

# ANEJO VII ESTUDIO GEOTÉCNICO

---

## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	4
2	OBJETO.....	4
3	ACREDITACIONES OFICIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO GEOTÉCNICO .....	4
4	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR .....	4
4.1	DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL SOLAR .....	4
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA.....	6
5	CAMPAÑA GEOTÉCNICA .....	6
6	ENCUADRE GEOLÓGICO.....	6
6.1	SITUACIÓN GEOLÓGICA. ESTRATIGRAFÍA Y NATURALEZA DEL TERRENO.....	6
6.2	HIDROGEOLOGÍA .....	7
6.3	TECTÓNICA.....	8
6.4	GEOMORFOLÓGICA .....	8
6.5	SISMICIDAD.....	8
6.6	INUNDABILIDAD.....	10
6.7	APLICACIÓN DEL DOCUMENTO HS6. PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN. ....	10
7	TRABAJOS REALIZADOS .....	10
7.1	SONDEOS DE RECONOCIMIENTO.....	11
7.1.1	PERFIL LITOLÓGICO .....	11
7.1.2	NIVEL FREÁTICO .....	12
7.1.3	ENSAYO ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT).....	12
7.1.4	TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS.....	12
7.2	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.....	12
7.2.1	METODOLOGÍA .....	12
7.2.2	RESULTADOS OBTENIDOS.....	14
7.3	ENSAYOS DE LABORATORIO .....	14
7.3.1	TOMA DE MUESTRAS.....	14
7.3.2	RESULTADOS OBTENIDOS.....	15
8	PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES .....	16
8.1	SUELO. UG I .....	16
8.2	LIMOS ALUVIALES. UG 2 .....	17
8.3	ARCILLAS. TRAMO DE ALTERACIÓN. UG 3.1.....	21
8.4	ARENISCAS Y LIMONITAS. FM HARO. UG 3.2.....	24
8.5	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN.....	27
9	CÁLCULO DE TENSIONES .....	27
9.1	LIMOS ALUVIALES. UG2 .....	27
9.2	ARCILLAS TRAMO DE ALTERACIÓN. UG 3.1.....	29
9.3	SUSTRATO TERCIARIO. FM HARO GM II – I.....	30
10	TALUDES.....	30



Proyecto de construcción de Generador  
Fotovoltaico y Balsa de Regulación para el  
Bombeo del canal a la Balsa de la Mesa  
en la Comunidad de regantes del Sector  
3º, Tramo III del Canal de la Margen  
Izquierda del Najerilla

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO



<b>11</b>	<b>EXCAVABILIDAD.....</b>	<b>33</b>
<b>12</b>	<b>RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>13</b>	<b>LIMITACIONES DE ESTUDIO.....</b>	<b>36</b>

## **1 ANTECEDENTES**

A solicitud de 1A Ingenieros, se realiza el estudio geotécnico para la construcción de una balsa para riego en el término municipal de Zarratón (La Rioja).

Los trabajos de campo que se recogen en el presente informe se realizan entre los días 11 y 12 de abril de 2022.

Se hace llegar al personal del departamento de Geotecnia y Cimientos de Laboratorios Entecsa S.A., la siguiente documentación para la ejecución del proyecto geotécnico.

Situación de la parcela.

Topografía y planta de la balsa proyectada.

Situación de los puntos de investigación (sobre plano y coordenadas UTM).

## **2 OBJETO.**

El objetivo de este proyecto geotécnico es dar a conocer al peticionario y al proyectista el perfil del terreno existente en la parcela (determinar la naturaleza, espesor y distribución de los materiales que aparecen en la zona de estudio), las características y propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio, situar el nivel freático, determinar la carga admisible del terreno (con objeto de recomendar la cimentación más apropiada y estimar los asentamientos generados bajo estas condiciones), y otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno, tipo de hormigón a utilizar en función de la agresividad del terreno y otras recomendaciones que se consideren oportunas, con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de las estructuras proyectadas.

## **3 ACREDITACIONES OFICIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO GEOTÉCNICO**

Laboratorios Entecsa está inscrito en el Registro General de Laboratorios Acreditados del Ministerio de vivienda en varias áreas de acreditación, para la realización de este proyecto geotécnico se destacan:

(GTC)- Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos

(GTL)- Área de ensayos de laboratorio de geotecnia.

## **4 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR**

### **4.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL SOLAR**

La construcción de la nueva balsa se proyecta en la parcela 524 del polígono 506, paraje Montecillo, en el término municipal de Zarratón (La Rioja). Se trata de una parcela rústica de uso agrario, con una superficie conjunta de unos 33.374 m<sup>2</sup>.

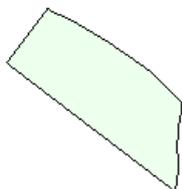
#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	26181A506005240000RL  
Localización	Polígono 506 Parcela 524 MONTECILLO. ZARRATON (LA RIOJA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

#### COORDINACIÓN GRÁFICA CON EL REGISTRO DE LA PROPIEDAD

Registro:	HARO
Código registral único:	26005000977541 <a href="#">Ver en GeoPortal de Registradores</a>
Fecha coordinación:	26/04/2022

#### PARCELA CATASTRAL



Localización	Polígono 506 Parcela 524 MONTECILLO. ZARRATON (LA RIOJA)
Superficie gráfica	33.972 m <sup>2</sup>

#### CULTIVO

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	CR Labor o labradío regadío	02	32.374

Ilustración 1 Descripción de la Parcelas



Ilustración 2 Situación de la zona de estudio y parcelas catastrales.

#### 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA.

El proyecto contempla la construcción de una balsa que ocupará mayormente la parcela 524. La profundidad de excavación con respecto a la cota más baja del terreno es de unos 4 metros, estando toda la balsa inicialmente excavada.

#### 5 CAMPAÑA GEOTÉCNICA.

Los trabajos de campo a realizar, así como la ubicación de los mismos, han venido indicados por la empresa peticionaria y han consistido en:

- 2 sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de la muestra.
- 3 pruebas de penetración dinámica superpesada, según Norma UNE – ISO 22476 -2 2008
- Pruebas de penetración estándar, según Norma UNE – EN ISO 22476 – 3 2006, realizadas en los sondeos de investigación.

#### 6 ENCUADRE GEOLÓGICO

##### 6.1 SITUACIÓN GEOLÓGICA. ESTRATIGRAFÍA Y NATURALEZA DEL TERRENO.

La zona de estudio se enclava en la comarca de la Rioja Alta. Geológicamente, se encuentra en el extremo noroccidental del "Surco Terciario del Ebro". Esta cuenca está constituida por materiales detríticos depositados en

un régimen continental, pertenecientes al Oligoceno – Mioceno y que forman, según O. RIBA (1954) el “Terciario Continental de la Rioja Alta”. Se trata de una amplia depresión muy subsidente durante este período (se conocen potencias superiores a los 4.000 metros)

Los buzamientos de todas las series continentales en el área son suaves, generalmente no superiores a los 5º, excepto en las proximidades de la “Franja móvil de la Sierra de Cantabria”, más al norte, donde pueden llegar a estar invertidos.

En concreto en el área de Zarratón, los materiales presentes pertenecen al Mioceno (Terciario) y al Cuaternario. El Mioceno está representado por las Facies Haro. Litológicamente representado por una alternancia de areniscas más o menos limolíticas, areniscas de grano medio y arcillas y limos. En líneas generales, esta facies es más arcillosa hacia la base y el techo y se asimilan a la parte distal de un gran abanico aluvial con direcciones de aporte de norte y norte - noroeste. Su espesor no está bien conocido y sufre ciertas variaciones, oscilando entre los 350 y 800 metros.

Sobre esta serie, los recubrimientos cuaternarios adquieren extensiones considerables. En esta localidad, se distinguen niveles de terrazas del río Oja-Tirón, normalmente constituidas por cantos y bolos de caliza, cuarzo y cuarcita, subredondeados, englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos rojizos. Estas terrazas se encuentran colgadas sobre el actual nivel del río.

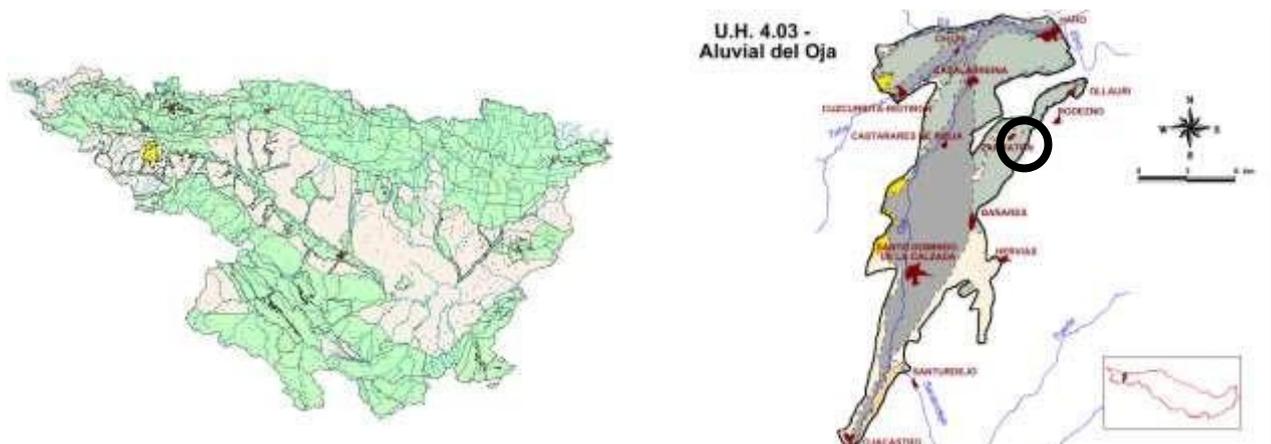
La parcela objeto de estudio se sitúa sobre los depósitos de terrazas medias – altas baja del sistema de terrazas del Oja – Tirón. Estos niveles de terrazas se apoyan directamente sobre el sustrato terciario de la FM Haro.

## **6.2 HIDROGEOLOGÍA**

La Formación Haro que constituye el sustrato terciario de la zona de estudio, presenta en su conjunto una permeabilidad muy baja en función de su litología, considerándose a escala global como un acuífudo o impermeable. Localmente, puede presentar una mayor permeabilidad a favor de diaclasado abierto, preferentemente en los niveles más superficiales, por descompresión y /o alteración.

El recubrimiento cuaternario de materiales de origen aluvial, presentan por su parte una alta permeabilidad primaria de carácter intergranular.

A escala global, los depósitos aluviales del río Oja, constituyen un la masa de agua subterránea 045, aluvial del Oja. Abarca los límites del aluvial del Oja, desde aguas debajo de Ezcaray hasta su desembocadura en el Tirón, incluyéndolos de este último desde la localidad de Cuzcurrita hasta su desembocadura en el Ebro. Se extiende hacia el este hasta la localidad de San Asensio



*Ilustración 3 Situación hidrogeológica de la zona de estudio.*

Está constituido por las terrazas aluviales del río Oja, una pequeña parte del Tirón, piedemonte y coluviales. El acuífero principal lo conforma la terraza actual y la más baja del Oja, con un espesor medio de unos 12 metros. El resto de los acuíferos son de menor entidad y constituyen un sistema de pequeños acuíferos libres aislados y desconectados del sistema aluvial. De esta forma, las terrazas medias y altas constituyen un complejo sistema de acuíferos libres con funcionamiento independiente.

Solo los niveles de terraza baja y llanura actual están conectados al cauce actual, que constituye la principal fuente de alimentación del sistema. Los acuíferos superiores son tradicionalmente poco productivos ya que las cuencas alimentadoras son muy reducidas. Estos acuíferos drenan hacia el centro del valle en función de la geometría del sustrato impermeable sobre el que se apoyan los depósitos aluviales.

La zona de actuación se ubica sobre uno de estos pequeños acuíferos locales, desarrollado a favor del recubrimiento aluvial.

### 6.3 TECTÓNICA

Desde un punto de vista tectónico, el área de estudio no presenta ningún tipo de interés. Los accidentes tectónicos que pueden afectar al terciario se encuentran en los bordes de cuenca, que se encuentran lejos del área de estudio. Por su parte, los movimientos de tipo halo cinético asociados a deformaciones por yesos tampoco afectan la zona, ya que las facies yesíferas han desaparecido, estando únicamente representadas en los afloramientos de Arguedas.

El terciario presenta una serie monoclinial monótona con buzamientos subhorizontales o ligeros buzamientos de 1 – 5 hacia el sur. Sobre él, discordante, los recubrimientos cuaternarios no reflejan ninguna actividad reciente.

### 6.4 GEOMORFOLÓGICA

Señalar el efecto modelar de la red fluvial sobre la zona, responsable tanto de la formación de los distintos niveles de terraza como de su posterior modelado, modelado que se ve complementado por la acción antrópica, principalmente de tipo agrícola.

### 6.5 SISMICIDAD

Se han analizado globalmente las características sísmicas de la zona, siguiendo las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002). Esta norma es de

(La Rioja)

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta. En los casos de reforma o rehabilitación se tendrá en cuenta dicha norma, de forma que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original. Las obras de rehabilitación o reforma que impliquen cambios substanciales de la estructura (por

ejemplo vaciado de interior dejando sólo la fachada), son asimilables a todo efecto a las de construcción de nueva planta. No es aplicable para:

1. Construcciones de importancia moderada.
2. Edificaciones de importancia normal o especial, cuando la aceleración sísmica básica ab sea inferior a 0,04g.
3. En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica ab sea inferior a 0,08. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo ac es igual o mayor a 0,08g.

La aceleración sísmica de cálculo ac se define como el producto:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

donde:

- $\rho$  es el coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda ac en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:
  - Para construcciones de importancia normal:  $\rho = 1,0$ .
  - Para construcciones de importancia especial:  $\rho = 1,3$ .
- S es el coeficiente de amplificación del terreno, cuyo valor viene indicado en la referida Norma.

$$S = \frac{C}{1,25} \text{ para } \rho \times a_b \leq 0,1 g$$

Donde C (coeficiente de terreno), depende de las características de cimentación.

TIPO DE TERRENO	CARACTERÍSTICAS	COEFICIENTE C
I	Roca compacta o Similar	1,0
II	Roca Muy Fracturada, Cohesivos Duros	1,3
III	Compacidad Media, Cohesivos Firme	1,6
IV	Compacidad Baja, Cohesivo Blando	2,0

Para obtener el valor del Coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e1, e2, e3 y e4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C, el obtenido en la siguiente expresión:

(La Rioja)

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

$$C = \frac{C_i \times e_i}{30}$$

En el caso que nos ocupa la aceleración sísmica básica  $ab < 0.04g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución  $K_v = 1$ .

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en el proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones 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).

Por lo tanto, según la NCSR-02, no es obligatoria la aplicación de medidas correctoras de las acciones sísmicas para la construcción que nos ocupa.

### 6.6 INUNDABILIDAD

Según la cartografía de zonas inundables (<http://iber.chebro.es/geoportal/>) la zona de actuación no presenta riesgo de inundación por avenidas, situándose fuera de las zonas inundables cartografiadas por CHE.

### 6.7 APLICACIÓN DEL DOCUMENTO HS6. PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN.

De acuerdo con el documento básico HS salubridad, HS6 protección frente a la exposición al radón, el municipio de Zarratón se encuentra incluido dentro de la zona I, por lo que se deberá disponer de una barrera de protección con las características indicadas en el apartado

3.1 del documento HS6 del código técnico de la edificación, entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el apartado 3.2 y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.

## 7 TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el documento básico HS salubridad, HS6 protección frente a la exposición al radón, el municipio de Zarratón se encuentra incluido dentro de la zona I, por lo que se deberá disponer de una barrera de protección con las características indicadas en el apartado

3.1 del documento HS6 del código técnico de la edificación, entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el apartado 3.2 y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.

PUNTO	X	Y	Z
SONDEO 1	511129	4706202	564,0
SONDEO 2	510989	4706223	569,2
DPSH 1	511030	4706285	565,0
DPSH 2	511057	4706213	566,9
DPSH	511106	4706130	564,5

En el campo, la situación de los puntos se ha realizado mediante GPS manual con una precisión estimada de unos 5 metros.

#### 7.1 SONDEOS DE RECONOCIMIENTO.

Los sondeos Han alcanzado una profundidad de investigación de 10,00 metros, habiéndose perforado un total de 20,00 metros.

Para su realización se ha empleado una máquina de rotación con circulación directa y empuje hidráulico TECOINSA TP 30 montada sobre vehículo Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 116 mm.

Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras plastificadas, fueron colocados en cajas de cartón parafinadas que, debidamente organizadas (ver anejo fotográfico), fueron trasladadas al laboratorio, para ser examinadas por personal técnico especializado.

Las columnas litológicas del sondeo se pueden consultar en el anejo nº 5, adjunto al final de la presente memoria.

##### 7.1.1 PERFIL LITOLÓGICO

El perfil litológico que se observa en los sondeos realizados está compuesto por los siguientes niveles litológicos.

U.G.	Litologías	Sondeo	Prof. (m)
1	Suelo / Terreno de cultivo		
	Arcillas y limos de color marrón oscuro, algún canto disperso, restos vegetales y acción radicular	S-1	0,00-0,50
		S-2	0,00-0,40
2	Cuaternario. Terraza aluvial.		
	Limos, algo arenosos, de color marrón claro, no plásticos o de baja plasticidad, consistencia medianamente firme a firme.	S-1	0,50-2,70
		S-2	0,40-1,50
	En el sondeo 2, en la base, presentan algo de grava y arena		
3	Sustrato terciario. Formación Haro.		
3.1	Arcillas marrones grisáceas, de mediana a alta plasticidad y consistencia muy firme a dura. Tramo de alteración del sustrato terciario, GM V – IV.	S-1	2,70-3,90
		S-2	1,50-4,60
3.2	Alternancia de limonitas y areniscas de grano fino de color marrón grisáceo con argilitas (margas arcillosas) marrones – rojizas. RQD 75 – 90, GM II – I, con intercalaciones GM III	S-1	>3,90
		S-2	

(La Rioja)

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

Las argilitas y limolitas de la Fm Garo (UG 3) se prolongan por debajo de la profundidad de investigación alcanzada en los sondeos de reconocimiento, con un espesor de varios cientos de metros. Constituyen el sustrato geotécnico de la zona de estudio, con un comportamiento geotécnico como roca muy blanda / cohesivo duro.

### 7.1.2 NIVEL FREÁTICO

Durante la realización de los trabajos de campo se ha identificado la presencia de nivel de agua en el sondeo 1, a una profundidad de 1,80 metros (sobre cota 562,2).

En el sondeo 2 no se ha identificado nivel freático, ya que al situarse a cota superior el contacto entre el sustrato terciario impermeable (Fm Haro) y el recubrimiento aluvial se sitúa por encima de la lámina de agua local. Sí puede existir circulación de agua subsuperficial en el contacto entre ambas unidades a favor del gradiente topográfico que conforme el sustrato terciario.

Se debe tener en cuenta que el nivel freático no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas, decrecidas o estiajes, así como por la frecuencia de precipitaciones en las diferentes estaciones. En el caso de esta unidad aluvial, también puede verse muy afectado por bombeos o retornos de regadío.

### 7.1.3 ENSAYO ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado ensayos de penetración estándar (S.P.T.), con objeto de estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un toma-muestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE – EN ISO

22476-3 (julio 2006).

Los ensayos SPT realizados en cada uno de los sondeos y los valores obtenidos son los siguientes:

Sondeo	Cota		Litología	U.G.	N	N	N	N	N
S-1	1,2	1,58	Limos	2	32	46	R		Rechazo
S-1	1,8	2,1	Arcillas	3,1	20	33	R		Rechazo
S-2	2,4	3	Arcillas	3,1	10	20	32	40	52
S-2	4,2	4,62	Areniscas	3,2	R				Rechazo

### 7.1.4 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS.

Se ha procedido a la toma de una muestra inalterada mediante hincas por presión o golpeo de toma-muestras de pared gruesa, con un diámetro exterior de 85 mm, que permite alojar un tubo de PVC de 76 mm de diámetro exterior y 64 mm interior. La hincas se realiza con el dispositivo SPT de la máquina, contabilizándose los golpes necesarios para cada 15 centímetros de toma-muestras, hasta completar un total de 60 centímetros. La operación se realizó según las normas ASTM D – 1587 y ASTM D – 3550.

Sondeo	Cota		Litología	UG	N	N	N	N
S-1	1,2	1,8	Limos	2	8	38	23	40
S-2	1,8	2,4	Arcillas	3,1	11	17	18	32

## 7.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

### 7.2.1 METODOLOGÍA

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en la hincas de una puntaza con su varilla en el terreno, mediante golpes de maza, con una altura de caída constante. Se ha utilizado un penetrómetro con caída de maza libre tipo DPSH

(La Rioja)

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

- B. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE – EN ISO 22476-2, Investigación y ensayos geotécnicos, Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica.

Las características del equipo utilizado son las que a continuación se mencionan.

- Peso de la maza: 63.5 Kg
- Altura de caída: 75 cm.
- Diámetro varillaje: 32 mm
- Sección puntaza: 20 cm<sup>2</sup>.
- Puntaza cónica de 51 mm de diámetro, con ángulo en la punta de 90º.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa por los golpes necesarios para hincar la puntaza y su varilla en una longitud de 20 cm. Se designa N20 al número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

Se dará por finalizado el ensayo cuando se satisfagan alguna de las siguientes condiciones:

Se alcance la profundidad que previamente se había establecido.

Se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm.

Cuando tres valores consecutivos de N20 sean iguales o superiores a 75 golpes.

Con los datos obtenidos en el ensayo se ha confeccionado el correspondiente gráfico de penetración, que relaciona el número de golpes (N20) con la profundidad en metros, que puede consultarse en el anejo nº 2, adjunto al final del presente informe.

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados. El proceso de cálculo de dicha carga se expone detalladamente a continuación:

Obtención de la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N20}\right))}$$

Siendo;

M: peso de la maza (63.5 Kg)

H: altura de caída de la maza (75 cm)

P: peso de yunque + varillas (8 kg/m)

A: área de la puntaza (20 cm<sup>2</sup>)

20/N20: penetración por golpe (cm)

La correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática, puede realizarse mediante el coeficiente de BUISSON, que varía en función del tipo de terreno, y cuyo valor oscila entre 0.3 y 0.75. Para el caso que nos ocupa se toma un valor de 0,5.

Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{Re}{F}$$

Siendo;

Qadm : presión admisible de cálculo (kg/cm<sup>2</sup>)

Re: resistencia estática

F: coeficiente de seguridad (por convenio se adopta un valor de 20)

## 7.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS

En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados a partir de la penetración dinámica.

ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)	Resistencia estimada (Kg / cm)
DPSH-1	0,00-1,60	0,5
	1,60-1,80	3
	1,8	Rechazo
DPSH-2	0,00-1,60	0,5
	1,60-3,00	2
	3	Rechazo
DPSH-3	0,00-0,80	0,5
	0,80-1,60	3
	1,6	Rechazo

A partir de los ensayos de penetración dinámica DPSH realizados, se define:

Un primer nivel con resistencias estimadas del orden de 0,5 kg/cm<sup>2</sup> y espesores de 0,8 –

1,6 metros. Este tramo abarcaría el conjunto de suelo / terreno de cultivo (UG 1) y el estrato de limos cuaternarios (UG 2), no pudiéndose diferenciar ambos tramos únicamente por medio de los golpes N20.

A continuación, se observa un incremento rápido de los golpes N20, con resistencias

estimadas a partir de la penetración dinámica del orden o superiores a los 2,5 – 3,0

kg/cm<sup>2</sup>, que se prolongan hasta el rechazo, que se alcanza entre los 1,6 y 3 metros de profundidad. Este nivel se asocia al tramo de alteración del sustrato terciario (UG 3.1) correspondiendo el rechazo al techo del sustrato terciario sano (UG 3.2).

Se debe tener en cuenta que en los DPSH no se obtiene testigo litológico, realizándose la correlación únicamente a partir de los golpes N20 obtenidos con las observaciones en los sondeos de reconocimiento, por lo que se deberá confirmar estas observaciones durante los trabajos de excavación y cimentación.

## 7.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

### 7.3.1 TOMA DE MUESTRAS

Sobre la base del perfil del terreno, obtenido de la testificación del material extraído en los sondeos, se seleccionaron una serie de muestras representativas de los diferentes tipos de terreno reconocidos, para ser trasladadas al laboratorio, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Las muestras extraídas son representativas (R) obtenidas con el saca-muestras del ensayo S.P.T y de testigo de perforación.

