:

OPERACION	FACTOR DE EMISION
MOVIMIENTO DE ESTERIL	0,024 / 0,05 Kg/t
MOVIMIENTO DE MINERAL	0,004 / 0,23 Kg/t
PISTAS	0,25 / 0,69 Kg/Km.
DESCARGA EN VERTEDERO	0,00017 / 0,02 Kg/t

Tomando los valores medios, y los volúmenes expuestos en puntos anteriores, se obtienen las siguientes producciones de polvo en las condiciones más desfavorables:


- **Movimiento de estéril (hormigones fraguados y marga-caliza)**

- Factor de emisión (Kg/t): 0,037
- Estéril Total (m<sup>3</sup>): 289.989
- Estéril Año (m<sup>3</sup>): 289.989 m<sup>3</sup> / 30 años = 22.204
- Estéril Año (t): 22.204 m<sup>3</sup>/año x 2,264 t/m<sup>3</sup> = 50.270
- Polvo generado: 50.270 t/año x 0,037 Kg/t = 1.860 Kg/año

- **Movimiento de mineral**

- Factor de emisión (Kg/t): 0,117.
- Mineral total (m<sup>3</sup>): 268.639 m<sup>3</sup> = 8.955 m<sup>3</sup>/año.
- 8.955 m<sup>3</sup>/año x 2,26 t/m<sup>3</sup> = 20.238 t/año.



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	


- Polvo generado:  $20.238 \text{ t/año} \times 0,117 \text{ kg/t} = 2.267 \text{ kg/año}$
- **Pistas:**
- Factor de emisión (Kg/Km.): 0,47
- Kilómetros medias recorridos al Año: 841 Km.
- Polvo generado (Kg/Año):  $841 \text{ Km/año} \times 0,47 \text{ Kg/Km.} = 395 \text{ kg/año.}$
- **Descarga y manipulación en escombrera:**
- Factor de emisión (Kg/t): 0,01.
- Material a mover (t/Año):  $16.022 \text{ m}^3/\text{año} \times 2,264 \text{ t/m}^3 = 36.274$
- Polvo generado (Kg/Año):  $36.274 \text{ t/año} \times 0,01 \text{ Kg/t} = 362 \text{ kg/año.}$

El total de polvo generado es de 4.885 Kg/año, que repartidos entre los 220 días anuales de trabajo equivale a 22,20 Kg/día de trabajo.

Los vientos dominantes son del noreste y norte, por lo que la población más cercana que se podría ver afectada es Muruarte de Reta situada a 1.000 m de distancia.

No obstante, UNCONA realizará un seguimiento del polvo generado, cumpliendo con ello la legislación minera y de prevención de riesgos laborales y se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- La salida de camiones de la escombrera se realizará evitando el arrastre o dispersión de lodos y polvo en el vial, para lo que se instalará una rejilla para limpieza de las ruedas de los camiones previamente a su salida y se habilitarán además dispositivos para que el material transportado no genere y difunda emisiones de polvo en el itinerario del camión.
- Se aporta regularmente materiales tratados (limos procedentes de la Planta de lavado) húmedos.
- Se situarán hasta su disposición definitiva los residuos más gruesos en la dirección predominante del viento con el fin de proteger los residuos más finos.
- Los días de fuerte viento se efectuarán una ralentización de los trabajos, transporte y disposición.
- Según el Proyecto adjunto se realizará simultáneamente la disposición y la restauración del área afectada.
- Se exigirá una reducción de la velocidad máxima de circulación de los camiones dentro de la instalación a 20 K/h. Se colocarán señales indicativas.

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN “UNCONA”</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

- Un Organismo de Control Autorizado realizará durante los TRES primeros meses de funcionamiento efectivo las medidas que deberán ajustarse a los siguientes criterios:
  - Los valores medios diarios de inmisión de partículas en suspensión en el entorno de la explotación se mantendrán por debajo de los 150 Agr/m<sup>3</sup> calculado por el método gravimétrico (R.D. 1321/1992, de 30 de octubre).
  - La concentración de la fracción respirable de polvo, no sobrepasará el valor de 3 mg/m<sup>3</sup> (ITC 2.0.02).
  - En los siguientes años de actividad, se realizarán autocontroles de los valores de inmisión de partículas sedimentables y mediciones oficiales con Organismo de Control Autorizado una vez cada TRES años como corresponde al Grupo B, en el que está incluida la actividad.

#### **EMISIÓN DE GASES**

Con respecto a los gases producidos por la combustión de los motores diesel, los volúmenes generados son insignificantes, debido a lo pequeño del parque de maquinaria, y de afectación mínima al medioambiente por tratarse de un espacio abierto en el que pueden diluirse los gases emitidos de manera fácil.

#### **RUIDO Y VIBRACIONES**

La manipulación de los residuos se realiza mediante pala retroexcavadora por lo que al no utilizar explosivo, la ausencia de vibraciones es total.

En el caso de la maquinaria pesada, según especificaciones de los fabricantes, los niveles sonoros medios (en carga y a pleno rendimiento y medidas en la posición del operador) son los siguientes:

- Camión volquete: 90 dB.
- Pala cargadora: 95 dB.

En el caso de coincidencia de la pala cargadora y un camión, el ruido resultante es de 96,2 dB, y en el cruce de dos camiones de 93 dB.

Por otro lado, la atenuación del sonido con la distancia por difusión y absorción molecular en el aire en campo abierto, a unos 100 m de la fuente emisora, es tal que los valores máximos disminuyen alrededor de 40 dB.

El núcleo habitado más cercano, Campanas, se encuentra aproximadamente a 1,2 Km., por lo que la contaminación acústica en las zonas más próximas habitadas son prácticamente inexistentes.

Teniendo en cuenta que su alejamiento de zonas habitadas evita molestias a personas ajenas a la actividad, en el área de trabajo se tomarán las siguientes medidas como protectoras del personal propio:

- El personal que se encuentre en las proximidades de la zona de trabajo empleará cascos auriculares.
- La maquinaria cumplirá con todos los requisitos necesarios en materia de ruido.
- Se realizará un mantenimiento preventivo regular de la maquinaria según indicaciones del fabricante.
- Los equipos móviles estarán dotados de silenciadores
- Limitación de la utilización de maquinaria con alto índice ruidoso a horario diurno.


### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

- Se adoptarán las medidas oportunas (drenajes, canales, etc.) para evitar los fenómenos de escorrentía.
- Dotación de una vía de evacuación de agua que conduzca esta desde las bermas y plaza de coronación hasta un cauce natural existente.
- Está totalmente prohibido la realización de mantenimientos y reparaciones en las instalaciones.
- Dotar a las bermas de una ligera contrapendiente.
- En la realización del aporte de la tierra superficial dejar una pendiente mínima, de forma tal que se evite la acumulación, pero a la vez se impida el arrastre de los materiales.

## 13. SEGURIDAD

En los trabajos en escombreras los accidentes más frecuentes son:

- Deslizamientos de maquinas por los taludes.
- Choques de los equipos producidos por maniobras mal coordinadas o insuficientes plataformas de trabajo.
- Rodadura de bloques a grandes distancias ladera abajo que pueden afectar a personas y/o instalaciones. Caída de bloques sobre personas que transitan por la base de la escombrera.
- Accidentes de equipos trabajando sobre zonas blandas de los taludes etc.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

En la escombrera del "PdB", como establecimiento minero, será de aplicación el Real Decreto 863/1985 de 2 de abril por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y su actualización del año 2000, en todo aquello que la concierna.

Dado que la instalación forma parte del establecimiento minero "UNCONA N° 3488", estará sujeto a las Normas Generales de Seguridad de este, en todo aquello que la afecte.

No obstante, se tendrán en cuenta los siguientes puntos complementarios:


- Las inclemencias meteorológicas aumentan las posibilidades de accidentes. Los vientos fuertes, las lluvias, la escasa visibilidad, generan condiciones que son propicias para que se produzcan accidentes. En estos casos es conveniente reducir las actividades al mínimo o suspenderlas.
- Debe limitarse al mínimo la circulación de personal al pie de los taludes en curso de excavación, acordonándolos convenientemente. También es peligroso circular por los propios taludes ya que pueden inducirse deslizamientos que arrastren a personas ó equipos.
- La aparición grietas ó deformaciones indicativas de un posible deslizamiento profundo se paralizarán inmediatamente las operaciones de vertido en el área afectada, realizando observaciones sistemáticas de los movimientos y de la evolución de las grietas.

## 15. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Se realiza una evaluación de riesgos tomando como base la "Guía simplificada de Riesgos de instalaciones de Residuos de industrias extractivas cerradas o abandonadas" publicada por el IGME.

Los escenarios de pueden diferenciar por las consecuencias sobre tres tipos de receptores:

- **Efectos consecuencias o impactos sobre las personas o la población.**
  - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre las aguas superficiales.
  - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos.
  - Derivados de la movilización del material por acción del viento.
  - Derivados de la emisión de sedimentos contaminantes por erosión hídrica.
  - Derivados del fallo o rotura del talud de escombrera
- **Efectos consecuencias o impactos sobre el medio natural.**
  - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre las aguas superficiales.
  - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- Derivados de la movilización del material por acción del viento.
  - Derivados de la emisión de sedimentos contaminantes por erosión hídrica.
  - Derivados del fallo o rotura del talud de escombrera.
- **Efectos consecuencias o impactos sobre el medio socio económico**
    - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre las aguas superficiales.
    - Derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos.
    - Derivados de la movilización del material por acción del viento.
    - Derivados de la emisión de sedimentos contaminantes por erosión hídrica.
    - Derivados del fallo o rotura del talud de escombrera
  - **Efectos sobre las personas o la población derivados del contacto directo originado por el acceso ocasional o por el desarrollo de actividades.**

## A. EVALUACION DE RIESGOS SIMPLIFICADA PARA ESCENARIOS DE CONTAMINACION

### 1. GENERACION DE EFLUENTES CONTAMINANTES CON AFECCION SOBRE LAS AGUAS SUPERFICIALES

#### 1.1. Indice de probabilidad de generación de efluentes contaminantes con afección sobre las aguas superficiales $I_p(C1)$

$$I_p(C1) = P_R \times F_{TOX} \times F_{SD} = 0,9 \times 0,0 \times 0,1 = 0,0.$$

##### 1.1.1. Residuos de carácter inerte

Material considerado en el ANEXO 1 DEL Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo por lo que el factor de toxicidad y el Indice de Probabilidad del residuo  $I_p$  serán cero.

##### 1.1.2. Factor de toxicidad ( $F_{TOX}$ )

$$F_{TOX} = 0.$$

##### 1.1.3. Factor de Proximidad ( $P_R$ )

Cauce intermitente de menor categoría (1) con distancia menor de 30m,

$$I_p(C1) = 1.$$

##### 1.1.4. Factor de Superficie desprotegida


$$\text{Factor de cobertura } F_c = (S_c/Spl) \times (M_c + V_c) = (7,36/7,36) \times (0,7 + 0,2) = 0,9.$$

$S_c$  = Superficie cubierta: 7,36

$Spl$  = Superficie total: 7,36

$M_c$  = valor correspondiente al material de cobertura: 0,7

$V_c$  = Valor asignado por la presencia de vegetación: 0,2

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

$$\text{Grado de desprotección} = 1 - 0,9 = 0,1$$

$F_S$  = Factor superficial dependiente de la superficie ocupada por la escombrera: 1,0.

$$\text{Factor de Superficie Desprotegida (FSD)} = F_S \times (1 - F_C) = 0,1.$$

Se comprueba la no existencia de efluentes de carácter contaminantes y, dada la naturaleza química de los residuos depositados, no se considera probable que se produzca algún drenaje de agua cargada con metales u otros elementos tóxicos que puedan liberarse desde la escombrera hacia el exterior, contaminando cauces o masas de agua superficiales.

## 1.2. Índice de severidad de las consecuencias $I_S(C1)$

### 1.2.1. IS de los efectos sobre las personas. Aguas superficiales

$$I_S(C1PO) = 0,5 P_{EX} + 0,5 \times (F_{SUP} \times V_P) = 0,0$$

$$\text{Población expuesta (P}_{EX}) = 0,0$$

$$\text{Factor de Exposición (F}_{EXP}) \text{ según criterios adoptados en CCME (2008) = 0,0}$$

$$\text{Factor de Vulnerabilidad de las Población (V}_P) = 0,0$$

### 1.2.2. IS de los efectos sobre el medio natural ( $I_S(C1NA)$ ).

$$\text{Vulnerabilidad de los ecosistemas } I_S(C1NA) = F_{SP} \times V_E = 0,0$$


( $F_{SP}$ ) = factor de exposición a que se encuentran expuestos los distintos recursos naturales y ecosistemas más vulnerables y más próximos a la escombrera = 0,0

( $V_E$ ) = Factor de vulnerabilidad ecológica en función del recurso o ecosistema expuesto más vulnerable, situado a una distancia máxima de 5 kilómetros en la dirección del flujo de agua = 0,0.

### 1.2.3. Índice de severidad de los efectos sobre el medio socioeconómico derivados de la contaminación de los recursos hídricos superficiales debido a efluentes contaminantes ( $I_S(C1SE)$ ).

La determinación del Índice de Severidad de los efectos sobre las actividades económicas solamente se realiza cuando el daño económico es elevado y fácilmente constatable. En el presente caso se considera que la valoración de la severidad asociada al escenario no procede ser valorada.

## 2. GENERACION DE EFLUENTES CONTAMINANTES CON AFECCION SOBRE LOS RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS (C2)

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

**2.1. Índice de probabilidad de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos (I<sub>P</sub>C2)**

$$I_P(C2) = F_V \times F_{TOX} \times F_{SD} = 0,9 \times 0,0 \times 0,1 = 0,0.$$

2.1.1 (V<sub>v</sub>) = Factor de vulnerabilidad = 0

2.1.2. (F<sub>TOX</sub>) = Factor de toxicidad = 0.

2.1.3. (F<sub>SD</sub>) = Factor de superficie desprotegida = 0,1

F<sub>S</sub> = Factor superficial = 0,7.

F<sub>C</sub> = Fracción de cobertura =  $F_C = (S_C/S_P) \times (M_C + V_C)$

S<sub>C</sub> = Superficie cubierta: 7,36

S<sub>P</sub> = Superficie total: 7,36

M<sub>C</sub> = valor correspondiente al material de cobertura: 0,7

V<sub>C</sub> = Valor asignado por la presencia de vegetación: 0,2

Grado de desprotección = 1 - 0,9 = 0,1

Factor de Superficie Desprotegida (F<sub>SD</sub>) =  $F_S \times (1 - F_C) = 0,1$ .

F<sub>S</sub> = Factor superficial dependiente de la superficie ocupada por la escombrera = 1,0.

F<sub>C</sub> = Fracción de cobertura = 0,9.

**2.2. Índice de severidad de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos I<sub>S</sub>(C2)**

2.2.1. Índice de severidad de los efectos sobre las personas y la población derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos I<sub>S</sub>(C2PO)


F<sub>SUB</sub> = Factor de exposición a aguas subterráneas contaminadas = 0,0

P<sub>EX</sub> = Factor de Población expuesta = 0,0

V<sub>P</sub> = Factor de vulnerabilidad de la población expuesta = 2,0

$$I_S(C2PO) = 0,5 P_{EX} + 0,5 ( F_{SUB} \times V_P ) = 0,0$$

2.2.2. Índice de severidad de los efectos sobre el medio natural derivados de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos I<sub>S</sub>(C2NA)

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN "UNCONA"</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

$F_{SUB}$  = Factor de exposición a aguas subterráneas contaminadas = 0,0

$V_E$  = Factor de vulnerabilidad de los ecosistemas = 0,0

$I_S(C2NA) = (F_{SUB} \times V_E) = 0,00$

**2.2.3. Índice de severidad de los efectos sobre el medio socioeconómico derivadas de la generación de efluentes contaminantes con afección sobre los recursos hídricos subterráneos  $I_S(C2SE)$ .**

La determinación del Índice de Severidad de los efectos sobre las actividades económicas solamente se realiza cuando el daño económico es elevado y fácilmente constatable. En el presente caso se considera que la valoración de la severidad asociada al escenario no procede ser valorada.

**3. MOVILIZACION DE MATERIAL PARTICULADO POR ACCION DEL VIENTO (C3)**

**3.1. Índice de probabilidad de la movilización de material particulado por acción del viento  $I_P(C3)$**

$IP(C3) = E_e \times F_{AR} \times V_V \times F_S \times F_{DS} = 5,0 \times 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,0 = 0,0$

**3.1.1. Caracterización de los residuos por su susceptibilidad a la erosión eólica.**

Factor de Erodibilidad Eólica ( $E_e$ ) = 5,0

**3.1.2. Contenido de humedad de los residuos en superficie dependiente del clima**

Factor de Aridez ( $F_{AR}$ ) = 0,64

Índice de Aridez de Martonne ( $I_a$ ) =  $P / (T + 10) = 27,73$

Precipitación media anual (mm) (P) = 610,2 mm

Temperatura media anual (°C) (T) = 12,0 °

**3.1.3. Erosividad Eólica**

Factor de velocidad del viento ( $V_V$ ) = 1,0

**3.1.4. Superficie expuesta a la acción del viento**


Factor Superficial ( $F_S$ ) = 1,0.

Superficie total expuesta ( $S_{EX} = S_T + S_P$ ) = 74.912,21m<sup>2</sup>.

Superficie total expuesta en plataformas o superficies llanas

( $S_P$ ) =  $\sum P_i = 20.375$  m<sup>2</sup>.



	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

Pi = Superficie de cada plataforma medida en planta.

Superficie total expuesta en taludes (ST).

$$(S_T) = \sum ST_i / \cos (\theta)T_i = 54.537,21 \text{ m}^2.$$

STi = Superficie de cada talud medido en planta.

( $\theta$ )Ti = Angulo de cada talud.

### 3.1.5. Grado de protección de la superficie de la escombrera frente a la erosión eólica

Factor de desprotección ( $F_{DS}$ ) = 0,0

## 3.2. Índice de severidad de la movilización de material particulado por acción del viento $I_S(C3)$

### 3.2.1. Índice de severidad de los efectos sobre las personas y la población derivados de la movilización de material particularizado por la acción del viento IS (C3PO)

$$I_S(C3PO) = [0,5 \times PEX + 0,5 \times (VP + FPM)] \times (1 + FCO / 100) = 1,7$$

( $F_{PM}$ ) = Factor de exposición al material particulado = 0,6 - 0,0002D = 0,40

( $P_{EX}$ ) = Factor de población expuesta = 1,0

( $V_P$ ) = Factor de vulnerabilidad de la población expuesta = 2,0

( $F_{CO}$ ) = Factor de capacidad contaminante del polvo = 0,0

### 3.2.2. Índice de severidad de los efectos sobre el medio natural derivados de la movilización de material particularizado por la acción del viento $I_S(C3NA)$

$$I_S(C3NA) = (V_E + F_{PM}) + (1 + F_{CO} / 100) = 3,04$$

( $V_E$ ) = Factor de vulnerabilidad de los ecosistemas = 2,0


( $F_{MP}$ ) = Factor de exposición al material particulado = 0,4

( $F_{CO}$ ) = Factor de capacidad contaminante del polvo = 0,0

### 3.2.3. Índice de severidad de los efectos sobre el medio socioeconómico derivados de la movilización del material particulado por la acción del viento $I_S(C3SE)$ .

En el presente caso se considera que la valoración de la severidad asociada al escenario no procede ser valorada.

## 4. EMISION DE SEDIMENTOS CONTAMINANTES POR EROSION HIDRICA (C4)

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

4.1. Índice de probabilidad de la emisión de sedimentos contaminantes por erosión hídrica  $I_p(C4)$ .

Residuo Inerte.  $I_p(C4) = 0,0$

4.2. Índice de severidad de la generación de sedimentos contaminantes por erosión hídrica  $I_s(C4)$ .

4.2.1. Índice de severidad de los efectos sobre las personas y la población derivados de la emisión de sedimentos contaminantes  $I_s(C4PO)$ .

$(P_{EX}) =$  Factor de población expuesta = 0,0

$(F_{SUP}) =$  Factor de exposición = 1,0

$(V_P) =$  Factor de vulnerabilidad de la población = 1,0

$I_s(C4PO) = 0,5 \times P_{EX} + 0,5 (F_{SUP} \times V_P) = 0,5$

4.2.2. Índice de severidad de los efectos sobre el medio natural derivados de la emisión de sedimentos contaminantes  $I_s(C4NA)$ .

$(V_E) =$  Factor de vulnerabilidad ecológica de los ecosistemas = 2,0

$(F_{MP}) =$  Factor de exposición = 1,0

$I_s(C4NA) = F_{SUP} \times V_E = 2,0$

4.2.3. Índice de severidad de los efectos sobre el medio socioeconómico derivados de la emisión de sedimentos contaminantes  $I_s(C4SE)$ .

En el presente caso se considera que la valoración de la severidad asociada al escenario no procede ser valorada.

5. CONTACTO DIRECTO ORIGINADO POR EL ACCESO OCASIONAL O POR EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES SOBRE LA ESCOMBRERA (CD)

5.1. Índice de probabilidad del contacto directo originado por el acceso ocasional o por el desarrollo de actividades  $I_p(CD)$

Residuo Inerte.  $I_p(CD) = 0,0$

5.2. Índice de severidad de los efectos sobre las personas y la población derivados del contacto directo originado por el acceso ocasional o por el desarrollo de actividades  $I_s(CD)$

$$I_s(\text{CD}) = 1,0$$

## B. EVALUACION DE RIESGOS SIMPLIFICADA PARA ESCENARIOS DE FALLO DE ESTRUCTURA

### 1. FALLO O ROTURA DE TALUD DE ESCOBRERAS DE ESTERILES (FESC)

#### 1.1. Índice de probabilidad del fallo o rotura del talud de escombreras $I_p(\text{FESC})$

$$(P_{e_{\text{FESC}}}) = 0,0+1,75+0,0+4,0+0,0+0,0+4,0+0,0+1,5+2,0+1,0+1,5+0,0+1,5 = 17,25$$

Factor de peligrosidad BAJA.

$I_p(\text{FESC})$  Índice de probabilidad del fallo o rotura del talud de la escombrera = 1,7.

Valor de las características intrínsecas y constructivas:

Inclinación del talud general: < 33°	0,0
Altura máxima: 25m/49m	1,75
Sistema de vertido: En tongadas	0,0
Calidad del material:	4,0
Sistema de drenaje: Si	0,0

Valoración de las características del sustrato:

Pendiente del sustrato: < 15°	0,0
Material del sustrato: Suelo poco consolidado	4,0

Valoración del comportamiento geotécnico:

Evidencias de inestabilidad: no hay evidencias	0,0
Cárcavas de erosión: Alguna evidencia	1,5

Valoración de la entrada y evidencia de agua en la escombrera:

Precipitación media anual en el año: 610,30mm	2,0
Precipitación máxima en 24h ( $T_R = 100$ años): 64,96mm	1,0
Sistema de desvío perimetral de lluvias: Parcial	1,5
Evidencia de agua dentro de la estructura: Casi seco	0,0

Valoración del riesgo sísmico:

Aceleración sísmica básica: 0,08/0,12


1,5

**1.2. Índice de severidad del fallo o rotura del talud de la escombrera  $I_5$ (FESC)** $(D_{max})$  = Distancia máxima de recorrido de los escombros = 300m**1.2.1. Índice de severidad de los efectos sobre las personas y la población derivados del fallo o rotura del talud de la escombrera  $I_5$ (FESCPO)** $(P_{EX})$  Población expuesta: 2,0 $I_5$ (FESCPO) = 2,0**1.2.2. Índice de severidad de los efectos sobre el medio natural derivados del fallo o rotura del talud de la escombrera  $I_5$ (FESCNA)** $(VE)$  = Vulnerabilidad Ecológica = 1,0 $I_5$ (FESCNA) = 1,0**1.2.3. Índice de severidad de los efectos sobre el medio socioeconómico derivados del fallo o rotura del talud de la escombrera  $I_5$ (FESCSE)** $(V_{SE})$  = Vulnerabilidad del medio socioeconómico expuesto en zona de riesgo= 3,0 $I_5$ (FESCSE) = 3,0**15. ABANDONO DEFINITIVO DE LA ACTIVIDAD**

De acuerdo con el art. 2.1. de la ITC MIE SM 13.0.01 del RGNBSM una vez finalizada la explotación y aprobada la restauración final del espacio afectado, se solicitará el abandono definitivo de los trabajos, presentándose un Proyecto de abandono definitivo donde se cumplimentará el art. 2.4 de la citada ITC. En el presente Proyecto presenta un Anteproyecto general de abandono.

