



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org

914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA EN MADRID (MADRID)



FECHA:	JULIO 2.025
REFERENCIA:	EG-202504/31764
TITULAR:	MADRID DESTINO CULTURA, TURISMO Y NEGOCIO, S.A.
EMPLAZAMIENTO:	CAMINO DE PERALES, 23. MADRID (MADRID)
PETICIONARIO:	MADRID DESTINO CULTURA, TURISMO Y NEGOCIO, S.A.

Laboratorio con Declaración Responsable: MAD-L-002, según RD410/2010

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107. Sección 8. Hoja M-257619. Inscripción 2ª

Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L. Calle Adelfa nº11, Pol. Ind. " Los Calahorraos IV". 28970 - Humanes de Madrid (Madrid)





Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales

 gmd@geotecnia.org
 914 920 220
638 290 236
www.geotecnia.org

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA	1
2. MARCO GEOLÓGICO, SISMICIDAD Y GAS RADÓN	2
2.1. MARGO GEOLÓGICO	2
2.2. SISMICIDAD	3
2.3. GAS RADÓN	3
3. INVESTIGACIÓN REALIZADA	5
4. DESCRIPCIÓN GEOLOGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO	11
4.1. RESISTENCIA DEL TERRENO	11
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	12
4.3. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO	18
5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	22
5.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO	22
5.2. EXCAVACIÓN	23
5.3. CIMENTACIÓN	25
5.4. SOLERAS	28
5.5. OTRAS CONSIDERACIONES	28
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	30

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº1.- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

ANEJO Nº2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ANEJO Nº3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS Y PERFILES LITOLÓGICO

ANEJO Nº4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO Nº5.- FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO



1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

En el presente documento se describen los resultados obtenidos en el reconocimiento geotécnico realizado por **GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2.000, S.L.** dentro del recinto de la Caja Mágica situada en el Camino de Perales, número 23; del término municipal de Madrid.

Se proyecta la construcción de un estadio semipermanente de sección circular y ocupación de unos 5.400 m²; que contará en su perfil con un nivel de sótano, nivel de plataforma, 3 niveles de anillos y cubierta.

Este estudio geotécnico, solicitado por **MADRID DESTINO CULTURA, TURISMO Y NEGOCIO, S.A.**, tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación de la construcción que se proyecta.

A efectos del reconocimiento del terreno, se trata de un tipo de construcción C-2 y el terreno se podría clasificar dentro del Grupo T-3; por la presencia suelos de resistencia baja y rellenos antrópicos con potencia superior a 3,0 m; según las Tablas 3.1 y 3.2 del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación de 2006.

Así pues, el objetivo principal de este informe va encaminado a analizar el tipo de cimentación más adecuado e indicar las recomendaciones oportunas para su proyecto y construcción, todo ello en función de las características del terreno existente, que han sido definidas tras la realización de las diferentes fases que se describen a continuación:

- Reconocimiento de campo para investigar las características generales de los terrenos considerados y planificar la campaña de reconocimientos específicos a realizar.
- Ejecución de sondeos mecánicos a rotación, con extracción de testigo continuo, toma de muestras, y realización de ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T. (Standard Penetration Test)
- Ejecución de ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta obtener rechazo.
- Realización de diferentes ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas para cuantificar los parámetros geotécnicos del subsuelo.
- Análisis de los datos obtenidos y elaboración del presente documento.



2. MARCO GEOLÓGICO, SISMICIDAD Y GAS RADÓN

2.1. MARGO GEOLÓGICO

A continuación se exponen, de forma sintética, las características geológicas principales del sustrato sobre el que se desarrollará el proyecto, con la intención de dotar del marco geológico imprescindible a la caracterización geotécnica de los materiales, y en general a todos los cálculos y consideraciones que, relativos al comportamiento de las unidades litológicas, se hacen en los epígrafes siguientes.

Los datos necesarios para describir los aspectos geológicos generales y ubicar la zona de estudio dentro de su contexto geológico se han tomado, como es lógico, aportada por el Mapa Geológico de España (MAGNA) E:1/50.000, Hoja 559 – Madrid, expuesto en la documentación complementaria.

El proyecto se sitúa enteramente en la unidad geológica comúnmente denominada Cuenca terciaria del Tajo. Esta Cuenca presenta una planta groseramente triangular; siendo sus límites geológicos los materiales de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, que conforman el Sistema Central en el borde noreste y los Montes de Toledo en el borde sur, y los materiales de la orla mesozoica del Macizo Hespérico que conforman la Cordillera Ibérica en el borde este de la Cuenca.

Dentro de ésta, queda localizado en el sector centro - oriental de la denominada Cuenca de Madrid. En este sector aparecen las unidades litoestratigráficas que constituyen el relleno sedimentario durante el Mioceno.

En concreto dicho emplazamiento geológico corresponde con depósitos detríticos, conformados por arenas arcósicas de grano medio a fino con intercalaciones de arcillas o limos con cantidades variables de arena, depositados durante la sedimentación miocena.

Habitualmente la estratigrafía de la comunidad de Madrid suele ser considerada geotécnicamente como prácticamente horizontal, aunque en la realidad, esta afirmación no es cierta al existir numerosos cambios de facies entre los distintos conjuntos sedimentarios que configuran el relleno de las llamadas Facies Madrid o Arenas de Madrid.

De acuerdo con esta situación, los materiales miocenos presentes en la investigación se encuadran dentro de niveles de yesos tableados y nodulares intercalados entre arcillas verdes, gises, marrones y rojas,

materiales miocenos que pueden integrarse en las denominadas Facies Peñuela yesífera de la nomenclatura para el área de Madrid, constituyentes del sustrato mioceno.

Sobre este conjunto terciario, se depositan distintos sistemas de terrazas relacionados con la actividad hídrica del río Manzanares y distintos arroyos que convergen en este punto.

2.2. SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente actual (NCSE-02 publicada en BOE del 11 de octubre de 2002), el municipio de Madrid se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo donde las prescripciones de índole general son:

- Clasificación de las construcciones: de normal importancia
- Aceleración sísmica básica: $<0,04\text{ g}$
- Aceleración sísmica de cálculo: $<0,06\text{ g}$

Atendiendo a estas premisas, al área de estudio se considera como de baja peligrosidad y para el tipo de edificación prevista, dicha Norma no es de obligatoria aplicación, según se especifica en el apartado “1.2.3. Criterios de aplicación de esta Norma”, página 35902 del citado BOE.

En consecuencia, no son necesarias comprobaciones en este sentido; no siendo preciso aplicar este factor en el cálculo estructural.