A continuación, se expone una tabla de situación de las distintas muestras ensayadas.

Código de muestra	COTA	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
233463-GEO-TNA-S1-M1	1,20-1,80	PVC	X			X	X	X					
233463-GEO-TNA-S1-M2	4,20-4,40	TESTIGO						X	X				
233463-GEO-TNA-S2-M1	1,80-2,40	PVC	X			X	X	X	X				
233463-GEO-TNA-S2-M2	5,00-5,20	TESTIGO						X	X				
233463-GEO-AGU-S2-A1	1,8	FREÁTICO											X

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/Norma UNE 103300:1993
2. Determinación de la densidad de un suelo s/Norma UNE 103301:1994
3. Densidad relativa de las partículas. UNE 103302/1994
4. Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/Norma UNE 103101:1995
5. Determinación de límites de Atterberg de un suelo, s/Norma UNE 103103 y 103104:1994
6. Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de suelo, s/Norma UNE 103201:1996
7. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/Norma UNE 103400:1993
8. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/Norma UNE 103401:1998
9. Ensayo de presión de hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según Norma UNE 103 602:1996
10. Geotecnia. Ensayo consolidación unidimensional de suelo en edómetro, s/Norma UNE 103405:1994.
11. Determinación de la agresividad de un agua según anejo 5 de la EHE (apartado 8 EHE-08).

### 7.3.2 RESULTADOS OBTENIDOS

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anejo nº 3, adjunto al final de la presente memoria.

Sondeo	Muestra	Profundidad	UG	% pasa 5 mm	% pasa 0,08 mm	LL%	LP%	IP%	Clas.	RCS KPa	PH (KPa)	$\gamma_d$	$\gamma_{ap}$	w (%)	Mg/Kg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
S-1	M-1	1,20-1,80	2	100	90,3			N.P.	ML					19,2	322
S-1	M-2	4,20-4,40	3,2							714		2,08	2,32	11,3	682
S-2	M-1	1,80-2,40	3,1	100	93,1	57,7	19	38,7	CH	288		1,79	2,10	17,4	416
S-2	M-2	5,00-5,20	3,2							896		2,13	2,36	10,6	841

(La Rioja)

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

En cuanto al agua freática, los resultados obtenidos son los siguientes:

DETERMINACIONES	SONDEO 2	UNIDADES
pH	7,32	
SULFATOS	275	mg/l
RESIDUO SECO	816	mg/l
MAGNESIO	63,2	mg/l
CO <sup>2</sup>	0	mg/l
AMONIO	0	mg/l

## 8 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas (los resultados pueden consultarse en el anejo 3: ENSAYOS DE LABORATORIO).

A continuación, se describen las características geotécnicas de los materiales que se identifican en el sondeo de reconocimiento. No se incluye el nivel superior de rellenos antrópicos (zahorras) dado que se desconoce su homogeneidad, así como sus condiciones de puesta en obra, recomendándose su retirada y no debiéndose utilizar como nivel de apoyo de cimentaciones, soleras o estructuras.

- Suelo. UG 1.
- Limos aluviales. UG 2.
- Arcillas tramo de alteración. UG 3.
- Formación Haro. UG 4.

Debe de tenerse en cuenta que en los ensayos DSPH no se obtiene testigo del perfil atravesado, estimándose los contactos entre las diferentes unidades a partir de los golpes N20 y sus correlaciones con el perfil litológico observado en el sondeo de reconocimiento, por lo que estos contactos deberán ser contrastados durante los trabajos de acondicionamiento de la parcela y cimentación.

### 8.1 SUELO. UG I.

Se observa en los sondeos de reconocimiento entre las siguientes profundidades / cotas:

PUNTO	PROFUNDIDAD TECHO	PROFUNDIDAD BASE	COTA TECHO	COTA BASE
S-1	0,00	0,50	564,00	563,50
S-2	0,00	0,40	569,20	568,80
DPSH-1	0,00		565,00	
DPSH-2	0,00		566,90	
DPSH-3	0,00		564,50	

En los ensayos DPSH no se diferencia claramente la base del nivel



(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Ilustración 5: Limos aluviales,UG2.

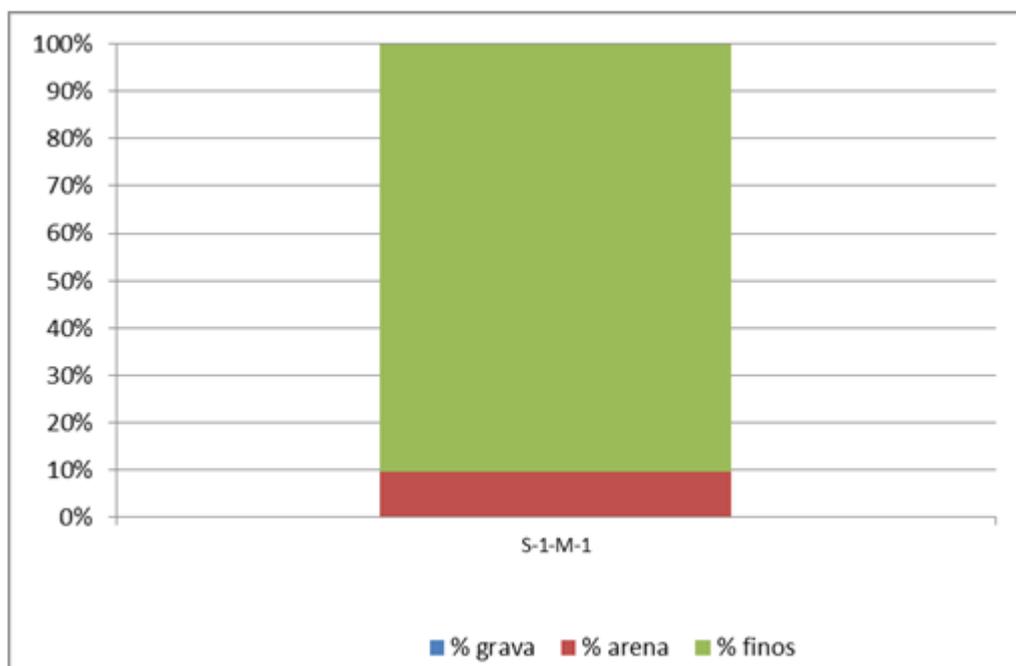


Ilustración 6: Distribución granulométrica, UG 2.

Su comportamiento geotécnico se ha evaluado mediante ensayos de penetración dinámica (DPSH, SPT).

Los ensayos DPSH presentan valores N20 comprendidos entre 2 y 12, con un valor promedio de 6. Considerando las correlaciones N20 – N30 habitualmente empleadas, puede adoptarse como valor característico del ensayo SPT N30 = 9.

En suelos cohesivos, las correlaciones obtenidas a partir de los ensayos SPT deben de considerarse solamente como orientativas al obtenerse una dispersión muy importante de los resultados debidos a las presiones intersticiales que se crean durante el golpeo, así como a rozamientos parásitos que afectan a los resultados.

No obstante, puede dar una idea de su consistencia, existiendo diversas relaciones que con prudencia y la experiencia local pueden utilizarse.

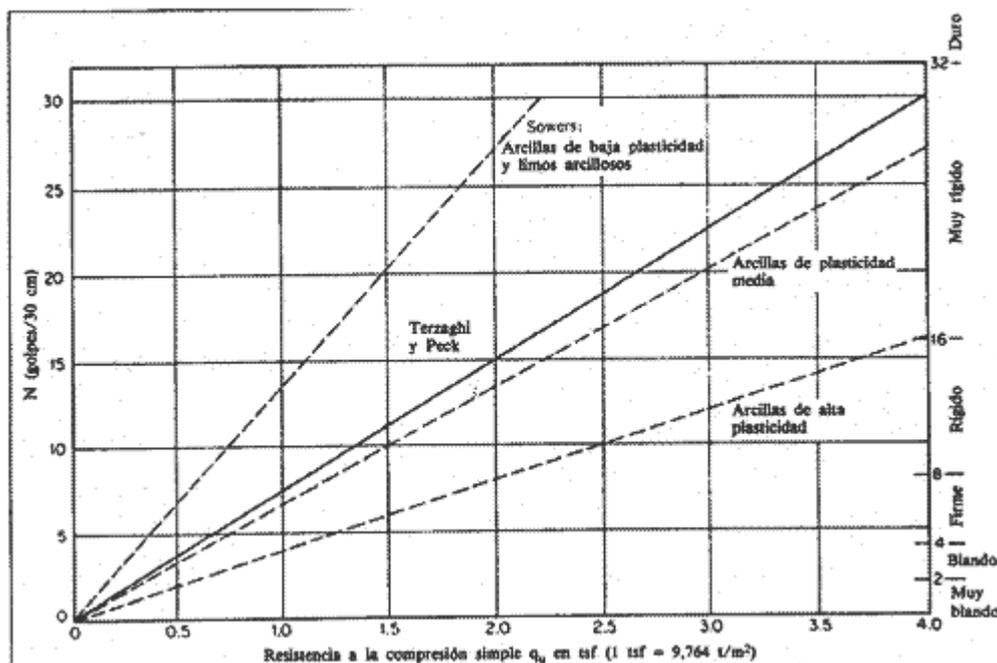


Ilustración 7: Valores de la resistencia a compresión simple a partir del SPT para suelos cohesivos. (NAVFAC 1971)

Según esta gráfica, puede correlacionarse el valor de resistencia a compresión simple  $q_u$  con el valor  $N_{30}$  según la relación:

$$q_u = \frac{N_{30}}{C_r}$$

donde  $C_r$  toma un valor normalmente comprendido entre 7,5 y 10 para arcillas y de 14 para limos, siendo el valor más habitual en torno a 8 (Terzaghi y Peck).

A partir de los valores  $N_{30}$  obtenidos, pueden utilizarse diferentes correlaciones con la cohesión sin drenaje ( $c_u$ ):

Stroud y Bulder, (1975):  $c_u = 4N$  KPa para  $N > 5$ .

Bowles:  $c_u = 5,7N$ .

Los valores de cohesión sin drenaje  $c_u$  que pueden deducirse para un  $N_{30}$  característico de 8 son los siguientes:

	BOWLES	STROUD	NAVFAC	Promedio
<b>Cu KPa</b>	49,7	34,5	53,9	46

El módulo elástico puede estimarse a partir de la cohesión sin drenaje a partir de la expresión:

$$E = a \cdot c_u$$

Donde  $a$  adopta un valor de 150 para arcillas de consistencia blanda a media y 300 para arcillas de consistencia dura (manual de ingeniería geotécnica, editorial Garceta). Adoptando de forma conservadora  $a = 150$ , se obtiene  $E = 6,9$  MPa.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

A partir del módulo elástico, el módulo de balasto puede determinarse de acuerdo con la ecuación de Vogt:

$$k_{30} = 1,33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

Obteniendo:

$$K_{30} \approx 30 \text{ MN/m}^3.$$

Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

CLASIFICACIÓN			
Granulometría	% pasa tamiz 5 UNE	% pasa tamiz 0,08 UNE	
	100	90,3	
Límites de Atteberg %	L.Líquido (Wp)	L.Plástico (W <sub>L</sub> )	I. Plasticidad (Ip)
	-	-	N.P.
Clasificación S.U.C.S	Limos no plásticos (ML)		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Cohesión, C'	5-10 KPa*	Ángulo de rozamiento interno, φ'	≈ 23 – 24°
Cohesión sin drenaje (Cu)	46 KPa		
Expansividad	Baja – Nula (grado I)		
Colapsabilidad	Nula		
Módulo de deformación, E	9,6 MPa*		
Módulo balasto (30 x 30 cm.), K <sub>30</sub>	30 MN/m <sup>3</sup>		
Coefficiente de Poisson	0,35		
Ensayo de penetración	N20 D.P.S.H		N30 S.P.T.
	2 – 12 (x = 6)		9
Compresión simple	-		
Consistencia	Medianamente firme		
Meteorización	Aluvial		
Excavabilidad	Fácil		
PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS			
Densidad, γ <sub>d</sub>	17 KN/m <sup>3</sup>	Humedad	19%
Permeabilidad	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-5</sup> cm/s		
Sulfatos solubles en agua	322 mg/kg (no agresivo al hormigón).		

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

\* Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en zonas próximas y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

**8.3 ARCILLAS. TRAMO DE ALTERACIÓN. UG 3.1.**

Se desarrollan en los puntos de investigación realizados entre las siguientes cotas / profundidades:

PUNTO	PROFUNDIDAD TECHO	PROFUNDIDAD BASE	COTA TECHO	COTA BASE
S-1	2,70	3,90	561,30	560,10
S-2	1,50	4,60	567,70	564,60
DPSH-1	1,60	1,80	563,40	563,20
DPSH-2	1,60	3,00	565,30	563,90
DPSH-3	0,80	1,60	563,70	562,90

Visualmente se observan como arcillas marrones de mediana a alta plasticidad. Se clasifican como CH según Casagrande.

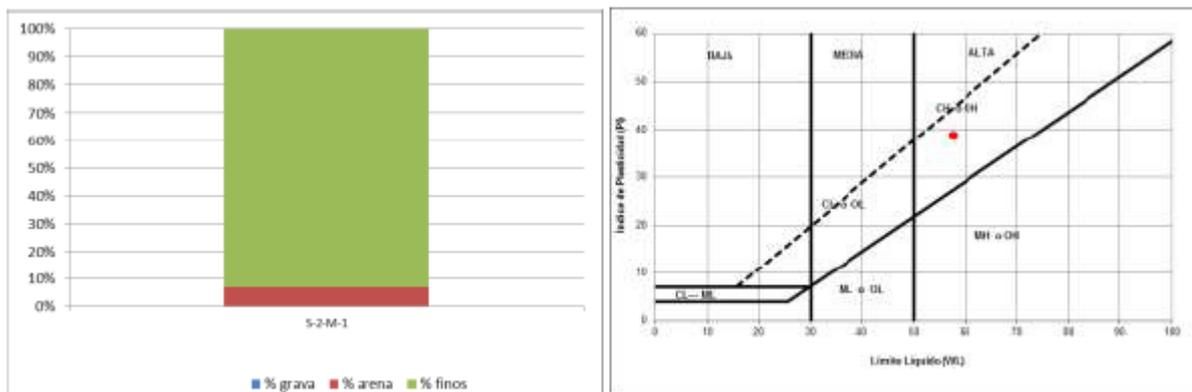


Ilustración 8: Distribución granulométrica y clasificación de Casagrande. UG 1.



Ilustración 9: Aspecto de las arcillas de la UG 3.1 en testigo de sondeo.

Su comportamiento geotécnico se ha evaluado mediante ensayos de penetración dinámica (DPSH, SPT).

Los ensayos DPSH presentan valores N20 comprendidos entre 22 y 73, con un valor promedio

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

de 46. Por su parte, los SPT dan valores comprendidos entre 52 y rechazo y valores N30 ya corregidos:

<b>Máximo</b>	<b>33</b>
<b>Mínimo</b>	28
<b>Promedio</b>	30
<b>Mediana</b>	29
<b>Des. Estándar</b>	2,3

Se adopta como valor N30 característico el promedio menos el 50% de la desviación estándar, obteniéndose N30= 29.

En suelos cohesivos, las correlaciones obtenidas a partir de los ensayos SPT deben de considerarse solamente como orientativas al obtenerse una dispersión muy importante de los resultados debidos a las presiones intersticiales que se crean durante el golpeo, así como a rozamientos parásitos que afectan a los resultados.

No obstante, puede dar una idea de su consistencia, existiendo diversas relaciones que con prudencia y la experiencia local pueden utilizarse.

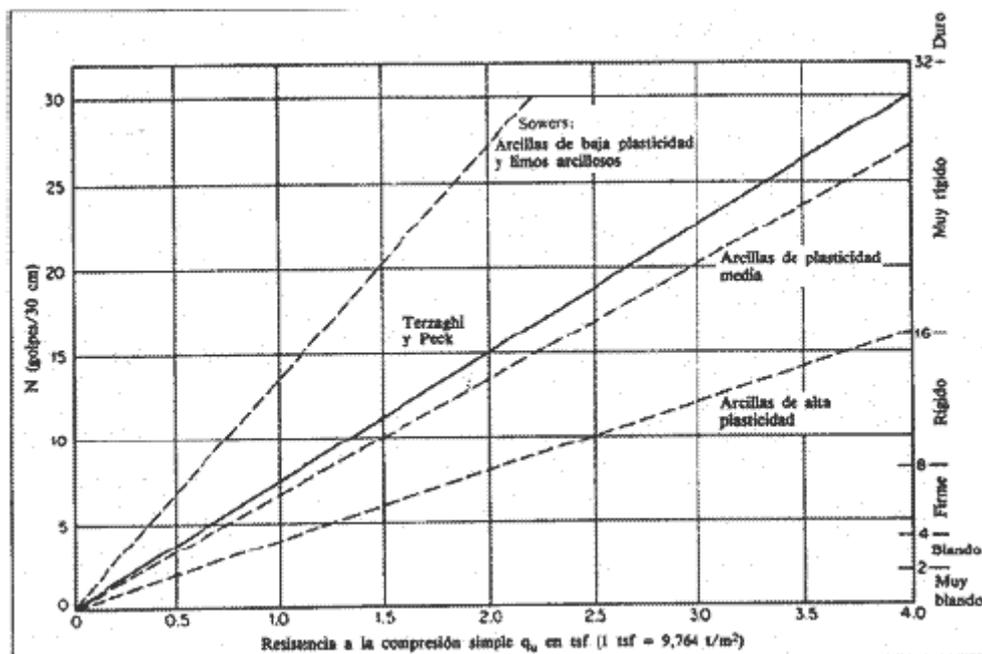


Ilustración 10:Valores de la resistencia a compresión simple a partir del SPT para suelos cohesivos. (NAVFAC 1971)

Según esta gráfica, puede correlacionarse el valor de resistencia a compresión simple qu con el valor N30 según la relación:

$$q_u = \frac{N_{30}}{C_r}$$

donde Cr toma un valor normalmente comprendido entre 7,5 y 10 para arcillas y de 14 para limos, siendo el valor más habitual en torno a 8 (Terzaghi y Peck).

A partir de los valores N30 obtenidos, pueden utilizarse diferentes correlaciones con la cohesión sin drenaje (cu):

- Stroud y Bulder, (1975): Cu = 4N KPa para N>5.
- Bowles: Cu = 5,7N.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los valores de cohesión sin drenaje  $C_u$  que pueden deducirse para un N30 característico de 29 son los siguientes:

	BOWLES	STROUD	NAVFAC	PROMEDIO
<b>Cu KPa</b>	165,0	114,6	179,0	153,0

El módulo elástico puede estimarse a partir de la cohesión sin drenaje a partir de la expresión:

$$E = a \cdot c_u$$

Donde  $a$  adopta un valor de 150 para arcillas de consistencia blanda a media y 300 para arcillas de consistencia dura (manual de ingeniería geotécnica, editorial Garceta). Adoptando de forma conservadora  $a = 250$ , se obtiene  $E = 38,2$  MPa.

A partir del módulo elástico, el módulo de balasto puede determinarse de acuerdo con la ecuación de Vogt:

$$k_{30} = 1,33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

Obteniendo:

$$K_{30} \approx 170 \text{ MN/m}^3$$

El ensayo de rotura a compresión simple no confinado realizado presenta una carga de rotura de 288 KPa, por lo que puede adoptarse  $C_u = \frac{1}{2} q_u = 144 \text{ KPa}$  y siguiendo el mismo desarrollo ya indicado anteriormente, se obtiene que  $E = 36$  MPa y  $K_{30} = 160 \text{ MN/M}^3$ , valores muy similares a los deducidos a partir de los ensayos de penetración dinámica.

A partir de los límites de Atterberg, estas arcillas se clasificarían como de expansividad media a alta (grado III).

Grado	Expansividad	Finos (%)	Límite líquido	Índice Lambe (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	Hinchamiento libre (%)
I	Baja	< 30	< 35	< 80	< 25	< 1
II	Baja a media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	Media a alta	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	Muy alta	> 95	> 65	> 230	> 300	> 10

Ilustración 11: Grados de expansividad potencial, en González de Vallejo (ingeniería geológica, 2002)

Atendiendo a los criterios de peligrosidad a partir de la expansión (Oteo, 1986) este suelo queda en sus condiciones actuales de humedad, incluido dentro del grupo II, expansividad baja a media. Con humedades inferiores, pasaría a clasificarse dentro del grupo III, expansividad media a alta.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

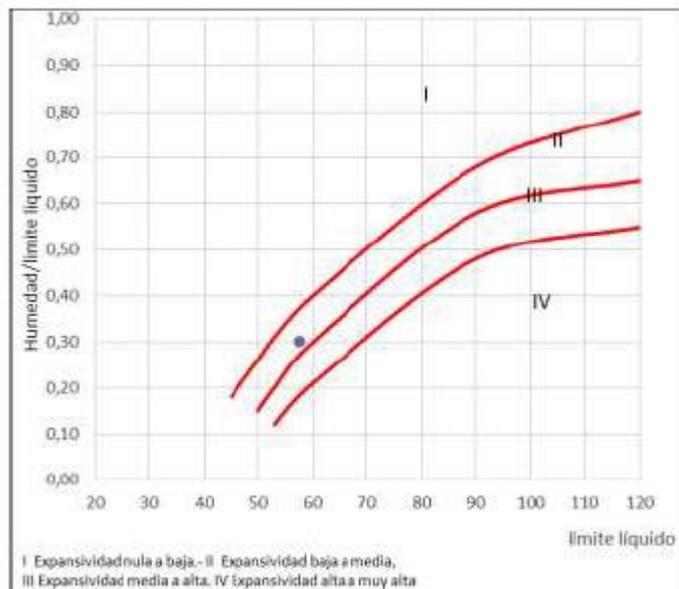


Ilustración 12: Criterio de peligrosidad por expansividad (Oteo, 1986), en González Vallejo (ingeniería geológica, 2002)

Los parámetros que pueden asociarse a estos materiales son:

CLASIFICACIÓN			
GRANULOMETRÍA	% pasa por tamiz 5 UNE		% pasa por tamiz 0,08 UNE
	100		93,1
Límites de Atterberg %	L.Líquido (Wp)	L.Plástico (WL)	I. Plasticidad (Ip)
	57,7	19,0	38,7
Clasificación S.U.C.S.	Arcillas de alta plasticidad. CH		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Cohesión, C'	15 – 20 KPa*	Ángulo de rozamiento interno $\phi'$	~ 26 – 27°
Cohesión sin drenaje (Cu)	140 – 150 KPa*		
Expansividad	Media – alta (grado II – III)		
Colapsabilidad	Nula		
Módulo de deformación, E	36 – 38 MPa *		
Módulo balasto	160 – 170 MN/m3		
Coeficiente de Poisson	0,35		
Ensayo de penetración	N20 D.P.S.H.	N30 S.P.T.	
	22 – 73 (x = 46)	52 – rechazo (x = 29 tras correcciones)	
Compresión simple	288 KPa		
Consistencia	Muy firme		
Meterización	Alta. GM V – IV.		
Excavabilidad	Fácil a media, disminuyendo con la profundidad		
PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS			
Densidad, $\gamma_d$	18 KN/m <sup>3</sup>	Humedad	17%
Permeabilidad	<10 <sup>-3</sup>		
Sulfatos solubles en agua	416 mg/kg (no agresivo al hormigón).		

\* Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en zonas próximas y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

#### 8.4 ARENISCAS Y LIMONITAS. FM HARO. UG 3.2

Se alcanza en los puntos de reconocimiento realizados a partir de las siguientes profundidades,

PUNTO	PROFUNDIDAD Techo	Cota techo
S-1	3,90	560,10

<b>S-2</b>	4,60	564,60
<b>DPSH-1</b>	1,80	563,20
<b>DPSH-2</b>	3,00	563,90
<b>DPSH-3</b>	1,60	562,90

En los ensayos DPSH, se hace correlacionar el techo del sustrato terciario con el rechazo al ensayo.

Visualmente se identifican como areniscas y limolitas de color marrón – grisáceo, GM II – I y

RQD 75 – 90%.



Ilustración 13: Aspecto de las limolitas y areniscas de la Fm Haro (UG 3.2). Fm. Haro.