Una vez finalizada la explotación de la cantera "UNCONA", establecida la topografía final descrita anteriormente y completada la restauración de la plaza superior, camino perimetral, bermas, accesos, taludes finales y demás superficies afectadas por la actividad se procederá a la eliminación de los escasos elementos auxiliares (Tanque de Tormentas y vallado perimetral).

Se retirará la cerca en toda su extensión, toda la cartelería informativa y la balsa de decantación (TT) será demolida mediante máquina retro mixta de 10 Tm, dotada con pinza y martillo, capaz de demoler estructuras de fábrica, losas, soleras, cimentaciones, etc.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Los escasos Residuos de construcción y demolición generados en la recuperación del espacio natural al cese de la actividad minera serán entregados a un Gestor Autorizado.

La incorporación de residuos (industriales) de hormigón fraguado exige que la clausura de la Instalación se realice de acuerdo con el Art. 14 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre (consolidado a 28/03/2010).

El procedimiento de clausura se iniciará tras el cumplimiento íntegro de las condiciones correspondientes enunciadas en la Autorización y con correspondiente autorización de la Autoridad competente.

Tras la clausura definitiva de la escombrera, y de conformidad con lo que al respecto se fije en la autorización, UNCONA, S.A., será responsable de su mantenimiento, de la vigilancia, análisis y control de los lixiviados, si existieran, de esta y del régimen de aguas subterráneas en las inmediaciones del mismo, todo ello conforme a lo dispuesto en el anexo III del nombrado Real Decreto, durante el plazo de la fase pos clausura fijado por la Autoridad competente.


UNCONA, S.A., notificará a la Autoridad competente, así como al Ayuntamiento de Tiebas-Muruarte de Reta, todo efecto significativo negativo para el medio ambiente puesto de manifiesto en los procedimientos de control durante esta fase.

## 16. REGISTRO Y CONTROL DE ENTRADA DE RESIDUOS

Los únicos residuos admisibles son tierras y limos procedentes de la cantera "UNCONA" y hormigón fraguado excedente de las balsas de decantación de las Plantas de Fabricación de hormigón enumeradas anteriormente. Se denegará el vertido a cualquier otro material que no prevenga de las procedencias indicadas anteriormente. Para estos residuos, previamente ha quedado debidamente justificado que su valorización no resulta técnica, económica o medioambientalmente viable.

La caracterización básica será obligatoria para cada residuo procedente de las Plantas de Fabricación de hormigón. Si la caracterización básica del residuo muestra que éste cumple los criterios para el tipo de escombrera (de inertes) en cuanto a estar incluido como residuo inerte en la lista CERN, valores límite para los residuos admisibles en vertederos para residuos inertes y valores límite de contenido total de parámetros orgánicos, el residuo se considerará admisible en la escombrera. En caso contrario, el residuo no será admisible.

La recepción de residuos de las Plantas de Fabricación de hormigón se realizará en días solicitados previamente por los suministradores externos. El residuo minero se depositará según las necesidades de evacuación de la Planta de Lavado de la Cantera. La escombrera

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

permanecerá cerrada y candada el resto de tiempo en el que no esté previsto algún tipo de vertido.

UNCONA, S.A., como gestor de la escombrera del "PdB" llevará un Libro Registro en el que se incluirá, para cada uno de los generadores de residuo externos, la siguiente información:

1. Datos del generador del vertido (nombre de la empresa, responsable, dirección completa y teléfono).
2. Naturaleza del residuo a verter.
3. Planta de Fabricación de hormigón de procedencia.

Se establecerá un sistema de control, previo al depósito, del origen de los residuos a depositar. En el Registro de Entrada de residuos se reflejará los siguientes conceptos:

1. Fecha y hora de entrada del residuo.
2. Matrícula del vehículo en el que se realiza el transporte.
3. Empresa transportista.
4. Tipo de residuo.
5. Planta de Fabricación de hormigón de procedencia.

Dado que todos los residuos vertidos son de idénticas características, dentro de la gama hormigón y dentro de la gama residuo minero, no será precisa la identificación del área de vertido.


Se realizará una inspección visual rápida de los residuos en la entrada a la escombrera y en el momento de su vertido con el fin de comprobar que coinciden con los reflejados en los documentos que acompañan a estos.

Una vez al año se comprobarán las variables que la caracterización básica (nivel 1) haya identificado como significativas en los residuos procedentes de las Plantas de Fabricación de hormigón, ya que se trata de cargamentos de residuos de características uniformes y de la misma procedencia.

## 16.1. DOCUMENTACION

Documento de aceptación y declaración de residuos no peligrosos.

- 1.- Toda persona productora de residuos con destino final a un vertedero, con carácter previo a su traslado desde el lugar de origen, deberá contar como requisito imprescindible con un compromiso documental de aceptación por parte de la entidad

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

explotadora de un vertedero autorizado. Dicho documento, en todo caso, deberá incorporar información relativa a la caracterización básica del residuo de conformidad con lo establecido en el anexo II.

- 2.- La persona productora y la entidad explotadora remitirán al órgano ambiental una copia del documento de aceptación, debiendo conservar ambos un ejemplar del citado documento, debidamente cumplimentado, durante un periodo no inferior a cinco años.
- 3.- Con carácter previo a la primera entrega a una instalación de gestión de los residuos no peligrosos generados en la actividad, el titular de dicha actividad deberá trasladar al órgano ambiental, en orden a comprobar la adecuación de la vía de gestión propuesta, la siguiente información: razón social, CIF, domicilio, actividad, procesos productivos, materias primas utilizadas, tipos y cantidad de los residuos no peligrosos generados identificados de conformidad con la Lista Europea de residuos, vía de gestión propuesta.

La citada declaración de generación de residuos no peligrosos se actualizará cada vez que se produzca una modificación en los datos identificativos de la persona productora del residuo, en la tipología de los residuos generados o en la vía de gestión de los mismos.

## 17. AUSCULTACIÓN Y MONITOREO


Las escombreras generalmente son estructuras delicadas y por lo tanto, requerirán mantener una inspección periódica para poder subsanar a tiempo cualquier defecto observado.

Los principales aspectos a controlar son: movimientos horizontales y verticales en superficie y en profundidad, asentamientos y ensayos de penetración dinámica.

Los principales objetivos de la auscultación necesaria son:

- Verificación de las hipótesis realizadas sobre las propiedades de los materiales depositados.
- Evaluación de los métodos de cálculos.
- Estudio de la influencia de los diversos parámetros de diseño en el comportamiento de la estructura.
- Control continuo de la seguridad.

### 17.1. REVISIONES PERIÓDICAS

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

Se dispondrá de un servicio, procedimiento o mecanismo de gestión para el mantenimiento regular y reparación inmediata de todas y cada una de las infraestructuras de la escombrera incluyéndolas infraestructuras relacionadas con el agua y los lixiviados (canales, cunetas, drenajes, conducciones, depósitos, contadores, etc.).

Se controlarán los siguientes aspectos:


- Formación de grietas ó deslizamientos en los taludes.
- Posibles abombamientos de las paredes de los taludes.
- Asentamientos diferenciales.
- Aparición de surgencias o humedades en los taludes ó en los contactos de los mismos con el cimiento.
- Instalaciones de drenaje (situación de cunetas, desagües, balsas, etc.)
- Si se observaran movimientos o desplazamientos generalizados deberá hacerse un seguimiento de los mismos mediante controles taquimétricos o de nivelación.
- Dado que se presenta el caso de vertido de escombros a una escombrera existente pueden generarse situaciones de inestabilidad que deberán analizarse de forma particular.

El control taquimétrico de la escombrera se proyectará enlazado a la RED de Geodesia Activa de Navarra (RGAN) (<https://www.navarra.es/AppsExt/RGAN/default.aspx>) trabajando en sistema de referencia ETRS89 y la proyección UTM huso 30, sistema oficial de acuerdo al RD 1071/2007.

A partir del enlace a la red GPS mediante RTK, se posicionará de forma absoluta el equipo GPS mediante enlace de datos con una precisión mejor de 5 cm en los 3 ejes (x,y,z) precisión suficiente para constatar el avance de la escombrera. Este servicio permite conseguir un posicionamiento preciso en el mismo instante en que se realiza la medición. Para usar este tipo de correcciones es necesario disponer de un receptor GNSS que admita correcciones en el estándar RTCM (versiones 2 ó 3), Leica, CMR+ o CMR y de conexión a Internet en el instante en el que realiza la medición (telefonía móvil). Los datos suministrados por esta red permiten usar las técnicas denominadas RTK (Real Time Kinematic) para todo tipo de trabajos que necesiten precisión centimétrica en tiempo real.

Por lo tanto, no procede dejar, ni materializar bases topográficas fijas por la zona, ya que el propio sistema garantiza repetibilidades inferiores a los 5 cm. Tan solo y de forma puntual, en caso de actuaciones donde bien no hubiera cobertura de móvil (4G) o se tratase de trabajos que exigieran una alta precisión, se colocarían bases obtenidas por técnicas GPS en zonas con gran visibilidad. (Datos extraídos de su web).



	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	


## 18. PRESUPUESTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

El presupuesto de las obras de puesta en marcha de la escombrera (drenajes, vallados, etc.), así como los de la restauración de la misma se han incluido en el presupuesto total del Proyecto.

En Tiebas - Muruarte de Reta en marzo de 2.022




Fdo.: D. Ignacio López Galván  
Graduado en Ingeniería Minera  
Col. 1.683

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

## DOCUMENTOS ANEJOS

---

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

## 1. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

### DEFINICIONES

#### PERIODO DE RETORNO (T)

Se dice que el periodo de retorno de un caudal es T cuando, como media, es superado una vez cada T años.

#### PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (Pd) PARA EL PERIODO CONSIDERADO

Precipitación máxima registrada por la estación meteorológica mas próxima a la zona de estudio.

#### COCIENTE ENTRE LA INTENSIDAD HORARIA Y DIARIA (I1/Id)

El valor muestra la distinta torrencialidad de las precipitaciones. Se obtiene para todo el territorio nacional a partir del mapa publicado al efecto ("mapa de isolíneas I1/Id").

#### LLUVIA NETA

Parte de la lluvia que se transforma en escorrentía superficial.

#### ESCORRENTIA

El coeficiente C de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria Pd correspondiente al periodo de retorno y el umbral de escorrentía Po a partir del cual se inicia esta.

#### DURACION DEL AGUACERO


La duración del aguacero D es igual al tiempo de concentración Tc, de la cuenca ( $D = Tc$ ), por ser los aguaceros de esta duración los que producirán las máximas avenidas.

#### TIEMPO DE CONCENTRACION

Es el tiempo que el agua acumulada en la cuenca seguirá llegando al punto considerado después de cesar la lluvia.

#### CAUDAL MAXIMO

Es el resultante de la aplicación del coeficiente medio de escorrentía de la cuenca ó superficie drenada con la intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración al área total, salvo que tenga aportaciones ó pérdidas importantes, tales como resurgencias ó sumideros.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES	

## VOLUMEN DE AVENIDA

Volumen esperado con el caudal máximo ( $Q_m$ ) en el tiempo de concentración ( $T_c$ ).

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)


Máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa. Este parámetro se calcula.

## EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR)

Evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación. Este valor se mide, si bien hay fórmulas que permiten evaluarlo.

## GLOSARIO DE TERMINOS

- (A) ( $m^2$ ) AREA DE LA CUENCA
- (L) (Km) LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL
- (J) PENDIENTE MEDIA
- (Pd) (mm) PRECIPITACION MAXIMA DIARIA DE LA ZONA
- (Pdi) PRECIPITACION MAXIMA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS
- (Pd<sub>100</sub>) PRECIPITACION MEDIA MAXIMA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.
- ( $\alpha$ ) COEFICIENTE DEPENDIENTE DE LA DESVIACION ESTANDAR.
- (S) DESVIACION ESTANDAR.
- ( $X_m$ ) MEDIA MUESTRAL.
- ( $y_t$ ) COEFICIENTE NEPERIANO.
- (T) PERIODO DE RETORNO.
- (Po) CANTIDAD DE LLUVIA CAIDA A PARTIR DE LA CUAL SE COMIENZA A TENER ESCORRENTIA.

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN "UNCONA"
	PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES	

- (Id) (mm/h) INTENSIDAD MEDIA HORARIA CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE RETORNO CONSIDERADO
- (I1) (mm/h) INTENSIDAD CORRESPONDIENTE A UNA HORA
- (It) (mm/h) INTENSIDAD MEDIA CORRESPONDIENTE AL INTERVALO DE DURACION t DESEADO.
- (I1/Id) COEFICIENTE ENTRE LA INTENSIDAD HORARIA Y LA DIARIA (FIG. N° 2).
- (t) (h) DURACION DEL INTERVALO AL QUE SE REFIERE (It).
- (J) (m/m) PENDIENTE MEDIA
- (Tc) TIEMPO DE CONCENTRACION
- (C) COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTIA
- (Qp) CAUDAL MAXIMO DE AVENIDA
- (K) COEFICIENTE DEPENDIENTE DE LAS UNIDADES EN QUE SE EXPRESAN Q y A. INCLUYE UN AUMENTO DEL 20% EN (Q).
- (V<sub>A</sub>) VOLUMEN DE AVENIDA.
- (i) INDICE CALORICO MENSUAL.
- (I) INDICE CALORICO ANUAL.
- (N) NUMERO MAXIMO DE HORAS DE SOL.
- (d) NUMERO DE DIAS DEL MES
- (ETP) EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

## FÓRMULAS

### PRECIPITACION MAXIMA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

$$P_{di} = P_{d10} \times \log i$$


### PRECIPITACION MAXIMA DIARIA PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

$$P_{d100} = \alpha \times y_t + x_m - 0,5772 \times \alpha$$

### COEFICIENTE ( $\alpha$ )

$$\alpha = 6^{1/2} \times S_x / \pi$$

### DESVIACION ESTANDAR

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	<b>EXPLOTACIÓN "UNCONA"</b>
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

$$S_x = (\sum(x_i - x_m)^2 / (n-1))^{1/2}$$

**COEFICIENTE NEPERIANO**

$$y_t = -\ln [\ln (T/T-1)]$$

**INTENSIDAD MEDIA HORARIA**

$$I_d = P_d / 24$$

**INTENSIDAD MEDIA CORRESPONDIENTE AL INTERVALO DE DURACION t DESEADO**

$$I_t = I_d \times (I_1 / I_d)^a$$

**FACTOR (a)**

$$a = (28^{0,1} - t^{0,1}) / (28^{0,1} - 1)$$

**PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA**

$$J = H / L$$

**TIEMPO DE CONCENTRACION**

$$T_c = D = 0,3 \times [L / J^{1/4}]^{0,7}$$

**COEFICIENTE DE ESCORRENTIA**

$$C = (P_d - P_o) \times (P_d + 23P_o) / (P_o + 11P_o)^2$$

**CAUDAL MAXIMO DE AVENIDA**

$$Q_p = C \times A \times I / K$$

**VOLUMEN DE AVENIDA**

$$V_A = 3,6 \times Q_p \times T_c / 1.000$$

**INDICE CALORICO MENSUAL**

$$i = (t/5)^{1,54}$$

**INDICE CALORICO ANUAL**

$$I = i_e + i_f + i_m + \dots + i_o + i_n + i_d$$

**EXPONENTE EMPIRICO (f) DE I**

$$a = 675 \times 10^{-9} \times I^3 - 7,71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1,79 \times 10^{-2} \times I + 0,49239$$

**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SIN CORREGIR (ETP<sub>sc</sub>)**

$$ETP_{sc} = 16 \times (10T/I)^a$$

**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP)**

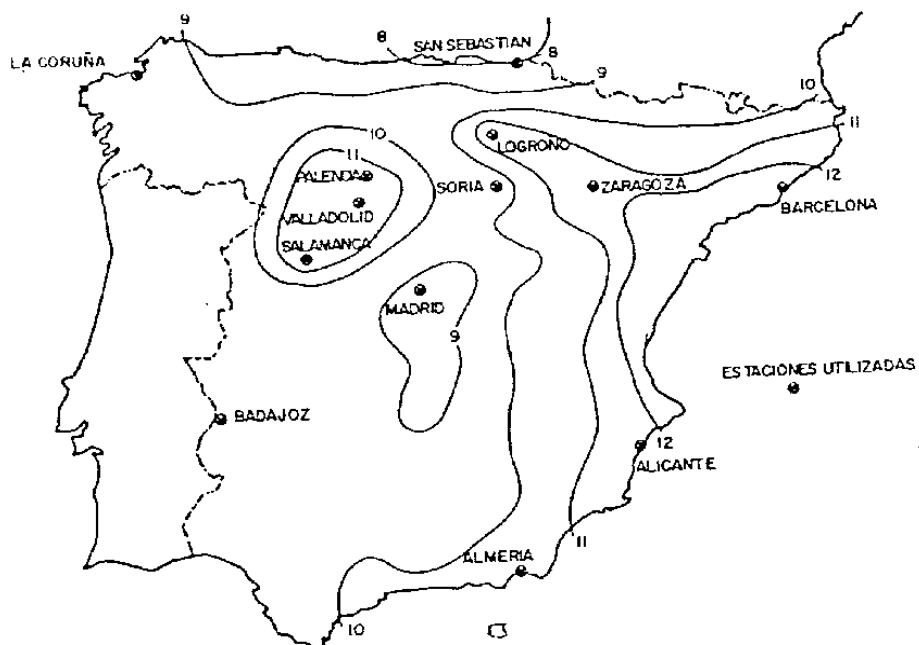
$$ETP = ETP_{sc} \times N/12 \times d/30$$

FIGURAS

Mínimos períodos de retorno (años)

Tipo de elemento de drenaje	IMD EN LA VÍA AFECTADA*		
	Alta	Media	Baja
	2000		500
Pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad	50	25	**
Elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25	10	
Obras de drenaje transversal	100 ***		

FIGURA Nº 1



Mapa de isolíneas 11 / Id

FIGURA Nº 2



PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)

*PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA  
ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES*

EXPLOTACIÓN  
"UNCONA"



**ANEXO I - Valor inicial del umbral de escorrentía  $P_0$  (mm)**

Simplificado de Ministerio de Fomento (2016), agrupando varios usos del suelo con valores idénticos y eliminando algunos muy poco usuales.

Uso de suelo	[1]	Pen- diente (%)	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Tejido urbano continuo			1	1	1	1
Tejido urbano discontinuo, urbanizaciones, aeropuertos			24	14	8	6
Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
Granjas agrícolas			24	14	8	6
Zonas industriales			12	7	5	4
Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
Autopistas, Redes viarias, ferroviarias			1	1	1	1
Complejos ferroviarios			12	7	5	4
Zonas de extracción minera			16	9	6	5
Escombreras y vertederos			20	11	8	6
Zonas de construcción			24	14	8	6
Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
Instalaciones deportivas y recreativas, campos de golf			79	32	18	13
Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
	N		32	19	12	10
	R/N	< 3	34	21	14	12
Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
	N		25	16	11	8
	R/N	< 3	29	19	14	11
Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
		< 3	20	14	11	8
Terrenos regados permanentemente, cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
	N		42	23	14	11
	R/N	< 3	47	25	16	13
Arrozales			47	25	16	13
Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14
Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14
Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
		< 3	95	42	22	15
Olivares		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14
Prados y praderas, prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
		< 3	120	55	22	14
Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
		< 3	58	25	12	7
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
		< 3	66	29	15	10
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
		< 3	106	48	22	15
Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
	N		28	17	11	8
	R/N	< 3	30	19	13	10
Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
		< 3	75	34	19	14

[1] R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente  
 N: Denota cultivo según las curvas de nivel



PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)

*PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA  
ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES*

EXPLOTACIÓN  
"UNCONA"

Uso de suelo	[1]	Pen- diente (%)	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
		< 3	66	29	15	10
Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
	N	≥ 3	42	23	14	11
	R/N	< 3	47	25	16	13
Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
		< 3	95	42	22	15
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
		< 3	106	48	22	15
Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
	N	≥ 3	34	20	13	10
	R/N	< 3	37	22	14	11
Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
		< 3	120	55	22	14
Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
		< 3	80	35	17	10
Pastizales naturales. Pastizales, praderas o cultivos agrícolas con arbolado adhesionado		≥ 3	53	23	14	9
		< 3	80	35	17	10
Frondosas, Perennifolias, Caducifolias y marcescentes		≥ 3	90	47	31	23
		< 3	79	34	19	14
Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
		< 3	94	42	22	15
Bosques de ribera			76	34	22	16
Bosques de coníferas, bosque mixto. Laurisilva			90	47	31	23
Prados alpinos, Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
		< 3	120	55	22	14
Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
		< 3	120	55	22	14
Pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
		< 3	57	25	12	7
Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
		< 3	79	35	17	10
Landas y matorrales mesófilas, Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
Fayal-breza macaronésico, vegetación esclerófila			60	24	14	10
Matorrales subarborescentes o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
Matorrales xerófilos macaronésicos, Claras de bosques			40	17	8	5
Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
Matorral boscoso			75	34	22	16
Playas y dunas			152	152	152	152
Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
Afloramientos rocosos y canchales		≥ 3	2	2	2	2
		< 3	4	4	4	4
Espacios con vegetación escasa, Xeroestepa subdesértica		≥ 3	24	14	8	6
		< 3	58	25	12	7
Cárcavas y zonas en proceso de erosión, zonas quemadas			15	8	6	4
Humedales y zonas pantanosas			2	2	2	2
Marismas			2	2	2	2

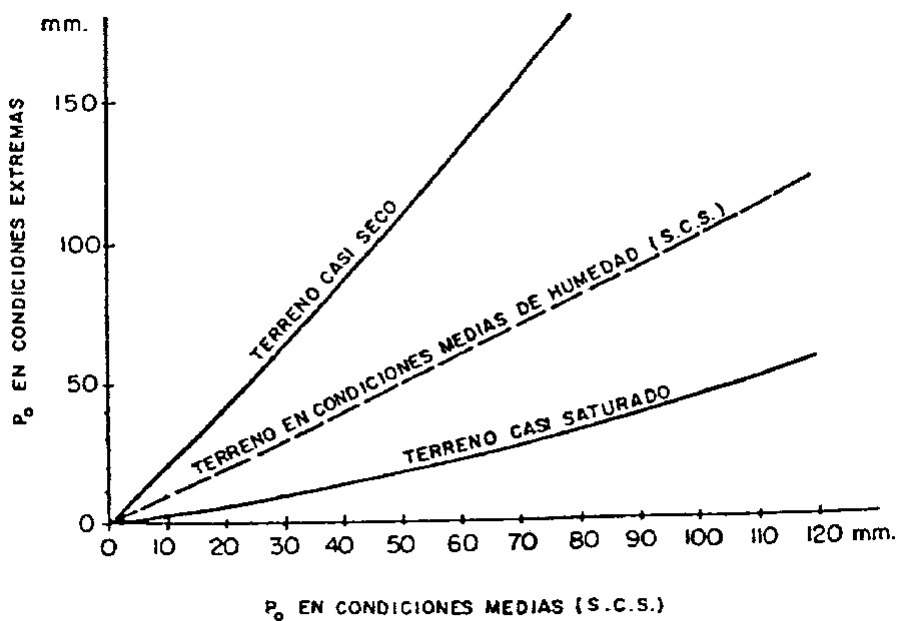
[1] R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente  
 N: Denota cultivo según las curvas de nivel

FIGURA N° 3.2

**Tabla**  
**Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía**

GRUPO	INFILTRACIÓN (cuando están muy húmedos)	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

**FIGURA N° 4**



Variación del valor de  $P_0$  con la humedad inicial del terreno.

