

**ANEJO 2**

---

**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO**



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	TOMA DE DATOS .....	3
3.	ESTRATIGRAFÍA.....	3
4.	NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD .....	4
4.1.	NIVEL FREÁTICO.....	4
4.2.	PERMEABILIDAD.....	4
5.	CAPACIDAD DEL TERRENO Y PROPUESTA DE CIMENTACIONES .....	4
6.	AGRESIVIDAD .....	5
7.	TALUDES DE EXCAVACIÓN Y CONTENCIÓNES.....	5
8.	EXCAVABILIDAD Y APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES.....	5
8.1.	EXCAVABILIDAD .....	5
8.2.	APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES .....	6
9.	ANEXO .....	6

## 1. INTRODUCCIÓN

Todas las consideraciones planteadas en el presente documento están basadas en la campaña geológico-geotécnica realizada por la empresa GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L. en abril de 2020.

## 2. TOMA DE DATOS

La campaña está basada en la realización de los siguientes trabajos de campo:

- 4 sondeos rotativos con recuperación de testigo continuo, a una profundidad de entre 12,10 y 18,10 m.
- 4 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B.
- 18 ensayos de penetración estándar (SPT).
- 2 tomas de muestra a granel alterada (MA).
- 8 tomas de testigo parafinado (TP).

Sobre las muestras obtenidas en dichos trabajos, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- 6 determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93.
- 6 determinación de la densidad de un suelo, según norma UNE 103-301:94.
- 6 determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo, según norma UNE 103302:94.
- 9 análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95.
- 6 determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93.
- 4 compresión simple, según norma UNE 103-400:93.
- 3 corte directo: ensayo consolidado y no drenado (CU), según norma UNE 103401:98.
- 2 ensayos edométricos, según norma UNE 103405:94.
- 2 presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103602:96.
- 1 hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según norma UNE 103601:96.
- 1 colapsabilidad de un suelo en edómetro, según norma NLT 254:99.
- 2 Próctor modificado, según normas UNE 103501:94.
- 2 índice C.B.R. de un suelo, según norma UNE 103502:95.
- 2 determinación cuantitativa de sulfatos en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83963:2008.

- 2 determinación la Acidez Baumann – Gully en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83962:2008.
- 2 contenido de material orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico, según normas UNE 103204: 93 y UNE 103204:93 (erratum).
- 2 contenido en sales solubles en suelos, según norma UNE 103205:2006.
- 2 contenido de yesos en suelos, según norma UNE 103206:2006.
- 1 agresividad de las aguas al hormigón. Incluye los siguientes ensayos: valor pH (UNE 83952:2008), magnesio (Mg<sup>2+</sup>) (UNE 83955:2008), amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (UNE 83954:2008), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (UNE 83956:2008), dióxido de carbono libre (CO<sub>2</sub>) (UNEEN 13577:2008) y residuo seco (UNE 83957:2008). Los ensayos se clasifican según la instrucción EHE 2008.

## 3. ESTRATIGRAFÍA

Se procede a describir las principales características de los terrenos que se pueden identificar en la parcela objeto del presente estudio.

- **Nivel 0. Relleno antrópico y suelos blandos aluviales:**

Franja de terreno más superficial, formada por la capa de rellenos antrópicos y el nivel de suelos blandos, que pudieran ser materiales retrabajados por el movimiento de tierras.

Presenta en general un grado de compacidad muy bajo, con valores mayoritariamente inferiores a 10 golpes de N<sub>DPSH</sub> aunque en profundidad presenta golpes de hasta 30.

Presentan un espesor en conjunto de entre 2,80 y 5,00 m, con media inferior a 3 m de espesor. Deben ser eliminados totalmente de las zonas de cimentación y urbanización o bien sustituirlo por terreno granular compactado en un espesor suficiente.

- **Nivel 1. Gravos. Terrazas. Cuaternario:**

Localizado inmediatamente por debajo del nivel anterior, su espesor fluctúa desde los 2,00 m hasta los 3,50 m, pero no se llega a detectar en la zona de P-2.

Se corresponde con depósitos de la ribera y de la Terraza Cuaternaria de la zona y están compuestos por una mezcla de gravas silíceas subredondeadas y arenas más o menos arcillosas versicolores.

Son cuerpos horizontales de gravas heterométricas con bastante arena y algo de finos. Son silíceas y

mayoritariamente cuarcíticas subredondeadas con interdigitación de cuerpos de arenas mezclados y con algo de arcillas.

Es en este nivel es dónde se desarrolla el Nivel freático por ser permeable, funcionando como un acuífero abierto teniendo como base o muro impermeable la Unidad 2.

- **Nivel 2. Arcillas:**

Localizado por debajo del nivel anterior, su aparición no es homogénea y se detecta a distintas profundidades y cotas. Se localizan a partir de 5,40 m (S- 4) y en la zona de P-4 a partir de los 8,40 m de profundidad.

Se corresponde con los depósitos terciarios de la zona y están compuestos por una mezcla de sedimentos lutíticos; arcillas y limos de color marrón anaranjado claro con intercalaciones de tramos de Arcillas sepiolíticas rosadas y blanquecinas. Los límites son difusos tanto en la horizontal como en profundidad. En la zona de S-4 es donde se detecta con mayor claridad que se trata de sepiolitas mientras que en el resto de zonas, las sepiolitas parecen restringirse a pequeños niveles intercalados en las arcillas anaranjadas.

En la zona de contacto con las gravas de la Unidad 1 están meteorizadas por la exposición y por el contacto con el nivel freático perdiendo parte de su compacidad original que sí se observa en muestras profundas.

Su espesor detectado es mayor de 12 metros y probablemente sea de decenas de metros a juzgar por los datos cartográficos.

#### 4. NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

##### 4.1. Nivel Freático

En todos los sondeos se ha detectado la presencia de agua subterránea, la tanto durante la perforación como posteriormente.

Los niveles son los siguientes.

SONDEO	COTA BOCA	NIVEL FREÁTICO	
		PROFUNDIDAD	COTA
S-1	573	3.30	569.70

S-2	572.75	3.00	569.75
S-3	574	4.20	569.80
S-4	573.50	3.60	569.90

La cota del **nivel freático se sitúa de media a 569,78 m.**

Es probable que en momentos de lluvias intensas que conlleven avenidas, el nivel freático pueda llegar a subir considerablemente.

Por otro lado, al situarse en la ribera del río Jarama, las excavaciones sufrirán un efecto de succión haciendo que el agua fluya al interior en aportes continuos y con grandes caudales por lo que deberá preverse un bombeo y drenajes adecuados. La unidad geotécnica 2 puede considerarse como un acuífugo o como máximo como acuitardo y funciona como un muro impermeable que forma la base del acuífero superior a partir de una cota de aparición de la misma.

##### 4.2. Permeabilidad

El Nivel freático se desarrolla sobre la Unidad 1 y 0 que son permeables, con un espesor medio de 6 m y máximo de 9 m.

La Unidad 2, de baja permeabilidad, no se comporta como un acuífero si bien pudiera en las zonas profundas presentar algún nivel colgado.

La permeabilidad para cada estrato es la representada en la siguiente tabla:

Permeabilidad in situ. Ensayos de Lefranc en sondeo					
Unidad	Espesor medio	Ks (cm/s)	Ks (m/s)	Ks (m/día)	Clasif.
0	2,80-5,00	$1 \times 10^{-8} - 7 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6} - 7 \times 10^{-7}$	0.09 - 0.06	Acuífugo/acuitardo
1	2,00-3,50	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-4}$	10 - 1000	Acuífero
2	>12	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$	<< 0,01	Acuífugo

#### 5. CAPACIDAD DEL TERRENO Y PROPUESTA DE CIMENTACIONES

El informe estima que la mayoría de las instalaciones de la EDAR se realizarán mediante losas a profundidades entre 2 y 6 m, con cargas de servicio que no superarán los 1,00 kg/cm<sup>2</sup>.

En los edificios e instalaciones superficiales, se estiman cimentaciones directas, a 1m de profundidad, con cargas de servicio que no superaran los 2,00 kg/cm<sup>2</sup>.

La Unidad 0 dadas sus características heterogéneas y caóticas, debe ser retirada del apoyo de cimentaciones directas o bien sustituida con terreno granular grueso tipo zahorra natural o artificial en un espesor tal que permita acomodar el asiento de las cimentaciones con su carga de servicio.

La Unidad 1 de Gravas aluviales no está presente en la zona de P-2 y pudiera no hallarse en otros puntos, dada la génesis de este tipo de depósitos fluviales, pero en el resto de zonas sí parece estar presente, aunque con características resistentes de baja capacidad portante.

La Unidad 2 presenta en el tramo más somero, debido al contacto con el agua que discurre por las gravas cuaternarias, un grado de alteración que las hace perder su resistencia original siendo muy deformables, generando así asientos en las cimentaciones, lo que unido a un potencial expansivo, desaconseja el apoyo directo de cimentaciones. En la zona no alterada, situada en torno a los 10 m de profundidad, puede tener un mejor comportamiento y una capacidad portante mayor por lo que puede establecerse el apoyo de cimentaciones profundas.

Por tanto, hemos de recomendar la cimentación directa mediante losas para los elementos mayores y para los elementos menores zapatas corridas que distribuyan el asiento por la estructura o bien de zapatas aisladas previa confirmación en el cajado de las zapatas para asegurar que todas se apoyen sobre un único material o en su caso sobre un terreno de sustitución compactado.

## 6. AGRESIVIDAD

La campaña geotécnica ha realizado una serie de ensayos en el terreno y en el agua freática para estimar la posible agresividad al hormigón, dando como resultados **Nula** agresividad.

## 7. TALUDES DE EXCAVACIÓN Y CONTENCIÓNES

El informe realiza un cálculo de estabilidad para Taludes de excavación según el método de Hoek y Bray, con las siguientes condiciones:

- Nivel freático a media cara del talud. (Ábaco 3) según la posición actual del Nivel.
- 6,00 m de altura máxima.
- Densidad aparente: 1,80 Tn/m<sup>3</sup>
- Ángulo de rozamiento interno: 28º
- Cohesión 0,10 Tn/m<sup>2</sup>

- Factores de seguridad para condiciones provisionales: F.S.=1.20

Se obtiene un valor de 18º-19º para las excavaciones provisionales a corto plazo. Para los taludes provisionales de excavación se recomienda tenderlos al 3H:1V.

Ante este ángulo tan tendido se recomienda realizar las excavaciones con sostenimientos previos.

A efectos de cálculo se recomienda considerar un rozamiento terreno-muro nulo, así como despreciar la contribución de la cohesión a la disminución de los empujes.

Se deberá contemplar la presencia del nivel freático cercano, y los posibles riesgos por avenidas, para la impermeabilización de muros, prever su bombeo de extracción y el drenaje del mismo.

El informe propone unos parámetros de Coulomb para cada uno de los estratos:

Nivel	Estrato	Φ	C	γ	w	v	E	Kh
		º	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	% peso		MPa	T/m <sup>3</sup>
0	Rellenos antrópicos	29	0,00	1900	10	0,35	8	2700
1	Gravas	30	0,00	1900	10	0,30	12	2800
2	Arcillas	28	0,04	1200-1800	13-35	0,30	8	2500

## 8. EXCAVABILIDAD Y APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES

### 8.1. Excavabilidad

La Unidad 0, por sus pueden presentar restos de derribo que obliguen a precisar el uso de martillos picadores, si bien se considera en general excavable con maquinaria convencional.

En la Unidad 1, la nula cohesión de los materiales granulares su compactidad y la presencia de agua subterránea suponen factores desestabilizantes por lo que si bien son excavables precisarán de taludes tendidos, bombeos de drenaje intensivos y medidas de contención de tierras permanentes o provisionales.

Por último, en la Unidad 2 la excavabilidad es directa si bien será de bajo rendimiento dado el grado de consistencia y su naturaleza cohesiva, En esta Unidad es posible encontrar intercalaciones de sílex muy

duro y abrasivo.

## 8.2. Aprovechamiento de los materiales

Los suelos vegetales serán únicamente reutilizados para la formación de zonas ajardinadas en la planta.

La clasificación como explanada de la capa superficial actual de la Unidad 0 clasifica el material como **Suelo Marginal**.

Por tanto, el material que se disponga bajo la plataforma como zahorra deberá presentar una aptitud suficiente y una compactación adecuada como, al menos, suelo tolerable.

A continuación, se caracterizan los suelos utilizados basándonos en el PG3:

Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.	Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación
	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	Uso / Empleo	PG3
R-QAL-SC/ UG-0	Mala	Subrasante	<b>Marginal</b>
QAL-G/UG-1	Buena	Subbase	<b>Tolerable</b> No alcanza la categoría de suelo Adecuado por contenido en sales
TC / UG-2	-	-	<b>Tolerable</b>
TC / UG-2	-	-	<b>Marginal</b> En algunas muestras por expansividad o hinchamiento

## 9. ANEXO

Se adjunta en el presente documento la campaña geotécnica realizada en 2020 que ha servido de guía para elaborar el presente documento.

# Geoprovi



Geotecnia y Sondeos



C / B r o n c e , 7  
28863 Cobeta MADRID  
geoprovi@geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
www.geoprovi.es

## ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS. MADRID.

**INFORME Nº:** 0086-01 // / Rev.0

**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid

**PETICIONARIO:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>2. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 TRABAJOS DE CAMPO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1 Sondeos con recuperación de testigo continuo.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2 Ensayos de penetración dinámica.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO .....</b>	<b>13</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. GEOLOGÍA GENERAL. SISMICIDAD.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.1 Geología General.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3. NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4. AGRESIVIDAD .....</b>	<b>49</b>
<b>3.5. EXPLANADA Y APTITUD DEL MATERIAL DE RELLENO.....</b>	<b>51</b>
<b>4. CARACTERIZACIÓN DE EMPUJES DE MURO Y CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1. CONDICIONES DE EXCAVACIÓN. EMPUJE DE MUROS .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN. CARGA ADMISIBLE .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.1. Cimentación directa .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.1.1. Cimentaciones directas. Zapatas sobre terreno de sustitución. 62</b>	
<b>4.2.1.2. Cimentación por losas para depósitos y tanques .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3. CIMENTACIONES PROFUNDAS:.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3.1. Cálculo de Pilotes.....</b>	<b>73</b>
<b>4.3.2. Cálculo de Micropilotes: .....</b>	<b>75</b>
<b>5. RESUMEN DE RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>78</b>
• ANEJO 1. SITUACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO. CORTES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS	
• ANEJO 2. SONDEOS, DIAGRAMAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA Y ENSAYOS LEFRANC	
• ANEJO 3. CÁLCULO DE ASIENTOS	
• ANEJO 4. FOTOGRAFÍAS	
• ANEJO 5. ENSAYOS DE LABORATORIO	



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA  
EN LA EDAR DE  
VALDEBEBAS



## **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

A petición de la empresa INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L., GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L., ha realizado el estudio geotécnico del terreno para la construcción de la ampliación de la EDAR de Valdebebas compuesta por varias instalaciones como depósitos, tanques, laminadores, digestores y edificios de control.

La parcela está ocupada en parte por la actual EDAR y se ubica junto al Río Jarama, concretamente en la ribera de una isla o barra fluvial y presenta además de las construcciones signos evidentes de movimientos de tierra para la explanación y construcción de viales siendo notable la presencia de suelos blandos orgánicos de tipo fluvioaluvial procedentes de las inundaciones sucesivas que hayan acontecido en el curso y las riberas.

La parcela está situada en el Término Municipal de Madrid en el límite con el de Paracuellos del Jarama, al sureste de la carretera M-111 y a una cota media de 570 m.

El objeto y alcance de este trabajo ha sido el de investigar las características y condiciones del subsuelo sobre el que apoyará la construcción proyectada, para obtener conclusiones y recomendaciones de los distintos



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



aspectos que, desde el punto de vista geotécnico, inciden en el proyecto, concretamente:

- Características geológicas del subsuelo: espesor de rellenos y tierra vegetal, litología, situación del nivel freático, etc.
- Determinación de los parámetros geotécnicos de los materiales, resistencia, compresibilidad, etc.
- Empuje de muros
- Tipo de cimentación y carga admisible a adoptar.

Al final de este informe se adjuntan una serie de Anejos donde se recoge el plano de situación y la planta con la situación de las investigaciones realizadas; los registros de los sondeos y las diagrafas de los ensayos de penetración dinámica; cortes geológico-geotécnicos con la correlación entre penetrómetros y sondeos, las fotografías y finalmente, los ensayos de laboratorio realizados en las muestras obtenidas.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



## 2. TRABAJOS REALIZADOS

Las características litológicas y geológicas de la superficie del terreno han sido inspeccionadas por un técnico de nuestra empresa, mientras que para estudiar la naturaleza y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación.

### ➤ Trabajos de campo:

- 4 Sondeos rotativos con recuperación de testigo continuo, a una profundidad de entre 12,10 y 18,10 m, según Norma XP P-94-202.
- 4 Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B, según Norma UNE-EN ISO 22476-2.
- 18 Ensayos de penetración estándar (SPT), según Norma UNE-103800.
- 2 Tomas de muestra a granel alterada (MA), según Norma UNE-103800.
- 8 Tomas de testigo parafinado (TP).

### ➤ Trabajos de laboratorio

- 6 Ensayos para la Determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93
- 6 Ensayos para la Determinación de la densidad de un suelo, según norma UNE 103-301:94
- 6 Ensayos para la Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo, según norma UNE 103302:94
- 9 Ensayos para el Análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95
- 6 Ensayos para la Determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93
- 4 Ensayos de rotura a compresión simple, según norma UNE 103-400:93
- 3 Ensayos para la Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo: ensayo



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



*consolidado y no drenado (CU), según norma UNE 103401:98*

- *2 Ensayos de Consolidación unidimensional de un suelo en edómetro, según norma UNE 103405:94*
- *2 Ensayos de Cálculo de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103602:96*
- *1 Ensayo de Hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según norma UNE 103601:96*
- *1 Ensayo de colapsabilidad de un suelo en edómetro, según norma NLT 254:99*
- *2 Ensayos de compactación. Próctor modificado, según normas UNE 103501:94*
- *2 Ensayos para la Determinación en laboratorio del Índice C.B.R. de un suelo, según norma UNE 103502:95*
- *2 Ensayos para la Determinación cuantitativa de sulfatos en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83963:2008*
- *2 Ensayos para la Determinación la Acidez Baumann – Gully en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83962:2008*
- *2 Ensayos para la Determinación del contenido de material orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico, según normas UNE 103204: 93 y UNE 103204:93 (erratum)*
- *2 Ensayos para la Determinación del contenido en sales solubles en suelos, según norma UNE 103205:2006*
- *2 Ensayos para la Determinación del contenido de yesos en suelos, según norma UNE 103206:2006*
- *1 Ensayo del Método para determinar la agresividad de las aguas al hormigón. Incluye los siguientes ensayos: valor pH (UNE 83952:2008), magnesio (Mg<sup>2+</sup>) (UNE 83955:2008), amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (UNE 83954:2008), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (UNE 83956:2008), dióxido de carbono libre (CO<sub>2</sub>) (UNE-EN 13577:2008) y residuo seco (UNE 83957:2008). Los ensayos se clasifican según la instrucción EHE 2008.*



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:**

**OBRA:**

INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE

VALDEBEBAS



Tanto los trabajos de campo como los de laboratorio han sido dirigidos y supervisados directamente por los técnicos de GEOPROVI, los cuales han llevado a cabo la supervisión de los trabajos de campo a pie de obra y han realizado la petición de ensayos al laboratorio en función de las características de los materiales prospectados. A continuación se tratan más detalladamente los trabajos realizados.

## 2.1 TRABAJOS DE CAMPO

En la zona objeto de estudio se han efectuado un total de 4 sondeos, 4 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B con tomas de muestra del terreno. Ante el espesor de rellenos detectado se ha optado por eliminar dos calicatas previstas para la toma de muestras para caracterización de materiales y aptitud para viales, retirando las muestras necesarias de las cajas portatestigos de los sondeos. Los criterios seguidos a la hora de definir tanto el tipo y número de investigaciones a realizar así como su emplazamiento, han sido tomados teniendo en cuenta las características del proyecto, la tipología de las edificaciones y la ubicación y morfología de los futuros edificios e instalaciones.

Todas las investigaciones efectuadas han sido supervisadas por Técnico Especialista en Geotecnia.

Se toma como cota de emboquille para cada una de las investigaciones, la cota actual del terreno a fecha de realización de las mismas, reflejadas en el plano de situación de investigaciones adjunto al final del informe con la referencia de coordenadas conforme a la topografía de la parcela a las que se referirá en el texto de este informe.

La localización de las investigaciones realizadas, se presenta en un plano adjunto en el Anejo 1.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 2.1.1 Sondeos con recuperación de testigo continuo

Se han perforado cuatro sondeos rotativos (S-1 a S-4) con recuperación de testigo continuo, alcanzándose las siguientes profundidades.

Sondeo	Cota de boca (m)	Profundidad (m)
S-1	573.00	18,10
S-2	572.75	12,20
S-3	574.00	12,10
S-4	573.50	12,10

La situación de los sondeos se muestra en el Anejo 1 y las columnas estratigráficas descritas en el Anejo 2.

Durante la perforación de los sondeos se han realizado ensayos de penetración estándar (SPT) y tomas de testigo parafinados (TP) a diferentes profundidades.

En las perforaciones a rotación se ha utilizado una sonda montada sobre camión de accionamiento hidráulico marca Tecoinsa modelo TP-50, provista de baterías y coronas de widia de 101 y 86 mm de diámetro.

Para la realización de los ensayos SPT se ha empleado una cuchara normalizada tipo Terzaghi con zapata de diámetro exterior 50,8 mm. e interior 35,0 mm. El ensayo se ejecuta con una maza de 63,6 Kg. por caída libre desde una altura de 76,2 cm.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los valores obtenidos en los ensayos SPT y de los TP; testigos parafinados obtenidos:



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL  
 Nº de Seguro: 012000324/00  
 Colegiado: Disago De la Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº: 3399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>  
 Secretaria del ICOG

Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpeos/15 cm				N30
S-1	SPT	1.00	1.60	8	7	6	5	13
	SPT	4.20	4.80	7	9	6	6	15
	TP	5.90	6.20					-
	SPT	7.00	7.60	7	10	16	22	26
	SPT	10.00	10.60	10	12	28	36	40
	SPT	13.40	14.00	9	12	28	37	40
	SPT	17.50	18.10	14	20	29	38	49
Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpeos/15 cm				N30
S-2	SPT	1.20	1.80	8	13	8	9	21
	SPT	3.00	3.60	3	1	2	2	3
	TP	6.40	6.70					-
	SPT	7.00	7.60	9	22	28	40	50
	TP	9.95	10.20					-
	SPT	11.60	12.20	9	10	12	21	22
Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpeos/15 cm				N30
S-3	SPT	1.20	1.80	10	11	10	11	21
	SPT	3.00	3.60	2	1	1	1	2
	TP	6.90	7.10					-
	SPT	7.50	8.10	14	21	32	39	53
	TP	9.60	9.90					-
	SPT	11.50	12.10	7	10	14	23	24



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0  
 EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
 OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL  
 Nº de Colegiado: 012000324/00  
 Colegiado: Diego De la Torre Calvo [ET AL]  
 Inscrito con el nº: 3399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>  
 Secretaria del ICOG

Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpes/15 cm				N30
S-4	SPT	1.20	1.80	4	3	6	21	9
	SPT	3.00	3.60	7	7	6	6	13
	TP	5.80	6.20					-
	SPT	7.00	7.60	5	6	11	17	17
	TP	9.00	9.30					-
	SPT	11.50	12.10	9	15	27	36	42

R: Rechazo. \* Ensayo realizado con puntaza ciega. \*\*Golpeo N30 de MI.

Señalar que tras la finalización de los sondeos se fotografiaron las cajas portatestigos se retiraron varias muestras plastificadas y a granel que no se reflejan en la documentación de Anejos para obtener una mejor representación de la columna litológica para su posterior revisión. También se procedió a la medida del nivel freático, que se corresponde con el Nivel del Río Jarama, el cual se detectó en todos los sondeos. Los niveles se han monitorizado mediante dos lecturas sucesivas los cuales muestran una oscilación natural y cuyos valores son los siguientes.

Sondeo	Cota de boca (m)	13 al 16-04-20 Profundidad del Nivel freático (m)	28-04-20 Profundidad del Nivel freático (m)	Cota del Nivel freático (m) 28-04-20
S-1	573.00	3,40	3,30	569.70
S-2	572.75	3,30	3,00	569.75
S-3	574.00	5,90	4,20	569.80
S-4	573.50	3,90	3,60	569.90

La cota del **nivel freático se sitúa de media a 596,78 m** y a una profundidad de entre 3 y 4,2 m respecto de la explanada actual la cual varía de cota dependiendo de la zona.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Además se han realizado ensayos de Permeabilidad in situ tipo Lefranc en los sondeos durante el avance de los mismos. Los ensayos Se han realizado mediante el método de descensos. Los resultados de los mismos ofrecen una idea aproximada del coeficiente de permeabilidad y de la conductividad hidráulica del subsuelo en, los distintos terrenos. Se realiza mediante la combinación de la profundidad de perforación con la profundidad del revestimiento permitiendo aislar niveles del terreno para ensayar su permeabilidad de manera aislada o independiente.

Los datos que arrojan los Ensayos de Lefranc son, como todo sondeo, puntuales y si bien se pueden extrapolar, conviene correlacionarlos con valores presentes en la bibliografía hidrológica y con las granulometrías ensayadas para darle un mayor ajuste a los valores previsibles de funcionamiento del acuífero abierto superficial.

En el capítulo de Nivel freático y Permeabilidad se hace un resumen de los valores calculados.. Se adjuntan los estadillos de cálculo de los Ensayos de Lefranc en los Anejos finales de este informe.

### 2.1.2 Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 4 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B, denominados correlativamente como P-1 a P-4. Han sido distribuidos de tal forma que se cubriera la totalidad del área a investigar.

El trabajo ha sido realizado con un penetrómetro dinámico, tipo DPSH-B según Norma UNE-EN ISO 22476-2, de las siguientes características:

- Peso de la maza:..... 63,5 kg
- Peso de varillaje:..... 6,20 Kg./m.l.
- Peso de la cabeza:..... 1,50 kg
- Altura de caída:..... 75 cm



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



- Superficie de la puntaza:..... 19,5 cm<sup>2</sup>
- Diámetro de Varillaje:..... 32 mm

El varillaje empleado es de 32 mm de diámetro, lo que da una sección de 8,04 cm<sup>2</sup>, en tanto que la de la puntaza es de 19,5 cm<sup>2</sup>, es decir, que esta última resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

El ensayo consiste en la hincada de la puntaza por medio del golpeo de la maza que cae desde una altura de 75 cm., contabilizando el número de golpes necesarios para penetrar 20 cm (N<sub>20</sub>). Finaliza la prueba cuando el número de golpes requeridos para cubrir un tramo de 20 cm. es superior a 100 o cuando se alcanzan tres veces consecutivas más de 75 golpes.

El resultado es un gráfico en el que se representa el número de golpes con la profundidad. Los resultados obtenidos con este ensayo proporcionan una clara información cualitativa de las condiciones geotécnicas del subsuelo, pudiendo también emplearse de manera cuantitativa para obtener la carga admisible de trabajo en cimentaciones.

En la siguiente tabla se reflejan las profundidades de rechazo alcanzadas.

Ensayo	Cota de boca (m)	Profundidad de Rechazo (m)
P-1	573.50	9.40
P-2	574.00	8.40
P-3	572.20	8.40
P-4	573.30	10.60



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



Analizando las diagragfías obtenidas de los ensayos de penetración dinámica (ver en Anejos) podemos observar que presentan unas gráficas golpeo/profundidad análogas con un incremento de la resistencia con la profundidad aunque con un perfil aserrado que indica una alternancia de materiales de resistencia variada.

La ubicación de estos ensayos en la parcela objeto de estudio se presenta en el plano que se adjunta en el Anejo 1 al final del informe. Los diagramas golpeo/profundidad obtenidos se presentan en el Anejo 2.

## 2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado con el material extraído en la calicata, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas UNE. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los mismos:

Los ensayos de laboratorio se han realizado con el material extraído en los sondeos, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas UNE. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los mismos:

**Tabla 1/3. Ensayos de estado. Clasificación USCS y PG3. Formación , litotipo y Unidad Geotécnica asociada**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa por el tamiz						Límites de Atterberg			Clasificación  USCS	Clasificación  PG3	Asignación  Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad			
<b>S-1 5.90-6.20</b>	TP	16.5	1.846	2.150	-	100.0	100.0	<b>99.9</b>	99.8	99.4	<b>89.8</b>	<b>46.6</b>	26.3	<b>20.3</b>	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>S-1 7.00-7.60</b>	SPT	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	100.0	99.7	<b>97.5</b>	-	-	-	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>S-1 11.55-11.80</b>	TP	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.9	94.9	<b>73.8</b>	-	-	-	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>M-1 Mezcla (Arenas)</b>	MA	9.6	1.790	1.961		100.0	89.4	<b>87.1</b>	79.4	51.5	<b>33.3</b>	<b>41.1</b>	24.9	<b>15.2</b>	<b>SC</b>	<b>Marginal</b>	<b>R-QAL-SC/ UG-0</b>
<b>S-2 6.40-6.70</b>	TP	14.3	1.839	2.103		100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.5	87.5	<b>71.8</b>	<b>44.4</b>	26.6	<b>17.8</b>	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>S-3 6.90-7.10</b>	TP	13.0	1.821	2.057	2.436	100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.2	88.2	<b>72.3</b>	<b>40.2</b>	25.1	<b>15.1</b>	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>S-3 9.60-9.90</b>	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>M-2 Mezcla (Gravas)</b>	MA	10.1	1.892	2.082		100.0	78.5	<b>56.6</b>	49.1	25.4	<b>15.0</b>	<b>24.9</b>	18.7	<b>6.2</b>	<b>GW</b>	<b>Tolerable / Adecuado salvo por sales</b>	<b>QAL-G/UG-1</b>
<b>S-4 5.80-6.20</b>	TP	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	100.0	99.7	<b>96.7</b>	-	-	-	<b>CL</b>	<b>Tolerable</b>	<b>TC / UG-2</b>
<b>S-4 9.00-9.30</b>	TP	35.3	1.263	1.708	2.338	100.0	100.0	<b>98.5</b>	98.1	96.5	<b>95.1</b>	<b>157.3</b>	65.4	<b>91.9</b>	<b>CH</b>	<b>Marginal</b>	<b>TCsep / UG-2</b>

Clave: **SPT**: Standard Penetration Test. **TP**. Testigo Plástico. **MA**. Muestra a granel. **USCS**: Unified Soil Classification System. **G**: Gravas **S** :Arenas **C**: Arcillas **M**: Limos. **L**: Low plasticity, **H**: High Plasticity. **W**: Well sorted. **P**: Poor Selected. **R**: Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T**: Terciario: **Csep**: Arcillas Sepiolíticas. **UG**. Unidad Geotécnica.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBARRAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://pog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG

Tabla 2/3. Ensayos de Edómetro, Resistencia y corte directo. Clasificación USCS y PG3. Formación, litotipo y Unidad Geotécnica.

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>0</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Resistencia Compresión simple		Triaxial o Corte Directo			Clasificación USCS	Clasificación PG3	Asignación Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
						Resistencia: Kg/cm <sup>2</sup>	Deformación: %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			
S-1 5.90-6.20	TP		72			4,90	11	CCU	28.11°	0.04	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 7.00-7.60	SPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 11.55-11.80	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
M-1 Mezcla (Arenas)	MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SC	Marginal	R-QAL-SC/UG-0
S-2 6.40-6.70	TP					4,80	12	CCU	25.81°	0.62	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 6.90-7.10	TP	0.401				2,80	6				CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 9.60-9.90	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
M-2 Mezcla (Gravas)	MA	-	-	-0.21	2.71	-	-	-	-	-	GW	Tolerable / Adecuado salvo por sales	QAL-G/UG-1
S-4 5.80-6.20	TP		47			3,0	8	CCU	28.69°	0.13	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-4 9.00-9.30	TP	1.015	-	-	-	-	-	-	-	-	CH	Marginal	TCsep / UG-2

Clave: **SPT**: Standard Penetration Test. **TP**. Testigo Plastificado. **MA**. Muestra a granel. **USCS**: Unified Soil Classification System. **G**: Gravas **S** :Arenas **C**: Arcillas **M**: Limos. **L**: Low plasticity, **H**: High Plasticity. **W**: Well sorted. **P**: Poor Selected. **R**: Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T**: Terciario: **Csep**: Arcillas Sepiolíticas. **UG**. Unidad Geotécnica.

**Tabla 1/3. Ensayos de aptitud de Materiales para obras viales y Ensayos químicos**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Ensayos Químicos						Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación	Clasificación	Asignación
		Tipo de Próctor	Humedad óptima, en %	Densidad máxima, en g/cm <sup>3</sup>	Índice C.B.R. al 100%	Hinchamiento, en %	Agresividad EHE	Sulfatos Cuantitativos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Materia Orgánica, en %	Sales solubles, en %	Yesos, en %	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	-Uso/Empleo	USCS	PG3	Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
S-1 5.90-6.20	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 7.00-7.60	SPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 11.55-11.80	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
M-1 Mezcla (Arenas)	MA	Modif.	7.8	2.072	7.00	3.71			0.34	1.1061	0.2437	Mala	Subrasante	SC	Marginal	R-QAL-SC/UG-0	
S-2 6.40-6.70	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 6.90-7.10	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 9.60-9.90	TP	-	-	-	-	-	-	0	6	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
M-2 Mezcla (Gravas)	MA	Modif.	3.6	2.281	44.73	0.34		1125	19	0.51	0.6010	0.0222	Buena	Subbase	GW	Tolerable / Adecuado salvo por sales	QAL-G/UG-1
S-4 5.80-6.20	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-4 9.00-9.30	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CH	Marginal	TC / UG-2

**Clave:** **SPT:** Standard Penetration Test. **TP.** Testigo Plastificado. **MA.** Muestra a granel. **USCS:** Unified Soil Classification System. **G:** Gravas **S :**Arenas **C:** Arcillas **M:** Limos. **L:** Low plasticity, **H:** High Plasticity. **W:** Well sorted. **P:** Poor Selected. **R:** Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T:** Terciario: **Csep:** Arcillas Sepiolíticas. **UG.** Unidad Geotécnica.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS


 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG  


Tabla 2. Ensayos químicos de Agua subterránea

Muestra ensayada	Parámetros evaluados					Valoración de Agresividad EHE
	Parámetro	Resultado	Débil	Medio	Fuerte	
S-1 3.40 Agua	APARIENCIA	Clara				NO Agresiva
	OLOR (muestra no tratada)	No				
	OLOR (muestra tratada)	No				
	VALOR DEL pH*(UNE 83952:2008)	6.66	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	< 4.5	
	MAGNESIO (Mg <sup>2+</sup> ), en mg/l (UNE 83955:2008)	14.6	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000	
	AMONIO (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), en mg/l (UNE 83954:2008)	1.0	15 -30	30 - 60	> 60	
	SULFATO (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/l (UNE 83956:2008)	70	200 - 600	600 - 3000	> 3000	
	DIÓXIDO LIBRE (CO <sub>2</sub> ), en mg/l* (UNE-EN 13577:2008)	11	15 - 40	40 - 100	> 100	
	RESIDUO SECO, en mg/l (UNE 83957:2008)	292	150 - 75	75 - 50	< 50	

Al final del informe, en el Anejo 6, se adjuntan los expedientes de los ensayos realizados.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### **3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS**

#### **3.1. GEOLOGÍA GENERAL. SISMICIDAD**

##### **3.1.1 Geología General**

La localidad de Madrid se sitúa en el sector centro oriental de la Cuenca del Tajo o Cuenca de Madrid, situada en el borde norte de la Meseta Sur (Submeseta Central), sobre la vertiente meridional del Sistema Central. La Submeseta Central se ha formado por colmatación de la fosa tectónica del Tajo, configurada durante los movimientos Alpinos que reactivaron los relieves más antiguos del Sistema Central.

Los materiales geológicos que se pueden encontrar en el término municipal de Madrid, quedan enmarcados dentro de los que constituyen la propia Cuenca de Madrid. Esta cuenca conforma el conjunto sedimentario continental que rellena la Fosa del Tajo, la cual representa una cuenca continental cerrada, cuyos sedimentos de relleno son de edad miocena, como los pertenecientes al área de estudio, a excepción de los que rellenan los valles cuaternarios de los diversos ríos actuales y sus afluentes.

Esta fosa y sus sedimentos, están influenciados por el contexto geológico regional que les rodea. Por un lado, hacia el noroeste se encuentra próximo el Sistema Central, que junto con los Montes de Toledo al suroeste constituyen el zócalo o macizo hercínico, formado por granitos, gneises y pizarras de edad paleozoica y precámbrica. En segundo lugar, están los macizos mesozoicos que conforman la Cadena Ibérica y Sierra de Altomira desde el noreste hasta el sureste, compuestos en su mayoría por materiales calco-margosos y terrígenos característicos de ambientes marinos, de los cuales también existen unos pequeños afloramientos junto con sedimentos



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



continentales del Eoceno en Torrelaguna y el Valle de Lozoya, en la zona de la sierra.

La fosa tectónica actuó como cuenca endorreica intramontañosa, donde se depositaron grandes espesores de sedimentos desde, al menos, el Mioceno Inferior. Los materiales que la constituyen proceden de la denudación de las áreas montañosas marginales, con sedimentos progresivamente más finos hacia las zonas centrales de la cuenca.

Los materiales de tipo intermedio aparecen hacia las zonas centrales de la cuenca, por evolución lateral de las arcosas, a las que sustituyen.

Sobre estos materiales se ha impuesto, durante el Cuaternario, la red fluvial actual. Se han generado, de esta manera, materiales que corresponden en su mayor parte a los distintos niveles aluviales de los ríos que drenan la cuenca, y por los materiales asociados a las superficies divisorias de cuencas y los glaciais.

En los cursos más importantes como son el Henares y Jarama que se van encajando en los valles durante el Cuaternario, se desarrollan terrazas a varios niveles o alturas y en el valle actual se detectan barras de gravas en amplias zonas que son objeto de extracción para áridos. Éstas gravas se interdigitan con cuerpos arenosos y amplias zonas de inundación con sedimentos lutíticos e incluso fangosos aunque suelen presentar escaso espesor.

Este terciario conforma cuerpos subhorizontales de limitada continuidad horizontal y vertical que se disponen subhorizontalmente en capas que interdigitan entre sí mediante cambios laterales de facies o estructuras de truncamiento por intersección de la erosión producida por canales arenosos en depósitos de llanura de inundación.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Debido a esta génesis de canales más o menos arenosos (Arenas de Miga) que se encauzan en la llanura arcillosa (tosco), la estructura sedimentaria es cambiante y los límites entre capas o niveles son raramente estrictamente horizontales.

Las unidades o facies de la Cuenca de Madrid son en general descritas como:

### **Periodo Terciario**

- Arena de miga.

Arena gruesa y media con porcentajes menores del 25 % en peso de finos (limo y arcilla) de color marrón blanquecino pasando por tonos amarillentos, grises, verdosos y rosados. Son arenas heterométricas gruesas a muy gruesas de tipo arcósico (feldespato mayoritario) y con minerales melanocráticos en proporciones subordinadas. Se intuye un protolito granítico o de jabre. La presencia de estas facies más arenosas se hace más patente hacia el borde de la cuenca, siendo características de abanico aluvial proximal. También se encuentran en zonas más distales como paleocanales intercalados y en cambio laterales de facies con niveles más arcillosos. Son de comportamiento granular y de alta permeabilidad.

- Arena Tosquiza.

Arena gruesa con porcentajes de finos de entre el 25 y el 40% (limo y arcilla) de color marrón grisáceo. Son arenas homométricas gruesas de tipo arcósico (feldespato mayoritario) y con minerales melanocráticos en proporciones subordinadas. Son de comportamiento mixto entre cohesivo y granular. En ocasiones la fracción arcillosa desaparece siendo arenas gruesas feldespáticas (arcosas) pasando a llamarse Arena de Miga que presentan en algunos tramos un grado de cementación muy alto que le confiere un estado cuasi rocoso dónde llegan a alcanzarse valores altos de golpeo de DPSH. Son de permeabilidad baja a media conformando acuitardos.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



- Tosco Arenoso.

Arcillas arenosas (Tosco arenoso) con proporciones de finos de entre 40 y 60 % y en general muy poco permeables o impermeables. En ocasiones presentan intercalaciones de arenas siliciclásticas (principalmente cuarzo y feldespato) y micáceas finas homométricas muy finas (Fangos Micáceos) con indicios de limo con espesores de 10-15 cms que pudieran tener una permeabilidad alta pero que se encuentran confinadas entre capas arcillosas (tosco arenoso) impermeables por lo que funcionarían como acuíferos confinados o colgados.

- Tosco y Tosco en transición a Peñuela.

Arcillas y limos en un porcentaje del 60-85% con algo de arena, muy compactas y duras de color marrón oscuro rojizo. Son impermeables por lo que funcionarían como acuícludos y conforman las bases erosivas que forman el muro de los cuerpos arenosos de los paleocanales. Al tratarse del tramo basal del Tosco la facies de Peñuelas llega a detectarse de manera transicional. Las Peñuelas son arcillas y limos de menor densidad que el Tosco y con una proporción de arenas menor del 20% y una mayor plasticidad y menor densidad. Además en los tramos más someros presentan una alteración producto de su exposición cuando conformaban el paleorrelieve sobre el que se depositó el Tosco. Esta alteración se traduce en una menor resistencia que en las zonas profundas de Peñuelas sanas y aun así con una capacidad portante equiparable a la del Tosco.

- Peñuelas

Son arcillas plásticas de color marrón verdoso que pueden presentar una consistencia variable ya que en las zonas someras presentan una meteorización en el contacto con las unidades detríticas y en el estado sano se observan consolidaciones importantes que le dan una alta rigidez llegando a presentar una fracturación tectónica en forma de planos de inestabilidad denominados "Lisos" a favor de los que se depositan concreciones arborescentes y nodulosas de óxidos de Fe y Mn.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



En algunos tramos basales comienzan a presentar yesos en forma de nódulos o incluso yesos cristalinos secundarios así como intercalaciones o laminaciones de yeso masivo.

- Sepiolitas

Son arcillas de la familia de las Montmorillonitas con tonalidades blancas rosadas y amarillentas; son muy plásticas con baja densidad y con gran avidez por el agua que aparecen en combinación con niveles de cayuelas y sílex de consistencia rocosa. Suponen por sus propiedades minerales la aparición de problemas por asentamientos en los tramos blandos y plásticos y por hinchamiento llegando a dar fenómenos de expansividad.

Dada la génesis de estos depósitos las unidades se encuentran compuestas por términos mixtos es decir por alternancias muy rápidas, es decir los niveles o capas pueden ser una mezcla de dos términos como por ejemplo arenas tosquizas y toscos arenosos en los que una leve variación de la proporción de finos hace cambiar la denominación. La ubicación de la EDAR además la sitúa en una zona del Río Jarama en la que por tectónica el cauce migra hacia el norte dejando una llanura aluvial (aeropuerto) al este y abruptos barrancos (cuestas de Paracuellos) al Oeste en la cual el surco excavado por el cauce provoca el depósito de materiales aluviales superpuestos a un Terciariodetrítico distal o próximo a la zona en la que las facies se entremezclan con ambientes distintos a los detríticos areno-arcillosos y comienzan a encontrarse rasgos del interior de la cuenca con sedimentos lutíticos y evaporíticos.

### **Actual**

Lo conforman tanto los restos de movimiento de tierras para la explanación como restos de aluviales blandos de la ribera sobre los que se desarrolla terreno vegetal. Presenta un espesor irregular ya que en la zona de P-2 y P-4 se detectan espesores mayores que en el resto de puntos. La zona es proclive a estos bajíos rellenados ya que ha sido una antigua gravera y



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



además puede presentar a lo largo de la barra de la ribera en la que nos situamos antiguos cauces abandonados del Jarama. Estos canales o paleocanales cuaternarios con base erosiva y por tanto no horizontal se encajan en el Terciario que en este caso es más arcilloso del tipo Tosquizo en transición a Peñuela con unos primeros indicios de sepiolitas en forma de laminaciones en la zona más profunda.

Según el mapa de peligrosidad sísmica la localidad de Madrid, en la Comunidad de Madrid, presenta un valor de aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, por lo que no procede la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), según indica el artículo 1.2.3. de la misma.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 3.2. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

La caracterización de los niveles geotécnicos se ha realizado a partir de los datos obtenidos con los ensayos de campo y laboratorio, atendiendo a las propiedades litológicas y mecánicas de los materiales prospectados. El subsuelo de la parcela estudiada se caracteriza por los siguientes niveles:

#### ➤ **Unidad Geotécnica – 0. Rellenos antrópicos y suelos blandos aluviales**

Se incluyen dentro de este nivel geotécnico la franja de terreno más superficial, formada por la capa de rellenos antrópicos y el nivel de suelos blandos, que pudieran ser materiales retrabajados por el movimiento de tierras.

El nivel presenta en general un grado de compacidad muy bajo, definido por los ensayos de penetración como sueltos/blandos (dependiendo de la naturaleza granular o cohesiva), con valores mayoritariamente inferiores a 10 golpes de  $N_{DPSH}$  aunque en profundidad presenta golpes de hasta 30.

Presentan un espesor en conjunto de entre 2,80 y 5,00 m (P-4) aunque de media en toda la parcela no sobrepasan los 3 m de espesor.

Deben ser eliminados totalmente de la zona de estudio al menos en las zonas de cimentación y urbanización o en caso de ser necesario sustituirlo por terreno granular compactado en un espesor suficiente para el fin que se destine.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpes/15 cm				N30
S-1	SPT	1.00	1.60	8	7	6	5	13
S-2	SPT	1.20	1.80	8	13	8	9	21
S-3	SPT	1.20	1.80	10	11	10	11	21
	SPT	3.00	3.60	2	1	1	1	2
S-4	SPT	1.20	1.80	4	3	6	21	9

Los ensayos de penetración dinámica también reflejan golpes dispares y en general con tramos de menos de 10 golpes y de media entre 6-7 golpes, siendo por contra mayores en las zonas someras que en las profundas.

Para la identificación de estos materiales se han ensayado varias muestras en los sondeos. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

**Tabla 1/3. Ensayos de estado. Clasificación USCS y PG3. Formación, litotipo y Unidad Geotécnica asociada**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa por el tamiz						Límites de Atterberg			Clasificación	Clasificación	Asignación
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad			
M-1 Mezcla (Arenas)	MA	9.6	1.790	1.961		100.0	89.4	87.1	79.4	51.5	33.3	41.1	24.9	15.2	SC	Marginal	R-QAL-SC/ UG-0

**Tabla 2/3. Ensayos de Edómetro, Resistencia y corte directo. Clasificación USCS y PG3. Formación, litotipo y Unidad Geotécnica.**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>0</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I <sub>c</sub> , en %	Resistencia Compresión simple q <sub>u</sub>		Triaxial o Corte Directo			Clasificación	Clasificación	Asignación
						Resistencia: Kg/cm <sup>2</sup>	Deformación: %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			
M-1 Mezcla (Arenas)	MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SC	Marginal	R-QAL-SC/ UG-0

**Tabla 1/3. Ensayos de aptitud de Materiales para obras viales y Ensayos químicos**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Ensayos Químicos					Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación	Clasificación	Asignación
		Tipo de Próctor	Humedad óptima, en %	Densidad máxima, en g/cm <sup>3</sup>	índice C.B.R. al 100%	Hinchamiento, en %	Agresividad EHE	Sulfatos Cuantitativos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Materia Orgánica, en %	Sales solubles, en %	Yesos, en %	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	-Uso/Empleo	USCS	PG3
<b>M-1 Mezcla (Arenas)</b>	<b>MA</b>	Modif.	7.8	2.072	7.00	3.71			0.34	1.1061	0.2437	Mala	Subrasante	<b>SC</b>	<b>Marginal</b>	<b>R-QAL-SC/UG-0</b>

Clave: **SPT**: Standard Penetration Test. **TP**. Testigo Plástico. **MA**. Muestra a granel. **USCS**: Unified Soil Classification System. **G**: Gravas **S**: Arenas **C**: Arcillas **M**: Limos. **L**: Low plasticity, **H**: High Plasticity. **W**: Well sorted. **P**: Poor Selected. **R**: Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T**: Terciario: **Csep**: Arcillas Sepiolíticas. **UG**. Unidad Geotécnica.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



No es posible caracterizar el relleno antrópico en sí mismo por su naturaleza caótica pero se hace una aproximación retirando muestras de al menos del tramo de suelos aluviales blandos o sueltos que son en realidad una mezcla de Arenas arcillosas con gravas de una compacidad variable con contenidos apreciables en materia orgánica, sales y yesos lo que da una idea de la contaminación e imbricación entre los tramos de rellenos y los aluviales. No obstante creemos que la agrupación de estos materiales es asumible porque presentan características resistentes pésimas.