2.3. GAS RADÓN

De acuerdo con el emplazamiento de la localidad de Madrid, en el extracto que se expone a continuación del Mapa del potencial de radón de España (Consejo de Seguridad Nuclear) presentan concentraciones de radón inferior al nivel de referencia establecido de 300 Bq/m^3 . En concreto, en la zona analizada entre 201 a 300 Bq/m^3



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



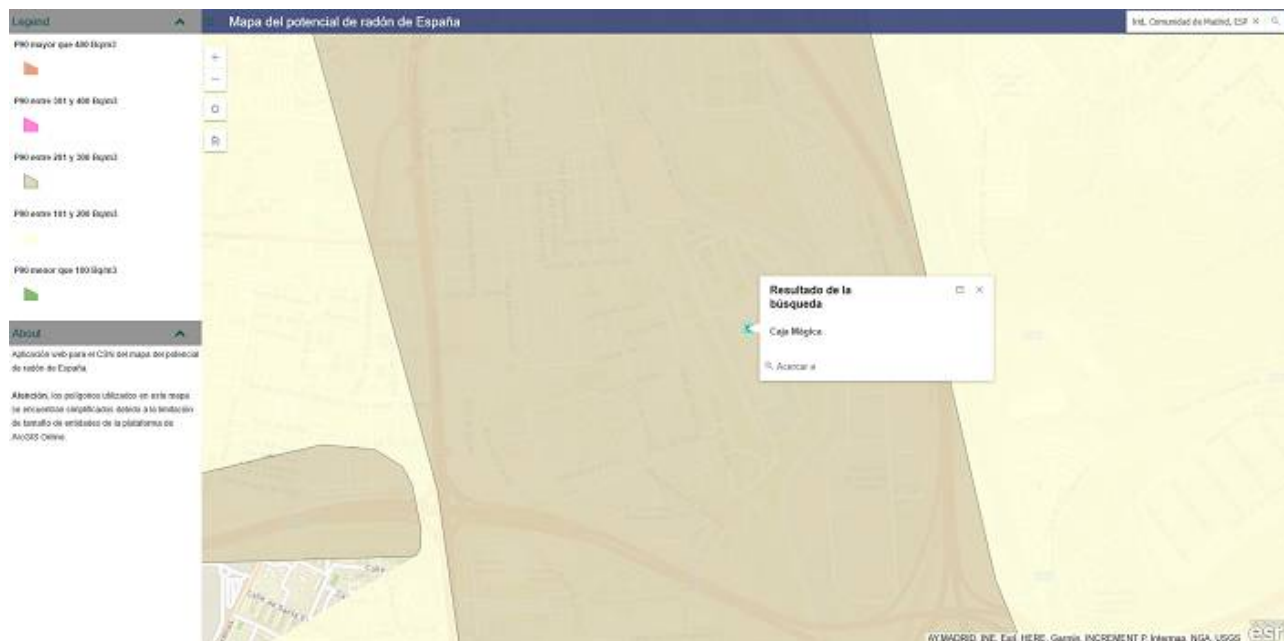
gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org



En consecuencia, con la clasificación de municipios de España, del Apéndice B del Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo; Documento Básico HS 6, Salubridad. Protección frente a la exposición al radón; no son necesarias medidas de protección.



3. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Para el estudio y definición de las características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio se ha realizado una campaña de reconocimientos específicos.

Esta campaña geotécnica ha consistido, en la ejecución de un sondeo mecánico a rotación con realización de ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y extracción de muestras para su posterior ensayo en laboratorio, y en la realización de ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta alcanzar rechazo.

La disposición de esta investigación ha sido repartida a lo largo de la huella de los elementos constructivos proyectados, atendiendo a la disposición inicial de la Dirección del Proyecto, y realizando la investigación en el área no ocupado por el lago artificial, área que será investigada en una fase posterior.

Las consideraciones topográficas quedan adscritas a la base taquimétrica aportada por la Dirección del Proyecto, presentando la parcela una topografía suave con una diferencia de cota entre los distintos puntos de investigación del orden de 3,5 m.

La descripción y los resultados obtenidos en laboratorio de cada uno de los diferentes tipos de reconocimientos se analizan en los siguientes apartados y se incluyen en los Anejos adicionales del presente documento.

Reconocimientos y ensayos “in situ”:



Como se ha indicado anteriormente, se han realizado sondeos mecánicos (Equipo RL-48_221) con una profundidad de unos 30,0 m, cuya localización queda reflejada en el plano de situación incluido en la documentación Adicional.

Un sondeo es una perforación de pequeño diámetro que permite reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y, eventualmente realizar ensayos *in situ*.

La ejecución del sondeo se llevó a cabo mediante perforación a rotación con corona de widia - diamante y extracción de testigo continuo al avance.



Durante el proceso de perforación, a diferentes cotas, se efectuaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y se tomaron muestras alteradas para su posterior ensayo en laboratorio.

Los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.), a diferencia de los ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro o DPSH), se llevan a cabo de forma puntual dentro del sondeo, obteniéndose además una muestra de suelo mediante la cuchara toma-muestras que se hince en el terreno.

El proceso de ejecución de este ensayo se ajusta a las indicaciones de la norma UNE 103 800:1992 y su resultado se refleja como el número de penetración estándar (N_{30}), que es la suma del número de golpes de las tandas segunda y tercera, de las 3 o 4 que constituyen el ensayo y que corresponden a una hince de 15 cm cada una.

En el siguiente cuadro se presentan, de forma esquemática, la columna estratigráfica obtenida en cada sondeo, las profundidades alcanzadas, las muestras tomadas y los resultados de los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) realizados:

Sondeo	S1						
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
6,0	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0					565,0
			SPT	3,00	3,60	14	
8,4	Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme		SPT	6,00	6,60	14	
			T	7,30	7,60		
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		SPT	9,00	9,20	R	
			T	13,00	13,30		
		SPT	15,00	15,10	R		
		T	20,20	20,50			

Sondeo	S2						
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
7,5	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0					568,0
			SPT	3,00	3,60	20	
			SPT	6,00	6,60	13	
			SPT	9,00	9,10	R	
			T	11,00	11,30		
			SPT	15,00	15,10	R	
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		T	23,00	23,30		



Sondeo S3							
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
2,6	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0					565,9
5,4	Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme		SPT	3,00	3,60	18	
			T	4,00	4,30		
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		SPT	6,00	6,20	R	
		SPT	12,60	12,75	R		
		T	18,20	18,50			
Sondeo S4							
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
3,0	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0					564,5
7,0	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa		SPT	3,00	3,60	8	
			T	5,20	5,50		
			SPT	6,00	6,10	R	
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura	SPT	18,40	18,60	R		
Sondeo S5							
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
6,0	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0					565,5
			SPT	3,00	3,60	18	
7,2	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa		SPT	6,00	6,60	12	
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		SPT	9,30	9,65	R	
		T	16,00	16,30			
		T	22,00	22,30			
Sondeo S6							
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		N ₃₀	Cota boca aprox. (m)
8,2	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,4					568,0
			SPT	3,00	3,60	8	
			SPT	6,00	6,60	14	
12,4	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa		SPT	9,00	9,60	7	
			MA	10,00	10,30		
30,4	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		SPT	12,40	12,60	R	
		T	29,80	30,10			

Sondeo S7						
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		Cota boca aprox. (m)
5,4	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0	SPT	3,00	3,60	566,0
6,7	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa		MA	6,00	6,30	
			SPT	6,50	6,70	
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		T	19,00	19,30	
			T	25,50	25,80	
			SPT	27,00	27,20	R

Sondeo S8						
Profundidad (m)	Litología	Profundidad alcanzada (m)	Tipo	Profundidad muestra (m)		Cota boca aprox. (m)
5,8	Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	30,0	SPT	3,00	3,60	565,0
6,2	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa		SPT	6,00	6,40	
30,0	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura		T	10,60	10,90	

La descripción detallada de la columna estratigráfica obtenida en el sondeo se ha incluido en los Anejos adicionales.

Finalmente señalar que, en las observaciones posteriores a la finalización de la investigación, se ha observado la presencia de niveles freáticos en la parte inicial y media de la investigación, tomando una muestra de dicho nivel para su posterior análisis en laboratorio.