FIGURA Nº 5



FIGURA Nº 6

Q en	A en		
	km <sup>2</sup>	ha	m <sup>2</sup>
m <sup>3</sup> /s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000


FIGURA Nº 7



PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)

*PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA  
ESCOBRERA PASO DE LOS BUEYES*

EXPLOTACIÓN  
"UNCONA"

	PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

2. **CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA EL DISEÑO DEL RECRECIMIENTO Y LEGALIZACION DE UNA ESCOMBRERA DENOMINADA “PASO DE BUEYES”. PARA LA CANTERA UNCONA (MURUARTE DE RETA - NAVARRA). (CRS Ingeniería)**

**UNCONA S A**

**DOCUMENTO ANEXO Nº 2:**

**CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES Y ANÁLISIS  
DE ESTABILIDAD PARA EL DISEÑO  
DEL RECRECIMIENTO Y LEGALIZACIÓN  
DE LA ESCOMBRERA DENOMINADA  
"PASO DE BUEYES"  
PARA LA CANTERA "UNCONA Nº3488"  
(MURUARTE DE RETA - NAVARRA)**

Diciembre de 2017



**INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L**

C/ Raimundo Fernández Villaverde 53, 1º izq. 28003 Madrid

Tel: 91 535 61 72 / 91 534 91 83

Fax: 91 534 91 83

[www.crsingenieria.es](http://www.crsingenieria.es)



UNE-EN ISO 9001

ER-0240/2013



UNE-EN ISO 14001

GA-2013/0102





## ÍNDICE

	Pág nº
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO Y TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO.....</b>	<b>9</b>
3.1. GEOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO.....	9
3.2. HIDROGEOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LA ESCOMBRERA .....	13
<b>4. MODELO GEOTÉCNICO.....</b>	<b>17</b>
4.1. GEOMETRÍA, MATERIALES Y CONFIGURACIÓN .....	19
4.1.1. <i>Cimiento de la escombrera</i> .....	19
4.1.2. <i>Escombrera</i> .....	21
4.2. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS .....	23
4.3. SISMICIDAD .....	24
<b>5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA GEOMETRÍA MÁXIMA.....</b>	<b>29</b>
5.1. FACTOR DE SEGURIDAD REQUERIDO .....	29
5.2. PARÁMETROS DE ENTRADA AL MODELO .....	31
5.2.1. <i>Sustrato calizo</i> .....	32
5.2.2. <i>Coluvión (glacis)</i> .....	32
5.2.3. <i>Relleno antrópico</i> .....	34
5.2.4. <i>Material de escombrera</i> .....	36
5.3. PERFIL DE ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD.....	37
5.4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESCOMBRERA.....	39
5.5. MODELIZACIÓN MEDIANTE SLIDE .....	42
5.5.1. <i>Bishop simplificado: FS 1,41</i> .....	44
5.5.2. <i>Janbu simplificado: FS 1,35</i> .....	45
5.5.3. <i>Spencer: FS 1,41</i> .....	46
<b>6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO .....</b>	<b>47</b>
6.1. BISHOP SIMPLIFICADO: FS 1,46 .....	49

6.2.	JANBU SIMPLIFICADO: FS 1,43 .....	50
6.3.	SPENCER: FS 1,46 .....	51
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

UNCONA S.A. se ha dirigido a CRS Ingeniería para la caracterización geotécnica de materiales y análisis de estabilidad para el diseño del recrecimiento de una escombrera denominada "Paso de Bueyes", anexa a su explotación y sita al Este de la localidad de Muruarte de Reta (Navarra).

En principio, este recrecimiento se realizará en base a la acogida de tres materiales principales:

- Finos secos de rechazo de la planta de lavado (material principal).
- Margocalizas y limolitas de una intercalación en la masa de calizas objeto de aprovechamiento en la cantera (material secundario).
- Lechadas de hormigón de las balsas de varias plantas de fabricación (minoritario).

En una estimación inicial se considera que el porcentaje de cada uno de estos tres materiales correspondería a un 55,89% de rechazo de la planta de lavado, un 39,67% de margocalizas y limolitas negras y en torno a un 4,44% de lechadas de hormigón.

Además, se indica que la altura máxima orientativa en torno a 35-40 m, a valorar en función del análisis de estabilidad que se aborda en este documento.

La escombrera se localizará en una parcela de unos 275 m de eje mayor y unos 160 m de eje menor, que ocupa una superficie de unas 7 ha. Este emplazamiento se localiza al SO de la explotación a cielo abierto y en una plataforma de glacis, con suave pendiente hacia el Oeste, que está limitada a Norte y Sur por los barrancos de Urraun y del Juncal respectivamente.

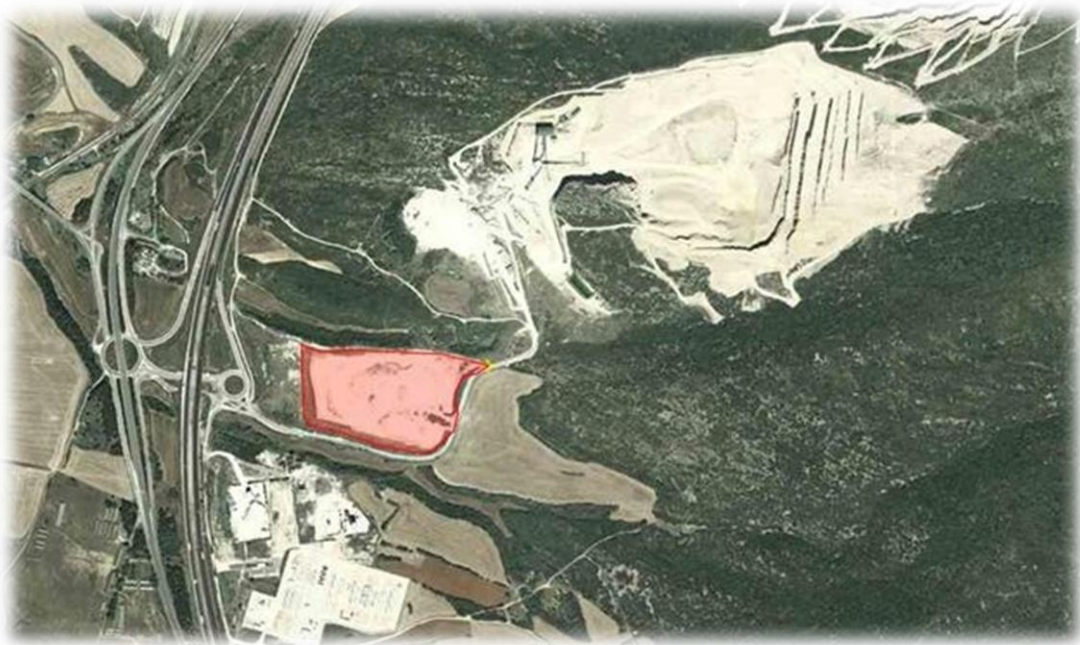
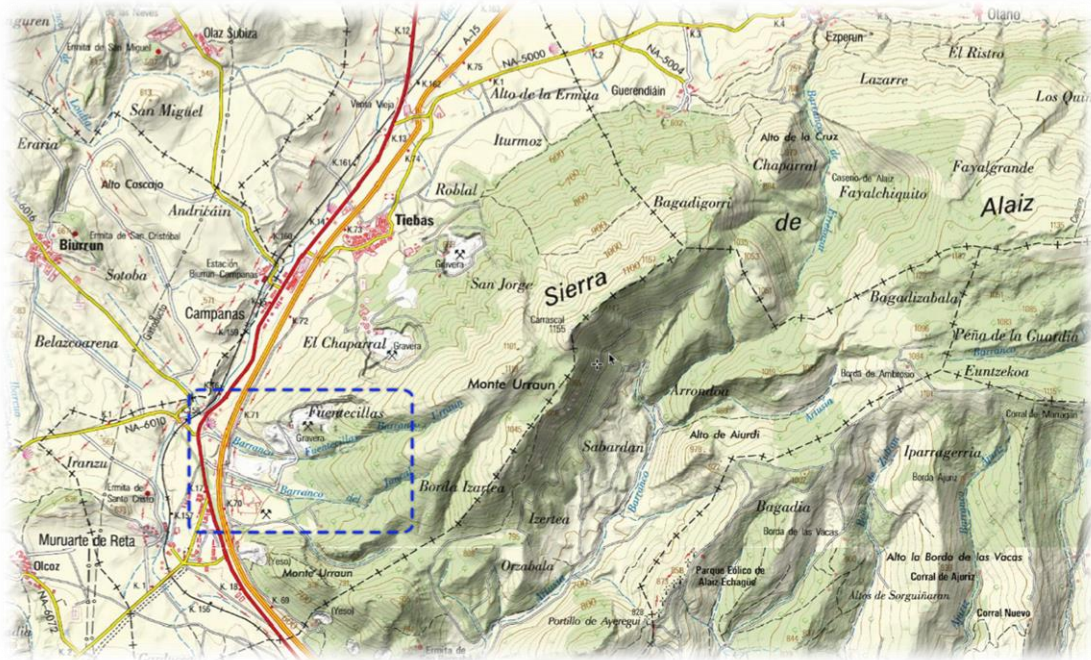


Figura 1.1.- Localización de la zona de actuación (fuente: IDENA e IGN).

Las intervenciones antrópicas en esta parcela han sido numerosas a lo largo del tiempo; así, por ejemplo, cabe señalar los siguientes hitos a lo largo del tiempo:

- Durante la construcción de la autopista AP-15 se tomaron como préstamos los materiales granulares del coluvión que conforma el glacis de pie de ladera en esta parcela, realizando para ello una excavación que llegó a alcanzar los 14-16 m de profundidad.
- Según testimonios, el hueco de esta excavación se fue rellenando de forma no ordenada, ni gestionada con materiales procedentes de tierras de excavación, fragmentos y lechadas de hormigón, etc., hasta rellenar en gran medida el hueco existente.
- Tras la puesta en marcha de la planta de lavado en la cantera de UNCONA, ésta empezó a utilizar dicho recinto para el depósito ordenado y planificado de los materiales finos procedentes del rechazo de la planta de lavado. Situación en la que se encuentra actualmente el emplazamiento.

Por lo tanto, la situación actual es un recrecimiento sobre la cota del terreno adyacente de 20 m en el punto de máximo desnivel, en el frente Oeste del vertedero, y 0 m en el extremo oriental, donde enlaza a nivel con la superficie natural del terreno.

El apilado del material se está realizando en tongadas de unos 3 m, que conforman un talud continuo de unos 25º de inclinación general.

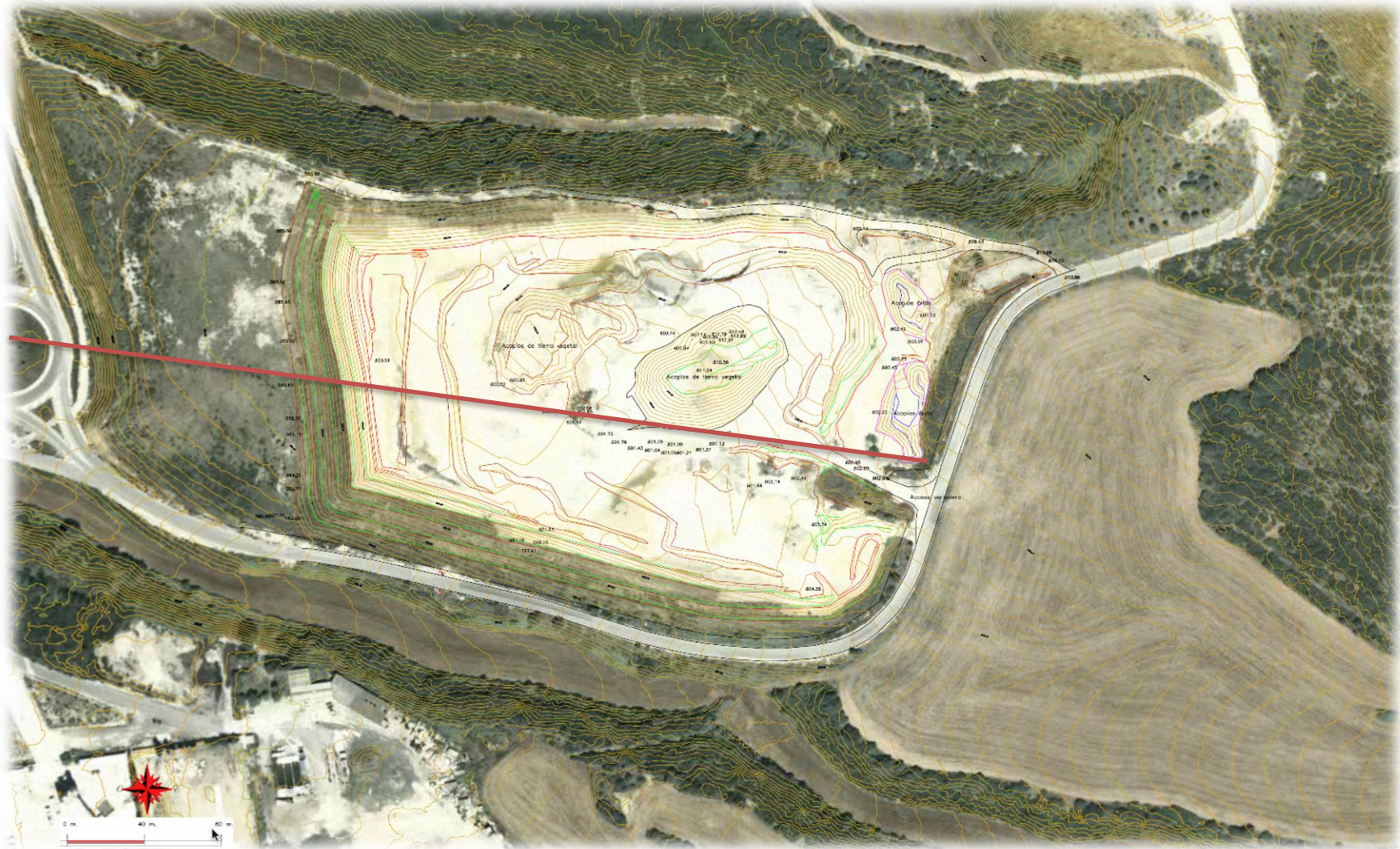


Figura 1.2.- Localización de la zona de actuación y perfil analizado, con la topografía actual sobre ortofoto (junio 2017).

## **2. PLANTEAMIENTO Y TRABAJOS REALIZADOS**

Para alcanzar los objetivos planteados, se han realizado los siguientes trabajos, estructurados a través de tres bloques de actividad fundamentales, que han consistido en:

- **Caracterización geotécnica y geometría de los materiales** que se verán involucrados en el recrecimiento de la escombrera. La caracterización se realizará mediante reconocimiento de campo, toma de muestras y ensayos en laboratorio acreditado. También se han efectuado una serie de perforaciones de reconocimiento para definir el cimiento actual del futuro recrecimiento.
- **Desarrollo del modelo geotécnico** (distribución de materiales, nivel piezométrico,) y **análisis de estabilidad** de la estructura mediante modelización con software Slide de Rocscience, mediante cálculo de elementos finitos, y atendiendo a la **estimación del factor de seguridad mínimo requerido**.
- **Definición del diseño óptimo** de escombrera, que atienda a los resultados del análisis de estabilidad y garantice el FS mínimo requerido para este tipo de estructuras en esta localización y contexto geológico.





### **3. CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO**

Desde el punto de vista geológico, la escombrera se localiza en las estribaciones orientales del relieve de calizas miocenas de la Sierra de Alaiz. Esta alineación montañosa constituye el cierre meridional de la cuenca terciaria de Pamplona.

#### **3.1. GEOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO**

La zona de explotación y alrededores se sitúa en el flanco NO de una estructura anticlinal cabalgante, la Sierra de Alaiz, cuyo núcleo aflora al E y SE de las crestas de ésta.

Según el mapa geológico, los materiales que forman dicha estructura son fundamentalmente carbonatados, en facies marinas, y abarcan una edad que comprende desde el Cretácico Superior al Eoceno Inferior-medio.

El cretácico superior aflora exclusivamente en el núcleo del anticlinal de la Sierra de Alaiz. Su nivel más alto: arenas, areniscas y conglomerados del Maastrichtiense, es la capa que contacta directamente con los materiales terciarios que conforman las laderas y sobre los que se encuentra la zona de explotación.

Esta capa está constituida por areniscas y arenas silíceas, limos y arcillas rojas, principalmente. Se trata de una secuencia fuertemente detrítica y bastante monótona, en que alternan las calizas y dolomías arenosas con tramos de areniscas arcillosas.

Bajo estas capas del cretácico, en las cotas más altas de la Sierra, aparece una serie de unos 75 m de espesor perteneciente al Paleoceno. Dicha serie está constituida por dolomías y doloarenitas en la parte baja y calizas arenosas-calcarenitas en la mitad superior, de tonos grises, muy recristalizadas, sacaroideas, con sombras de microfósiles.

Bajo este estrato, y conformando la gran masa calcárea que aflora en las laderas N-NO de la Sierra se encuentran las calizas, calcarenitas y calcirruditas pertenecientes al Eoceno (inferior y medio) del Terciario, objeto de la explotación de áridos.

Con características semejantes a las del Luteciense medio y superior del lugar, subdivididos en bancos de 0,50 a 2 m. donde las calcarenitas se van pasando hacia arriba a gruesas, puede distinguirse un primer banco perteneciente al Eoceno inferior (Ileriense) y sobre éste, la formación propia del Luteciense inferior y medio.

De manera adosada a los materiales calcáreos del Ilerdiense-Luteciense objeto de la explotación y aflorando en la falda septentrional de la Sierra de Alaiz, en sus cotas más bajas, existe bancos de calcarenitas con cemento calizo arcilloso que destacan en el relieve. Su potencia no sobrepasa los 50 m y está formada por un conjunto de margas, margas calcáreas nodulosas, limolitas calcáreas tableadas y depósitos desorganizados de tipo "mud-flow" en bancos de 15 a 30 m.

De manera intercalada en el lugar de contacto, y ocupando una gran extensión en la zona, se encuentra la formación de margas de Pamplona. Se trata de una formación monótona de margas grises fácilmente meteorizables, nodulosas, con niveles centimétricos de calcarenitas arcillosas, en las que es difícil distinguir bancos. Su potencia es muy variable, estimándose una media de 400-500 m.

De forma discordante y discontinua, diferentes depósitos de materiales cuaternarios se disponen sobre el sustrato terciario. Así, por ejemplo, el emplazamiento de la escombrera se localiza sobre una formación coluvionar (glacis) que descansa mediante contacto discordante sobre las calizas terciarias de la Sierra de Alaiz, objeto de explotación en la cantera.

Este glacis abarca poca extensión (<km<sup>2</sup>), ya que se dispone a los pies del relieve (Este) y limitado a Norte y Sur por sendas incisiones de la red hidrográfica que se encajan en las calizas infrayacentes. Mientras que hacia el Oeste descende con suave pendiente hacia el fondo de valle del río Besaire.

Los materiales que componen el glacis son mayoritariamente de granulometría grosera, con cantos toscamente trabajados por su proximidad al área fuente. Se observan algunas finas pasadas de granulometrías más finas como arenas y limos, pero en general con bajo o nulo contenido en arcilla.



Figura 3.1.- Localización de la zona de actuación sobre la base geológica (IDENA 1:25.000).

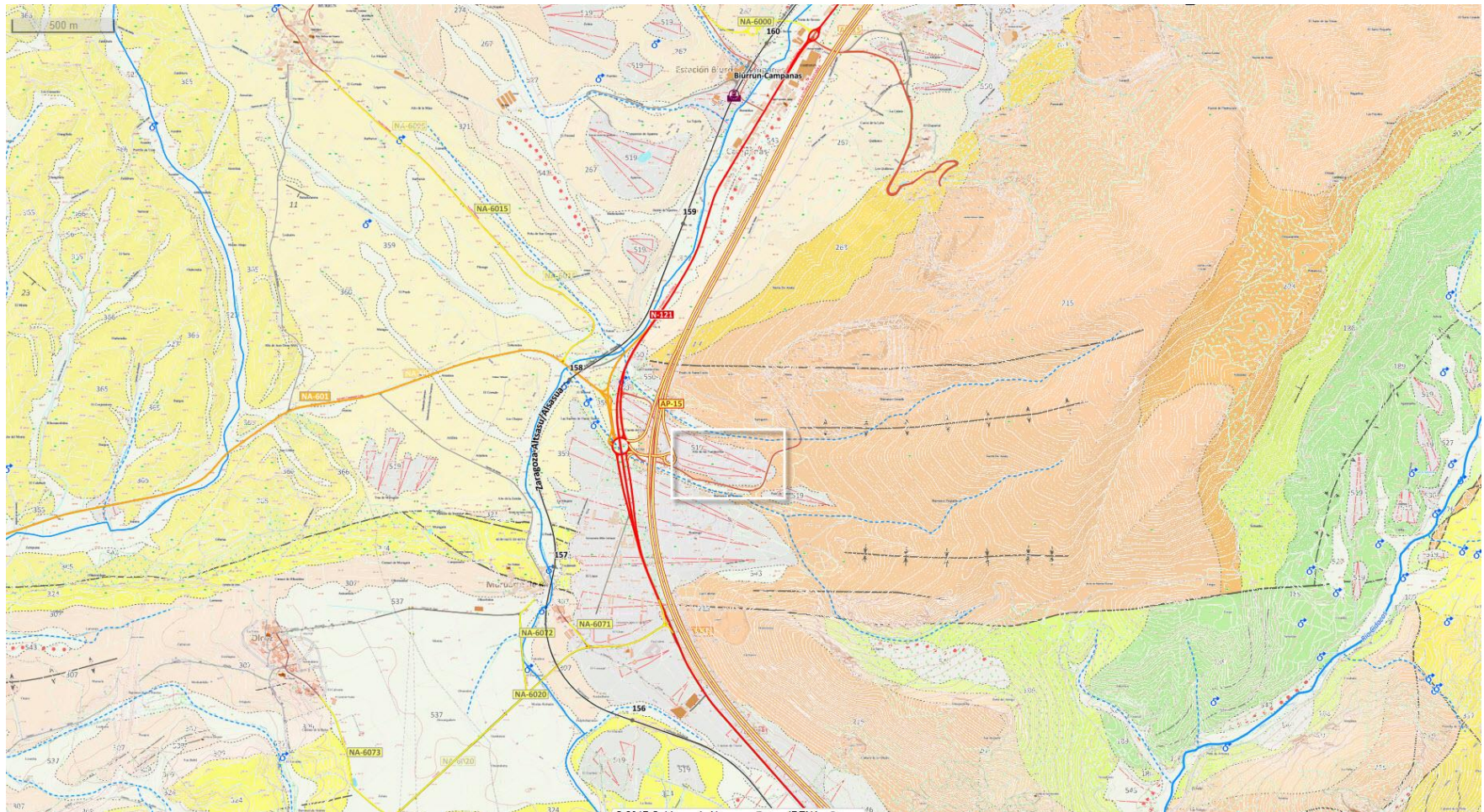


Figura 3.2.- Localización de la zona de actuación sobre la base geológica ampliada (IDENA 1:25.000)

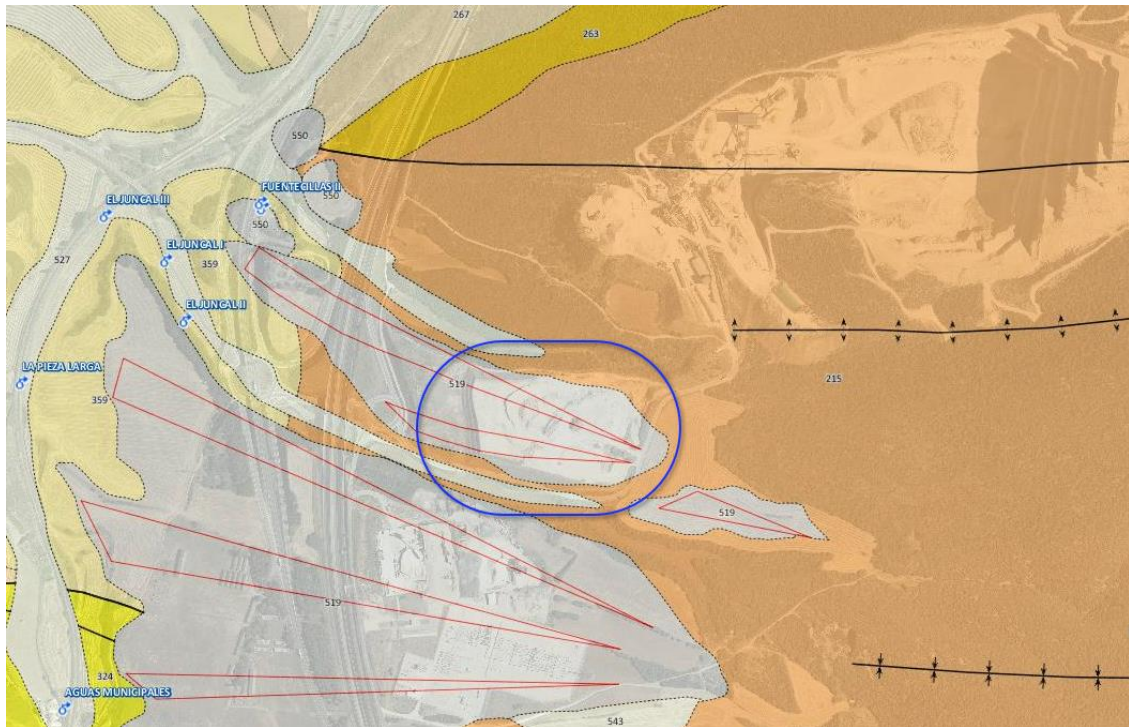


Figura 3.2.- Localización de la zona de actuación sobre una superficie de glaciares en la que descansa una formación coluvionaria (fuente base geológica: IDENA e IGN).