A partir de los datos de campo y laboratorio obtenidos podemos asignar para estos materiales los siguientes parámetros:

Espesor medio (m)	N <sub>SPT</sub>	$\phi'$	q <sub>u</sub>	c'	$\gamma$	w	v	E
2.80-5,00	<10	29°	0	0,00	1,90	10	0,35	8

- N<sub>SPT</sub>: Número de golpes en el ensayo de penetración estándar
- $\phi'$ : Ángulo de rozamiento interno efectivo (°)
- c': Cohesión efectiva (Kg/cm<sup>2</sup>)
- $\gamma$ : Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)
- q<sub>u</sub>: Resistencia a compresión simple (Kg/cm<sup>2</sup>)
- v: Coeficiente de Poisson
- E: Módulo de deformación (MPa)
- w: Humedad (% en peso)



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



➤ **Unidad Geotécnica – 1. Gravos. Terrazas. Cuaternario.**

Este grupo de materiales se localiza inmediatamente por debajo del nivel anterior correspondiente a la capa de rellenos antrópicos y suelos aluviales blandos. Su profundidad de aparición varía mucho de unos puntos a otros situándose entre los 2.80 m y los 4.80 m y su espesor también fluctúa desde los 2,00 m hasta los 3,50 m pero no se llega a detectar en la zona de P-2.

Su forma y geometría responden localmente a una capa horizontal en muchos puntos y a rellenos de surco del cauce en otros (P-3 y P-4) y en ocasiones ni se llega a localizar (P-2) por haber sido erosionada luego su geometría también varía de unas zonas a otras por lo que deberán ser consultados sus espesores y su presencia en función de la interpretación de los cortes geológico geotécnicos ubicados en los Anejos de este informe.

Se corresponde con los depósitos de la ribera y de la Terraza Cuaternaria de la zona y están compuestos por una mezcla de gravas silíceas subredondeadas y arenas más o menos arcillosas versicolores.

Son cuerpos horizontales de gravas heterométricas con bastante arena y algo de finos. Son silíceas y mayoritariamente cuarcíticas subredondeadas con interdigitación de cuerpos de arenas mezclados y con algo de arcillas.

Los ensayos de SPT han arrojado los siguientes resultados en esta Unidad 1.

Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpeos/15 cm				N30
S-1	SPT	4.20	4.80	7	9	6	6	15
S-2	SPT	3.00	3.60	3	1	2	2	3
S-4	SPT	3.00	3.60	7	7	6	6	13



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



R: Rechazo. \* Ensayo realizado con puntaza ciega. \*\*Golpeo N30 de MI.

Los golpes de SPT fluctúan y bajan cuando se trata de tramos arenosos saturados en agua. Los golpes en los ensayos de penetración dinámica tienen en esta unidad perfiles aserrados y fluctúan entre 10 y 40 golpes y en general de media son de un  $N_{DPSH} = 14-20$ .

Las muestras que se obtienen en cuerpos de gravas y arenas no permiten la toma de muestras inalteradas o testigos plastificados por lo que muchos de los parámetros resistentes no se pueden obtener en laboratorio y por interpretación de los golpes de SPT y de DPSH. Las muestras de grava han sido recolectadas a granel de las cajas portatestigos.

Los resultados de los ensayos realizados en muestras de esta Unidad se resumen a continuación.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>

Secretaría del ICOG

**Tabla 1/3. Ensayos de estado. Clasificación USCS y PG3. Formación , litotipo y Unidad Geotécnica asociada**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa por el tamiz						Límites de Atterberg			Clasificación  USCS	Clasificación  PG3	Asignación  Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	índice de Plasticidad			
<b>M-2 Mezcla (Gravas)</b>	MA	10.1	1.892	2.082		100.0	78.5	<b>56.6</b>	49.1	25.4	15.0	<b>24.9</b>	18.7	<b>6.2</b>	<b>GW</b>	<b>Tolerable / Adecuado salvo por sales</b>	<b>QAL-G/UG-1</b>

**Tabla 2/3. Ensayos de Edómetro, Resistencia y corte directo. Clasificación USCS y PG3. Formación, litotipo y Unidad Geotécnica.**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>0</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	índice de colapso I <sub>c</sub> , en %	Resistencia Compresión simple q <sub>u</sub>		Triaxial o Corte Directo			Clasificación  USCS	Clasificación  PG3	Asignación  Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
						Resistencia: Kg/cm <sup>2</sup>	Deformación: %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			
<b>M-2 Mezcla (Gravas)</b>	MA	-	-	-0.21	2.71	-	-	-	-	-	<b>GW</b>	<b>Tolerable / Adecuado salvo por sales</b>	<b>QAL-G/UG-1</b>

**Tabla 1/3. Ensayos de aptitud de Materiales para obras viales y Ensayos químicos**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Ensayos Químicos					Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación	Clasificación	Asignación	
		Tipo de Próctor	Humedad óptima, en %	Densidad máxima, en g/cm <sup>3</sup>	índice C.B.R. al 100%	Hinchamiento, en %	Agresividad EHE	Sulfatos Cuantitativos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Materia Orgánica, en %	Sales solubles, en %	Yesos, en %	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	-Uso/Empleo	USCS	PG3	Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
<b>M-2 Mezcla (Gravas)</b>	<b>MA</b>	Modif.	3.6	2.281	44.73	0.34		1125	19	0.51	0.6010	0.0222	Buena	Subbase	<b>GW</b>	<b>Tolerable / Adecuado salvo por sales</b>	<b>QAL-G/UG-1</b>

**Clave:** **SPT:** Standard Penetration Test. **TP.** Testigo Plastificado. **MA.** Muestra a granel. **USCS:** Unified Soil Classification System. **G:** Gravas **S :**Arenas **C:** Arcillas **M:** Limos. **L:** Low plasticity, **H:** High Plasticity. **W:** Well sorted. **P:** Poor Selected. **R:** Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T:** Terciario: **Csep:** Arcillas Sepiolíticas. **UG.** Unidad Geotécnica.





**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



A partir de los datos de campo y laboratorio obtenidos podemos asignar para estos materiales los siguientes parámetros:

Espesor medio (m)	N <sub>SPT</sub>	$\phi'$	c'	$\gamma$	w	v	E
2,00-3,50	12	30°	0,00	2,0	10	0,30	10

- N<sub>SPT</sub>: Número de golpes en el ensayo de penetración estándar
- $\phi'$ : Ángulo de rozamiento interno efectivo (°)
- c': Cohesión efectiva (Kg/cm<sup>2</sup>)
- $\gamma$ : Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)
- qu: Resistencia a compresión simple (Kg/cm<sup>2</sup>)
- v: Coeficiente de Poisson
- E: Módulo de deformación (MPa)
- w: Humedad (% en peso)



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



## ➤ Unidad Geotécnica – 2. Arcillas

Este grupo de materiales se localiza por debajo del nivel anterior de gravas de la terraza fluvial Cuaternaria. Su aparición no es homogénea y se detecta a distintas profundidades y cotas. Se localizan a partir de 5,40 m (S-4).y en la zona de P-4 a partir de los 8,40 m de profundidad

Se corresponde con los depósitos terciarios de la zona y están compuestos por una mezcla de sedimentos lutíticos; arcillas y limos de color marrón anaranjado claro con intercalaciones de tramos de Arcillas sepiolíticas rosadas y blanquecinas. Esta composición no responde a una alternancia sino a un cambio de facies gradual por lo que los límites son difusos tanto en la horizontal como en profundidad. Las arcillas del tipo sepiolítico suelen presentar problemas por su gran aidez por el agua su elevada plasticidad y los asentamientos diferenciales o hinchamientos que generan. En la zona de S-4 es donde se detecta con mayor claridad que se trata de sepiolitas mientras que en el resto de zonas, las sepiolitas parecen restringirse a pequeños niveles intercalados en las arcillas anaranjadas.

En la zona de contacto con las gravas de la Unidad 1 están meteorizadas por la exposición y por el contacto con el nivel freático perdiendo parte de su compacidad original que sí se observa en muestras profundas.

Su espesor detectado es mayor de 12 metros y probablemente sea de decenas de metros a juzgar por los datos cartográficos.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Núm: 012000324/00  
 Colegiado: D. José María Torre Calvo [ET AL]  
 Inscrito con el nº: 3399

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>

Secretaría del ICOG

Los ensayos de SPT han arrojado los siguientes resultados en esta Unidad 2 que se ha detectado en todas las investigaciones.

Sondeo	Ensayo	Profundidades		Golpes/15 cm				N30
S-1	SPT	7.00	7.60	7	10	16	22	26
	SPT	10.00	10.60	10	12	28	36	40
	SPT	13.40	14.00	9	12	28	37	40
	SPT	17.50	18.10	14	20	29	38	49
S-2	SPT	7.00	7.60	9	22	28	40	50
	SPT	11.60	12.20	9	10	12	21	22
S-3	SPT	7.50	8.10	14	21	32	39	53
	SPT	11.50	12.10	7	10	14	23	24
S-4	SPT	7.00	7.60	5	6	11	17	17
	SPT	11.50	12.10	9	15	27	36	42

R: Rechazo. \* Ensayo realizado con puntaza ciega. \*\*Golpeo N30 de MI.

Los ensayos de penetración dinámica alcanzan el rechazo a la penetración en esta Unidad 2 y en general presentan  $N_{DPSH} > 20$  equivalentes a una  $N_{SPT} > 30$  pero presentan en zonas someras golpes menores de 20 similar a lo que ocurre en los SPT de S-4.

Los resultados de los ensayos realizados en muestras de esta Unidad se resumen a continuación.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBARRAS



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG

Tabla 1/3. Ensayos de estado. Clasificación USCS y PG3. Formación , litotipo y Unidad Geotécnica asociada

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	Peso específico, en g/cm <sup>3</sup>	Granulometría en % que pasa por el tamiz						Límites de Atterberg			Clasificación  USCS	Clasificación  PG3	Asignación  Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad			
<b>S-1 5.90-6.20</b>	TP	16.5	1.846	2.150	-	100.0	100.0	<b>99.9</b>	99.8	99.4	<b>89.8</b>	<b>46.6</b>	26.3	<b>20.3</b>	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-1 7.00-7.60</b>	SPT	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	100.0	99.7	<b>97.5</b>	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-1 11.55-11.80</b>	TP	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.9	94.9	<b>73.8</b>	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-2 6.40-6.70</b>	TP	14.3	1.839	2.103		100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.5	87.5	<b>71.8</b>	<b>44.4</b>	26.6	<b>17.8</b>	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-3 6.90-7.10</b>	TP	13.0	1.821	2.057	2.436	100.0	100.0	<b>100.0</b>	99.2	88.2	<b>72.3</b>	<b>40.2</b>	25.1	<b>15.1</b>	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-3 9.60-9.90</b>	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-4 5.80-6.20</b>	TP	-	-	-	-	100.0	100.0	<b>100.0</b>	100.0	99.7	<b>96.7</b>	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
<b>S-4 9.00-9.30</b>	TP	35.3	1.263	1.708	2.338	100.0	100.0	<b>98.5</b>	98.1	96.5	<b>95.1</b>	<b>157.3</b>	65.4	<b>91.9</b>	CH	Marginal	TCsep / UG-2

Clave: **SPT:** Standard Penetration Test. **TP.** Testigo Plastificado. **MA.** Muestra a granel. **USCS:** Unified Soil Classification System. **G:** Gravas **S :**Arenas **C:** Arcillas **M:** Limos. **L:** Low plasticity, **H:** High Plasticity. **W:** Well sorted. **P:** Poor Selected. **R:** Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T:** Terciario: **Csep:** Arcillas Sepiolíticas. **UG.** Unidad Geotécnica.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBARRAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo  
 a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaria del ICOG

**Tabla 2/3. Ensayos de Edómetro, Resistencia y corte directo. Clasificación USCS y PG3. Formación, litotipo y**

**Unidad Geotécnica.**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Edómetro muestra saturada (índice de poros inicial e <sub>0</sub> )	Presión de hinchamiento, en kPa	Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Resistencia Compresión simple		Triaxial o Corte Directo			Clasificación	Clasificación	Asignación
						Resistencia: Kg/cm <sup>2</sup>	Deformación: %	Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm <sup>2</sup>			
S-1 5.90-6.20	TP		72			4,90	11	CCU	28.11°	0.04	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 7.00-7.60	SPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-1 11.55-11.80	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-2 6.40-6.70	TP					4,80	12	CCU	25.81°	0.62	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 6.90-7.10	TP	0.401				2,80	6				CL	Tolerable	TC / UG-2
S-3 9.60-9.90	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-4 5.80-6.20	TP		47			3,0	8	CCU	28.69°	0.13	CL	Tolerable	TC / UG-2
S-4 9.00-9.30	TP	1.015	-	-	-	-	-	-	-	-	CH	Marginal	TCsep / UG-2

Clave: **SPT**: Standard Penetration Test. **TP**. Testigo Plastificado. **MA**. Muestra a granel. **USCS**: Unified Soil Classification System. **G**: Gravas **S**: Arenas  
**C**: Arcillas **M**: Limos. **L**: Low plasticity, **H**: High Plasticity. **W**: Well sorted. **P**: Poor Selected. **R**: Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T**:  
 Terciario: **Csep**: Arcillas Sepiolíticas. **UG**. Unidad Geotécnica.

**Tabla 1/3. Ensayos de aptitud de Materiales para obras viales y Ensayos químicos**

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Ensayos Químicos						Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación	Clasificación	Asignación
		Tipo de Próctor	Humedad óptima, en %	Densidad máxima, en g/cm <sup>3</sup>	Índice C.B.R. al 100%	Hinchamiento, en %	Agresividad EHE	Sulfatos Cuantitativos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Materia Orgánica, en %	Sales solubles, en %	Yesos, en %	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	-Uso/Empleo	USCS	PG3	Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
S-1 5.90-6.20	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-1 7.00-7.60	SPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-1 11.55-11.80	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-2 6.40-6.70	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-3 6.90-7.10	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-3 9.60-9.90	TP	-	-	-	-	-	0	6	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-4 5.80-6.20	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CL	Tolerable	TC / UG-2	
S-4 9.00-9.30	TP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CH	Marginal	TC / UG-2	

**Clave:** **SPT:** Standard Penetration Test. **TP.** Testigo Plastificado. **MA.** Muestra a granel. **USCS:** Unified Soil Classification System. **G:** Gravas **S :**Arenas **C:** Arcillas **M:** Limos. **L:** Low plasticity, **H:** High Plasticity. **W:** Well sorted. **P:** Poor Selected. **R:** Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T:** Terciario: **Csep:** Arcillas Sepiolíticas. **UG.** Unidad Geotécnica.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:**

**OBRA:**

0086-01 // Rev.0

INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE

VALDEBEBAS



Presentan una granulometría de arcillosas limosas con algo de arena con ocasionales cantos de grava. Son arcillas de baja a media plasticidad y densidades aparentes en general por encima de  $2,0 \text{ gr/cm}^3$  y humedades del 13 % al 17 % alejadas del límite plástico en un 10 % por lo que no están saturadas pero sí húmedas.

Existe una muestra (S-4 a 9,00-9,30 m) que por sus valores asignamos a un tramo sepiolítico que refleja un cambio lateral de facies del material de manera local respecto a las demás muestras y que ya se detectó de visu en las descripciones de los sondeos. Esta muestra presenta una baja densidad ( $1,26 \text{ gr/cm}^3$  en seco) un límite líquido exageradamente alto ( $LL=153$ ) lo que indica que se trata de una arcilla sepiolítica muy plástica (CH) con una humedad del 35 muy alejado del límite plástico que se sitúa en 35 %. Esta zona se corresponde con los golpes de  $N_{SPT}=17$  y menores de  $N_{DPSH}<20$ . El porcentaje en finos es superior al 70 % por lo que hemos de considerar un comportamiento netamente cohesivo.

Los ensayos de resistencia a compresión simple dan valores altos por encima de  $2,80 \text{ Kg/cm}^2$  incluso en zonas someras presentan valores superiores. Sin embargo los ensayos de corte directo presentan fluctuaciones importantes en cuanto a la cohesión y algo menor en el ángulo de rozamiento interno a cotas someras. Los ensayos de corte directo tipo consolidado y sin drenar realizados arrojan valores de cohesión muy heterogéneos, quizá debido a que se trata de testigos plastificados que han sufrido torsión y cizallamiento, que oscilan entre los  $0,04$  y  $0,13 \text{ kg/cm}^2$  en los tramos someros propias de unas arcillas tipo Peñuelas reblandecidas o arcillas muy meteorizadas y los  $0,62 \text{ kg/cm}^2$  en zonas más profundas que dan valores de una arcillas tipo Peñuelas sanas. El ángulo de rozamiento interno,  $26^\circ$ - $28^\circ$  se corresponde tanto con Peñuelas como con Sepiolitas de acuerdo con la bibliografía geotécnica de la cuenca de Madrid.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



El ensayo edométrico arroja diferentes resultados dentro de esta misma unidad con un índice de poros que varía de 0,40 a 1,0. Los módulos edométricos calculados, comparándolos con la bibliografía gotécnica de los materiales de Madrid, indican que se trata de materiales con una rigidez más propia de aluviales muy blandos que de las Peñuelas alteradas lo que entra en contradicción con las resistencias obtenidas en otros ensayos. En el capítulo de asientos se desarrollan los resultados para obtener los módulos edométricos y los módulos de elasticidad en esta Unidad.

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS DE MADRID**

MATERIALES	CONTENIDO DE FINOS %	LÍM. LÍQUIDO	ÍNDICE PLÁSTIC.	DENSIDAD SECA (Kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	RESIST. A COMPR. SIMPLE (MPa)	COHESIÓN EFECTIVA (KPa) <sup>1</sup>	ROZ. INTERNO EFECTIVO (*)	MÓDULO DE DEFORM. EN EXTENSIÓN (MPa)	MÓDULO DE DEFORM. EN CARGA (MPa)
Arena de Miga	< 25	N.P. -30	N.P. -14	1800-1950	7-14	0-0,3	10-30	33-38	50-120	55-180
Arena Tosquiza	25-40	28-38	8-18	1800-1930	9-14	0,2-0,4	10-50	33-37	75-150	80-250
Tosco arenoso	40-60	30-50	10-20	1750-1880	11-16	0,3-1,0	40-100	31-35	110-180	151-350
Tosco	60-85	36-54	13-30	1700-1850	14-25	0,5-2,0	80-150	28-34	150-225	250-550
Rellenos antrópicos	10-65	N.P. -50	N.P. -20	1200-1600	5-20	0-0,05	0-5	25-28	5-8	4-6
Aluviales	20-45	20-50	10-20	1300-1650	15-35	0-0,07	30-70	27-30	7-10	6-8
Peñuelas algo alteradas	80-95	50-90	20-40	1400-1550	25-30	0,5-1,5	60-150	26-30	100-150	150-250
Peñuelas sanas	80-95	50-90	20-40	1500-1650	22-25	0,7-2,5	> 150	28-32	200-250	250-350

\* Valores obtenidos en ensayos de laboratorio

Las presiones de hinchamiento medidas en el edómetro a cotas someras fluctúan entre 0.4 y 0.7 Kg/cm<sup>2</sup> lo que indica que presentan un potencial hinchamiento o expansivo medio de manera general y en la muestra de S-4 se puede calificar de “Muy alto” en virtud del contenido en finos sus relaciones humedad y Límites de Atterberg.

En el resto de muestras se puede cifrar en una expansividad “Media” por la Ppresión de Hinchamiento o “Alta” en virtud de los demás factores.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



**Criterios para evaluar el potencial expansivo**

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Índice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz nº200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
W/WI	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
W/Wp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm <sup>2</sup> )	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

La resistencia de las arcillas terciarias es por tanto variable a lo largo del tramo de la Unidad 2 y a rasgos generales convergente entre los valores de  $N_{SPT}$ ,  $N_{DPSH}$  y los valores de compresión simple pudiendo asignarles una consistencia de “Firme a Muy Firme”.

A partir de los datos de campo y laboratorio obtenidos podemos asignar para estos materiales los siguientes parámetros:

Espesor medio (m)	$N_{SPT}$	$\phi'$	$q_u$	$c'$	$\gamma$	H	$\nu$	Em	E
>12	30	28°	3,00	0,04	1,2-1,8	13-35	0,35	105-135	6.4-8.2 8,00 * (20 a partir de 10 m de prof)

Los módulos de deformación obtenidos por el módulo edométrico corresponden a la zona somera y más alterada y entran en contradicción con los resultados de SPT y DPSH. No obstante estas zonas alteradas serían las más próximas a donde tiene lugar la mayor parte del asiento por lo que del lado de la seguridad hemos de ofrecer uno más bajo al que se obtendría por SPT y DPSH.

- $N_{SPT}$ : Número de golpes en el ensayo de penetración estándar
- $\phi'$ : Ángulo de rozamiento interno efectivo (°)



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



- $c'$ : Cohesión efectiva ( $\text{Kg/cm}^2$ )
- $\gamma$ : Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ )
- $q_u$ : Resistencia a compresión simple ( $\text{Kg/cm}^2$ )
- $\nu$ : Coeficiente de Poisson
- $E$ : Módulo de deformación (MPa)
- $E_m$ : Módulo Edométrico ( $\text{Kg/cm}^2$ )
- $\gamma_{\text{seca}}$ : Densidad seca  $\text{gr/cm}^3$
- $H$ : Humedad (%)



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 3.3. NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

En todos los sondeos se ha detectado la presencia de agua subterránea tanto durante la perforación como posteriormente.

Los niveles se han monitorizado mediante lecturas sucesivas cuyos valores son los siguientes.

Sondeo	Cota de boca (m)	13 al 16-04-20 Profundidad del Nivel freático (m)	28-04-20 Profundidad del Nivel freático (m)	Cota del Nivel freático (m) 28-04-20
S-1	573.00	3,40	3,30	569.70
S-2	572.75	3,30	3,00	569.75
S-3	574.00	5,90	4,20	569.80
S-4	573.50	3,90	3,60	569.90

La cota del **nivel freático se sitúa de media a 596,78 m** y a una profundidad de entre 3 y 4,2 m respecto de la explanada dependiendo de la zona.

Es probable, que debido a la permeabilidad de los materiales, exista una alta recarga superficial de las aguas subterráneas, por lo que en momentos de lluvias intensas que conlleven por tanto avenidas, el nivel freático pueda llegar a subir considerablemente o incluso inundar el área dejando el nivel a cotas más someras que las registradas.

Se han realizado ensayos Lefranc en los sondeos a distintas alturas para examinar la permeabilidad in situ. Los registros de estos ensayos se sitúan en los Anejos de este informe.

Al preverse la excavación de varios metros para la ejecución de algunas de las instalaciones por debajo de la superficie actual es de prever la





**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Los ensayos Lefranc se han realizado por descensos, es decir el tramo ensayado o libre queda sin revestimiento y tiene el diámetro de 86 mm hasta el tramo revestido el cual tiene un diámetro exterior de 98 mm y que llega hasta la boca del sondeo. Se mide la profundidad del Nivel freático y se completa el interior del sondeo con agua hasta enrasarlo con la boca una vez estabilizado comienza el ensayo midiendo los descensos acumulados medidos desde la boca (cota 0 del ensayo) hasta la altura de la lámina de agua en el sondeo. En el caso de realizar el ensayo por encima del nivel freático los primeros volúmenes aportados pasan a rellenar el vaso y a humectar las paredes tanto del espacio anular entre el revestimiento y el terreno como en el tramo libre. Este volumen se infiltra a través de la porosidad y sirve para poner en contacto el acuífero con el volumen que en forma de columna con una altura hidráulica definida, va a servir para medir la conductividad hidráulica “k” que no es más que la velocidad con la que la sección determinada del terreno deja pasar el agua por lo que no es una valor equiparable a la porosidad aunque sí depende de él.

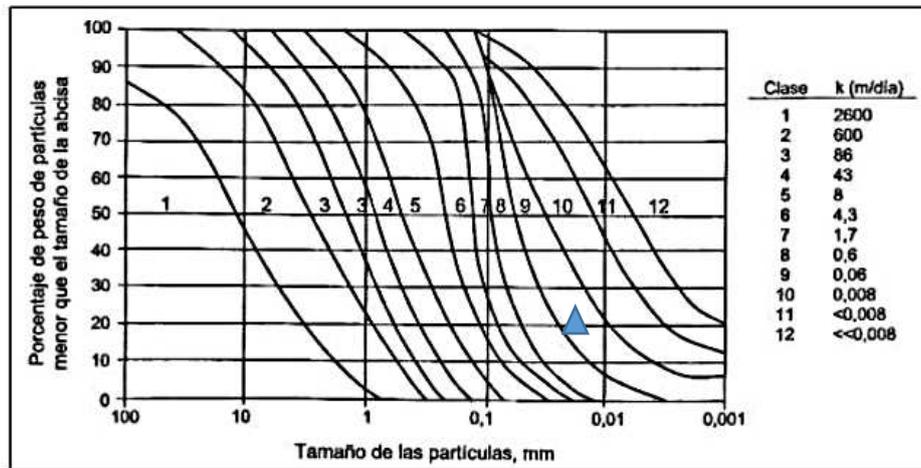
Los valores obtenidos son los siguientes:

Permeabilidad in situ. Ensayos de Lefranc en sondeo					
Ensayo en sondeo	Tramo ensayado profundidades	Unidad Geotécnica Llitotipo	Ks cm/s	Ks m/s	Ks m/día
S-1	2.60-3.60	U.G. 0-1 Gravas arenosas.	$1,1490 \times 10^{-4}$	$1,1490 \times 10^{-6}$	0.0992
S-1	3.60-4.60	U.G. 1 Gravas	$2,8423 \times 10^{-4}$	$2,8423 \times 10^{-6}$	0.2455
S-1	5.60-7.00	U.G. 2 Limos arcillosos	$2,2569 \times 10^{-6}$	$2,2569 \times 10^{-9}$	0.0001

Para la Unidad 0 vamos a interpretar la permeabilidad en parte por el ensayo Lefranc y en parte por la granulometría. Según el método propuesto por Custodio y Llamas, cuando la granulometría es transversal a varias clases dentro del ábaco de Breddin, como ocurre en la Unidad 0 podremos emplear la media del d20 ya que es la que recoge la mayoría de los tamaños menores que es la que en realidad ciega la porosidad. Así interpretada este valor caería



dentro de la clase 9 del ábaco. Esto le asigna una permeabilidad de 0,06 m/día lo que equivale aproximadamente a  $7 \times 10^{-7}$  cm/s valor que está en el orden de magnitud del obtenido en el Ensayo Lefranc y si bien resulta inferior, se interpreta que se debe corresponder más con los tramos de suelos aluviales blandos. Por lo tanto esta unidad 0 se comportaría en el límite de un acuífero y un acuitardo.



CLASE	PERMEABILIDAD Según HAZEN (1910) cm/s	CLASE ACUÍFERO		CLASE PERMEABILIDAD
1	3	ACUÍFERO	Muy bueno	Muy Alta
2	0.7		Muy bueno	Muy Alta
3	0.1		Bueno	Alta
4	0.05		Regular	Media
5	9E-03		Pobre	Baja
6	5E-03		Pobre	Baja
7	2E-03		Muy Pobre	Muy Baja
8	7E-04		Muy Pobre	Muy Baja
9	7E-05	ACUICLUDO	Impermeable	Prácticamente Impermeable
10	1E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable
11	< 1E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable
12	<< 1E-05		Impermeable	Prácticamente Impermeable

Figura 17. Arriba, ábaco de Breddin (1963). Abajo, clases de permeabilidad y equivalentes cuantitativos establecidos por Breddin (1963).



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0  
EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



La permeabilidad estimada por Unidades geotécnicas es la siguiente.

Unidad	Espesor medio (m)	Ks* m/s	Ks* cm/s	Ks* m/día	Clasif.
0	2,80-5,00	$1 \cdot 10^{-8} - 7 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-6} - 7 \cdot 10^{-7}$	0.09 - 0.06	Acuífugo/acuitardo
1	2,00-3,50	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-4}$	10 - 1000	Acuífero
2	>12	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$	<<0.01	Acuífugo

-Ks: Coeficiente de Permeabilidad del terreno.

A los efectos contemplados en el documento básico de salubridad del CTE (Art. 2.2.1 y 2.2 DB HS) debe considerarse una **presencia de aguas de tipo Alta** al situarse su base a menos de 2,00 m de la posición del Nivel freático con un coeficiente medio de permeabilidad del terreno para el diseño de los muros y el suelo de las instalaciones y edificios de  $1 \times 10^{-2}$ . Según estas características tendremos que un **grado de impermeabilidad de 5 exigido para los muros y para el Suelo.**

La impermeabilización está condicionada por la relación entre la profundidad de la cimentación respecto del Nivel freático, ya que no en toda la EDAR se proyecta la misma profundidad de instalación de la cimentación, no obstante al tratarse de una zona potencialmente inundable por avenidas, estimamos que debería siempre considerarse como una presencia de Aguas de tipo Alta.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0  
 EMPRESA: INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
 OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 3.4. AGRESIVIDAD

Con objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se ha ensayado tanto el Suelo como el Agua subterránea, encontrándose los valores que se reflejan en el cuadro adjunto:

Tabla EHE 1

Muestra ensayada Agresividad EHE		Sulfatos Cuantitativos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en ml/kg	Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.
S-3 9.60-9.90	TP	0	6	TC / UG-2
M-2 Mezcla (Gravas)	MA	1125	19	QAL-G/UG-1

Clave: **SPT**: Standard Penetration Test. **TP**. Testigo Plastificado. **MA**. Muestra a granel. **R**: Rellenos antrópicos **QAL** Cuaternario aluvial. **T**: Terciario: **Csep**: Arcillas Sepiolíticas. **UG**. Unidad Geotécnica.

Tabla EHE 2. Ensayos químicos de Agua subterránea

Muestra ensayada	Parámetros evaluados		Valoración de Agresividad EHE
S-1 3.40 Agua	Parámetro	Resultado	No Agresiva
	APARIENCIA	Clara	
	OLOR (muestra no tratada)	No	
	OLOR (muestra tratada)	No	
	VALOR DEL pH*(UNE 83952:2008)	6.66	
	MAGNESIO (Mg <sup>2+</sup> ), en mg/l (UNE 83955:2008)	14.6	
	AMONIO (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), en mg/l (UNE 83954:2008)	1.0	
	SULFATO (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), en mg/l (UNE 83956:2008)	70	
	DIÓXIDO LIBRE (CO <sub>2</sub> ), en mg/l* (UNE-EN 13577:2008)	11	
RESIDUO SECO, en mg/l (UNE 83957:2008)	292		

De acuerdo con el artículo 8.2. de la Instrucción EHE, la agresividad expresada para los suelos localizados en el subsuelo de la parcela objeto de estudio, en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



nula, siendo las clases de exposición y el tipo de ambiente a las que va a verse sometido el hormigón de los muros y la cimentación de los elementos proyectados:

- Clase general de exposición: IIa
- Clases específicas de exposición: No hay
- Tipo de ambiente: IIa

Según el artículo 37.3.4. de la citada Instrucción, con los datos obtenidos no será necesario el empleo de cemento sulforresistente.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 3.5. EXPLANADA Y APTITUD DEL MATERIAL DE RELLENO

El material que recubre actualmente la superficie de apoyo de la plataforma y viales (Unidad 0) presenta unas condiciones muy variables a lo largo de la superficie no obstante se ha caracterizado en laboratorio a través de una muestra representativa extraída de los sondeos. De igual forma se ha procedido con la Unidad 1. La unidad 2 no va constituir apoyo de viales.

La Clasificación de las Unidades superficiales en función de su CBR y del PG3 se realiza a través de los ensayos de laboratorio.

#### Clasificación PG3

Suelos inadecuados	Suelos marginales	Suelos tolerables	Suelos adecuados	Suelos seleccionados
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los que no se pueden incluir en las siguientes categorías</li> <li>- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.</li> <li>- Los que pueden resultar insalubres para las actividades que sobre ellos se desarrollen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si <math>LL &gt; 90</math> <math>IP &gt; 0.73</math> (LL-20)</li> <li>- Hinchamiento libre <math>&lt; 5\%</math></li> <li>- Contenido de materia orgánica <math>&lt; 5\%</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>LL &lt; 65</math> si <math>LL &gt; 40</math>, <math>IP &gt; 0.73</math> (LL-20)</li> <li>- Hinchamiento libre <math>&lt; 3\%</math></li> <li>- Contenido de materia orgánica <math>&lt; 2\%</math></li> <li>- Contenido en Sales Solubles <math>&lt; 1,0\%</math></li> <li>- Contenido en yesos <math>&lt; 5\%</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin clastos de dimensión <math>&gt; 100</math> mm</li> <li>- Menos del 80% en peso de partículas de dimensión <math>&lt; 2</math> mm (tamiz 2 UNE)</li> <li>- Menos del 35 % en peso de partículas de dimensión <math>&lt; 0.08</math> mm (tamiz 0.08 UNE)</li> <li>- <math>LL &lt; 40</math>, si <math>LL &gt; 30</math>, <math>IP &gt; 4</math></li> <li>- Contenido de materia orgánica <math>&lt; 1\%</math></li> <li>- Contenido en Sales Solubles <math>&lt; 0,20\%</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin clastos de dimensión <math>&gt; 100</math> mm</li> <li>- Menos del 15% en peso de partículas de dimensión <math>&lt; 0.40</math> mm (tamiz 0.40 UNE)</li> <li>- <math>LL &lt; 30</math> , <math>IP &lt; 10</math></li> <li>- Contenido de materia orgánica <math>&lt; 0.20\%</math></li> <li>- Contenido en Sales Solubles <math>&lt; 0,20\%</math></li> </ul>

Cuadro de clasificación de materiales del PG-3.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0  
 EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
 OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL  
 PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS  
 Colegiado en la Torre Calvo [ET AL]  
 Inscrito con el nº 3399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>  
 Secretaria del ICOG

### Clasificación por Índice California Bearing Ratio

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

La clasificación por Unidades es la siguiente

Formación o Litotipo / Unidad geotécnica.	Aptitud en compactación C.B.R.		Clasificación
	Clasificación cualitativa Según Índice C.B.R.	Uso/Empleo	PG3
R-QAL-SC/ UG-0	Mala	Subrasante	<b>Marginal</b>
QAL-G/UG-1	Buena	Subbase	<b>Tolerable</b> No alcanza la categoría de suelo Adecuado por contenido en sales.
TC / UG-2	-	-	<b>Tolerable</b>
TC / UG-2	-	-	<b>Marginal</b> En algunas muestras por expansividad o Hinchamiento



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

La clasificación como explanada de la capa superficial actual de la Unidad 0 clasifica el material como **Suelo Marginal**

Por tanto el material que se disponga bajo la plataforma como zahorra deberá presentar una aptitud suficiente y una compactación adecuada para el fin a que se destina. El material de sustitución o la zahorra ha de presentar características propias de un suelo tolerable sobre el cual desarrollar la explanada.

En función de la calidad del material que se emplee se definirá el tipo de explanada. Luego se deberá escoger un material de aporte externo que cumpla las condiciones de al menos un suelo Tolerable.

Como referencia emplearemos la “NORMA 6.1 IC SECCIONES DE FIRME, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (BOE DE 12 DE DICIEMBRE DE 2003)”.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL  
 Colegiado en España, nº 012000324/00  
 Colegiado en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, nº 3399  
 Inscrito con el nº 3399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>  
 Secretaria del ICOG

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 3112 MB 15 3114 HF 21 ZA 40	3211 MB 18 3212 MB 12 3214 HF 21 ZA 40	4111 MB 10 <sup>(1)</sup> 4112 MB 8 4114 HF 20 ZA 40	4211 MB 5 <sup>(1)</sup> 4212 MB 5 4214 HF 18 ZA 35
	E2	3121 MB 16 3122 MB 12 3124 HF 21 ZA 40	3221 MB 15 3222 MB 10 3224 HF 21 ZA 35	4121 MB 10 <sup>(1)</sup> 4122 MB 8 4124 HF 20 ZA 30	4221 MB 5 <sup>(1)</sup> 4222 MB 5 4224 HF 18 ZA 25
	E3	3131 MB 16 3132 MB 12 3134 HF 21 ZA 25	3231 MB 15 3232 MB 10 3234 HF 21 ZA 20	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> 4132 MB 8 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> 4232 MB 5 4234 HF 18 ZA 20

MB Mezclas bituminosas   
 HF Hormigón de firme   
 SC Suelocemento   
 ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

**Nota 1:** Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamentos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

**Nota 2:** En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Siguiendo este modelo para una explanada tipo E1 y para una categoría de tráfico pesado T41 (25-50 vehículos/día) se recomiendan varios tipos de firme.

Estimando la del tipo 4214 que sitúa una capa de 20 cm de zahorra y 18 cm de Hormigón de firme, por su uso no se puede catalogar la solera como el firme de una carretera, da una idea aproximada de que el diseño que presenta la solera como firme se aproxima al adecuado para la citada Norma.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



## **4. CARACTERIZACIÓN DE EMPUJES DE MURO Y CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE**

### **4.1. CONDICIONES DE EXCAVACIÓN. EMPUJE DE MUROS**

Como se indicó en la introducción, en el presente trabajo se prevé la excavación de algunas de las instalaciones sin que estén definidas aún las profundidades o cotas a alcanzar pero que se estiman de entre 2 y 6 m lo que tendrá como consecuencia la excavación en terrenos blandos, terrenos sin cohesión y frecuentemente saturados en agua por lo que se van a realizar una serie de consideraciones al respecto.

Las excavaciones se podrán realizar con maquinaria convencional de movimientos de tierras si bien los niveles de rellenos de la Unidad 0, pueden presentar elementos tales como restos de derribo, hormigones de gran tenacidad precisando de martillos picadores lo que puede rebajar el rendimiento que se le supone al resto del material. En la Unidad 1 la nula cohesión de los materiales granulares su compacidad y la presencia de agua subterránea suponen factores desestabilizantes por lo que si bien son excavables precisarán de taludes tendidos, bombeos de drenaje intensivos y medidas de contención de tierras permanentes o provisionales.

En la Unidad 2 la excavabilidad es directa si bien será de bajo rendimiento dado el grado de consistencia y su naturaleza cohesiva, En esta Unidad es posible encontrar intercalaciones de sílex muy duro y abrasivo que puede acortar la vida útil de los útiles de corte, trépanos y barrenas a la hora de perforarla para la ejecución de micropilotes o pilotes.

La estabilidad de las excavaciones proyectadas será moderada, previéndose una altura de excavación de entre 2 y 6 m. La parte superior de la excavación afectará a la capa de rellenos y suelos blandos de la Unidad 0 y a



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



partir de los 3 m de profundidad, a las gravas y arenas aluviales de la Unidad 2 aún más inestable que el resto de materiales.

Se realiza un cálculo de estabilidad para Taludes de excavación según el método de Hoek y Bray:

Las condiciones contempladas para el cálculo son las de un material único que refleje las condiciones más desfavorables:

- Nivel freático a media cara del talud. (Ábaco 3) según la posición actual del Nivel.
- 6,00 m de altura máxima.
- Densidad aparente:  $1,80 \text{ Tn/m}^3$
- Ángulo de rozamiento interno:  $28^\circ$
- Cohesión  $0,10 \text{ Tn/m}^2$
- Factores de seguridad para condiciones provisionales: F.S.=1.20

Se obtiene un valor de  $18^\circ$ - $19^\circ$  para las excavaciones provisionales a corto plazo. Para los taludes provisionales de excavación se recomienda tenderlos al 3H:1V.

Ante este ángulo tan tendido se recomienda realizar las excavaciones con sostenimientos previos bien por tablestacados, no siempre recomendables para gravas, o bien mediante la ejecución, previa a la excavación, de muros de contención de tierras empotrados en terreno competente, debe descartarse la Unidad 0, al menos un tercio de su altura. La interposición de bermas a media altura puede favorecer la estabilidad de estas excavaciones.

Los muros se podrán encofrar a doble cara, rellenando el trasdós con material granular adecuadamente compactado. Para las excavaciones en las medianerías o en la proximidad de las existentes se recomienda conocer de antemano la cota de apoyo de las cimentaciones aledañas para evitar su descalce y realizar las excavaciones por bataches al tiempo que se realice la



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



ejecución de muros por fases descendentes de no más de 1,5 m de altura que permitan excavaciones subverticales.

A continuación se va a dar tanto el perfil tipo de materiales a considerar como las características de los mismos.

Unidad	Espesor medio (m)	$\phi'$	$c'$	$\gamma$	w	v	E	Kh
0	2,80-5,00	29°	0,00	1,90	10	0,35	8	2.700
1	2,00-3,50	30°	0,00	2,00	10	0,30	12	2.800
2	>12	28°	0,04	1,2-1,8	13-35	0,35	8 (20 a partir de 10 m de prof)	2.500

Siendo:

- $N_{SPT}$ : Número de golpes en el ensayo de penetración estándar
- $\phi'$ : Ángulo de rozamiento interno efectivo (°)
- $c'$ : Cohesión efectiva ( $Kg/cm^2$ )
- $\gamma$ : Densidad aparente ( $g/cm^3$ )
- v: Coeficiente de Poisson
- E: Módulo de deformación (MPa)
- w: Humedad (% en peso)
- $K_H$ : Coeficiente de balasto horizontal ( $T/m^3$ )

A efectos de cálculo se recomienda considerar un rozamiento terreno-muro nulo, así como despreciar la contribución de la cohesión a la disminución de los empujes. La cohesión es un parámetro muy sensible a cualquier cambio que puedan sufrir las arcillas, siendo muy difícil aproximar un valor que permita una total garantía de cálculo.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Se deberá contemplar la presencia del nivel freático cercano, y los posibles riesgos por avenidas, para la impermeabilización de muros, prever su bombeo de extracción y el drenaje del mismo.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



## 4.2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN. CARGA ADMISIBLE

Dado que el proyecto está en fase de diseño no es posible definir completamente la cimentación y su cálculo por lo que se van a dar recomendaciones en función de la caracterización de unidades geotécnicas y sus profundidades de apoyo.

Se estima que la mayoría de las instalaciones de la EDAR se realizarán mediante Losas, rectangulares, circulares o troncocónicas las cuales se instalarán entre 2 y 6 m de profundidad.

Se estima que las cargas de servicio en las losas de depósitos enterrados no superaran los  $1,00 \text{ kg/cm}^2$  y en los edificios e instalaciones superficiales las cimentaciones directas trabajarán con cargas de servicio que no superaran los  $2,00 \text{ kg/cm}^2$ .

La Unidad 0 dadas sus características heterogéneas y caóticas; Rellenos antrópicos y suelos blandos con materia orgánica, debe ser retirada del apoyo de cimentaciones directas o bien sustituida con terreno granular grueso tipo zahorra natural o artificial en un espesor tal que permita acomodar el asiento de las cimentaciones con su carga de servicio.

Se recomienda el reconocimiento del fondo del vaciado de la excavación para confirmar que el apoyo se realizará sobre la Unidad 1 y nunca sobre rellenos vertidos.

La Unidad 1 de Gravas aluviales no está presente en la zona de P-2 y pudiera no hallarse en otros puntos, dada la génesis de este tipo de depósitos fluviales, pero en el resto de zonas sí parece estar presente aunque con características resistentes de baja capacidad portante.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



La Unidad 2 compuesta de Arcillas del tipo Peñuelas y Sepiolitas presenta en el tramo más somero, debido al contacto con el agua que discurre por las gravas cuaternarias, un grado de alteración que las hace perder su resistencia original siendo muy deformables, generando así asentamientos en las cimentaciones, lo que unido a un potencial expansivo, desaconseja el apoyo directo de cimentaciones. En la zona no alterada, situada en torno a los 10 m de profundidad, puede tener un mejor comportamiento y una capacidad portante mayor por lo que puede establecerse el apoyo de cimentaciones profundas.

Para los elementos menores de la construcción situados sobre la rasante se recomienda la cimentación de manera directa sobre un terreno de sustitución. Para las losas cuya base se sitúe en la Unidad 2 se recomienda la sustitución de terreno por uno granular compactado y de un espesor tal que sea capaz de asumir el asiento y al tiempo que sea capaz de contrarrestar el posible empuje ascensional por hinchamiento.

Por tanto hemos de recomendar la cimentación directa mediante losas para los elementos mayores y para los elementos menores zapatas corridas que distribuyan el asiento por la estructura o bien de zapatas aisladas previa confirmación en el cajado de las zapatas para asegurar que todas se apoyen sobre un único material o en su caso sobre un terreno de sustitución compactado.

### **Cimentación sobre sustitución de terrenos:**

La recomendación general para los elementos con cimentación superficial por zapatas es que se realicen sobre una sustitución del relleno de la Unidad 0 de un espesor por un terreno granular compactado de al menos 0,50 m.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



De igual manera si la base de las losas recae sobre terreno de la Unidad 2, o si no existiese bajo ella el espesor suficiente de Gravas de la Unidad 1, se recomienda la misma sustitución del terreno bajo la base de la misma.

Estas condiciones dependen de la cota de apoyo de cada una de las instalaciones, así que de manera general podemos indicar que se deberá garantizar siempre un espesor de terreno granular compactado bajo las zapatas y bajo las losas. El espesor del mismo dependerá de las cargas transmitidas y del asiento que se pretenda acomodar. Esta solución obligará a una sobreexcavación del terreno.

Para la ejecución de las, soleras y pavimentos se recomienda el apoyo sobre un terreno de sustitución del actual relleno antrópico de 0,50 m de espesor. Para los viales se realizarán conforme a la caracterización de la explanada y el tipo de tráfico.

El apoyo sobre un relleno controlado de material tipo zahorra natural o artificial, compactado al 98 % de su densidad Proctor que sustituiría el terreno actual de rellenos con al menos 0,50 m de espesor.

La zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo. Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá retener un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%) en peso, de elementos machacados que presente dos (2) caras o más de fractura. El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. La zahorra a utilizar con áridos procedentes de machaqueos, se ajustará a los usos previstos en el PG-3



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



#### 4.2.1. Cimentación directa

Vamos a diferenciar dos tipologías de elementos a cimentar. Por un lado están las estructuras superficiales que se cimentarían mediante zapatas cuya cara inferior se sitúa en torno a 1,00 m de profundidad sobre terreno de sustitución.

Por otro lado tenemos las losas situadas a una profundidad entre 2 y 6 m respecto a la superficie actual y que en el caso de que la cota no recaiga sobre la Unidad 1 o bien esta tenga un espesor insuficiente se realizarán sobre terreno de sustitución.

El espesor del terreno de sustitución podría variar con la carga de servicio y con las dimensiones de la zapata o losa las cuales afectan a la profundidad de influencia del asiento. En este informe se hacen estimaciones con una sustitución de 0,50 m de espesor y dentro del orden de magnitud de las dimensiones inicialmente proyectadas aunque aún no son definitivas y en caso de modificaciones sustanciales deberían ser revisadas y ajustadas.

##### 4.2.1.1. Cimentaciones directas. Zapatas sobre terreno de sustitución.

Para el cálculo de la carga admisible del terreno de sustitución considerándolo como un suelo granular “Medianamente denso” según la clasificación de compacidad en granulares o bien terreno “Flojo” según el CTE con un grado de compactación un  $N_{SPT}$  igual a 12 estimado en terrenos con este grado de compactación.

Se va a aplicar la formulación aportada en el CTE (Código Técnico de la Edificación), indicando que en suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asiento, pudiendo



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0  
EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



utilizarse la siguiente expresión siguiente, siempre y cuando no se excedan los 25 mm de asiento. Tenemos así:

$$q_d = 12 N_{SPT} (1 + D/3B) (S_t/25) \text{ KN/m}^2 \quad \text{para } B < 1,20 \text{ m}$$

$$q_d = 8 N_{SPT} (1 + D/3B) (S_t/25) ((B+0,3)/B)^2 \text{ KN/m}^2 \quad \text{para } B < 1,20 \text{ m}$$

Siendo  $q_b$  la presión vertical admisible en servicio dada en  $\text{KN/m}^2$ ,  $S_t$  el asiento tolerable en milímetros,  $N_{SPT}$  es el número medio de golpes medio del ensayo de penetración estándar en la zona de influencia de la cimentación y  $B$  el ancho de la misma y  $D$  el empotramiento o canto enterrado de la cimentación, tanto  $B$  como  $D$  tienen que estar en metros.