Presenta rechazo sistemático a los ensayos de penetración dinámica (DPSH, SPT). Su comportamiento geotécnico se ha evaluado mediante dos ensayos de rotura a compresión simple no confinada (RCS), con cargas de rotura de 714 y 896 KPa y un valor promedio de 803 KPa. Según la clasificación del ISRM se clasificaría por lo tanto como suelo (<1MPa). No obstante, deberá de tenerse en cuenta que niveles de areniscas de la Fm Haro en zonas próximas han alcanzado rotura de compresión simple entre 10 y 20 MPa (roca blanda según ISRM)

Considerando el tramo investigado según los valores de RCS obtenidos como un suelo cohesivo, puede adoptarse una cohesión sin drenaje  $c_u \approx 400$  y un módulo elástico  $E \approx 120$

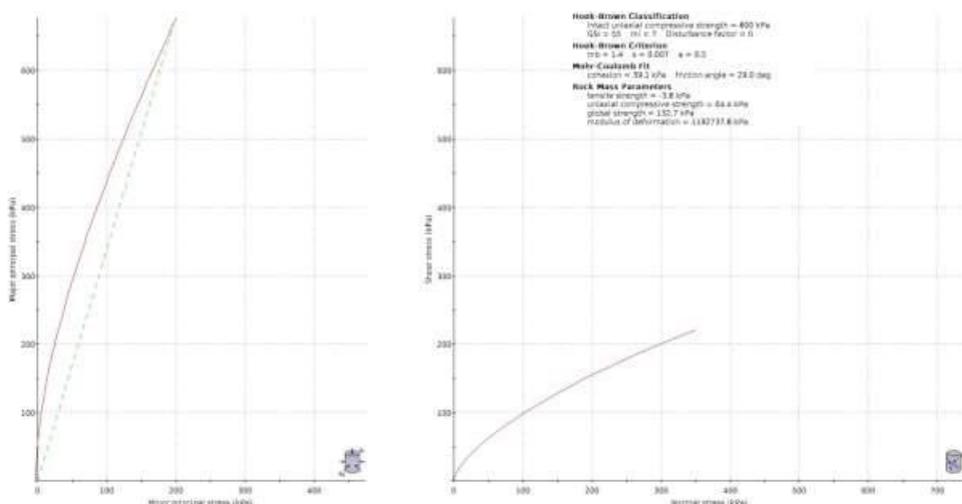
MPa, con un módulo de balasto  $K_{30} \approx 500 \text{ MN/m}^3$

$30 \approx 500 \text{ MN/m}^3$ .

El análisis mediante Rocdata permite estimar para el macizo rocoso una cohesión de 39 KPa y un ángulo de rozamiento de 29°.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO



Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

CLASIFICACIÓN			
Clasificación S.U.C.S	Sustrato rocoso (cohesivo duro/ roca muy blanda)		
Clasificación R.Q.D.	75 – 90%		
Clasificación R.M.R.	60 (clase III de Beniawsky, calidad media)		
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Cohesión, C	≈ 39 KPa	Ángulo de rozamiento interno $\Phi$	≈ 29°
Módulo de deformación, E <sub>0</sub>	≈ 120 MPa		
Módulo balasto (30 x 30 cm), Ks <sub>1</sub>	≈ 500 MN/m <sup>3</sup> *		
Ensayo de penetración	N20 D.P.S.H.		N30 S.P.T.
	Rechazo		Rechazo
Compresión simple	714 – 896 KPA (x = 800 KPA)		
Grado de meteorización de las rocas	Grado I - II		
Discontinuidades			
Apertura	Cerrada		
Rugosidad	Plana poco rugosa		
Relleno	Sin relleno		
Espacimiento	Amplio (0,6 – 2,0 m)		
Presencia de agua	Ligeramente húmeda (puede existir ocasional flujo de agua)		
PARÁMATROS FISICO - QUÍMICOS			
Densidad, $\gamma_d$	20 – 21 KN/m <sup>3</sup>	Humedad	11%
Permeabilidad	10-9 cm/s pueden existir flujos preferentes a favor de discontinuidades (diaclasas, juntas estratificació...)		
Sulfatos solubles en agua	682 – 841 mg/kg (no agresivo al hormigon)		

\* Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en zonas próximas y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

## 8.5 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

A partir de los ensayos químicos realizados sobre las muestras ensayadas y a las profundidades indicadas, se puede concluir:

Las muestras de suelos analizadas no presentan agresividad al hormigón.

El agua freática analizada presenta agresividad débil al hormigón (tipo de exposición según EHE Qa, , código estructural XA1).

## 9 CÁLCULO DE TENSIONES

Se presenta a continuación el cálculo de tensiones admisibles para los diferentes estratos atravesados. En el caso de edificios o estructuras de cierta importancia, se recomienda la realización de un estudio geotécnico en la zona concreta de actuación que cumpla con el preceptivo código técnico de la edificación y que analice concretamente la solución de cimentación más adecuada para dicha estructura.

### 9.1 LIMOS ALUVIALES. UG2.

La expresión de una cimentación directa vendrá definida por la ecuación:

$$q_h = C_k \cdot N_c \cdot d_c \cdot S_c \cdot i_c \cdot t_c + q_{0k} \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot t_q + B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot t_\gamma$$

Siendo:

- $q_h$ : La presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno.
- $q_{0k}$ : La presión vertical característica al nivel del cimiento, alrededor de éste.
- $c_k$ : El valor característico de la cohesión del terreno.
- $B$ : El ancho equivalente del cimiento.
- $\gamma_k$ : Peso específico característico por debajo del terreno de cimentación.
- $N_c, N_q, N_\gamma$ : Factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno del terreno ( $\phi$ ). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.
- $d_c, d_q, d_\gamma$ : Los coeficientes correctores o de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad.
- $s_c, s_q, s_\gamma$ : Coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento.
- $i_c, i_q, i_\gamma$ : Coeficientes de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.
- $t_c, t_q, t_\gamma$ : Coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Los parámetros característicos de la resistencia del terreno ( $c_k, \phi$ ) deben de ser representativos para cada situación de dimensionado, de la resistencia del terreno en una profundidad comprendida al menos entre vez y media y dos veces el ancho real de la cimentación ( $B$ ) a contar desde la base de ésta.

Como consideramos que el terreno es puramente cohesivo ( $\phi = 0$ ), se consideran las condiciones sin drenaje a corto plazo y por lo tanto los factores de capacidad de carga serán:

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

<b>Nc</b>	<b>5,14</b>
<b>Nq</b>	<b>1,00</b>
<b>N</b>	<b>0,00</b>

Considerando para los limos aluviales, una cohesión sin drenaje  $c_u = 46$  KPa, tenemos que: Para cimentación continua:

$$Q_h = 241 \text{ KPa,}$$

$$Q_{adm} = 80 \text{ KPa.}$$

Para zapatas cuadradas:

$$Q_h = 293 \text{ KPa,}$$

$$Q_{adm} = 95 \text{ KPa.}$$

Para la estimación de asientos se considera un modelo multicapa siguiendo el método de Steinbrenner.

Steinbrenner determinó el asiento producido en un punto situado a una profundidad "z" bajo la esquina de un rectángulo cargado, bajo la hipótesis de Boussinesq mediante la expresión:

$$S_z = \frac{q \cdot B}{2 \cdot E} (a\phi_1 - b\phi_2)$$

Siendo:

- $a = 1 - \nu^2$
- $b = 1 - \nu - 2\nu^2$

$\phi_1$  y  $\phi_2$  son unas funciones que dependen de las dimensiones del rectángulo de cimentación y de la profundidad.

Así para una capa determinada, se calcula la carga que se transmite a techo y muro de la misma, se calculan los asientos con los parámetros de esa capa. La diferencia entre los asientos que se producen a techo y muro de la capa serán los asientos debidos al estrato en cuestión. El sumatorio de los asientos de todos los estratos que constituyen el modelo da el asiento total del terreno.

La última capa viene dada bien por la presencia de un sustrato indeformable o bien por la profundidad a partir de la cual los asientos pueden considerarse despreciables. En general, se considera como tal una profundidad a partir de la cual el incremento de carga es inferior al

10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno antes de construir el edificio.

El modelo considerado en el caso que nos ocupa es el siguiente:

LITOLÓGIA	NIVEL	BASE	Z, Final	E (MPa)	Coefficiente de Poisson	COTA CIMENTACIÓN
<b>Limos</b>	2	2,7	2,1	6,9	0,35	-0.6
<b>Arcillas</b>	3,1	3,9	3,3	36	0,3	
<b>Fm Haro</b>	3,2	8	7,4	120	0,3	

Se considera que el incremento de presiones efectivas generadas por la cimentación es despreciable para profundidades superiores a 8 metros. En la práctica, en cimentaciones superficiales los espesores en suelos que se consideran como capa deformable del terreno bajo la cimentación (Boussinesq) son:

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Bajo zapatas aisladas: 2B.

Bajo zapatas corridas: 4B.

Bajo losas: B

Siendo B el ancho de la cimentación.

Los asentamientos estimados para diferentes anchos de zapata son los siguientes: Para zapata continua y una tensión de diseño de 80 KPa:

Qadm (KPa)	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Lado menor B (m)	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,00
Asientos s (mm)	11,41	12,74	13,82	14,71	15,43	16,03	16,52	17,39	17,91

Para zapata cuadrada y una extensión de diseño de 95 KPa:

Qadm (KPa)	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Anchura B (m)	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Asientos s (mm)	13,41	15,74	17,36	18,46	19,66	19,66	19,94	20,11

## 9.2 ARCILLAS TRAMO DE ALTERACIÓN. UG 3.1.

Aplicando la misma expresión de Brinch – Hansen para suelos cohesivos ya explicada en el apartado anterior, tenemos que, para una cohesión sin drenaje deducida para la unidad 3.1 de 144 KPa:

Para cimentación continua:

- $Q_h = 755$  KPa,
- $Q_{adm} = 250$  KPa.

Para zapatas cuadradas:

- $Q_h = 889$  KPa,
- $Q_{adm} = 295$  KPa.

Igualmente los asentamientos se estiman de acuerdo con el método de Steinbrenner, adoptando el siguiente perfil geotécnico:

LITOLOGÍA	NIVEL	BASE	Zi Final	E (MPa)	Coficiente de Poisson
Arcillas	3,1	3,9	3,9	36	0,3
Fm Haro	3,2	8	8	120	0,3

Para zapata continua y una tensión de diseño de 250 KPa:

Qadm (KPa)	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
Lado menor B (m)	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,00
Asientos (mm)	9,53	11,04	12,35	13,52	14,55	15,48	16,32	18,08	19,47

Para zapata cuadrada y una tensión de diseño de 295 KPa:

Qadm (KPa)	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0
Anchura B (m)	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Asientos (mm)	10,05	12,63	14,86	16,78	18,43	19,84	21,04	22,05

### 9.3 SUSTRATO TERCIARIO. FM HARO GM II – I

Las limolitas y areniscas de la FM Haro constituyen un nivel altamente competente con un comportamiento geotécnico como roca muy blanda / suelo cohesivo duro (se clasifica como suelo según ISRM).

En conjunto y aunque los ensayos de rotura a compresión simple obtenidos proporcionarían tensiones admisibles superiores, se recomienda adoptar para el sustrato terciario (Fm Haro GM II – I, UG 3.1) tensiones admisibles no superiores a 500 KPa.

## 10 TALUDES

Se ha realizado un análisis de estabilidad de taludes para la excavación de la balsa. El análisis se ha realizado mediante SLIDE 5.0, utilizando el criterio de rotura de Mohr – Coulomb y comparando diferentes métodos de análisis.

Los parámetros geotécnicos que se han adoptado para los diferentes estratos considerados son los siguientes:

LITOLOGÍA	Unidad geotécnica	$\gamma_{ap}$ KN/m <sup>3</sup>	c' KPa	$\phi'$ °
Limos	2	20	5	23
Arcillas	3.1.	21	15	26
Fm Haro	3.2.	23.5	39	29

En la zona este de la balsa (zona sondeo 1), la profundidad de excavación se limita únicamente a la profundidad de la balsa, estimándose ésta en unos 4 metros. En el sondeo 1, esta excavación afectará:

- 0,00 – 2,7 metros: Limos aluviales (UG 2).
- 2,7 – 3,9 metros: Arcillas del tramo de alteración (UG 3.1).
- A partir de 3,9 metros: Fm Haro (UG 3.2).

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para un talud 1H:1V con una altura de 4 metros, se obtiene un factor de seguridad  $F = 1,34$  (Bishop), con un círculo crítico que afecta al estrato de limos aluviales. Este talud podría considerarse adecuado a corto plazo (durante la excavación) pero no a largo plazo (se suele adoptar para taludes a largo plazo,  $F > 1,5$ ).

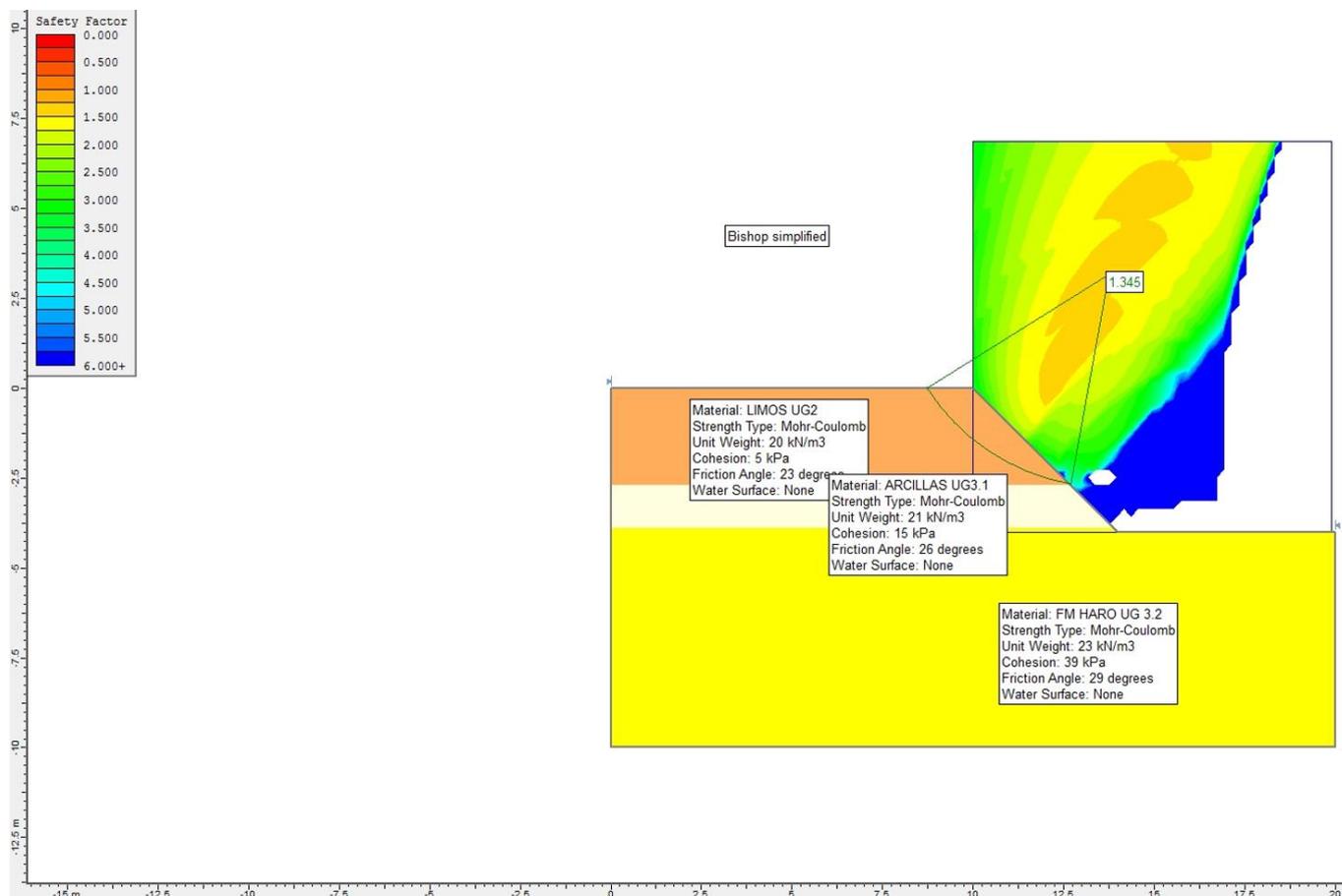


Ilustración 14: Talud 1H:1V para una altura de talud de 4 metros (zona este de la balsa, perfil sondeo 1).

Adoptando un talud 1,5H:1V para los limos aluviales (UG 2) el factor de seguridad obtenido para el círculo de rotura crítica aumenta a 1,8.

(La Rioja)

ESTUDIO GEOTÉCNICO

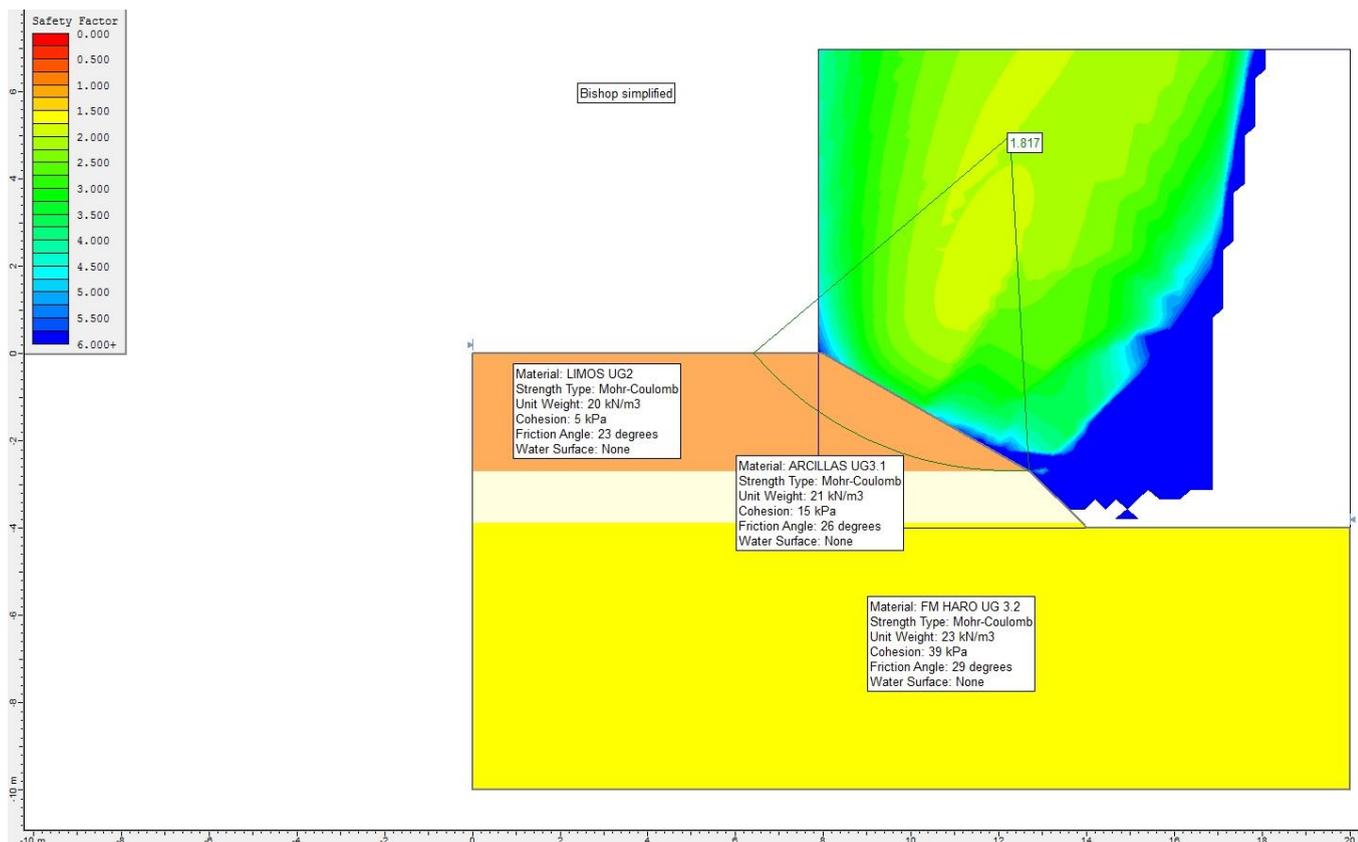


Ilustración 15: Talud 1,5H:1V para una altura de talud de 4 metros (zona este de la balsa, perfil sondeo 1).

En el sector oeste de la balsa (zona sondeo 2), la cota del terreno asciende notablemente, situándose unos 5 metros por encima de la zona este. A partir del perfil del sondeo 2, el corte de la excavación constará:

- 0,0 – 1,5 metros: Limos aluviales (UG 2).
- 1,5 – 4,6 metros: Arcillas (UG 3.1).
- >4,6 metros: Limolitas y areniscas de la Fm Haro (UG 3.2).

El análisis de talud realizado contempla la excavación hasta llegar a lo que sería la plataforma del camino perimetral de la balsa (unos 5,5 metros), analizando por lo tanto el talud final de obra que quedaría expuesto por encima de la balsa. La excavación correspondiente a la lámina de agua de la balsa previsiblemente se realizaría en su totalidad en las limolitas y areniscas de la Fm Haro (UG 3.2) y estos materiales serán estables para los taludes definitivos de la balsa (estarán entre 1H:1V, desmonte, y 2H:1V, gravas filtrantes).

El talud analizado contempla:

- 0,00 – 1,5 metros: Talud 1H:1V.
- 1,5 – 5,5 metros: Talud 2H:3V.

El factor mínimo de seguridad obtenido es de 1,51 para un círculo que atraviesa el contacto entre las unidades geotécnicas 3.1 y 3.2. Este factor de seguridad puede ser suficiente para el caso analizado. Para el caso de alturas de talud mayores, el factor de seguridad se reduciría por debajo de 1,5, siendo entonces aconsejable ir a taludes más tendidos o adopción de bermas intermedias.

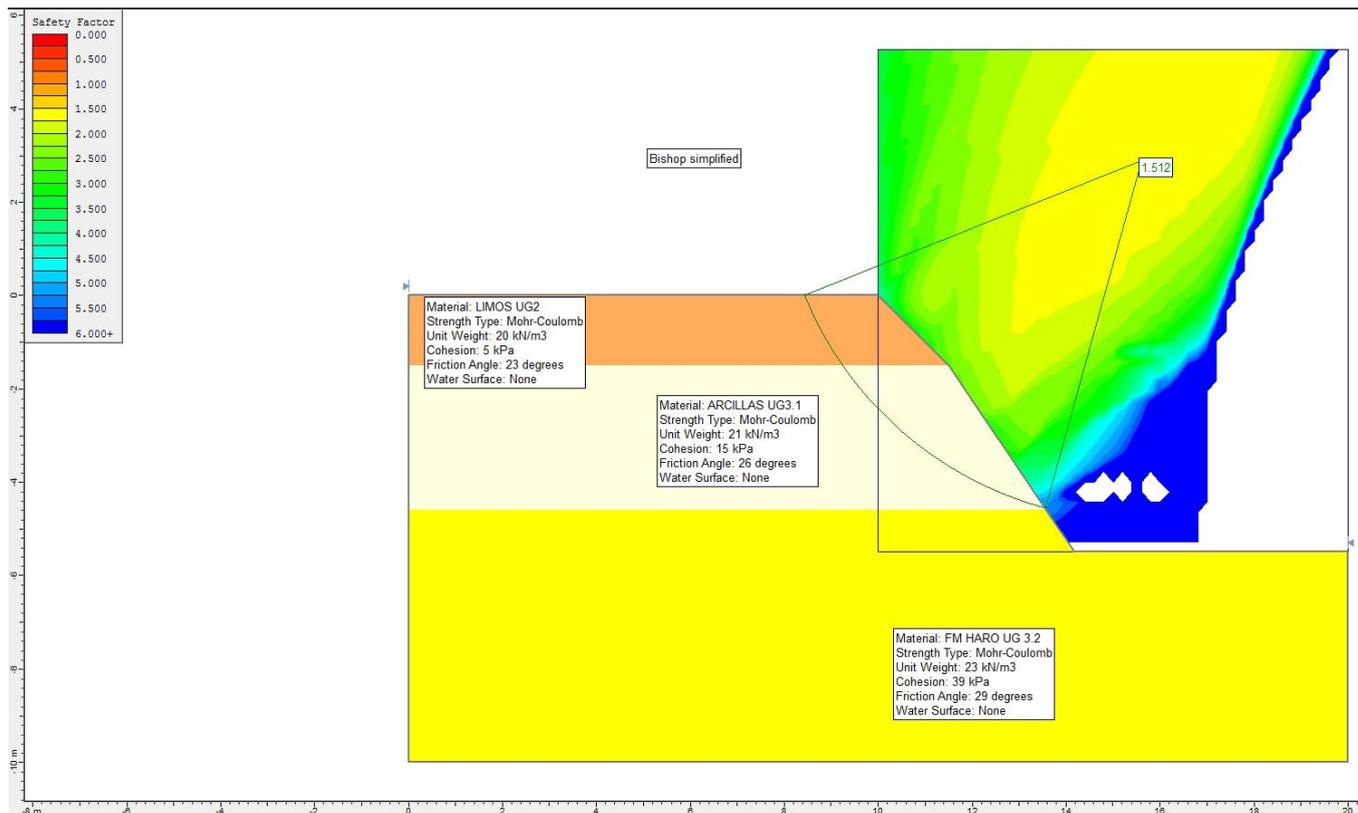


Ilustración 16: Talud oeste (perfil sondeo 2). Se estima una excavación del talud de 5,5 metros hasta a. la excavación de la balsa se realizará en su totalidad en las limolitas de la Fm Haro.