### 3.2. HIDROGEOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LA ESCOMBRERA

De acuerdo con el libro "Las Aguas subterráneas en Navarra" (DFN), la zona de ubicación de la escombrera se localiza sobre la Unidad Hidrogeológica de Alaiz.

Esta unidad está constituida por un extenso acuífero de naturaleza calcárea, que en su mayor parte se comporta como confinado, pasando a ser libre tan sólo en la zona de la sierra, donde afloran los niveles permeables que forman el acuífero, es decir, las calizas y dolomías del Paleoceno y las calizas y calcarenitas del Eoceno, objeto de numerosas explotaciones mineras.

Se ha comprobado que la permeabilidad de las calizas queda restringida a zonas concretas de fractura.

Entre los niveles de carácter calizo existe una interconexión total, por lo que todos forman un mismo acuífero, aunque en algunos bancos de calcarenita, pueden quedar aislados por tramos margosos interestratificados, teniendo un comportamiento independiente.

Las margas de Pamplona, que recubren la casi totalidad del embalse subterráneo, a excepción de la sierra de Alaiz, son las que actúan como nivel confinante.

Los niveles piezométricos se encuentran muy por debajo de los 550 m de cota mínima a que afloran las calizas, en torno a la cota 300 en el entorno del proyecto. Las oscilaciones en los niveles piezométricos parecen ser del orden de 100 m.

La alimentación del acuífero es principalmente por infiltración de lluvia sobre la propia sierra, siendo la descarga desconocida, ya que no existe en la zona ningún manantial localizado. Según los últimos estudios realizados por el ITGE, se cree que la circulación se realiza a través de alguna zona de falla y su descarga sería a través de los manantiales de Etxauri, Ibero y Belascoáin, y directamente al valle del Arga en la zona comprendida entre Ibero y Puente la Reina.

En cuanto a las aguas superficiales y la hidrología, hay que reseñar que la parcela de proyecto no se encuentra cerca de ningún cauce fluvial permanente. El más cercano se sitúa a una distancia aproximada de 750 m. La diferencia de cota entre el cauce y la explotación (mayor de 40 m) imposibilita que esta se vea influenciada por la dinámica fluvial.

Referido a otros cursos de agua cercanos no permanentes, cabe señalar los dos provenientes de la parte superior de la sierra: el Barranco de Urraun, también denominado Barranco Grande, situada al Norte de la escombrera, y el Barranco del Juncal, también conocido como barranco pequeño, que discurre de forma paralela al anterior y que se sitúa en su parte meridional.

El barranco de Urraun permanece seco normalmente a lo largo del año. El barranco del Juncal permanece seco la mayor parte del año. La pequeña cuenca de captación de los barrancos y el hecho de que la mayor parte del agua de precipitación entre en el sistema de recarga del acuífero calcáreo de la sierra de Alaiz reduce de forma drástica la circulación de aguas superficiales por estos dos barrancos.





#### 4. MODELO GEOTÉCNICO

Para el análisis de estabilidad mediante el software Slide de Rocscience es necesario definir un modelo geotécnico que responda a la geometría final de la escombrera, configuración y caracterización de los materiales intervinientes, y condiciones hidrogeológicas que conformarán el cimiento y la escombrera proyectada.

Para la definición e inspección de la naturaleza del cimiento, se han realizado una serie de perforaciones en torno al emplazamiento, tal y como se muestra en la figura siguiente:



Figura 4.1.- Situación de las perforaciones dadas para el reconocimiento del cimiento en el emplazamiento de la escombrera.

Como se puede apreciar, han sido un total de 8 perforaciones, cuyas características se recogen a continuación:

**Sondeo 1:**

De 00,00 m a 03,00 m relleno antrópico.

De 03,00 m a 11,00 m fragmentos de hormigón.

A partir de 11,00 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando).

**Sondeo 2:**

De 00,00 m a 11,00 m fragmentos de hormigón.

A partir de 11,00 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando)

**Sondeo 3:**

De 00,00 m a 03,00 m relleno antrópico.

De 03,00 m a 11,50 m fragmentos de hormigón.

A partir de 11,50 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando).

**Sondeo 4:**

De 00,00 m a 06,40 m relleno antrópico.

De 06,40 m a 08,80 m fragmentos de hormigón.

A partir de 9,00 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando)

**Sondeo 5:**

De 00,00 m a 20,00 m relleno antrópico.

De 20,00 m a 28,00 m relleno de tierras (limolitas y margocalizas).

De 28,00 m a 36,50 m arenas, gravilla y limos (coluvial).

De 36,50 m a 40,00 m Caliza.

**Sondeo 6:**

De 00,00 m a 13,30 m relleno antrópico.

A partir de 13,30 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando)

**Sondeo 7:**

De 00,00 m a 05,00 m relleno antrópico.

A partir de 05,00 m material rechazo planta lavado (no se puede seguir perforando).

### **Sondeo 8:**

De 00,00 m a 14,00 m relleno coluvial.

A partir de 14,00 m limo-arcilloso (no se puede seguir perforando)

De esta información se pueden extraer las siguientes conclusiones de cara al modelo geotécnico:

- Se confirma la presencia de rellenos antrópicos y de tierras de excavación en el vaso de la antigua excavación de préstamos para la construcción de la AP15.
- Una parte importante de dichos rellenos corresponde al material de rechazo de la planta de lavado. Es decir, el mismo material que constituirá el grueso de la futura escombrera.
- Los rellenos antrópicos apoyan sobre un nivel de limos-arcillosos, que cabe considerar como un horizonte continuo, ya que está presente en todas las perforaciones salvo en una de ellas (sondeo 5), donde es posible que fuera removilizada durante la excavación de préstamo.
- El sustrato rocoso bajo el recubrimiento coluvial está compuesto por las calizas terciarias.

## **4.1. GEOMETRÍA, MATERIALES Y CONFIGURACIÓN**

A continuación, se describe la geometría, materiales y configuración del modelo geotécnico elaborado para la modelización de la estabilidad, considerando tanto el cimiento, como la propia escombrera.

### **4.1.1. Cimiento de la escombrera**

La escombrera está proyectada sobre un terreno cuyo sustrato rocoso son las calizas terciarias de la Sierra de Alaiz y sobre estas se dispone un glacis cuaternario compuesto por materiales coluvionares de granulometría gruesa (grava-arena), con finas pasadas de niveles de arena y limo.

Por tanto, la columna de materiales geológicos sería, de arriba hacia abajo:

- Coluvión de granulometrías groseras (arenas gruesas y gravas) con finas intercalaciones de arenosas y/o limo-arenosas, con un espesor total entre 10 y 20 m.
- Nivel de limos arenosos con cierto contenido en arcillas (permiten un toско moldeado de la muestra), con un espesor métrico a decimétrico, que en el modelo se ha considerado con 2 m de espesor continuo a lo largo de todo el emplazamiento.
- Calizas terciarias, con más de 300 m de espesor.

Siendo esta la configuración natural del terreno y como ya se ha apuntado con anterioridad, la parcela del proyecto ha sufrido una intensa modificación antrópica a lo largo del tiempo, que ha modificado sustancialmente la configuración del cimiento.

De tal forma que los materiales groseros del glacis fueron extraídos para utilizarlos como préstamo durante la construcción de la autopista AP15. Las referencias indican que se excavó hasta el muro de la formación, extrayendo todo el material de utilidad. Por tanto, sin retirar el nivel de limos arenosos que pudieron aparecer. Posteriormente, el hueco fue utilizado para rellenos de carácter antrópico.

Por tanto, para generar la geometría del modelo geotécnico se ha considerado un cimiento cuyo sustrato es la masa de calizas terciarias, sobre las que se dispone de forma discordante un nivel de limos arenosos con cierto contenido en arcilla y un espesor de 2 m. Sobre este nivel, se dispondrían unos 10 m de espesor de relleno antrópico, culminado hasta la situación actual (cota 600) con nuevos rellenos mayoritariamente constituidos por los materiales de rechazo de la planta de lavado de la cantera.

#### **4.1.2. Escombrera**

Los materiales que van a constituir la escombrera se han caracterizado mediante ensayos en laboratorio, realizando la determinación de densidades, granulometrías, límites de Atterberg, presión de hinchamiento, índice de colapso, compresión simple y corte directo CCD, cuyos resultados completos se acompañan en el Anexo I que acompaña al presente documento.

La escombrera proyectada estará compuesta mayoritariamente (55,89%) por los materiales de rechazo de la planta de lavado de la cantera, formado por un material de granulometría fina (<0,08 mm) de naturaleza calcárea, bajo ángulo de fricción interna (18,35°) y baja plasticidad (I=6,0)<sup>1</sup>.

También es preciso destacar que estos materiales presentan un índice de colapso del 5,08%, bastante elevado. Afortunadamente, este factor puede dar lugar a deformaciones in situ (asientos importantes) pero sin que se produzcan inestabilidades en masa, ya que el material presenta una baja plasticidad, lo que limita su capacidad de migrar lateralmente.

El resto de materiales estará compuesto por material volado de limolitas y margocalizas negras (39,67%) procedentes de la propia explotación, que muestra una curva granulométrica muy heterogénea, con fragmentos tipo grava embebidos en arena fina y finos sin especificar. El índice de plasticidad también es bajo (I=9,0).

Por último, el relleno también recibirá lechadas de hormigón, aunque constituirán un porcentaje testimonial sobre el total (4,44%).

---

<sup>1</sup> Ver Anexo I: ensayos de laboratorio para la caracterización de materiales de la escombrera.

### HOJA RESUMEN DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>s</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I <sub>v</sub> , en %	Expansividad Lambe	Compresión Simple		Triaxial o Corte Directo						
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad						Tensión, en kg/cm <sup>2</sup>	Deformación, en %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>				
M-1 Negra	MA	1.5	2.260	2.294		100.0	79.1	63.8	61.8	56.1	32.6	25.2	16.2	9.0		0		0.18										
M-2 Blanca	MA	0.4	1.649	1.656		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	20.9	14.9	6.0		0		5.09		7.7	1	CCD	18.35	0.39				

Figura 4.2.- Resumen de los ensayos de caracterización de los materiales de la escombrera (rechazo de la planta de lavado M2 y escombros de limolitas-margocalizas negras M1).

Como síntesis de lo descrito, los materiales que intervienen en el modelo geotécnico de la escombrera estarían constituidos por:

- Calizas terciarias.
- Limos arenosos (glacis cuaternario).
- Gravas y arenas (glacis cuaternario).
- Relleno antrópico.
- Material de escombrera (rechazo planta lavado y escombros cantera).

La geometría de escombrera que se modeliza está configurada por una estructura de crecimiento en bancos de 8,5 m de altura, con un ángulo de talud de cara de banco de 22° y bermas inter-bancos de 6 m de anchura (22-8,5-6). El ángulo general del talud es de 18,78°.

Además, el perfil que se analiza es el longitudinal al eje mayor (275 m) de la parcela y la altura que se considera es la máxima que permite esa geometría a lo largo de ese eje, que en este caso alcanza los 34 m (4 bancos) sobre la superficie actual.

Sin embargo, hay que señalar que esta altura máxima a lo largo del eje mayor no podría ser alcanzada en el eje menor (160 m), por falta de espacio, donde sólo se podrían alcanzar los 25 m de altura.

Para llegar a la geometría de la escombrera que se analiza, se han realizado previamente diversos análisis de estabilidad de diferentes geometrías, seleccionando finalmente aquella **geometría máxima** que reúne las condiciones de coeficiente de seguridad requerido.

Una vez validada esta geometría de máximos, se podrán realizar todas aquellas que sean más conservadoras. En este caso, por operatividad, el Proyecto contempla una geometría configurada según bancos de 7,55 m de altura, con un ángulo de talud de cara de banco de 22º y bermas inter-bancos de 5 m de anchura (22-7,55-5).

Por otra parte, en el diseño de Proyecto contempla un recrecimiento de tres bancos, por lo que el ángulo general de la estructura pasa de 18,75º a 18,93º, mientras que la altura total del recrecimiento pasa de 25,50 m a 22,65 m, lo que supone una reducción de 2,85 m. La reducción de estos dos parámetros respecto a la geometría de máximos analizada, supone un incremento del factor de seguridad de la estructura.

**TABLA 4.1.- GEOMETRÍA MÁXIMA VS. GEOMETRÍA DE PROYECTO**

	Altura banco (m)	Ángulo Cara talud (º)	Ancho berma (m)	Ángulo general (º)	Altura total <sup>2</sup> (m)
<b>Máxima</b>	8,50	22	6,00	18,75	25,50
<b>Proyecto</b>	7,55	22	5,00	18,93	22,65
<b>Diferencia</b>	<b>-0,95</b>	<b>---</b>	<b>-1,00</b>	<b>-0,01</b>	<b>-2,85</b>

## 4.2. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

La escombrera proyectada se localiza en una posición en el que la unidad acuífera principal la constituye el paquete calcáreo terciario y cuyo nivel freático se encuentra a más de 200 m por debajo del emplazamiento.

<sup>2</sup> Altura total del recrecimiento, con los tres niveles o bancos contemplados en Proyecto.



A escala local, los niveles de menor permeabilidad del depósito coluvial pueden actuar como niveles de baja permeabilidad que tiendan a ralentizar la infiltración vadosa, conformando niveles freáticos colgados, de poca entidad y ligados al régimen de precipitaciones.

Por tanto, aunque el modelo se desarrolla en un escenario de condiciones vadosas, con la finalidad de estar del lado de la seguridad en este aspecto, se ha considerado la presencia de un nivel freático local y colgado a favor del nivel de limos arenosos de la base del depósito cuaternario.

En el mismo sentido, también se ha considerado una línea piezométrica en los materiales de la escombrera, con la finalidad de simular el empapamiento temporal de dichos materiales durante episodios de intensa precipitación.

Estos dos aspectos dibujan un escenario que no es el habitual pero que es necesario analizar para determinar el comportamiento de la estructura en este tipo de escenarios.

### **4.3. SISMICIDAD**

En la actual Norma Española, el territorio se divide en diferentes zonas teniendo en cuenta su nivel de peligrosidad (calculándose el terremoto más fuerte probable para un periodo de 475 años). Los valores que figuran en el mapa de la figura 4.3 son los correspondientes a la aceleración sísmica básica dada en valores de  $g$  (aceleración de la gravedad).

Como se aprecia en el mapa de sismicidad (figura 4.3), la zona de proyecto se localiza en una zona de sismicidad media, por lo que la modelización de la estabilidad de la escombrera se realizará incorporando al modelo las aceleraciones sísmicas horizontal y vertical.

Como se puede apreciar en el mapa de sismicidad, la zona donde se localizará la escombrera correspondería con una aceleración sísmica básica en torno a 0,09g, por lo que se calculará la aceleración sísmica de cálculo para simular y prever movimientos sísmicos que puedan afectar a la estabilidad de la estructura.

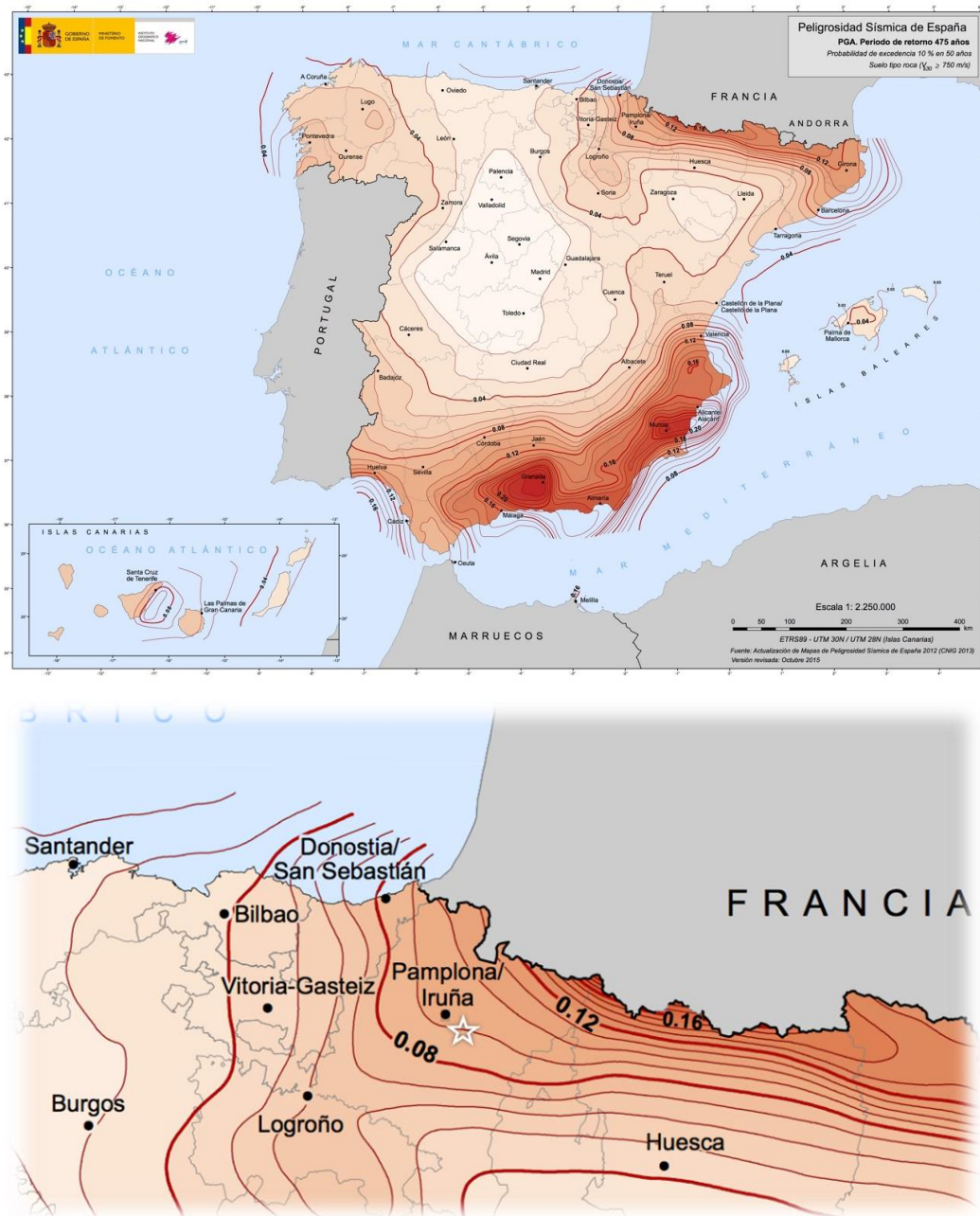


Figura 4.3.- Mapa de sismicidad o peligrosidad sísmica en España actualizado (CNIG 2013). Se muestra una vista general y otra de detalle con la localización del emplazamiento de la escombrera.

Tal y como indica la Norma, la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  que se presenta en la zona de estudio, se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

$a_b$  : Aceleración sísmica básica, en este caso 0,09g.

$\rho$  : Coeficiente adimensional de riesgo, teniendo en cuenta que el talud es una estructura permanente de importancia normal<sup>3</sup>, se considera:  $\rho = 1,0$

S: Coeficiente de amplificación del terreno, que será  $S = C/1,25$ , ya que  $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$

Considerando la tipología del terreno (Terreno Tipo III), el coeficiente del terreno C corresponderá a 1,60.

Por tanto, el coeficiente de amplificación del terreno (S) en la situación final de la escombrera será  $S=C/1,25= 1,28$ .

Con estos datos se obtiene que la aceleración sísmica de cálculo es:

$$a_c = 0,1152 \text{ g}$$

A partir de la aceleración sísmica de cálculo se obtiene tanto el coeficiente sísmico horizontal como vertical, que resultan ser:

$$C_{SH} = 50\% a_c \quad \mathbf{C_{SH} = 0,0576g}$$

$$C_{Sv} = 70\% C_{SH} \quad \mathbf{C_{Sv} = 0,0403g}$$

<sup>3</sup> Una estructura de importancia normal es aquella cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

En este caso para el coeficiente sísmico vertical se ha aplicado el 70% del horizontal ( $C_{SH}$ ) para estar del lado de la seguridad. Estas aceleraciones sísmicas serán los coeficientes utilizados en el modelo geotécnico para el análisis de estabilidad de la estructura analizada.

Por último, cabe señalar que la naturaleza de los materiales empleados en la escombrera<sup>4</sup> impide el desarrollo de fenómenos de licuefacción ante un evento sísmico.

En la siguiente figura se puede apreciar la geometría y configuración del modelo geotécnico que se analiza mediante el software Slide de Rocscience.

---

<sup>4</sup> Anexo I: Ensayos de laboratorio para la caracterización de materiales de la escombrera.

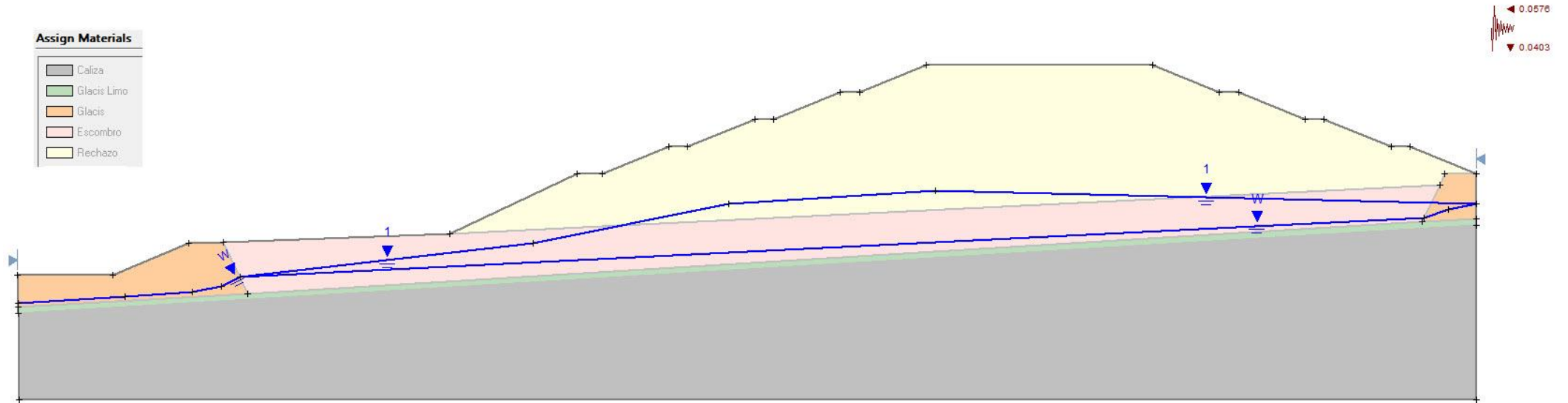


Figura 4.4.- Sección del modelo geotécnico analizado.

## 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA GEOMETRÍA MÁXIMA

### 5.1. FACTOR DE SEGURIDAD REQUERIDO

De cara a definir el factor de seguridad (FS) admisible para determinar la validez de los diseños proyectados se ha recurrido al "Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986", en los que se indican los coeficientes de seguridad mínimos requeridos en el diseño de este tipo de estructuras:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MINIMOS REQUERIDOS EN EL PROYECTO DE ESCOMBRERAS -Tabla simplificada- Ayala Carcedo F.J. , Rodriguez Ortiz, J.M. (1.986)			
<b>CASO I</b> Implantaciones sin riesgo para personas, instalaciones o servicios			
H ≤ 15 m	F2	F1	Angulo de vertido de los escombros por gravedad
	1.20	1.10	
	1.30	1.20	
15 < H ≤ 30 m	1.20	1.10	
H > 30 m	1.30	1.20	
<b>CASO II</b> Implantaciones con riesgo moderado			
H ≤ 15 m	F3	F2	F1
	1.20	1.15	1.00
	1.35	1.25	1.10
15 < H ≤ 30 m	1.35	1.25	1.10
H > 30 m	1.45	1.30	1.15
<b>CASO III</b> Implantaciones con riesgo elevado			
No se admiten escombreras sin elementos de contención al pie			
H ≤ 20 m	F3	F2	F1
	1.40	1.20	1.10
	1.60	1.40	1.20
H > 20 m	1.60	1.40	1.20

F1: escombreras sin nivel freático, y en cuya estabilidad no interviene el cimiento.