De este modo, despreciando el empotramiento “D” y con zapatas de hasta 2,0 m de anchura “B” se obtiene **una carga admisible genérica del orden de 1,25 kg/cm<sup>2</sup>**. La carga admisible del terreno de sustitución no deberá ser superada por la carga de servicio transmitida por la estructura proyectada.

A continuación se va a realizar el cálculo de asientos que para esta carga la cimentación va a ocasionar.

Los cálculos de asientos se van a realizar suponiendo que el suelo por debajo del cimiento se comporta como un cuerpo elástico. De este modo, el desplazamiento vertical de una capa de espesor finito bajo una esquina de un cimiento rectangular bajo una carga uniforme es, según Steinbrenner (1934):

$$s_i = \frac{q \cdot B}{E} \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_p$$

Donde

$q$  = carga aplicada

$B$  = ancho de cimentación



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA  
EN LA EDAR DE  
VALDEBEBAS



$\nu$  = coeficiente de Poisson

E = módulo de elasticidad

$I_p$  = factor de influencia

Los parámetros medios utilizados en los niveles geotécnicos permanecerán invariables no así el espesor de las unidades consideradas ya que éste depende de la cota de instalación de la cimentación.

Unidad	Espesor medio (m)	Prof techo	$\nu$	E (MPa)
Terreno de sustitución compactado	0,50 m	0,0	0,30	12
0	5,0 m	0,50	0,35	8
1	3,50 m	5,50	0,30	10
2 Zona somera	2,0 m	9,00	0,35	8
2 Zona profunda	10,0 m	11,00	0,35	20

De este modo **se han obtenido asientos medios de 2,20 cm para zapatas cuadradas de hasta 2 m de anchura y de 2,00 cm para zapatas corridas de hasta 20 m (A) x 0,70 m (B)** con la carga transmitida mayorada, para situarnos del lado de la seguridad, hasta la de la carga admisible de 1,25 Kg/cm<sup>2</sup> anteriormente calculada suponiendo además una profundidad de influencia de la cimentación de hasta 30 m. **Estos asientos, los cuales serán menores para dimensiones de zapata menores a las aquí contempladas, se consideran admisibles para el tipo de estructuras proyectadas.**

En el Anejo se presentan los resultados obtenidos con la hoja de cálculo desarrollada por este consultor.





**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



Siendo:

- $q_{adm}$  = Carga admisible en Kpa
- $K_d = 1 + 0.33 D/B \leq 1.33$
- D = canto de la losa
- B = ancho de la losa
- S = asiento máximo (mm.)

### **Coefficiente de Balasto**

El valor del coeficiente de Balasto para placa de 30 x 30 cm para el cálculo estructural de losa apoyada sobre relleno granular compactado (según Terzaghi et al) similar a una Grava Floja y de acuerdo con la tabla D.23 del CTE SE-C:

$$K_{30} = 80 \text{ MN/m}^3$$

### **Módulos de Edométricos y Módulos de deformación**

A continuación se va a realizar el cálculo de asientos que para esta carga la cimentación va a ocasionar.

Los módulos de deformación E en la Unidad 2 se calculan a través de los ensayos y del módulo edométrico calculado Em a partir de los ensayos edométricos de laboratorio a través de la siguiente formulación:

$$E_m = E (1-\nu) / (1+\nu) (1-2\nu)$$

Los cálculos del módulo edométrico se realizan en muestras obtenidas en sondeo a distintas profundidades.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



<b>ENSAYO EDMÉTRICO 1</b>			
Densidad del material ( Peso específico)	2,436	t/m3	
Profundidad muestra	6.9	m	h
Presión de tierras (Inicial)	1680.84	Kp/cm2	sigma 0 ( $\sigma_0$ )
Índice de poros inicial	0.401		e0
Carga 1	3	Kp/cm2	sigma 1 ( $\sigma_1$ )
Carga 2	12	Kp/cm2	sigma 2 ( $\sigma_2$ )
Índice de poros 1	0.3380		e1
Índice de poros 2	0.2450		e2
<b>Módulo edométrico</b>	<b>135.58</b>	<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>Em</b>
<b>Compresibilidad edométrica</b>	<b>0.0073</b>	<b>-</b>	<b>Mv</b>

Del cálculo se obtiene el valor del módulo de deformación por la expresión antes citada:

$$E = 8,28 \text{ MPa}$$

<b>ENSAYO EDMÉTRICO 2</b>			
Densidad del material ( Peso específico)	2.390	t/m3	
Profundidad muestra	9	m	h
Presión de tierras (Inicial)	1.015	Kp/cm2	sigma 0 ( $\sigma_0$ )
Índice de poros inicial	0.903		e0
Carga 1	6	Kp/cm2	sigma 1 ( $\sigma_1$ )
Carga 2	12	Kp/cm2	sigma 2 ( $\sigma_2$ )
Índice de poros 1	0.8200		e1
Índice de poros 2	0.7120		e2
<b>Módulo edométrico</b>	<b>105.72</b>	<b>Kp/cm<sup>2</sup></b>	<b>Em</b>
<b>Compresibilidad edométrica</b>	<b>0.0094</b>	<b>-</b>	<b>Mv</b>

Del cálculo se obtiene el valor del módulo de deformación por la expresión antes citada:

$$E = 6,45 \text{ MPa}$$

Por este cálculo debemos indicar que se trata de valores típicos de un aluvial blando más que de una Arcilla terciaria tipo Peñuela reblandecida. Los valores del edómetro quizá vienen lastrados por la calidad de las muestras al ser testigos plastificados.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



En el resto de unidades el módulo de elasticidad se obtiene a partir de la correlación de los valores de golpeo de SPT o DPSH.

### Cálculo de Asientos para Losas.

Los cálculos de asientos se van a realizar suponiendo que el suelo por debajo del cimiento se comporta como un cuerpo elástico. De este modo, el desplazamiento vertical de una capa de espesor finito bajo una esquina de un cimiento rectangular bajo una carga uniforme es, según Steinbrenner (1934):

$$s_i = \frac{q \cdot B}{E} \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_p$$

Donde

q = carga aplicada

B = ancho de cimentación

$\nu$  = coeficiente de Poisson

E = módulo de elasticidad

$I_p$  = factor de influencia

Los parámetros medios a utilizar en las Unidades geotécnicas por debajo dependerán de la cota de cimentación establecida la cual varía de unos puntos a otros del proyecto por lo que haremos una aproximación al situarlo a distintos niveles. Para el cálculo aproximado de los asientos se han obtenido consultando la bibliografía al uso y correlacionándolos con los ensayos de campo.

A continuación se van a exponer los diferentes parámetros que se van a utilizar en los materiales sobre los que apoyarán las cimentaciones de los diferentes elementos proyectados. Los parámetros son los mismos empleados en el caso anterior. Pero se estiman dos situaciones en función de la profundidad de instalación:



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### Situación 1. Losas someras:

El cálculo de la estimación de asentos de Losa a 2,00 m de profundidad sobre Terreno de sustitución o sobre la Unidad 1 con dimensiones diversas y aplicándole varias cargas de servicio hasta un máximo de 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> es el que se muestra en el cuadro:

Unidad	Espesor medio (m)	Prof techo	v	E (MPa)
Terreno de sustitución compactado	0,50 m	0,0	0,30	12
0	0,50 m	0,50	0,35	8
1	3,50 m	1,00	0,30	10
2 Zona somera	2,0 m	4,50	0,35	8
2 Zona profunda	10,0 m	7,50	0,35	20

Los asentos dependerán de las dimensiones de la losa y de las cargas aplicadas o de servicio según se muestra en el cuadro.

Situación 1 Losas cuadradas dimensiones m	Carga Kg/cm <sup>2</sup>	Asiento medio cm
10 x 10	0.50	2.80
	0.75	4.20
	1.00	5.70
20 x 20	0.50	4.00
	0.75	6.00
	1.00	8.00
30 x 30	0.50	4.50
	0.75	6.80
	1.00	9.10



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0

**EMPRESA:** INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



**Situación 2. Losas profundas:**

El cálculo de la estimación de asentos de Losa a 6,00 m de profundidad sobre Terreno de sustitución dispuesto sobre la Unidad 2 con dimensiones diversas y aplicándole varias cargas de servicio hasta un máximo de 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> es el que se muestra en el cuadro:

Unidad	Espesor medio (m)	Prof techo	v	E (MPa)
Terreno de sustitución compactado	0,50 m	0,0	0,30	12
2 Zona somera	2,0 m	0,50	0,35	8
2 Zona profunda	>10,0 m	2,50	0,35	20

Los asentos dependerán de las dimensiones de la losa y de las cargas aplicadas o de servicio según se muestra en el cuadro.

Situación 2 Losas cuadradas dimensiones m	Carga Kg/cm <sup>2</sup>	Asiento medio cm
10 x 10	0.50	2.60
	0.75	3.90
	1.00	5.30
20 x 20	0.50	4.80
	0.75	5.70
	1.00	7.60
30 x 30	0.50	5.50
	0.75	6.60
	1.00	8.80

Así, la disminución de cargas y de las dimensiones de las losas, producen el efecto directo en la reducción del asiento. Este deberá ser valorado por los proyectistas para estimar la viabilidad de la solución en cada caso.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN

DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 4.3. CIMENTACIONES PROFUNDAS:

En el caso de solicitudes de carga mayores Se estima que la solución de cimentación pasa por una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes.

En ambos casos se recomienda que se diseñe empotrando la punta y su zona activa en la zona sana de la Unidad 2, a partir de los 10 m de profundidad para evitar los asentamientos que se producirían al apoyarlos en zonas blandas. Así mismo como las unidades 0 y 1 son suelos blandos y aluviales de gravas arenosas se deberá superarlas y situar la punta a partir de los 10 m de profundidad o de la cota 564 m y evitar esas zonas de la Unidad 2 que presentan suelos muy blandos y saturados en agua.

De esta manera tanto para pilotes como para micropilotes la modelización del terreno a perforar se obtiene del corte geológico y en función de él se realiza una agrupación en 2 únicos niveles agrupando por un lado la Unidad 0 1 y zona somera y alterada de la Unidad 2 y por otro la Unidad 2 sana. La perforación atravesará zonas de gravas y arcillas con elementos que en superficie pueden ser de escombros y echadizos y por tanto pétreos.

En la Unidad 2 existe cierto potencial expansivo por lo que deberá evitarse el cambio de humedad del terreno con el fin de evitar retracciones que hagan perder la resistencia por fuste o hinchamientos que levanten el pilote o el micropilote.

Según la bibliografía de la cartografía es posible que se intercalen niveles de sílex y calizos, ambos duros y abrasivos lo que puede producir desgaste prematuro en útiles de corte y en la producción.

Además el nivel freático se detecta a partir de la cota **media a 596,78 m** a una profundidad de entre 3 y 4,2 m respecto de la explanada dependiendo de la zona. La profundidad máxima es de 18,10 m en los sondeos y alcanza la



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNOCIV. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



cota 555 m por lo que bajo ella se estima por criterio cartográfico que continúa la Unidad 2 pero no se tiene la certeza.

Los niveles en que se agrupan las unidades para el cálculo de resistencias tienen los siguientes parámetros resistentes por punta y por fuste para los pilotes y micropilotes.

Nivel	Unidad Geotécnica	Espesor máximo Caso más desfavorable (m)	$\phi$	$\gamma_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$N_{SPT}$	$\nu$	E (MPa)
A	0	10,00	29°	1,90	0	<10	0,35	8
	1		30°	2,00	0	12	0,30	10
	2 Zona somera		30°	1,20	3	20	0,35	8
B	2 Zona profunda	8	34°	1,80	4.50	>30	0,35	20

El tramo del Nivel A; hasta 10 m de profundidad, se considera que carece de resistencia por fuste, por lo que queda invalidado de la sección resistente siendo computable para la longitud total y el tope estructural del mismo.

La sección tipo del terreno para los pilotes y micropilotes a considerar sería la siguiente:

	Espesor (m)	$\phi$	$q_u$ MPa	$\gamma$
Nivel A	10	30°	0,00	1,90
Nivel B	8	34°	0,44	1,80



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



### 4.3.1. Cálculo de Pilotes

Para el cálculo de la carga admisible del terreno sobre el que apoya la cimentación vamos a considerar la resistencia unitaria de los terrenos que compongan el fuste del pilote en función de la caracterización del terreno y de los espesores detectados.

Los pilotes deberán empotrarse en la Unidad 2 a partir de los 10 m de profundidad.

Para la longitud final de los pilotes se deberá evaluar la cota de arranque o de cabeza del pilote, cotas de soleras, cotas de explanación, de sótanos que cara superior de la cimentación.

Las cargas axiales para los pilares se desconocen, el número y longitud así como el tope estructural deberá ser determinado por los proyectistas.

### Capacidad portante

La justificación de la carga admisible de un pilote aislado en las condiciones de ejecución señaladas se recoge a continuación. Está basado en el método del SPT propuesto en el DB SE-C del CTE.

El pilote trabaja por fuste y por punta, según la ecuación general de la carga admisible.

$$R_{ck} = \frac{R_{fk}}{F_f} + \frac{R_{pk}}{F_p} \quad (1)$$

Siendo:

$R_{ck}$  ..... carga admisible frente a carga vertical del pilote aislado.



INFORME Nº: 0086-01 // Rev.0

EMPRESA: INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



$R_{fk}$  ..... carga por fuste, en toneladas, cuya expresión es:

$$R_{fk} = \int_0^L \tau_f \cdot A_f \cdot dz$$

$R_{pk}$  ..... carga por punta, en toneladas cuya expresión es:  $R_{pk} = q_p \cdot A_p$

$\tau_f$  ..... resistencia unitaria de hundimiento por fuste.

$q_p$  ..... resistencia unitaria de hundimiento por punta.

$F_f$  ..... factor de seguridad de la resistencia por fuste (igual a 3).

$F_p$  ..... factor de seguridad de la resistencia por punta (igual a 3).

$A_f$  ..... área del fuste

$A_p$  ..... área de la punta

Los valores que se recomienda tomar para la  $\tau_f$  y  $q_p$  en cada nivel son los siguientes conforme a una sección tipo del terreno en la zona más desfavorable para situar el cálculo del lado de la seguridad:

- **Nivel A. Rellenos, Suelos Aluviales y suelos blandos y sin cohesión.**

Contando con la sección más desfavorable el espesor de esta capa será de 10 m. Los valores a adoptar para el pilote en los 2,16 m iniciales son los siguientes:

- $\tau_f$  o Resistencia por Fuste en Nivel A = 0 kPa

- **Nivel B. Arcillas duras. Terciario**

Los valores resistentes entre los siguientes 8 metros a adoptar para el pilote en este tramo son los siguientes:

- $N_{SPT}=30$ ;  $C_u=0.5 \times q_u = ; 0.5 \cdot 440 \text{ kPa} = 220 \text{ kPa}$

- $\tau_f = \tau_f = \frac{100c_u}{100 + c_u}$  ( $\tau_f$  y  $c_u$  en kPa)

- **Resistencia por Fuste en Arcillas= 68 kPa**

- $C_u=0.5 \times q_u$  ;  $N_p = 9$

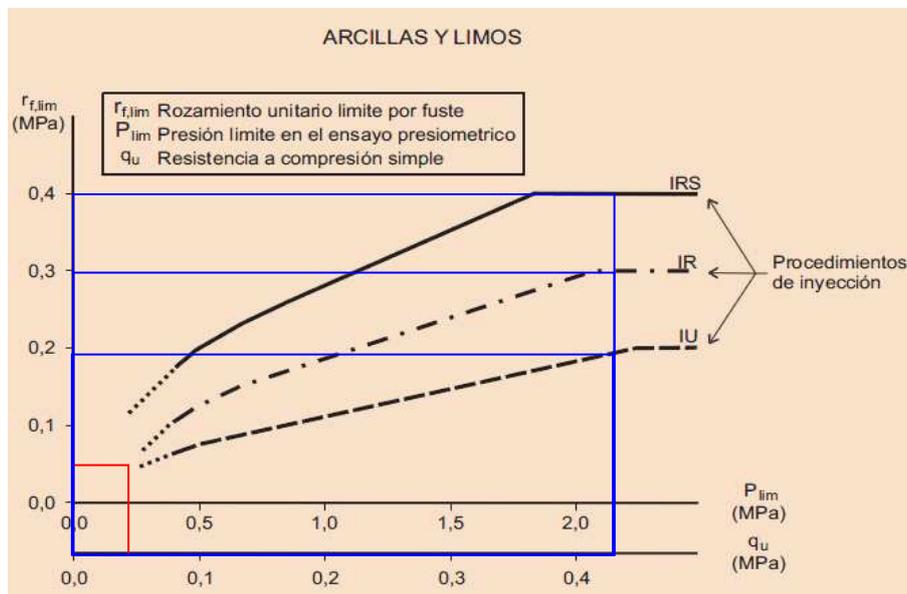
- $q_p = q_p = N_p c_u$
- **Resistencia por Punta en Arcillas = 1.980,00 kPa**

Las resistencias admisibles por punta y fuste se determinan a partir de las resistencias por punta y por fuste últimas, minoradas por un coeficiente de seguridad,  $F_f$  y  $F_p$ . Estos coeficientes son de  $F_p = 3$  para la punta y  $F_f = 2$  para el fuste según CTE.

$$R_{ck} = \frac{R_{fk}}{F_f} \cdot \pi \cdot D \cdot L + \frac{R_{pk}}{F_p} \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

#### 4.3.2. Cálculo de Micropilotes:

La proyección de los grupos de datos en el ábaco de arcillas y limos para IU (Inyección única) IR (Inyección repetitiva) e IRS (Inyección repetitiva Sistemática) es la siguiente:



Ábaco I. En rojo valores de RCS de la Nivel A y en Azul del Nivel B en función de la  $q_u$  media de cada unidad. IU: Inyección Única. IR Inyección repetitiva. IRS Inyección repetitiva sistemática.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



En principio y del lado de la seguridad se estimó una secuencia de materiales para el cálculo de los micropilotes, con el criterio de empleo de valores medios de resistencia a compresión simple.

Por tanto el **cálculo de la Resistencia unitaria por fuste** de la sección tipo más desfavorable es la siguiente, el valor obtenido varía considerablemente en función del método de ejecución (IU, IR o IRS) de la inyección del micropilote que se vaya a emplear.

Tramo	Espesor (m)	IU	IR	IRS
		Resistencia unitaria por fuste MPa.		
Nivel A	10	0	0	0
Nivel B	8	0,19	0,29	0,39

Dadas las resistencias a compresión simple de la Unidad 2 podrán computarse las resistencias por punta de los micropilotes según la siguiente expresión:

$$R_{p,d} = 0,15 \cdot R_{fc,d}$$

Local sitúa la resistencia por punta

En caso de realizarse micropilotajes en grupo unidos por encepados hay que tener en cuenta el efecto de grupo. Según el CTE se ha de minorar la resistencia del conjunto en función de un coeficiente de eficiencia ( $\eta$ ) cuyo valor será 0,85, para separaciones entre pilotes hormigonados "in situ" de dos diámetros.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Finalmente se ha de considerar el tope estructural del micropilote, comprobándose que, la solicitud axial sobre cada pilote, no supere el tope estructural. La carga final de los micropilotes, y por lo tanto su diseño, se realizará en función de los parámetros expuestos y de los requerimientos de carga tanto vertical como horizontal derivados del cálculo de la estructura, y que no se conocen en el momento de la realización de este informe.

La sección expuesta es la más desfavorable de las detectadas por lo que puede revisarse en cada apoyo proyectado conforme a las secciones que se detallan en los cortes geológico-geotécnicos del Anejo de este informe.

En función de estas secciones podrán preverse longitudes de micropilote que varíen según la zona de apoyo del pilar. Para zonas intermedias, caso de apoyos intermedios para vigas o riostras, se recomienda prever la sección más desfavorable dado lo impredecible del subsuelo.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



## **5. RESUMEN DE RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS Y CONCLUSIONES**

Dado el emplazamiento de la EDAR se detectan en la ribera del Río Jarama se detectan varios aspectos geotécnicos que evalúan el emplazamiento como problemático.

La presencia de vertidos, rellenos suelos aluviales blandos y aluviales de gravas son cohesión y baja capacidad portante con la presencia del Nivel freático somero se unen a un sustrato Terciario arcilloso con carácter sepiolítico debilitado por la meteorización en la zona más superficial.

En función de la fase del proyecto no es posible ajustar las cimentaciones de manera individual por lo que se trazan unas líneas directrices de cuál es el comportamiento del suelo frente a los distintos tipos y profundidades de cimentación aptas para un cálculo definitivo.

Para un ajuste mayor de estos cálculos de cimentación deberían estudiarse las instalaciones en relación a su diseño definitivo y las peculiaridades de cada zona de la parcela que tiene una extensión y complejidad considerable.

A modo de resumen se indican los aspectos más significativos a continuación.

Según el mapa de peligrosidad sísmica la localidad de Madrid, en la Comunidad de Madrid, presenta un valor de aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, por lo que no procede la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), según indica el artículo 1.2.3. de la misma.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



La cota del **nivel freático se sitúa de media a 596,78 m** y a una profundidad de entre 3 y 4,2 m respecto de la explanada dependiendo de la zona.

La ubicación y el funcionamiento hidrológico del emplazamiento junto con la permeabilidad del terreno, que llega a ser menor de lo esperado, hacen prever bombes para caudales constantes y apreciables o incluso avenidas.

Según el artículo 37.3.4. de la citada Instrucción, con los datos obtenidos no será necesario el empleo de cemento sulforresistente.

Existen 3 unidades geotécnicas con una distribución errática en algunas zonas ya que no siempre están presentes todas en el subsuelo. Véase los cortes Geológico Geotécnicos del Anejo.

Unidad Geotécnica	Litotipo	$\phi$ °	$\gamma_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$N_{SPT}$	$\nu$	E (MPa)
0	Rellenos y suelos blandos. Arenas arcillosas	29°	1,90	0	<10	0,35	8
1	Gravas aluviales Cuaternario	30°	2,00	0	12	0,30	10
2 Zona somera	Arcillas Tipo Peñuelas y sepiolitas reblandecidas	30°	1,20	3	20	0,35	8
2 Zona profunda	Arcillas Tipo Peñuelas y sepiolitas Sanas.	34°	1,80	4.50	>30	0,35	20

La Unidad 2 presenta cierto potencial de hinchamiento clasificado de expansividad alta la cual puede no tener efecto alguno dependiendo de las cotas y la carga litostática y de servicio que soporten.

La estabilidad de estos terrenos, aunque son excavables, es prácticamente nula por lo que deberán preverse o bien taludes tendidos 3H/1V o bien muros de contención de tierras para las excavaciones.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS



Dado lo irregular del terreno y la presencia de suelos deformables y con poca o nula cohesión se proponen varias soluciones de cimentación ue implican la sustitución del terreno de la Unidad 0 por uno granular compactado de un espesor de 0,50 m para zapatas en elementos menores y Losas someras y profundas.

Esta sustitución de terreno pretende acomodar el asiento que realizaría la cimentación y por su compactación ofrecer una carga admisible suficiente..

Se han realizado cálculos para zapatas y losas con una carga admisible de 1,25 kg/cm<sup>2</sup> para este tipo de terreno y se ha considerado el asiento esperable, en algunos casos elevados, en función de la caracterización de las Unidades.

Así mismo se ofrecen soluciones de cimentación profunda por pilotes y micropilotes, los cuales se empotrarían a partir de 10 m de profundidad, para el caso de que los asientos no sean tolerables por las estructuras o para mayores solicitaciones de carga delas obtenidas.



**INFORME Nº:** 0086-01 // Rev.0  
**EMPRESA:** INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L..  
**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE VALDEBEBAS



Se adjuntan los siguientes Anejos:

- Anejo 1. Situación de trabajos de campo. Cortes Geológico-geotécnicos
- Anejo 2. Sondeos, Diagramas de Ensayos de penetración dinámica y Ensayos Lefranc
- Anejo 3. Cálculo de asentos
- Anejo 4. Fotografías
- Anejo 5. Ensayos de Laboratorio

El presente informe consta de 81 páginas y 5 anejos.

En Cobeña, 20 de Mayo de 2.020

Diego de la Torre Calvo  
Geólogo

Colegiado Nº 5.399

Luis Ángel García Borrego  
Geólogo.  
Máster en Ingeniería Geológica  
Colegiado Nº 3.321

**Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.**

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

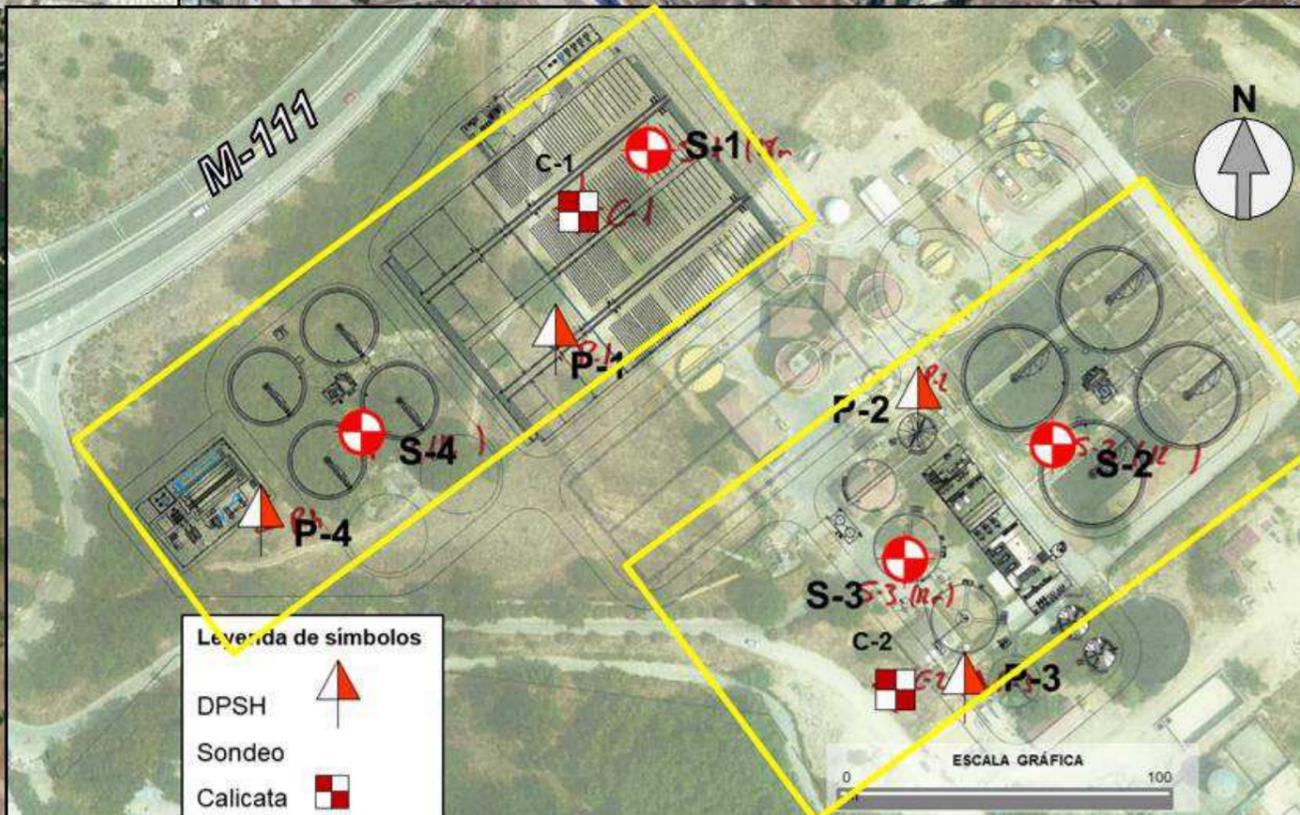
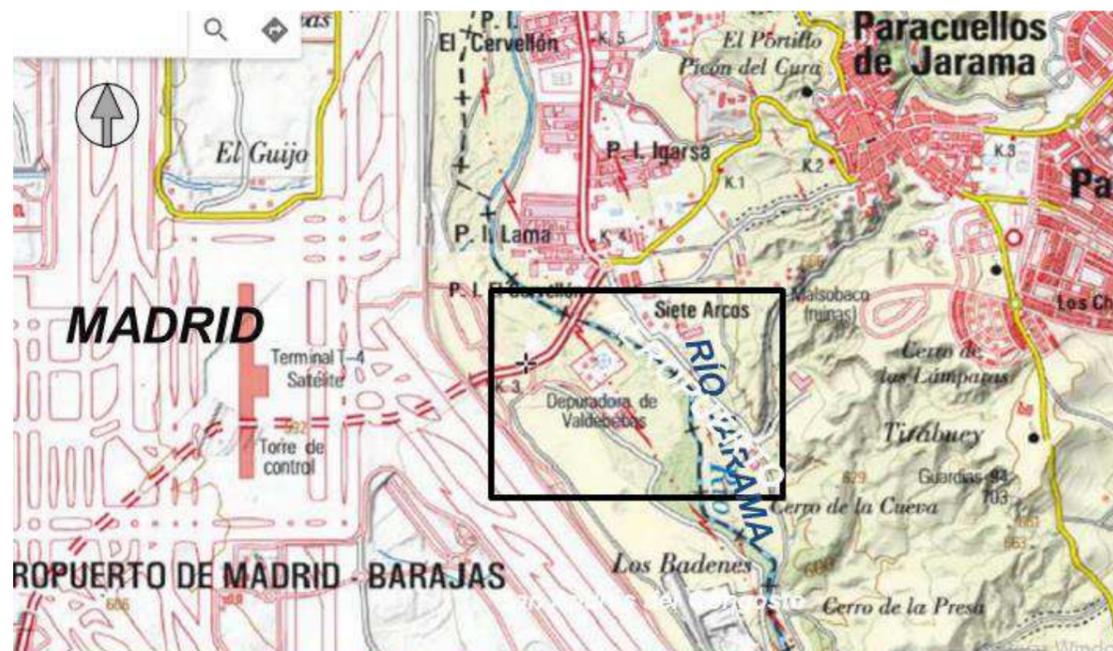
Secretaría del ICOG  


# ANEJOS

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>VISADO</b> CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL] Inscrito con el nº : 5399 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1">http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1</a>	
	Secretaría del ICOG 

## **Anejo nº 1.**

# **Situación de trabajos de campo. Corte Geológico-geotécnico**



PETICIONARIO:  
**INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

TRABAJO:  
**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS**

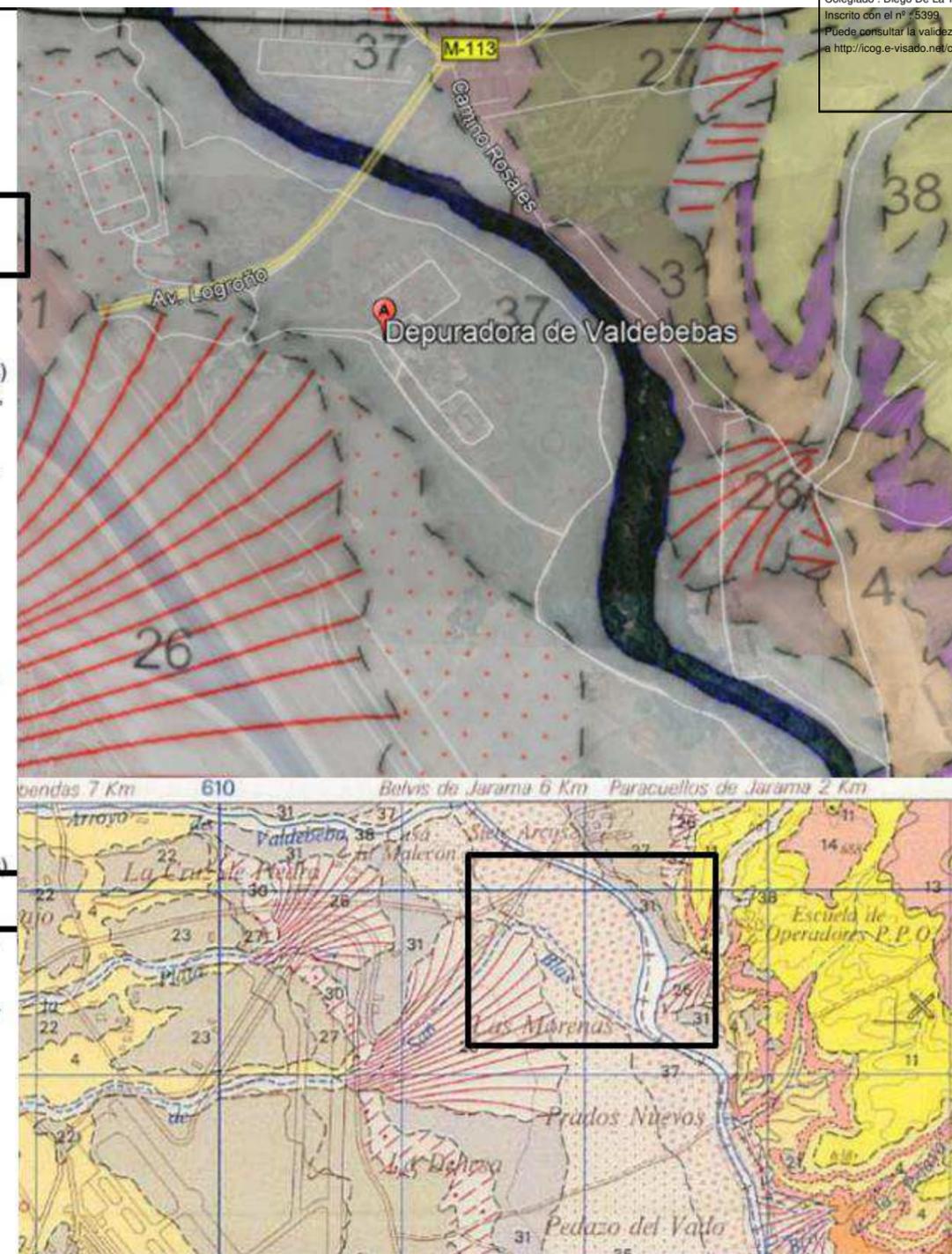
LÁMINA:  
**ANEJO 1. SITUACIÓN SITUACIÓN TRABAJOS DE CAMPO**

PLANO:  
**1**

### LEYENDA

CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO	36, 37, 38		
		SUPERIOR	35, 34, 33, 32, 31, 28, 27, 26		
			MEDIO	25, 24, 23, 22, 21, 20	
				19, 18, 17, 16, 15, 14	
		INFERIOR	13, 12		
		PLIO-CUATERNARIO		11, 10, 9, 8, 7, 6a, 6, 5, 4a, 4, 3	
			SUPERIOR	11, 10, 9, 8, 7, 6a, 6, 5, 4a, 4, 3	
			MEDIO	4a, 4, 3	
		TERCIARIO	ARAGONIENSE	NEOGENO	
				MIOCENO	
INFERIOR					

- 38 , 36 Arenas cuarzo-feldespáticas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas (fondos de valle, lechos de canales y cauces abandonados)
- 37 Gravas, cantos y arenas (barras aluviales)
- 35 Limos arcillosos, arenas gravas y cantos poligénicos (llanuras aluviales)
- 34 Limos yesíferos
- 33 Arcillas arenosas con fragmentos de roca (Rellenos kársticos)
- 32, 30, 26 Arenas y limos con cantos dispersos (coluviones, derrames y conos aluviales)
- 31, 28, 27 Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas (terrazas)
- 29 Arcillas arenosas (fondos endorreicos)
- 25, 24, 23, 22, 21 Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas (terrazas)
- 20 Arenas cuarzo-feldespáticas con gravas y cantos (glacis y superficies)
- 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13 Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas (terrazas)
- 12 Arenas cuarzo-feldespáticas con gravas y cantos (glacis y superficies)
- 11 Arenas arcóscicas de grano grueso y arcillas pardas y rojizas
- 10 Niveles de sílex
- 9 Calizas dolomíticas y arcillas verdosas. Seudomorfos de yeso. Niveles finos de sepiolita
- 8 Yesos detríticos, arcillas verdosas y carbonatos, localmente yeso selenítico
- 7 Niveles de carbonatos (dolomías y calcretas)
- 6a Arcillas con intercalaciones frecuentes de bancos carbonáticos, en parte silicificados
- 6 Arcillas verdes y rosadas, arenas micáceas, margas y niveles de carbonatos y sílex
- 5 Niveles de sepiolita
- 4a Arcosas gruesas con cantos, lechos de cantos, fangos y arenas arcóscicas
- 4 Arenas arcóscicas de grano medio o fino, limos y arcillas marrones
- 3 1 Arcillas verdosas y marrones, localmente arenas micáceas, niveles de carbonatos y sílex
- 2 Yesos tableados y nodulares entre arcillas grises y marrones
- 1 Yesos masivos

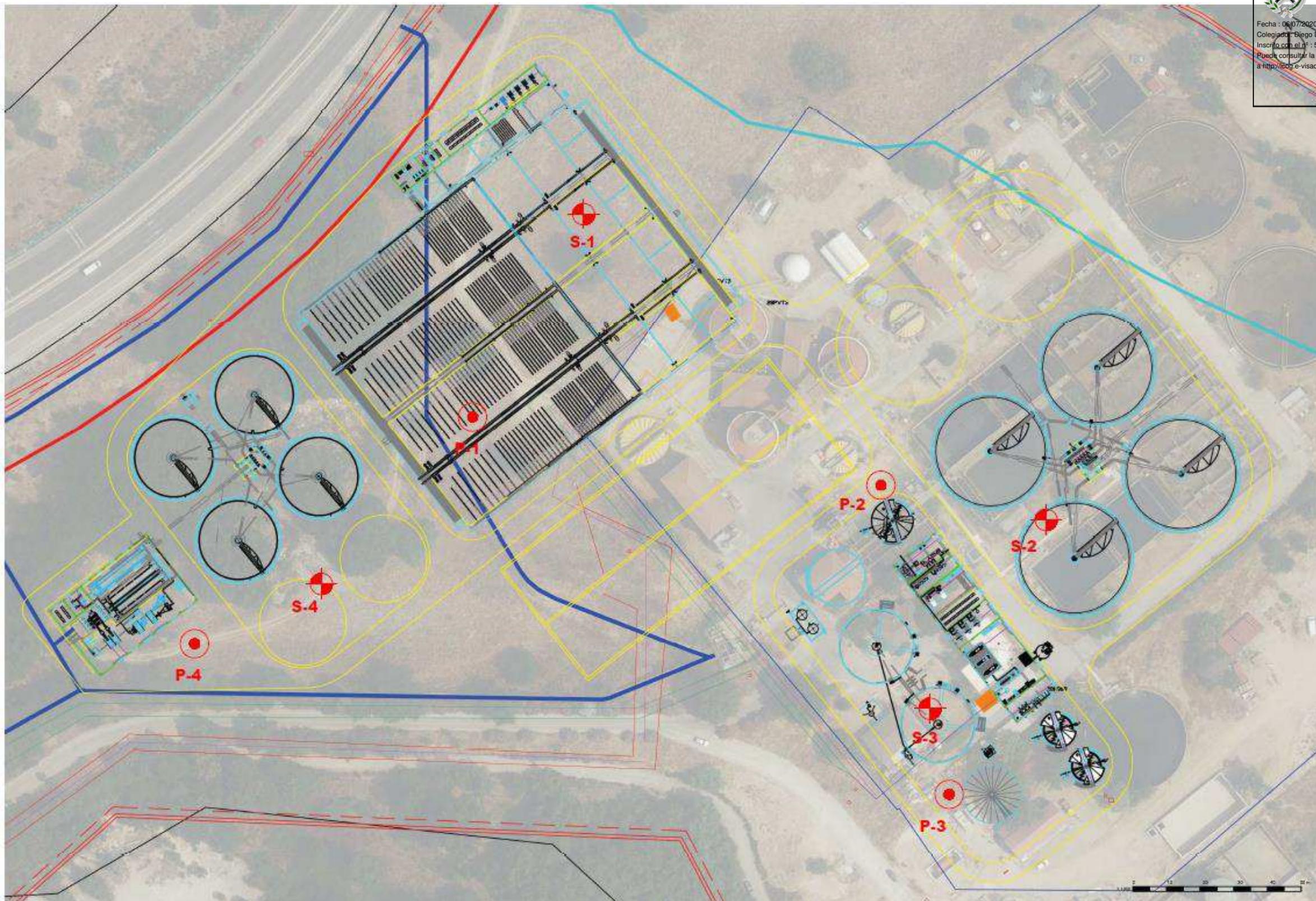


PETICIONARIO:  
**INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

TRABAJO:  
**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS**

LÁMINA:  
**ANEJO 1. SITUACIÓN EN EL MAPA GEOLÓGICO**

PLANO:  
**2**



Sobre proyecto.

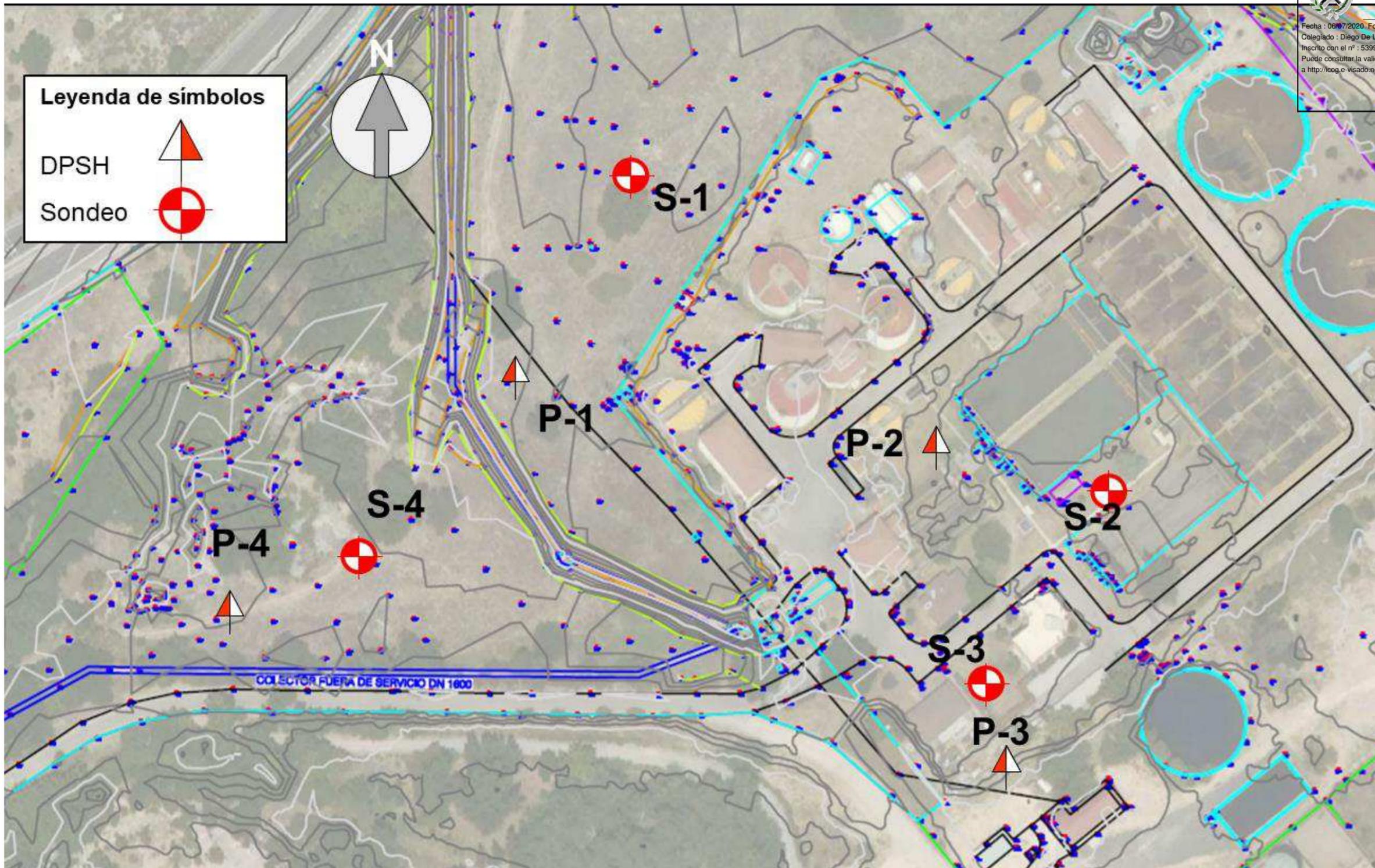


PETICIONARIO:  
**INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL  
 ESPAÑOLA S.L.**

TRABAJO:  
**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA  
 DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS**

LÁMINA:  
**ANEJO 1 SITUACIÓN  
 SITUACIÓN TRABAJOS DE  
 CAMPO**

PLANO:  
**3**



Sobre topografía



PETICIONARIO:  
**INNOCIVE. INNOVACIÓN CIVIL  
 ESPAÑOLA S.L.**

TRABAJO:  
**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA  
 DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS**

LÁMINA:  
**ANEJO 1 SITUACIÓN  
 SITUACIÓN TRABAJOS DE  
 CAMPO**

PLANO:  
**3**

## Leyenda Unidades

### UNIDAD 0. RELLENOS ANTRÓPICOS Y SUELOS ALUVIALES BLANDOS. HOLOCENO Y ACTUAL

 Tierra vegetal. Rellenos vertidos. Suelos Limoarcillosos blandos.

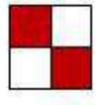
### UNIDAD 1. GRAVAS FLUVIOALUVIALES. CUATERNARIO

 Gravas con Arenas.

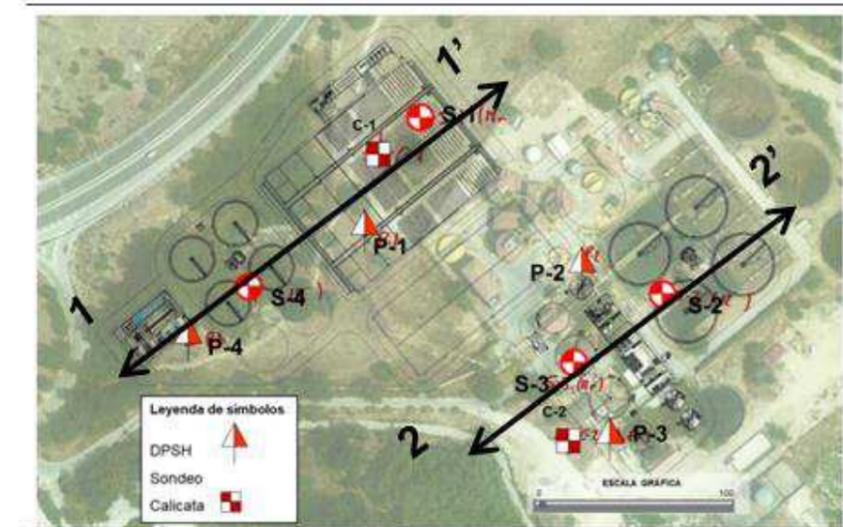
### UNIDAD 2. ARCILLAS ARENOSAS. MIOCENO. TERCIARIO

 Arcillas Arenosas. Peñuelas Sepiolíticas alteradas y sanas.