Por otro lado, se realizaron ensayos de penetración dinámica continua, utilizando un penetrómetro tipo DPSH (Equipo CEFRE y Equipo RL-48_221) de las siguientes características de acuerdo con UNE-EN ISO 22476:2008:

- Peso de la maza: 63,5 kg
- Altura de caída: 75 cm
- Peso de varilla: 6,3 kg/ml
- Tipo de puntaza: Cónica 20 cm² de sección





Este ensayo consiste básicamente en la hincada de una varilla en el terreno, utilizando la energía de caída de la maza y contabilizando el número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración (N_{20}). El ensayo finaliza cuando se superan los 100 golpes para una penetración de 20 cm ($N_{20} > 100$), lo que se considera como rechazo.

La representación en un gráfico, del número de golpes de cada tanda en función de la profundidad, proporciona una caracterización cualitativa de las variaciones resistentes del terreno con la profundidad, que puede cuantificarse mediante determinadas correlaciones cuya fiabilidad depende de la naturaleza del terreno.

La situación de los puntos donde se realizaron los ensayos de penetración y los gráficos de penetración obtenidos se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.

Las cotas y la profundidad alcanzada en cada ensayo se reflejan en la siguiente tabla.

Punto de investigación	Profundidad alcanzada (m)	Cota boca aprox. (m)
P1	4,2	564,5
P2	6,2	564,5
P3	6,0	565,3
P4	13,0	568,0
P5	10,4	567,0

Ensayos de laboratorio:

Sobre las muestras tomadas se efectuó los ensayos más oportunos en función de sus características y de su cota de obtención.

Estos ensayos tienen como fin la caracterización granulométrica, características de plasticidad, así como la determinación de sus características química, resistencia a compresión simple y corte directo.

Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con las correspondientes normas UNE y NLT, habiéndose efectuado las siguientes determinaciones:



- 8 Uds. de análisis granulométrico por tamizado, s/UNE-103-101:1995
- 8 Uds. de determinación de los límites de Atterberg, s/UNE-103-103 y 103-104:1994
- 8 Uds. de determinación de la humedad natural, s/UNE-EN ISO 17892-1:2015
- 12 Uds. de determinación del contenido en sulfatos, s/UNE 103-202:2019
- 8 Uds. de Clasificación U.S.C.S.
- 13 Uds. de determinación compresión simple en suelo, s/UNE 103-400:1993
- 1 Uds. de determinación de resistencia al corte, s/UNE 103-401:1998
- 2 Grado potencial de agresividad de un agua al hormigón (Tabla 27.1b CE-2.021)

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados se recogen en las correspondientes fichas de laboratorio incluidas en los Anejos adicionales.

En el siguiente cuadro se refleja un resumen de los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las analizadas:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	Pasa # 2,0	LL %	IP %	W %	γ g/cm ³	qu kPa	Cuu kPa	ϕ °	SO ₄ mg/kg
S1 M1	T	7,30	7,60	CH	84,14	95,22	52,61	25,91	37,09	1,79	189	---	---	1.566
S1 M2	T	13,00	13,30	Yeso	---	---	---	---	---	---	1.192	---	---	5.783
S1 M3	T	20,20	20,50	Yeso	---	---	---	---	---	---	12.705	---	---	---
S2 M1	T	11,00	11,30	Yeso	---	---	---	---	---	2,04	---	---	---	3.168
S2 M2	T	23,00	23,30	Yeso	---	---	---	---	---	2,59	2.561	---	---	10.335
S3 M1	T	4,00	4,30	CH	84,72	93,83	52,53	30,70	31,88	1,78	146	74	20,25	1.581
S3 M2	T	18,20	18,50	Yeso	---	---	---	---	---	---	3.843	---	---	---
S4 M1	T	5,20	5,50	ML	54,10	70,61	44,31	15,53	23,75	1,99	---	---	---	3.528
S5 M1	T	16,00	16,30	Yeso	---	---	---	---	---	---	18.995	---	---	---
S5 M2	T	22,00	22,30	CL	99,27	100,00	46,67	24,45	19,38	2,12	476	---	---	9.804
S6 M1	MA	10,00	10,30	SW-SM	8,47	68,55	0,00	NP	8,46	---	2.561	---	---	6.143
S6 M2	T	29,80	30,10	CL	99,47	100,00	46,71	23,21	18,53	2,13	409	---	---	9.627
S7 M1	MA	6,00	6,30	SW-SM	7,36	46,73	0,00	NP	5,46	---	---	---	---	4.288
S7 M2	T	19,00	19,30	Yeso	---	---	---	---	---	2,60	14.118	---	---	11.526
S7 M3	T	25,50	25,80	GM	36,14	43,12	46,46	17,42	17,99	2,14	974	---	---	10.443
S8 M1	T	10,60	10,90	Yeso	---	---	---	---	---	---	1.487	---	---	---

4. DESCRIPCIÓN GEOLOGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO

Del análisis de las características del terreno existente, definidas en base a la investigación de campo junto con los reconocimientos específicos realizados en el área objeto de estudio, la composición y estructura básica de los terrenos afectados por la construcción, podemos indicar que se trata de un sustrato aluvial arenoso sobre un sustrato mioceno de características plásticas enmarcado dentro de las facies peñuela y peñuela yesífera.

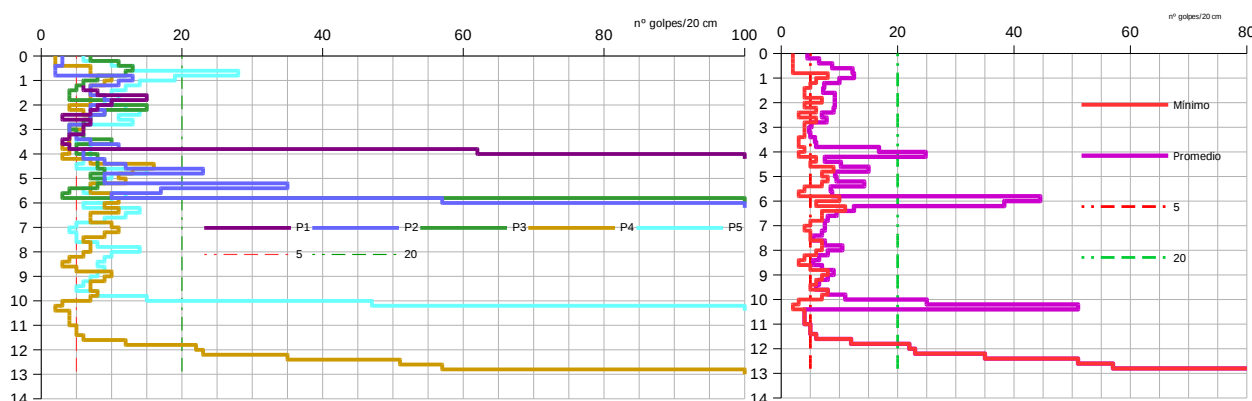
Así, según los reconocimientos realizados, en la zona de estudio pueden diferenciarse los siguientes niveles:

- Nivel 0.- Relleno antrópico. Mezcla de distintos materiales procedentes de los trabajos de urbanización, construcción y la degradación del sustrato.
- Nivel 1.- Arena con grava. Sustrato aluvial arenoso generado en procesos asociados al río Manzanares.
- Nivel 2.- Arcilla alteada. Sustrato mioceno alterado formado por arcilla plástica con nódulos yesíferos.
- Nivel 3.- Marga yesífera. Sustrato mioceno constituido por arcilla plástica con laminaciones y nódulos yesíferos.