F2: escombreras sometidas a filtración, agua en grietas, y riesgo de deslizamiento por la cimentación.

F3: situaciones excepcionales de inundación, riesgo sísmico, etc.

Figura 5.1.- Tabla para la estimación del coeficiente de seguridad en escombreras (Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986).

Estos factores de seguridad requeridos atienden a la serie de factores que se explicitan en el cuadro anterior. Para el diseño de la presente escombrera, dichos factores se han asignado de la siguiente manera:

- Se considera que es una estructura englobada en el Caso II, "Implantaciones con riesgos moderados" para personas, instalaciones o servicios. En este caso, se ha considerado un Caso II por la proximidad de la autopista AP15 a la estructura, discurriendo a 200 m ladera abajo del emplazamiento.
- La altura máxima de la totalidad del depósito, previo más recrecimiento, será mayor de 30 m.
- El escenario asignado es el F3, ya que la estructura se localiza en una zona de riesgo sísmico.

A partir de estas asignaciones, el factor de seguridad obtenido como referencia es de 1,45; ya que se trata de una escombrera con una  $H > 30\text{m}$ , que implica un riesgo moderado para un servicio principal (autopista AP15) y en una zona de riesgo sísmico. sin nivel freático y en cuya estabilidad no interviene el cimientto.

Sin embargo, cabe realizar una serie de ajustes, motivados por:

- Dada la naturaleza no plástica de los materiales de relleno, el riesgo de afección a servicios por movimientos en masa disminuye notablemente.
- Como se puede apreciar en la tabla de estimación del coeficiente de seguridad (IGTE, 1986), el riesgo sísmico implica un FS requerido más elevado. Sin embargo, este factor también se ha considerado en la posterior modelización de la estabilidad, por lo que en cierta medida se estaría repercutiendo por partida doble.

- Debido a las limitaciones del espacio disponible (eje menor de la parcela) y los ángulos de talud impuestos por la naturaleza del material a escombrar, la altura media de la escombrera difícilmente puede rebasar los 30 m de altura sobre el terreno natural.

En consecuencia, atendiendo a estas consideraciones y experiencias puestas en práctica en estructuras similares, el factor de seguridad mínimo requerido puede establecerse en **1,35**.

## **5.2. PARÁMETROS DE ENTRADA AL MODELO**

Una vez establecidos los diferentes factores y condicionantes que ha de implementar el perfil de análisis, se deben concretar los parámetros geomecánicos que caractericen a cada material.

Para obtener los parámetros geomecánicos de los materiales que constituirán la escombrera se han ensayado en laboratorio, tanto el rechazo de la planta de lavado, como el escombros procedente de las limolitas y margocalizas negras.

Cabe destacar que no hay información concreta respecto a los parámetros geomecánicos de algunos de los materiales que configuran el modelo geotécnico, por lo que dichos parámetros son inferidos; obtenidos de referencias bibliográficas, cálculos estimativos, de los ensayos realizados en materiales similares.

Atendiendo a todo ello, se han determinado los parámetros de entrada utilizados para cada material que forma parte del modelo geotécnico y que son los siguientes:

- Peso específico.
- Cohesión.
- Ángulo de fricción.
- Presencia de nivel freático (escenario de recarga excepcional).



### **5.2.1. Sustrato calizo**

Se trata de un macizo muy competente, constituido por unas calizas y materiales carbonatados ampliamente trabajados y conocidos, por lo que los parámetros geomecánicos asignables al macizo rocoso se pueden concretar en:

- Densidad: 2,6 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 1177 KN/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interno: 42º
- Nivel freático: no

### **5.2.2. Coluvión (glacis)**

En el modelo se han diferenciado dos unidades geotécnicas. Una de unos 10-20 m de espesor compuesta por gravas y arenas (perfil granulométrico alto) y un nivel basal de limos arenosos con cierto contenido en arcilla, que previsiblemente apoya sobre las calizas terciarias y al que se le ha considerado como un horizonte continuo de 2 m de espesor.

La densidad se ha inferido de referencias bibliográficas y ensayos de laboratorio en materiales de similares características.

La cohesión de las granulometrías más groseras en depósitos cuaternarios tiende a ser prácticamente nula, salvo procesos de compactación y/o cementación que no concurren en este caso.

El ángulo interno se ha estimado mediante la metodología de caracterización descrita en el "Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986" (ver figura adjunta), ya que estos materiales cuaternarios pueden ser asimilables a materiales granulares sin cohesión.

$\phi = (M + A + B + C + D) \cdot \alpha$			
Naturaleza	M	Silicea Carbonatada Esquistosa Arcillosa	36° 34° 32° 30°
Compacidad	A	Suelta Media Compacta	-5° 0° +5°
Forma y rugosidad	B	Angulosa Media Lajosa Redondeada Muy redondeada	+2° 0° -1° -2° -3°
Tamaño	C	Arena Grava fina Grava gruesa Bloques, bolos	0° 1° 2° 3°
Granulometría	D	Uniforme Media Extendida	-3° 0° +3°
Nivel de tensiones (altura de escombros)	$\alpha$	Bajo (H<20 m) Medio (20 m<H<40 m) Alto (H>40 m)	1.1 1.0 0.9

Fuente: I.T.G.E. (1986).

Figura 5.2.- Estimación del ángulo de rozamiento (Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986).

De cara a la estimación mediante formulación del ángulo de fricción de los materiales, se ha considerado:

- Naturaleza: Debido a la naturaleza del área fuente de los materiales, se ha asignado un valor de 34°.
- Compacidad: Se asume una compacidad suelta, por lo que el valor asignado es de -5°.
- Forma y rugosidad: Se asume una morfología angulosa de los residuos. El valor asignado es -1°.
- Tamaño: El tamaño de los clastos corresponderá a gravas gruesas, asignando por tanto un valor de 2°.
- Granulometría: se asume cierta heterogeneidad pero sin variaciones extremas. El valor asignado es 0°.

- Nivel de tensiones: el nivel de tensiones depende de la altura máxima de los materiales por encima, entre 20 y 40 m en este caso, por lo que el valor adoptado será 1,0.

Aplicando el método del IGTE 1986, se obtiene un ángulo de rozamiento interno para el coluvial de granulometría grosera de 30°.

En el caso de los limos arenosos de la base del glacis, se ha estimado una cohesión y ángulo de fricción a partir de ensayos de laboratorio de materiales similares y de amplia representación.

#### **Gravas y arenas (glacis):**

- Densidad: 2,0 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 0,5 KN/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interno: 30°
- Nivel freático: no

#### **Limos arenosos:**

- Densidad: 1,8 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 14,7 KN/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interno: 22°
- Nivel freático: sí

#### **5.2.3. Relleno antrópico**

La densidad de los materiales considerada para los estudios de estabilidad es variable debido a la heterogeneidad de los mismos. En función de la experiencia en estudios de estabilidad en escombreras similares, se ha determinado una densidad de los materiales de relleno de la escombrera de 20 kN/m<sup>3</sup>.

Debido a que se desconocen valores reales, se ha considerado una cohesión prácticamente nula, de 0,2 kN/m<sup>2</sup>, considerando la existencia de cierta consolidación.

Para la determinación del ángulo de fricción interno del material también se ha recurrido al "Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986".

De cara a la estimación mediante formulación del ángulo de fricción de los materiales, se ha considerado:

- Naturaleza: Debido a que se trata de un relleno antrópico, se ha asignado un valor de  $34^{\circ}$ .
- Compacidad: Se asume un nulo o bajo grado de compactación. El valor asignado es de  $-5^{\circ}$ .
- Forma y rugosidad: Se asume una morfología angulosa de los residuos. El valor asignado es  $2^{\circ}$ .
- Tamaño: El tamaño del material vertido será muy variable, pero si corresponde a escombros de demolición y tierras de excavación corresponderá en general a gravas gruesas, asignando por tanto un valor de  $2^{\circ}$ .
- Granulometría: al tratarse de material muy heterogéneo, el valor asignado es  $3^{\circ}$ .
- Nivel de tensiones: el nivel de tensiones dependerá de la altura de los materiales por encima, que en este caso es  $<20$  m, tomando entonces el valor de 1,1.

Aplicando el método del IGTE 1986, se obtiene un ángulo de rozamiento interno para el coluvial de granulometría gruesa de  $39,6^{\circ}$ .

En síntesis, los parámetros de entrada al modelo para este material han sido:

- Densidad:  $2,0 \text{ t/m}^3$
- Cohesión:  $0,01 \text{ KN/m}^2$
- Ángulo de fricción interno:  $39,6^{\circ}$
- Nivel freático: no

#### **5.2.4. Material de escombrera**

Como ya se ha indicado con anterioridad, la escombrera proyectada se realizará a partir de dos materiales principales: el rechazo de la planta de lavado y el escombros de limolitas y margocalizas negras.

Al tratarse del material que va a constituir la escombrera, se ha muestreado y ensayado en laboratorio para obtener sus parámetros geomecánicos y, por ende, los parámetros de entrada al modelo geotécnico.

Antes es interesante señalar varios aspectos para asignar los parámetros de entrada al modelo:

- La densidad del rechazo que se ha utilizado ha sido la densidad húmeda, con la finalidad de considerar el peor escenario, con saturación del material. Para la densidad del escombros de limolitas y margocalizas se ha tomado el correspondiente al de un vertido de material volado procedente de litologías con una densidad del orden de la de estos materiales (2,29 t/m<sup>3</sup>).
- De nuevo, al tratarse de material procedente de voladura, la cohesión del escombros de limolitas y margocalizas es prácticamente nulo.

Los resultados obtenidos han sido<sup>5</sup>:

#### **Material rechazo de planta de lavado:**

- Densidad (húmeda): 1,66 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 38,25 KN/m<sup>2</sup>
- Ángulo de fricción interno: 18,35°
- Nivel freático: temporal

---

<sup>5</sup> Anexo I: ensayos de laboratorio para la caracterización de materiales de la escombrera.

### Limolitas y margocalizas negras:

- Densidad (húmeda): 2,00-2,29 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 0,01 KN/m<sup>2</sup>
- Ángulo de vertido: 34°
- Nivel freático: temporal

Como ya se indicó, para la elaboración del modelo geotécnico se va a considerar que la escombrera está compuesta exclusivamente por el material de rechazo de la planta de lavado, ya que es el material mayoritario y el que presenta peores parámetros geotécnicos. Con ello se estará trabajando aún más del lado de la seguridad.

En resumen, los parámetros de entrada utilizados para modelizar el comportamiento geomecánico de los materiales del modelo geotécnico que conformará la escombrera han sido los siguientes:

Material	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kN/m <sup>2</sup> )	Φ (°)
<b>Sustrato calizo</b>	2,60	1177,00	42,00
<b>Coluvión grosero</b>	2,00	0,50	30,00
<b>Coluvión limo arenoso</b>	1,80	14,70	22,00
<b>Relleno antrópico</b>	2,00	0,01	39,60
<b>Rechazo planta lavado</b>	1,66	38,25	18,35

### 5.3. PERFIL DE ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD

Para poder definir la geometría final óptima de la escombrera para que cumpla con el coeficiente de seguridad mínimo requerido, se ha recurrido a una base topográfica actualizada suministrada por la propiedad y a la base de cartografía de IDENA.

Se ha realizado un perfil de estabilidad, y en función de la información geológica preliminar recogida en documentación previa y de los trabajos desarrollados se han representado los diferentes materiales presentes en la zona de estudio.

En las siguientes figuras se representan:

- La posición del perfil de estudio sobre la base topográfica actualizada.
- La representación del perfil de estudio con los diferentes materiales inferidos, que representan el cimientto de la estructura, la futura escombrera y la posición del nivel freático.

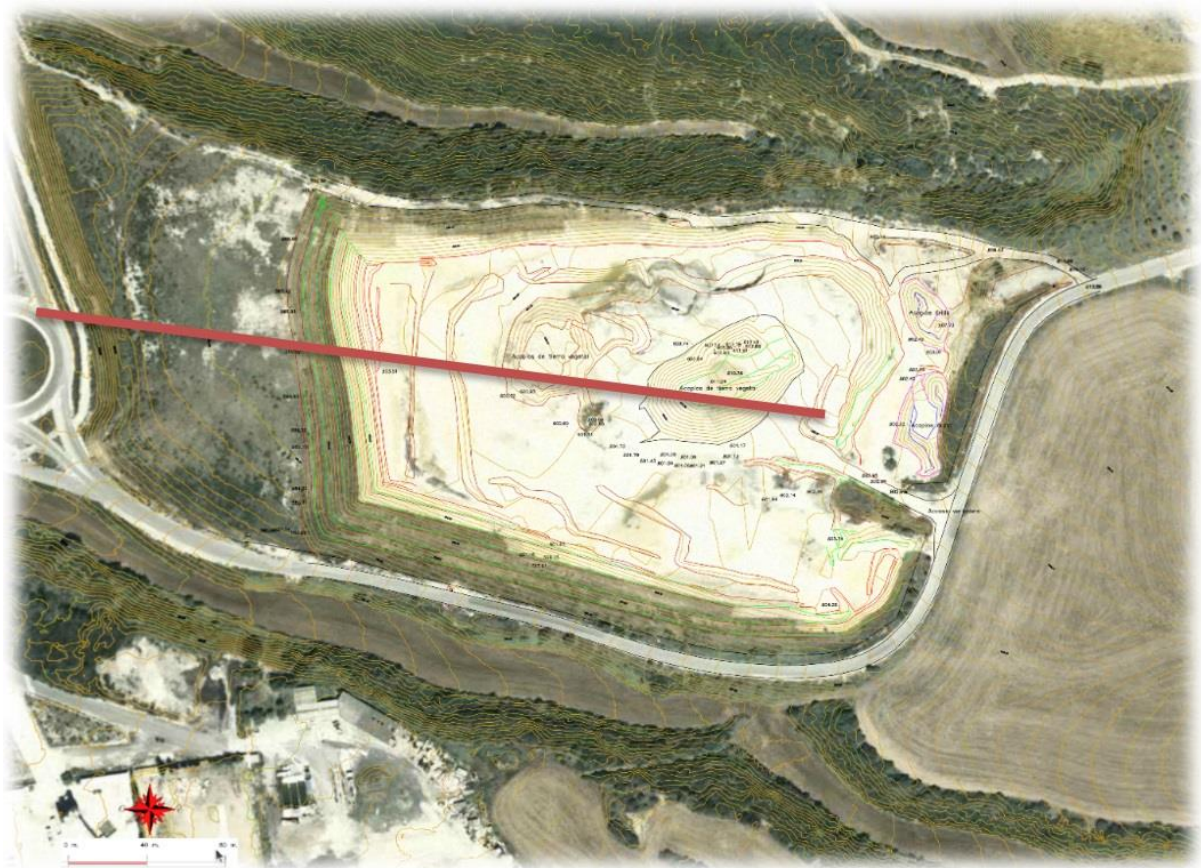


Figura 5.3.- Localización del perfil utilizado para el análisis de estabilidad.

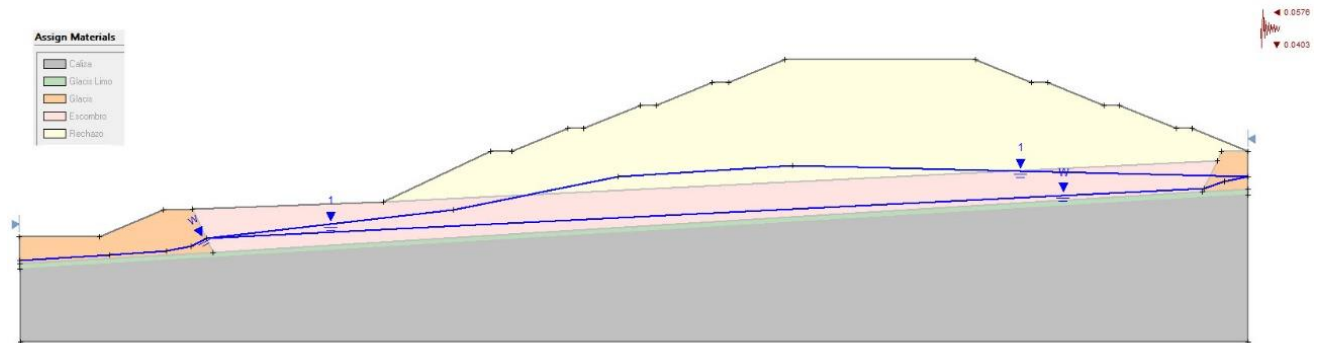


Figura 5.4.- Perfil de análisis de la estabilidad, con la distribución de los diferentes materiales contemplados.

#### 5.4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESCOMBRERA

Para la realización del análisis de la estabilidad del cimiento de la escombrera se ha estudiado la capacidad portante del mismo. El depósito se proyecta sobre un sustrato rocoso sano con una alternancia de calizas y margocalizas, y se ha considerado una altura máxima de unos 40 metros sobre el terreno natural.

Para el análisis de las condiciones de cimentación de la escombrera se ha seguido el criterio de Hoek y Brown, que contempla que la relación entre las tensiones principales es de tipo parabólico y se expresaría mediante la fórmula:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \cdot (m \cdot \sigma_3 / \sigma_c + s)^{1/2}$$

donde:

- m y s son los parámetros del criterio de rotura de Hoek-Brown.
- $\sigma_c$  es la resistencia a compresión simple de la roca.
- $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  son las tensiones efectivas máxima y mínima de rotura del macizo rocoso.



Para el cálculo de las condiciones de cimentación de la escombrera sobre el terreno se ha tomado como datos de partida los valores correspondientes a las características del dominio calizo que supone el sustrato final que soportará la carga de todos los rellenos presentes y futuro.

En consecuencia, se determina la capacidad resistente de este sustrato y se calcula un factor de seguridad obtenido del cociente entre la carga inducida por el peso de la escombrera y la eventual carga de hundimiento del sustrato.

### **Cálculo para las calizas:**

- Resistencia a compresión simple del sustrato rocoso ( $\sigma_c$ ): 100 MPa
- Parámetro m de la roca ( $m_o$ ): 8
- Peso específico del material a almacenar ( $\gamma_r$ ): 2,00 g/cm<sup>3</sup>.
- Altura de tierras por encima de la superficie de cimentación ( $H_r$ ): 80 m

A partir de estos datos se han obtenido los parámetros m y s.

- $m = 1,5575$
- $s = 0,0111$

y los parámetros geomecánicos de cálculo  $\beta$  y  $\zeta$  según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 19,0922$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0,0366$$

Donde  $\beta$  y  $\zeta$  son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por las producidas por los materiales de la escombrera.

$$\sigma_{1r} = \gamma_r * H_r$$

$$\sigma_{1s} = \gamma_s * H_s$$

Obteniendo como resultado total:

$$\sigma_1 = \gamma * H = 1.569,06 \text{ KN/m}^2$$

Donde  $\sigma_1$  es el valor de la carga debida al peso del terreno.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N\beta - \zeta),$$

Donde  $N\beta$  es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 7,07.

Según esto, la carga de hundimiento  $Q_h$  del macizo rocoso es de 134 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie aproximada sobre la que se apoya el material (7 ha), el tonelaje aproximado de material a almacenar (2,2 Mt), se obtiene una presión sobre el plano de cimentación de unas 30-34 t/m<sup>2</sup> (0,3 MPa), lo que supone un factor de seguridad de >400 para las calizas, suponiendo que toda la carga repercutiese sobre la litología presente en el cimientto, sin amortiguación por pérdidas laterales por confinamiento.

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad del cimientto natural (calizas) para acoger la estructura proyectada.

## 5.5. MODELIZACIÓN MEDIANTE SLIDE

Una vez establecidos el modelo geotécnico, el factor de seguridad mínimo requerido para la estructura (1,35) y los parámetros geomecánicos de los materiales involucrados, se han analizado la estabilidad de diferentes geometrías de escombrera para definir y seleccionar aquella que aúne la máxima capacidad con la garantía del factor de seguridad mínimo requerido.

Este análisis de la estabilidad se ha realizado considerando la escombrera en su máximo desarrollo y para el cálculo de la estabilidad se ha utilizado el software SLIDE de Rocscience.

El análisis consiste en un estudio de estabilidad de los taludes de la escombrera en su máximo desarrollo viable, determinando el factor de seguridad a lo largo de un perfil longitudinal, que representa la geometría más desfavorable de la estructura.

La aplicación determina el círculo de rotura más desfavorable con su correspondiente factor de seguridad, que será el factor de seguridad mínimo de la estructura.

Este análisis se ha realizado mediante tres métodos de análisis (Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer), ampliamente aceptados y considerados idóneos para el tipo de fallo estructural que se pretende analizar (fallo por deslizamiento mediante rotura circular).

Para que el análisis de estabilidad resulte positivo (condición de estabilidad), el valor del FS del círculo de rotura más desfavorable ha de ser igual o superior al FS mínimo requerido, estimado en **1,35**.

En este escenario y con estos condicionantes se ha obtenido que la geometría más favorable que cumple el FS mínimo requerido ha sido una estructura en bancos, con los siguientes parámetros geométricos:

- Altura de banco: 8,5 m.
- Ángulo de talud de cara: 22º.
- Anchura de berma: 6 m.

Para esta geometría se han obtenido los siguientes coeficientes de seguridad, atendiendo a los diferentes métodos de cálculo utilizados:

- **Bishop simplificado: 1,41**
- **Janbu simplificado: 1,35**
- **Spencer: 1,41**

Como ponen de manifiesto Lloret et al. (1984), estos métodos que cumplen todas las ecuaciones de equilibrio proporcionan valores del coeficiente de seguridad muy parecidos, con diferencias siempre menores al 5%.

Por lo tanto, en este escenario, se estaría en el orden del coeficiente de seguridad mínimo requerido que se ha estimado para la localización y condicionantes de la escombrera; esto es, FS= 1,35.

A continuación, se muestran las salidas gráficas del análisis de estabilidad obtenidas del programa Slide para el perfil analizado:

### 5.5.1. Bishop simplificado: FS 1,41

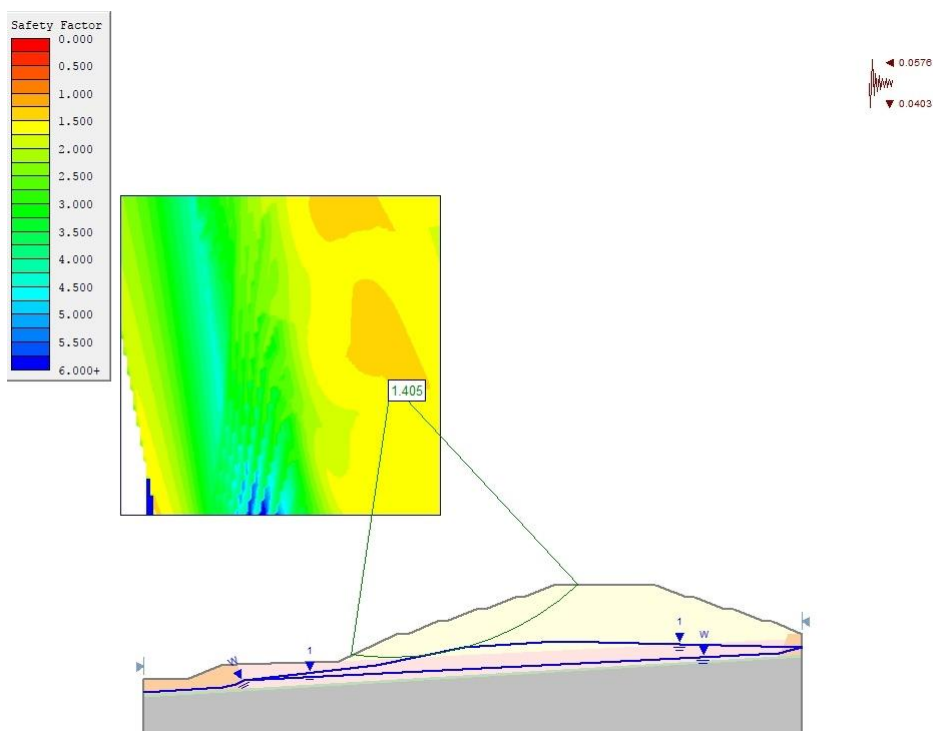


Figura 5.5.- Representación gráfica del círculo de rotura crítica, con un factor de seguridad FS=1,41 (Bishop simplificado).