A modo de resumen, se puede adoptar por lo tanto:

- Limos aluviales (UG 2): Taludes 1H:1V para alturas no superiores a 1,5 metros y 1,5H:1V o 2H:1V para alturas hasta 3 metros:
- Arcillas tramo de alteración (UG 3.1): Taludes 2H:3V para alturas de talud hasta 4,5 metros.
- Areniscas y lutitas (UG 3.2): Taludes 3H:1V para alturas de talud de hasta 6 metros.

En general, todos los materiales que constituyen el perfil del talud son muy alterables, recomendándose la realización de cunetas de drenaje en cabeza de talud que evacúen las aguas de precipitaciones y escorrentía y eviten su entrada en el talud, lo que podría dar lugar con el tiempo a erosiones, alteraciones y descalces que afecten a su estabilidad.

## 11 EXCAVABILIDAD

La excavabilidad se puede valorar:

- Limos aluviales (UG 2). Fácil, podrá realizarse mediante medios convencionales (máquinas retroexcavadoras, cargadoras, traillas, etc.).
- Arcillas tramo de alteración (UG 3.1): Fácil a techo, evolucionando a media hacia la base, conforme disminuye el grado de alteración. Podrá realizarse mediante medios convencionales de media – alta potencia.
- Limolitas y areniscas de la Formación Haro (UG 3.2). Difícil, deberá preverse el empleo de maquinaria específica de alta potencia para la excavación y destroza (martillo hidráulico). Habitualmente, estos materiales se encuentran en el rango de ripabilidad para tractores con potencias de 300 equipados con un ripper. Localmente pueden aparecer niveles de areniscas más cementadas que quedan en el rango marginal o no ripable. Para una adecuada valoración de la ripabilidad del sustrato terciario, sería recomendable la realización de sísmica de refracción, que permite una buena correlación de la velocidad de las ondas p con la ripabilidad del material.

## 12 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- A solicitud de 1A Ingenieros, se realiza el estudio geotécnico para la construcción de una balsa para riego en el término municipal de Zarratón (La Rioja).
- Siguiendo indicaciones de la ingeniería del proyecto, se han realizado:
  - 2 sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de muestra.
  - 3 pruebas de penetración dinámica superpesada, según Norma UNE – ENE ISO
- Según la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de
- 11 de octubre de 2002), la aceleración básica de cálculo es  $<0,04g$ , por lo que no es obligatoria la aplicación de medidas correctoras de las acciones sísmicas para la construcción que nos ocupa.

De acuerdo con el documento básico HS salubridad, HS6 protección frente a la exposición al radón, el municipio de Zarratón se encuentra incluido dentro de la zona I, por lo que se deberá disponer de una barrera de protección con las características indicadas en el apartado 3.1 del documento HS6 del código técnico de la edificación, entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

- El perfil litológico que se observa en el sondeo realizado está compuesto por los siguientes niveles litológicos.

U.G	Litologías	Sondeo	Prof. (m)	
1	Suelo / terreno cultivado.  Arcillas y limos de color marrón, algún canto disperso, restos vegetales y acción radicular	S-1	0,00-0,50	
		S-2	0,00-0,40	
2	Cuaternario. Terraza aluvial.  Limos, algo arenosos, de color marrón claro, no plásticos o de baja plasticidad, consistencia medianamente firme a firme.  En el sondeo 2, en la base, presentan algo de grava y arena.	S-1	0,50-2,70	
		S-2	0,40-1,50	
3	Sustrato terciario. Formación Haro.	3.1	2,70-3,90	
		Arcillas marrones grisáceas, de mediana a alta plasticidad y consistencia muy firme a dura. Tramo de alteración del sustrato terciario, GM V – IV.	S-2	1,50-4,60
		3.2	>3,90	
		Alternancia de limonitas y areniscas de grano fino de color marrón grisáceo con argilitas (margas arcillosas) marrones – rojizas. RQD 75 – 90, GM II – I con intercaladores GM III.	S-2	>4,60

- Durante la realización de los trabajos de campo se ha identificado la presencia de nivel de agua en el sondeo 1, a una profundidad de 1,80 metros (sobre cota 562,2).

- Para el diseño de cimentaciones, se recomienda adoptar:
  - Limos aluviales (UG 2):  
Para cimentación continua:
    - $Q_h = 241$  KPa,
    - $Q_{adm} = 80$  KPa.Para zapatas cuadradas:
    - $Q_h = 293$  KPa,
    - $Q_{adm} = 95$  KPa.
  - Arcillas (UG 3.1):  
Para cimentación continua:
    - $Q_h = 755$  KPa,
    - $Q_{adm} = 250$  KPa.Para zapatas cuadradas:
    - $Q_h = 889$  KPa,
    - $Q_{adm} = 295$  KPa.
  - Limolitas y areniscas de la Fm Haro (UG 3.2): tensiones admisibles no superiores a 500 KPa.
- Para la ejecución de taludes temporales, se puede considerar:
  - Limos aluviales (UG 2): Taludes 1H:1V para alturas no superiores a 1,5 metros y 1,5H:1V para alturas hasta 3 metros.
  - Arcillas tramo de alteración (UG 3.1): Taludes 2H:3V para alturas de talud hasta 4,5 metros.
  - Areniscas y lutitas (UG 3.2): Taludes 3H:1V para alturas de talud de hasta 6 metros.
- La excavabilidad se puede valorar:
  - Limos aluviales (UG 2). Fácil, podrá realizarse mediante medios convencionales (máquinas retroexcavadoras, cargadoras, traíllas, etc.).
  - Arcillas tramo de alteración (UG 3.1): Fácil a techo, evolucionando a media hacia la base, conforme disminuye el grado de alteración. Podrá realizarse mediante medios convencionales de media – alta potencia.
  - Limolitas y areniscas de la Formación Haro (UG 3.2). Difícil, deberá preverse el empleo de maquinaria específica de alta potencia para la excavación y destroza (martillo hidráulico). Habitualmente, estos materiales se encuentran en el rango de ripabilidad para tractores con potencias

de 300 equipados con un escarificador. Localmente pueden aparecer niveles de areniscas más competentes que quedan en el rango marginal o no ripable.

- A partir de los ensayos químicos realizados sobre las muestras ensayadas y a las profundidades indicadas, se puede concluir:
  - Las muestras de suelos analizadas no presentan agresividad al hormigón.
  - El agua freática analizada presenta agresividad débil al hormigón (tipo de exposición según EHE Qa, , código estructural XA1).
- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de excavación y adecuación de la parcela mediante un seguimiento por técnico especializado, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.
- Los resultados y conclusiones reflejados en el presente documento carecen de validez técnica y aplicación para parcelas o terrenos colindantes, no incluidos en este estudio.
- Se podrán disponer de cunetas de guarda en cabecera de talud o de berma intermedia en las zonas que así lo precisen, en función del espesor de los estratos que se determine durante la excavación. Se observará la profundidad del nivel freático y un técnico competente valorará la estabilidad de los taludes durante los trabajos, estableciendo distancias de seguridad.

### 13 LIMITACIONES DE ESTUDIO

Para la confección de este informe y siguiendo indicaciones de la ingeniería, se han realizado 2 sondeos y tres penetrómetros. Además se ha realizado un reconocimiento en campo de la parcela.

Con posterioridad y una vez realizados todos los ensayos de campo se han elaborado los correspondientes ensayos de laboratorio a las muestras seleccionadas, correspondiendo en este caso a los ensayos que se pueden observar en el cuadro del apartado 7.3.

La sección realizada, así como la testificación de los sondeos, constituyen una interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de campo. De este modo asumimos esta interpretación como la más razonable, dentro de las limitaciones existentes por el carácter puntual de los reconocimientos realizados, lo que implica la existencia de otras interpretaciones posibles.

Este informe se realiza a partir de los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, de tal modo que los mismos han sido interpretados y correlacionados a toda el área de estudio. Existen puntos de la parcela en los que no se han realizado reconocimiento y que por lo tanto no se encuentran definidos, por lo que es probable que existan variaciones asumibles. No se prevé el empleo de terrenos procedentes de préstamos, aprovechando los materiales de características óptimas, extraídos en la excavación del desmonte, para la conformación del terraplén. En caso de precisar de material procedente de préstamos o canteras, se procederá a su caracterización previa.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.



# **ANEJO. COMPROBACIÓN TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL**

---

## **ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO DEL RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE TALUDES .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>MODELIZACIÓN DE TALUDES.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.1</b>	<b>TALUD DE DESMONTE.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2</b>	<b>TALUD BALSA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2.3</b>	<b>RESUMEN. FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES. ....</b>	<b>15</b>

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

## 1 ANTECEDENTES

Se anexa el siguiente informe para da completar los datos los cálculos del anejo de taludes, (teniendo en cuenta la lámina geotextil que cubre la balsa), dónde, en dicho informe, se caracterizaba el perfil geotécnico del terreno en la zona de la balsa, consistentes en 2 sondeos de reconocimiento y 3 ensayos de penetración dinámica continua, además de los correspondientes ensayos de laboratorio para caracterización de las diferentes litologías identificadas.

Con fecha septiembre de 2022, se solicita por parte de 1A ingenieros, el análisis de estabilidad de los taludes de proyecto de la balsa, tanto de desmonte como del vaso de la balsa. Con tal fin, se facilita el perfil – tipo de proyecto.

## 2 OBJETIVO DEL RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

El objetivo de este estudio geotécnico es determinar el factor de seguridad de los taludes de proyecto.

## 3 ANÁLISIS DE TALUDES

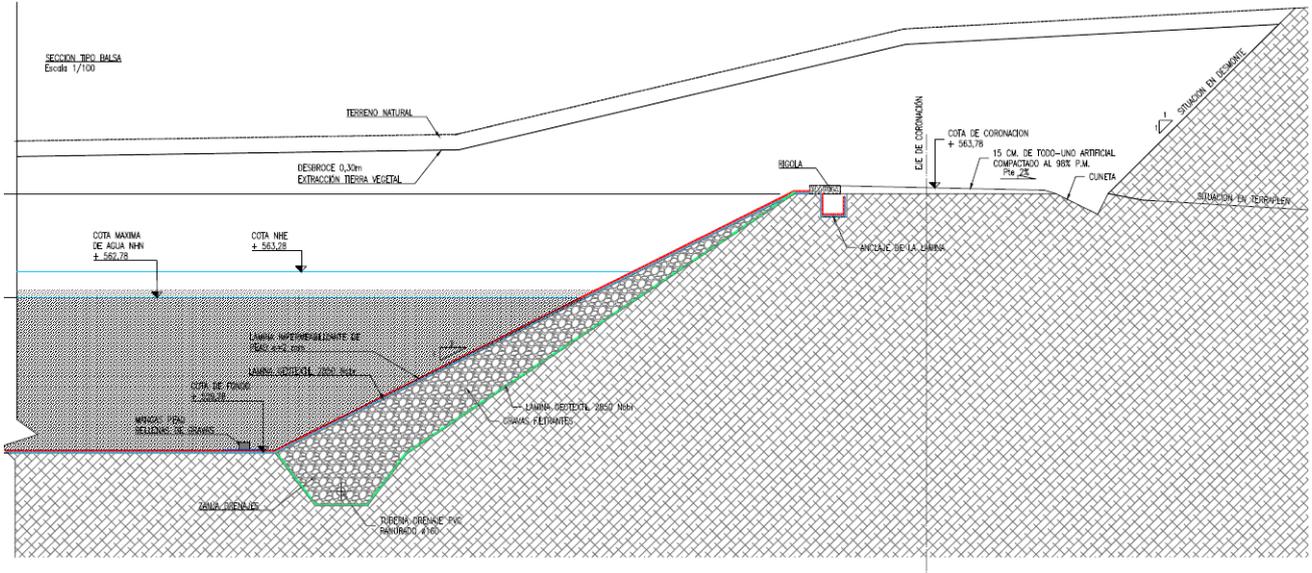
El perfil –tipo facilitado para la realización del análisis es el que se recoge en la siguiente figura.

En él se observa un talud en desmonte 1H:1V de una altura máxima de unos 4,2 metros hasta el camino perimetral de la balsa, con una anchura de unos 6 metros, que cuenta con una cuneta perimetral a pie de talud. Se podrá disponer también de cuneta de cabecera de talud. Posteriormente, el talud excavado del vaso de la balsa desciende otros 4 metros con pendiente 1H:1V. Adosado al talud (mediante lámina geotextil) se coloca un filtro de grava con drenaje basal con pendiente 2H:1V. La altura de lámina de agua es de 3 metros.

La situación de los sondeos realizados en el estudio geotécnico respecto a la planta definitiva de la balsa es la siguiente:

*Ilustración 1 Perfil - tipo. Balsa de Zarratón*

**ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
 TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL**



ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN
   
 TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

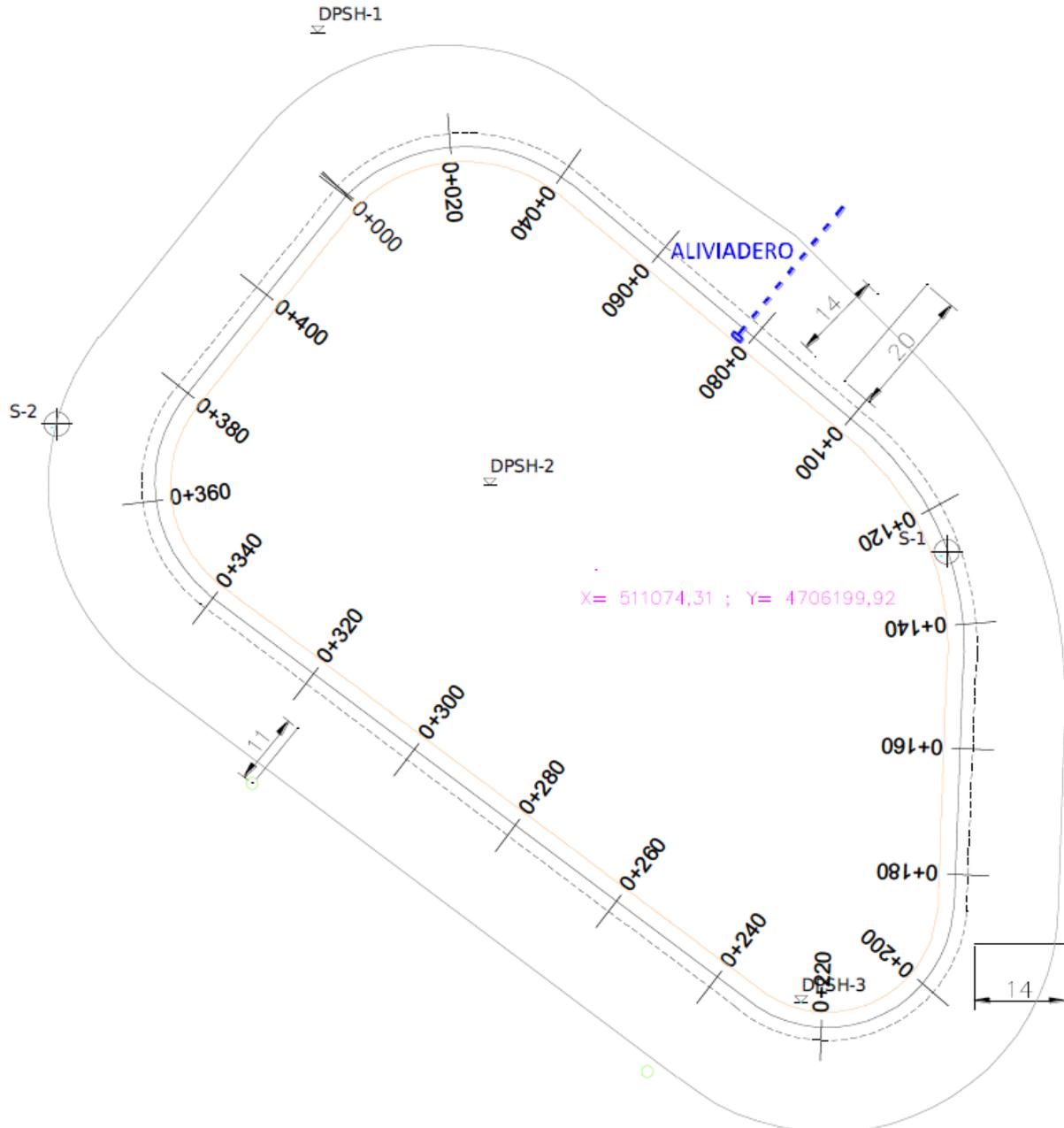


Ilustración 2 Situación de sondeos respecto a la planta de la balsa.

Se observa por lo tanto que el sondeo 2 se correspondería (aproximadamente) con el situado en la zona de mayor desmonte de la balsa (zona alta del talud). Su perfil litológico, tal y como se refleja en el informe del estudio geotécnico, es el siguiente:

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

U.G.	Litologías	Sondeo	Prof. (m)
1	Suelo / terreno de cultivo. Arcillas y limos de color marrón oscuro, algún canto disperso, restos vegetales y acción radicular.	S-2	0,00-0,40
2	Cuaternario. Terraza aluvial. Limos, algo arenosos, de color marrón claro, no plásticos o de baja plasticidad, consistencia medianamente firme a firme. En el sondeo 2, en la base, presentan algo de grava y arena.	S-2	0,40-1,50

U.G.	Litologías	Sondeo	Prof. (m)
3	Sustrato terciario. Formación Haro.		
3.1	Arcillas marrones grisáceas, de mediana a alta plasticidad y consistencia muy firme a dura. Tramo de alteración del sustrato terciario, GM V – IV.	S-2	1,50-4,60
3.2	Alternancia de limolitas y areniscas de grano fino de color marrón grisáceo con argilitas (margas arcillosas) marrones – rojizas. RQD 75 – 90, GM II – I, con intercalaciones GM III.	S-2	>4,60

El perfil litológico extrapolado a partir de dicho sondeo sería el siguiente:

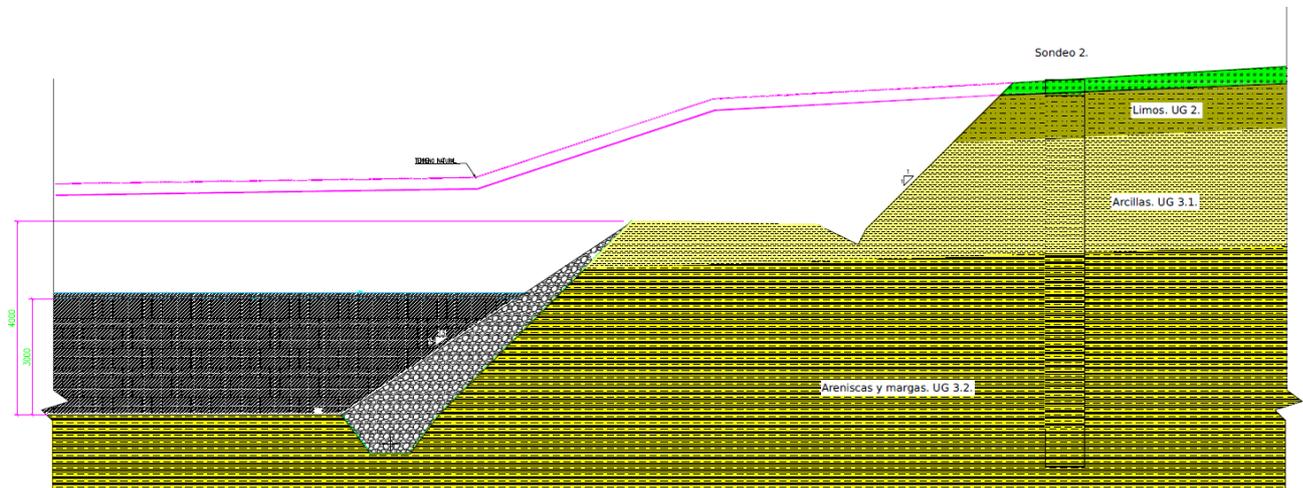


Ilustración 3 Perfil litológico tipo. Balsa de Zarratón

El talud de desmonte hasta el camino perimetral está excavado en los limos aluviales (UG 2) y el tramo arcilloso del sustrato terciario (UG 3.1). El vaso quedaría en estas condiciones excavado en su totalidad en las areniscas y margas de la Fm Haro (UG 3.2).

3.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO

Los parámetros geotécnicos principales de las 3 unidades diferenciadas en el estudio geotécnico quedan ya definidos en el estudio geotécnico, adoptándose los siguientes valores:

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

Litología	Unidad geotécnica	$\gamma_{ap}$ KN/m <sup>3</sup>	c' KPa	$\phi'$ °
Limos	2	20	5	23
Arcillas	3.1.	21	15	26
Fm Haro	3.2	23.5	39	29

Con respecto a las gravas de drenaje que quedan adosadas al talud de excavación del vaso de la balsa, se corresponderá con grava exenta de finos o con pocos finos procedente de la excavación del desmonte, siendo el Director de Obra quien establezca las características del material durante los trabajos. Puede estimarse un suelo tipo GP-GW.

En caso de precisar de material procedente de préstamos o canteras, se procederá a su caracterización previa.

En la siguiente tabla (Ilustración 4) del NAVFAC (1971) tomada del manual de ingeniería de taludes del IGME, se indica que el ángulo de rozamiento efectivo interno,  $\phi'$ , para gravas GP y GM se sitúa en torno a 37 – 38°

Tabla V.8  
PROPIEDADES TÍPICAS DE SUELOS COMPACTADOS  
(NAVFAC, 1971)

Símbolo del grupo	Tipo de suelo	Cohesión (compactado) t/m <sup>2</sup>	Cohesión (saturado) t/m <sup>2</sup>	Angulo roza. int. efect. $\phi'$ grados	tg $\phi'$
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena	0	0	> 38°	> 0,79
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena	0	0	> 37°	> 0,74
GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo mal graduadas			> 34°	> 0,67
GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla mal graduadas			> 31°	> 0,60
SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava	0	0	38°	0,79
SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava	0	0	37°	0,74
SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo mal graduadas	5,13	2,05	34°	0,67
SM-SC	Mezclas de arena-limo-arcilla con finos poco plásticos	5,13	1,46	33°	0,66
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla	7,57	1,12	31°	0,60
ML	Limos inorgánicos y limos arcillosos	6,83	0,93	32°	0,62
ML-CL	Mezcla de limo inorgánico y arcilla	6,59	2,24	32°	0,62
CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana	8,79	1,32	28°	0,54
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas	—	—	—	—
MH	Limos arcillosos inorgánicos, suelos limosos	7,32	2,05	25°	0,47
CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas	10,5	1,12	19°	0,35
OH	Arcillas orgánicas y arcillas limosas	—	—	—	—

Ilustración 4 Propiedades de suelos compactados (NAVFAC, 1971, tomado de Manual de Taludes del IGME.

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

En la Ilustración 5, también tomada del Manual de ingeniería, se presentan los ángulos de rozamiento para diferentes tipos de suelos en función de la compacidad del material.