4.1. RESISTENCIA DEL TERRENO

Teniendo en cuenta la tipología de la investigación el sustrato se puede delimitar en distintos subniveles. La definición de estos tramos puede observarse gráficamente en la figura siguiente donde se exponen los distintos ensayos de penetración realizados.

En dicha representación gráfica, se aprecia como cada uno de los ensayos describe una gráfica escalona, en la que se intercala un tramo de resistencia irregular baja, para posteriormente, aumentar el registro hasta alcanzar el rechazo de manera neta.





De acuerdo con dicho gráfico se pueden definir los siguientes subtramos en base a la resistencia mecánica:

- 0,0 a 7,8 m: Suelo de resistencia baja, con un golpeo medio inferior a 5 golpes/20 cm. Este tramo se correlaciona con el Nivel 0.- Relleno antrópico.
- 7,8 m a 10,2 m (Media de 8,5 m): Suelo de resistencia irregular, con un golpeo medio sobre los 5 a 10 golpes/20 cm y que se correlaciona con niveles aluviales del Nivel 1.- Arena con grava. En este tramo se puede un valor medio de 5 golpes/20 cm.
- 10,2 m (Media de 8,5 m) a final investigación: Suelo de resistencia media a alta, con golpeo creciente que parte de un valor de 20 golpes/20 cm hasta alcanzar el rechazo de manera progresiva. Este último tramo puede correlacionarse con la naturaleza yesífera y compacta del Nivel 3.- Marga yesífera.

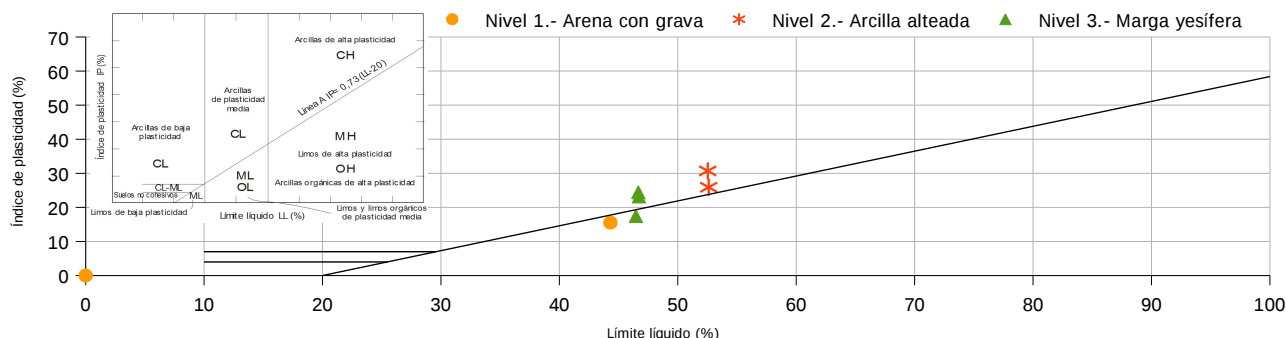
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En este apartado se describen las principales características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio:

Granulometría, plasticidad y humedad natural:

Las curvas granulométricas de las muestras analizadas presentan los porcentajes de finos y tamaño arena, así como la plasticidad de las fracciones finas y la humedad natural de los suelos ensayados, que se reflejan en el siguiente listado:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	Pasa # 2,0	LL %	IP %	W %
S3 M1	T	4,00	4,30	CH	84,72	93,83	52,53	30,70	31,88
S4 M1	T	5,20	5,50	ML	54,10	70,61	44,31	15,53	23,75
S7 M1	MA	6,00	6,30	SW-SM	7,36	46,73	0,00	NP	5,46
S1 M1	T	7,30	7,60	CH	84,14	95,22	52,61	25,91	37,09
S6 M1	MA	10,00	10,30	SW-SM	8,47	68,55	0,00	NP	8,46
S5 M2	T	22,00	22,30	CL	99,27	100,00	46,67	24,45	19,38
S7 M3	T	25,50	25,80	GM	36,14	43,12	46,46	17,42	17,99
S6 M2	T	29,80	30,10	CL	99,47	100,00	46,71	23,21	18,53



La representación de los resultados obtenidos en el gráfico de plasticidad de Casagrande junto con los cernidos granulométricos permite clasificar a estos suelos como arena algo limosa con grava no plástica (SW-SM) y limo arenoso de plasticidad media (ML) el tramo del Nivel 1.- Arena con grava; y como arcilla de plasticidad alta (CH) y arcilla de plasticidad media (CL) en el sustrato mioceno del Nivel 2.- Arcilla alteada y Nivel 3.- Marga yesífera.

Características mecánicas:

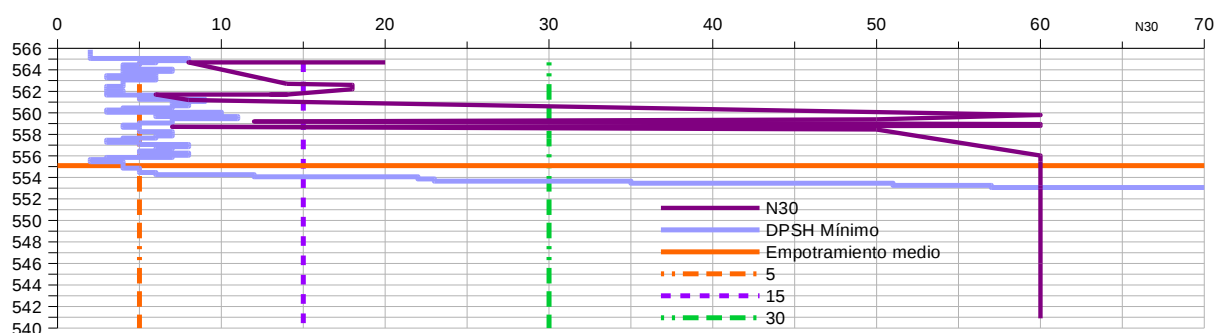
En los sondeos realizados se ejecutaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) donde se han obtenido los siguientes valores de golpeo (N_{30}):

Litología	Profundidad muestra (m)		N ₃₀
Sondeo S1			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	14
Nivel 2.- Arcilla alteada	6,00	6,60	14
Nivel 3.- Marga yesífera	9,00	9,20	R
	15,00	15,10	R
Sondeo S2			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	20
	6,00	6,60	13
Nivel 3.- Marga yesífera	9,00	9,10	R
	15,00	15,10	R
Sondeo S3			
Nivel 2.- Arcilla alteada	3,00	3,60	18
Nivel 3.- Marga yesífera	6,00	6,20	R
	12,60	12,75	R
Sondeo S4			
Nivel 1.- Arena con grava	3,00	3,60	8
	6,00	6,10	R
Nivel 3.- Marga yesífera	18,40	18,60	R

Litología	Profundidad muestra (m)		N ₃₀
Sondeo S5			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	18
Nivel 1.- Arena con grava	6,00	6,60	12
Nivel 3.- Marga yesífera	9,30	9,65	R
Sondeo S6			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	8
	6,00	6,60	14
Nivel 1.- Arena con grava	9,00	9,60	7
Nivel 3.- Marga yesífera	12,40	12,60	R
Sondeo S7			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	14
Nivel 1.- Arena con grava	6,50	6,70	R
Nivel 3.- Marga yesífera	27,00	27,20	R
Sondeo S8			
Nivel 0.- Relleno antrópico	3,00	3,60	6
Nivel 1.- Arena con grava	6,00	6,40	R

Como se aprecia a lo largo de los distintos ensayos, existe una variabilidad relativa entre los resultados en los ensayos SPT, oscilando en el sustrato aluvial del Nivel 1.- Arena con grava, de 7 a 12 golpes/30 cm. Obteniendo valores de 14 a 18 golpes/30 cm en el sustrato alterado del Nivel 2.- Arcilla alteada. En el sustrato compacto del Nivel 3.- Marga yesífera se ha obtenido un valor de rechazo.