## Leyenda de símbolos

DPSH			
Sondeo			Nivel freático estabilizado
Calicata			Nivel de cimentación Recomendado
			Nivel freático

## Trazas de los Cortes Geológico geotécnicos

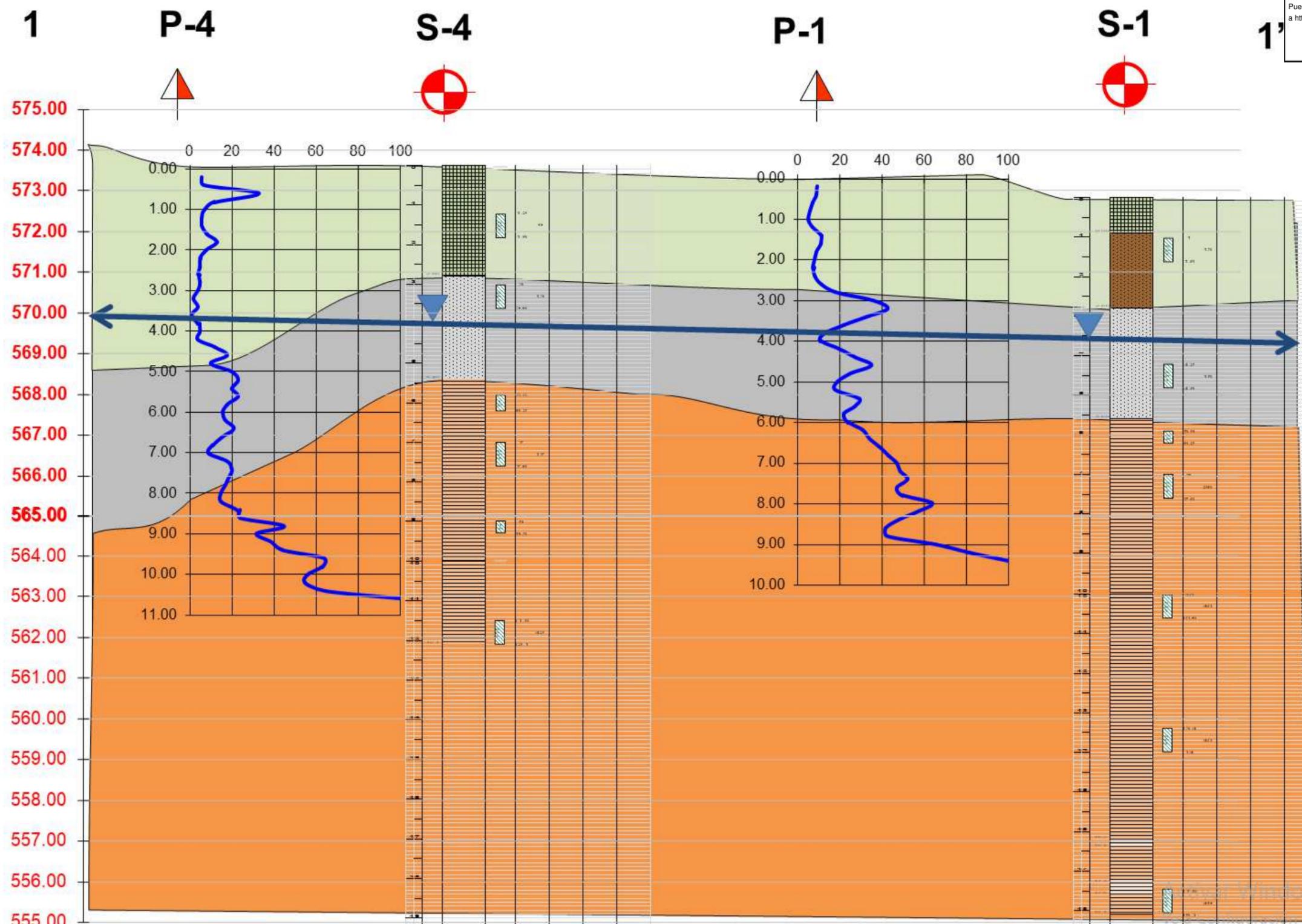


PETICIONARIO:  
 INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL  
 ESPAÑOLA S.L.

TRABAJO:  
 ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA  
 DEPURADORA EN LA EDAR DE VALDEBEBAS.

LÁMINA:  
**ANEJO 1.  
 PERFIL GEOLÓGICO-  
 GEOTÉCNICO  
 LEYENDA**

PLANO:  
 1

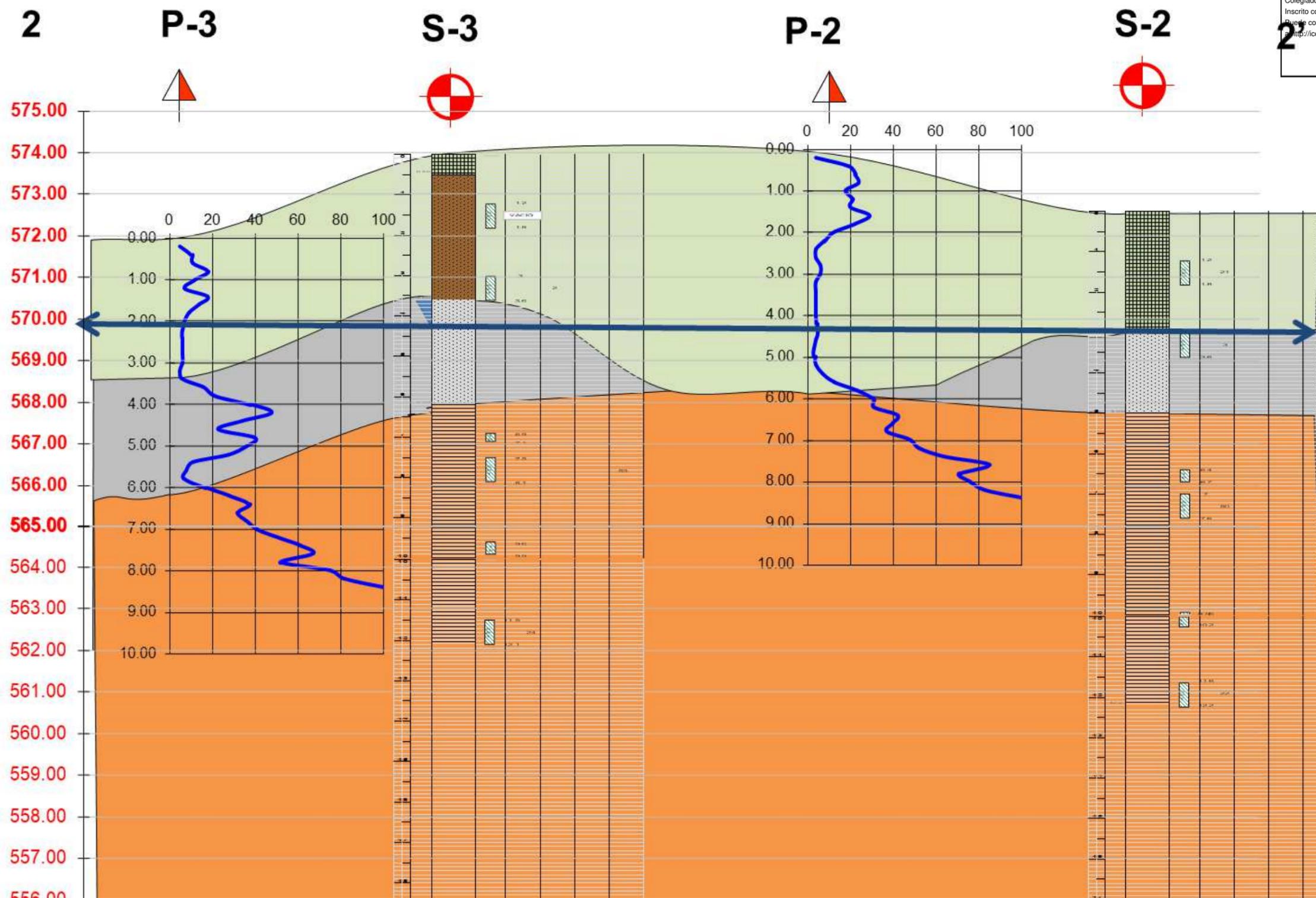


**PETICIONARIO:**  
 INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL  
 ESPAÑOLA S.L.

**TRABAJO:**  
 ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA  
 EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

**LÁMINA:**  
**ANEJO 1.**  
**PERFIL GEOLÓGICO-**  
**GEOTÉCNICO**

**PLANO:**  
**2**



PETICIONARIO:  
 INNCIVE. INNOVACIÓN CIVIL  
 ESPAÑOLA S.L.

TRABAJO:  
 ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA DEPURADORA  
 EN LA EDAR DE VALDEBEBAS

LÁMINA:  
**ANEJO 1.**  
**PERFIL GEOLÓGICO-**  
**GEOTÉCNICO**

PLANO:  
**3**

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>VISADO</b> CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL] Inscrito con el nº : 5399 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1">http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1</a>	
	Secretaría del ICOG 

## **Anejo nº 2.**

# **Sondeos, Diagramas de Ensayos de penetración dinámica y Ensayos Lefranc**

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**

Hoja 1 de 10



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-20 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNOLVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)

**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG

**ENSAYOS REALIZADOS:** 4 sondeos a rotación con toma de muestra con tubo tomamuestras  
 18 Ensayos de penetración estándar (SPT)  
 7 Tomas de testigos parafinados (TP)

**EQUIPO UTILIZADO:** Máquina sonda sobre camión TECOINSA TP-50/400 (Nº Serie 003)  
**FECHA EJECUCIÓN:** 13/04 al 16/04/2020

**SONDEOS ROTATIVOS CON TOMA DE MUESTRA (XP P94-202)**

SONDEO Nº S-1				SONDEO Nº S-2			
Ubicación: Ver plano adjunto en Anejo 1				Ubicación: Ver plano adjunto en Anejo 1			
Emplazamiento: Sobre superficie parcela				Emplazamiento: Sobre superficie parcela			
Diámetro perforación: 101 - 86 mm.				Diámetro perforación: 101 - 86 mm.			
Revestimiento: 98 mm hasta 6.00 m. de profundidad				Revestimiento: -			
Tipo de material	Longitud	Método de perforación		Tipo de material	Longitud	Método de perforación	
Suelo	13.90 m	Batería simple	Corona widia	Suelo	10.20 m	Batería simple	Corona widia
Grava	4.20 m	Batería simple	Batería simple	Grava	2.00 m	Batería simple	Corona widia
Roca Media				Roca Media			
Roca Dura				Roca Dura			

**ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR, SPT (UNE-EN ISO 22476-3)**

Altura caída: 760 mm		Peso Maza: 76.0 kg		Longitud zapata: 75 mm		Longitud tubo: 450 mm									
Diámetro interior: 35 mm		Diámetro exterior: 51 mm		Diámetro varillaje: 50 mm		Peso varillaje: 7.0 +/-0,5 kg/m									
SONDEO Nº S-1							SONDEO Nº S-2								
COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN	COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN		
1.00 - 1.60		8	7	6	5	13	60.0 cm	1.20 - 1.80		8	13	8	9	21	60.0 cm
4.20 - 4.80		7	9	6	6	15	60.0 cm	3.00 - 3.60		3	1	2	2	3	60.0 cm
7.00 - 7.60		7	10	16	22	26	60.0 cm	7.00 - 7.60		9	22	28	40	50	60.0 cm
10.00 - 10.60		10	12	28	36	40	60.0 cm	11.60 - 12.20		9	10	12	21	22	60.0 cm
13.40 - 14.00		9	12	28	37	40	60.0 cm	-		-	-	-	-	-	-
17.50 - 18.10		14	20	29	38	49	60.0 cm	-		-	-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

**TOMA DE MUESTRA INALTERADA CON TOMAMUESTRAS DE PARED GRUESA (XP P94-202)**

Altura caída: 760 mm		Peso Maza: 76.0 kg		Longitud muestra: 525 mm		Longitud tubo: 725 mm								
Diámetro interior: 71 mm		Diámetro exterior: 79.38 mm		Diámetro varillaje: 50 mm		Peso varillaje: 7.0 +/-0,5 kg/m								
SONDEO Nº S-1							SONDEO Nº S-2							
COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN	COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN	
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-

Sondista Operador

Responsable Técnico

Fdo.: Jesús de la Cruz Domínguez

Fdo.: Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**

Hoja 2 de 10



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNOLVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)

**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG

**ENSAYOS REALIZADOS:** 4 sondeos a rotación con toma de muestra con tubo tomamuestras  
 18 Ensayos de penetración estándar (SPT)  
 7 Tomas de testigos parafinados (TP)

**EQUIPO UTILIZADO:** Máquina sonda sobre camión TECOINSA TP-50/400 (Nº Serie 003)  
**FECHA EJECUCIÓN:** 13/04 al 16/04/2020

**SONDEOS ROTATIVOS CON TOMA DE MUESTRA (XP P94-202)**

SONDEO Nº S-3				SONDEO Nº S-4			
Ubicación: Ver plano adjunto en Anejo 1				Ubicación: Ver plano adjunto en Anejo 1			
Emplazamiento: Sobre superficie parcela				Emplazamiento: Sobre superficie parcela			
Diámetro perforación: 101 - 86 mm.				Diámetro perforación: 101 - 86 mm.			
Revestimiento: 98 mm hasta 7.50 m. de profundidad				Revestimiento: 98 mm hasta 5.80 m. de profundidad			
Tipo de material	Longitud	Método de perforación		Tipo de material	Longitud	Método de perforación	
Suelo	8.30 m	Batería simple	Corona widia	Suelo	7.50 m	Batería simple	Corona widia
Grava	3.80 m	Batería simple	Corona widia	Grava	4.60 m	Batería simple	Corona widia
Roca Media				Roca Media			
Roca Dura				Roca Dura			

**ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR, SPT (UNE-EN ISO 22476-3)**

Altura caída: 760 mm	Peso Maza: 76.0 kg	Longitud zapata: 75 mm	Longitud tubo: 450 mm										
Diámetro interior: 35 mm	Diámetro exterior: 51 mm	Diámetro varillaje: 50 mm	Peso varillaje: 7.0 +/-0,5 kg/m										
SONDEO Nº S-3							SONDEO Nº S-4						
COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN	COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN
1.20 - 1.80	10	11	10	11	21	60.0 cm	1.20 - 1.80	4	3	6	21	9	60.0 cm
3.00 - 3.60	2	1	1	1	2	60.0 cm	3.00 - 3.60	7	7	6	6	13	60.0 cm
7.50 - 8.10	14	21	32	39	53	60.0 cm	7.00 - 7.60	5	6	11	17	17	60.0 cm
11.50 - 12.10	7	10	14	23	24	60.0 cm	11.50 - 12.10	9	15	27	36	42	60.0 cm
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**TOMA DE MUESTRA INALTERADA CON TOMAMUESTRAS DE PARED GRUESA (XP P94-202)**

Altura caída: 760 mm	Peso Maza: 76.0 kg	Longitud muestra: 525 mm	Longitud tubo: 725 mm										
Diámetro interior: 71 mm	Diámetro exterior: 79.38 mm	Diámetro varillaje: 50 mm	Peso varillaje: 7.0 +/-0,5 kg/m										
SONDEO Nº S-3							SONDEO Nº S-4						
COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN	COTA (m)		Nº GOLPES			N <sub>30</sub>	RECUPERACIÓN
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sondista Operador

Responsable Técnico

Fdo.: Jesús de la Cruz Domínguez

Fdo.: Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

# INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"

Hoja 3 de 10

Geoproví  
www.geoproví.es  
Tífono. 91 828 66 32  
geoproví@geoproví.es  
Ensayo: 0120-19

INFORME NÚMERO: 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
EMPRESA: INNCIVE  
DIRECCIÓN: C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
PETICIONARIO: Marcos González Campos  
TRABAJO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



INSTRUMENTO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Coordenadas: X = Y= Z=  
Ensayos a realizar: Sondeo de 18,10 m, 6 SPT, y 1 TP

Sondeo:



PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
0		<b>De 0,00 a 0,90 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS</b> Tras 20 cm de tierra vegetal superficiales, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.											
1		<b>DE 0,90 A 2,80 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. ARENAS</b> Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silíceas, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 4 cm.  Escaso contenido de material fino (limos, arcillas).  Baja compacidad.  Muy húmedas.		1	13								
2				1.6									
3		<b>DE 2,80 A 5,60 m. - ALUVIAL CUATERNARIO. GRAVAS</b> Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silíceas, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compacidad Media a Suelta.  La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas).  Muy húmedas.Saturadas en agua.  <i>A -3,30 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>		4.2	15								
4				4.8									
5				5.9									
6		<b>De 5,60 a 18,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro.  Elevada consistencia.  Secas.		6.2									
7				7	26								
8				7.6									
9													
10													

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

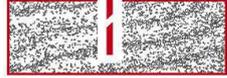
Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

# INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"

Hoja 4 de 10

**Geoprovi**



www.geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
geoprovi@geoprovi.es

**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

**Coordenadas:** X = Y= Z=  
**Ensayos a realizar:** Sondeo de 18,10 m, 6 SPT, y 1 TP

**Sondeo:**

**S-1**

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
10		<b>De 5,60 a 18,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro. Elevada consistencia. Secas.		10	40								
11				10.6									
12													
13				13.4	40								
14				14									
15													
16		Entre 16,20 y 16,40 m, sepiolitas blanquecinas (se pegan al tacto con la lengua, baja densidad).											
17		Idem (sepiolitas) entre 17,25 y 17,60 m.											
18				17.5	49								
18.1				18.1									
19		<b>FIN DEL SONDEO A 18,10 m</b>											
20													

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**

Hoja 5 de 10



www.geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
geoprovi@geoprovi.es

Ensayo: 0120-19

INFORME NÚMERO: 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
EMPRESA: INNCIVE  
DIRECCIÓN: C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
PETICIONARIO: Marcos González Campos  
TRABAJO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)

Coordenadas: X = Y= Z=  
Ensayos a realizar: Sondeo de 12,20 m, 4 SPT



VISADO  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Sondeo:



PROFUNDIDAD	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
0		<b>De 0,00 a 3,00 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS</b> Tras 25 cm de tierra vegetal superficiales, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.											
1				1.2	21								
2				1.8									
3				3									
3.00	N F	<b>DE 3,00 A 5,00 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. GRAVAS</b> Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silíceas, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 8 cm. Compacidad Muy floja a Suelta.  La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas).  Muy húmedas.Saturadas en agua.  <i>A -3,00 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>			3								
4				3.6									
5		<b>De 5,00 a 12,20 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro.  Elevada consistencia.  Secas.											
5.00				6.4									
6				6.7									
7				7	50								
8				7.6									
9													
10				9.95									

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**

Hoja 6 de 10

**Geoprovi**



www.geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
geoprovi@geoprovi.es

**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



ILUSTRACIONES  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

**Coordenadas:** X = Y= Z=  
**Ensayos a realizar:** Sondeo de 12,20 m, 4 SPT

**Sondeo:**

COMPANIA DE INGENIERIA CIVIL  
**S12**

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
10		<b>De 5,00 a 12,20 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silíceas, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 8 cm. Escaso contenido de material fino (limos, arcillas).  Baja compactación.  Muy húmedas.	P	10.2									
11				11.6									
12			P		22								
12.2		<b>FIN DEL SONDEO A 12,20 m</b>	P	12.2									
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**



www.geoproví.es  
 Tfno. 91 828 66 32  
 geoproví@geoproví.es

**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

**Coordenadas:** X = Y= Z=  
**Ensayos a realizar:** Sondeo de 12,10 m, 4 SPT

**Sondeo:**



PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
0		<b>De 0,00 a 0,50 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS</b> De 0,00 a 0,20 m, tierra vegetal. Posteriormente, mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.											
0.50		<b>DE 0,50 A 3.60 m.- ALUVIAL CUATERNARIO</b> Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silíceas, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 4 cm.  Escaso contenido de material fino (limos, arcillas).  Baja compacidad.  Muy húmedas.		1.2									
1													
2													
3		<b>DE 3.60 A 6,20 m. - ALUVIAL CUATERNARIO. GRAVAS</b> Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silíceas, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compacidad Muy floja a Suelta.  La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas).  Muy húmedas.Saturadas en agua.  <i>A -4,20 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>		3									
3.60													
4													
5													
6		<i>A -4,20 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i> <b>De 6,20 a 12,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro.  Elevada consistencia.  Secas.		6.9									
6.20													
7													
8													
8													
9													
9													
10													
10													

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

# INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"

Hoja 8 de 10

**Geoprovi**



www.geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
geoprovi@geoprovi.es

**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNICE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

**Coordenadas:** X = Y= Z=  
**Ensayos a realizar:** Sondeo de 12,10 m, 4 SPT

**Sondeo:**

**S13**

PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
10		<b>De 6,20 a 12,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b>											
11		Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro. Elevada consistencia. Secas.											
12				11.5	24								
13		<b>FIN DEL SONDEO A 12,10 m</b>		12.1									
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

**INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"**



www.geoprovi.es  
Tlfno. 91 828 66 32  
geoprovi@geoprovi.es

Ensayo: 0120-19

INFORME NÚMERO: 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
EMPRESA: INNCIVE  
DIRECCIÓN: C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
PETICIONARIO: Marcos González Campos  
TRABAJO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)

Coordenadas: X = Y= Z=  
Ensayos a realizar: Sondeo de 12,10 m y 4 SPT



ILUSTRACIÓN COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Sondeo:



PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (Kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08					
0		<b>De 0,00 a 2,80 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS</b> Tras 20 cm de tierra vegetal superficial, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.		1.2	9							
1				1.8								
2												
2.80												
3		<b>DE 2,80 A 5,40 m.- ALUVIAL CUATERNARIO</b> Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silíceas, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compacidad Muy floja a Suelta.  La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas).  Muy húmedas. Saturadas en agua.  <i>A -3,60 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>		3	13							
4	N F			3.6								
5												
5.40												
6		<b>De 5,40 a 12,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro.  Elevada consistencia.  Secas.		5.8								
7				6.2								
8				7	17							
9				7.6								
9				9								
10				9.3								

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

# INFORME DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"

Hoja 10 de 10



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNOCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR EN VALDEBEBAS (MADRID)



**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº : 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

**Coordenadas:** X = Y= Z=  
**Ensayos a realizar:** Sondeo de 12,10 m y 4 SPT

Sondeo:



PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>	(% ) QUE PASA		PLASTICIDAD (%)		HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	SULFATOS (mg/kg)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> )
						UNE 5	UNE 0,08	LL	IP				
10		<b>De 5,40 a 12,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS</b> Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silíceas, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 8 cm.											
11		Escaso contenido de material fino (limos, arcillas). Baja compacidad.											
12				11.5	42								
12.1		<b>FIN DEL SONDEO A 12,10 m</b>		12.1									
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20					20.05								

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

Formato 003-03 Rev. 0

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscripción nº: 5399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>

Secretario del COG

<b>PROYECTO: EDAR VALDEBEBAS</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL SONDEO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE INICIO: 13/04/20	<b>ENSAYO REALIZADO EN EL SONDEO Nº: S-1</b>
<b>CLAVE:</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL ENSAYO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE FIN: 13/04/20	
LOCALIDAD (Provincia):	SUPERVISOR: GEOPROVI	CONDICIONES METEOROLÓGICAS: CUIBIERTO	
LOCALIZACIÓN DEL SONDEO:	GEÓLOGO: DIEGO DE LA TORRE	OBSERVACIONES:	EL SONDEO SE REALIZA EN LA RIBERA DEL RÍO JARAMA. ENSAYO POR DESCENSOS TRAS LLENAR HASTA LA BOCA.
COORDENADAS (X,Y,Z):	SONDISTA: OLIVER FUENTES	AYUDANTE - SONDISTA: JESÚS DE LA CRUZ	

COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO		
PROFUNDIDAD	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN
0		De 0,00 a 0,90 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS Tras 20 cm de tierra vegetal superficiales, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.
0.90		DE 0,90 A 2,80 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. ARENAS Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silícea, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 4 cm. Escaso contenido de material fino (limos, arcillas). Baja compacidad. Muy húmedas.
2.80		DE 2,80 A 5,60 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. GRAVAS Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silícea, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compacidad Media a Suelta. La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas). Muy húmedas. Saturadas en agua. <i>A -3,30 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>
5.60		De 5,60 a 18,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro. Elevada consistencia. Secas.

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)**

DATOS DEL SONDEO	
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	86
Profundidad del nivel freático (m): F	3.40
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	0.00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO			
Superior (m): L	2.60	Longitud ensayada (m): h	1.00
Inferior (m): P	3.60		

DATOS DEL ENSAYO			
Tiempo (min.): t	30.0	Tiempo (s):	1800
Profundidad inicial (m.): Hi	3.40		
Profundidad final (m.): Hf	1.67		
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):	0.086		

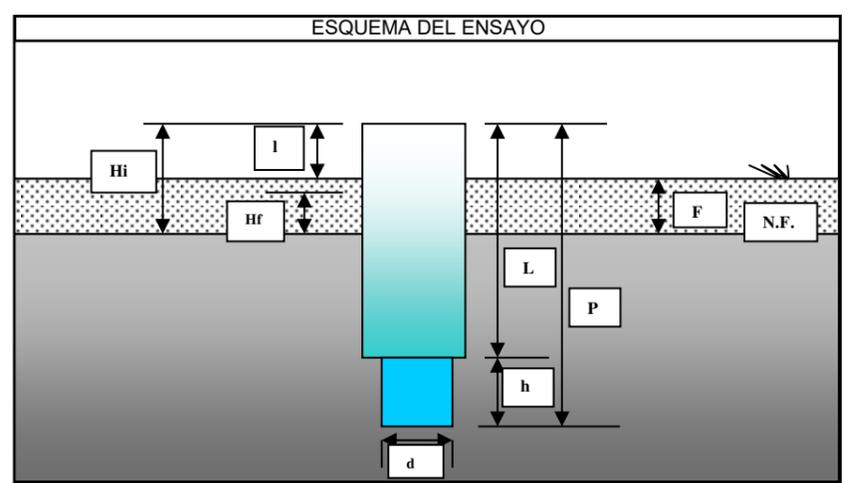
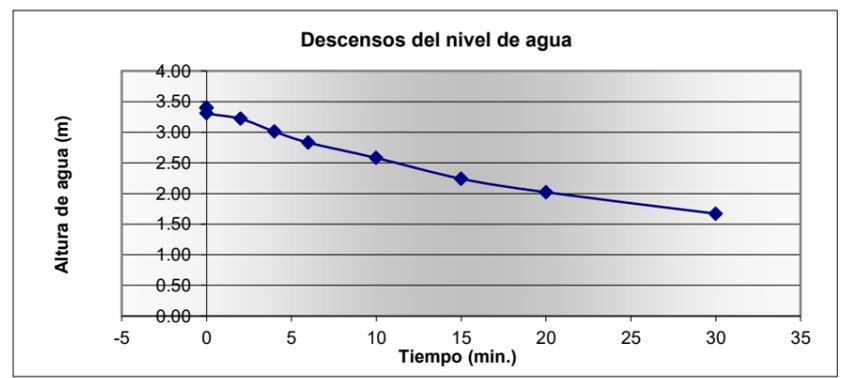
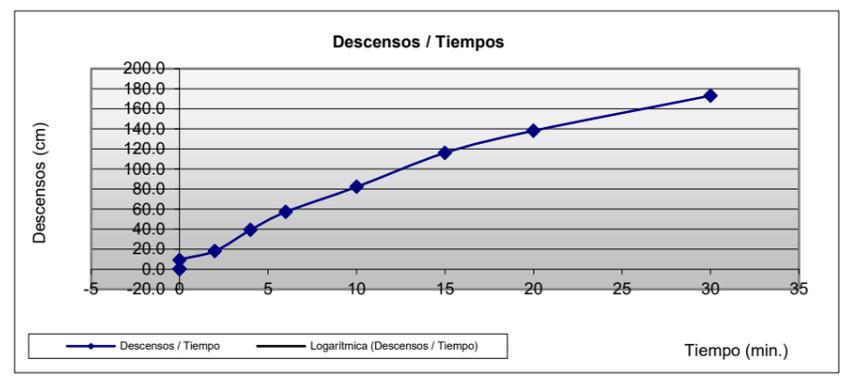
Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0.0	0.0	3.40
0	0	0.0	0.0	3.40
0	0	0.0	0.0	3.40
0	0	9.0	9.0	3.31
2	2	18.0	9.0	3.22
4	2	39.0	21.0	3.01
6	2	57.0	18.0	2.83
10	4	82.0	25.0	2.58
15	5	116.0	34.0	2.24
20	5	138.0	22.0	2.02
30	10	173.0	35.0	1.67

RESULTADOS		
PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	<b>1.1490E-06</b>

Jiménez Salas (1981).

para h/d > 4:

$$K = \frac{(d)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$



Firma:

Geólogo redactor. DIEGO DE LA TORRE

(1a) S/A/P/L/O: Fluido utilizado: Seco / Agua / Polímero / Lodo / Otro  
 (1b) A/M/B: Pérdida de agua en la perforación: Alta / Media / Baja.  
 (1c) A/M/B: Lavado de finos: Alto / Medio / Bajo.

(1d) Colores y trama, según Cartografía MAGNA. Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)  
 (1e) Incluir clave Magna en la descripción (Ej. T<sub>A1-2</sub>, Q<sub>1</sub>...)

normativa: Casillas en sombreado: parámetros a introducir.

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL  
 Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscrito con el nº: 6399  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>  
 Secretario del COG

<b>PROYECTO: EDAR VALDEBEBAS</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL SONDEO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE INICIO: 14/04/20	<b>ENSAYO REALIZADO EN EL SONDEO Nº: S-4</b>
<b>CLAVE:</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL ENSAYO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE FIN: 14/04/20	
LOCALIDAD (Provincia):	SUPERVISOR: GEOPROVI	CONDICIONES METEOROLÓGICAS: CUIBIERTO A LLUVIOSO	
LOCALIZACIÓN DEL SONDEO:	GEÓLOGO: DIEGO DE LA TORRE	OBSERVACIONES:	EL SONDEO SE REALIZA EN LA RIBERA DEL RÍO JARAMA. ENSAYO POR DESCENSOS TRAS LLENAR HASTA LA BOCA.
COORDENADAS (X,Y,Z):	SONDISTA: OLIVER FUENTES	AYUDANTE - SONDISTA: JESÚS DE LA CRUZ	

COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO		
PROFUNDIDAD	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
0		De 0,00 a 2,80 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS Tras 20 cm de tierra vegetal superficial, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.
2.80		DE 2,80 A 5,40 m.- ALUVIAL CUATERNARIO Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silicea, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compacidad Muy floja a Suelta. La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas). Muy húmedas. Saturadas en agua.  <i>A -3,60 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>
5.40		De 5,40 a 12,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro. Elevada consistencia. Secas.

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)**

DATOS DEL SONDEO	
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	86
Profundidad del nivel freático (m): F	3.90
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	0.00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO			
Superior (m): L	3.60	Longitud ensayada (m): h	1.00
Inferior (m): P	4.60		

DATOS DEL ENSAYO			
Tiempo (min.): t	10.0	Tiempo (s):	600
Profundidad inicial (m.): Hi			3.90
Profundidad final (m.): Hf			2.17
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):			0.086

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0.0	0.00	0.0	0.0	3.90
0.0	0.00	0.0	0.0	3.90
0.0	0.00	0.0	0.0	3.90
0.5	0.50	9.0	11.0	3.81
1.0	0.50	18.0	21.0	3.72
1.5	0.50	39.0	30.0	3.51
2.0	0.50	57.0	39.0	3.33
2.5	0.50	82.0	48.0	3.08
3.0	0.50	116.0	54.0	2.74
5.0	2.00	138.0	80.0	2.52
10.0	10.00	173.0	115.0	2.17

RESULTADOS		
PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	<b>2.8423E-06</b>

Jiménez Salas (1981).

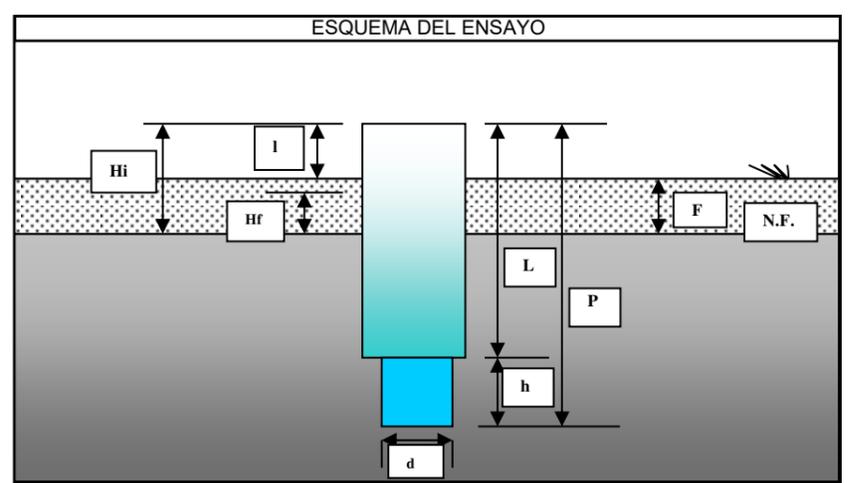
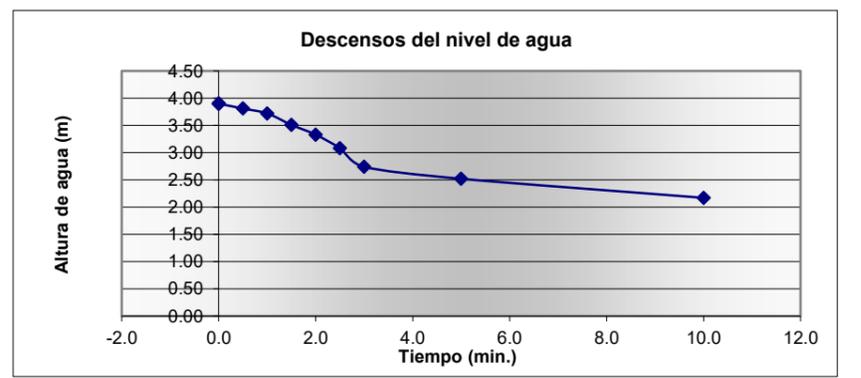
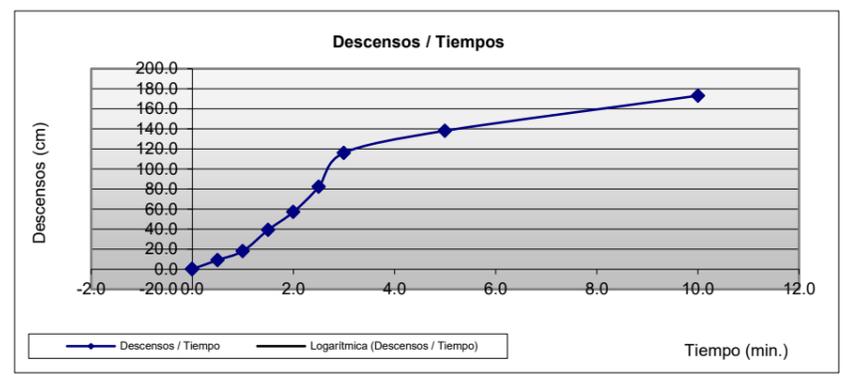
para h/d > 4:

$$K = \frac{(d)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$

Normativa:  
 Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)

(1a) S/N: Tipo de fluido utilizado. (1b) Colores y trama, según Cartografía MINCRA. (1c) Incluir clave Magna en la descripción (Ej. T<sub>A1-2</sub>, Q<sub>1</sub>...)

(1b) A/M/B: Pérdida de agua en la perforación: Alta / Media / Baja.  
 (1c) A/M/B: Lavado de finos: Alto / Medio / Bajo. Casillas en sombreado: parámetros a introducir.



Firma:

Geólogo redactor. DIEGO DE LA TORRE

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
 Inscripción nº: 6390  
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA11>

Secretario del COG

<b>PROYECTO: EDAR VALDEBEBAS</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL SONDEO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE INICIO: 13/04/20	<b>ENSAYO REALIZADO EN EL SONDEO Nº: S-1</b>
<b>CLAVE:</b>	EMPRESA QUE REALIZA EL ENSAYO: GEOPROVI	FECHA Y HORA DE FIN: 13/04/20	
LOCALIDAD (Provincia):	SUPERVISOR: GEOPROVI	CONDICIONES METEOROLÓGICAS: CUIBIERTO	
LOCALIZACIÓN DEL SONDEO:	GEÓLOGO: DIEGO DE LA TORRE	OBSERVACIONES:	EL SONDEO SE REALIZA EN LA RIBERA DEL RÍO JARAMA. ENSAYO POR DESCENSOS .LLENAR HASTA LA BOCA con 42 litros e
COORDENADAS (X,Y,Z):	SONDISTA: OLIVER FUENTES	AYUDANTE - SONDISTA: JESÚS DE LA CRUZ	

COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO		
PROFUNDIDAD	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN
0		De 0,00 a 0,90 m.- RELLENOS ANTRÓPICOS Tras 20 cm de tierra vegetal superficiales, aparece una mezcla de arenas y arcillas en diferentes proporciones, con el tamaño de arena medio a grueso, y algunas gravas y gravillas dispersas en su interior.
0.90		DE 0,90 A 2,80 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. ARENAS Arenas de tamaño de grano medio a grueso, de tonalidad marrón, con algunas gravas y cantos dispersos en su interior, de naturaleza silícea, subredondeadas y heterométricas, de tamaño máximo 4 cm.  Escaso contenido de material fino (limos, arcillas).  Baja compactidad.  Muy húmedas.
2.80		DE 2,80 A 5,60 m.- ALUVIAL CUATERNARIO. GRAVAS Gravas heterométricas arenosas de naturaleza silícea, subredondeadas a subangulosas, de tamaño máximo 10 cm. Compactidad Media a Suelta.  La perforación lava el contenido de material fino (limos, arcillas).  Muy húmedas. Saturadas en agua.  <i>A -3,30 m. Nivel freático a fecha 28/04/2020.</i>
5.60		De 5,60 a 18,10 m.- SUSTRATO MIOCENO: ARCILLAS Sustrato Mioceno, constituido por arcillas limosas, muy poco arenosas, de tonalidad marrón a marrón claro. Elevada consistencia. Secas.

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)**

**DATOS DEL SONDEO**

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	86
Profundidad del nivel freático (m): F	3.40
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	0.00

**PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO**

Superior (m): L	5.60	Longitud ensayada (m): h	1.40
Inferior (m): P	7.00		

**DATOS DEL ENSAYO**

Tiempo (min.): t	30.0	Tiempo (s):	1800
Profundidad inicial (m.): Hi			3.40
Profundidad final (m.): Hf			3.39
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):			0.086

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0.00	0	0.00	0.0	3.40
0.50	1	0.05	0.1	3.40
1.00	1	0.10	0.1	3.40
1.50	1	0.15	0.1	3.40
2.00	1	0.20	0.1	3.40
4.00	2	0.49	0.3	3.40
6.00	2	0.50	0.0	3.40
10.00	4	0.56	0.1	3.39
15.00	5	0.56	0.0	3.39
20.00	5	0.56	0.0	3.39
30.00	10	0.60	0.0	3.39

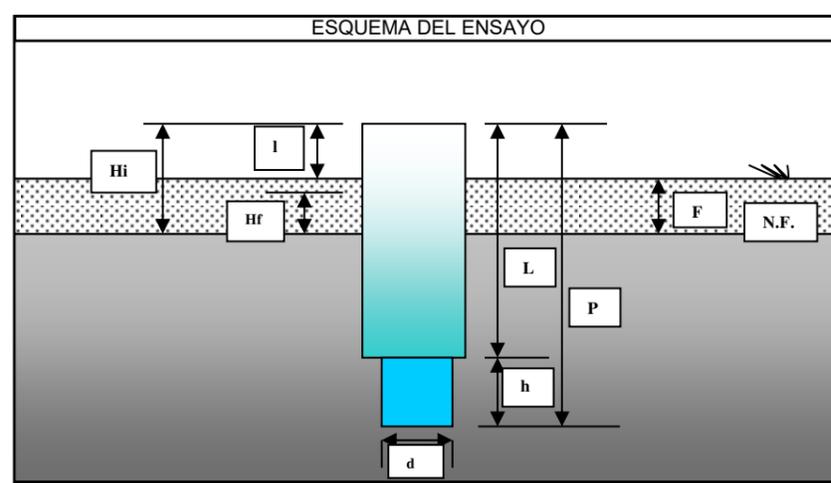
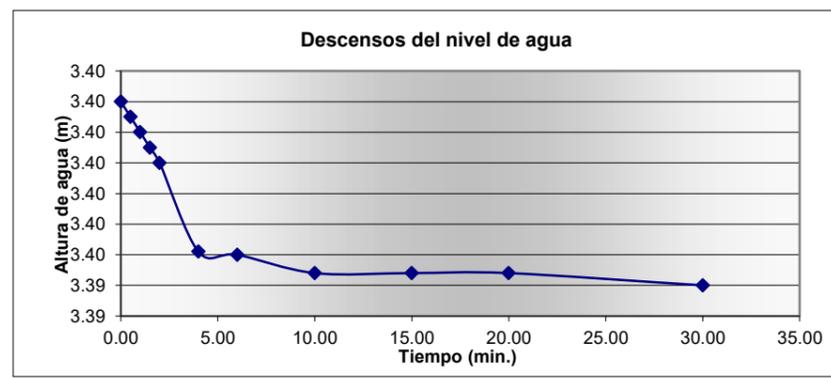
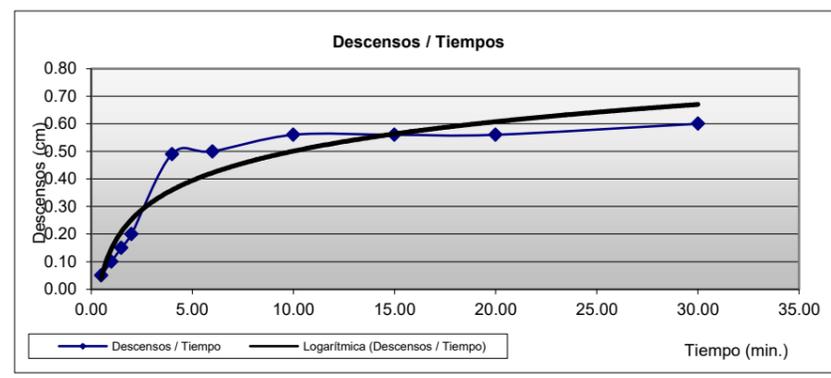
**RESULTADOS**

PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	<b>2.2569E-09</b>
-----------------------	-----------	-------------------

Jiménez Salas (1981).

para h/d > 4:

$$K = \frac{(d)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$



**Legenda:**  
 (1a) S/A/P/L/O: Fluido utilizado: Seco / Agua / Polímero / Lodo / Otro  
 (1b) A/M/B: Pérdida de agua en la perforación: Alta / Media / Baja.  
 (1c) A/M/B: Lavado de finos: Alto / Medio / Bajo.

**Normativa:**  
 (1d) Colores y trama, según Cartografía MAGNA.  
 (1e) Incluir clave Magna en la descripción (Ej. T<sub>A1-2</sub>, Q<sub>1</sub>...)

Ensayo Lefranc. ASTM D4631-95(2000)  
 Casillas en sombreado: parámetros a introducir.