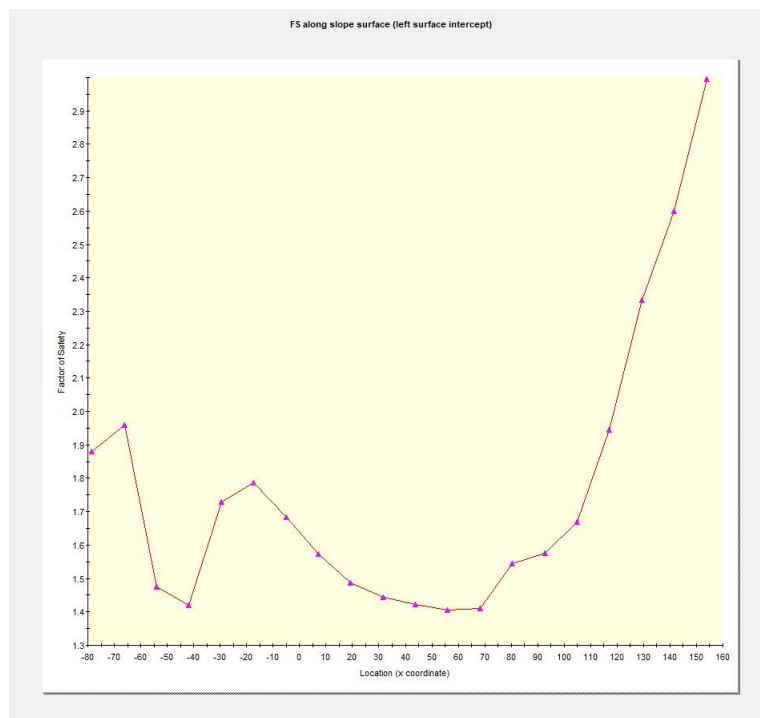


Figura 5.6.- Evolución del factor de seguridad a lo largo del talud analizado (Bishop simplificado).

### 5.5.2. Janbu simplificado: FS 1,35

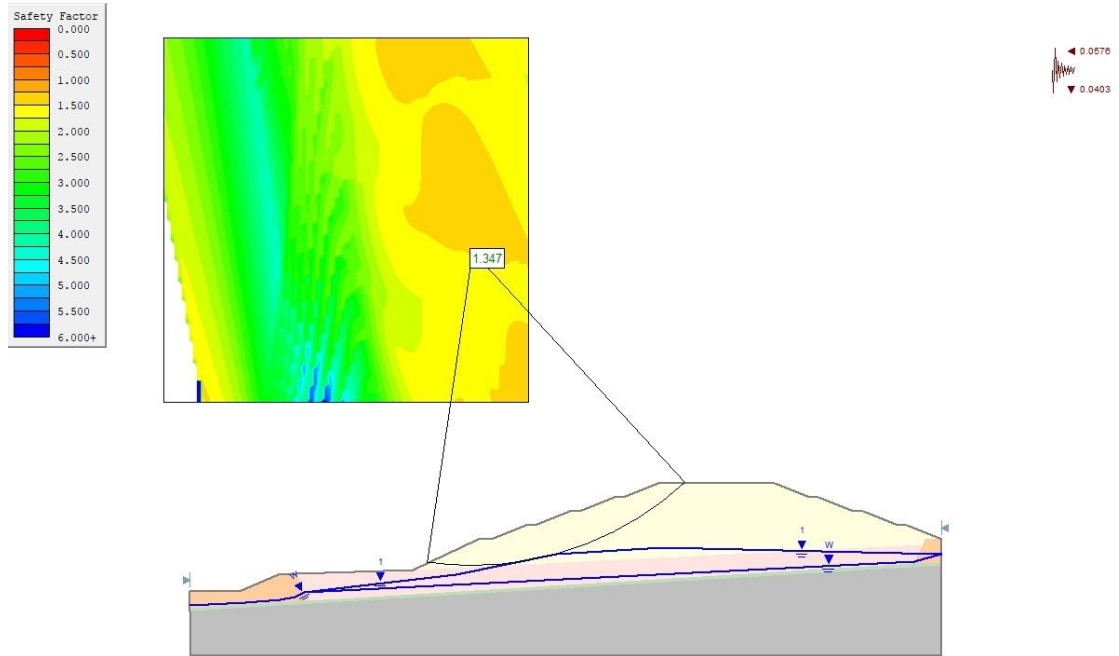


Figura 5.7.- Representación gráfica del círculo de rotura crítica, con un factor de seguridad FS=1,35 (Janbu simplificado).

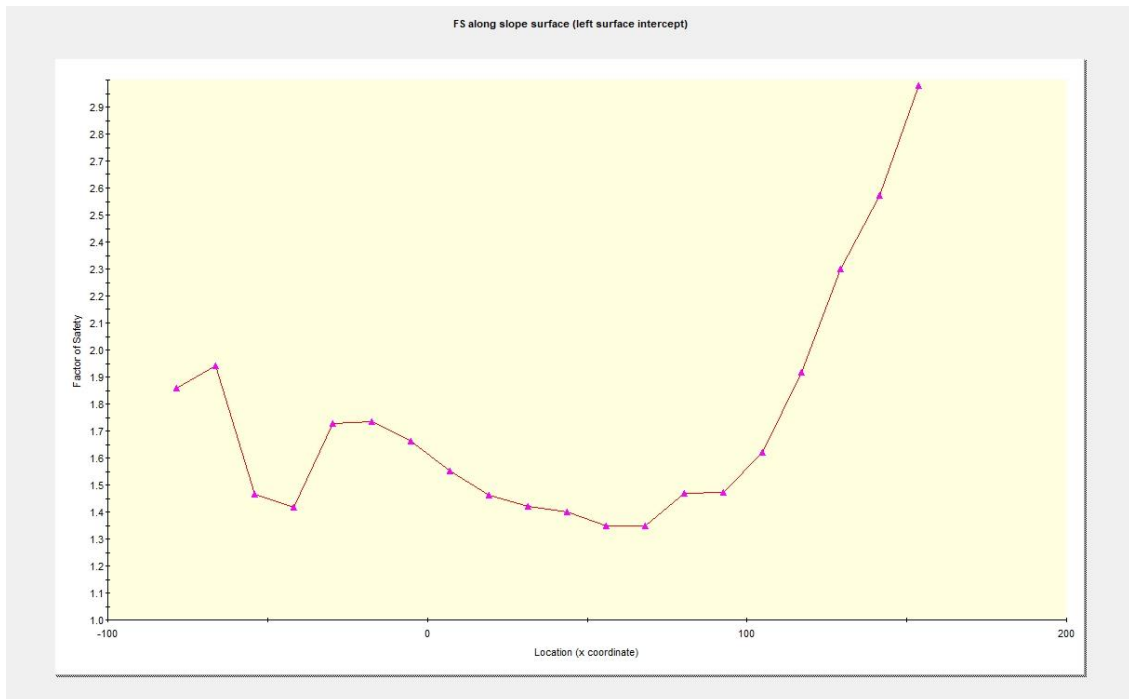


Figura 5.8.- Evolución del factor de seguridad a lo largo del talud analizado (Janbu simplificado).

### 5.5.3. Spencer: FS 1,41

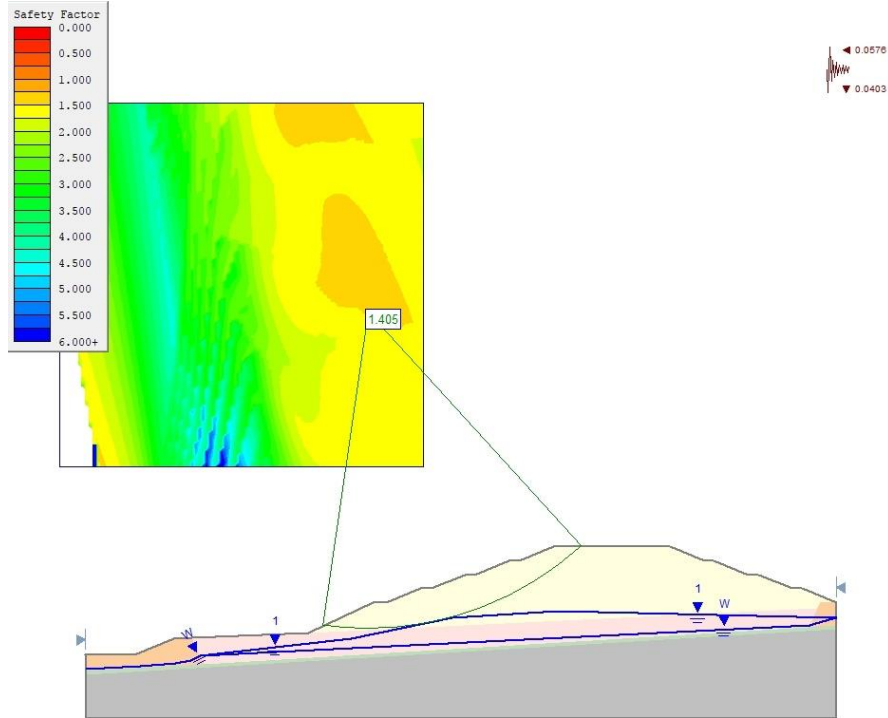


Figura 5.9.- Representación gráfica del círculo de rotura crítica, con un factor de seguridad FS=1,41 (Spencer).

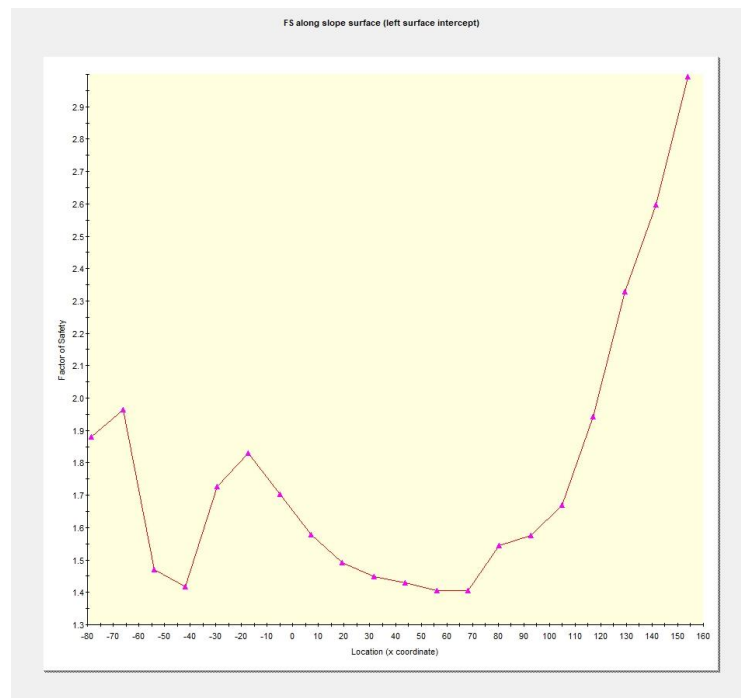


Figura 5.10.- Evolución del factor de seguridad a lo largo del talud analizado (Spencer).

## 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL DISEÑO DE PROYECTO

Este análisis también se ha realizado mediante el software Slide y utilizando tres métodos de análisis (Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer), que interpretan el FS para la rotura circular de la estructura.

Como antes, para que el análisis de estabilidad resulte positivo (condición de estabilidad), el valor del FS del círculo de rotura más desfavorable ha de ser igual o superior al FS mínimo requerido, estimado en **1,35**.

Los parámetros resistentes de entrada para los materiales son los ya indicados, así como la configuración del cimientado. En este escenario, se analiza la estabilidad de la geometría propuesta en el Proyecto constructivo, que responde a las siguientes características:

- Altura de banco: 7,55 m.
- Ángulo de talud de cara: 22º.
- Anchura de berma: 5 m.
- Número máximo de bancos de recrecimiento: 3.

Para esta geometría se han obtenido los siguientes coeficientes de seguridad, atendiendo a los diferentes métodos de cálculo utilizados:

- **Bishop simplificado: 1,46**
- **Janbu simplificado: 1,43**
- **Spencer: 1,46**

Como ponen de manifiesto Lloret et al. (1984), estos métodos cumplen todas las ecuaciones de equilibrio proporcionan valores del coeficiente de seguridad muy parecidos, con diferencias siempre menores al 5%.



Por lo tanto, en este escenario, se estaría en el orden del coeficiente de seguridad mínimo requerido que se ha estimado para la localización y condicionantes de la escombrera; esto es,  $FS \geq 1,35$ .

A continuación, se muestran las salidas gráficas del análisis de estabilidad obtenidas del programa Slide para el perfil analizado:

### 6.1. BISHOP SIMPLIFICADO: FS 1,46

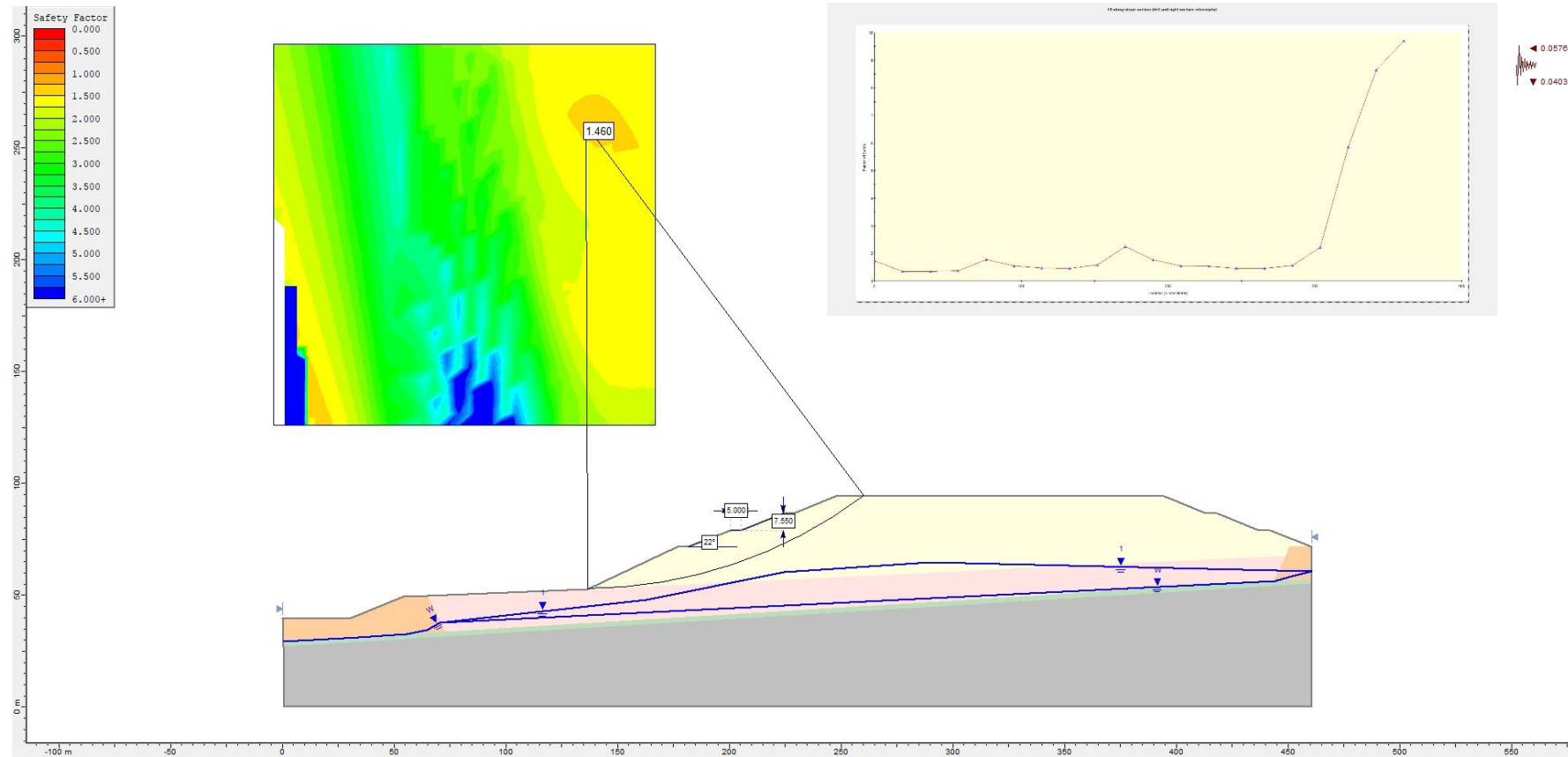


Figura 6.1.- Representación gráfica del círculo de rotura crítico, con un factor de seguridad FS=1,46 y evolución del factor de seguridad a lo largo del talud analizado (Bishop simplificado).

## 6.2. JANBU SIMPLIFICADO: FS 1,43

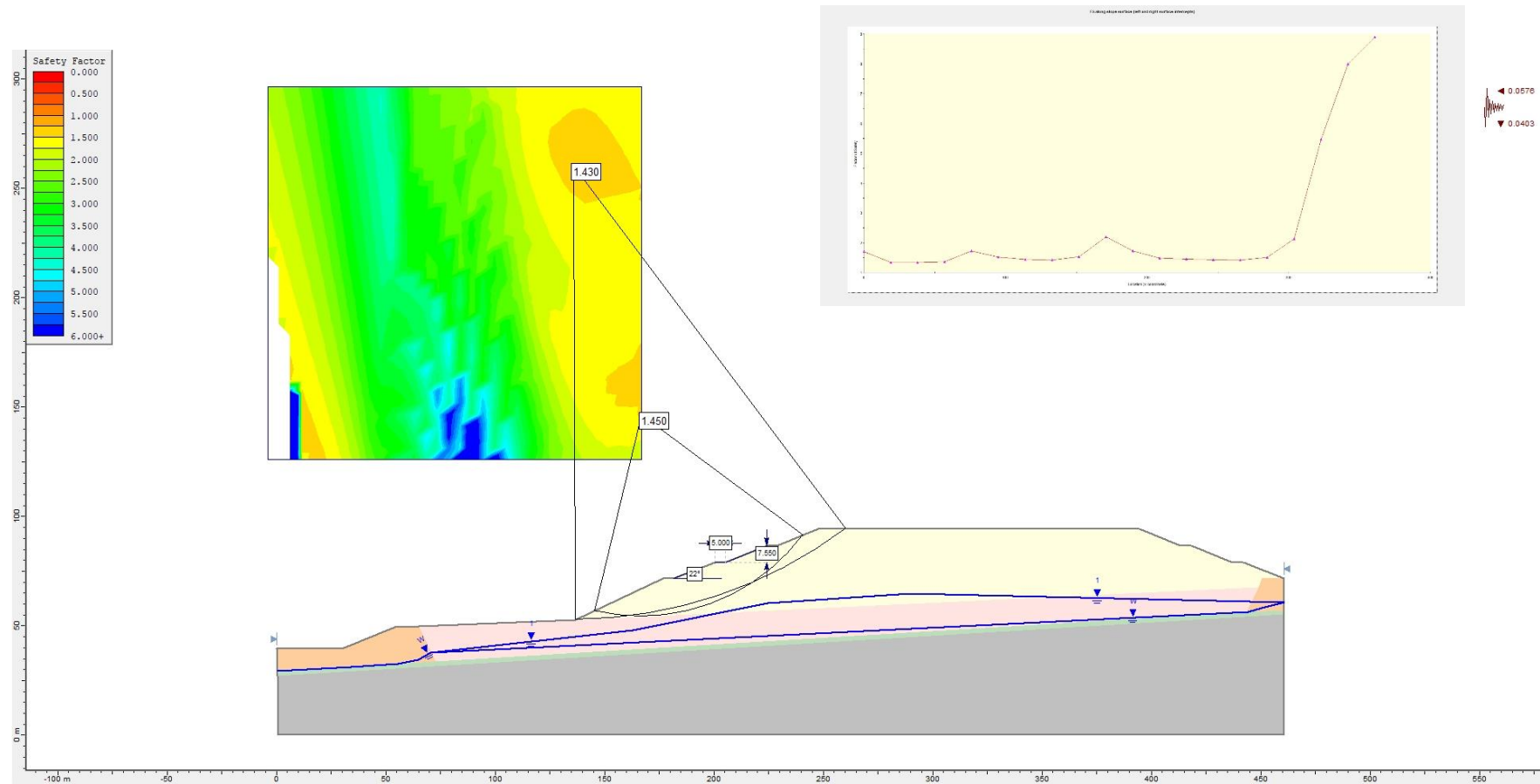


Figura 6.2.- Representación gráfica del círculo de rotura crítica, con un factor de seguridad FS=1,43 y evolución del factor de seguridad a lo largo del talud (Janbu simplificado).

### 6.3. SPENCER: FS 1,46

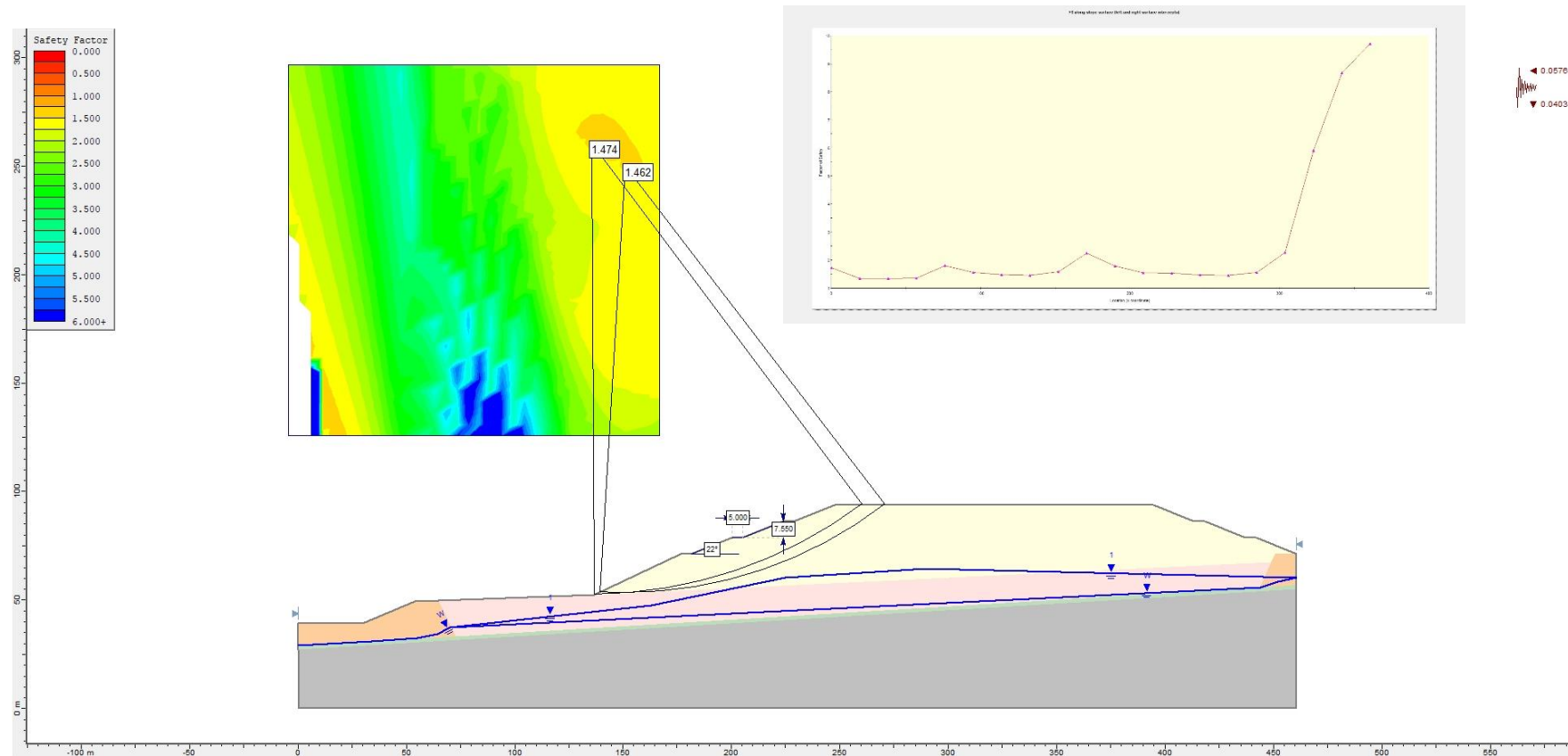


Figura 6.3.- Representación gráfica del círculo de rotura crítica, con un factor de seguridad FS=1,46 y evolución del factor de seguridad a lo largo del talud analizado (Spencer).