Esta variabilidad se aprecia en la representación gráfica del conjunto de los ensayos.



En lo que respecta a la resistencia a compresión simple (q_u) se ha obtenido una resistencia media tal como se refleja en la siguiente tabla:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	γ g/cm ³	q_u kPa
S3 M1	T	4,00	4,30	CH	84,72	1,78	146
S1 M1	T	7,30	7,60	CH	84,14	1,79	189
S5 M2	T	22,00	22,30	CL	99,27	2,12	476
S7 M3	T	25,50	25,80	GM	36,14	2,14	974
S6 M2	T	29,80	30,10	CL	99,47	2,13	409

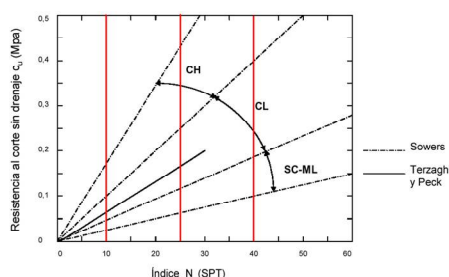
Aumentando sensiblemente la resistencia en los tramos yesíferos:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	γ g/cm ³	q_u kPa
S8 M1	T	10,60	10,90	Yeso	- - -	1.487
S1 M2	T	13,00	13,30	Yeso	- - -	1.192
S5 M1	T	16,00	16,30	Yeso	- - -	18.995
S3 M2	T	18,20	18,50	Yeso	- - -	3.843
S7 M2	T	19,00	19,30	Yeso	2,60	14.118
S1 M3	T	20,20	20,50	Yeso	- - -	12.705
S2 M2	T	23,00	23,30	Yeso	2,59	2.561

Con respecto a la resistencia al corte en condiciones no drenadas y no consolidadas se ha obtenido los siguientes valores:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	γ g/cm ³	Cuu kPa	ϕ °
S3 M1	T	4,00	4,30	CH	84,72	1,78	74	20,25

Relación N_{30} SPT – Cu para distintos autores



La ponderación de la resistencia al corte sin drenaje (C_u), y en consecuencia la resistencia a compresión simple (q_u) y resistencia al corte, a lo largo del perfil geotécnico se puede evaluar considerando la correlación de la de la figura contigua, así como relaciones empíricas similares; Decour (1989) y Kulhawy y Maine (1990).

Partiendo de los resultados de penetración, ponderado con los ensayos de compresión simple, se puede considerar un valor de resistencia al corte sin drenaje de unos 50 kPa (0,50 kp/cm²) para el sustrato alterado del Nivel 2.- Arcilla alteada. Aumentando a un valor estimado de 125 a 250 kPa (1,25 a 2,50 kp/cm²) en el sustrato compacto del Nivel 3.- Marga yesífera.

Expansividad:

Las características expansivas de los suelos se pueden correlación de acuerdo con los parámetros de identificación de granulometría y plasticidad, tal como se expresa en la siguiente tabla.

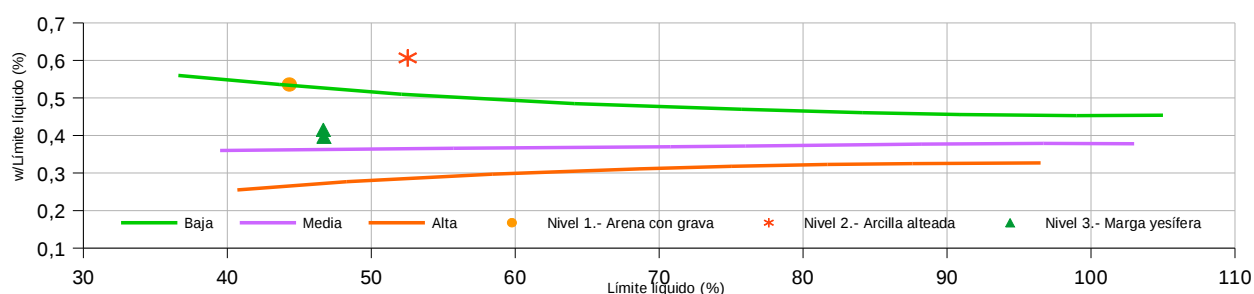
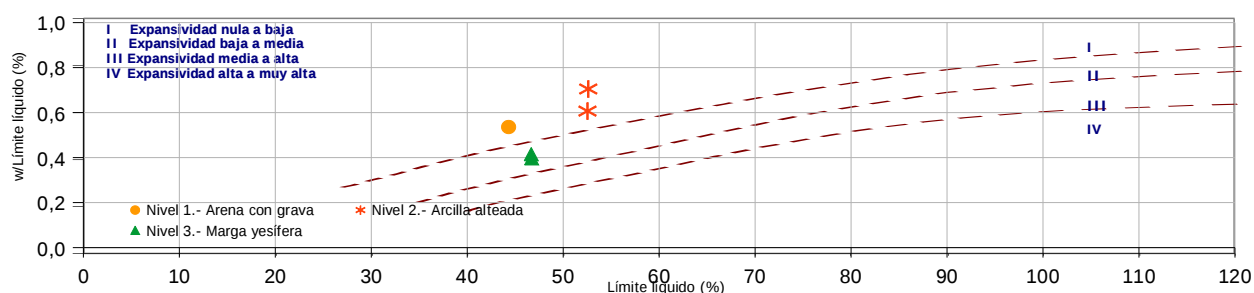
Expansividad potencial	IP (%)	LL (%)	<0,08 mm (%)	Presión hinchamiento (kPa)	% de hinchamiento
Baja	< 18	< 30	< 30	< 30	< 1
Media	15-25	30-60	30-60	30 - 120	1 - 5
Alta	25-35	40-60	60-95	120 - 300	3 - 10
Muy alta	> 35	> 60	> 95	> 300	> 10

Elaboración propia

Realizando dicha comprobación mediante ensayos de presión de hinchamiento se han obtenido los siguientes valores:

MUESTRA	Tipo muestra	PROFUNDIDAD (m)		U.S.C.S	Pasa # 0,08	Pasa # 2,0	LL %	IP %	W %	P. Hinto kPa
S4 M1	T	1,80	2,10	CH	97,98	100,00	61,51	36,13	29,29	35
S2 M1	T	2,00	2,30	CH	92,16	97,83	60,55	32,36	29,33	25
S1 M1	T	2,40	2,70	CH	93,95	98,86	59,09	29,72	32,60	45

Si atendemos a la relación humedad/límite líquido, según el criterio Oteo (1986) y criterio Vijayvergiya y Ghazzaly (1973), determina un potencial tal como queda reflejado en el siguiente gráfico:



Dicho conjunto de resultados y relaciones empíricas, definen un potencial expansivo medio.