Firma:

Geólogo redactor. **DIEGO DE LA TORRE**



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-20 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR

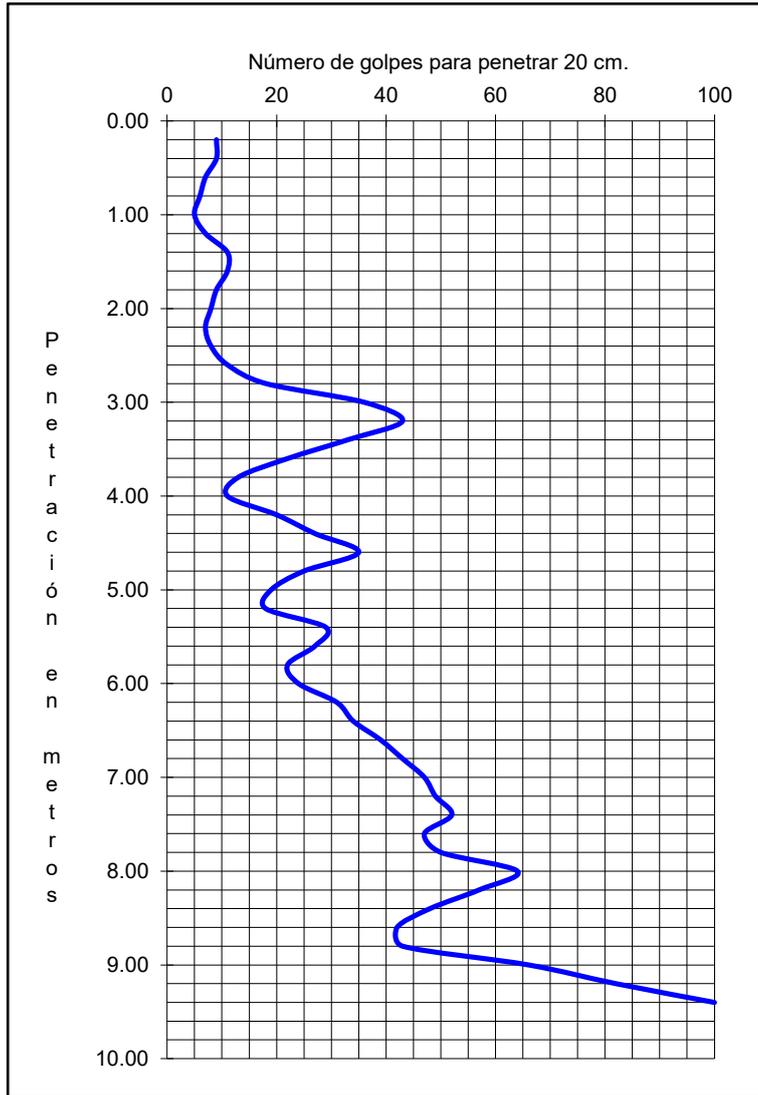
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/es/1/VZWWUYVZTAH>

ICOG

<b>Ensayo:</b> 0120-19	<b>EQUIPO:</b> DPSH-B	<b>P. cabeza:</b> 1.5 kg
<b>Fecha Ensayo:</b> 16/04/20	<b>Peso maza:</b> 63.5 kg	<b>Altura caída:</b> 75.0 cm
	<b>Peso varillaje:</b> 6.2 kg/m	<b>Sp. Puntaza:</b> 19.5 cm <sup>2</sup>
<b>COORDENADAS:</b> X= Y= Z=		<b>Ensayo:</b> <b>P-1</b>
<b>Ensayos a realizar:</b> 2 Ensayos de penetración dinámica		

**ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2)**



Nivel Freático:			
Profundidad (m)	Golpeo	Profundidad (m)	Golpeo
0.2	9	8.2	57
0.4	9	8.4	48
0.6	7	8.6	42
0.8	6	8.8	43
1	5	9	66
1.2	7	9.2	82
1.4	11	9.4	100
1.6	11	9.6	
1.8	9	9.8	
2	8	10	
2.2	7	10.2	
2.4	8	10.4	
2.6	11	10.6	
2.8	18	10.8	
3	36	11	
3.2	43	11.2	
3.4	33	11.4	
3.6	22	11.6	
3.8	13	11.8	
4	11	12	
4.2	20	12.2	
4.4	27	12.4	
4.6	35	12.6	
4.8	25	12.8	
5	19	13	
5.2	18	13.2	
5.4	29	13.4	
5.6	27	13.6	
5.8	22	13.8	
6	24	14	
6.2	31	14.2	
6.4	34	14.4	
6.6	39	14.6	
6.8	43	14.8	
7	47	15	
7.2	49	15.2	
7.4	52	15.4	
7.6	47	15.6	
7.8	50	15.8	
8	64	16	

Analista Operador

Fdo. Jesús de la Cruz Domínguez

Responsable técnico

Fdo. Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR

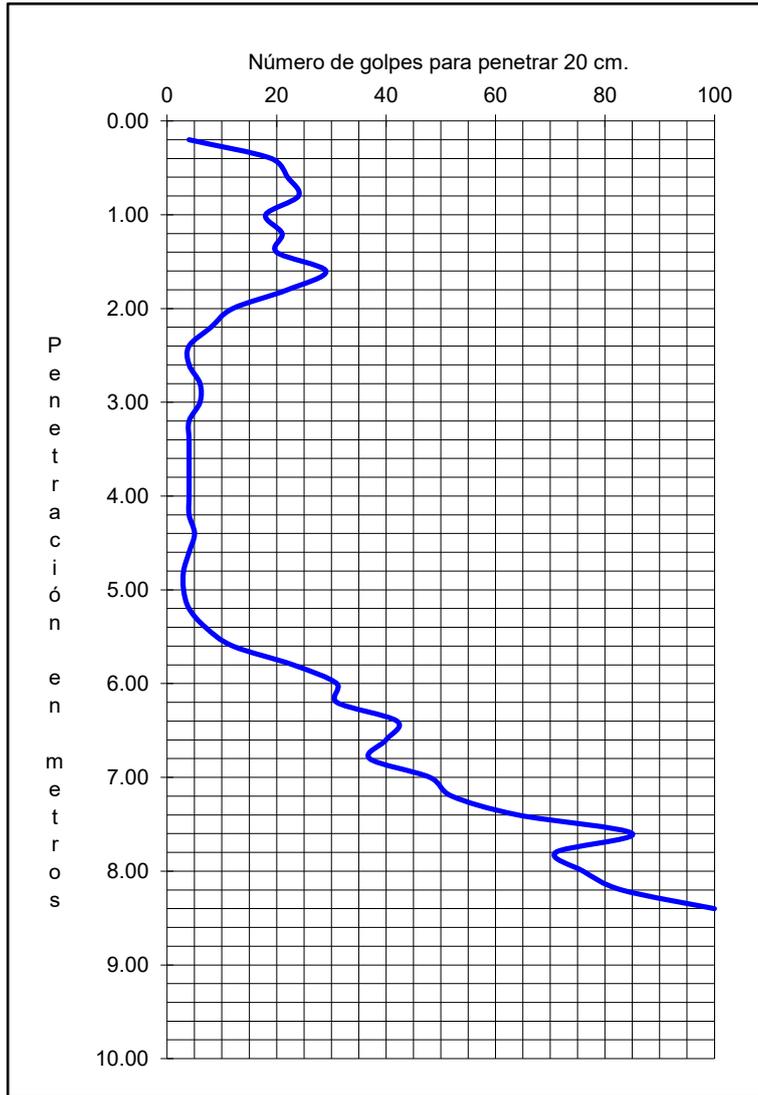
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/es/1/VZ/WUXVYTAH>

ICOG

<b>Ensayo:</b> 0120-19	<b>EQUIPO:</b> DPSH-B	<b>P. cabeza:</b> 1.5 kg
<b>Fecha Ensayo:</b> 16/04/20	<b>Peso maza:</b> 63.5 kg	<b>Altura caída:</b> 75.0 cm
	<b>Peso varillaje:</b> 6.2 kg/m	<b>Sp. Puntaza:</b> 19.5 cm <sup>2</sup>
<b>COORDENADAS:</b> X= Y= Z=		<b>Ensayo:</b> <b>P-2</b>
<b>Ensayos a realizar:</b> 2 Ensayos de penetración dinámica		

**ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2)**



Nivel Freático:			
Profundidad (m)	Golpeo	Profundidad (m)	Golpeo
0.2	4	8.2	83
0.4	19	8.4	100
0.6	22	8.6	
0.8	24	8.8	
1	18	9	
1.2	21	9.2	
1.4	20	9.4	
1.6	29	9.6	
1.8	22	9.8	
2	12	10	
2.2	8	10.2	
2.4	4	10.4	
2.6	4	10.6	
2.8	6	10.8	
3	6	11	
3.2	4	11.2	
3.4	4	11.4	
3.6	4	11.6	
3.8	4	11.8	
4	4	12	
4.2	4	12.2	
4.4	5	12.4	
4.6	4	12.6	
4.8	3	12.8	
5	3	13	
5.2	4	13.2	
5.4	7	13.4	
5.6	12	13.6	
5.8	23	13.8	
6	31	14	
6.2	31	14.2	
6.4	42	14.4	
6.6	40	14.6	
6.8	37	14.8	
7	48	15	
7.2	52	15.2	
7.4	64	15.4	
7.6	85	15.6	
7.8	71	15.8	
8	76	16	

Analista Operador

Fdo. Jesús de la Cruz Domínguez

Responsable técnico

Fdo. Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570



**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR

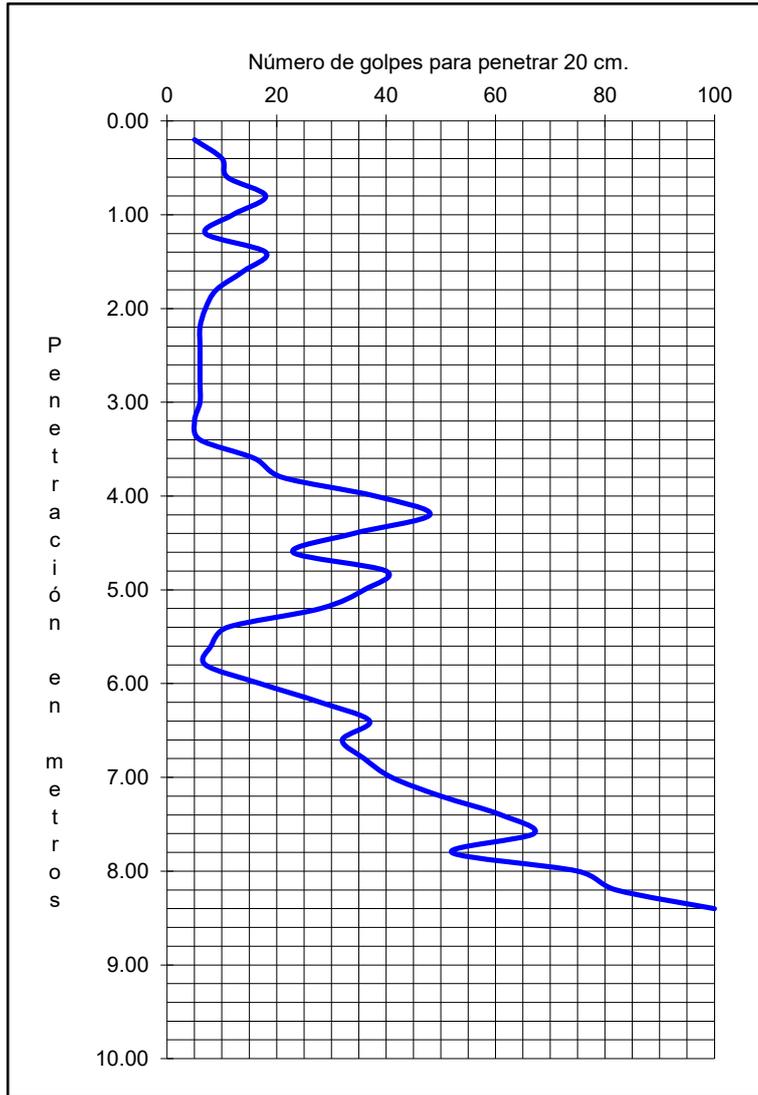
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/es/1/VZRWUXVZTAH>

EN VALDEBEBAS (MADRID)

<b>Ensayo:</b> 0120-19	<b>EQUIPO:</b> DPSH-B	<b>P. cabeza:</b> 1.5 kg
<b>Fecha Ensayo:</b> 16/04/20	<b>Peso maza:</b> 63.5 kg	<b>Altura caída:</b> 75.0 cm
	<b>Peso varillaje:</b> 6.2 kg/m	<b>Sp. Puntaza:</b> 19.5 cm <sup>2</sup>
<b>COORDENADAS:</b> X= Y= Z=		<b>Ensayo:</b> <b>P-3</b>
<b>Ensayos a realizar:</b> 2 Ensayos de penetración dinámica		

**ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2)**



Nivel Freático:			
Profundidad (m)	Golpeo	Profundidad (m)	Golpeo
0.2	5	8.2	82
0.4	10	8.4	100
0.6	11	8.6	
0.8	18	8.8	
1	12	9	
1.2	7	9.2	
1.4	18	9.4	
1.6	14	9.6	
1.8	9	9.8	
2	7	10	
2.2	6	10.2	
2.4	6	10.4	
2.6	6	10.6	
2.8	6	10.8	
3	6	11	
3.2	5	11.2	
3.4	6	11.4	
3.6	16	11.6	
3.8	21	11.8	
4	38	12	
4.2	48	12.2	
4.4	34	12.4	
4.6	23	12.6	
4.8	40	12.8	
5	36	13	
5.2	28	13.2	
5.4	11	13.4	
5.6	8	13.6	
5.8	7	13.8	
6	17	14	
6.2	28	14.2	
6.4	37	14.4	
6.6	32	14.6	
6.8	36	14.8	
7	41	15	
7.2	50	15.2	
7.4	61	15.4	
7.6	67	15.6	
7.8	52	15.8	
8	75	16	

Analista Operador

Fdo. Jesús de la Cruz Domínguez

Responsable técnico

Fdo. Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570



**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

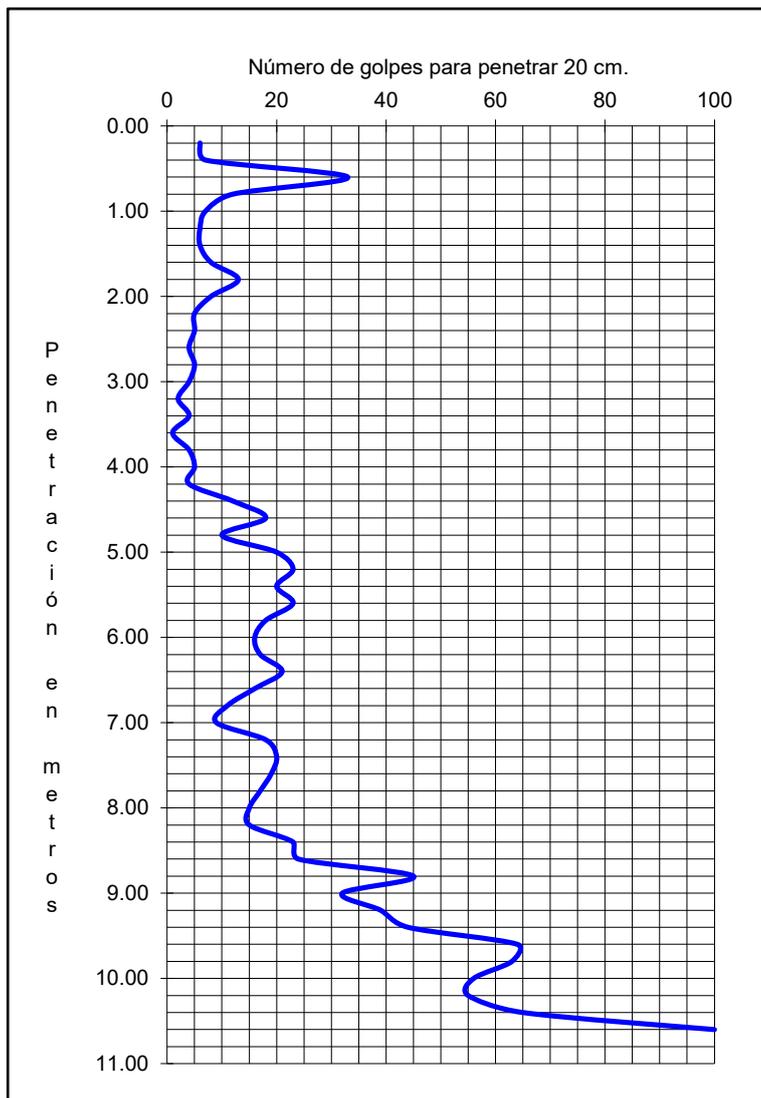


**INFORME NÚMERO:** 0086-01 / 0120-19 Rev. 0  
**EMPRESA:** INNCIVE  
**DIRECCIÓN:** C/ Augusto Figueroa, 3. Madrid  
**PETICIONARIO:** Marcos González Campos  
**TRABAJO:** ESTUDIO GEOTÉCNICO EDAR

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/es/1/VZ/WUXVYETAH>  
ICOG

<b>Ensayo:</b> 0120-19	<b>EQUIPO:</b> DPSH-B	<b>P. cabeza:</b> 1.5 kg
<b>Fecha Ensayo:</b> 16/04/20	<b>Peso maza:</b> 63.5 kg	<b>Altura caída:</b> 75.0 cm
	<b>Peso varillaje:</b> 6.2 kg/m	<b>Sp. Puntaza:</b> 19.5 cm <sup>2</sup>
<b>COORDENADAS:</b> X= Y= Z=		<b>Ensayo:</b> <b>P-4</b>
<b>Ensayos a realizar:</b> 2 Ensayos de penetración dinámica		

**ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2)**



Nivel Freático:			
Profundidad (m)	Golpeo	Profundidad (m)	Golpeo
0.2	6	8.2	15
0.4	7	8.4	23
0.6	33	8.6	24
0.8	12	8.8	45
1	7	9	32
1.2	6	9.2	39
1.4	6	9.4	44
1.6	8	9.6	64
1.8	13	9.8	63
2	8	10	56
2.2	5	10.2	55
2.4	5	10.4	65
2.6	4	10.6	100
2.8	5	10.8	
3	4	11	
3.2	2	11.2	
3.4	4	11.4	
3.6	1	11.6	
3.8	4	11.8	
4	5	12	
4.2	4	12.2	
4.4	12	12.4	
4.6	18	12.6	
4.8	10	12.8	
5	20	13	
5.2	23	13.2	
5.4	20	13.4	
5.6	23	13.6	
5.8	18	13.8	
6	16	14	
6.2	17	14.2	
6.4	21	14.4	
6.6	16	14.6	
6.8	11	14.8	
7	9	15	
7.2	18	15.2	
7.4	20	15.4	
7.6	19	15.6	
7.8	17	15.8	
8	15	16	

Analista Operador

Fdo. Jesús de la Cruz Domínguez

Responsable técnico

Fdo. Luis A. García Borrego

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de GEOPROVI, Geotecnia y Sondeos, S.L.

Los resultados obtenidos son sólo válidos para el punto ensayado

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 29505, Folio 95, Inscripción 1, Hoja M-830991 - C.I.F.: B-86372570

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG  


## **Anejo nº 3.**

# **Cálculo de asientos**



Secretaría del ICOG

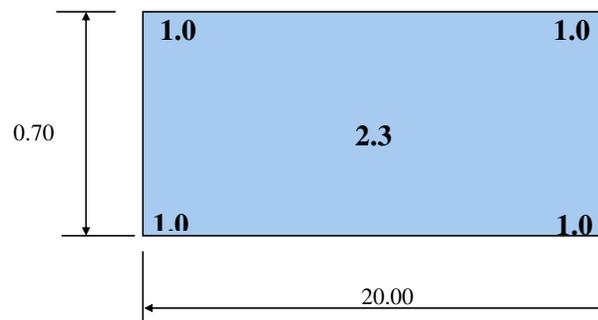
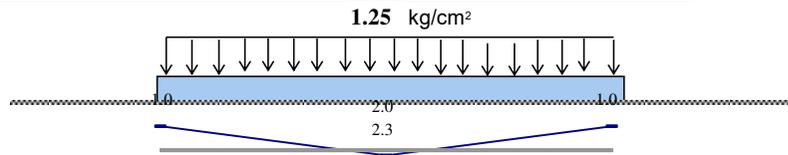
## CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

Zapatas corridas sobre terreno de sustitución. EDAR Valdebebas.

Datos de Partida	
q: presión transmitida (kg/cm <sup>2</sup> ):	<b>1.25</b>
lados: A mayor (m)	20.00
B menor (m)	0.70
Número de capas deformables (10 MAX.)	5
Profundidad (m) Nivel indeformable	<b>30.00</b>

CAPA	Z(inicial) (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	coef Poisson v	S(cm)
NIVEL 1	0.00	120	0.30	0.3
NIVEL 2	0.50	80	0.35	1.4
NIVEL 3	5.50	100	0.30	0.3
NIVEL 4	9.00	80	0.35	0.1
NIVEL 5	11.00	200	0.35	0.2
<b>S en el centro(cm) .....</b>				<b>2.3</b>
<b>S en la esquina (cm) .....</b>				<b>1.0</b>
<b>S MEDIO (supuesta rígida) .....</b>				<b>2.0</b>



El asiento a una profundidad z bajo la esquina se obtiene a partir de:

$$S(z) = \frac{q B}{2 E} ( M \phi_1 (A,B,z) - N \phi_2 (A,B,z) )$$

donde:

- q = carga aplicada
- E = modulo elastico
- A = lado mayor
- B = ancho de la cimentacion (lado menor)
- M = 1 - v<sup>2</sup>
- N = 1 - v - 2v<sup>2</sup>
- n = z/B
- m = A/B
- v = Coeficiente de Poisson

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + n}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - n} \right) + n \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + 1}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctg \frac{n}{m (1+n^2+m^2)^{1/2}}$$













Secretaría del ICOD

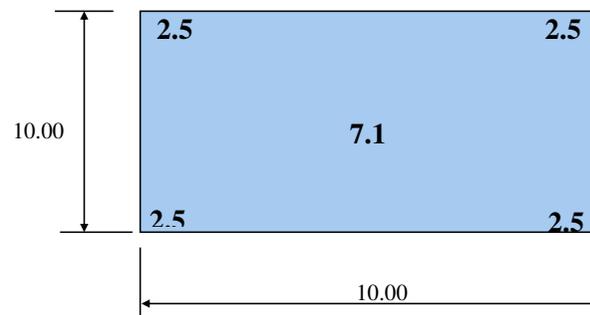
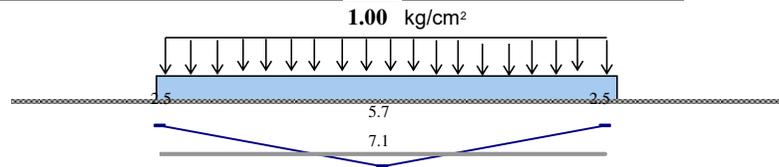
### CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

Zapatatas aisladas sobre terreno de sustitución. EDAR Valdebebas.

Datos de Partida	
q: presión transmitida (kg/cm <sup>2</sup> ):	<b>1.00</b>
lados: A mayor (m)	10.00
B menor (m)	10.00
Número de capas deformables (10 MAX.)	5
Profundidad (m) Nivel indeformable	<b>30.00</b>

CAPA	Z(inicial) (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	coef Poisson v	S(cm)
NIVEL 1	0.00	120	0.30	0.2
NIVEL 2	0.50	80	0.35	0.3
NIVEL 3	1.00	100	0.30	2.5
NIVEL 4	4.50	80	0.35	2.1
NIVEL 5	7.50	200	0.35	1.8
<b>S en el centro(cm) .....</b>				<b>7.1</b>
<b>S en la esquina (cm) .....</b>				<b>2.5</b>
<b>S MEDIO (supuesta rígida) .....</b>				<b>5.7</b>



El asiento a una profundidad z bajo la esquina se obtiene a partir de:

$$S(z) = \frac{q B}{2 E} (M \phi_1 (A,B,z) - N \phi_2 (A,B,z))$$

donde:

- q = carga aplicada
- E = modulo elastico
- A = lado mayor
- B = ancho de la cimentacion (lado menor)
- M = 1 - v<sup>2</sup>
- N = 1 - v - 2v<sup>2</sup>
- n = z/B
- m = A/B
- v = Coeficiente de Poisson

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + n}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - n} \right) + n \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + 1}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \text{arctg} \frac{n}{m (1+n^2+m^2)^{1/2}}$$



Secretaría del ICOG

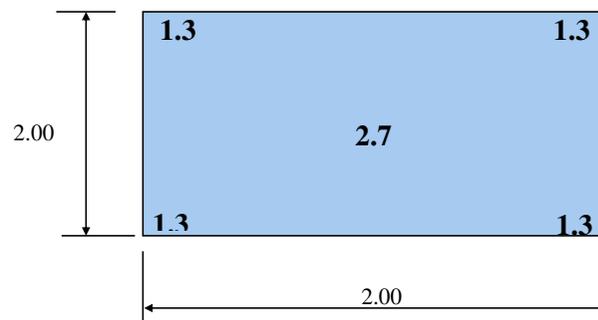
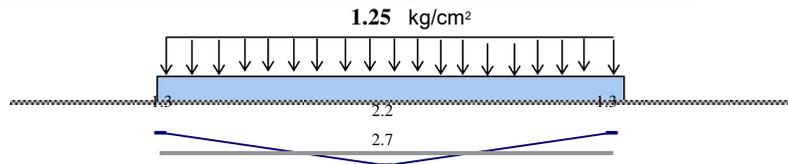
## CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

Zapatas aisladas sobre terreno de sustitución. EDAR Valdebebas.

Datos de Partida	
q: presión transmitida (kg/cm <sup>2</sup> ):	<b>1.25</b>
lados: A mayor (m)	2.00
B menor (m)	2.00
Número de capas deformables (10 MAX.)	5
Profundidad (m) Nivel indeformable	<b>30.00</b>

CAPA	Z(inicial) (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	coef Poisson v	S(cm)
NIVEL 1	0.00	120	0.30	0.3
NIVEL 2	0.50	80	0.35	2.1
NIVEL 3	5.50	100	0.30	0.2
NIVEL 4	9.00	80	0.35	0.1
NIVEL 5	11.00	200	0.35	0.1
<b>S en el centro(cm) .....</b>				<b>2.7</b>
<b>S en la esquina (cm) .....</b>				<b>1.3</b>
<b>S MEDIO (supuesta rígida) .....</b>				<b>2.2</b>



El asiento a una profundidad z bajo la esquina se obtiene a partir de:

$$S(z) = \frac{q B}{2 E} ( M \phi_1 (A,B,z) - N \phi_2 (A,B,z) )$$

donde:

- q = carga aplicada
- E = modulo elastico
- A = lado mayor
- B = ancho de la cimentacion (lado menor)
- M = 1 - v<sup>2</sup>
- N = 1 - v - 2v<sup>2</sup>
- n = z/B
- m = A/B
- v = Coeficiente de Poisson

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + n}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - n} \right) + n \text{Ln} \left( \frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + 1}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctg \frac{n}{m (1+n^2+m^2)^{1/2}}$$

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG  


## **Anejo nº 4.**

# **Fotografías**



S-1 Cajas Portatestigos.



Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG



S-1 Cajas Portatestigos.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00

Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]

Inscrito con el nº : 5399

Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG



S-1 Cajas Portatestigos.



S-2 Cajas Portatestigos.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00  
Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL]  
Inscrito con el nº : 5399  
Puede consultar la validez del documento accediendo  
a <http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1>

Secretaría del ICOG



S-2 Cajas Portatestigos.



S-3 Cajas Portatestigos.



S-3 Cajas Portatestigos.



S-4 Cajas Portatestigos.



S-4 Cajas Portatestigos.



Emplazamiento de P-1.



Emplazamiento de P-2.



Emplazamiento de P-3.



Emplazamiento de P-4

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>VISADO</b> CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 06/07/2020 Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00 Colegiado : Diego De La Torre Calvo[ET AL] Inscrito con el nº : 5399 Puede consultar la validez del documento accediendo a <a href="http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1">http://icog.e-visado.net/csv/1VZ7WUXY2TA1</a>	
	Secretaría del ICOG 

## **Anejo nº 5.**

# **Ensayos de Laboratorio**



**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## **RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CLIENTE: **INNCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

OBRA: **0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.**

Nº OBRA: **2020179**

FECHA INFORME: 14 de mayo de 2020

LABORATORIO ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

### **Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08:**

- C.2. Ensayos básicos (GTL.b)
  - Identificación y estado de suelos.*
  - Resistencia y deformación de suelos.*
  - Agresividad de aguas y suelos.*
- C.3.1. Ensayos complementarios primero (GTL.c1)
  - Resistencia y deformación de rocas.*
  - Compactaciones.*
- C.3.2. Ensayos complementarios segundo (GTL.c2)
  - Determinación del módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson*
  - Resistencia a la carga puntual*
- C.3.3. Ensayos complementarios tercero (GTL.c3)
  - Parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo Triaxial.*

*Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo establecidos en la norma de calidad  
UNE-EN ISO/IEC 17025:2005*

*Inscrito en el registro general de laboratorios de ensayo del Ministerio de Fomento (Lecce) con el número **MAD-L-031***



**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## **INNCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

C/ Augusto Figueroa, nº 3

MADRID

**Nº OBRA: 2020179**

**OBRA:** 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

### **1. ANTECEDENTES**

El día 28 de abril de 2020 se recibe en el laboratorio Tecnología del suelo y materiales, S.L. la petición de ensayos de la citada obra, que se compone de siete testigos plastificados de suelo, una muestra SPT de suelo, dos muestras de suelo alteradas procedentes de cajas de sondeos en saco y una muestra de agua recibida en condiciones ambientales.

La denominación de las muestras y los ensayos realizados vienen indicados por el peticionario.



**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## 2. ENSAYOS REALIZADOS

- 2.1. Determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93
- 2.2. Determinación de la densidad de un suelo, según norma UNE 103-301:94
- 2.3. Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo, según norma UNE 103302:94
- 2.4. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95
- 2.5. Determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93
- 2.6. Ensayo de rotura a compresión simple, según norma UNE 103-400:93
- 2.7. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo: ensayo consolidado y no drenado (CU), según norma UNE 103401:98
- 2.8. Consolidación unidimensional de un suelo en edómetro, según norma UNE 103405:94
- 2.9. Cálculo de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según norma UNE 103602:96
- 2.10. Hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según norma UNE 103601:96
- 2.11. Ensayo de colapsabilidad de un suelo en edómetro, según norma NLT 254:99
- 2.12. Ensayo de compactación. Próctor modificado, según normas UNE 103501:94
- 2.13. Determinación en laboratorio del Índice C.B.R. de un suelo, según norma UNE 103502:95
- 2.14. Determinación cuantitativa de sulfatos en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83963:2008
- 2.15. Determinación la Acidez Baumann – Gully en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83962:2008
- 2.16. Determinación del contenido de material orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico, según normas UNE 103204: 93 y UNE 103204:93 (erratum)
- 2.17. Determinación del contenido en sales solubles en suelos, según norma UNE 103205:2006
- 2.18. Determinación del contenido de yesos en suelos, según norma UNE 103206:2006
- 2.19. Método para determinar la agresividad de las aguas al hormigón. Incluye los siguientes ensayos: valor pH (UNE 83952:2008), magnesio ( $Mg^{2+}$ ) (UNE 83955:2008), amonio ( $NH_4^+$ ) (UNE 83954:2008), sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ) (UNE 83956:2008), dióxido de carbono libre ( $CO_2$ ) (UNE-EN 13577:2008) y residuo seco (UNE 83957:2008). Los ensayos se clasifican según la instrucción EHE 2008.



**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

### 3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS







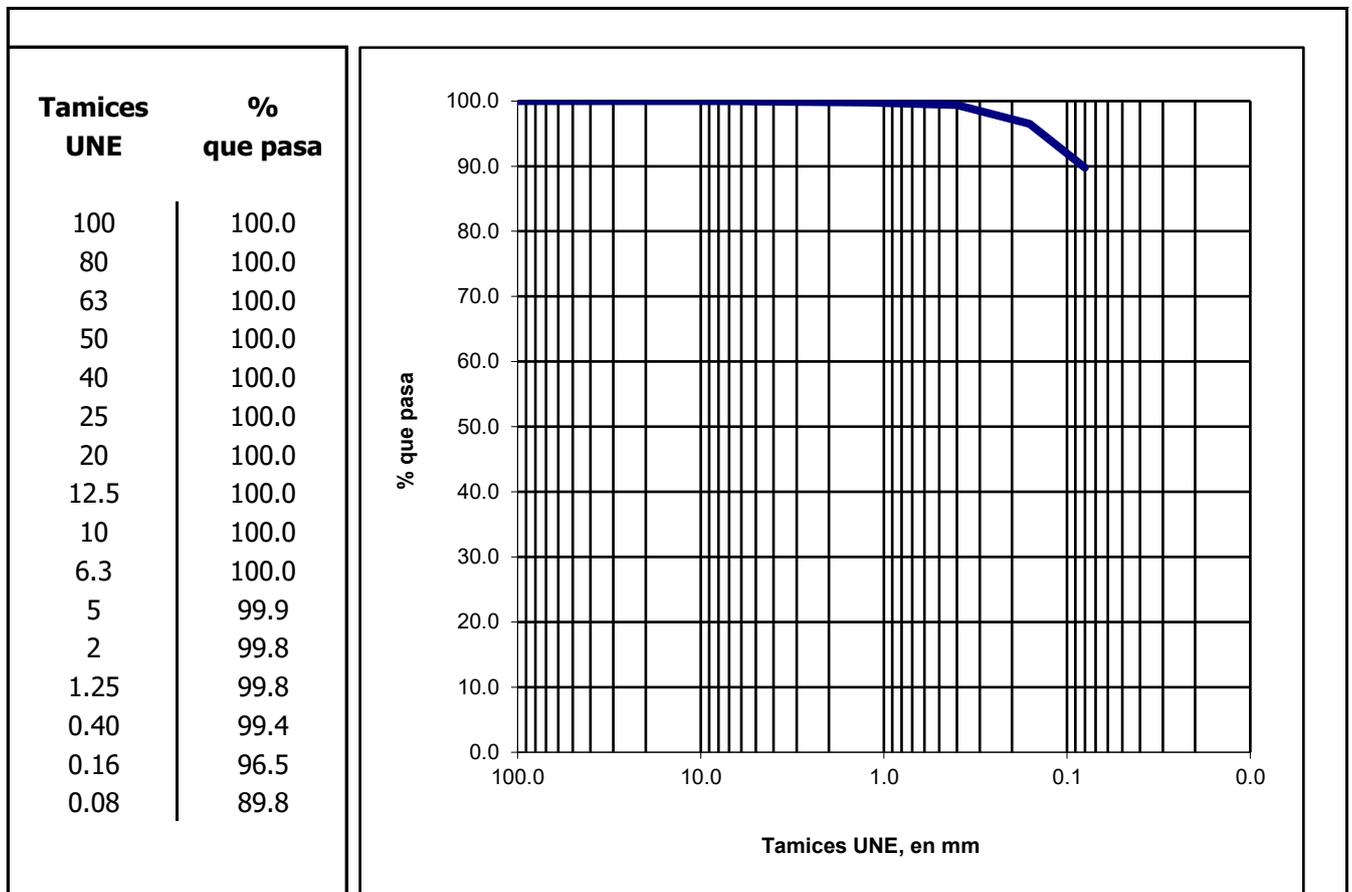
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

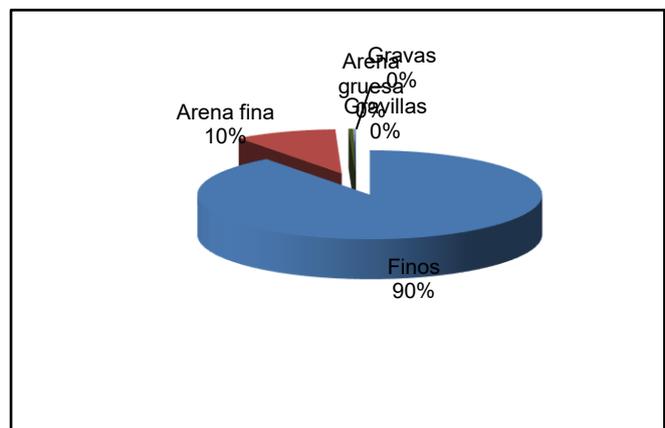
Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	89.8
Arena fina	9.6
Arena gruesa	0.4
Gravillas	0.1
Gravas	0.1



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

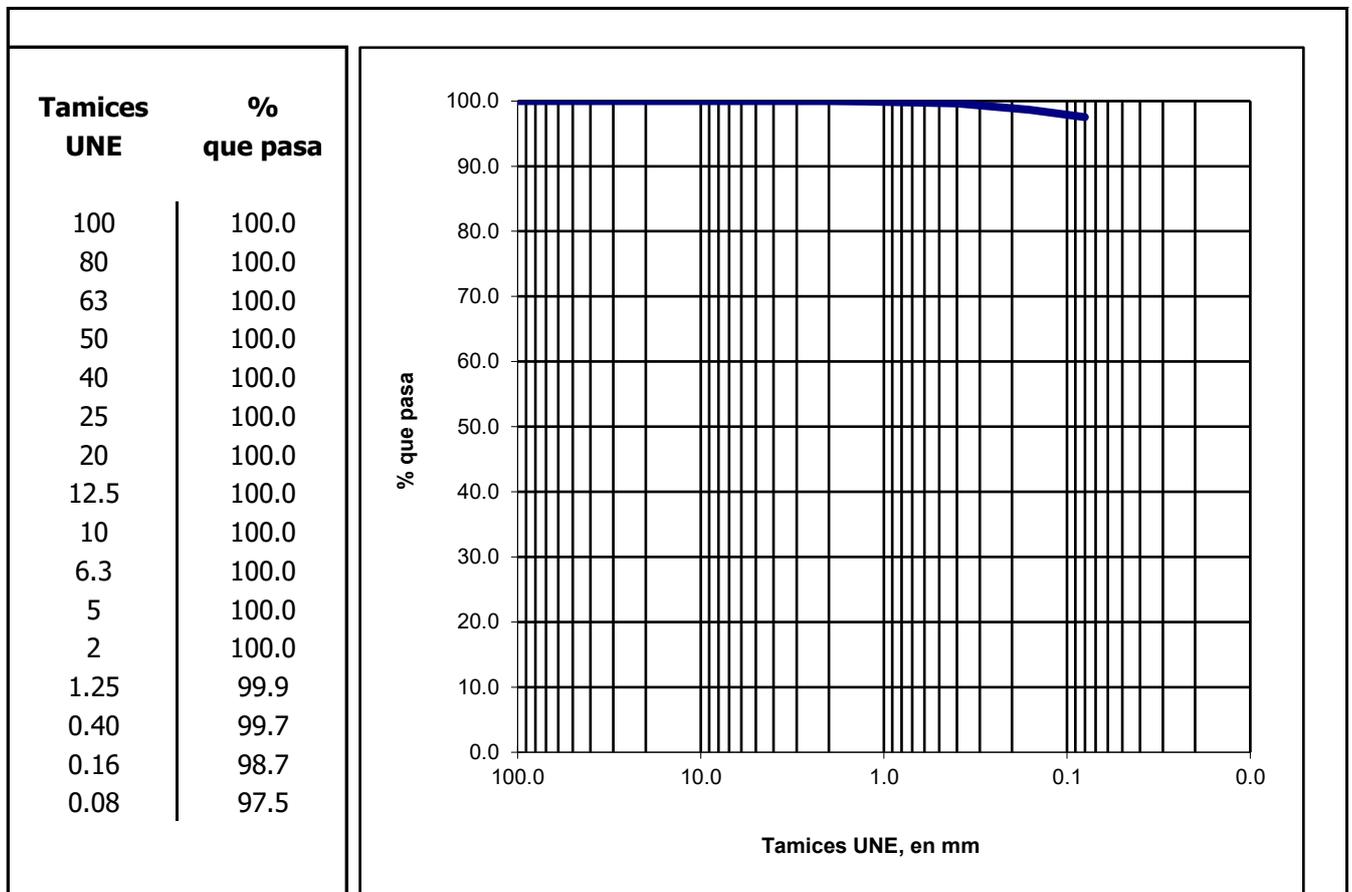
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

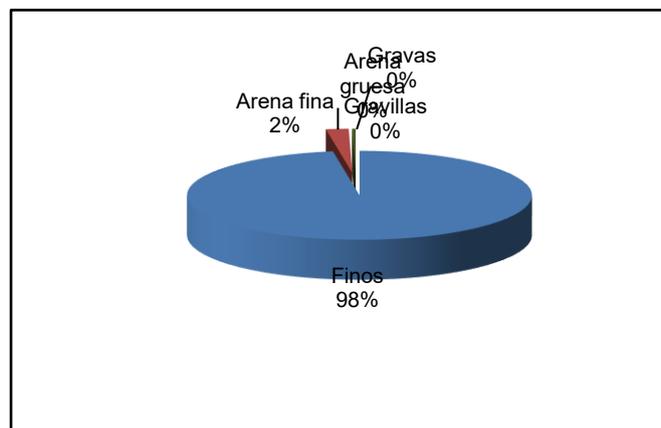
Muestra: S-1 7.00-7.60 SPT  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	97.5
Arena fina	2.1
Arena gruesa	0.3
Gravillas	0.0
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

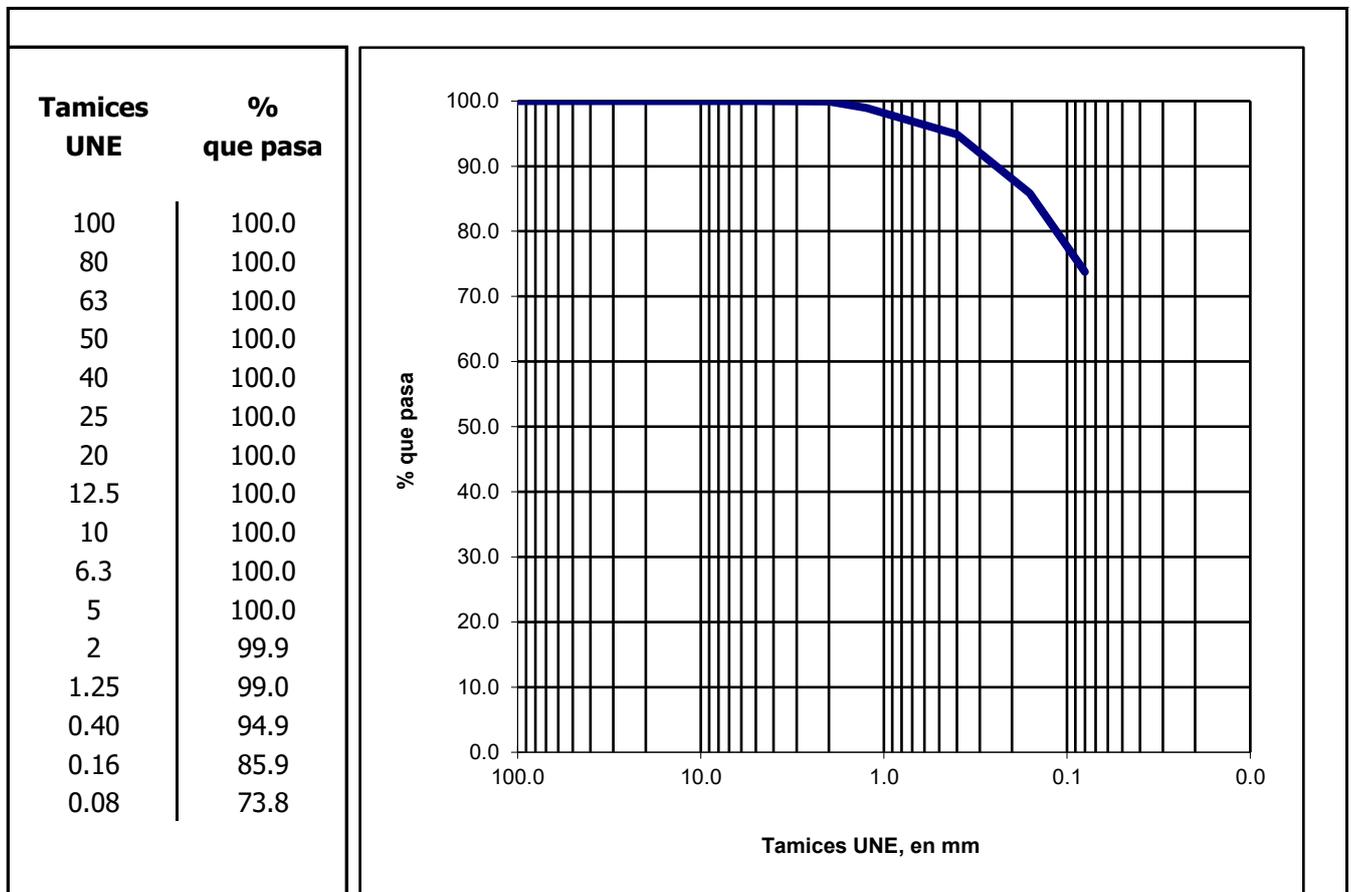
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

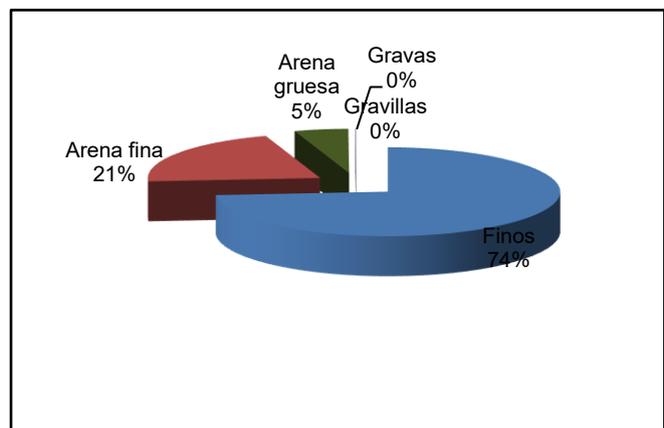
Muestra: S-1 11.55-11.80 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	73.8
Arena fina	21.1
Arena gruesa	5.1
Gravillas	0.1
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

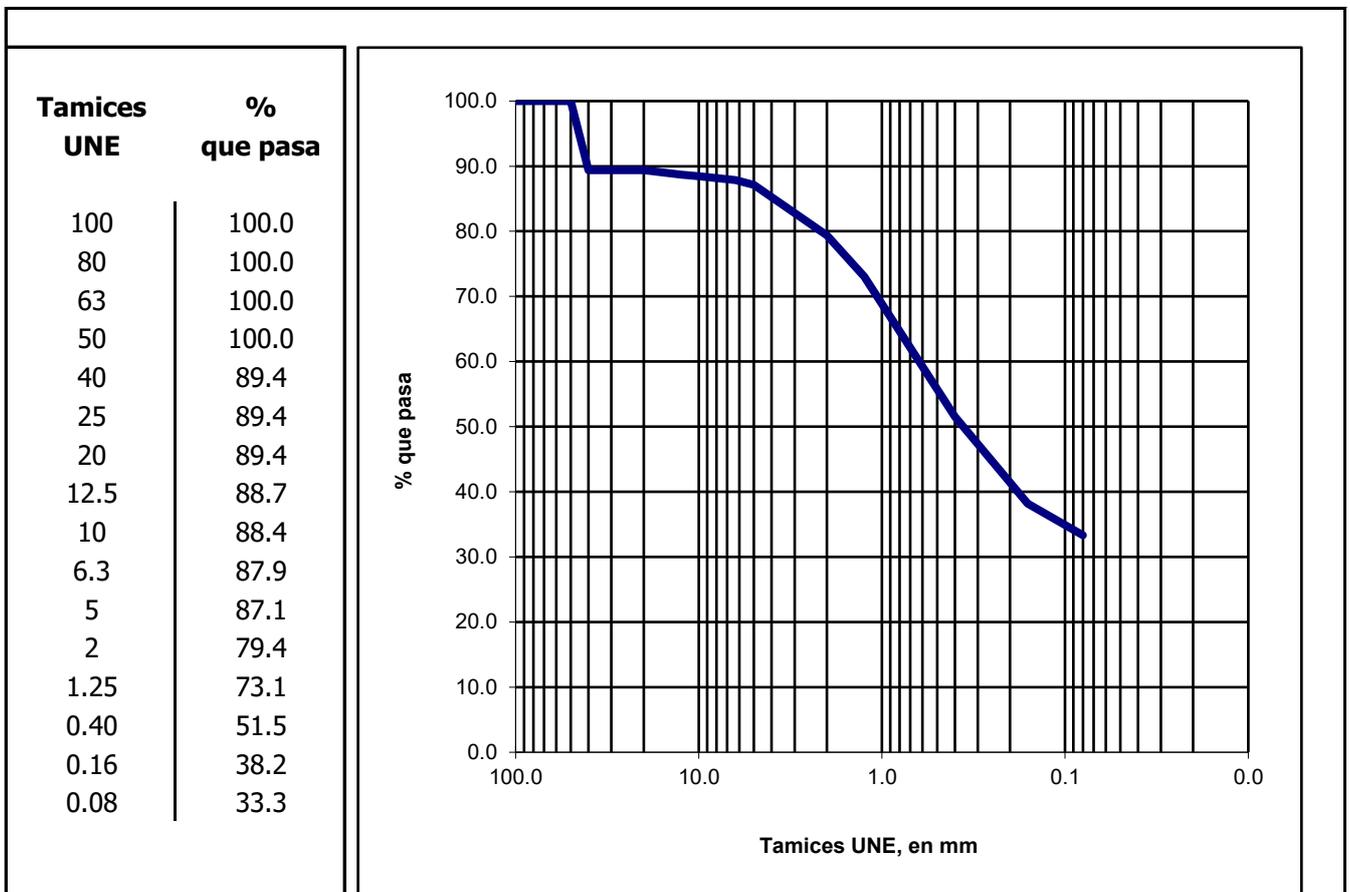
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

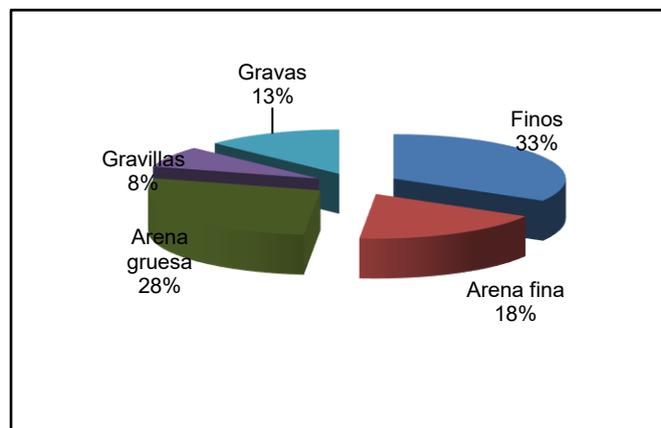
Muestra: M-1 Mezcla (Arenas) MA  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	33.3
Arena fina	18.2
Arena gruesa	27.9
Gravillas	7.7
Gravas	12.9



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

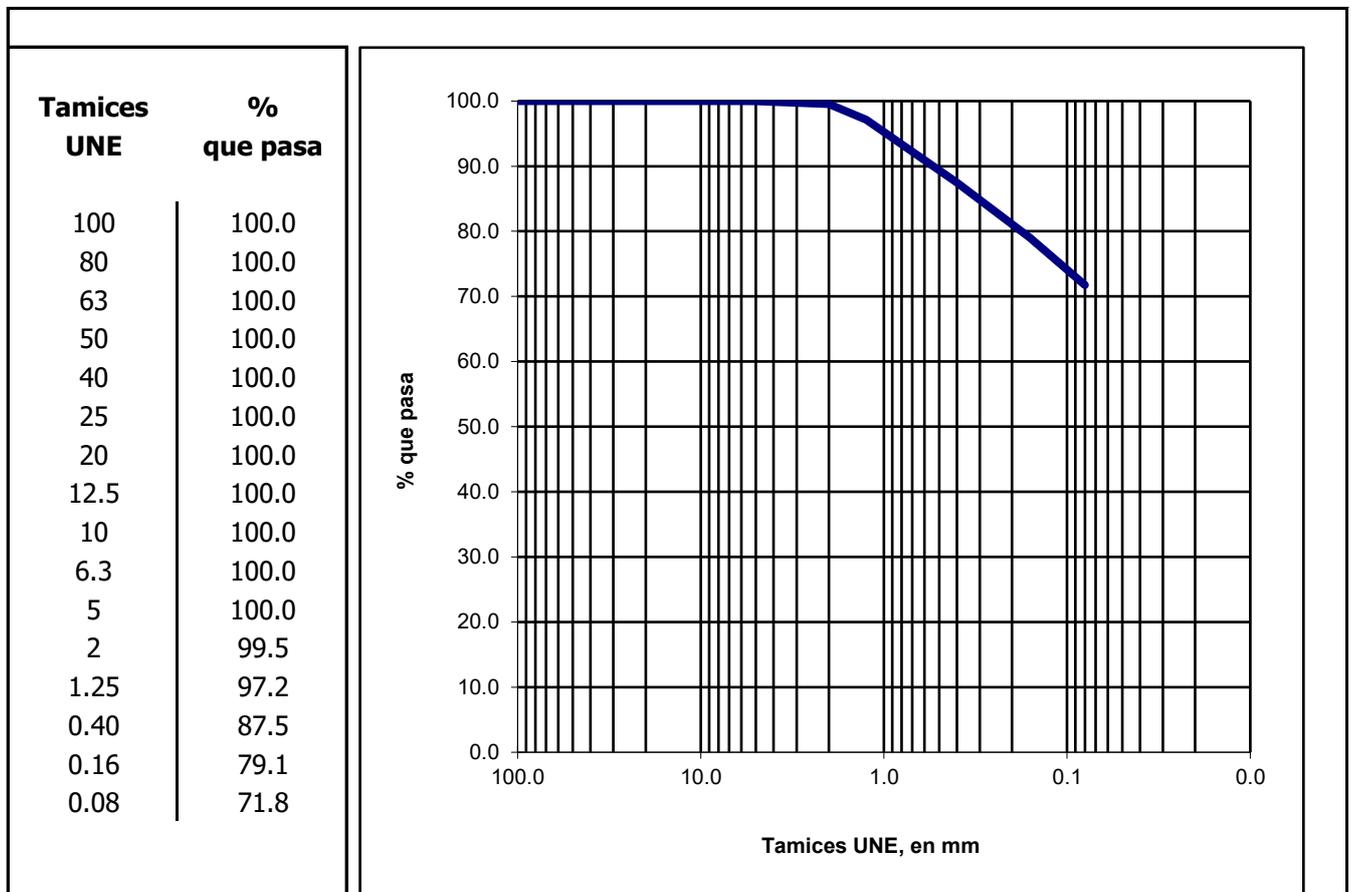
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