## **7. CONCLUSIONES**

1. El proyecto de escombrera contempla una estructura cuyo cimiento está constituido por un sustrato rocoso de calizas terciarias, sobre las que se dispone un depósito cuaternario de glacis. Este glacis se compone de un nivel basal de limos arenosos de unos 2 m de espesor y un paquete de materiales coluvionares de granulometría grosera.
2. Durante la construcción de la autopista AP15 se utilizó como préstamo el material coluvionar de granulometría grosera, generando un hueco que posteriormente se fue rellenando con escombros variados y tierras de excavación. Finalmente se comenzó a rellenar con los materiales de rechazo de la planta de lavado de la cantera, hasta rebasar la cota de rasante del terreno periférico.
3. La escombrera proyectada estará constituida mayoritariamente por el material de rechazo de la planta de lavado (55,89%), el escombros de las voladuras de las limolitas y margocalizas negras (39,67%) que aparecen en la cantera y, de forma casi testimonial, lechadas de hormigón (4,44%). De cara a la modelización y para trabajar del lado de la seguridad, se ha considerado que la escombrera estará formada exclusivamente por el material de rechazo, ya que este será el mayoritario y el que presenta un peor comportamiento geomecánico.
4. La zona de proyecto se encuentra en una zona con una aceleración sísmica básica de 0,09 g. A partir de ésta, se han calculado el coeficiente sísmico horizontal (0,0576g) y vertical (0,0403g).

5. Los ensayos de laboratorio revelan que el material principal de la escombrera M1 es de granulometría fina (<0,08 mm), muestra un índice de plasticidad bajo (I=6.0), una presión de hinchamiento nula, un índice de colapso elevado (I=5.09%), una resistencia a la compresión simple de 7,7 kg/cm<sup>2</sup>, un ángulo de rozamiento de 18,35° y una cohesión de 0,39 kg/cm<sup>2</sup> (38,25 KN/m<sup>2</sup>).

#### HOJA RESUMEN DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			Índice de Plasticidad	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>s</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I <sub>c</sub> , en %	Expansividad Lambe	Compresión Simple		Triaxial o Corte Directo											
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Tensión, en kg/cm <sup>2</sup>							Deformación, en %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>										
M-1 Negra	MA	1.5	2.260	2.294		100.0	79.1	63.8	61.8	56.1	32.6	25.2	16.2	9.0		0		0.18																
M-2 Blanca	MA	0.4	1.649	1.656		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	20.9	14.9	6.0		0		5.09		7.7	1	CCD	18.35	0.39										

6. Es preciso destacar que estos materiales presentan un índice de colapso del 5,08%, bastante elevado. Afortunadamente, este factor puede dar lugar a deformaciones in situ (asientos importantes) pero sin que se produzcan inestabilidades en masa, ya que el material presenta una baja plasticidad, lo que limita su capacidad de fluidificarse y migrar lateralmente.
7. Los parámetros geomecánicos del resto de los materiales, para su incorporación al modelo geotécnico, se han inferido a partir de diversas fuentes (referencias bibliográficas, estimación mediante métodos contrastados, ensayos en materiales similares, experiencias previas). En la tabla adjunta se resumen los parámetros de entrada utilizados:

Material	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kN/m <sup>2</sup> )	Φ (°)
<b>Sustrato calizo</b>	2,60	1177,00	42,00
<b>Coluvión grosero</b>	2,00	0,50	30,00
<b>Coluvión limo arenoso</b>	1,80	14,70	22,00
<b>Relleno antrópico</b>	2,00	0,01	39,60
<b>Rechazo planta lavado</b>	1,66	38,25	18,35

8. Dadas las características de la escombrera, del emplazamiento y atendiendo al método propuesto por el ITGE (1986) para la determinación del coeficiente de seguridad mínimo requerido de este tipo de estructuras, se considera que el factor de seguridad requerido es **1,35**.
9. El análisis de estabilidad de la estructura se ha realizado mediante el software Slide de Rocscience, aplicando tres métodos diferentes de cálculo: Bishop simplificado, Janbu simplificado y Spencer.
10. Se han tanteado diferentes geometrías de escombrera hasta dar con aquella óptima que reúna las condiciones de seguridad requeridas (FS 1,35). Esta **geometría constructiva máxima o límite** para la escombrera se compone de **bancos de hasta 8,5 m de altura**, con un **ángulo de cara de banco de 22º**, una **anchura de berma de 6 m** y una **altura máxima del depósito de 40 m**.
11. Los resultados obtenidos mediante la modelización de esta **geometría máxima** o límite han sido los siguientes:
  - **Bishop simplificado: 1,41**
  - **Janbu simplificado: 1,35<sup>6</sup>**
  - **Spencer: 1,41**
12. Atendiendo a estos resultados, se concluye que la **geometría límite** propuesta reúne las condiciones de estabilidad necesarias, que satisfacen el factor de seguridad requerido (FS 1,35).

---

<sup>6</sup> Como se puede comprobar en la figura 5.7, el FS de seguridad obtenido mediante el método de Janbu simplificado es de 1,348, que no alcanza estrictamente el 1,35 requerido, pero puede ser asumido como válido por redondeo y por los valores obtenidos por los otros dos métodos utilizados (>1,40).



13. Sin embargo, por razones operativas, la **geometría de Proyecto** es un poco más conservadora, con **berma de 5 m, ángulo de cara de talud de banco de 22º, altura de banco de 7,55 m** y una **altura máxima de recrecimiento de 22,65 m**, que equivale a **3 pisos** o bancos.

14. Los resultados obtenidos mediante la modelización de esta **geometría de Proyecto** han sido los siguientes:

- **Bishop simplificado: 1,46**
- **Janbu simplificado: 1,43**
- **Spencer: 1,46**

15. Atendiendo a estos resultados, se concluye que la **geometría de Proyecto** propuesta reúne las condiciones de estabilidad necesarias, que satisfacen el factor de seguridad requerido ( $FS \geq 1,35$ ).

## 8. RECOMENDACIONES

Para el control y seguimiento de la estabilidad de la estructura se recomienda la instalación de una red de hitofenos perimetral y sobre la que se lleve un control periódico para detectar cualquier deformación anómala durante su construcción y una vez finalizada.

La periodicidad será mayor durante la etapa constructiva y de asentamiento, por ejemplo, con controles quincenales o mensuales, y se irá reduciendo paulatinamente en ausencia de anomalías hasta establecerse un paso semestral o anual.

También se recomienda hacer hincapié en el desarrollo de una red de drenaje eficaz, que vehicule las aguas de precipitación hacia la red de drenaje perimetral y evite la formación de embalsamientos en los materiales basales (relleno antrópico) ya existentes durante los episodios de precipitación excepcional.

Madrid a 19 de diciembre de 2017

CRS Ingeniería



Pedro Jiménez Marcos

Colegiado nº 5052



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

**ANEXO I**  
**REPORTE DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**



## ***RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO***

CLIENTE: **INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO C.R.S., S.L.**

OBRA: **ESCOBRERA UNCONA**

Nº OBRA: **2017315**

FECHA INFORME: 18 de agosto de 2017

LABORATORIO ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

**Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08:**

- C.2. Ensayos básicos (GTL.b)
  - Identificación y estado de suelos.*
  - Resistencia y deformación de suelos.*
  - Agresividad de aguas y suelos.*
- C.3.1. Ensayos complementarios primero (GTL.c1)
  - Resistencia y deformación de rocas.*
  - Compactaciones.*
- C.3.2. Ensayos complementarios segundo (GTL.c2)
  - Determinación del módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson*
  - Resistencia a la carga puntual*
- C.3.3. Ensayos complementarios tercero (GTL.c3)
  - Parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo Triaxial.*

*Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo establecidos en la norma de calidad  
UNE-EN ISO/IEC 17025:2005*



## **INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO C.R.S., S.L.**

C/ Raimundo Fernández Villaverde, nº 53, 1º Izqda.  
28003 MADRID

**Nº OBRA: 2017315**

**OBRA: ESCOMBRERA UNCONA**

### **1. ANTECEDENTES**

El día 31 de julio de 2017 se recibe en el laboratorio Tecnología del suelo y materiales, S.L. la petición de ensayos de la citada obra, que se compone de una muestra blanca de suelo litificada en varios bloques y de una muestra negra de roca en varios bloques.

La denominación de las muestras y los ensayos realizados vienen indicados por el peticionario.

### **2. ENSAYOS REALIZADOS**

- 2.1. Determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93
- 2.2. Determinación de la densidad de un suelo, según norma UNE 103-301:94
- 2.3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95
- 2.4. Determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93
- 2.5. Ensayo de rotura a compresión simple, según norma UNE 103-400:93
- 2.6. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo: ensayo consolidado y drenado (CD), según norma UNE 103401:98
- 2.7. Cálculo de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103602:96
- 2.8. Ensayo de colapsabilidad de un suelo en edómetro, según norma NLT 254:99



C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375 881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

### **3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS**







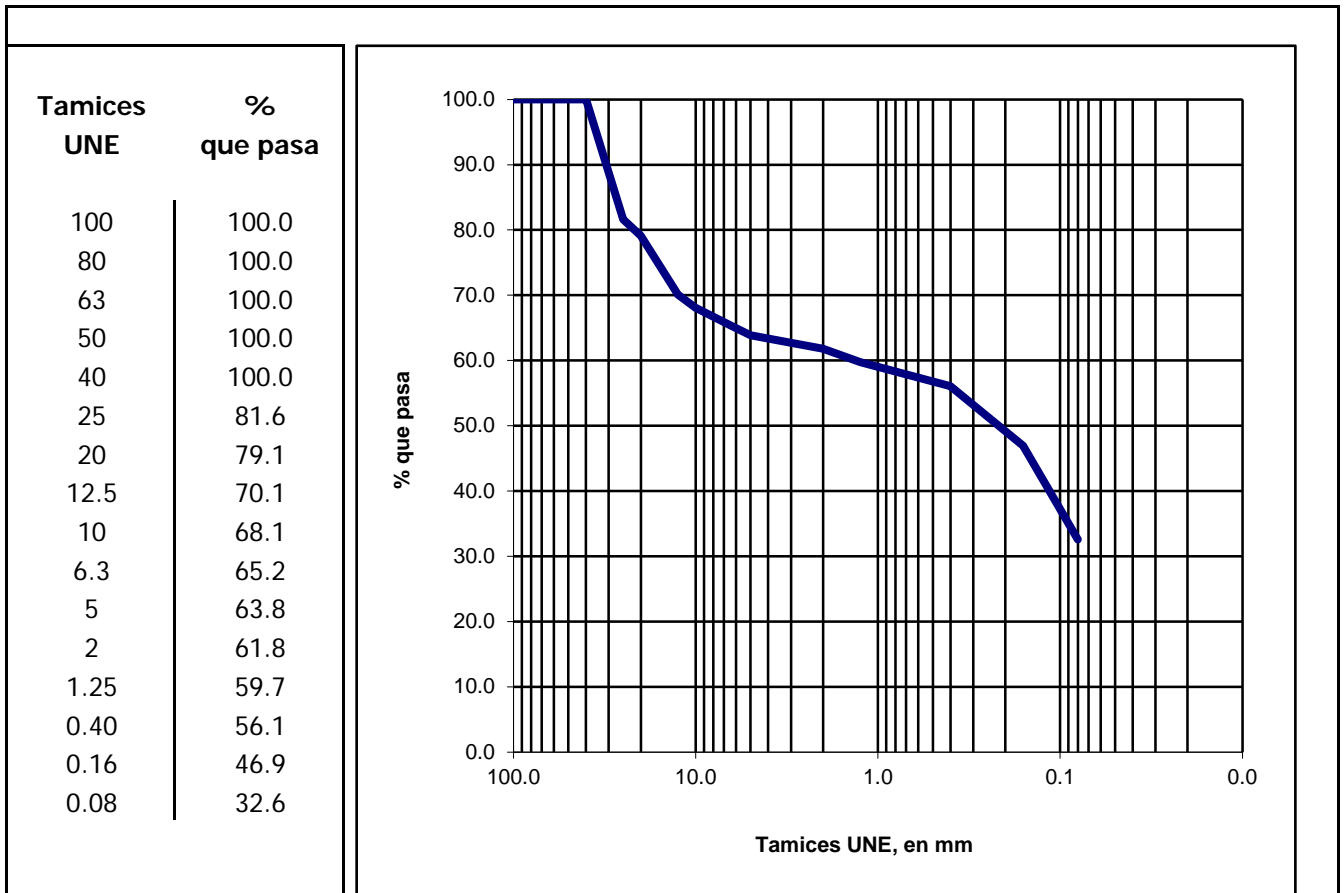
Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: **ESCOMBRERA UNCONA**  
 Muestra: **M-1 Negra MB**  
 Fecha: **11 de agosto de 2017**



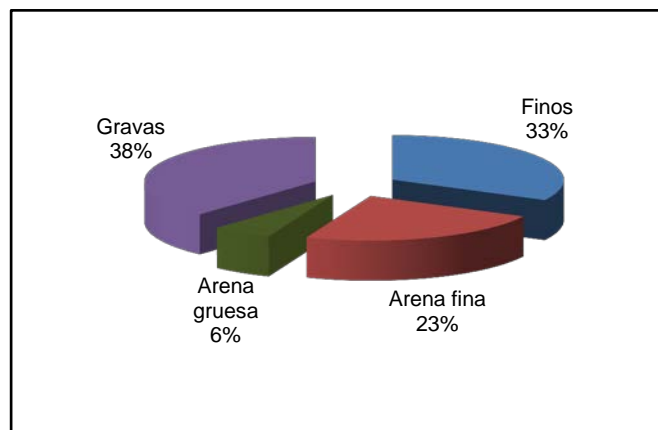
C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	32.6
Arena fina	23.5
Arena gruesa	5.7
Gravas	38.2



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**

Página 6 de 18

Laboratorio acreditado en geotecnia (nº 03267GTL08)

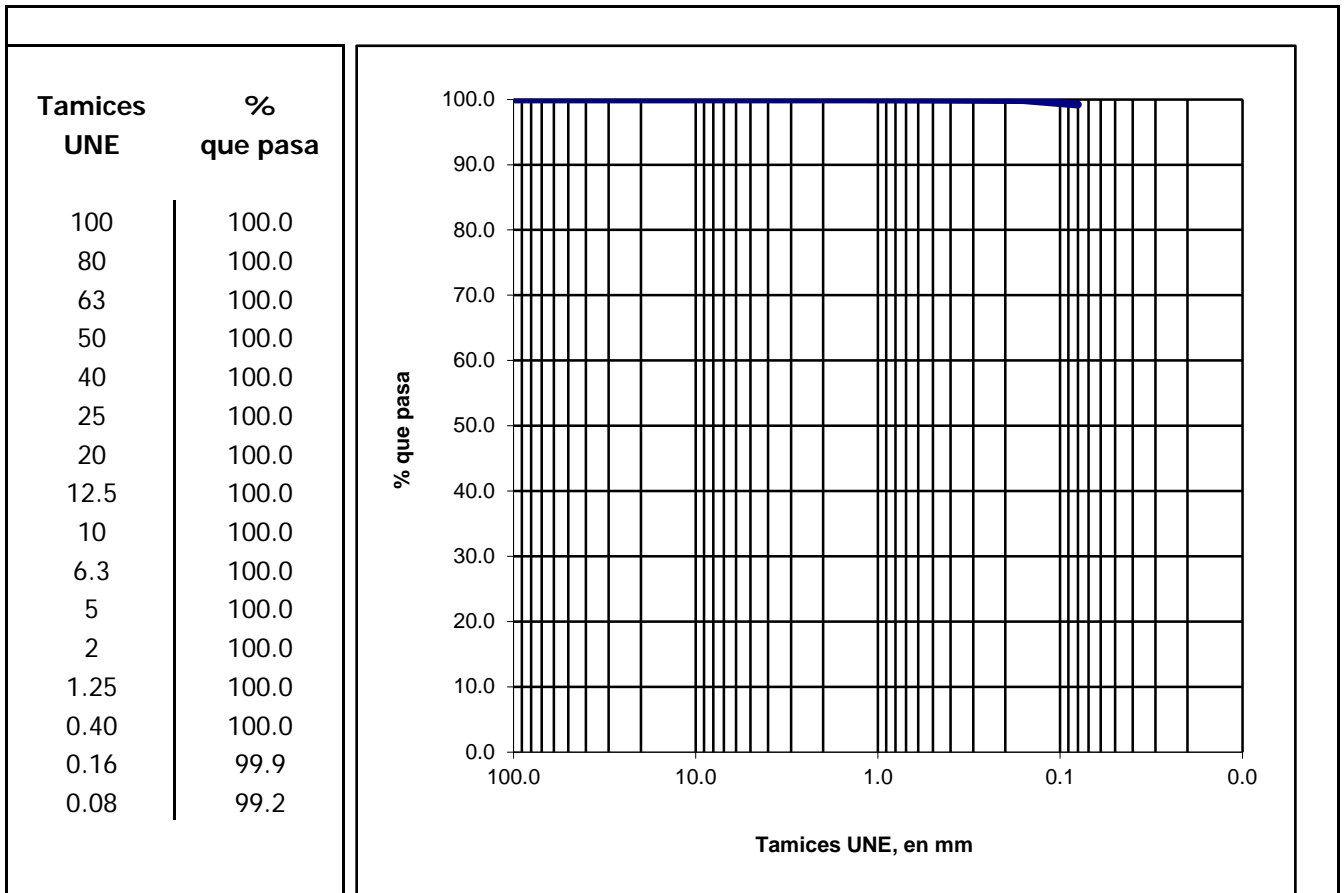
Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: **ESCOMBRERA UNCONA**  
 Muestra: **M-2 Blanca MB**  
 Fecha: **11 de agosto de 2017**



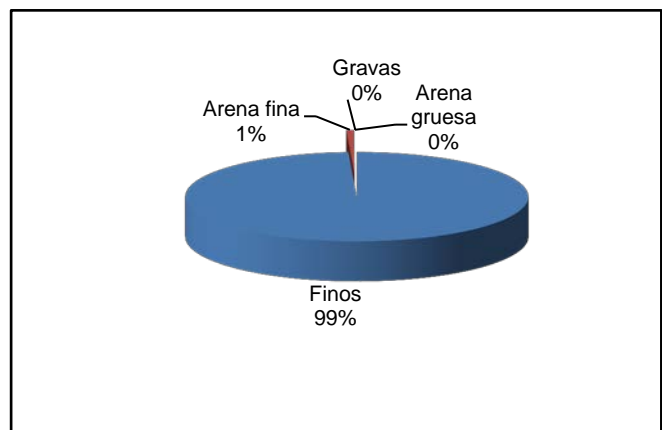
C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	99.2
Arena fina	0.8
Arena gruesa	0.0
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**

Página 7 de 18

Laboratorio acreditado en geotecnia (nº 03267GTL08)

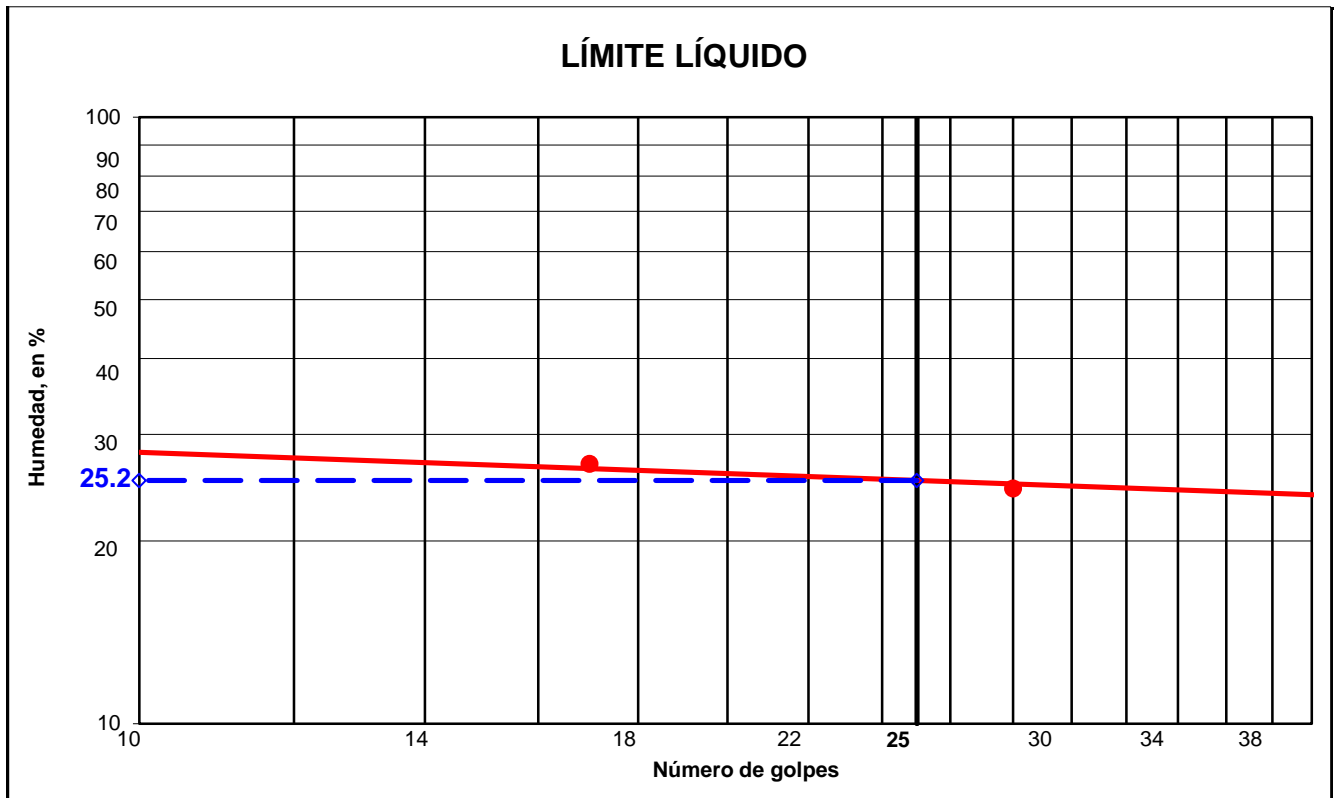
Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: **ESCOMBRERA UNCONA**  
 Muestra: **M-1 Negra MB**  
 Fecha: **11 de agosto de 2017**



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93



### Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94

Número de golpes:	<b>17</b>	<b>28</b>
Humedad, en %:	26.8	24.4

### Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93

Humedad, en %: 16.2

#### RESULTADOS:

<b>Límite líquido:</b>	<b>25.2</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>16.2</b>
<b>Índice de plasticidad</b>	<b>9.0</b>

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GLA-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