De todo lo expuesto, se deriva un riesgo potencial de expansividad con grado medio, que está determinado por las condiciones de humectación – desecación dentro de la capa activa. Si atendemos a las distintas relaciones expuestas, los suelos bajo el plano de cimentación se caracterizan con un potencial bajo a medio, con un régimen de hinchamiento de presión del orden de 30 a 120 kPa (0,30 a 1,20 kp/cm²) con cambios de volumen del 1 al 5%

Considerando esta situación, del lado de la seguridad la tensión admisible de servicio, debe generar una presión de cimentación sobre el plano de apoyo superior 100 kPa (1,00 kp/cm²) para contrarrestar la presión de hinchamiento en caso de desarrollarse por la actividad de los suelos.

Actividad química:

Sobre muestras de suelo extraídas, se ha obtenido valores de 1.566 a 11.526 mg/kg. Parámetros que quedan por encima del límite inferior de exposición "XA2", de 3.000 mg/kg, y por tanto, con respecto al Código Estructural-2.021 los suelos analizados presentan agresividad una agresividad media; acorde con la naturaleza yesífera.

Con estos resultados, en principio, será necesaria la utilización de cementos especiales adecuados a un ambiente XA2, ataque medio.

Esta situación se corresponde, tanto con en el entorno geológico como la observación de visu en la testificación de la investigación, el sustrato sobre el que se desarrolla el estudio geotécnico hay presencia de niveles salinos con presencia de cristales dentro de la matriz, lo que condiciona que al menos habría que tener un ambiente de agresividad media XA2.

Por otro lado, de las muestras tomadas, se ha realizado un análisis químico para cumplimentar los parámetros indicados por el Código Estructural-2.021 Capítulo 7.

Parámetro	S2 10,5 m Resultado ensayo	XA3 ATAQUE FUERTE
pH	7,6	<4,5
Ión magnesio (mg/l)	20,4	>3000
Ión amonio (mg/l)	<15	>60
Ión sulfato (mg/l)	4.835,3	>3000
CO ₂ agresivo (mg/l)	-	>100
Residuo seco (mg/l)	15.629,0	<50

Parámetro	S7 5,5 m Resultado ensayo	XA2 ATAQUE MEDIO
pH	7,6	5,5-4,5
Ión magnesio (mg/l)	21,9	1000-3000
Ión amonio (mg/l)	<15	30-60
Ión sulfato (mg/l)	1.430,7	600-3000
CO ₂ agresivo (mg/l)	-	40-100
Residuo seco (mg/l)	2.165,0	50-75

Siguiendo el Código Estructural-2.021 en vigor, con estos resultados, será necesaria la utilización de cementos especiales adecuados a un ambiente XA2 y XA3, ataque medio y fuerte; en todos los elementos estructurales en contacto con el nivel freático.

4.3. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO

Del análisis de las características del terreno existente, definidas en base a la investigación de campo junto con los reconocimientos específicos realizados en el área objeto de estudio, la composición y estructura básica de los terrenos afectados por la construcción, podemos indicar que se trata de un sustrato aluvial arenoso sobre niveles miocenos de facies peñuela y peñuela yesífera alterados.

Así, según los reconocimientos realizados, en la zona de estudio pueden diferenciarse los siguientes niveles:



Nivel 0.- Relleno antrópico: Suelos de alteración generados por los trabajos de excavación y construcción del malecón del río Manzanares y la estructura de la Caja mágica, así como la mezcla con el sustrato degradado o alterado. Está formado por arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología.

A lo largo de la gráfica del ensayo de penetración, se observa valores N_{20} inferiores a 5 golpes/20 cm y registro N_{30} de 6 a 20 golpes/30 cm; marcada esta variación por la heterogeneidad en los elementos antrópicos; identificándose como suelos de compacidad floja.

Presenta una potencia que alcanza los 8,2 m desde la cota de inicio de los reconocimientos realizados. Se desarrolla hasta la cota 563,6 a 559,0 m.



Nivel 1.- Arena con grava: Sustrato aluvial asociado a los depósitos de terrazas dentro de la actividad hídrica del río Manzanares y arroyos que confluyen en la zona. Representado por arena algo limosa no plástica con grava marrón oscura y limo arenoso de plasticidad media marrón.

La fracción arena tiene tamaño grueso con predominio de la naturaleza cuarcítica. La grava presenta tamaño de 2 a 6 cm, subredondeada de naturaleza cuarcítica.

Presenta registros a la penetración estándar, algo irregulares ocasionados por la presencia de las grava, registrando valores N_{30} de 7 a 12 golpes/30 cm; y valores N_{20} medios de 5 a 10 golpes/20 cm. Considerando el conjunto un suelo de compacidad floja a medianamente densa.

De acuerdo con la interpretación realizada en los perfiles geotécnicos, este se desarrolla por debajo de la cota 563,6 a 559,0 m, alcanzando las cotas 559,5 a 555,6 m; si bien esta distribución puede estar enmascarada por el desarrollo del Nivel 0.- Relleno antrópico.

A efectos de cálculo, se caracteriza con un valor N_{30} de resistencia a la penetración dinámica de 10 golpes/30 cm. Estimando un coeficiente de balasto vertical para placa de 30 cm (K_{30}) se estima de 20 MN/m³.

Los parámetros de corte se pueden considera del orden de 5 kPa (0,05 kp/cm²) de cohesión efectiva, frente a un ángulo de rozamiento interno de 32° y una densidad aparente de 1,80 t/m³



Nivel 2.- Arcilla alteada: Sustrato mioceno enmarcado dentro de las facies peñuela y peñuela yesífera que presenta cierto grado de alteración. Representando por arcilla de plasticidad alta pardo verdosa con nódulos yesíferos. Los nódulos de yeso están

compuestos por yeso sacaroideo.

Presentan registros N_{30} de 14 a 18 golpes/30 cm, y valores N_{20} medios de 10 a 15 golpes/20 cm. Esta resistencia a la penetración constituye una identificación como suelos de consistencia firme.

Se desarrolla bajo la cota 559,5 a 555,6 m, alcanzando la cota 560,5 a 556,6 m.

El límite con el sustrato mioceno compacto no es neto, sino que se delimita con un aumento progresivo en la resistencia y una mayor presencia de laminaciones yesíferas que “arman” la estructura del suelo. Parte de estos materiales pueden estar enmascarados por Nivel 0.- Relleno antrópico.

A efecto de cálculo, se considera que presenta una resistencia al corte sin drenaje de unos 50 kPa (0,50 kp/cm²) y un registro medio N_{30} de 10 golpes/30 cm. Esta limitación está condicionada por la presencia de intercalaciones arcillosas con un grado de alteración alto.

Se puede considerar un coeficiente de balasto vertical para placa de 30 cm (K_{30}) se estima de 45 MN/m³.

Los parámetros de corte se ponderan con un valor de 10 kPa (0,10 kp/cm²) de cohesión efectiva, frente a un ángulo de rozamiento interno de 28° y una densidad aparente de 1,80 t/m³; de igual modo estos parámetros de corte están ponderados en función el contenido en tramos limosos y el carácter plástico.