**Tabla V.6**  
**PROPIEDADES COMUNES DE LOS SUELOS NO COHESIVOS (HUNT, 1984.**  
**Cortesía de McGraw-Hill)**

Material	Compacidad	$D_r$ (%)	$N$ (1)	Densidad seca (2) $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Índice de poros $e$	Ángulo de rozamiento interno
GW: Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena	Densa	75	90	2,21	0,22	40
	Medianamente densa	50	55	2,08	0,28	36
	Suelta	25	< 28	1,97	0,36	32
GP: Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena	Densa	75	70	2,04	0,33	38
	Medianamente densa	50	50	1,92	0,39	35
	Suelta	25	< 20	1,83	0,47	32
SW: Arenas bien graduadas, arenas con grava	Densa	75	65	1,89	0,43	37
	Medianamente densa	50	35	1,79	0,49	34
	Suelta	25	< 15	1,70	0,57	30
SP: Arenas mal graduadas, arenas con grava	Densa	75	50	1,76	0,52	36
	Medianamente densa	50	30	1,67	0,60	33
	Suelta	25	< 10	1,59	0,65	29
SM: Arenas limosas	Densa	75	45	1,65	0,62	35
	Medianamente densa	50	25	1,55	0,74	32
	Suelta	25	< 8	1,49	0,80	29
ML: Limos inorgánicos, arenas muy finas	Densa	75	35	1,49	0,80	33
	Medianamente densa	50	20	1,41	0,90	31
	Suelta	25	< 4	1,35	1,00	27

(1)  $N$  es el número de golpes por 30 cm de penetración en el SPT. La Tabla V.5 relaciona  $D_r$  y  $N$ .  
(2) Los valores corresponden a  $\gamma_s = 2,65$  (partículas de cuarzo).

Ilustración 5 Parámetros geotécnicos para gravas y mezclas grava - arena (NAVFAC, 1971, tomado de Manual de Taludes del IGME).

De esta forma, se observa que para suelos GP o GW, con una compacidad medianamente densa, los ángulos de rozamiento estimados se sitúan en torno a 35 – 36° con densidades en torno a 19 – 20 KN/m<sup>3</sup>.

Se considera adecuado por lo tanto adoptar para las gravas un ángulo de rozamiento de 36°.

De esta forma, los valores característicos que se adoptan para cada una de las unidades litológicas observadas son las siguientes:

Litología	Unidad geotécnica	$\gamma_{ap}$ KN/m <sup>3</sup>	$c'$ KPa	$\phi'$ °
Gravas	Drenaje	20	1	36
Limos	2	20	5	23
Arcillas	3.1.	21	15	26
Fm Haro	3.2	23.5	39	29

### 3.2 MODELIZACIÓN DE TALUDES

El análisis de estabilidad de los taludes se ha realizado mediante programa SLIDE 5.0 según el criterio de rotura de Mohr – Coulomb y utilizando el método de Bishop simplificado. No se ha considerado en el análisis el efecto sísmico, al situarse en zona sin riesgo sísmico ( $ab < 0,04g$ ).

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

Se han analizado por separado el talud de desmonte que queda sobre la plataforma de la balsa (talud desmonte) y el talud del vaso de la balsa (talud balsa).

Con los referidos análisis se obtiene el factor de seguridad de los taludes analizados. El Factor de Seguridad (F) **expresa la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las inestabilizadoras**. Valores de F superiores a 1 indican condiciones estables, y valores menores de 1 indican condiciones inestables. Cuando F = 1 la ladera o el talud se encuentra en el punto de rotura.

En la Ilustración 6 se presentan los factores de seguridad mínimos que se deben de cumplir en los principales documentos geotécnicos en España.

Combinación de acciones	ROM 0.5-05	Guía Cimentaciones Obras de Carreteras	Código Técnico Edificación
Cuasi-permanente	1,4	1,5	1,8
Fundamental	1,3	1,3	(1)
Accidental o sísmica	1,1	1,1	1,2

Nota 1: El Código Técnico de la Edificación distingue únicamente entre situaciones persistentes o transitorias (FS = 1,8) y situaciones extraordinarias (FS = 1,2)

Ilustración 6 Valores del factor de seguridad para el ELU de estabilidad global en diferentes documentos

En la Ilustración 7 se indican los coeficientes parciales  $\gamma_M$  aplicables a los parámetros geotécnicos, en situaciones persistentes, transitorias y accidentales, en la comprobación del estado límite último de estabilidad global según el anejo nacional del Eurocódigo 7.

Estado Límite Último	Actuación	Situación de proyecto <sup>(1)</sup>	$\gamma_M$			
			$c^{(2)}$	$tg\phi^{(2)}$	$c_u^{(2)}$	$\gamma_{ap}$
Estabilidad global sin estructura en coronación o talud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taludes de desmonte de nueva ejecución <sup>(3)</sup></li> <li>Rellenos compactados (tipo terraplén, pedraplén y todo-uno)</li> <li>Infraestructuras hidráulicas de menor importancia (pequeñas presas y balsas clasificadas como C)</li> </ul>	Persistente	1,40	1,40	1,40	1,0
		Transitoria	1,25	1,25	1,25	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0
Estabilidad global con estructura	Estructuras en obras viarias	Persistente	1,50	1,50	1,50	1,0
		Transitoria	1,50	1,50	1,50	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

en coronación o talud <sup>(4)</sup>	Estructuras en obras marítimas o portuarias	Persistente	1,40	1,40	1,40	1,0
		Transitoria	1,40	1,40	1,40	1,0
		Accidental	1,15	1,15	1,15	1,0
	Estructuras de edificación	Persistente	1,80	1,80	1,80	1,0
		Transitoria	1,80	1,80	1,80	1,0
		Accidental	1,30	1,30	1,30	1,0

**Notas aclaratorias:**

**Nota 1:** La situación persistente se debe entender como la situación correspondiente a las condiciones normales durante la vida útil de diseño. La situación transitoria corresponde a las fases de construcción o a taludes y terraplenes provisionales. Por su parte, en el estado límite último de estabilidad global de estructuras, se utilizarán, como cargas actuantes en el cálculo, las correspondientes a dicha situación transitoria [Cláusulas 1.5.2.3 y 1.5.2.4 de UNE-EN 1990].

**Nota 2:** Los valores de los coeficientes parciales  $\gamma_M$  correspondientes a  $c'$ ,  $\text{tg } \varphi'$  y  $c_u$  podrán reducirse hasta un 7%, cuando las repercusiones sociales, ambientales y económicas de la rotura sean reducidas.

**Nota 3:** La comprobación de la seguridad de la reparación de taludes, cuando los parámetros del terreno se obtengan mediante "cálculos retrospectivos de estabilidad", con toma de nuevos datos in situ, se puede realizar con valores inferiores a los indicados en esta tabla [Cláusula 11.5.1.(8) de UNE-EN 1997-1].

**Nota 4:** El equilibrio global de una obra o estructura situada sobre una ladera natural, cuyas condiciones iniciales de estabilidad sean precarias, debe considerarse una actuación de Categoría Geotécnica 3, por lo que estos valores pueden no ser de aplicación. [Cláusula 2.1.(21) de UNE-EN 1997-1].

Ilustración 7 Coeficientes parciales. Anejo nacional eurocódigo 7.

Considerando el tipo de balsa (en principio tipología C, balsas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas), el factor de seguridad F a considerar según el anejo nacional sería de 1,4.

No obstante, para la adopción del factor de seguridad mínimo a considerar se tendrán en cuenta otros factores, además de los meramente geotécnicos.

### 3.2.1 TALUD DE DESMONTE

El talud de desmonte del terreno natural tiene una altura máxima de unos 4 – 4,5 metros con talud 1H:1V. El perfil deducido a partir del sondeo de reconocimiento que se aplica a dicho desmonte es;

- 0,0 – 1,50: Limos arenosos. UG 2.
- 1,50 – 4,60: Arcillas marrones grisáceas. UG 3.1.
- >4,60: Margas y areniscas. UG 3.2.

En principio, las margas y areniscas no llegarían a aflorar en el desmonte. En caso de que llegaran a aflorar y teniendo en cuenta que constituyen el sustrato geotécnico de la zona de estudio (sustrato rocoso, GM II – I), no influirían en el análisis de estabilidad, contribuyendo realmente a un aumento del factor de seguridad final.

El análisis realizado denota un círculo de rotura crítico que afectaría únicamente al nivel superior de limos, con un  $F=1,8$ .

(La Rioja)

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

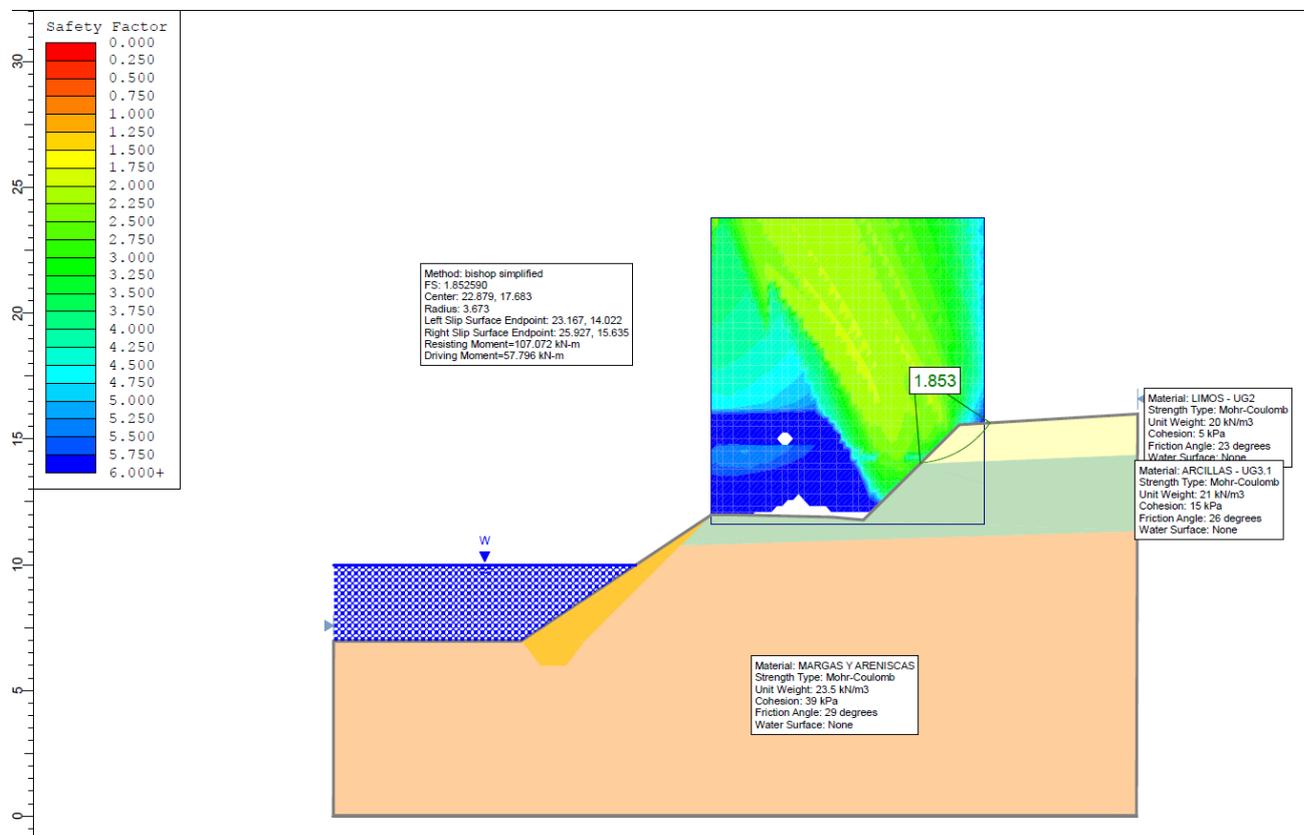


Ilustración 8 Análisis de talud desmonte

### 3.2.2 TALUD BALSA

El vaso de la balsa se encuentra excavado prácticamente en su totalidad sobre las limolitas y areniscas de la Fm Haro (UG 3.2.), con un talud temporal 1H:1V. adosado a este talud se coloca un revestimiento de tipo escollera (grava filtrante) con talud definitivo 2H:1V, con un drenaje basal. Si bien se comprueba la validez de un talud de 1,5H:V. Todo el vaso de la balsa se encuentra impermeabilizado

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
 TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

mediante lámina. Si se considera las gravas en estado seco (sin nivel freático, drenaje funcionando correctamente y lámina impermeabilizante intacta), el factor de seguridad F obtenido es de 1,6 (Ilustración 9).

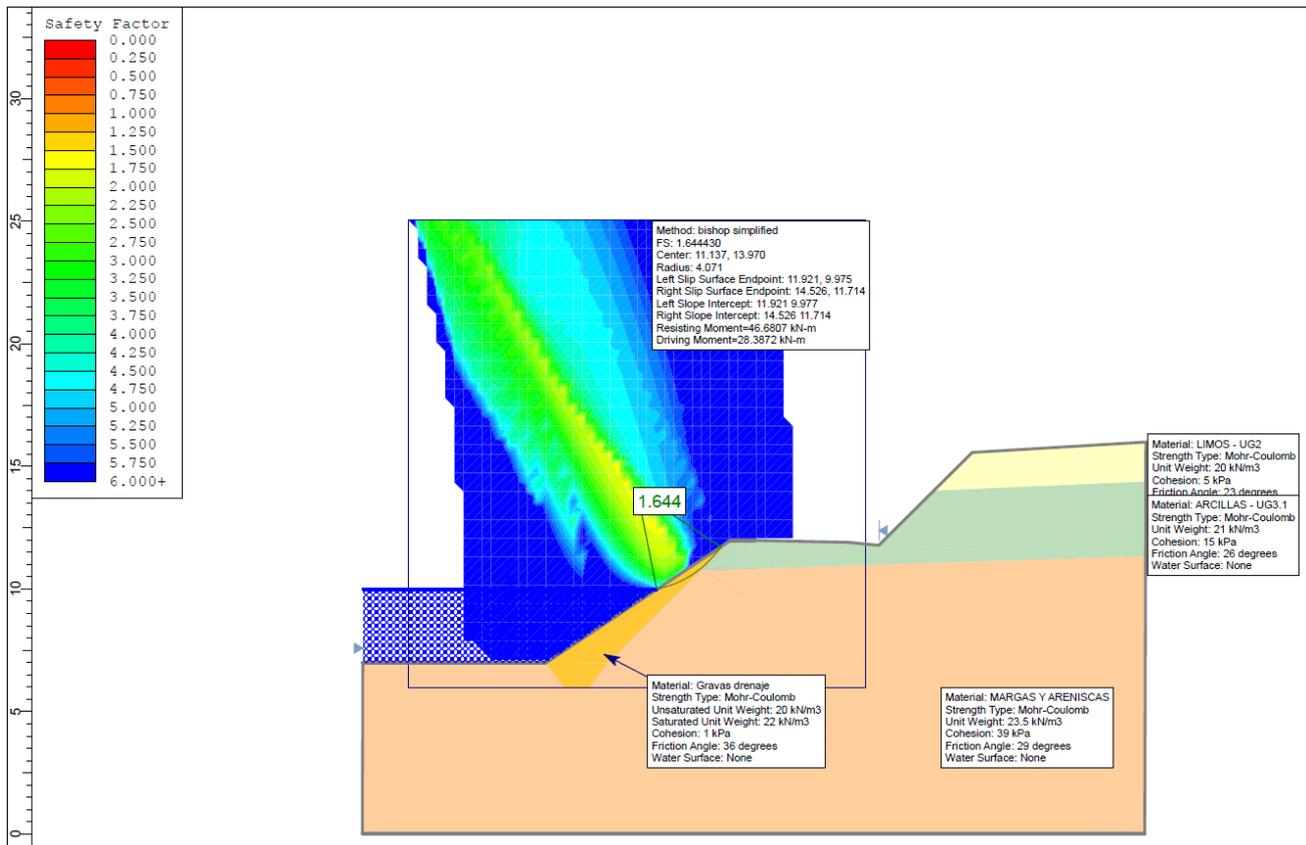


Ilustración 9 Análisis de talud, sin nivel freático en las gravas de drenaje.

**ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
 TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL**

Se realiza también el análisis en el supuesto de un fallo del drenaje de gravas y presencia de nivel de agua en las gravas hasta alcanzar el nivel máximo de lámina de agua de la balsa (rotura de la lámina impermeabilizante). En estas condiciones, el factor de seguridad se reduce a 1,49 (Ilustración 10).

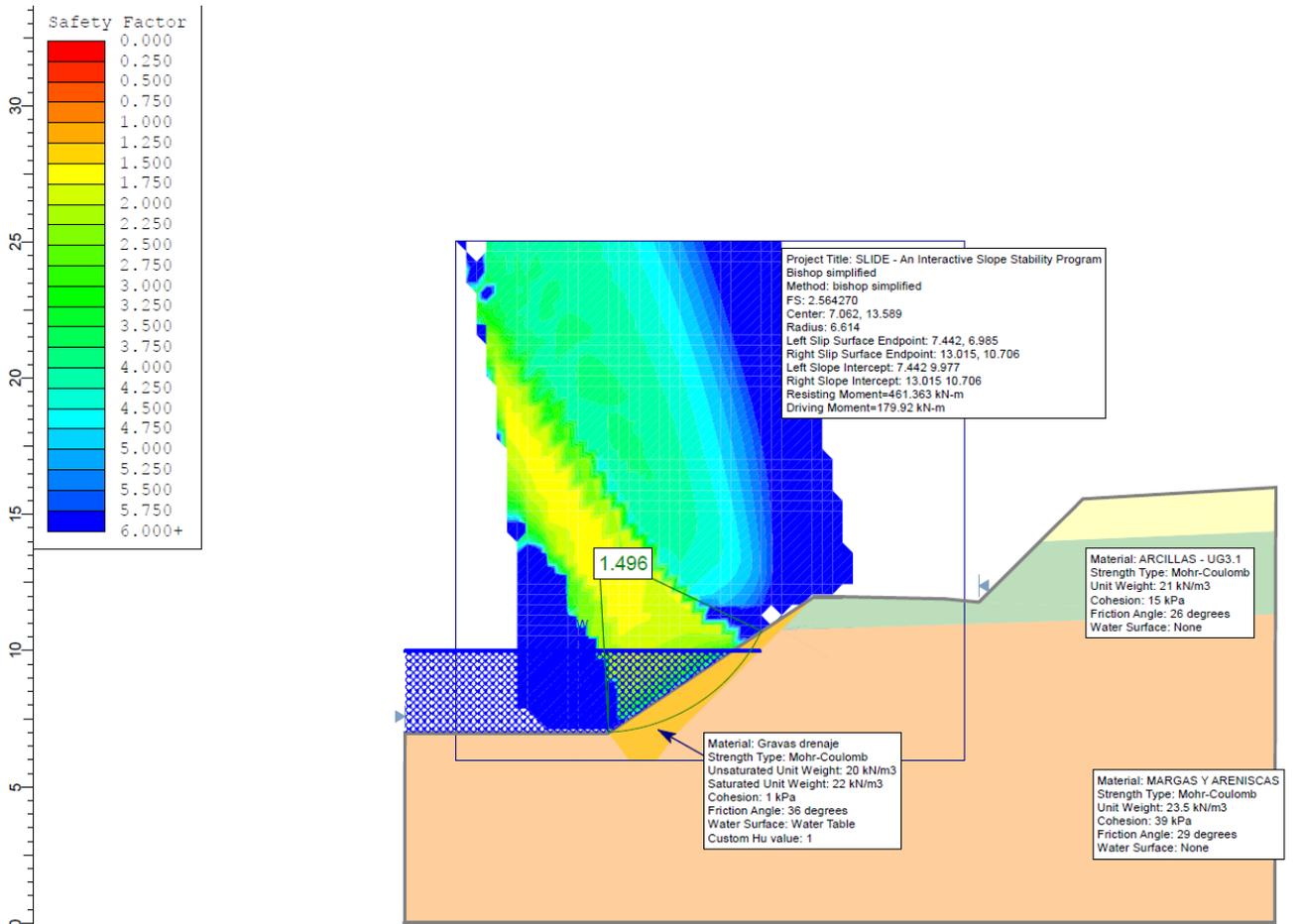


Ilustración 10 Análisis de talud, Gravas con nivel de agua

(La Rioja)

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

Finalmente se realiza el análisis del talud en caso de balsa vacía. En estas condiciones, el factor de seguridad que se obtiene es de 1,36 (Ilustración 11).

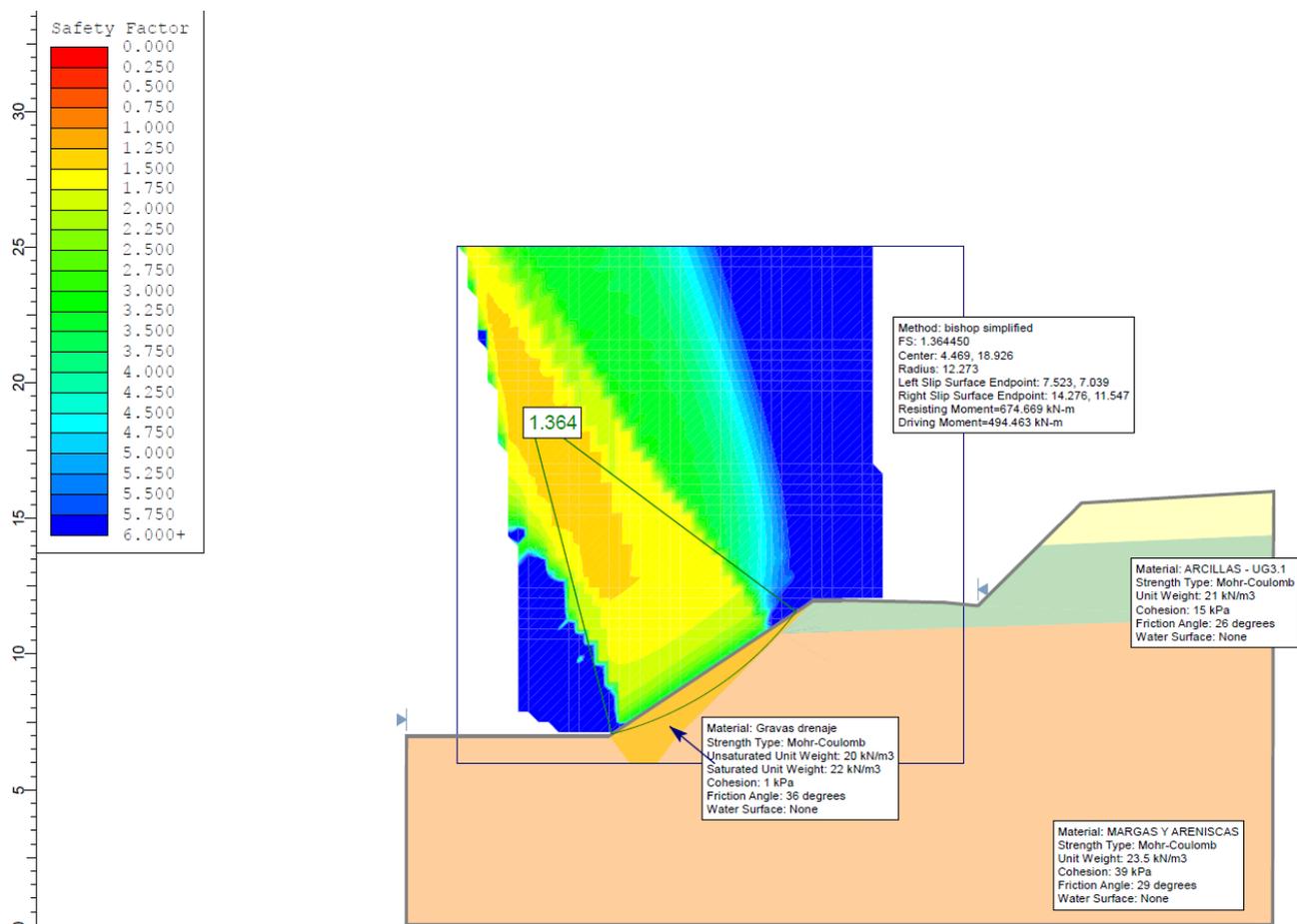


Ilustración 11 Análisis de Talud. Balsa vacía

3.2.3 RESUMEN. FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS.

En la siguiente tabla se presentan los factores de seguridad de los diferentes supuestos analizados:

TALUD	SITUACIÓN	TALUD	FS
DESMONTE	DESMONTE TERRENO NATURAL	1H:1V	1,8
BALSA 1	BALSA LLENA, GRAVAS SIN N.F.	1H:1V	1,6
BALSA 2	BALSA LLENA, GRAVAS CON N.F.	1H:1V	1,49
BALSA 3	BALSA VACÍA	1H:1V	1,36

Estrictamente y de acuerdo con el anejo nacional del Eurocódigo 7, el factor de seguridad del talud de la balsa en caso de vaciado no cumpliría con el factor requerido (>1,4). No obstante, dependiendo de las características geotécnicas observadas in situ durante la excavación, se podrían adoptar otros factores de seguridad, según la Nota 3 anteriormente mencionada del Eurocódigo, así como aplicar medidas (como cunetas localizadas de cabeza de talud)

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

**4. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.**

- A solicitud de OBRA CIVIL Y MEDIO AMBIENTE, se ha realizado el análisis de estabilidad de los taludes de proyecto de la balsa proyectada en el término municipal de Zarratón (La Rioja).
- Para el análisis de dichos taludes, se han adoptado los parámetros geotécnicos definidos en el estudio geotécnico. Para las gravas, se han adoptado los parámetros a partir de tablas bibliográficas tal y como se indica en los Parámetros geotécnicos del terreno. Los parámetros geotécnicos adoptados para las diferentes unidades son los siguientes:

Litología	Unidad geotécnica	$\gamma_{ap}$ KN/m <sup>3</sup>	c' KPa	$\phi'$ °
Gravas	Drenaje	20	1	36
Limos	2	20	5	23
Arcillas	3.1.	21	15	26
Fm Haro	3.2	23,5	39	29

- Los factores de seguridad obtenidos en los análisis de los diferentes casos analizados para el perfil – tipo son los siguientes:

TALUD	SITUACIÓN	TALUD	FS
DESMONTE	DESMONTE TERRENO NATURAL	1H:1V	1,8
BALSA 1	BALSA LLENA, GRAVAS SIN N.F.	1H:1V	1,6
BALSA 2	BALSA LLENA, GRAVAS CON N.F.	1H:1V	1,49
BALSA 3	BALSA VACÍA	1H:1V	1,36

- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de desmonte y excavación de la balsa mediante un seguimiento por técnico especializado, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.
- En general, todos los materiales que constituyen el perfil del talud son muy alterables, recomendándose la realización de cunetas de drenaje en cabeza de talud que evacúen las aguas de precipitaciones y escorrentía y eviten su entrada en el talud, lo que podría dar lugar con el tiempo a erosiones, alteraciones y descalces que afecten a su estabilidad.
- Se adoptarán las medidas y distancias de seguridad adecuadas durante la realización de los trabajos a pie de talud, con las protecciones necesarias, particularmente tras lluvias y si se detectase un nivel freático más somero del estimado (a partir de los sondeos realizados).
- Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico. De este modo podrá adoptar las medidas oportunas, en casos de discrepancia, para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno. Se podrá disponer de una berma intermedia sin aristas cortantes en alguna zona del talud de gravas drenantes, en caso de considerarlo necesario, en función de las características de dichas gravas.