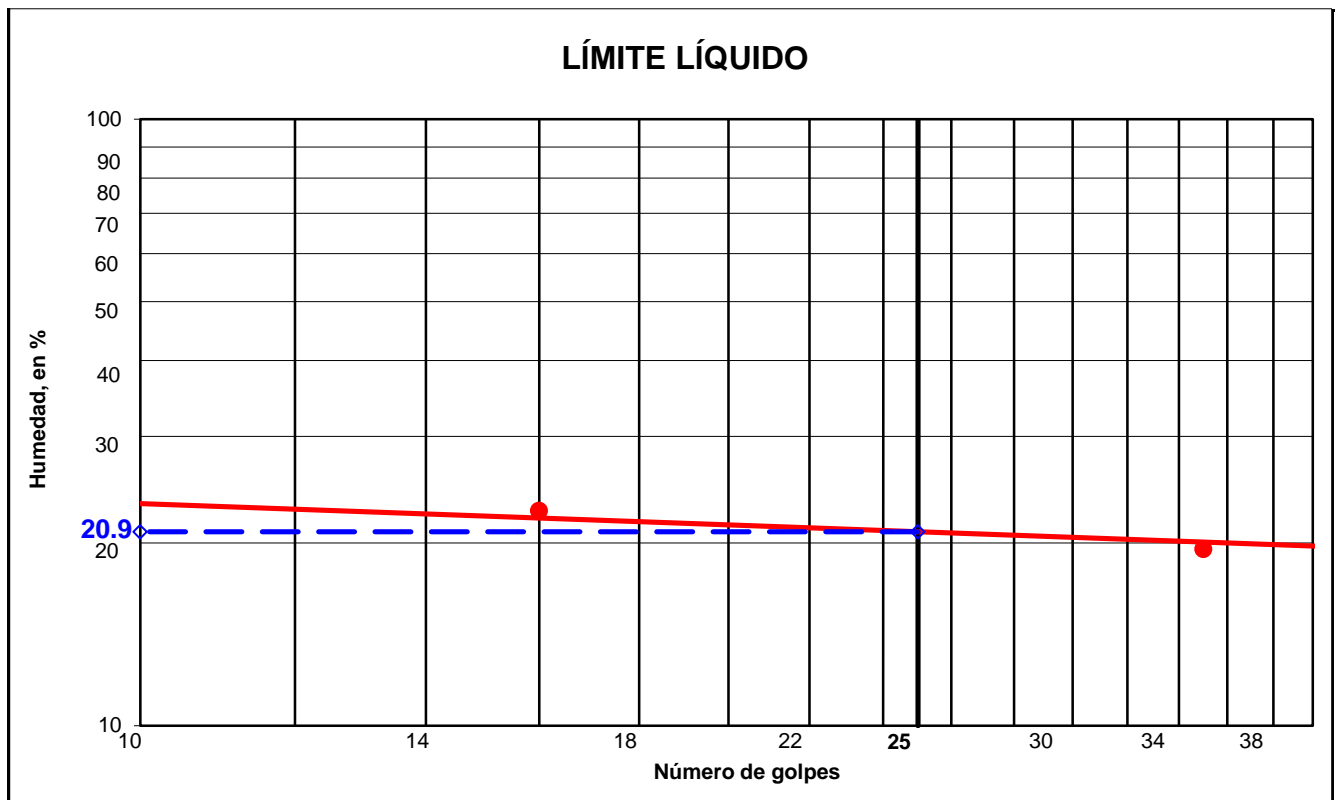
Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: **ESCOMBRERA UNCONA**  
 Muestra: **M-2 Blanca MB**  
 Fecha: **11 de agosto de 2017**



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93



### Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94

Número de golpes:	<b>16</b>	<b>35</b>
Humedad, en %:	22.6	19.5

### Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93

Humedad, en %: 14.9

#### RESULTADOS:

<b>Límite líquido:</b>	<b>20.9</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>14.9</b>
<b>Índice de plasticidad</b>	<b>6.0</b>

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GLA-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: ESCOMBRERA UNCONA  
 Muestra: M-2 Blanca MB  
 Fecha: 10 de agosto de 2017



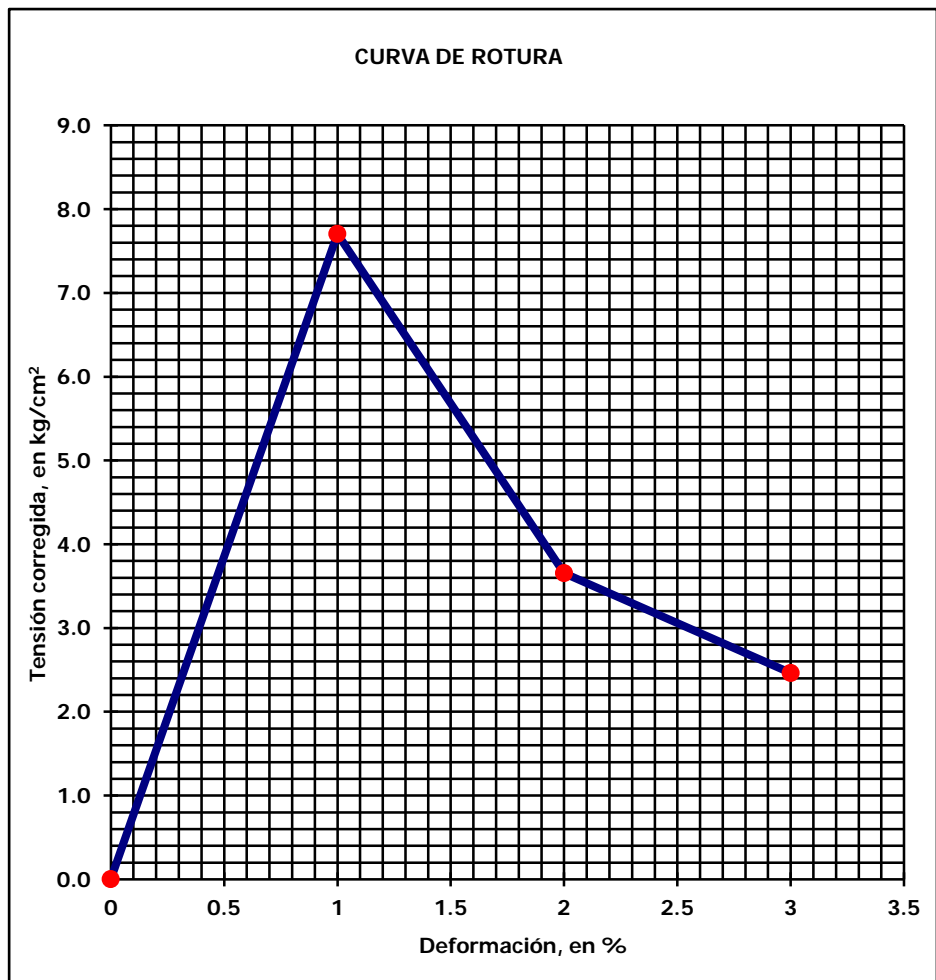
C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
 www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO


## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93

Tipo de probeta	Diámetro, en cm	Altura, en cm	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Resistencia, en kg/cm <sup>2</sup>
Inalterada	4.9	11.6	0.4	1.794	7.7
			Factor esbeltez	Deformación, en %	Resistencia, en kPa
			0.981	1.0	755

Deformación en %	Tensión corregida en kg/cm <sup>2</sup>
0	0.0
1	7.7
2	3.7
3	2.5



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Forma de rotura: Inalterada  Remoldeada 

**Observaciones:** Probeta obtenida de la perforación de una muestra en bloque.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2017315**  
Cliente: **C.R.S., S.L.**  
Obra: ESCOMBRERA UNCONA  
Muestra: M-2 Blanca MB  
Fecha: 10 de agosto de 2017



C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93



Detalle de la muestra sometida a ensayo

**Observaciones:** Probeta obtenida de la perforación de una muestra en bloque.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCS-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo  
y materiales, S. L.**

Página 11 de 18  
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: ESCOMBRERA UNCONA  
 Muestra: M-2 Blanca MA  
 Fecha: 18 de agosto de 2017



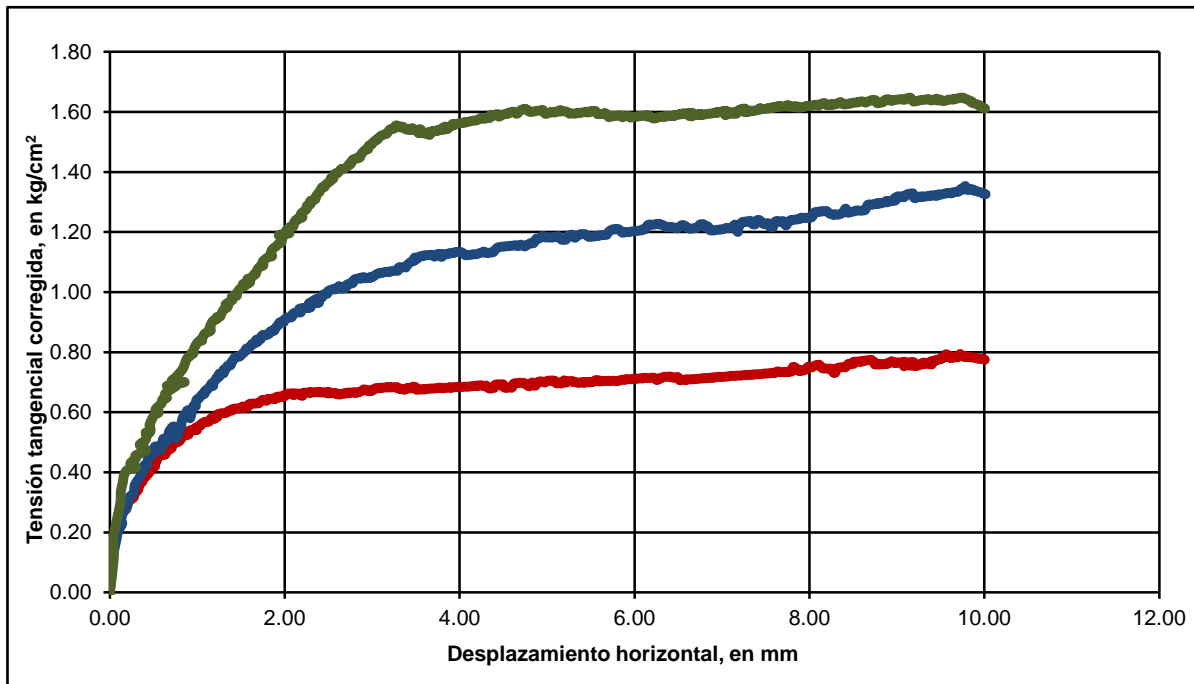
C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

**Tipo de muestra:** Inalterada **Velocidad de rotura, en mm/min:** 0.050  
**Tipo de ensayo:** Ensayo consolidado y drenado (CD)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
Humedad inicial, en %	11.5	11.4	11.3
Humedad final, en %	19.8	17.0	17.3
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.865	1.754	1.766
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.557	1.498	1.506
Sección, en cm <sup>2</sup>	19.48	19.48	19.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	34.87	34.87	34.87
<b>Deformación horizontal en la rotura, en mm</b>	<b>9.72</b>	<b>9.78</b>	<b>9.14</b>
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.33</b>	<b>2.66</b>	<b>3.91</b>
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.79</b>	<b>1.35</b>	<b>1.65</b>
<b>Tensiones normales corregidas, en kPa</b>	<b>130</b>	<b>261</b>	<b>383</b>
<b>Tensiones tangenciales corregidas, en kPa</b>	<b>78</b>	<b>133</b>	<b>162</b>
<b>Ángulo de rozamiento interno, en °</b>	<b>18.35</b>		
<b>Cohesión, en kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.39</b>		



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de suelo.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo  
 y materiales, S. L.**

Página 12 de 18  
 Laboratorio acreditado en  
 geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2017315**

Cliente: **C.R.S., S.L.**

Obra: ESCOMBREIRA UNCONA

Muestra: M-2 Blanca MA

Fecha: 18 de agosto de 2017

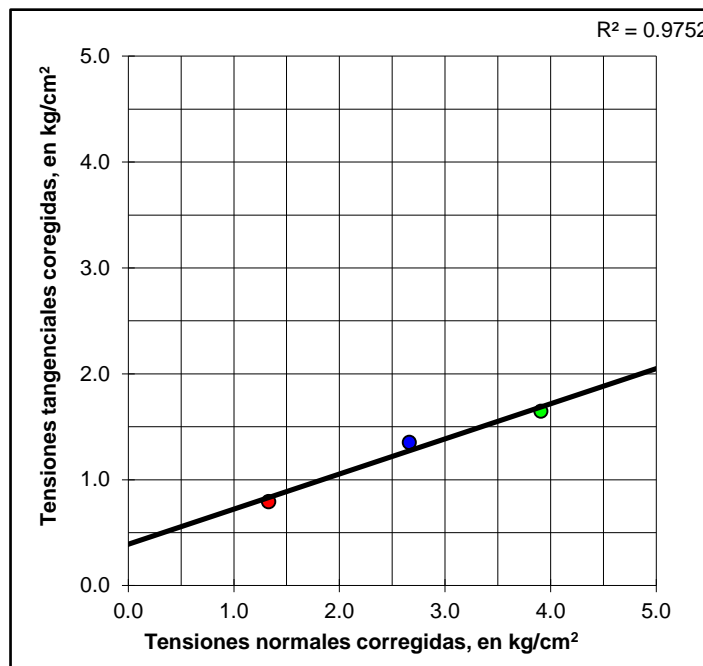
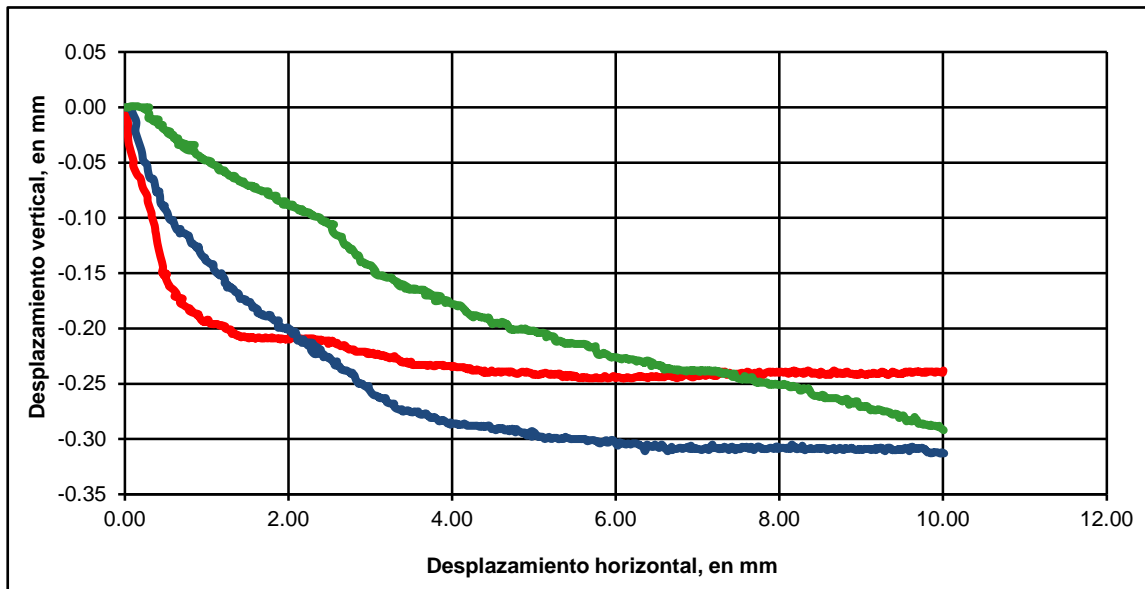


C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
 www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTECNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de suelo.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo  
 y materiales, S. L.**

Página 13 de 18

Laboratorio acreditado en  
 geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: ESCOMBRERA UNCONA  
 Muestra: M-1 Negra MB  
 Fecha: 16 de agosto de 2017



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO: UNE 103 602:96

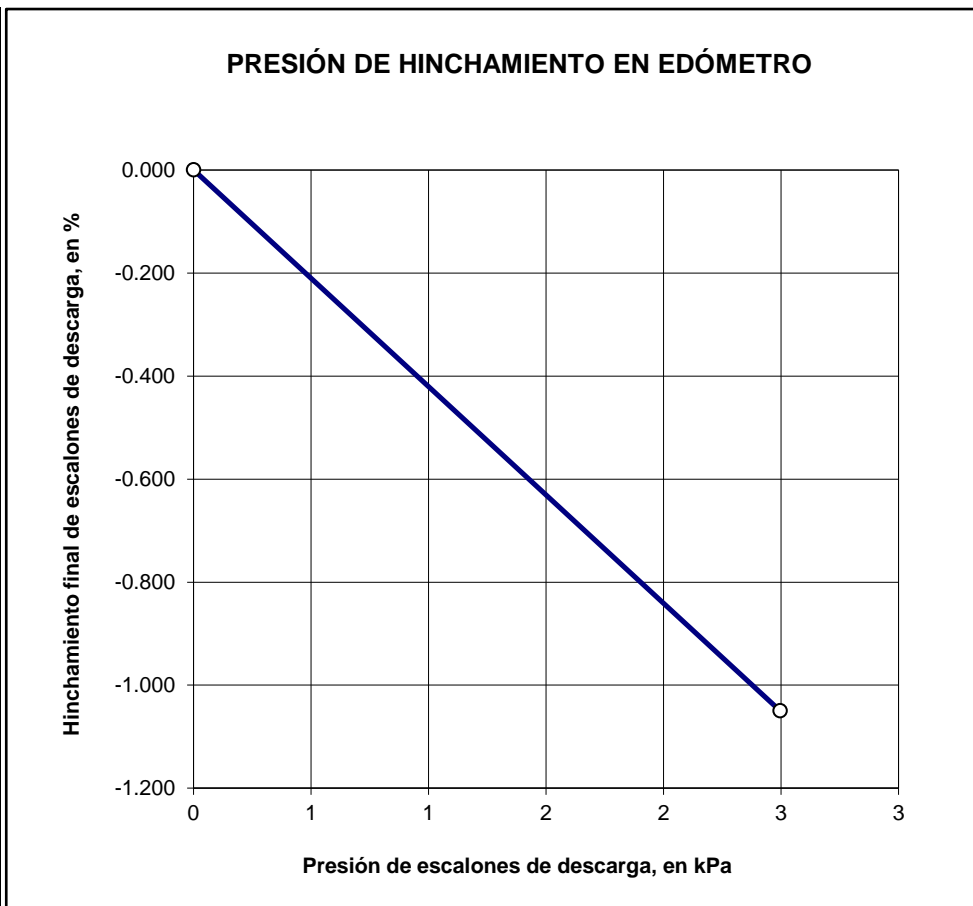
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	1.9
Humedad final, en %	6.6
Densidad aparente seca, en g/cm <sup>3</sup>	2.059

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Presión de hinchamiento, en kg/cm <sup>2</sup>	0.0
<b>Presión de hinchamiento, en kPa</b>	<b>0</b>

Presión en kPa	Hinchamiento en %
0	0.000
2	-1.050



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de roca.

La muestra colapsa en lugar de hinchar al inundar la célula de agua bajo una presión de 2 kPa.

*Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) N° 03267GTL08*

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2017315**  
 Cliente: **C.R.S., S.L.**  
 Obra: **ESCOMBRERA UNCONA**  
 Muestra: **M-2 Blanca MB**  
 Fecha: **11 de agosto de 2017**



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO: UNE 103 602:96

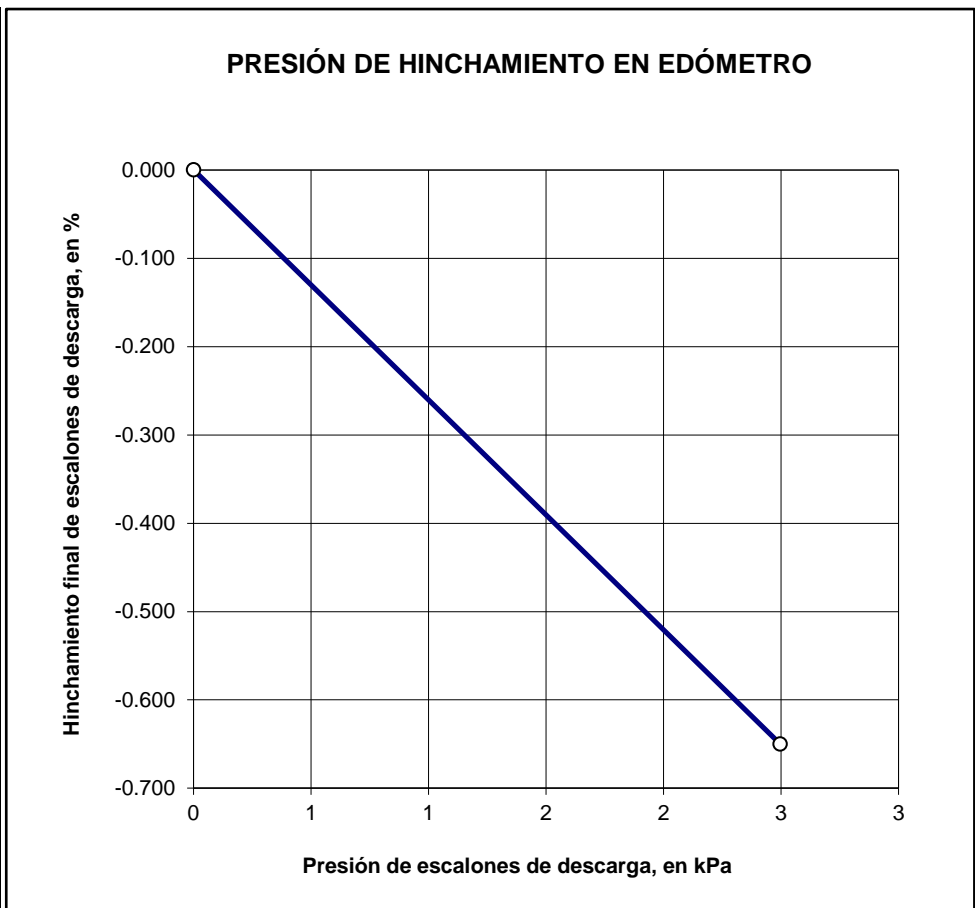
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	0.2
Humedad final, en %	23.5
Densidad aparente seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.583

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Presión de hinchamiento, en kg/cm <sup>2</sup>	0.0
<b>Presión de hinchamiento, en kPa</b>	<b>0</b>

Presión en kPa	Hinchamiento en %
0	0.000
2	-0.650



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de suelo.

La muestra colapsa en lugar de hinchar al inundar la célula de agua bajo una presión de 2 kPa.

*Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) N° 03267GTL08*

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2017315**

Cliente: **C.R.S., S.L.**

Obra: ESCOMBRERA UNCONA

Muestra: M-1 Negra MB

Fecha: 16 de agosto de 2017



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
 www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>			
Humedad inicial, en %	1.9	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	3.2	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	2.362	Diámetro de la probeta, en mm	50.5
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm			19.919
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm			19.883
<b>Índice de colapso I, en %</b>			<b>0.18</b>
<b>Tiempo en min</b>	<b>Asiento en mm</b>		
0	19.918		
0.15	19.907		
0.25	19.905		
0.50	19.901		
0.75	19.899		
1	19.898		
2	19.896		
3	19.895		
5	19.894		
7	19.894		
10	19.893		
15	19.892		
30	19.891		
45	19.890		
60	19.889		
120	19.887		
180	19.886		
300	19.885		
420	19.884		
1440	19.883		

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de roca.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2017315**

Cliente: **C.R.S., S.L.**

Obra: ESCOMBRERA UNCONA

Muestra: M-1 Blanca MB

Fecha: 16 de agosto de 2017



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
 www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>			
Humedad inicial, en %	0.2	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	21.2	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.568	Diámetro de la probeta, en mm	50.5
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm			19.847
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm			18.836
<b>Índice de colapso I, en %</b>			<b>5.09</b>
<b>Tiempo en min</b>	<b>Asiento en mm</b>		
0	19.847		
0.15	19.816		
0.25	19.776		
0.50	19.668		
0.75	19.593		
1	19.529		
2	19.328		
3	19.075		
5	19.019		
7	19.005		
10	18.993		
15	18.982		
30	18.963		
45	18.952		
60	18.944		
120	18.922		
180	18.909		
300	18.892		
420	18.881		
1440	18.836		

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta tallada a partir de un bloque de suelo.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.




El presente informe consta de dieciocho hojas numeradas y selladas.

Madrid, 18 de agosto de 2017

TECNOLOGÍA DEL SUELO Y MATERIALES, S.L.  
P.P.

**RICARDO PÉREZ SARMIENTO**  
Responsable de Área GTL

**CÉSAR ZAPICO MARTÍN**  
Director Técnico

	<b>PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C)</b>	EXPLOTACIÓN “UNCONA”
	<i>PROYECTO CONSTRUCTIVO PARA LA LEGALIZACIÓN Y CONSECUCIÓN DE LA          ESCOMBRERA PASO DE LOS BUEYES</i>	

### 3 CUBICACIÓN



610500  
4725500

Volumen por diferencia de mallas	
Parámetros	
Dimensión de Celda	1.000
A efectos de facilitar la representación en el plano se representan celdas de 5 m de lado	
Volúmenes	
Volumen Desmonte	1419.408
Volumen Terraplén	441822.264
Diferencia	-440402.856
LEYENDA:	
□ Superficie ocupación Proyecto	



AUTOR DEL PROYECTO:  
**LOPEZ GALVAN, Ignacio**  
Graduado en Ingeniería Minera  
Colegiado nº 1.683

ESCALAS:  
1:1000  
Original UNE A-3

PROYECTO DE CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DE LA SECCIÓN C) DE LA EXPLOTACIÓN "UNCONA" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TIEBAS - MURUARTE DE RETA (NAVARRA)

Nº PLANO:  
**ANEJO**

DESIGNACIÓN DEL PLANO:  
CUBICACIÓN "PASO DE LOS BUEYES"

FECHA:  
03/2022  
Nº PROYECTO:  
1457-1