Nivel 3.- Marga yesífera: Sustrato mioceno integrado dentro de las facies Peñuela y Peñuela Yesífera formado por la superposición de arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso.

El contenido de yeso varía tanto en profundidad como lateralmente, con tipología nodular sacaroidea, laminar y cristalina.

Presentan registros N₃₀ de rechazo. Esta resistencia a la penetración constituye una identificación como suelos de consistencia dura, en términos generales. Se desarrolla bajo la cota 560,5 a 556,6 m, sirviendo de base a las unidades geotécnicas anteriores.

A efecto de cálculo, se considera que presenta una resistencia al corte sin drenaje de unos 125 a 250 kPa (1,25 a 2,50 kp/cm²) y un registro medio N₃₀ de al menos 30 golpes/30 cm. Esta limitación está condicionada por la presencia de intercalaciones arcillosas de menor resistencia frente a los tramos resistentes laminares de yeso.

El coeficiente de balasto vertical para placa de 30 cm (K₃₀) medio se estima de 140 MN/m³.

Los parámetros de corte se ponderan con un valor de 30 kPa (0,30 kp/cm²) de cohesión efectiva, frente a un ángulo de rozamiento interno de 30° y una densidad aparente de 2,10 t/m³; de igual modo estos parámetros de corte están ponderados en función el contenido en tramos limosos de carácter plástico y de menor resistencia frente a los niveles con mayor contenido en yeso.



Con los resultados obtenidos en los reconocimientos y ensayos de laboratorio realizados, a continuación se indican las características geotécnicas medias estimadas en los diferentes niveles de terreno definidos:

NIVEL	Profundidad m	Cota m	N	γ_{ap} t/m ³	C' kPa	ϕ °	K ₃₀ MN/m ²	E' MPa
Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	1,8 - 8,2	563,6 559,0	<10	1,80	0	30	< 10	< 10
Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa	5,8 - 12,4	559,5 555,6	10	1,80	5	32	20	10 - 15
Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme	5,4 - 8,4	560,5 556,6	10 - 15	1,80	10	28	45	15 - 20
Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura	< 2 - < 12,9	< 560,5 < 560,5	>30	2,10	30	30	140	30 - 70



5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

En este apartado se exponen, en función de las características del terreno existente y de los resultados obtenidos en los reconocimientos efectuados, las diferentes recomendaciones constructivas propuestas para la ejecución de la construcción proyectada, para lo cual se analizan aspectos tales como: localización y características del nivel freático, trabajos de excavación, y tipo de cimentación y tensión admisible del terreno.

5.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO

En la investigación realizada se ha detectado presencia del nivel freático, a lo largo de la realización de la investigación, así como la medida realizada del 2 al 18 de junio del 2.025, a la finalización de los trabajos de campo.

El conjunto de medidas se desarrolla a profundidades relativas con respecto a la cota de boca de los puntos de investigación de 5,5 a 10,5 m, marcando la posición de este nivel en el contacto de los suelos aluviales y de alteración frente al sustrato mioceno yesífero compacto, definiendo la cota 560,5 a 557,0 m. Quedando el nivel más superficial a la cota 560,5 m.

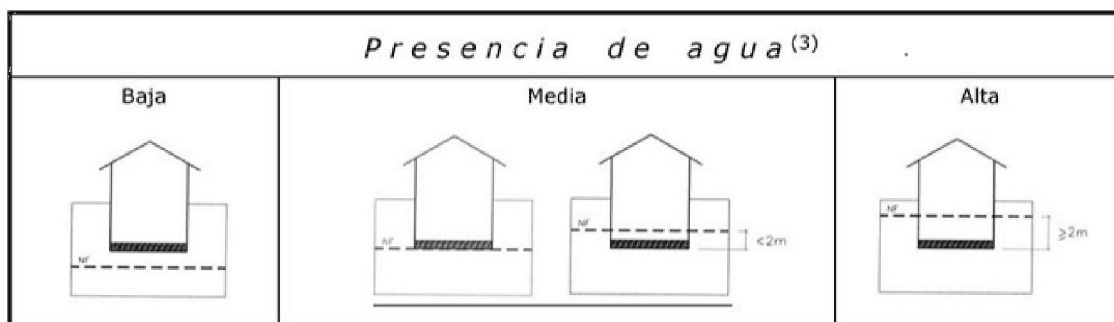
En base a esta situación, dicho nivel freático se encuentra a una cota algo alejada del plano inferior de la edificación. Considerando esta situación, no habrá que prever afección de estos niveles a la excavación, aunque sí tendrá incidencia sobre el empotramiento de la cimentación profunda.

Hay que considerar la posición geomorfológica del emplazamiento de la construcción, situada dentro del régimen aluvial del río Manzanares, por lo el régimen puede modificarse de forma drástica.

Con respecto al potencial hidráulico, coeficiente de permeabilidad (K) estimado del Nivel 0.- Relleno antrópico, definido como suelos con la estructura floja y abierta, se puede considerar un coeficiente de permeabilidad del orden de $1 \cdot 10^{-3}$ m/s (Curso Aplicado de Cimentaciones, 5ª Edición, 1993, Rodríguez Ortiz). Este valor en los suelos aluvial del Nivel 1.- Arena con grava, pasaría a un orden de $1 \cdot 10^{-3}$ a $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Para el sustrato mioceno del Nivel 2.- Arcilla alteada y Nivel 3.- Marga yesífera, de carácter cohesivo se estima un valor del orden de $1 \cdot 10^{-8}$ a $1 \cdot 10^{-11}$ m/s.

De acuerdo con DB HS 1 Protección frente a la humedad, en la situación más desfavorable la posición del nivel freático detectado en la investigación se considera una situación BAJA; cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra por encima del nivel freático.



En función de esta situación partiendo de la Tabla 2.1 del DB HS 1 Protección frente a la humedad, se considera en la situación más desfavorable un grado de impermeabilidad exigida 1.

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros				
Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno (m/s)			
	$>10^{-4}$	$10^{-7} < a$	$<10^{-4}$	$<10^{-7}$
Alta	5	5	4	4
Media	3	2	2	2
Baja	1	1	1	1

De acuerdo con los análisis realizados, los niveles de agua freática presentan agresividad media a fuerte, con ataque XA2 y XA3, por lo que serán necesarias todas las medidas especiales asociadas a los hormigones estructurales en base al Código Estructura/2.021.

5.2. EXCAVACIÓN

La excavación que se realice viene impuesta tanto por la construcción, como por la profundidad que se precise alcanzar para el empotramiento de la cimentación en un sustrato competente.

De acuerdo con la investigación realizada y la superposición de la sección de la construcción, el nivel de sótano proyectado apenas requiere excavación con respecto a la cota actual del terreno, por lo que la excavación a desarrollar es de orden métrico, si bien, estas excavaciones están limitadas por la estructura de la Caja Mágica y la ribera del río Manzanares.



Los suelos afectados por la excavación de la cimentación presentan una resistencia media con lo cual, podrá realizarse con medios mecánicos convencionales.

Para dicha excavación temporal se pueden considerar taludes de 4H:3V (37°) en el tramo inicial donde se excavará sobre el Nivel 0.- Relleno antrópico, pasando a taludes no superiores a 3H:4V (53°) en los suelos aluviales o de alteración del Nivel 1.- Arena con grava.