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN  
TALUDES CON LÁMINA GEOTEXTIL

- Los resultados y conclusiones reflejados en el presente documento carecen de validez técnica y aplicación para parcelas o terrenos colindantes, no incluidos en este estudio.

# ANEJO - TALUDES

---

ANEJO VII. ANEJO COMPROBACIÓN TALUDES

**ESTABILIDAD DE TALUDES**

Los taludes artificiales deben cumplir con unos requisitos mínimos que garanticen su estabilidad a lo largo de su vida útil. Al garantizar la seguridad del talud se debe considerar, no solamente la fase de explotación de la obra, sino también la fase de construcción y la de demolición o reutilización.

La razón por la que un talud se hace inestable desde el punto de vista mecánico y se desmorona está relacionada con la insuficiente resistencia del material de construcción ante las tensiones a que se le somete, por lo que la estabilidad quedará garantizada cuando quede garantizada esa resistencia.

En la actualidad la técnica más generalizada para asegurar la estabilidad de un talud consiste en comprobar su resistencia partiendo de unas características previamente fijadas, tanto geométricas como de tipo de suelo, es decir el procedimiento no consiste en elegir el suelo o la geometría del talud, sino en seleccionar estos y comprobar si los valores seleccionados garantizan o no la estabilidad. Si no la garantizan se modifican las características hasta conseguir esa estabilidad. Generalmente se modifica la geometría, aunque a veces será necesario cambiar de tipo de suelo.

Cumpliendo estos principios generales se encuentran multitud de métodos de comprobación, adaptados a diferentes situaciones y obras. En el caso que nos ocupa, al tratarse de un embalse de pequeñas dimensiones (4 m de profundidad), y basándonos en las recomendaciones de la bibliografía consultada (*“Pequeños embalses de uso agrícola – Rafael Dal-Ré Tenreiro”, “Ábacos para el dimensionamiento de los taludes de las secciones tipo definidas en el “Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas – Comité Nacional Español de Grande Presas”, “Anejo N°9 Balsa de regulación elevada – Gobierno de Extremadura”*), utilizaremos la siguiente gráfica donde según el tipo de terreno que tengamos, la altura del dique de cierre y la potencial actividad sísmica de la zona, obtenemos directamente la inclinación de los taludes.

Tabla I: Valores de los parámetros geotécnicos de cálculo

Material	No saturado		Saturado	
	C (kPa)	$\phi$ (°)	C (kPa)	$\phi$ (°)
CH-MH	50	25	15	25
CL-ML	75	30	15	30
SC-SM y GC-GM	50	32,5	15	32,5
SW - GW	15	40	10	40

Nota: Materiales clasificados de acuerdo a la USCS

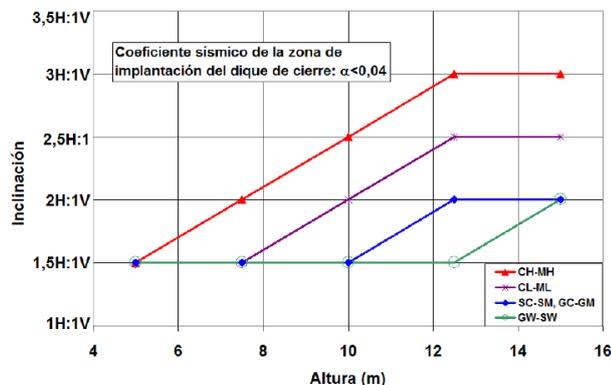


Figura 3: Inclinación de taludes interior y exterior para zonas con coeficiente sísmico  $\alpha \leq 0,04$

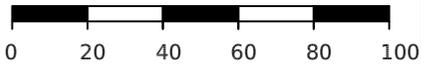
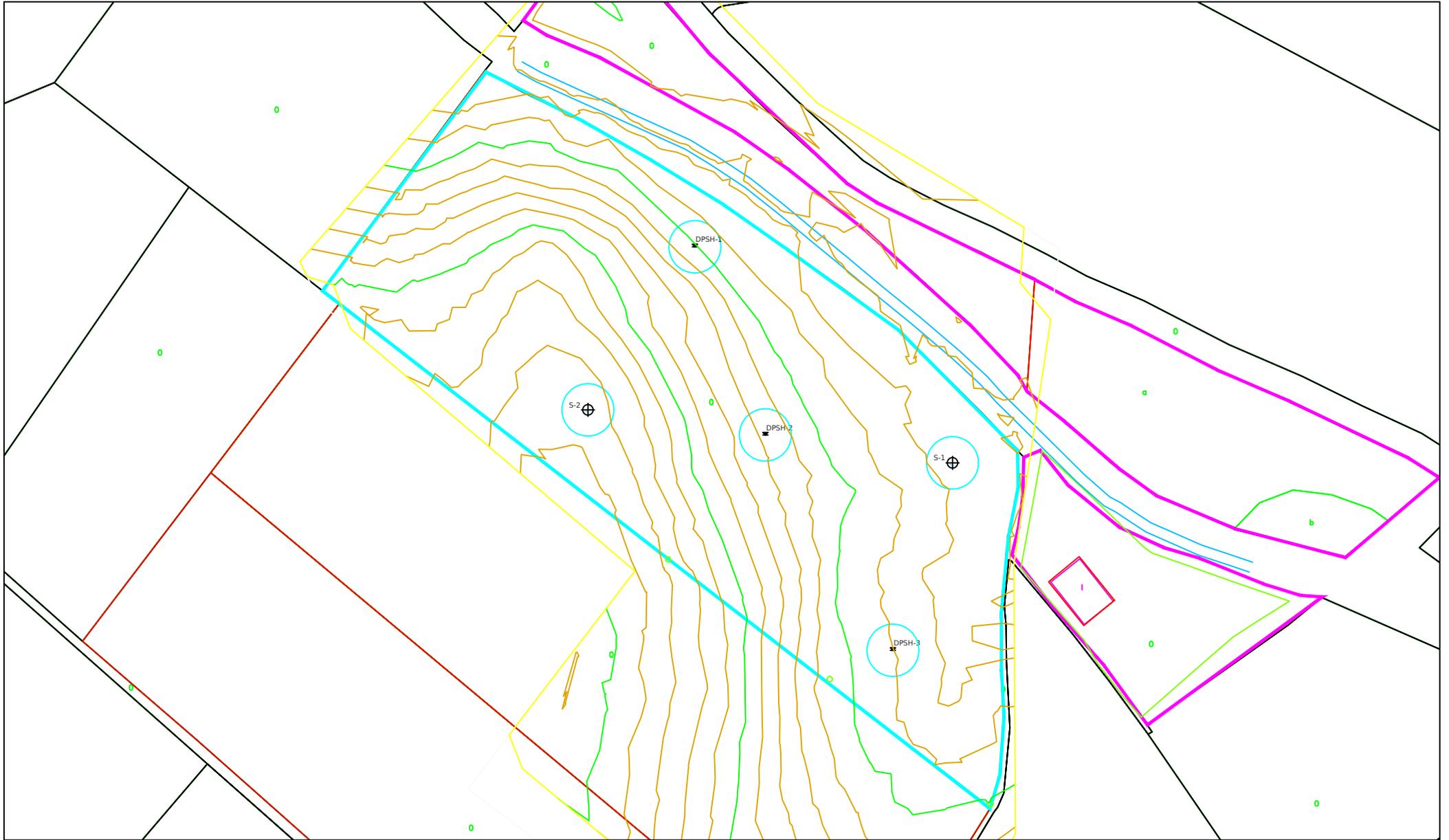
Podemos comprobar que independientemente del tipo de terreno con el que contemos, debido a la altura de nuestra balsa, la inclinación de 1,5H:1V estaría justificada.

Hay que tener en cuenta, a su vez, que se ha previsto la ejecución de un talud exterior de 2H:1V para quedarnos del lado de la seguridad y facilitar la ejecución. Se procederá al relleno con material filtrante, con gravas con coeficiente de rozamiento y compactación adecuados. Durante los trabajos, en función de las características del material excavado, del espesor final de los estratos y de la posibilidad de que pudiera aflorar el nivel freático a profundidad diferente a la prevista, el Director de Obra podrá establecer directrices para implantar una cuneta de guarda en cabecera de talud y/o una berma intermedia.

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)



## **ANEJO 1 PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS**

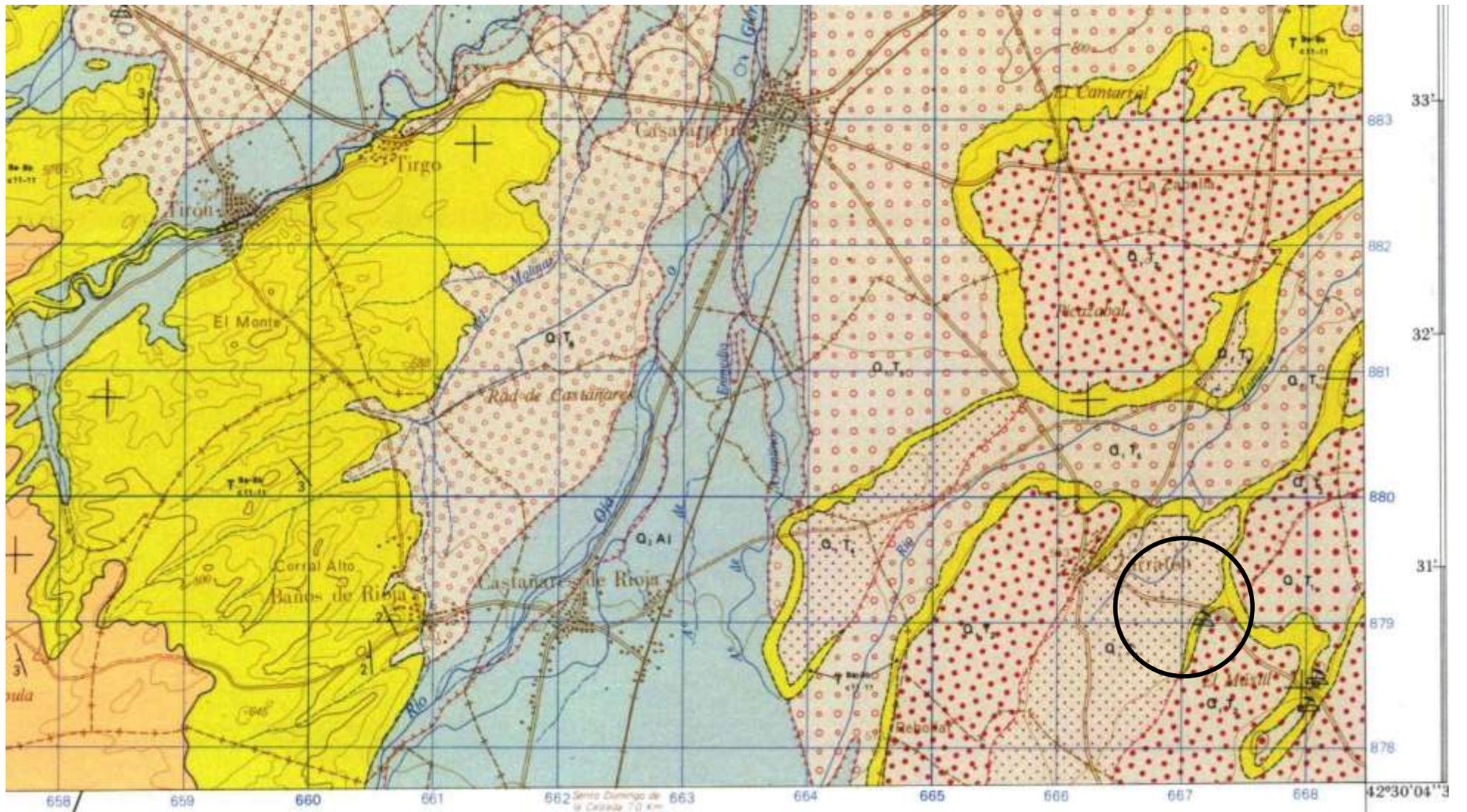


Propiedad:		Fecha de emisión: MARZO 2022	Proyecto: BALSA DE RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)	Nº. Plano
Modif. nº:	Escala: 1/2000		Peticionario: 1A INGENIEROS S.L.A.	01
Sustituye:	Original A4		Plano: Situación de los puntos de investigación geotécnicos	

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)

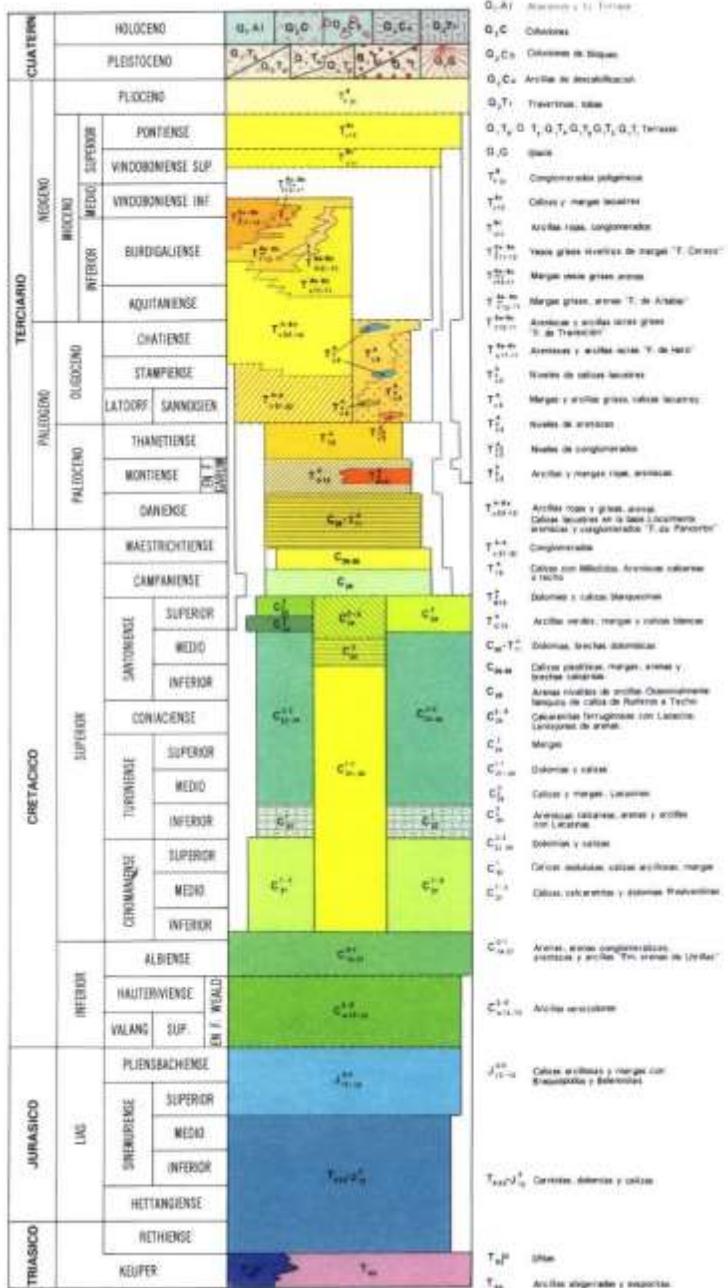


## ANEJO 2 MAPA GEOLOGICO Y LEYENDA

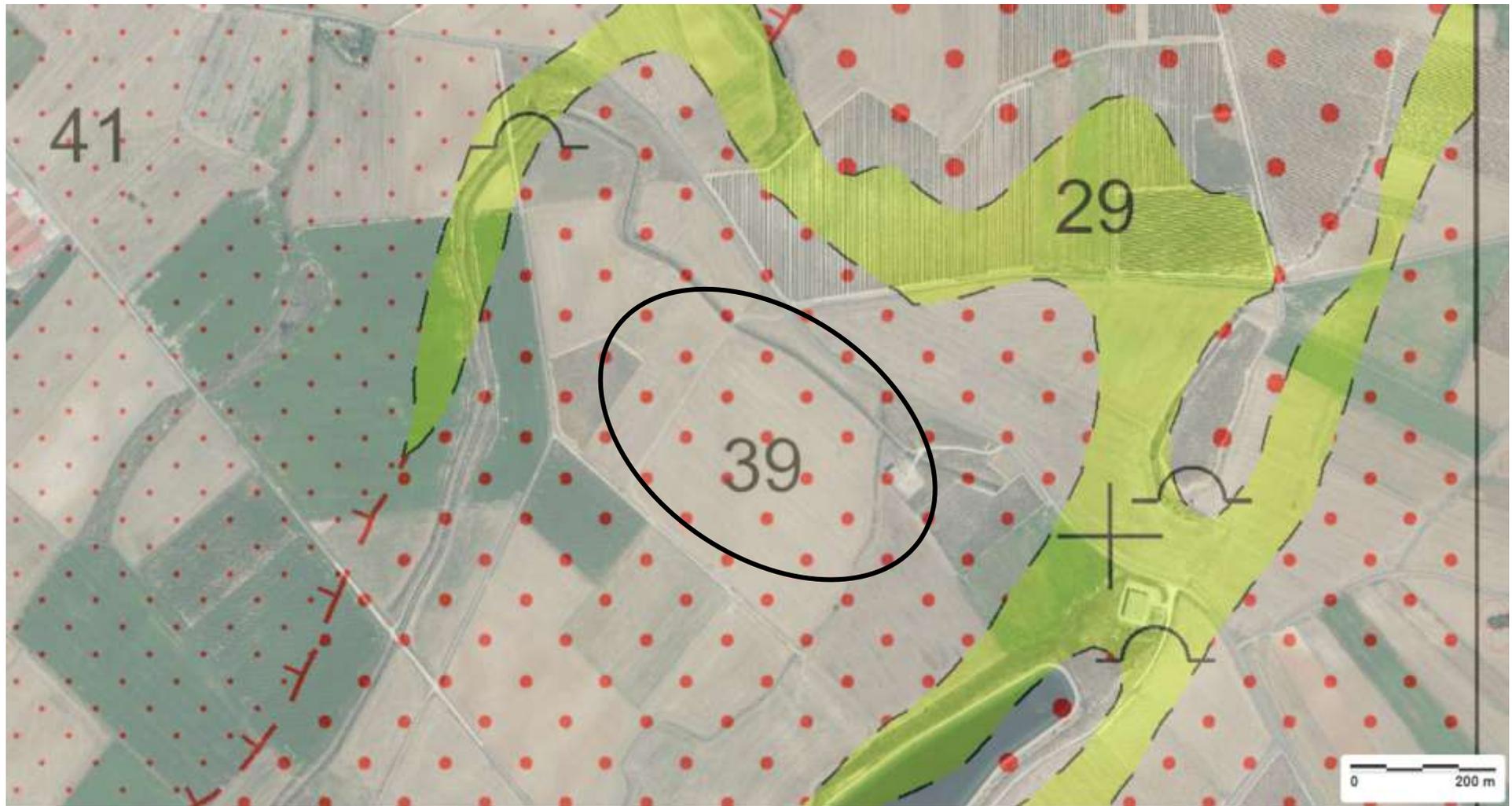


Situación geológica de la zona de estudio. Detalle de la hoja 169, CASALARREINA, a escala 1:50.000 del mapa geológico nacional (IGME).

# LEYENDA



Leyenda del mapa geológico



Situación geológica de la zona de estudio. Cartografía geológica digital a escala 1:50.000. IGME.



Mapa de riesgo de inundación para un período de retorno de 500 años. La zona de estudio se queda fuera de la zona de inundación. Fuente: <http://iber.chebro.es/SitEbro/>

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)



## **ANEJO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO**



+ de 25 años de experiencia a su servicio

Gracias

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, Inscr. 1ª a 7ª C.I.F: A-31536113, Polígono Industrial, 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº:ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad NAV-L-001 en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	19/10/2021	30/09/2021	233463-GEO-TNA-S-1-A-1-1,8	S-1-A-1 A 1,8

## GEO-26: AGRESIVIDAD DE AGUA AL HORMIGÓN

NORMAS: UNE 83952; UNE 83.957; UNE 83.956; UNE 83.955; UNE-EN 13.577; UNE 83.954 (EHE 2008)

DETERMINACIONES	RESULTADOS	UNIDADES
pH	7,32	-----
SULFATOS	275	mg/l
RESIDUO SECO	816	mg/l
MAGNESIO	63,2	mg/l
CO <sub>2</sub> LIBRE	0	mg/l
AMONIO	0	mg/l

AGRESIVIDAD DEL AGUA: El agua analizada presenta agresividad débil al hormigón (tipo de exposición EHE Qa / Código estructural XA1).