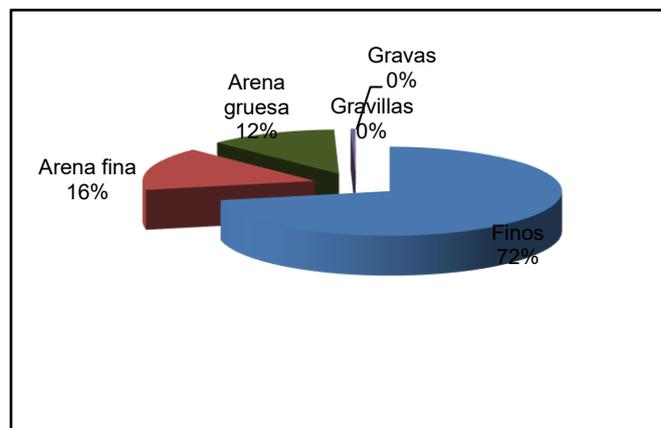
Muestra: S-2 6.40-6.70 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	71.8
Arena fina	15.7
Arena gruesa	12.1
Gravillas	0.4
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

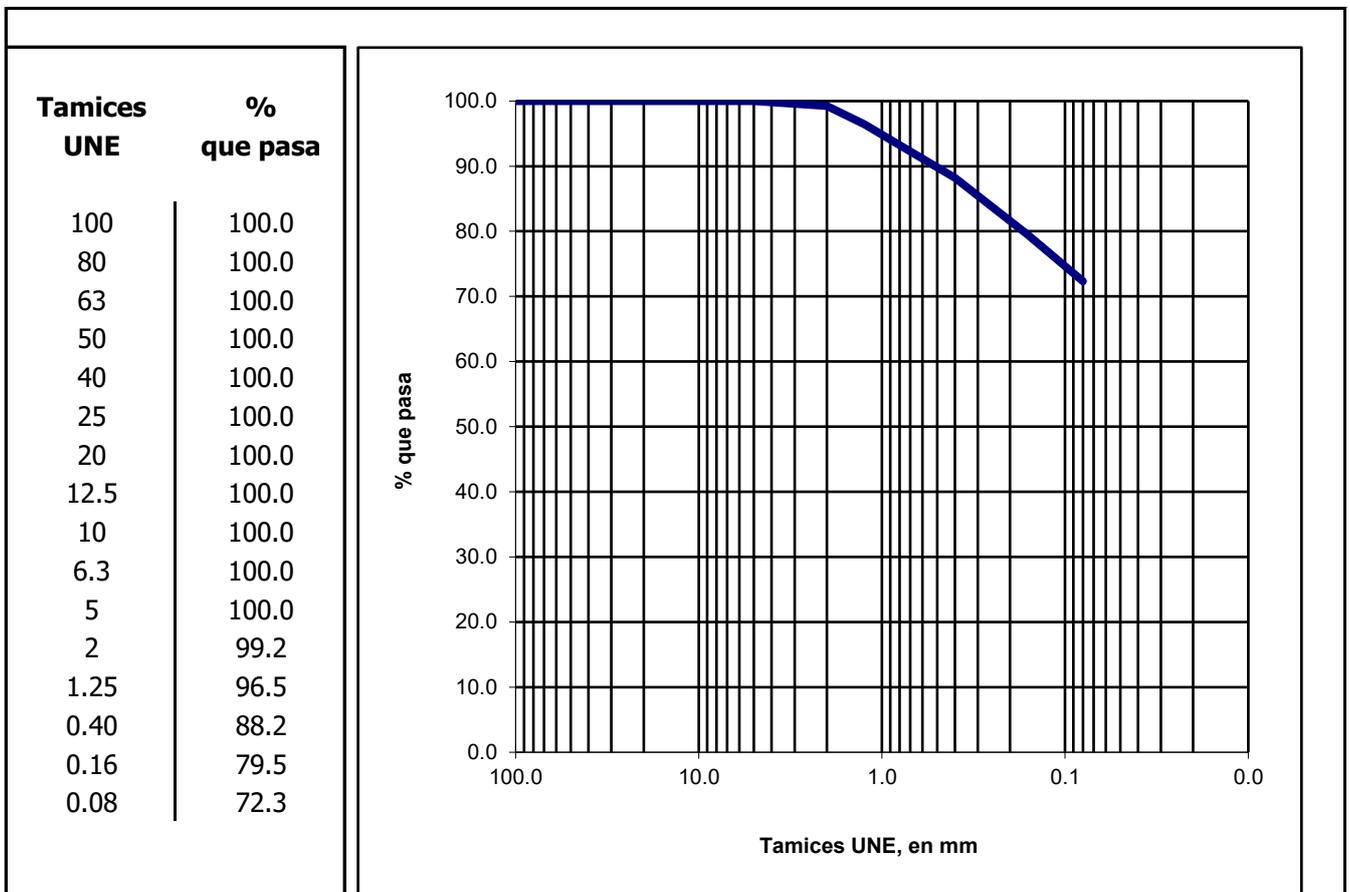
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

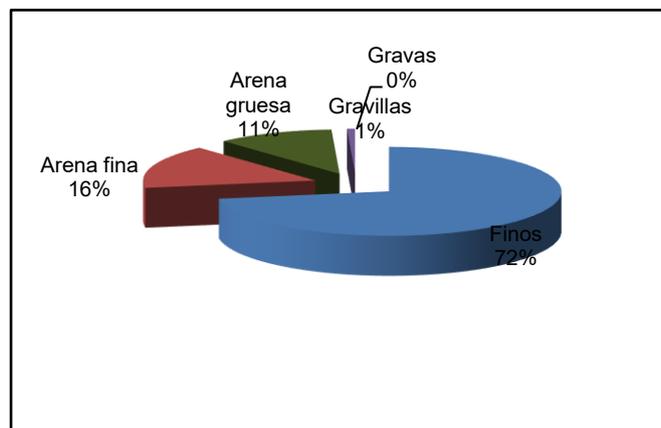
Muestra: S-3 6.90-7.10 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	72.3
Arena fina	15.9
Arena gruesa	11.0
Gravillas	0.8
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

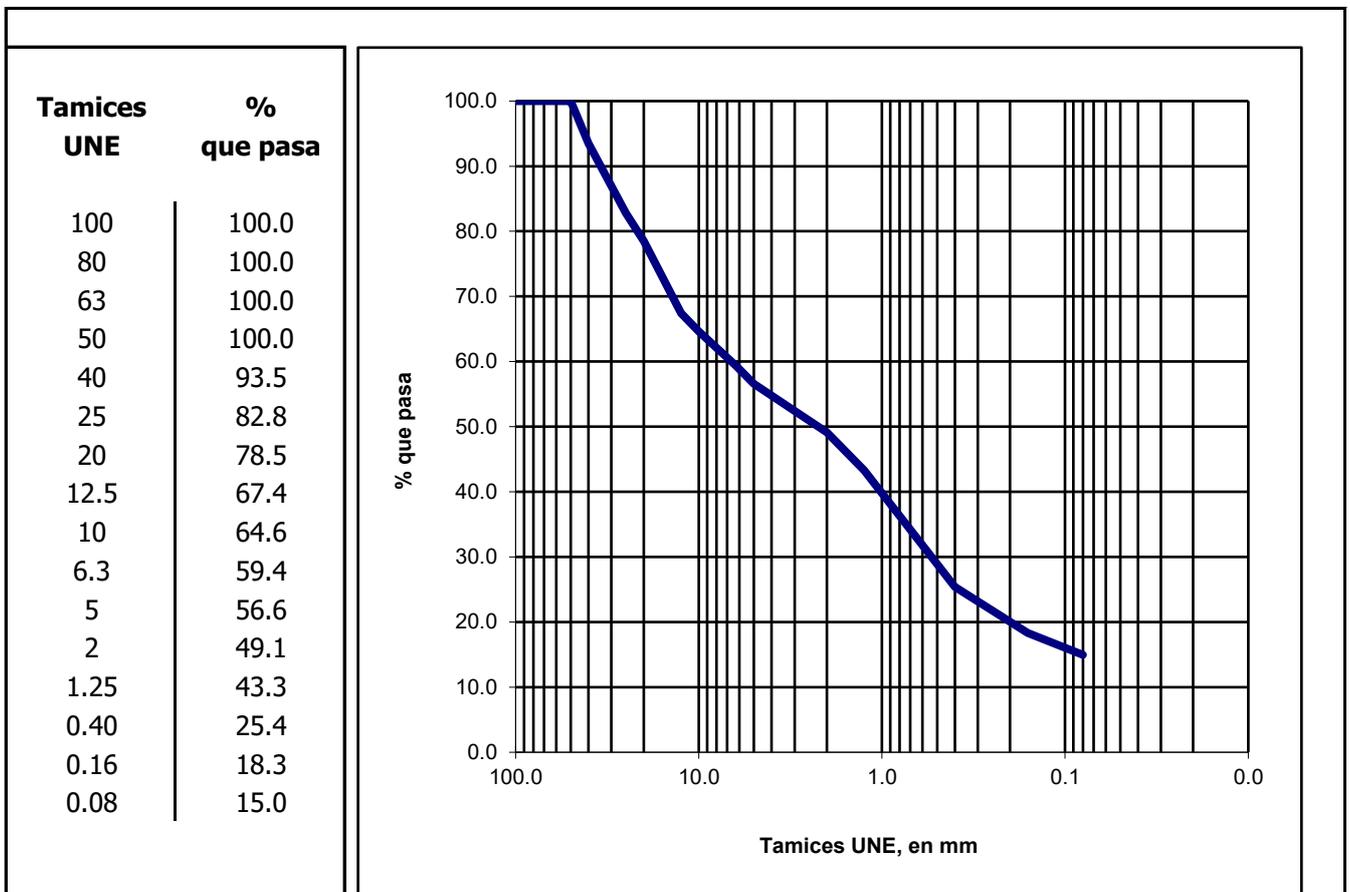
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

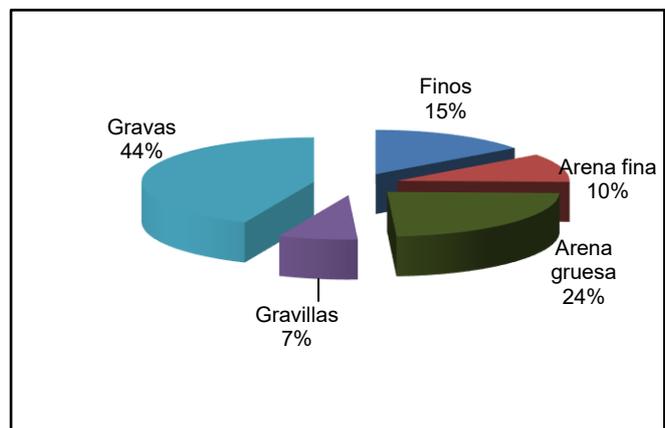
Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	15.0
Arena fina	10.4
Arena gruesa	23.7
Gravillas	7.4
Gravas	43.4



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

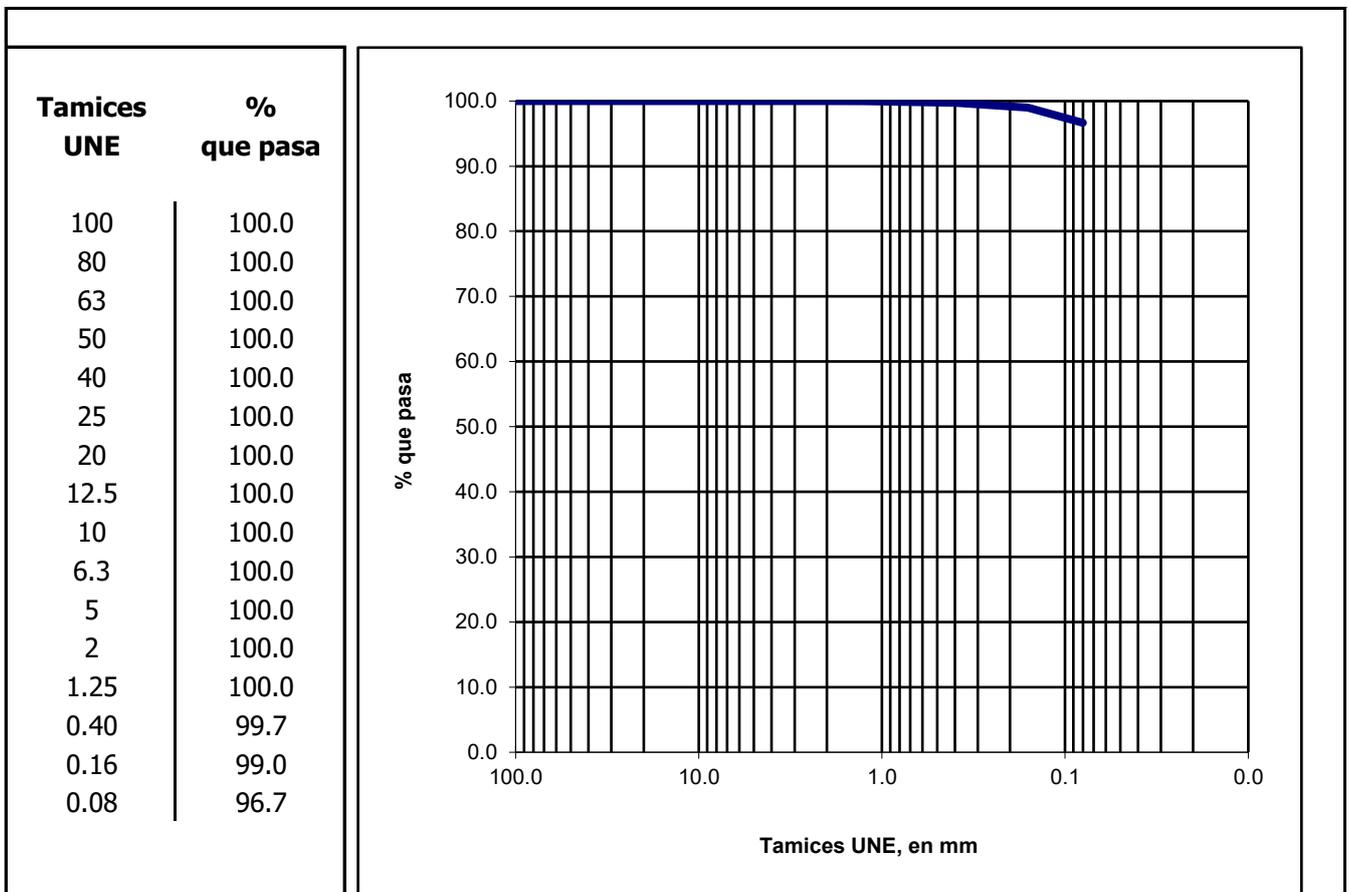
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

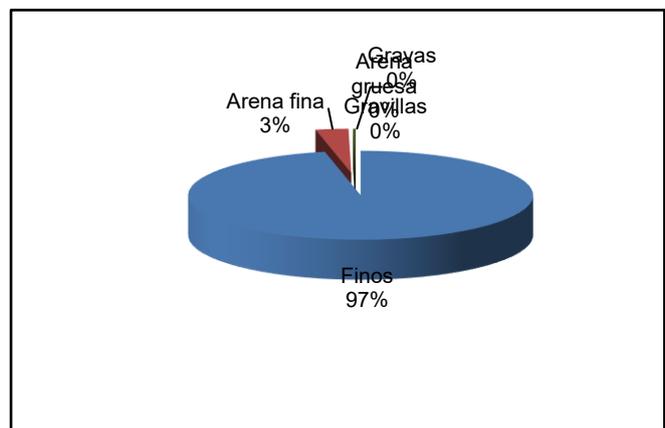
Muestra: S-4 5.80-6.20 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	96.7
Arena fina	3.1
Arena gruesa	0.3
Gravillas	0.0
Gravas	0.0



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

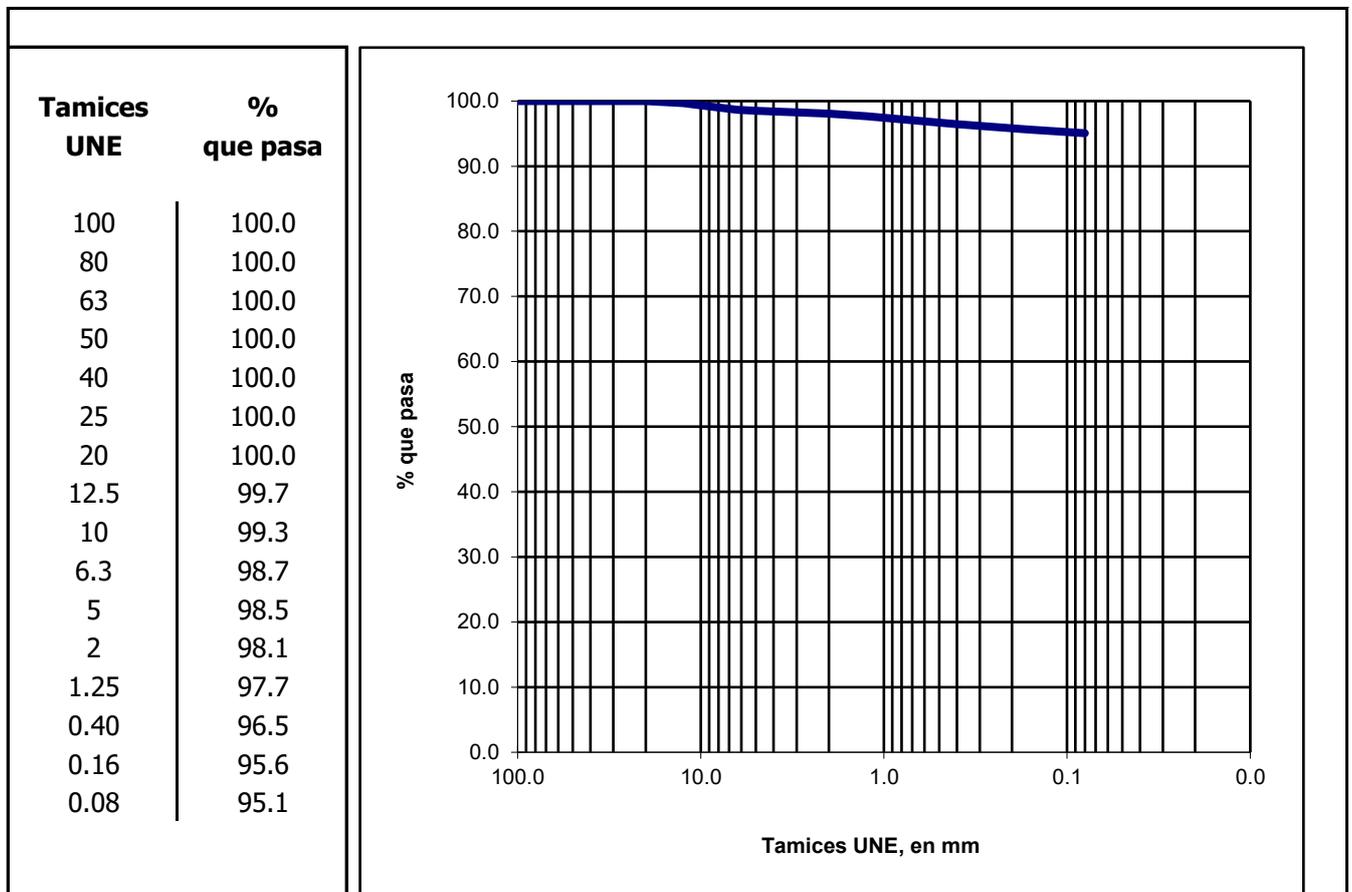
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

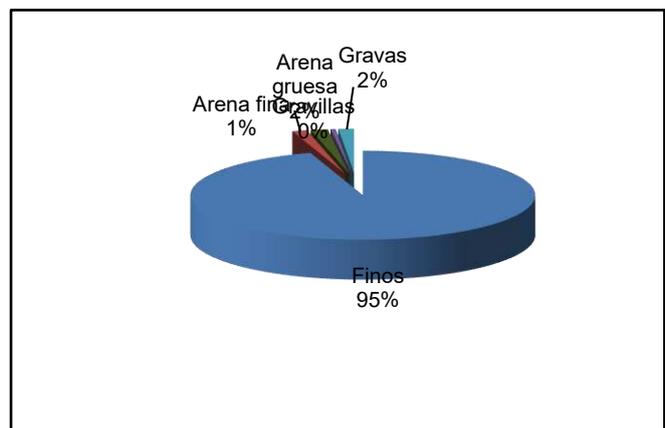
Muestra: S-4 9.00-9.30 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	95.1
Arena fina	1.4
Arena gruesa	1.6
Gravillas	0.5
Gravas	1.5



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



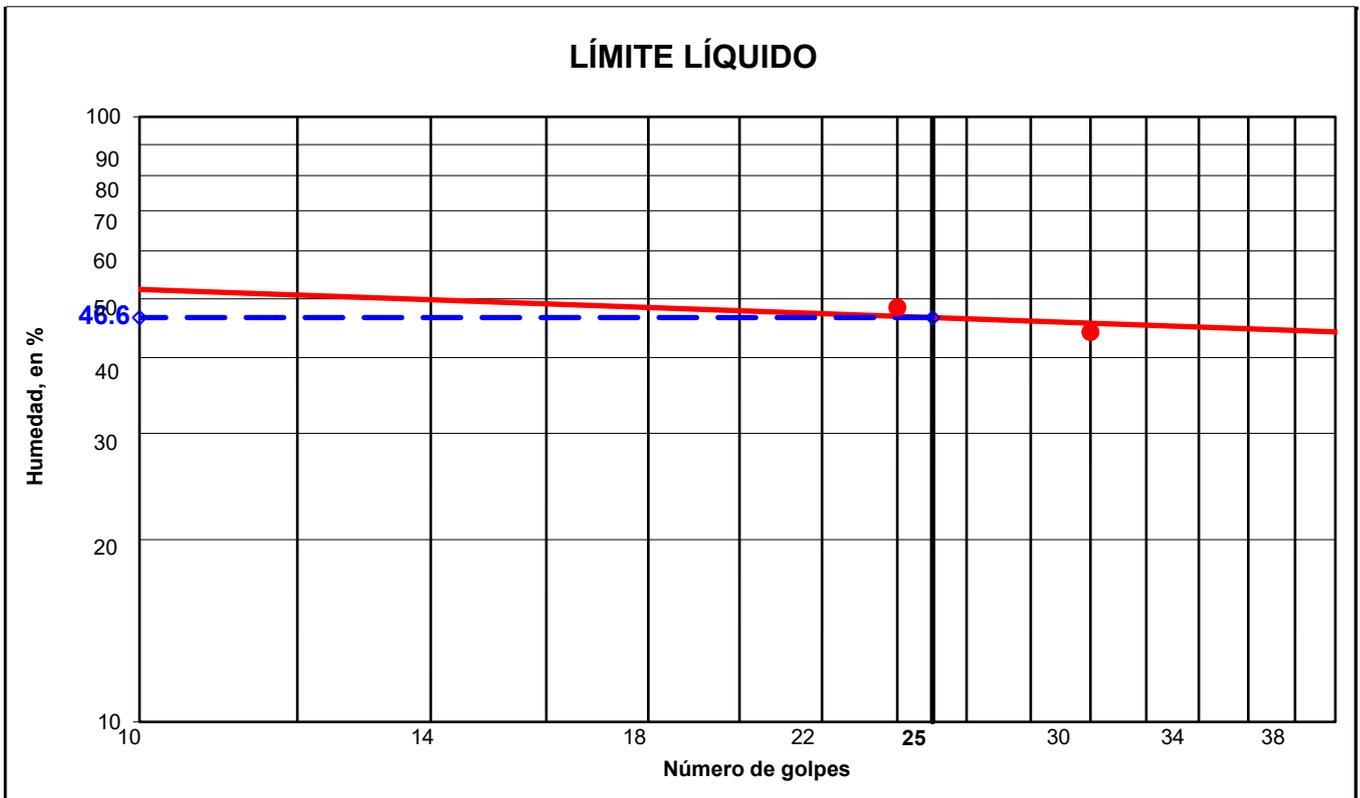
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>24</b>	<b>30</b>
Humedad, en %:	48.4	44.1

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 26.3

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>46.6</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>26.3</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>20.3</b>

Observaciones: -



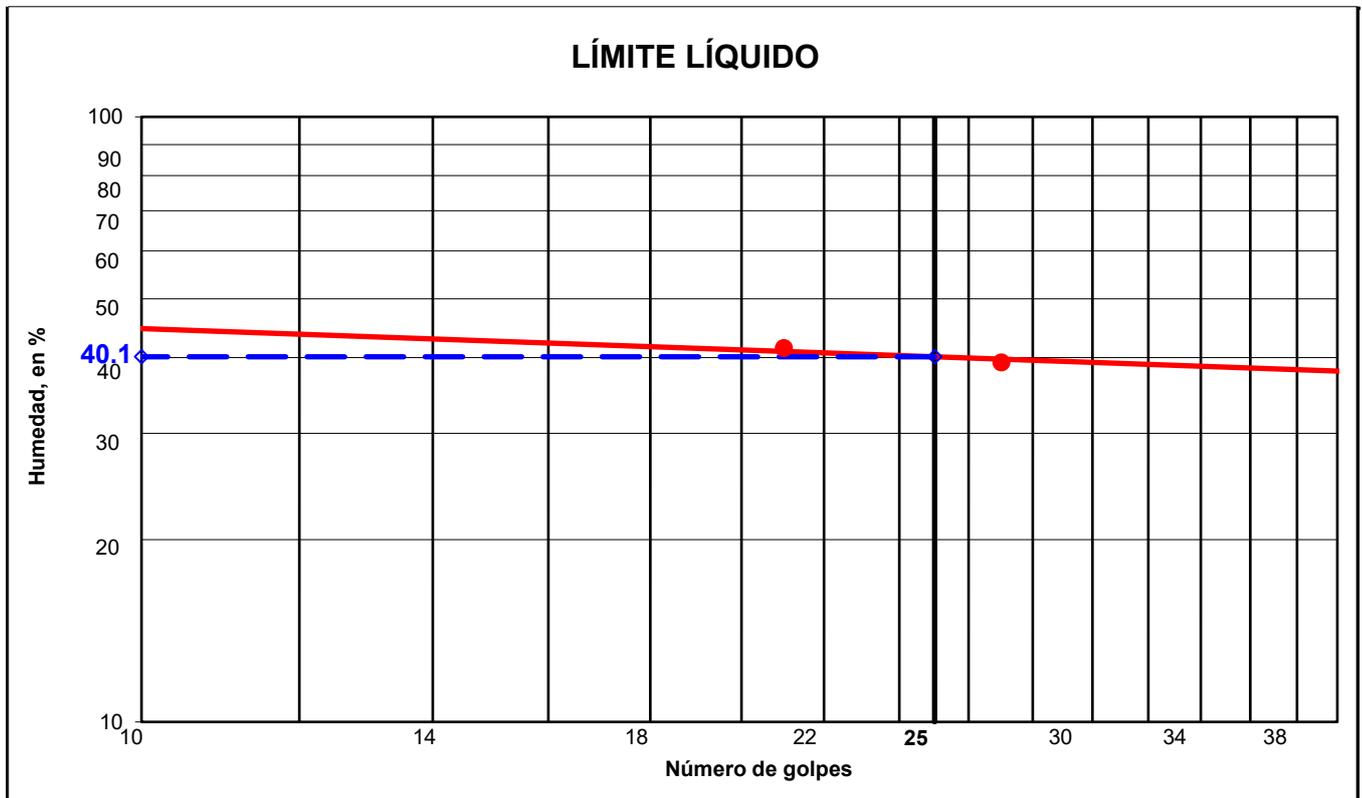
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-1 Mezcla (Arenas) MA  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>21</b>	<b>27</b>
Humedad, en %:	41.5	39.3

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 24.9

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>40.1</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>24.9</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>15.2</b>

Observaciones: -



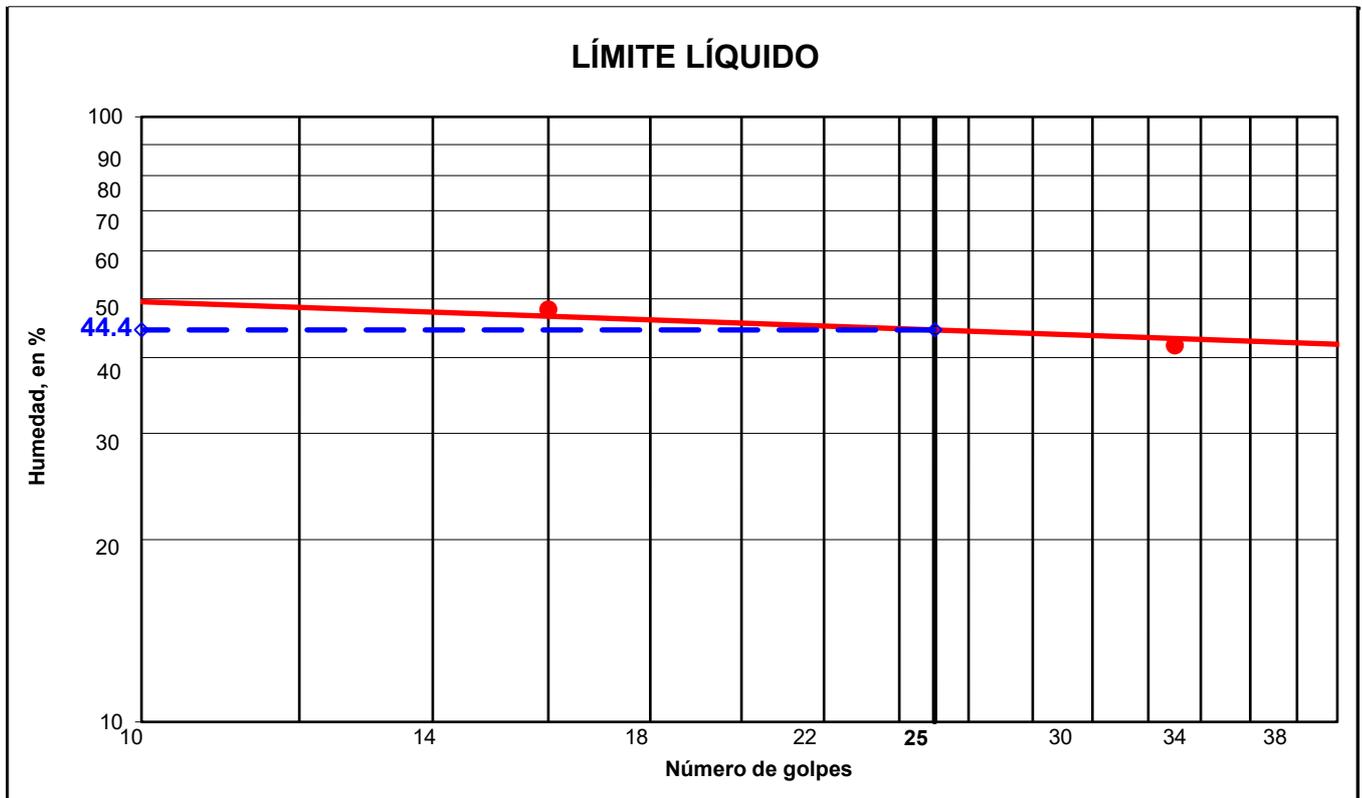
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-2 6.40-6.70 TP  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>16</b>	<b>33</b>
Humedad, en %:	48.1	41.9

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 26.6

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>44.4</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>26.6</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>17.8</b>

Observaciones: -



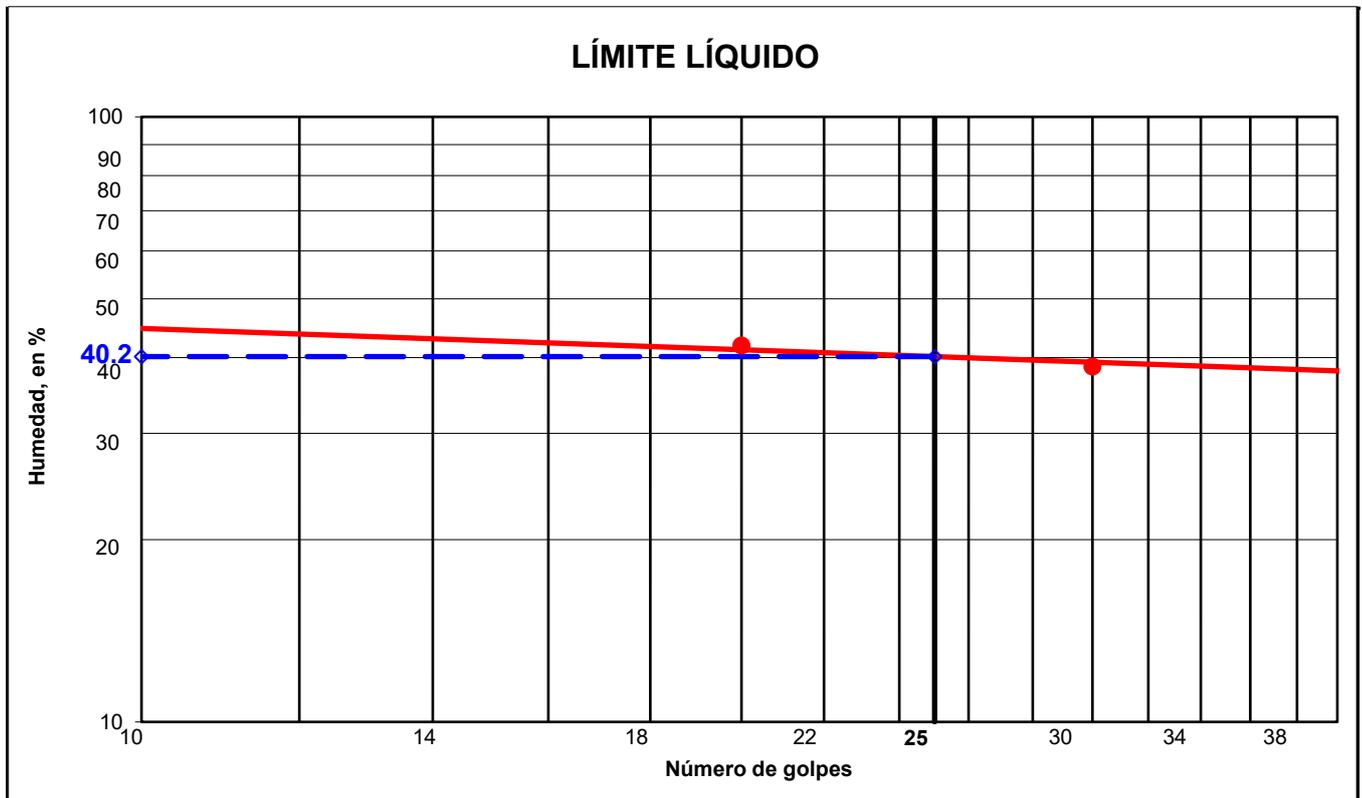
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-3 6.90-7.10 TP  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>20</b>	<b>30</b>
Humedad, en %:	41.9	38.7

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 25.1

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>40.2</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>25.1</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>15.1</b>

Observaciones: -



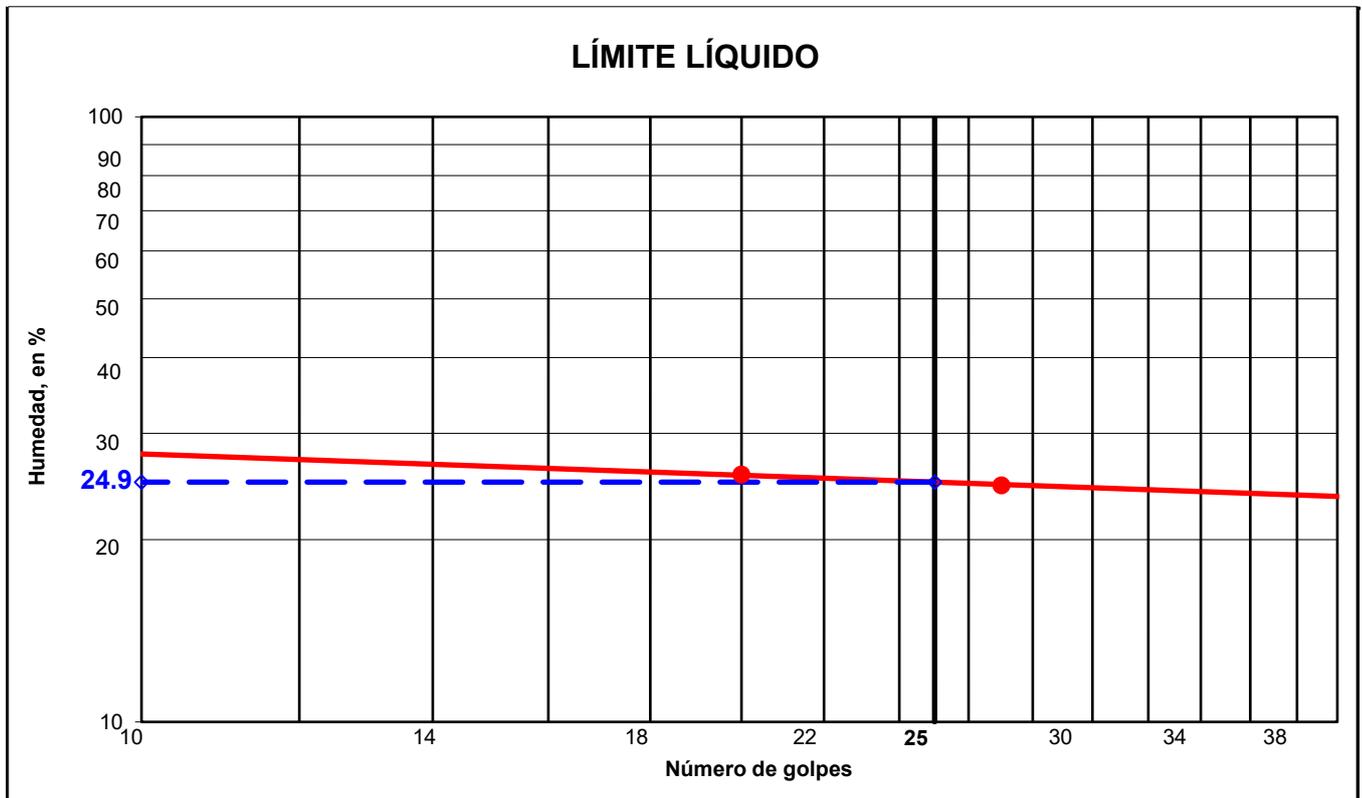
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>20</b>	<b>27</b>
Humedad, en %:	25.6	24.6

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 18.7

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>24.9</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>18.7</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>6.2</b>

Observaciones: -



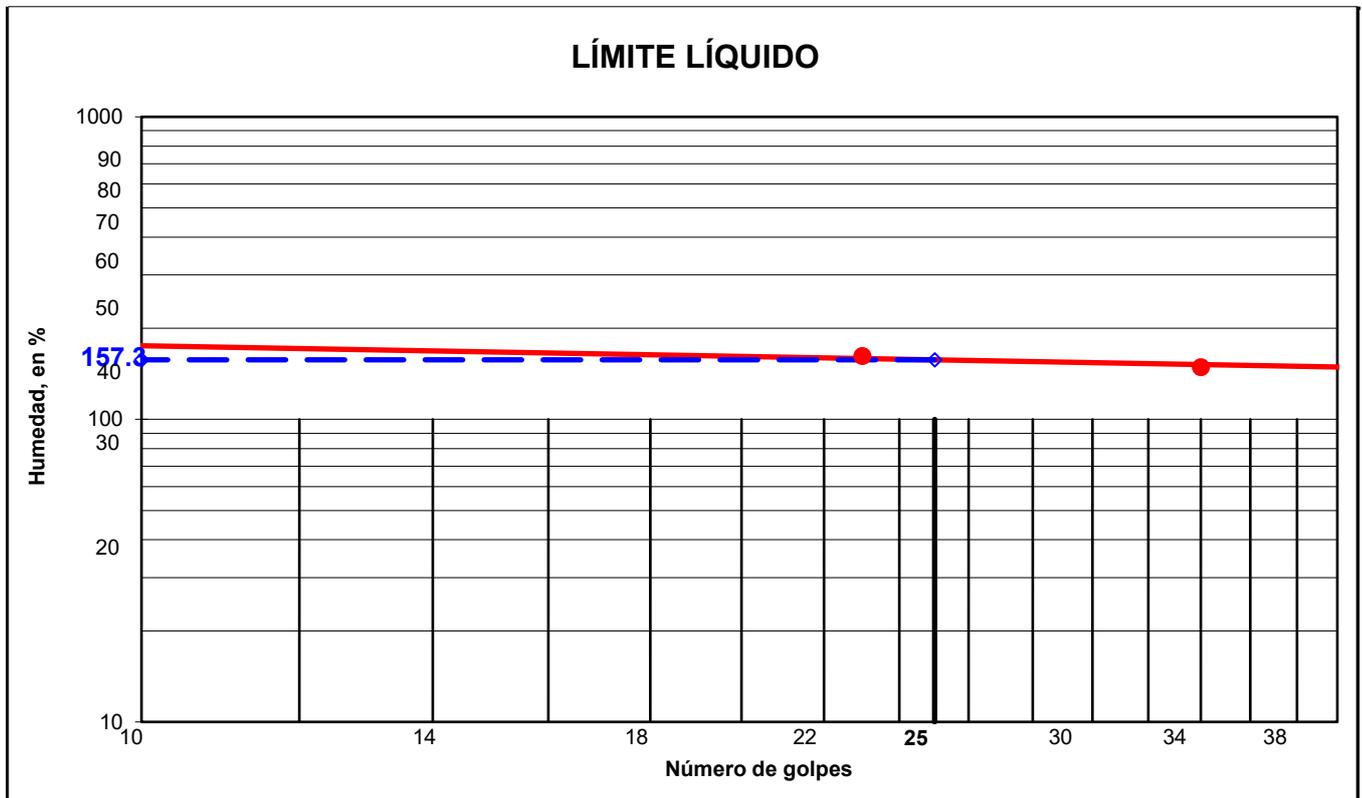
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 9.00-9.30 TP  
 Fecha: 7 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93**



**Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

Número de golpes:	<b>23</b>	<b>34</b>
Humedad, en %:	162.0	148.9

**Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93**

Humedad, en %: 65.4

**RESULTADOS:**

<b>Límite líquido:</b>	<b>157.3</b>
<b>Límite plástico:</b>	<b>65.4</b>
<b>Índice de plasticidad:</b>	<b>91.9</b>

Observaciones: -

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

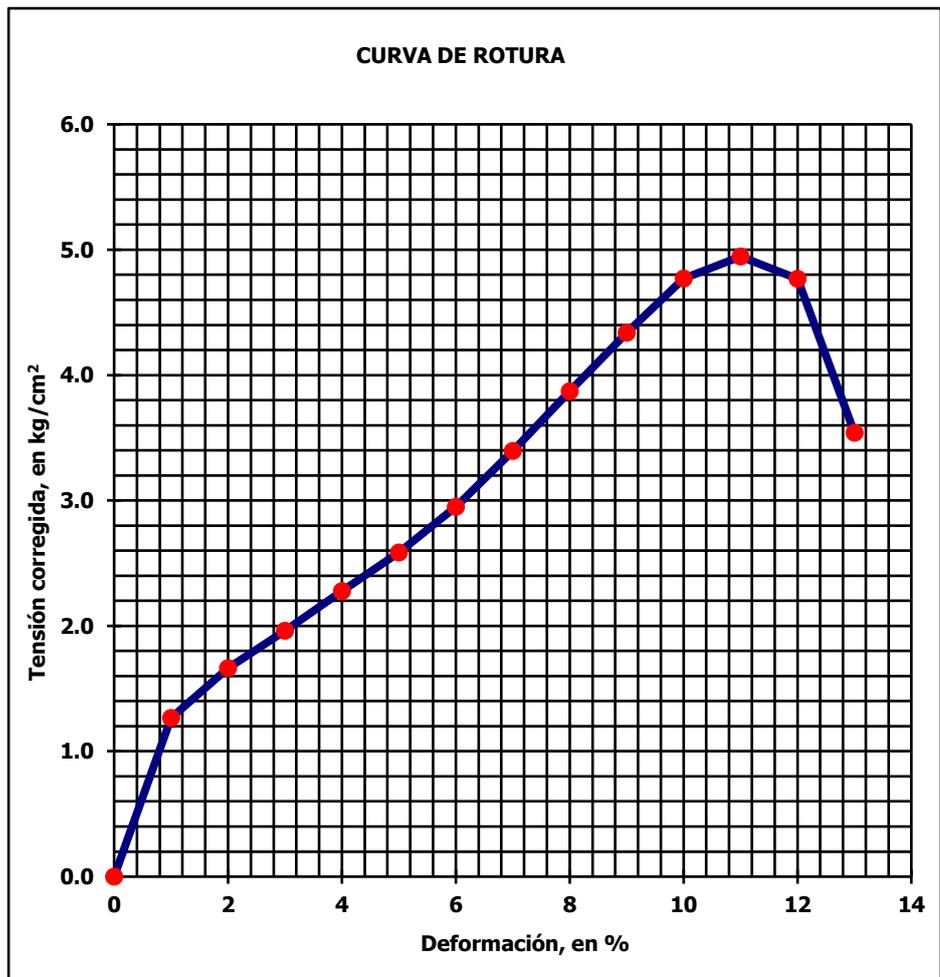
Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
 Fecha: 5 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93

Tipo de probeta	Diámetro, en cm	Altura, en cm	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Resistencia, en kg/cm <sup>2</sup>
<b>Inalterada</b>	<b>7.4</b>	<b>14.8</b>	<b>17.2</b>	1.818	4.9
			Factor esbeltez	<b>Deformación, en %</b>	<b>Resistencia, en kPa</b>
			1.000	<b>11.0</b>	<b>485</b>

Deformación en %	Tensión corregida en kg/cm <sup>2</sup>
0	0.0
1	1.3
2	1.7
3	2.0
4	2.3
5	2.6
6	3.0
7	3.4
8	3.9
9	4.3
10	4.8
11	4.9
12	4.8
13	3.5



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Forma de rotura: Inalterada  Remoldeada