NIVEL FREÁTICO: 1,80 metros

Observaciones: MUESTREO: SEGÚN NORMA/ IT.TO.001

Directora de Laboratorio:  
Rosalina Bolea Til

Responsable del área  
Julián Clemente Gracia



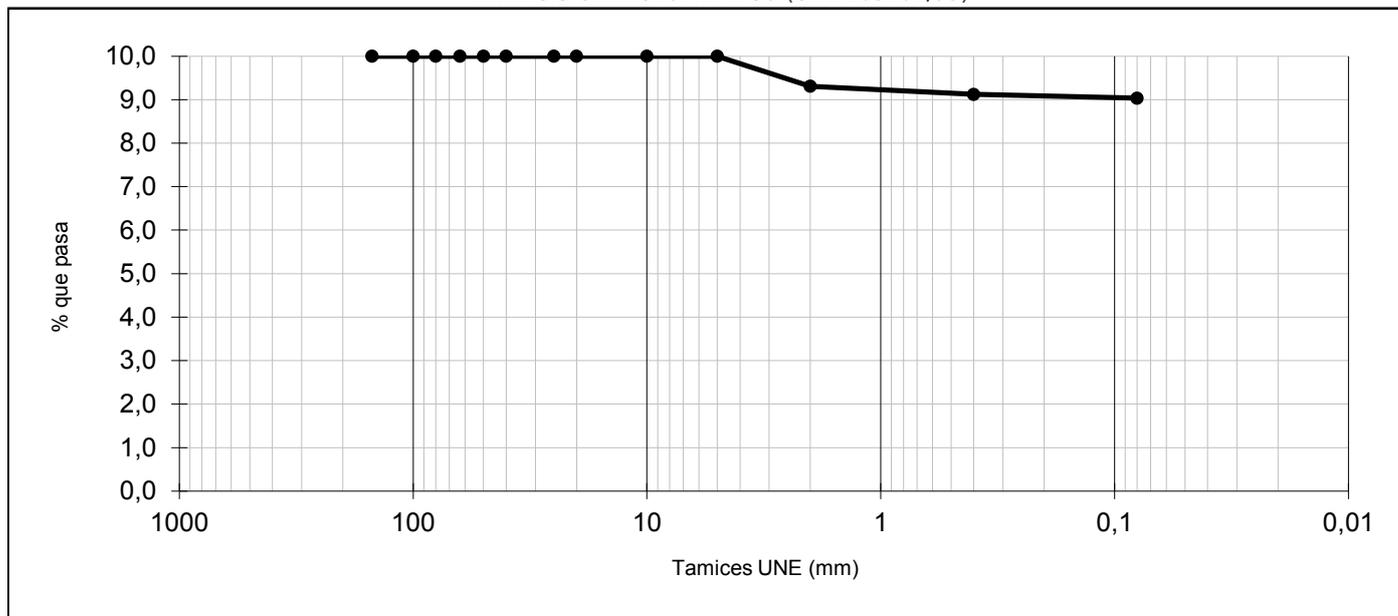
**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L.

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-1-M-1-1,20-1,80	S-1-M-1 de 1,20-1,80

**GEO-01 - GRANULOMETRIA, LIMITES ATTERBERG, CLASIFICACION  
SUL-01: SULFATOS SOLUBLES EN AGUA**

Resultados:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101/95)



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,1	91,2	90,3

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103 104/ 93, UNE 103 103/ 94)

LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLASTICO	---
INDICE DE PLASTICIDAD	<b>NO PLÁSTICO</b>

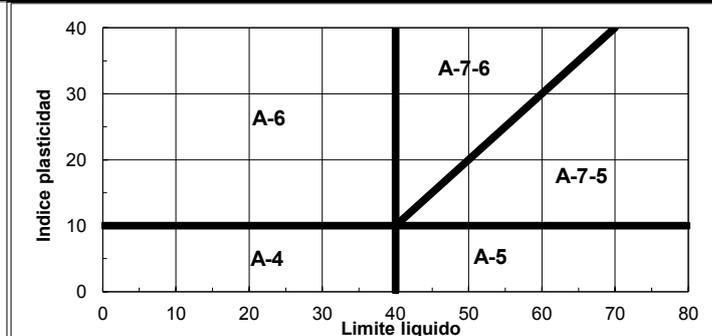
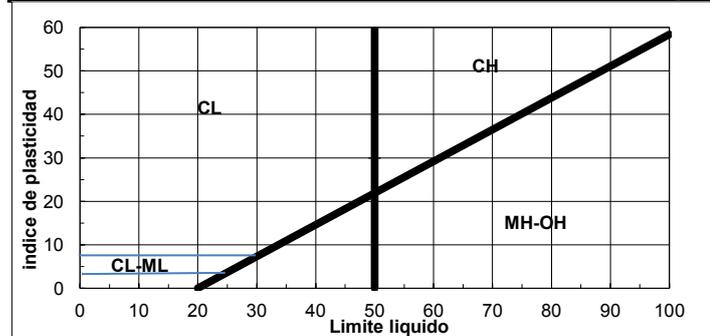
DETERMINACION DE LA HUMEDAD (UNE 103300:1993)

HUMEDAD NATURAL (%)	19,2	
CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	LIMOS NO PLÁSTICOS (ML)
	CTE	LIMOS

**CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO (mg/kg de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>):** 322

OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	-
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm <sup>3</sup> ):	-



Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

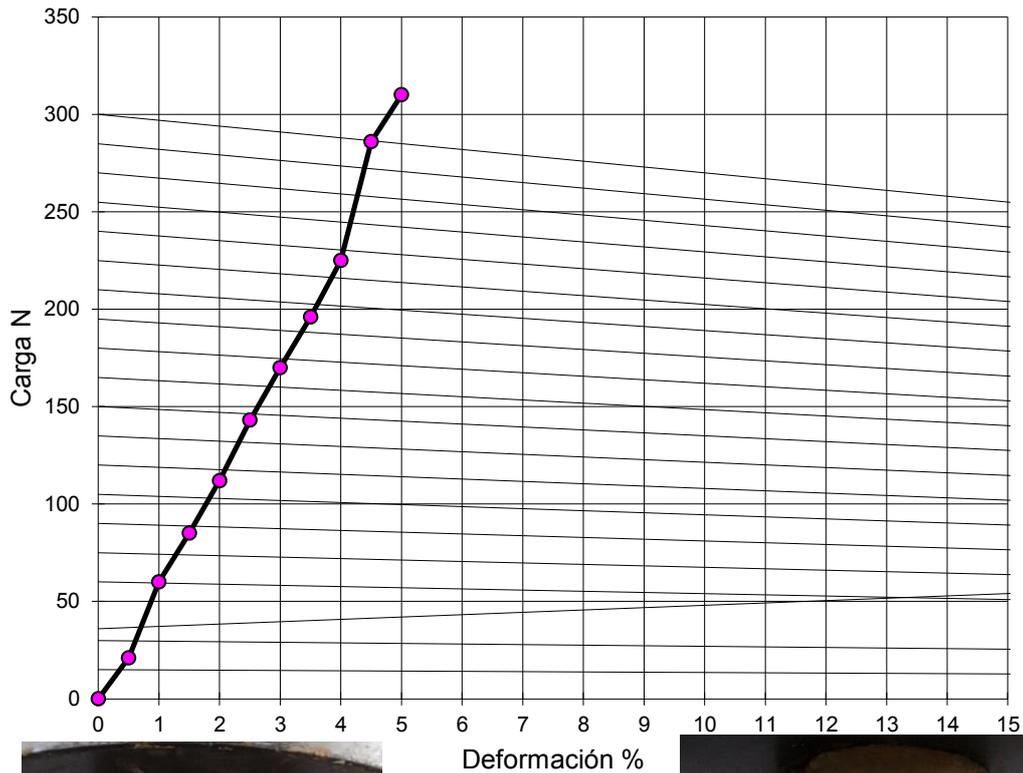
Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-1-M-2-4,20-4,40	S-1-M-2 de 4,20-4,40

## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103400-1993

PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	HUMEDAD	DENSIDAD seca	RESISTENCIA
TIPO	cm	cm	%	g/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
PLASTIFICADA	7,17	14,14	11,3	2,08	7,28
					714 KPa



Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

Responsable del área GTC:

Julián Clemente

# Informe de ensayo



**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L..

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-1-M-2-4,20-4,40	S-1-M-2 de 4,20-4,40

NORMA: UNE 83.963 (EHE 2008)

DETERMINACION	RESULTADO	UNIDADES
CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO	<b>682</b>	mg/kg suelo seco
OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		

Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

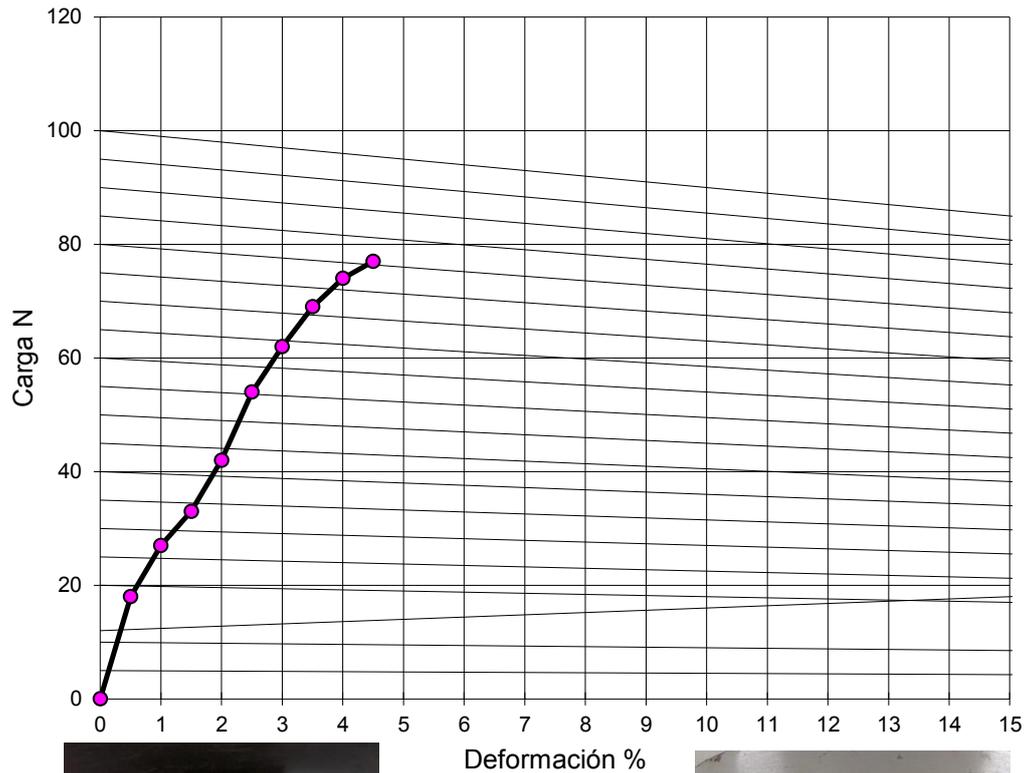
Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-2-M-1-1,80-2,40	S-2-M-1 de 1,80-2,40

## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103400-1993

PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	HUMEDAD	DENSIDAD seca	RESISTENCIA
TIPO	cm	cm	%	g/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
PLASTIFICADA	5,65	12,22	17,4	1,79	2,93
					288 KPa



Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

Responsable del área GTC:

Julián Clemente



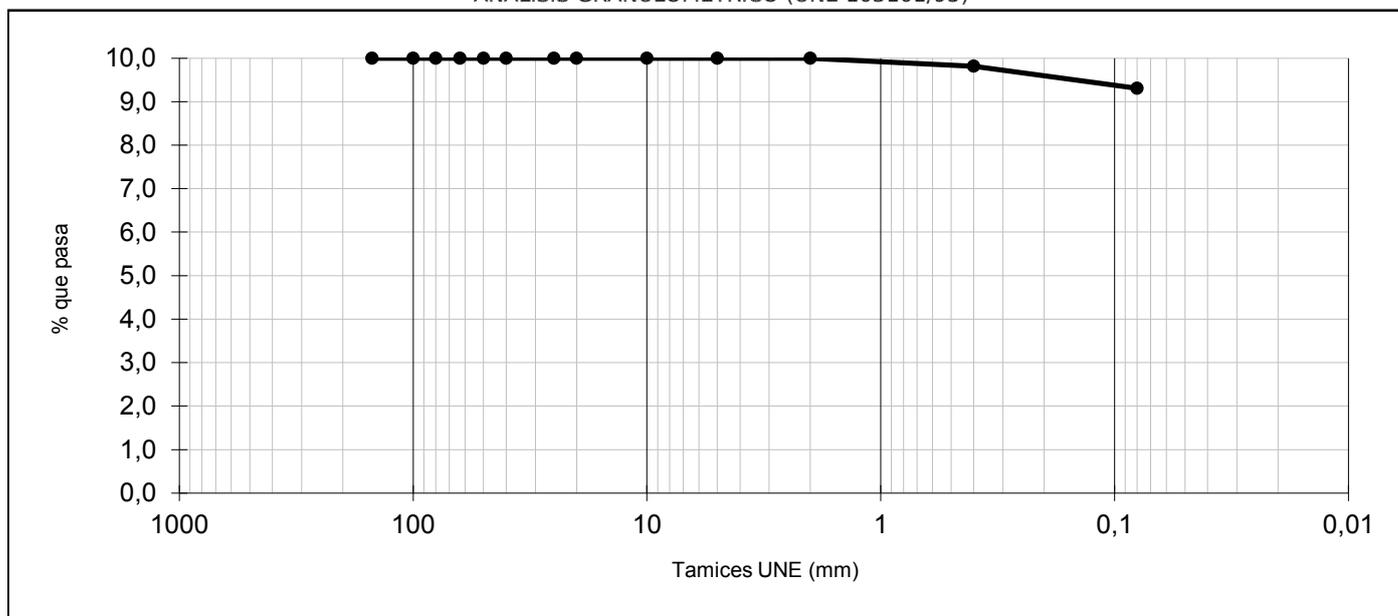
**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L.

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-2-M-1-1,80-2,40	S-2-M-1 de 1,80-2,40

**GEO-01 - GRANULOMETRIA, LIMITES ATTERBERG, CLASIFICACION  
SUL-01: SULFATOS SOLUBLES EN AGUA**

Resultados:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101/95)



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	93,1

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103 104/ 93, UNE 103 103/ 94)

LIMITE LIQUIDO	57,7
LIMITE PLASTICO	19,0
INDICE DE PLASTICIDAD	38,7

DETERMINACION DE LA HUMEDAD (UNE 103300:1993)

HUMEDAD NATURAL (%)	19,8
---------------------	------

CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)
	CTE	ARCILLA

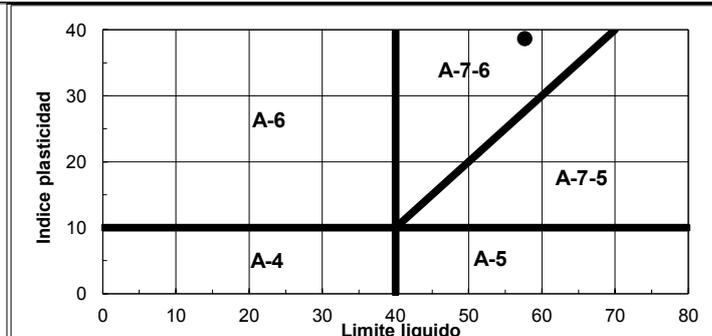
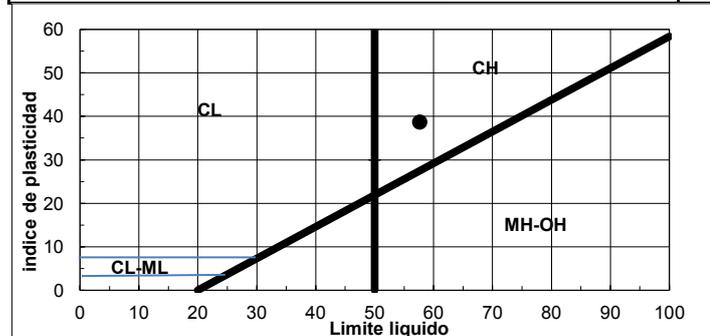
CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO (mg/kg de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ):	416
--	-----

OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ):	-
---	---

DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ):	-
-------------------------------------	---

PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm <sup>3</sup> ):	-
---	---



Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

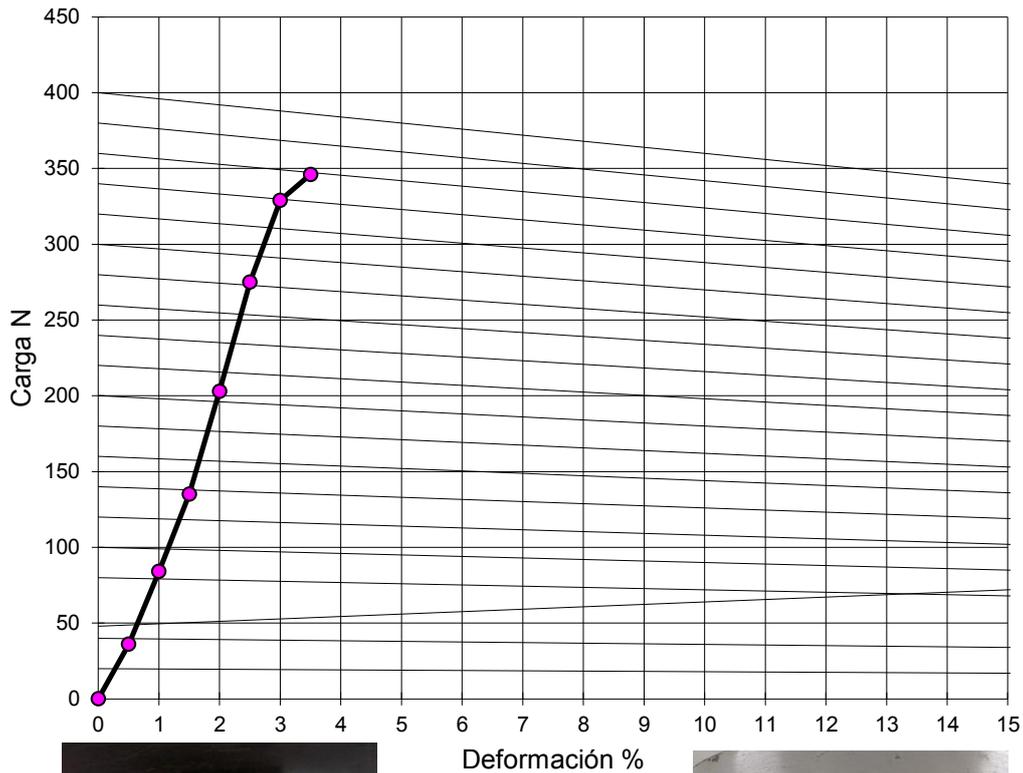
Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-2-M-2-5,00-5,20	S-2-M-2 de 5,00-5,20

## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103400-1993

PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	HUMEDAD	DENSIDAD seca	RESISTENCIA
TIPO	cm	cm	%	g/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
PLASTIFICADA	6,82	14,18	10,6	2,13	9,14
					896 KPa



Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

Responsable del área GTC:

Julián Clemente

# Informe de ensayo



**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L..

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	27/04/2022	12/04/2023	233463-GEO-TNA-S-2-M-2-5,00-5,20	S-2-M-2 de 5,00-5,20

NORMA: UNE 83.963 (EHE 2008)

DETERMINACION	RESULTADO	UNIDADES
CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO	<b>841</b>	mg/kg suelo seco
OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		

Observaciones:

Dirección Técnica: MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ

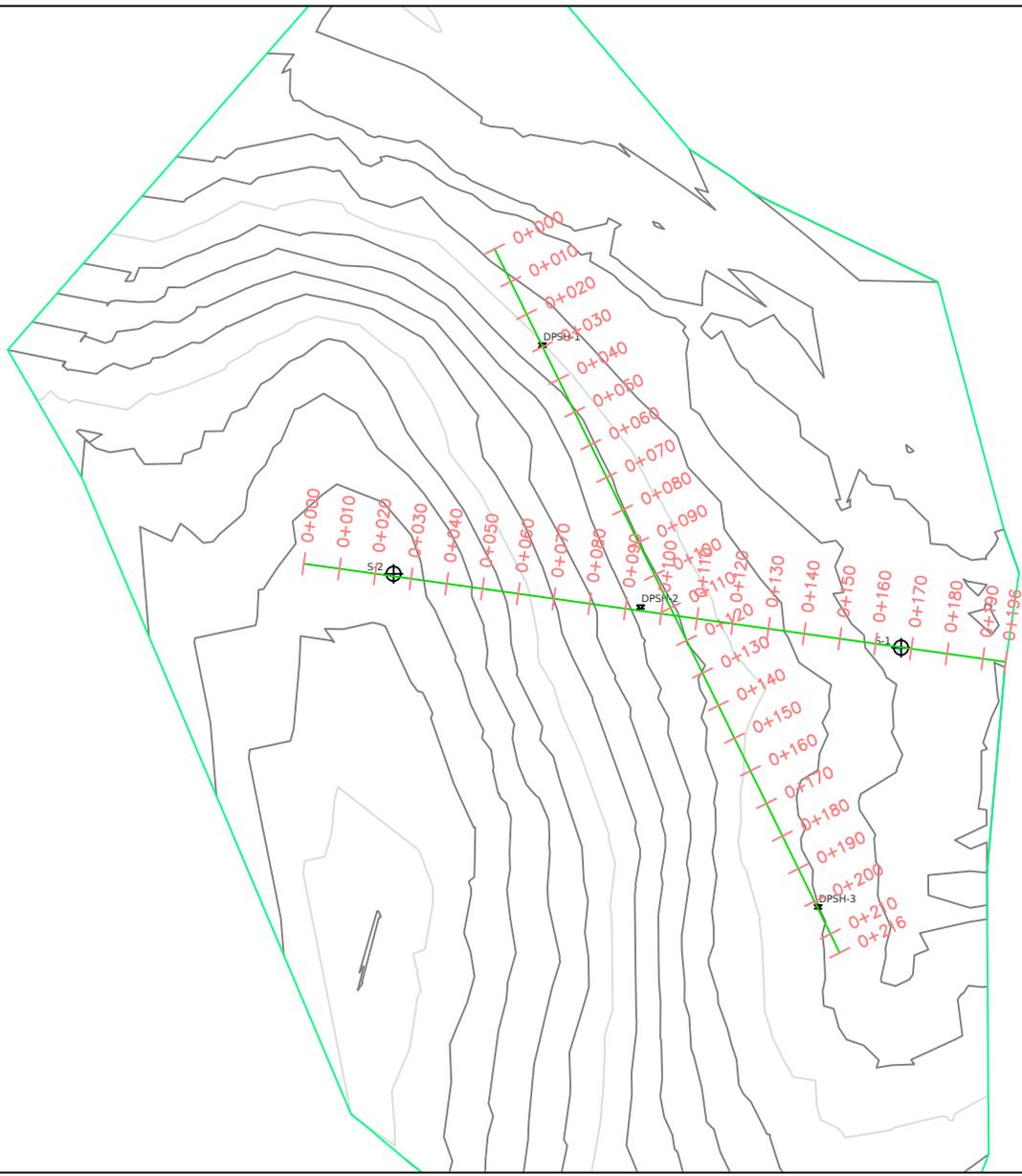
Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)

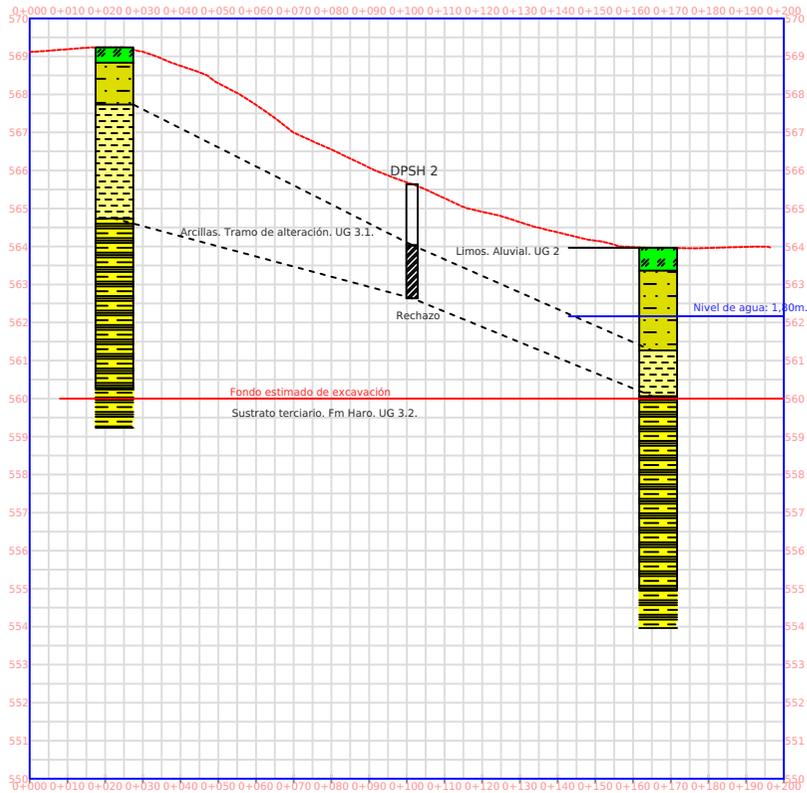


## ANEJO 4 PERFILES DE CORRELACIÓN



Propiedad:		Fecha de emisión: ABRIL 2022	Proyecto: BALSA DE RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)	Nº. PERFIL
Modif. nº:	Escala: 1/2000		Peticionario: 1A INGENIEROS S.L.A.	01
Sustituye:	Original A4		Plano: PERFILES DE CORRELACIÓN - SITUACIÓN.	