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

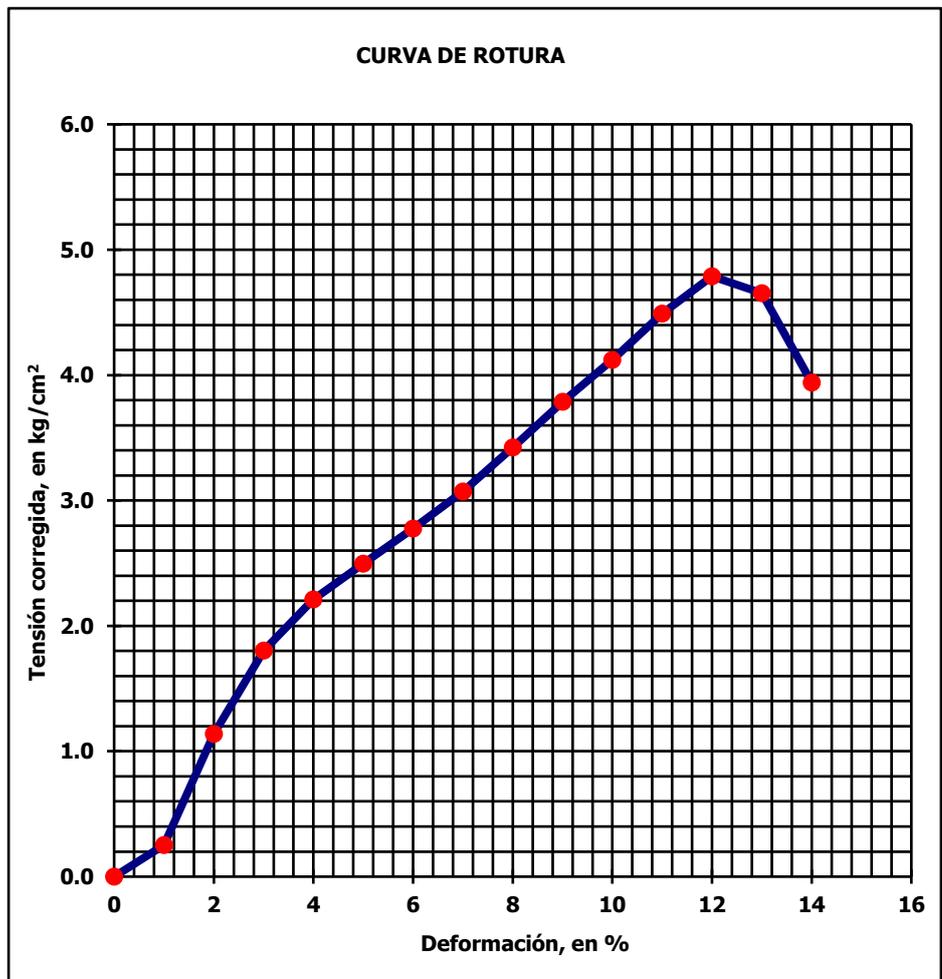
Muestra: S-2 6.40-6.70 TP  
 Fecha: 5 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93

Tipo de probeta	Diámetro, en cm	Altura, en cm	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Resistencia, en kg/cm <sup>2</sup>
<b>Inalterada</b>	<b>7.4</b>	<b>14.8</b>	<b>14.4</b>	1.904	4.8
			Factor esbeltez	<b>Deformación, en %</b>	<b>Resistencia, en kPa</b>
			1.000	<b>12.0</b>	<b>470</b>

Deformación en %	Tensión corregida en kg/cm <sup>2</sup>
0	0.0
1	0.3
2	1.1
3	1.8
4	2.2
5	2.5
6	2.8
7	3.1
8	3.4
9	3.8
10	4.1
11	4.5
12	4.8
13	4.7
14	3.9



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Forma de rotura: Inalterada  Remoldeada

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

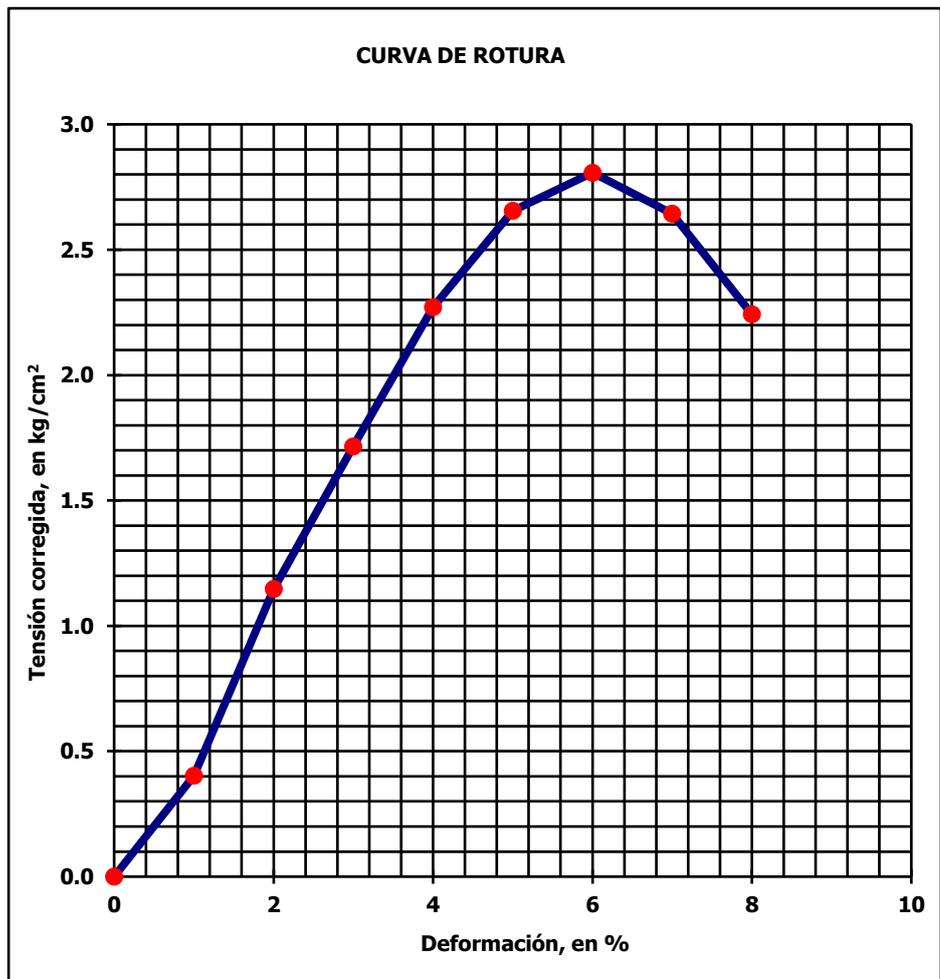
Muestra: S-3 6.90-7.10 TP  
 Fecha: 5 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93

Tipo de probeta	Diámetro, en cm	Altura, en cm	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Resistencia, en kg/cm <sup>2</sup>
<b>Inalterada</b>	<b>7.3</b>	<b>14.6</b>	<b>13.0</b>	1.939	2.8
			Factor esbeltez	<b>Deformación, en %</b>	<b>Resistencia, en kPa</b>
			1.000	<b>6.0</b>	<b>275</b>

Deformación en %	Tensión corregida en kg/cm <sup>2</sup>
0	0.0
1	0.4
2	1.1
3	1.7
4	2.3
5	2.7
6	2.8
7	2.6
8	2.2



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Forma de rotura: Inalterada  Remoldeada

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

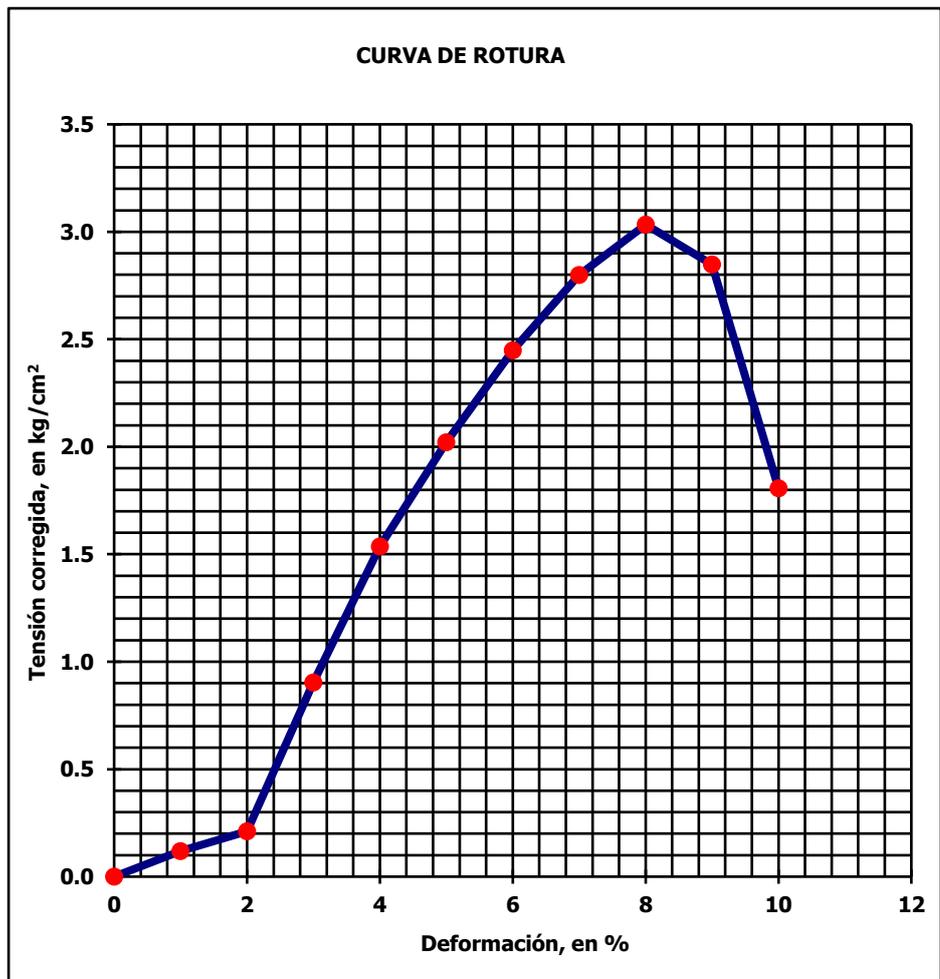
Muestra: S-4 5.80-6.20 TP  
 Fecha: 5 de mayo de 2020



## ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE: UNE 103-400-93

Tipo de probeta	Diámetro, en cm	Altura, en cm	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	Resistencia, en kg/cm <sup>2</sup>
<b>Inalterada</b>	<b>7.3</b>	<b>14.6</b>	<b>23.7</b>	1.574	3.0
			Factor esbeltez	<b>Deformación, en %</b>	<b>Resistencia, en kPa</b>
			1.000	<b>8.0</b>	<b>297</b>

Deformación en %	Tensión corregida en kg/cm <sup>2</sup>
0	0.0
1	0.1
2	0.2
3	0.9
4	1.5
5	2.0
6	2.4
7	2.8
8	3.0
9	2.8
10	1.8



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Forma de rotura:  Inalterada   Remoldeada 

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

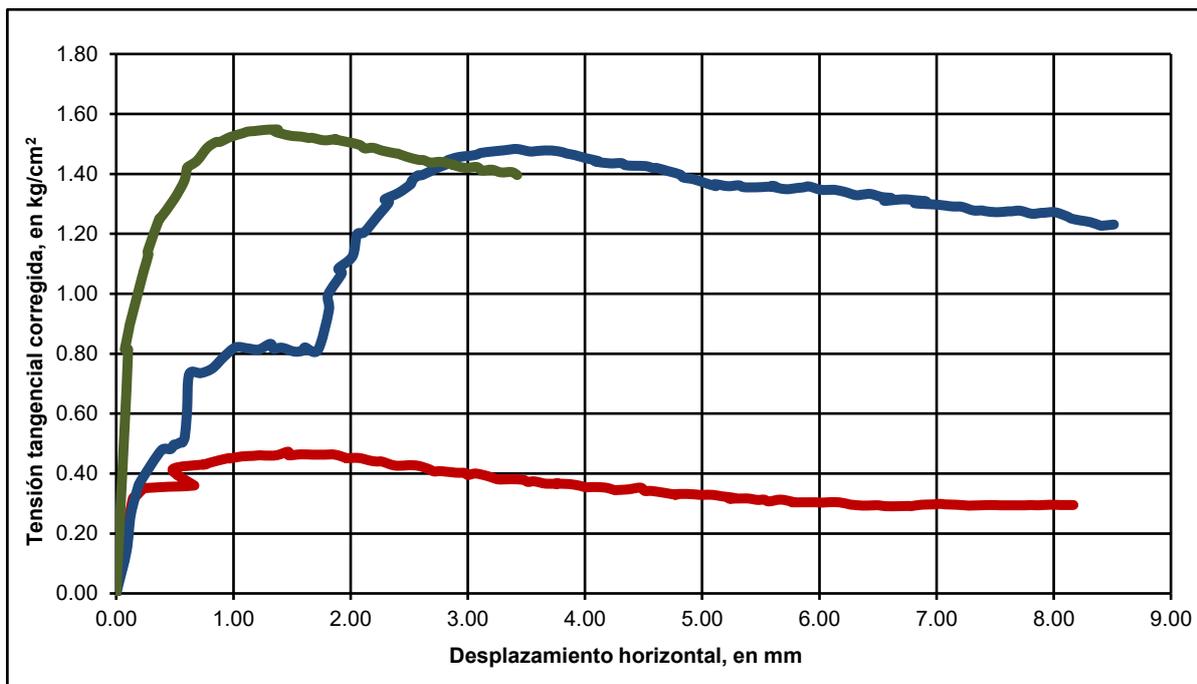
Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
Fecha: 11 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

**Tipo de muestra:** Inalterada **Velocidad de rotura, en mm/min:** 0.500  
**Tipo de ensayo:** Ensayo consolidado y no drenado (CU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
Humedad inicial, en %	24.3	24.7	24.6
Humedad final, en %	32.8	27.9	25.3
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.893	1.892	1.889
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.425	1.479	1.508
Sección, en cm <sup>2</sup>	19.48	19.48	19.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	34.87	34.87	34.87
<b>Deformación horizontal en la rotura, en mm</b>	<b>1.47</b>	<b>3.42</b>	<b>1.38</b>
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.04</b>	<b>2.19</b>	<b>3.11</b>
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.47</b>	<b>1.48</b>	<b>1.55</b>
<b>Tensiones normales corregidas, en kPa</b>	<b>102</b>	<b>215</b>	<b>305</b>
<b>Tensiones tangenciales corregidas, en kPa</b>	<b>46</b>	<b>145</b>	<b>152</b>
<b>Ángulo de rozamiento interno, en °</b>			<b>28.11</b>
<b>Cohesión, en kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>0.04</b>



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

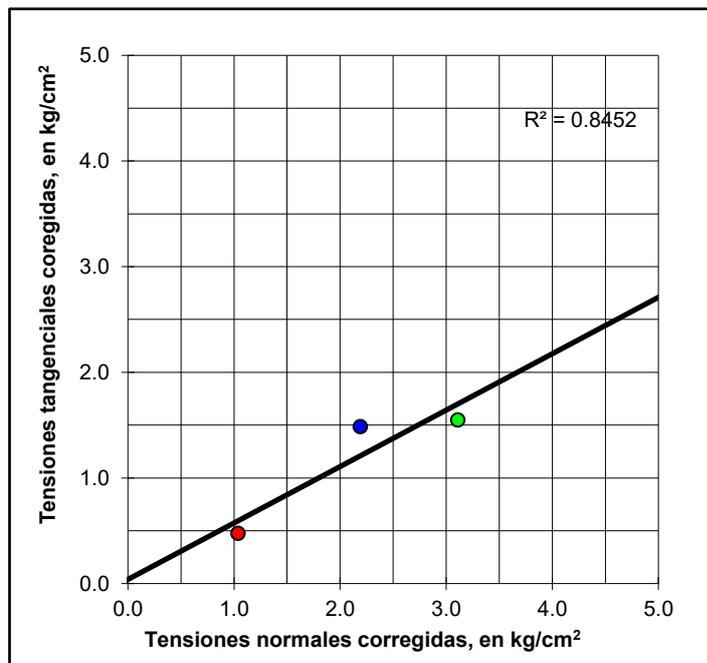
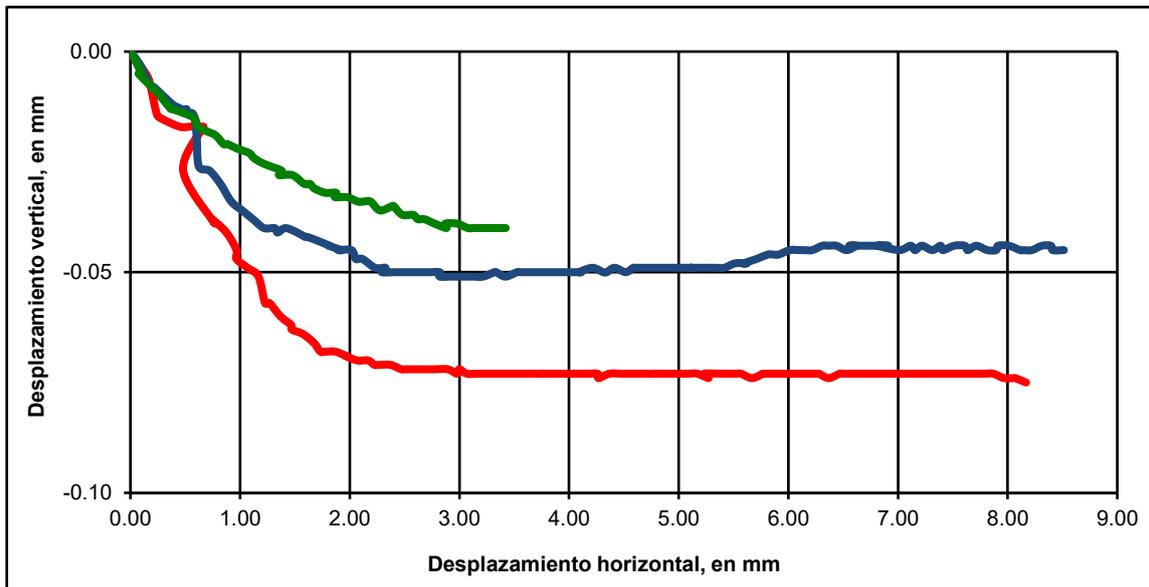
Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.  
 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

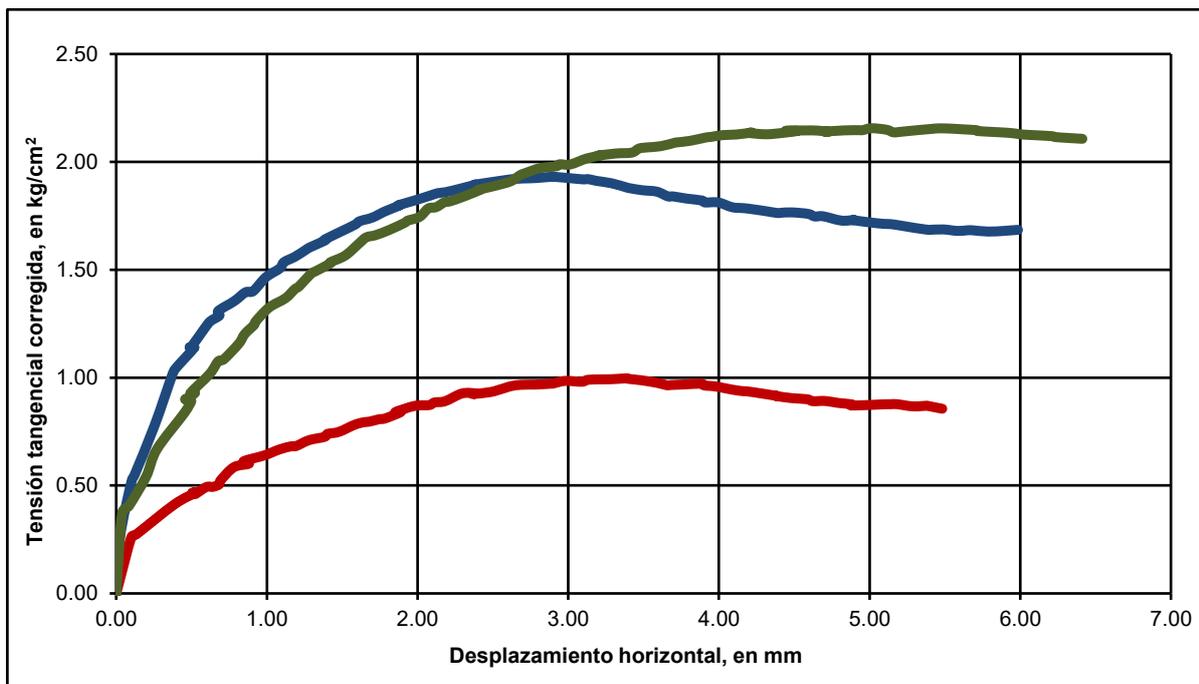
Muestra: S-2 6.40-6.70 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

**Tipo de muestra:** Inalterada **Velocidad de rotura, en mm/min:** 0.500  
**Tipo de ensayo:** Ensayo consolidado y no drenado (CU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
Humedad inicial, en %	12.4	12.3	12.4
Humedad final, en %	18.8	17.9	15.7
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	2.083	2.064	2.013
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.754	1.751	1.741
Sección, en cm <sup>2</sup>	19.48	19.48	19.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	34.87	34.87	34.87
<b>Deformación horizontal en la rotura, en mm</b>	<b>3.39</b>	<b>2.90</b>	<b>5.01</b>
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.09</b>	<b>2.16</b>	<b>3.44</b>
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.00</b>	<b>1.93</b>	<b>2.16</b>
<b>Tensiones normales corregidas, en kPa</b>	<b>107</b>	<b>212</b>	<b>337</b>
<b>Tensiones tangenciales corregidas, en kPa</b>	<b>98</b>	<b>189</b>	<b>211</b>
<b>Ángulo de rozamiento interno, en °</b>			<b>25.81</b>
<b>Cohesión, en kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>0.62</b>



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

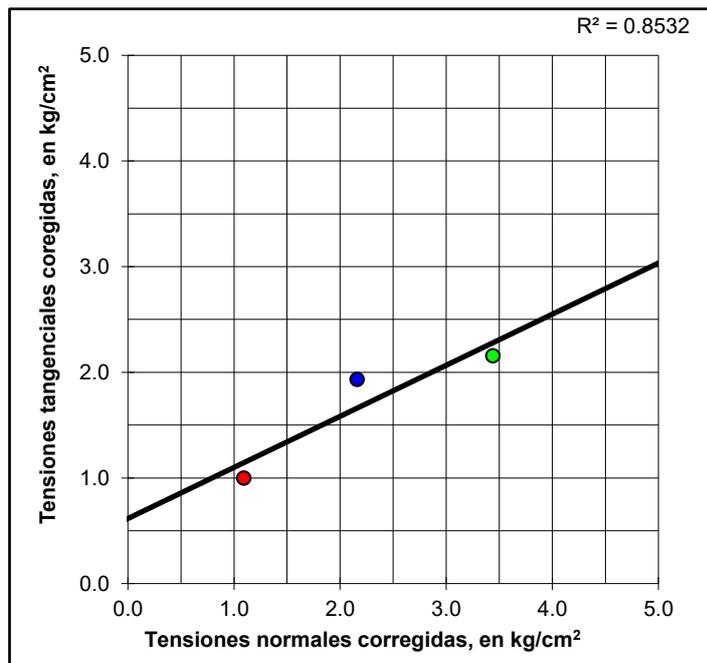
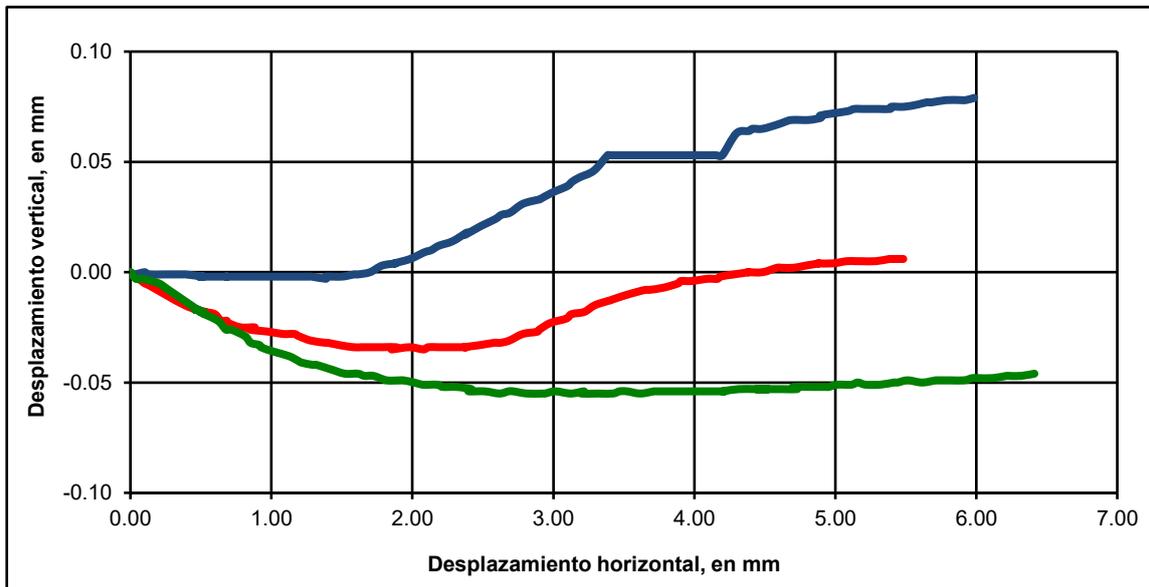
Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-2 6.40-6.70 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.  
 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 5.80-6.20 TP

Fecha: 12 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

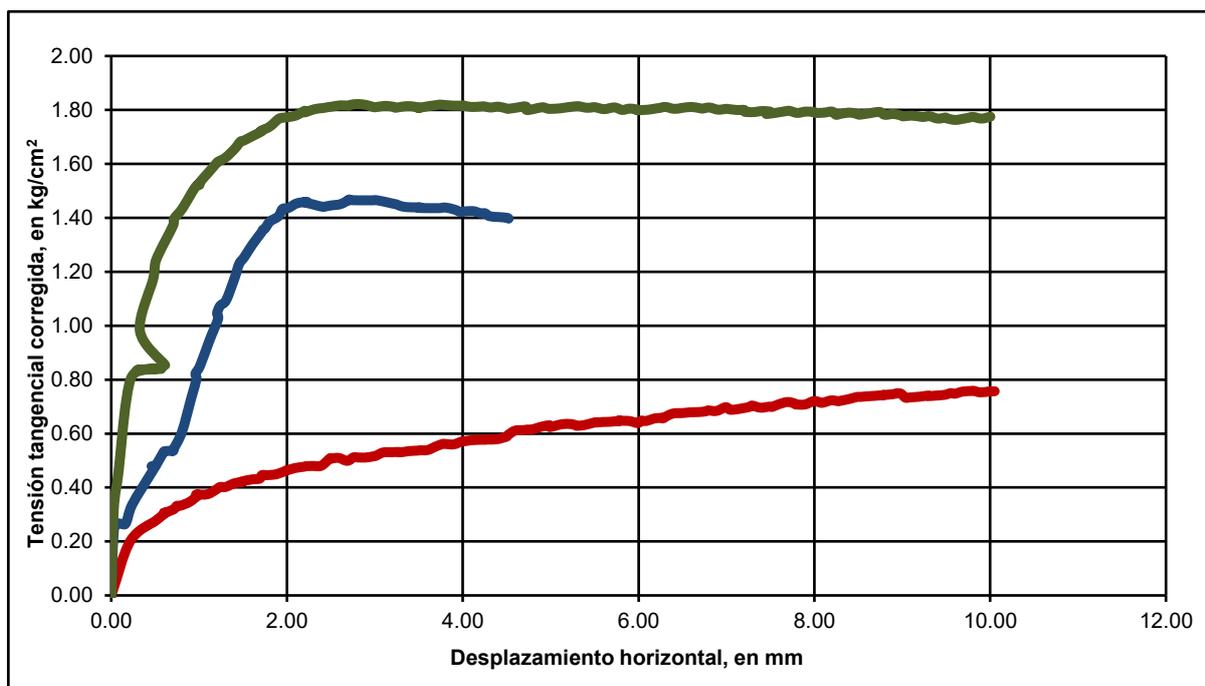
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

Tipo de muestra: Inalterada

Velocidad de rotura, en mm/min: 0.500

Tipo de ensayo: Ensayo consolidado y no drenado (CU)

Número de probeta	I	II	III
Cargas verticales, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>
Humedad inicial, en %	26.0	25.8	25.8
Humedad final, en %	31.4	30.6	29.5
Densidad húmeda, en g/cm <sup>3</sup>	1.769	1.762	1.736
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.346	1.349	1.341
Sección, en cm <sup>2</sup>	19.48	19.48	19.48
Volumen, en cm <sup>3</sup>	34.87	34.87	34.87
<b>Deformación horizontal en la rotura, en mm</b>	<b>9.81</b>	<b>2.71</b>	<b>2.81</b>
Tensiones normales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.33</b>	<b>2.15</b>	<b>3.23</b>
Tensiones tangenciales corregidas, en kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.76</b>	<b>1.47</b>	<b>1.82</b>
<b>Tensiones normales corregidas, en kPa</b>	<b>131</b>	<b>211</b>	<b>317</b>
<b>Tensiones tangenciales corregidas, en kPa</b>	<b>74</b>	<b>144</b>	<b>179</b>
<b>Ángulo de rozamiento interno, en °</b>			<b>28.69</b>
<b>Cohesión, en kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>0.13</b>



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

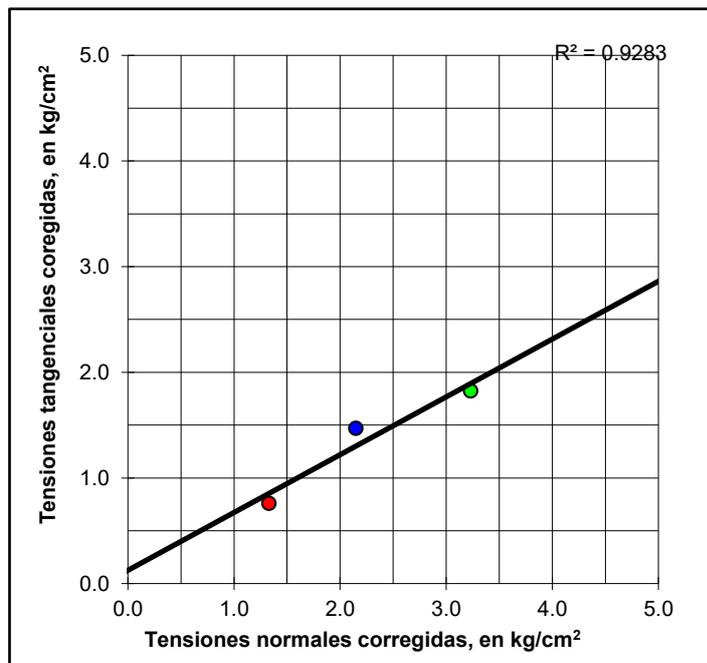
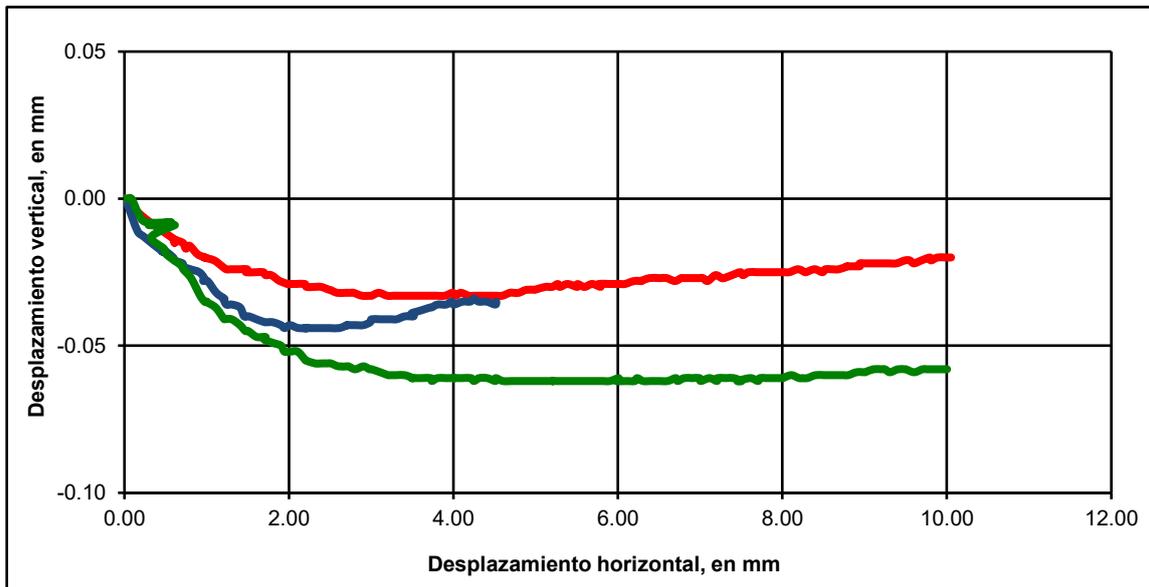
Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 5.80-6.20 TP  
 Fecha: 12 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS: UNE 103-401-98

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



\*El cálculo de la cohesión y ángulo de rozamiento se hace por mínimos cuadrados.  
 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GCD-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-3 6.90-7.10 TP

Fecha: 14 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO**CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94**

Diámetro de la probeta, en mm:	50.5	Humedad inicial, en %:	13.2		
Altura de la probeta, en mm:	20.0	Humedad final, en %:	22.0		
Area de la probeta, en cm <sup>2</sup> :	20.03	Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup> :	1.739		
Volumen de la probeta, en cm <sup>3</sup> :	40.06	<b>Índice de poros inicial:</b>	<b>0.401</b>		
<b>Peso específico del suelo, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.436</b>	<b>Índice de poros final:</b>	<b>0.297</b>		
Presión, en kg/cm <sup>2</sup>	Lecturas, en mm Parcial Difer.		Altura de poros He	Índice de poros e	Porosidad n
0.0	0.000	-	0.572	0.401	0.286
0.1	0.000	0.000	0.572	0.401	0.286
0.2	0.000	0.000	0.572	0.401	0.286
0.4	0.000	0.000	0.572	0.401	0.286
0.8	0.182	-0.182	0.554	0.388	0.280
1.6	0.473	-0.473	0.525	0.368	0.269
3.0	0.898	-0.898	0.482	0.338	0.253
6.0	1.544	-1.544	0.418	0.293	0.226
12.0	2.226	-2.226	0.350	0.245	0.197
3.0	1.969	-1.969	0.375	0.263	0.208
0.8	1.703	-1.703	0.402	0.281	0.220
0.2	1.477	-1.477	0.425	0.297	0.229

**Observaciones:** -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.**Tecnología del suelo  
y materiales, S. L.**

Página 33 de 57

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2020179**

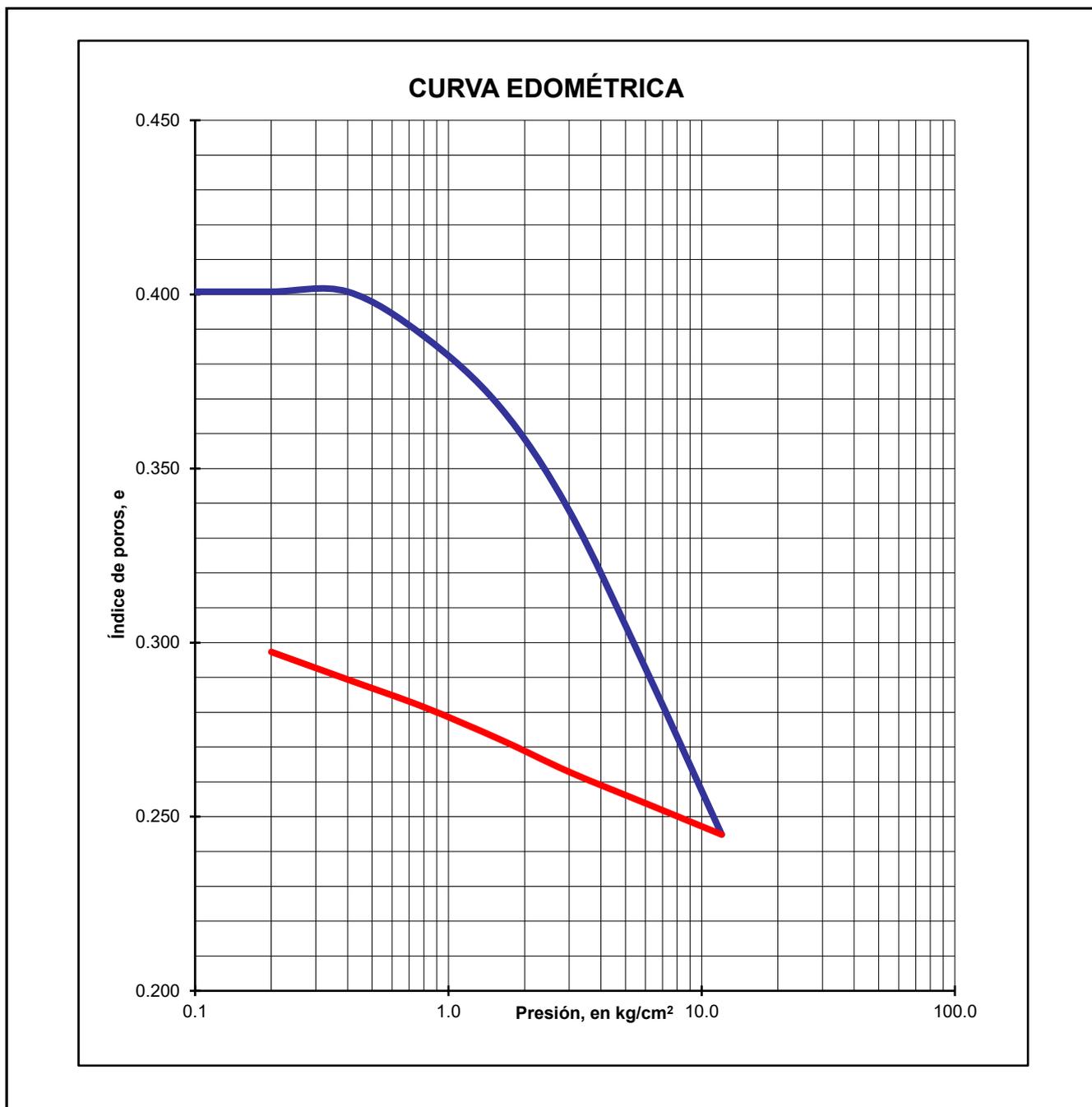
Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-3 6.90-7.10 TP  
 Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones: -**

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

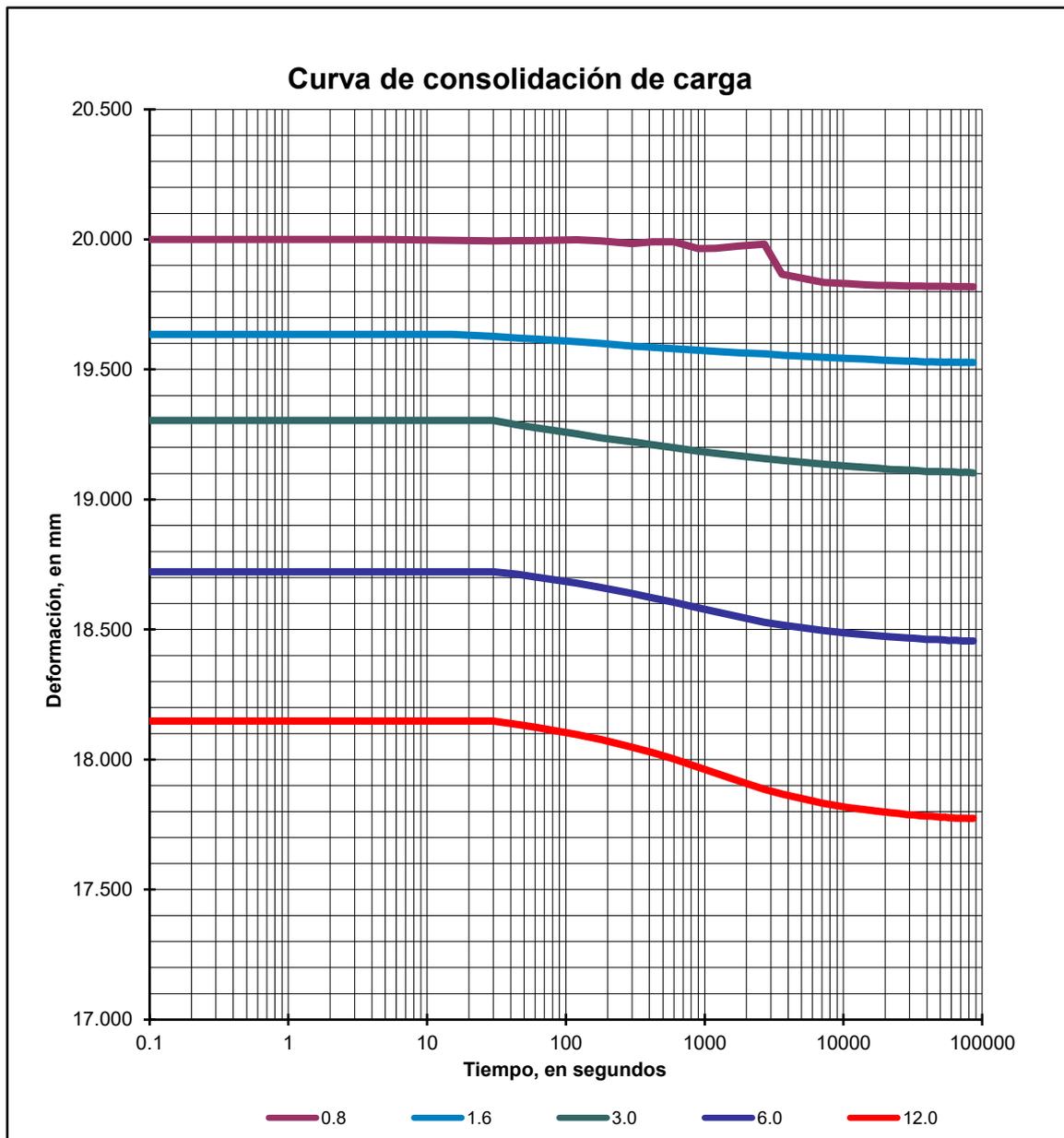
Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**  
 Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.  
 Muestra: S-3 6.90-7.10 TP  
 Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones:** -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**

Página 35 de 57

Laboratorio acreditado en geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

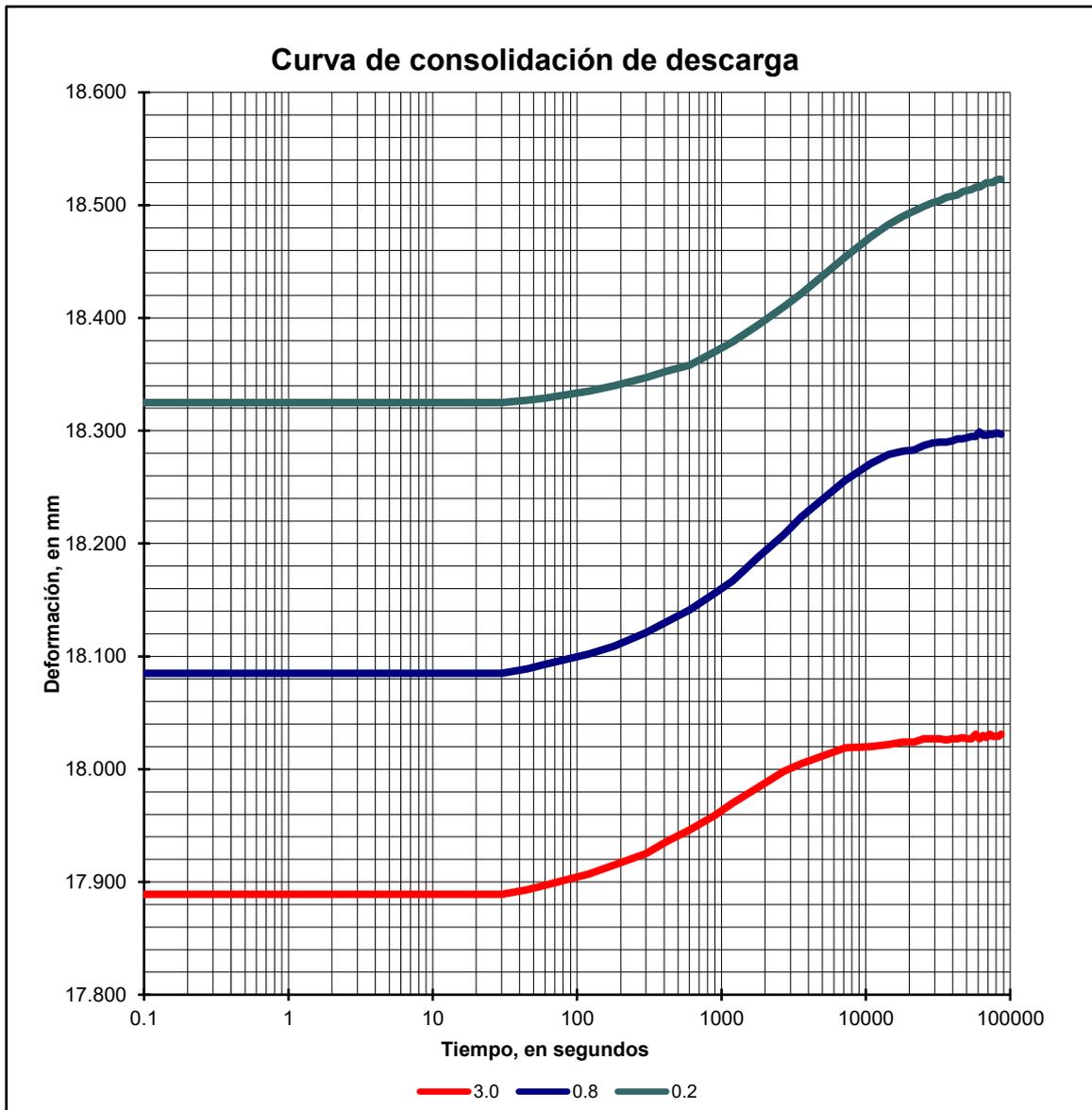
Muestra: S-3 6.90-7.10 TP

Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones:** -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo  
y materiales, S. L.**

Página 36 de 57

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2020179**Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-3 6.90-7.10 TP

Fecha: 14 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

Datos de las curvas de consolidación											
Tiempo en segundos	Lectura de los potenciómetros en mm de los escalones de carga y descarga										
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.0	6.0	12.0	3.0	0.8	0.2
0.1	20.000	20.000	20.000	20.000	19.635	19.304	18.722	18.148	17.889	18.085	18.325
5	20.000	20.000	20.000	20.000	19.635	19.304	18.722	18.148	17.889	18.085	18.325
10	20.000	20.000	20.000	19.998	19.635	19.304	18.722	18.148	17.889	18.085	18.325
15	20.000	20.000	20.000	19.996	19.635	19.304	18.722	18.148	17.889	18.085	18.325
30	20.000	20.000	20.000	19.994	19.627	19.304	18.722	18.148	17.889	18.085	18.325
45	20.000	20.000	20.000	19.995	19.621	19.287	18.712	18.135	17.893	18.089	18.327
60	20.000	20.000	20.000	19.995	19.617	19.276	18.702	18.124	17.897	18.093	18.329
120	20.000	20.000	20.000	19.999	19.607	19.252	18.678	18.096	17.907	18.102	18.335
180	20.000	20.000	20.000	19.994	19.600	19.237	18.661	18.077	17.915	18.109	18.340
300	20.000	20.000	20.000	19.984	19.590	19.222	18.639	18.047	17.925	18.121	18.347
420	20.000	20.000	20.000	19.991	19.585	19.211	18.622	18.027	17.936	18.131	18.353
600	20.000	20.000	20.000	19.991	19.580	19.199	18.605	18.002	17.946	18.141	18.358
900	20.000	20.000	20.000	19.965	19.574	19.186	18.583	17.971	17.959	18.156	18.370
1200	20.000	20.000	20.000	19.966	19.570	19.178	18.568	17.948	17.970	18.167	18.379
1800	20.000	20.000	20.000	19.975	19.564	19.167	18.548	17.916	17.984	18.188	18.394
2700	20.000	20.000	20.000	19.982	19.560	19.157	18.528	17.886	17.998	18.208	18.410
3600	20.000	20.000	20.000	19.866	19.555	19.150	18.518	17.867	18.005	18.224	18.422
7200	20.000	20.000	20.000	19.835	19.547	19.136	18.496	17.831	18.019	18.256	18.454
10800	20.000	20.000	20.000	19.830	19.542	19.128	18.486	17.815	18.020	18.271	18.472
14400	20.000	20.000	20.000	19.825	19.540	19.123	18.480	17.807	18.022	18.279	18.483
18000	20.000	20.000	20.000	19.823	19.537	19.120	18.476	17.801	18.024	18.282	18.490
21600	20.000	20.000	20.000	19.823	19.535	19.116	18.472	17.796	18.024	18.283	18.495
25200	20.000	20.000	20.000	19.822	19.533	19.114	18.470	17.793	18.027	18.287	18.499
28800	20.000	20.000	20.000	19.821	19.532	19.113	18.468	17.788	18.027	18.289	18.502
32400	20.000	20.000	20.000	19.821	19.532	19.112	18.466	17.787	18.027	18.290	18.504
36000	20.000	20.000	20.000	19.821	19.530	19.110	18.464	17.784	18.026	18.290	18.507
39600	20.000	20.000	20.000	19.820	19.529	19.108	18.462	17.783	18.027	18.291	18.508
43200	20.000	20.000	20.000	19.820	19.530	19.108	18.462	17.782	18.027	18.293	18.509
46800	20.000	20.000	20.000	19.820	19.529	19.107	18.462	17.780	18.028	18.293	18.512
50400	20.000	20.000	20.000	19.820	19.529	19.107	18.461	17.778	18.027	18.294	18.513
54000	20.000	20.000	20.000	19.820	19.528	19.106	18.460	17.779	18.027	18.295	18.514
57600	20.000	20.000	20.000	19.819	19.529	19.106	18.458	17.776	18.031	18.295	18.516
61200	20.000	20.000	20.000	19.820	19.528	19.106	18.459	17.776	18.027	18.299	18.516
64800	20.000	20.000	20.000	19.819	19.528	19.105	18.459	17.775	18.030	18.296	18.518
68400	20.000	20.000	20.000	19.819	19.528	19.104	18.457	17.775	18.028	18.296	18.520
72000	20.000	20.000	20.000	19.819	19.527	19.104	18.456	17.775	18.031	18.297	18.520
75600	20.000	20.000	20.000	19.819	19.528	19.105	18.456	17.775	18.029	18.297	18.520
79200	20.000	20.000	20.000	19.818	19.527	19.104	18.456	17.774	18.029	18.298	18.522
82800	20.000	20.000	20.000	19.818	19.527	19.103	18.456	17.774	18.029	18.298	18.523
86400	20.000	20.000	20.000	19.818	19.527	19.102	18.456	17.774	18.031	18.297	18.523

Observaciones: -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Tecnología del suelo  
y materiales, S. L.

Página 37 de 57

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: **2020179**

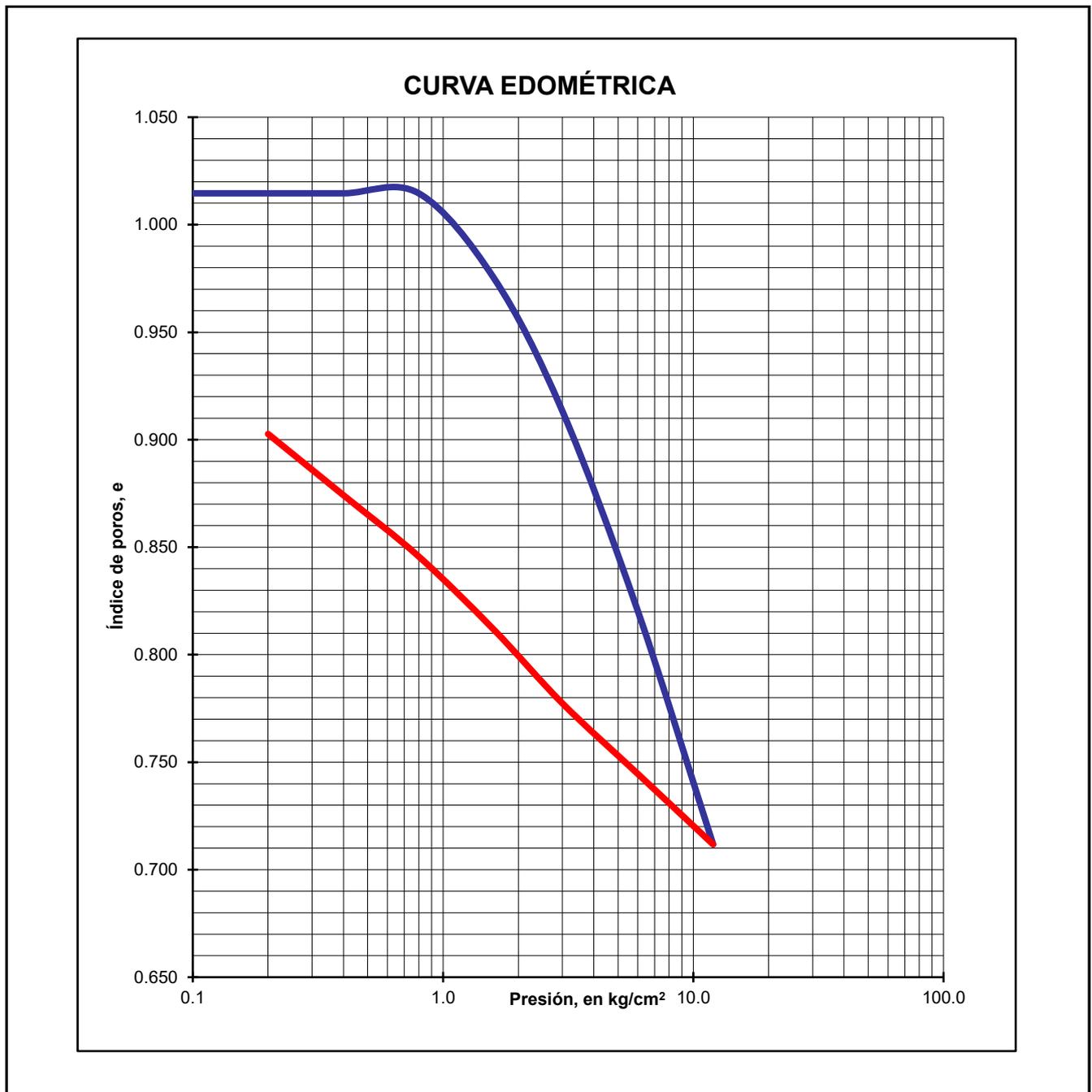
Cliente: **INNOCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 9.00-9.30 TP  
Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones: -**

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**

Página 39 de 57

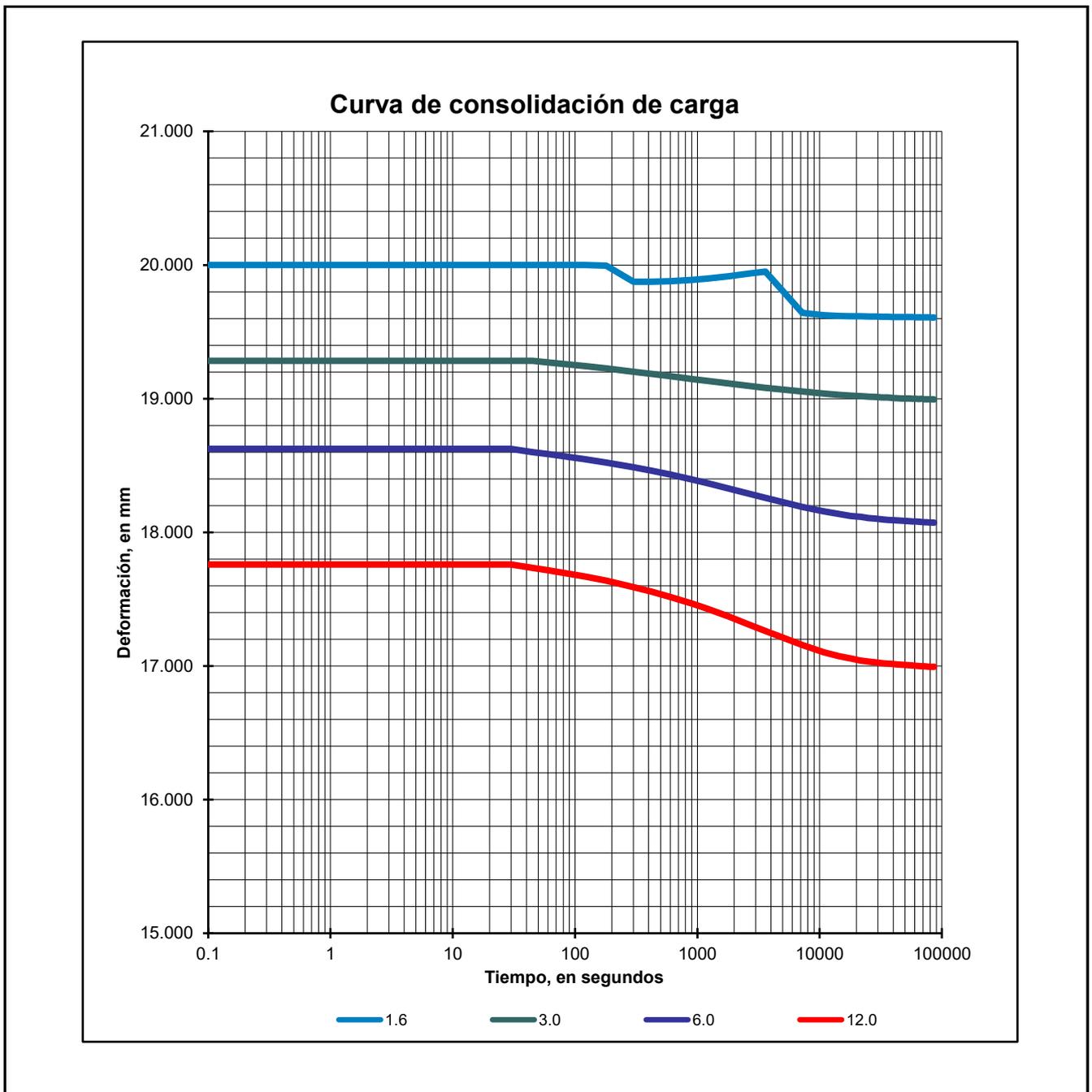
Laboratorio acreditado en geotecnia (nº 03267GTL08)

**Nº Obra: 2020179**  
**Cliente: INNCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
**Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.**  
**Muestra: S-4 9.00-9.30 TP**  
**Fecha: 14 de mayo de 2020**

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
**LABORATORIO GEOTÉCNICO**

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones: -**

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

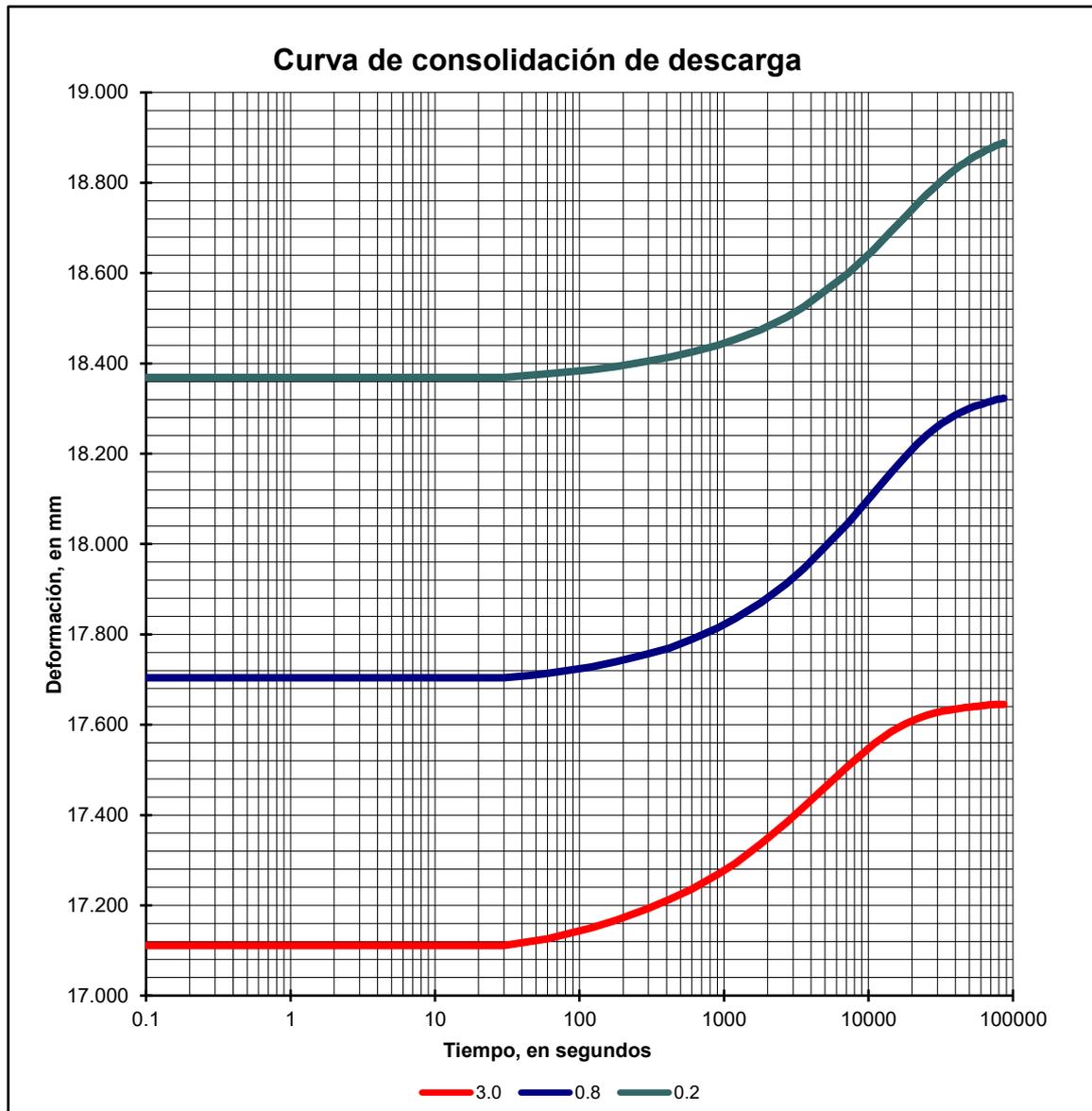
Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**  
Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.  
Muestra: S-4 9.00-9.30 TP  
Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

### REPRESENTACIONES GRÁFICAS



**Observaciones:** -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



Nº Obra: **2020179**

Ciente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 9.00-9.30 TP

Fecha: 14 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## CONSOLIDACIÓN DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103405:94

<b>Datos de las curvas de consolidación</b>											
<b>Lectura de los potenciómetros en mm de los escalones de carga y descarga</b>											
<b>Tiempo en segundos</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>1.6</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>12.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>
<b>0.1</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.624	17.759	17.111	17.704	18.369
<b>5</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.624	17.759	17.111	17.704	18.369
<b>10</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.624	17.759	17.111	17.704	18.369
<b>15</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.624	17.759	17.111	17.704	18.369
<b>30</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.624	17.759	17.111	17.704	18.369
<b>45</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.283	18.600	17.733	17.120	17.709	18.374
<b>60</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.271	18.585	17.716	17.126	17.714	18.377
<b>120</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.243	18.546	17.670	17.150	17.728	18.386
<b>180</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.995	19.226	18.521	17.638	17.167	17.740	18.393
<b>300</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.875	19.201	18.487	17.590	17.193	17.757	18.405
<b>420</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.874	19.185	18.461	17.556	17.213	17.770	18.414
<b>600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.878	19.168	18.432	17.516	17.236	17.789	18.425
<b>900</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.889	19.146	18.396	17.467	17.268	17.814	18.440
<b>1200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.899	19.133	18.369	17.429	17.293	17.835	18.453
<b>1800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.916	19.114	18.328	17.371	17.336	17.870	18.475
<b>2700</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.936	19.094	18.286	17.307	17.383	17.912	18.502
<b>3600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.951	19.081	18.257	17.262	17.419	17.947	18.526
<b>7200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.641	19.053	18.190	17.157	17.508	18.046	18.599
<b>10800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.625	19.038	18.157	17.102	17.557	18.112	18.651
<b>14400</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.619	19.029	18.137	17.073	17.585	18.159	18.693
<b>18000</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.617	19.022	18.122	17.055	17.602	18.194	18.725
<b>21600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.616	19.018	18.115	17.041	17.613	18.221	18.752
<b>25200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.614	19.015	18.107	17.033	17.621	18.241	18.774
<b>28800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.615	19.012	18.102	17.026	17.626	18.256	18.791
<b>32400</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.613	19.009	18.097	17.021	17.630	18.268	18.806
<b>36000</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.612	19.009	18.093	17.017	17.632	18.277	18.819
<b>39600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.611	19.006	18.090	17.015	17.634	18.285	18.829
<b>43200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.611	19.004	18.088	17.011	17.636	18.291	18.838
<b>46800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.611	19.001	18.086	17.009	17.638	18.296	18.845
<b>50400</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.611	19.002	18.084	17.007	17.639	18.301	18.852
<b>54000</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.610	19.001	18.082	17.005	17.640	18.305	18.858
<b>57600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.610	19.000	18.081	17.003	17.641	18.308	18.863
<b>61200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.609	18.999	18.080	17.001	17.642	18.310	18.867
<b>64800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.609	18.998	18.079	17.000	17.643	18.313	18.872
<b>68400</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.609	19.000	18.077	16.998	17.644	18.315	18.875
<b>72000</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.609	18.996	18.076	16.997	17.644	18.317	18.878
<b>75600</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.608	18.995	18.075	16.996	17.645	18.320	18.882
<b>79200</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.608	18.995	18.074	16.994	17.645	18.321	18.884
<b>82800</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.607	18.995	18.073	16.994	17.645	18.322	18.886
<b>86400</b>	20.000	20.000	20.000	20.000	19.607	18.994	18.072	16.994	17.645	18.323	18.889

**Observaciones:** -

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

*Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08*

Formato GED-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo  
y materiales, S. L.**

Página 42 de 57

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-1 5.90-6.20 TP  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO: UNE 103 602:96

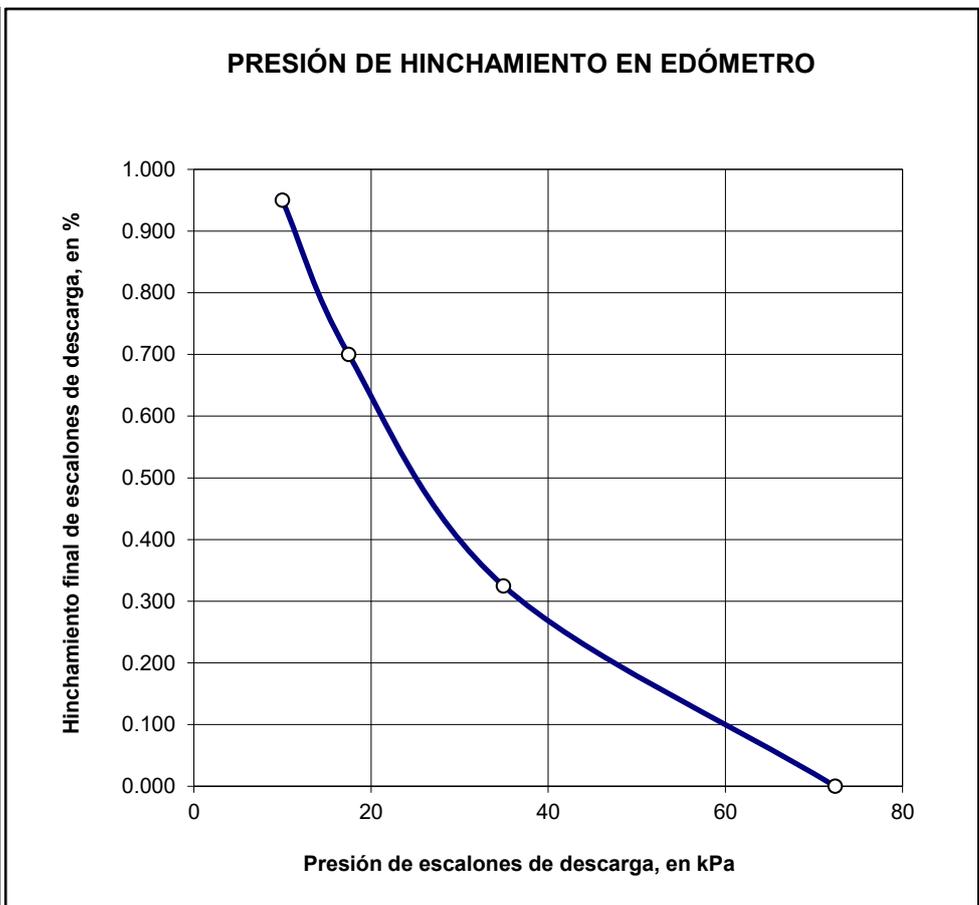
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	21.5
Humedad final, en %	27.3
Densidad aparente seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.599

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Presión de hinchamiento, en kg/cm <sup>2</sup>	0.7
<b>Presión de hinchamiento, en kPa</b>	<b>72</b>

Presión en kPa	Hinchamiento en %
72	0.000
35	0.325
17	0.700
10	0.950



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** -

*Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08*

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo. El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: S-4 5.80-6.20 TP  
Fecha: 11 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

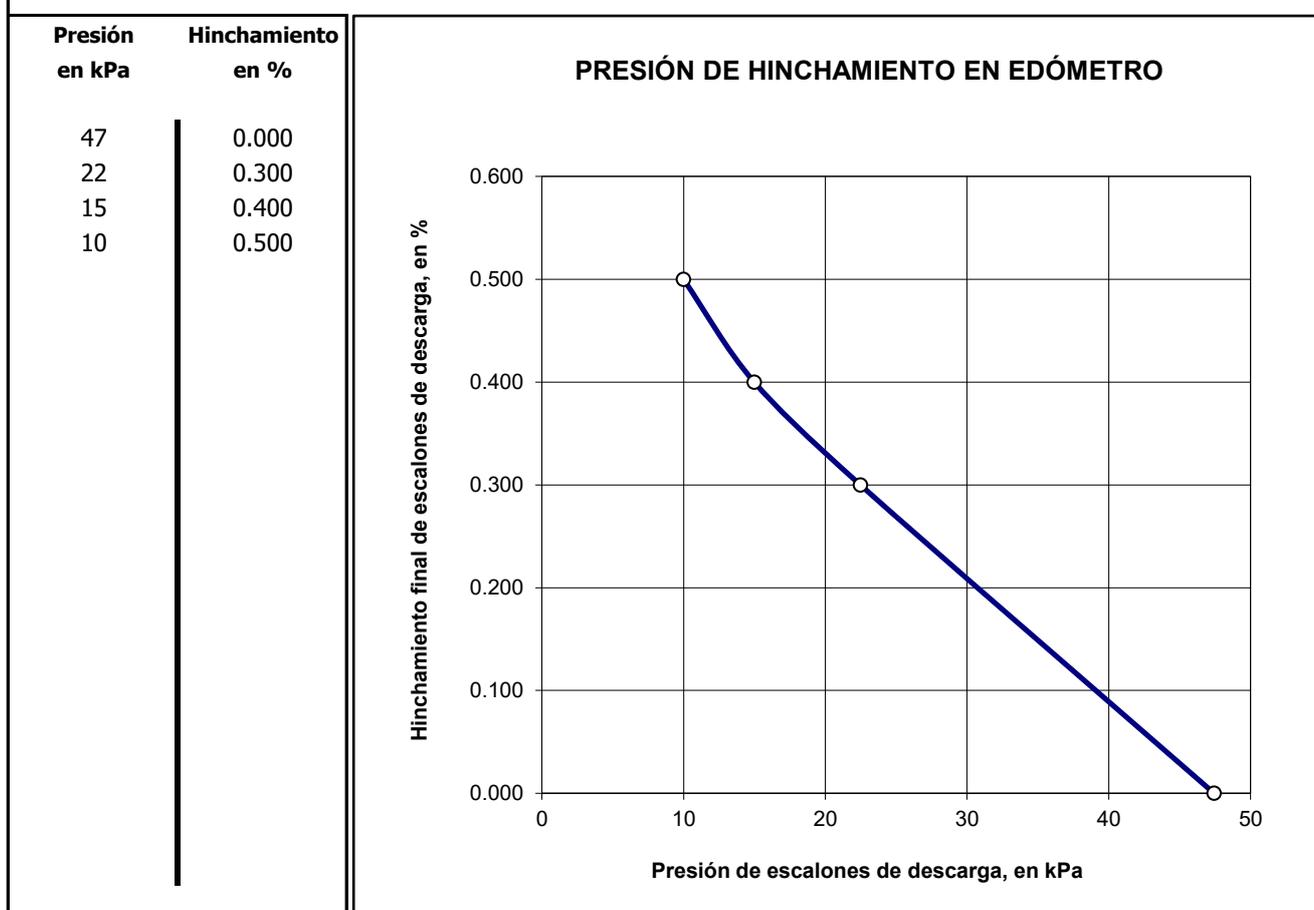
## PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO: UNE 103 602:96

### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	25.6
Humedad final, en %	33.2
Densidad aparente seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.450

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Presión de hinchamiento, en kg/cm <sup>2</sup>	0.5
<b>Presión de hinchamiento, en kPa</b>	<b>47</b>



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNCIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA  
 Fecha: 11 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

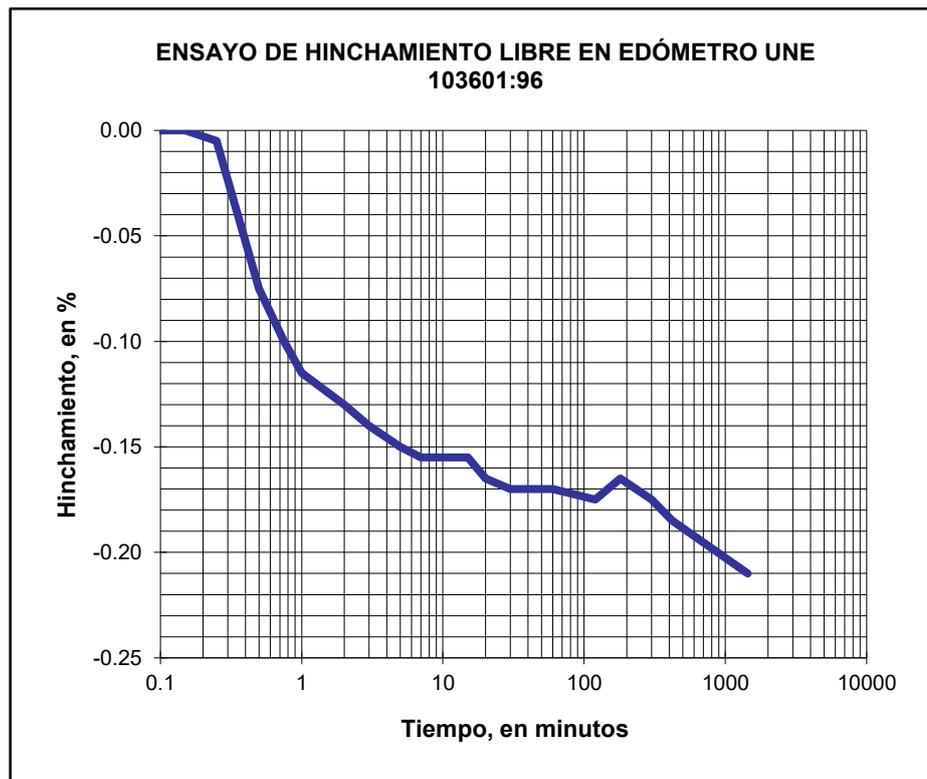
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	3.2	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	16.0	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.855	Altura final de la probeta, en mm	19.96

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	-0.04
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>-0.21</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.15	0.00
0.25	-0.01
0.50	-0.08
0.75	-0.10
1	-0.11
2	-0.13
3	-0.14
5	-0.15
7	-0.15
10	-0.15
15	-0.15
20	-0.17
30	-0.17
45	-0.17
60	-0.17
120	-0.18
180	-0.17
300	-0.18
420	-0.18
1440	-0.21



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95 % de la densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo. La probeta colapsa en lugar de hinchar al inundar la célula de agua.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08

Formato GHL-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

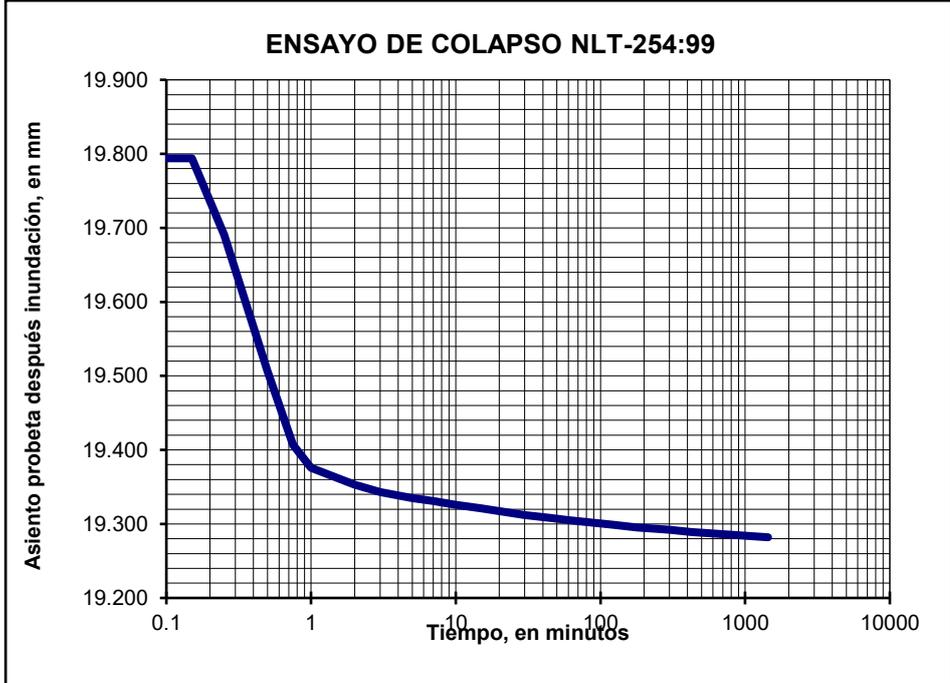
Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA  
 Fecha: 13 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>			
Humedad inicial, en %	3.6	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	17.2	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.771	Diámetro de la probeta, en mm	50.5
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.820		
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.282		
<b>Índice de colapso I, en %</b>	<b>2.71</b>		
<b>Tiempo en min</b>	<b>Asiento en mm</b>	<div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;"><b>ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99</b></p> </div>	
0	19.819	<p style="text-align: center; font-size: small;">El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.</p>	
0.15	19.794		
0.25	19.691		
0.50	19.506		
0.75	19.407		
1	19.376		
2	19.353		
3	19.343		
5	19.335		
7	19.331		
10	19.326		
15	19.321		
30	19.312		
45	19.308		
60	19.305		
120	19.299		
180	19.295		
300	19.292		
420	19.289		
1440	19.282		

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95 % de la densidad del próctor modificado.  
 No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-1 Mezcla (Arenas) MA  
Fecha: 6 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

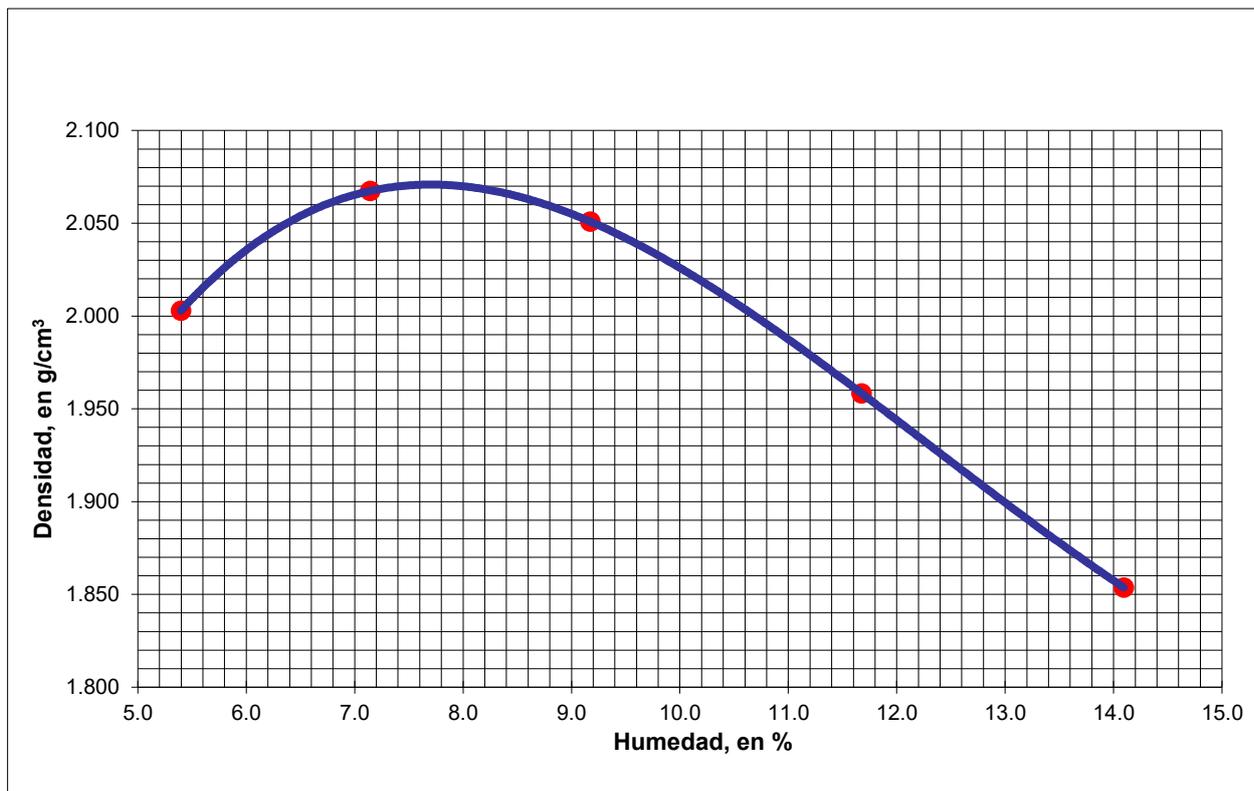
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	5.4	7.1	9.2	11.7	14.1
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.003	2.067	2.051	1.958	1.854

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.072</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.8</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	-	<b>Humedad corregida, en %:</b>	-



**Observacione** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.



Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**

Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA

Fecha: 6 de mayo de 2020

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

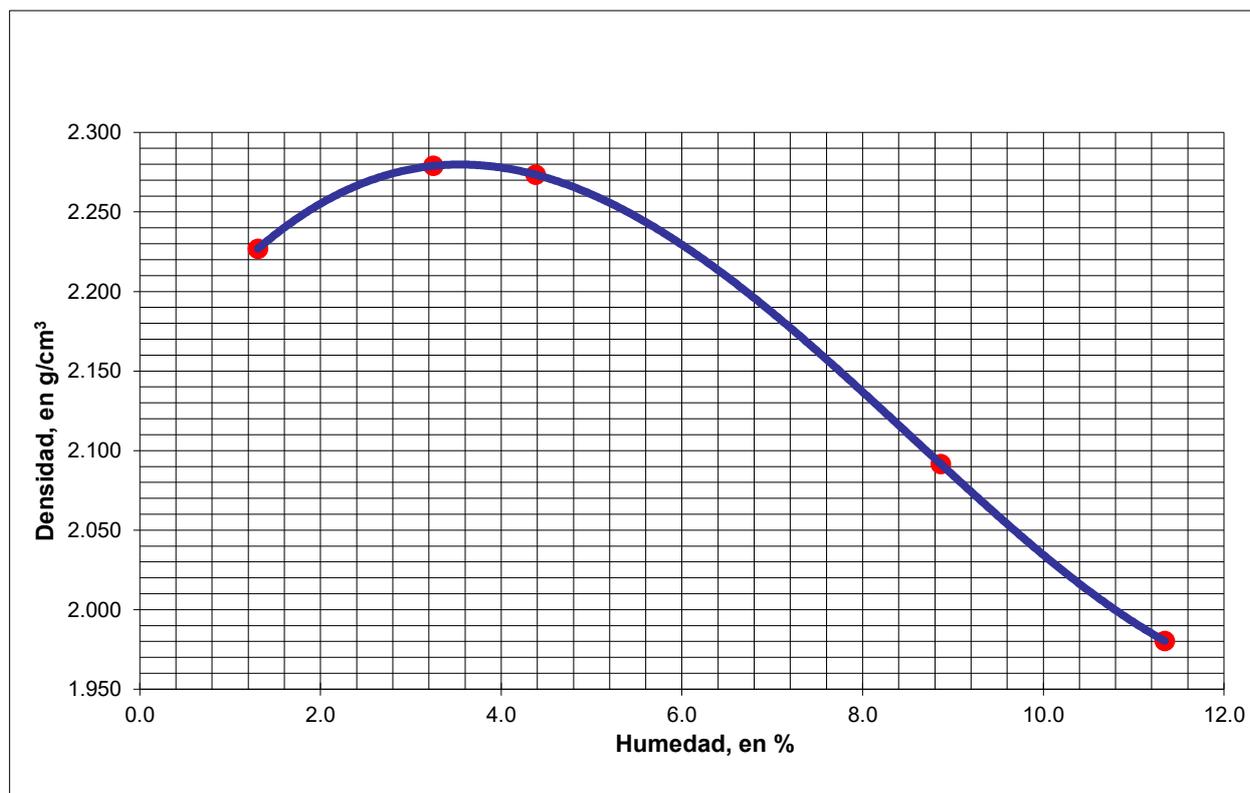
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	1.3	3.2	4.4	8.9	11.3
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.227	2.279	2.273	2.092	1.980

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.281</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>3.6</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observacione** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNIVE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-1 Mezcla (Arenas) MA  
 Fecha: 12 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

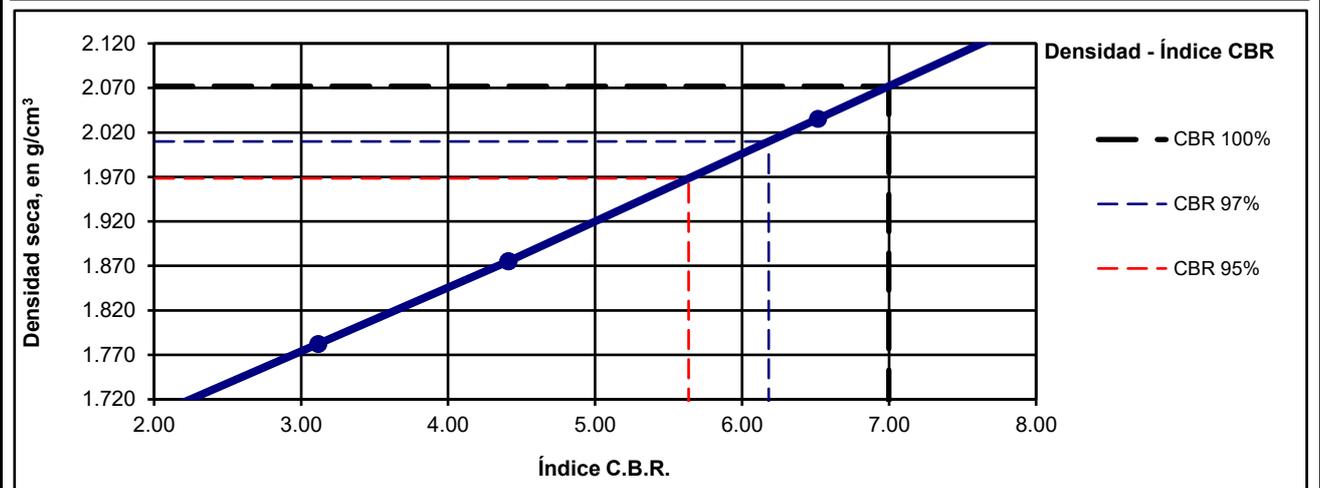
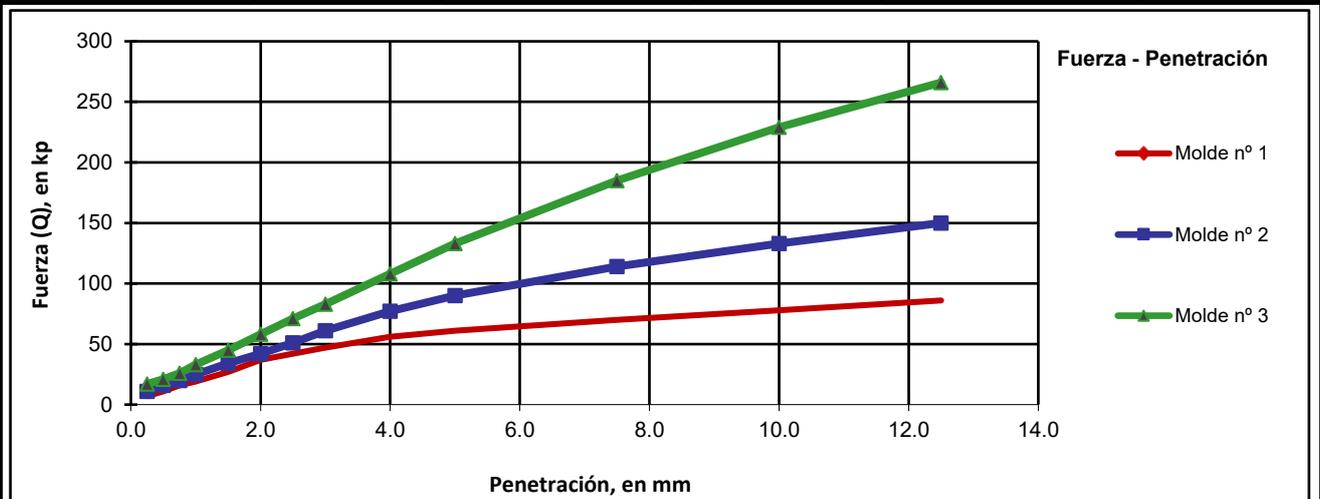
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.8</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.072</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	Molde nº 1	Molde nº 2	Molde nº 3
	15 golpes	30 golpes	60 golpes
Humedad de compactación, en %	7.7	7.8	7.8
Agua absorbida, en %	9.2	7.7	5.2
Hinchamiento, en %	3.06	3.20	<b>3.71</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.782	1.875	2.035
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>3.12</b>	<b>4.41</b>	<b>6.52</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>5.64</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>6.18</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>7.00</b>
--------------------	-------------	---------------------------	-------------	----------------------------	-------------



**Observaciones:**

-  
 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2020179**

Cliente: **INNICE INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L.**  
 Obra: 0086-01 Estudio Geotécnico EDAR Valdebebas. Madrid.

Muestra: M-2 Mezcla (Gravas) MA  
 Fecha: 12 de mayo de 2020

Tecnología del suelo y materiales, S. L.  
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

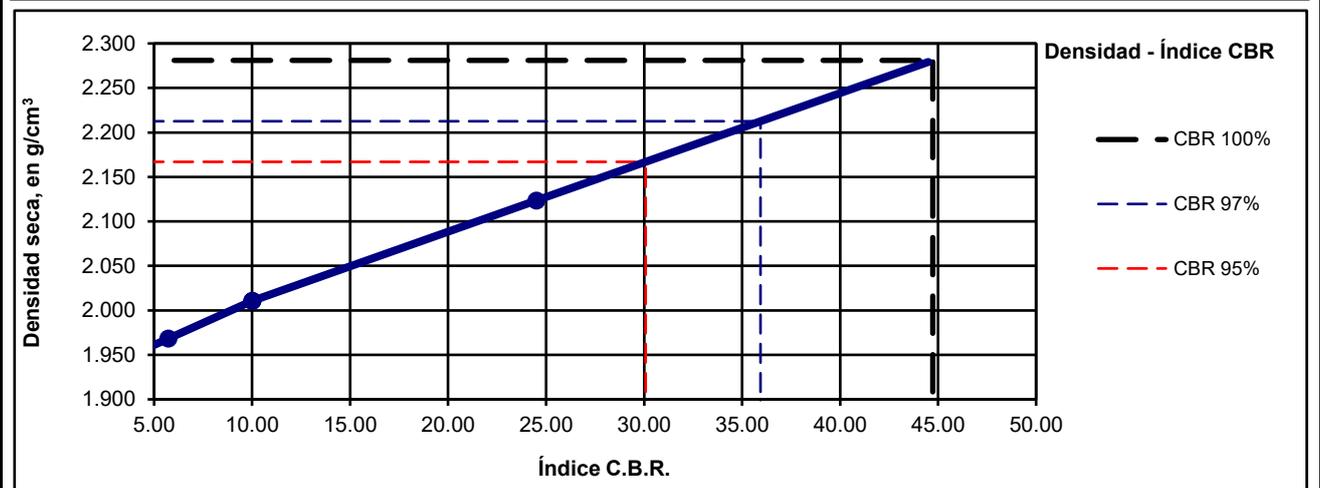
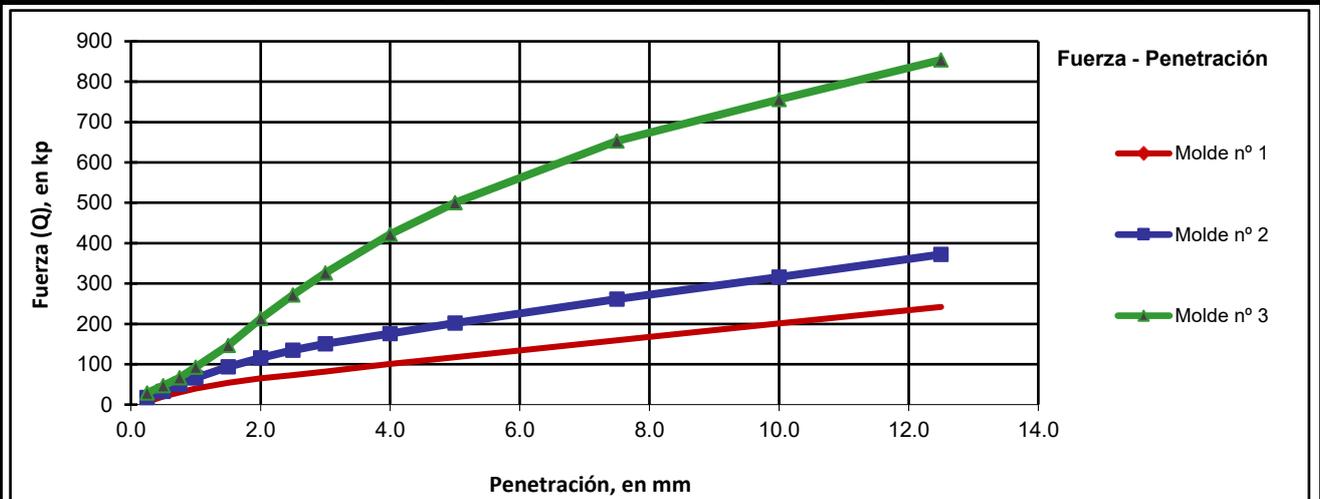
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>3.6</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.281</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	3.5	3.7	3.6
Agua absorbida, en %	9.2	8.5	6.8
Hinchamiento, en %	0.47	0.43	<b>0.34</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.968	2.011	2.124
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>5.73</b>	<b>10.02</b>	<b>24.50</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>30.08</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>35.94</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>44.73</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



**Observaciones:**

-  
 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
 El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.











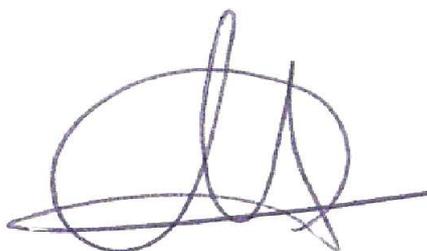


	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS <b>VISADO</b> CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 06/07/2020 Colegiado : Diego De La Torre Calvo P.A.L. Inscrito con el nº : 5399	Folio: 12000324R0 Núm: 012000324/00 C/ Oporto, nº 11 Polígono Europolis 28232 Las Rozas (Madrid) Teléfono: 916 375 881 www.laboratoriotsm.es

**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

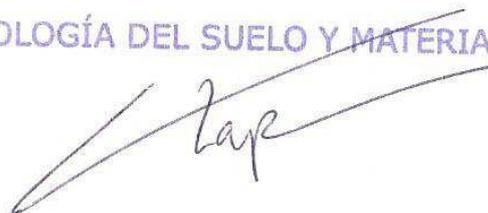
El presente informe consta de cincuenta y siete hojas numeradas y selladas.

Madrid, 14 de mayo de 2020



**RICARDO PÉREZ SARMIENTO**  
Responsable de Área GTL

**TECNOLOGÍA DEL SUELO Y MATERIALES, S.L.**  
P.R.



**CÉSAR ZAPICO MARTÍN**  
Director Técnico