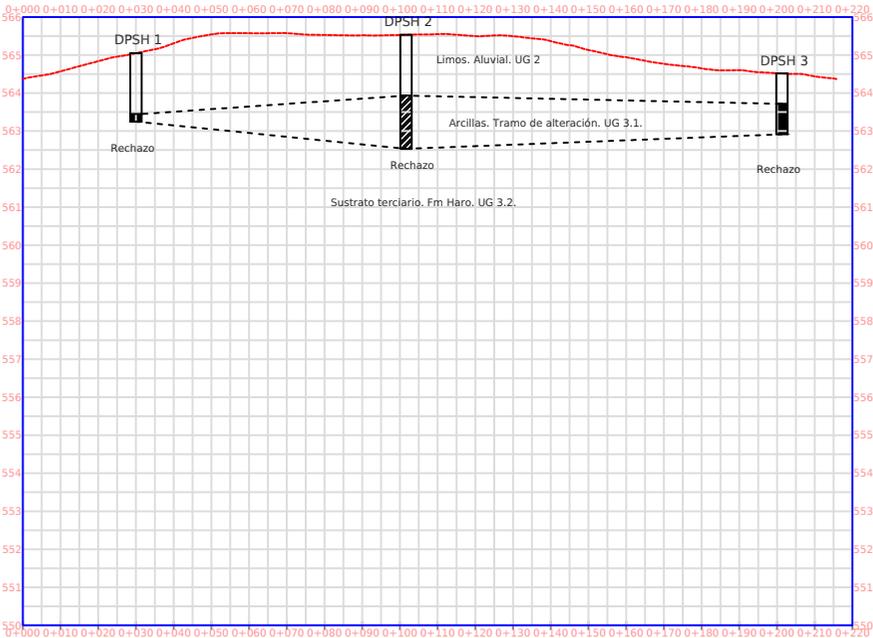
PERFIL - (2)



Tensiones deducidas estimadas a partir de la resistencia a la penetración dinámica

	0,5 < Q < 1,0 kg/cm <sup>2</sup>		2,0 < Q < 2,5 kg/cm <sup>2</sup>
	1,0 < Q < 1,5 kg/cm <sup>2</sup>		2,5 < Q < 3,0 kg/cm <sup>2</sup>
	1,5 < Q < 2,0 kg/cm <sup>2</sup>		Q ≥ 3,0 kg/cm <sup>2</sup>

PERFIL - (1)



Resistencia a compresión simple (KPa)  
 Valor de golpeo N<sub>60</sub> del ensayo SPT (R=Rechazo)



Propiedad:		Fecha de emisión: ABRIL 2022	Proyecto: BALSA DE RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)	Nº. PERFIL
Modif. nº:	Escala: 1/2000		Peticionario: 1A INGENIEROS S.L.A.	01
Sustituye:	Original A4		Plano: PERFILES DE CORRELACIÓN	

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)



## ANEJO 5 SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Peticionario	1A INGENIEROS					
Obra	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)					
Nº Acta	Albarán	Fecha inicio	Fecha final	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra	
	233463	12/04/2022	12/04/2022		Proyecto geotécnico - sondeo de reconocimiento.	

<b>SONDEO</b>	<b>1</b>	NORMAS: ASTM D2113-99, XP94-202	TIPO DE PERFORACIÓN: ROTACIÓN CONTINUA; TECOINSA TP-50
---------------	----------	---------------------------------	--

CAJAS TESTIFICADAS:	<b>4</b>	PROFUNDIDAD TOTAL:	<b>10,00 M</b>
		Hoja 1 de 1; De 0,00 a 9,00 m.	

Revestimiento	Ø perf. (mm)	Barrido	Profundidad	Columna litológica	Profundidad	Espesor	Nivel freático	Muestras	SPT	Recuperación	RQD	Contenido en sulfatos mg/kg	Compresión simple (KP/cm²)	Presión hinchamiento (KPa)	Densidad g/cm³	Límite líquido / índice plastic.	Clasificación de Casagrande	Descripción litológica			
Ø102	101B-W	seco	1		0,60													Arcillas y limos marrones oscuros, restos vegetales. Suelo vegetal. UG 1.			
			2		2,10	1,80	INALTERADA 8-38-23-40 1,20-1,80	32-46-R N <sub>60</sub> =R 1,80-2,10		322								N/P	ML	Limos, algo arenosos, de color marrón claro y compacidad firme a muy firme. Cuaternario, coluvial - aluvial. UG 2.	
			3		2,70																Arcillas marrones de mediana a alta plasticidad y consistencia muy firme a dura. Tramo de alteración del sustrato terciario, GM V - III. UG 3.1.
			4		3,90							100%									Limolitas y areniscas de grano muy fino, GM II-I. Fm Haro. Sustrato terciario. UG 3.2.
86T-W	agua		5																		
			6																		
			7																		
			8																		
			9		0,60																



Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Directora técnica: Marian Marqués González



Responsable área de geotecnia: Julián Clemente



Observaciones:

MA; Muestra alterada / MI: Muestra inalterada / TP: Testigo parafinado

Peticionario		1A INGENIEROS			
Obra		BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)			
Nº Acta	Albarán	Fecha inicio	Fecha final	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra
	233463	12/04/2022	12/04/2022		Proyecto geotécnico - sondeo de reconocimiento.

<b>SONDEO</b>		<b>1</b>		NORMAS: ASTM D2113-99, XP94-202		TIPO DE PERFORACIÓN: ROTACIÓN CONTINUA; TECOINSA TP-50												
CAJAS TESTIFICADAS:		4		PROFUNDIDAD TOTAL:		10,00 M												
				Hoja 2 de 2; De 9,00 a 18,00 m.														
Revestimiento	Ø perf. (mm)	Barrido	Profundidad	Columna litológica	Profundidad	Espesor	Nivel freático	Muestras	SPT	Recuperación	RQD	Contenido en sulfatos mg/kg	Compresión simple (KP/cm²)	Presión hinchamiento (KPa)	Densidad g/cm³	Límite líquido / Índice plast.	Clasificación de Casagrande	Descripción litológica
			10		0,00													
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															



Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Directora técnica: Marian Marqués González

Responsable área de geotecnia: Julián Clemente

Observaciones:

MA; Muestra alterada / MI: Muestra inalterada / TP: Testigo parafinado



**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-4063, Insc. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portada, 26006 Logroño (La Rioja). Tel.: 941 276989 Fax: 941 276994. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO 9001:2015. Laboratorio acreditado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente a demás de referirse al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L.

Peticionario	1A INGENIEROS					
Obra	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)					
Nº Acta	Albarán	Fecha inicio	Fecha final	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra	
	233463	11/04/2022	11/04/2022		Proyecto geotécnico - sondeo de reconocimiento.	

<b>SONDEO</b>		2		NORMAS: ASTM D2113-99, XP94-202		TIPO DE PERFORACIÓN: ROTACIÓN CONTINUA; TECOINSA TP-50																								
CAJAS TESTIFICADAS:		4		PROFUNDIDAD TOTAL:		10,00 M																								
				Hoja 1 de 1; De 0,00 a 9,00 m.																										
Revestimiento	Ø perf. (mm)	Barrido	Profundidad	Columna litológica	Profundidad	Esesor	Nivel freático	Muestras	SPT	Recuperación	RQD	Contenido en sulfatos mg/kg	Compresión simple (KP/cm²)	Presión hinchamiento (KPa)	Densidad g/cm³	Límite líquido / Índice plastic.	Clasificación de Casagrande	Descripción litológica												
Ø102	101B-W	seco	1	[Green pattern]	0,40	0,40	No se identifica nivel freático	INALTERADA 11-17-18-32 1,80-2,40	10-20-32-40 N <sub>60</sub> =52 2,40-3,00							57,7/38,7	CH	Suelo / terreno de cultivo. UG 1.												
			2	[Yellow pattern]	1,10	416												288	1,79	Arcillas marrones de mediana a alta plasticidad y consistencia muy firme a dura. Tramo de alteración del sustrato terciario, GM V - III. UG 3.1.										
			3	[Yellow pattern]	1,50																									
			4	[Yellow pattern]	3,10																									
	86T-W	agua	5	[Yellow pattern]	4,60				TESTIGO 5,00-5,20	R N <sub>60</sub> =R 4,50-4,62			75-90	841	896	2,13				Limolitas y areniscas de grano muy fino, GM II-I. Fm Haro. Sustrato terciario. UG 3.2.										
			6	[Yellow pattern]																										
			7	[Yellow pattern]	5,40																									
			8	[Yellow pattern]																										
			9	[Yellow pattern]																										



Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Directora técnica: Marian Marqués González

Responsable área de geotecnia: Julián Clemente

Observaciones:

MA; Muestra alterada / MI: Muestra inalterada / TP: Testigo parafinado



**Entecsa Rioja S.L.**, inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111 folio 61, hoja LO-4063, Inscr. 1ª C.I.F.: B25327791 Polígono la portada 26/06 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 276900 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio certificado según RD 419/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de Ingeniería estructural. Los resultados contenidos en la presente acta solo se refieren al material sometido a ensayo. Esta acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L.

Peticionario	1A INGENIEROS				
Obra	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº Acta	Albarán	Fecha inicio	Fecha final	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra
	233463	11/04/2022	11/04/2022		Proyecto geotécnico - sondeo de reconocimiento.

<b>SONDEO</b>		2		NORMAS: ASTM D2113-99, XP94-202				TIPO DE PERFORACIÓN: ROTACIÓN CONTINUA; TECOINSA TP-50										
CAJAS TESTIFICADAS:		4		PROFUNDIDAD TOTAL: 10,00 M				Hoja 2 de 2; De 9,00 a 18,00 m.										
Revestimiento	Ø perf. (mm)	Barrido	Profundidad	Columna litológica	Profundidad	Espesor	Nivel freático	Muestras	SPT	Recuperación	RQD	Contenido en sulfatos mg/kg	Compresión simple (KP/cm²)	Presión hinchamiento (KPa)	Densidad g/cm³	Límite líquido / índice plast.	Clasificación de Casagrande	Descripción litológica
			10		10,00													
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															

Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Directora técnica: Marian Marqués González

Responsable área de geotecnia: Julián Clemente

Observaciones:

MA; Muestra alterada / MI: Muestra inalterada / TP: Testigo parafinado

Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)



## ANEJO 6 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L..

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	12/04/2022	12/04/2022		DPSH

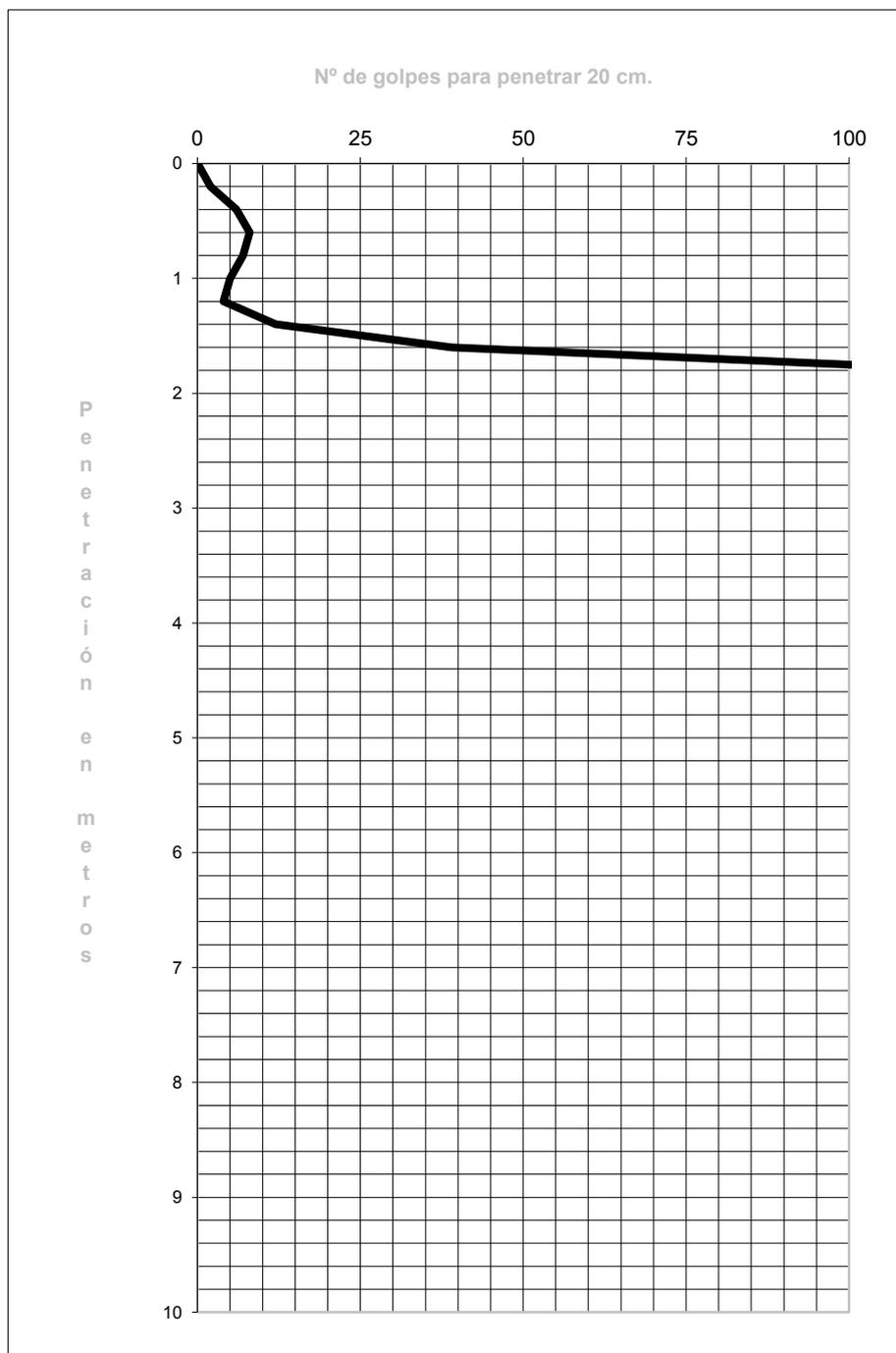
## PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 1

### DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	2	10,4	
0,4	6	10,6	
0,6	8	10,8	
0,8	7	11,0	
1,0	5	11,2	
1,2	4	11,4	
1,4	12	11,6	
1,6	39	11,8	
1,8	Rechazo	12,0	
2,0		12,2	
2,2		12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Directora técnica  
Marian Marqués González

Responsable del área GTC:  
Julián Clemente



**Entecsa Rioja S.L.** inscrita en el Registro Mercantil de Logroño, en el tomo 5111, folio 81, hoja LO-8063, Instr. 1ª C.I.F.: B26327791 Polígono la portalada. 26006 Logroño (La Rioja) Tel.: 941 270903 Fax: 941 270904. Sistema de Calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: Ensayos de Geotecnia y de Estructuras de hormigón estructural. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida parcialmente sin el consentimiento de Entecsa Rioja S.L..

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	12/04/2022	12/04/2022		DPSH

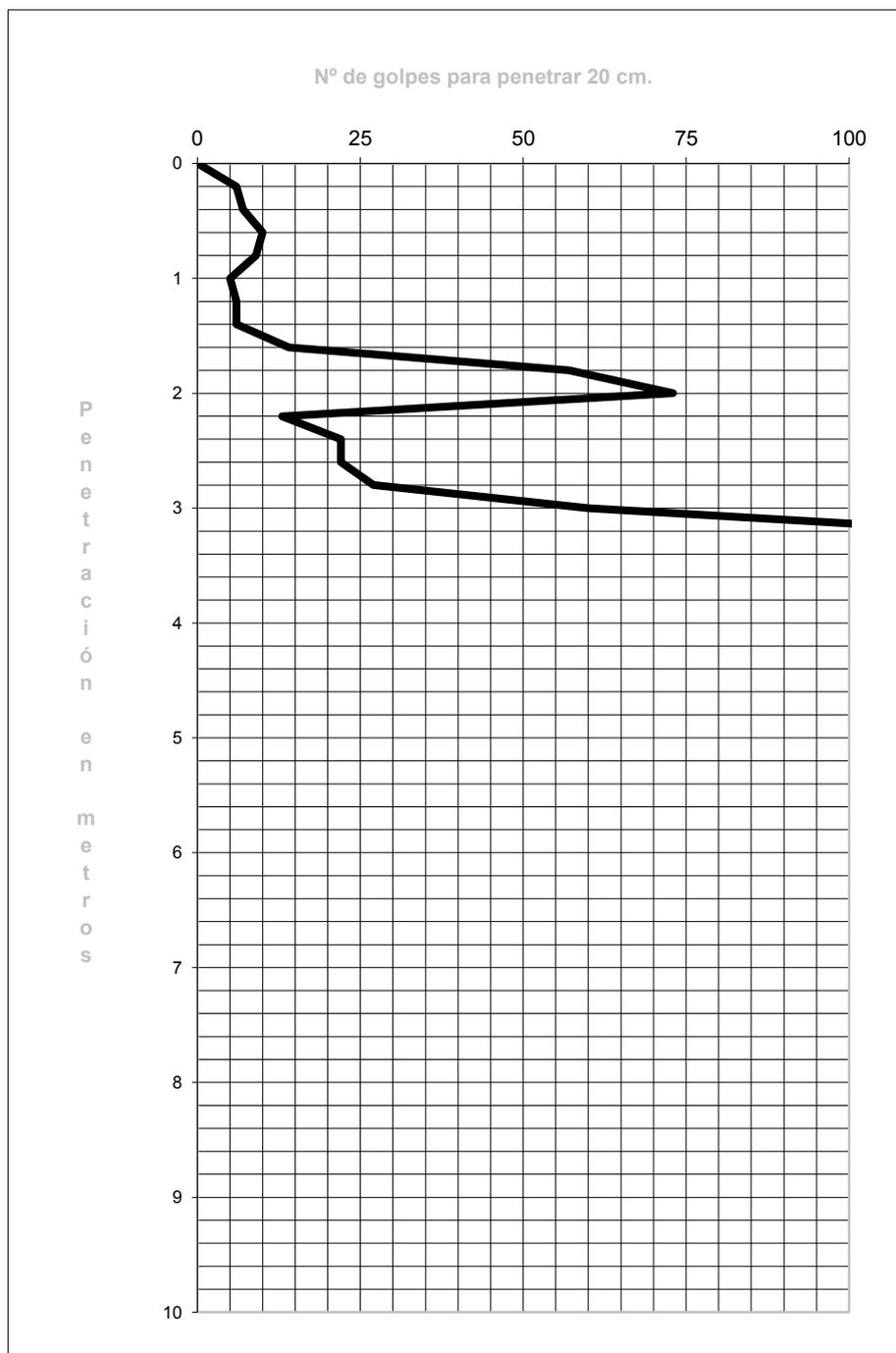
## PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 2

### DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	6	10,4	
0,4	7	10,6	
0,6	10	10,8	
0,8	9	11,0	
1,0	5	11,2	
1,2	6	11,4	
1,4	6	11,6	
1,6	14	11,8	
1,8	57	12,0	
2,0	73	12,2	
2,2	13	12,4	
2,4	22	12,6	
2,6	22	12,8	
2,8	27	13,0	
3,0	60	13,2	
3,2	Rechazo	13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Directora técnica  
Marian Marqués González

Responsable del área GTC:  
Julián Clemente

Peticionario:	1A INGENIEROS				
Obra:	BALSA PARA RIEGO. ZARRATÓN (LA RIOJA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	233463	12/04/2022	12/04/2022		DPSH

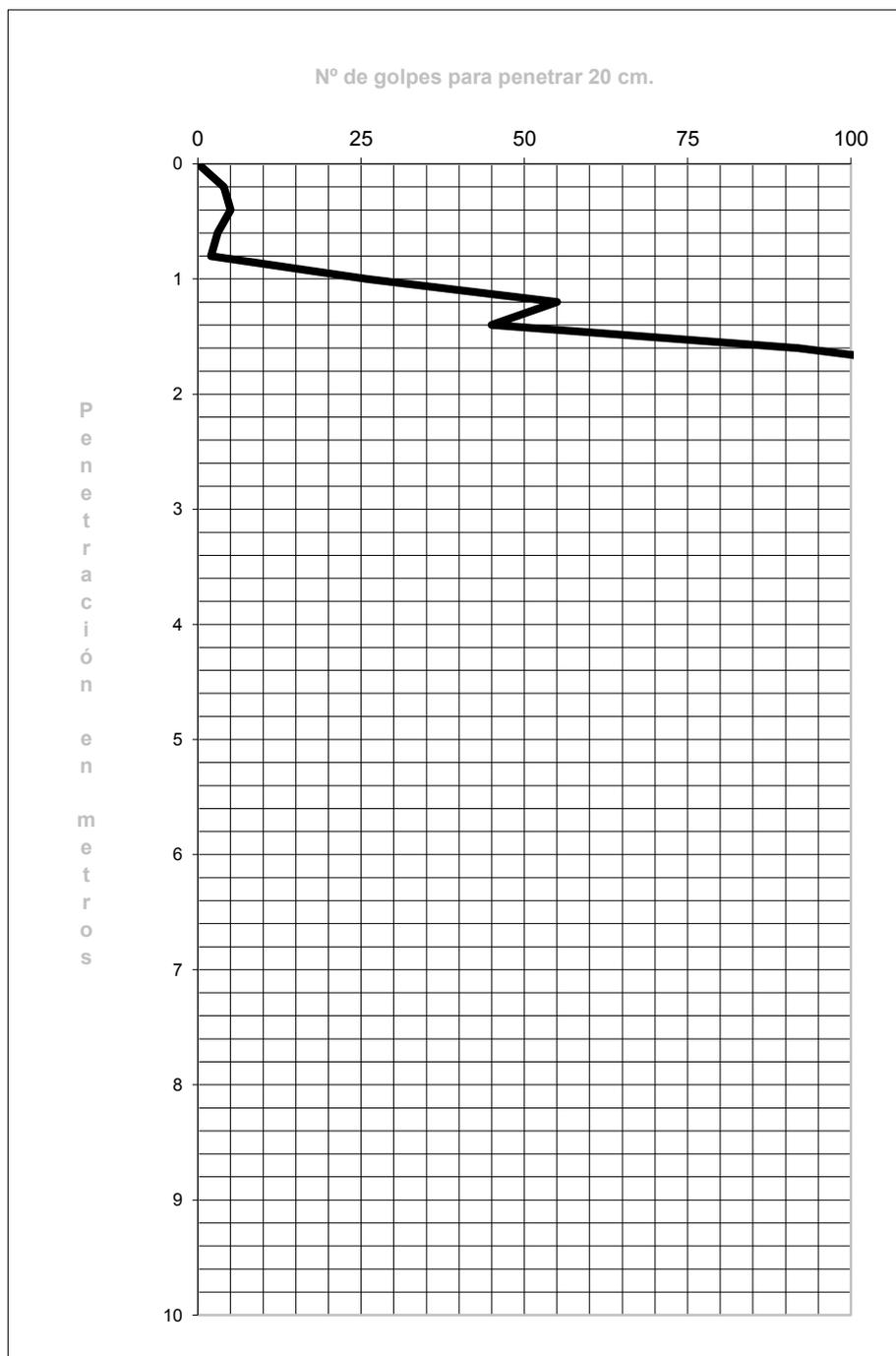
## PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 3

### DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	4	10,4	
0,4	5	10,6	
0,6	3	10,8	
0,8	2	11,0	
1,0	26	11,2	
1,2	55	11,4	
1,4	45	11,6	
1,6	92	11,8	
1,8	Rechazo	12,0	
2,0		12,2	
2,2		12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Directora técnica  
Marian Marqués González



Responsable del área GTC:  
Julián Clemente



Peticionario:	1A INGENIEROS
Obra:	BALSA PARA RIEGO EN ZARRATÓN (LA RIOJA)



## REPORTAJE FOTOGRAFICO



Situación DPSH 1



Situación DPSH 2



Situación DPSH 3



Situación sondeo 1.



Situación Sondeo 2.