En todo caso, dicha pendiente del talud será válida para taludes provisionales, para alturas de excavación no superiores a 2,5 a 3,0 m; por lo que la construcción deberá realizarse en el plazo de tiempo más breve posible con el fin de mantener la estabilidad de los taludes recomendados. Y siempre que no exista afloramiento de agua a la excavación.

En la construcción de aquellos elementos que impliquen un sistema de contención, podrá realizarse mediante un muro convencional apoyado sobre la cimentación ejecutada. Siempre teniendo en cuenta las condiciones de contorno de este muro.

Para la estimación de los empujes de las tierras adosadas al trasdós de dicho muro se pueden considerar los siguientes parámetros:

NIVEL	Profundidad m	Cota m	γ_{ap} t/m ³	C' kPa	ϕ °
Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	1,8 - 8,2	563,6 559,0	1,80	0	30
Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa	5,8 - 12,4	559,5 555,6	1,80	5	32
Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme	5,4 - 8,4	560,5 556,6	1,80	10	28

Dichos parámetros se aplicarán de acuerdo a la potencia de los distintos niveles que afecten a la excavación.

5.3. CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta la tipología del proyecto y las características geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo, la cimentación deberá alcanzar el sustrato compacto, descartando una cimentación superficial sobre el relleno antrópico, los suelos aluviales y suelos de alteración, debiendo alcanzar el desarrollo de la cimentación los suelos de resistencia alta del sustrato mioceno compacto del Nivel 3.- Marga yesífera.

Por tanto, el desarrollo del empotramiento debe alcanzar la cota mínima 566,0 a 555,1 m, lo que supone una longitud mínima de unos 2,0 a 12,9 m, con respecto a la superficie topográfica en el momento de realización de la investigación.

En detalle, para cada punto de investigación, en la siguiente tabla se define la cota de empotramiento:

Punto de investigación	Cota boca aprox. (m)	Profundidad empotramiento (m)	Cota empotramiento aprox. (m)
P1	564,5	No considerado	No considerado
P2	564,5	8,0	556,5
P3	565,3	8,0	557,3
P4	568,0	2,0	566,0
P5	567,0	2,0	565,0
S1	565,0	8,9	556,1
S2	568,0	8,0	560,0
S3	565,9	5,9	560,0
S4	564,5	7,5	557,0
S5	565,5	7,7	557,8
S6	568,0	12,9	555,1
S7	566,0	7,2	558,8
S8	565,0	6,5	558,5
Promedio		7,1	559,0

El área con mayor profundidad de empotramiento se localiza en el borde más próximo a la ribera del río Manzanares, disminuyendo la profundidad de empotramiento a medida que se progresa hacia el borde de la estructura de la Caja Mágica.

Cimentación profunda mediante pilotes:

La cimentación profunda mediante pilotes se empotrará en el sustrato del Nivel 3.- Marga yesífera, la profundidad necesaria para superar el tope estructural del elemento de cimentación, sobrepasando las cotas 566,0 a 555,1 m; según la posición de los puntos de investigación.

Para el cálculo de la carga de hundimiento frente a esfuerzos verticales en pilote unitario en la construcción de la cimentación, puede emplearse la formulación que responde a la expresión:

$$q_h = \tau_f A_f + R_p A_p$$

Aplicada para los valores de resistencia del sustrato de forma genérica, se obtienen las resistencias unitarias de hundimiento en fuste (sin minorar) y en punta (sin minorar) de la siguiente tabla en condiciones de resistencia sin drenaje o a corto plazo, por ser estas las más restrictivas y considerando toda la columna litológica con un comportamiento cohesivo:

$$\tau_f = 2,5 N_{30} \text{ (kPa)}$$

$$R_p = 0,2 N_{30} \text{ (MPa)}$$

$$\tau_f = 100 C_u / 100 + C_u \text{ (kPa)}$$

$$R_p = 9 C_u \text{ (MPa)}$$

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	25,0	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	71,4	2,3	> 6 diámetros	< 555,0

De acuerdo con la Tabla 2.1. Coeficiente de seguridad parciales Materiales, del Documento Básico SE-C Seguridad Estructural: Cimientos; para el dimensionamiento por hundimiento se puede considerar un coeficiente de seguridad o de minoración de 2 a 3, para los métodos basados en fórmulas analíticas (corto plazo)

En condiciones de resistencia al corte con drenaje se pueden considerar las resistencias unitarias expresadas en la siguiente tabla:

$$\tau_f = \sigma_v k f \tan \phi \text{ (kPa)}$$

$$R_p = 2,5 \sigma_p N_q \text{ (MPa)}$$

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	30,7	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	80,3	10,0	> 6 diámetros	< 555,0



En este caso considerado a largo plazo, el dimensionamiento por hundimiento se puede estimar aplicando un coeficiente de seguridad o de minoración de 2 a 3 en fuste; y de 3 en punta.

Las resistencias unitarias indicadas están considerando que el desarrollo del pilote es superior a 6 diámetros por debajo de la cota de empotramiento, dentro del sustrato del Nivel 3.- Marga yesífera alcanzando una longitud de al menos unos 14,0 m para desarrollar las resistencias indicadas. Si bien, la profundidad se debe ajustar según los puntos de investigación, así como la carga sobre el pilote.

En la tipología de la construcción de los pilotes deberá considerarse la perforación dentro de los niveles de baja resistencia, de carácter cohesivo y la presencia de niveles yesíferos con mayor o menor resistencia. Así como la presencia del nivel freático. Por tanto dichos pilotes deben contemplar el uso de entubación recuperable, lodos o barrena continua para contener la perforación, y el cambio del útil de corte para la perforación en materiales de baja y alta resistencia.

Debido a las características del perfil estratigráfico, con una variabilidad relativa en cada uno de los puntos de investigación se puede considerar una cimentación profunda mediante pilotes hincados. El nivel de empotramiento de esta cimentación se ajusta en cada punto en función de la resistencia del propio pilote que constituye un propio ensayo de resistencia.

La resistencia unitaria en fuste y punta de dichos elementos se puede evaluar partiendo de la resistencia unitaria a corto plazo indicada previamente, considerando un factor de corrección para la resistencia unitaria por punta del pilote perforado igual a 1, y en el caso de la resistencia por fuste del pilote perforado se considera un factor de corrección de 0,9 por estar construido por un pilote prefabricado de hormigón.

La resistencia unitaria queda reflejada aplicando estos factores de corrección a:

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	22,5	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	64,3	2,3	A rechazo	< 555,0

Estos valores son válidos para pilotes hincados de hormigón o madera, reduciendo la resistencia por fuste al 0,6 en el caso que los pilotes hincados sean metálicos.

Debido a la variabilidad indicada en las secciones geotécnicas, estos parámetros se consideran como valores medios ajustados a un perfil teórico.



En esta tipología de cimentación mediante pilotes hincados se recomienda que se realicen distintos pilotes de prueba en los puntos más desfavorables del perfil geotécnico.

5.4. SOLERAS

En la construcción de la solera y pavimentación en el interior, debido a la presencia de suelos antrópicos, para evitar daños se recomienda un saneo previo de los materiales, lo que supondría retirar al menos 0,8 a 1,2 m.

Una vez realizado el saneo completo, el fondo de esta excavación debe ser compactado con los medios más enérgicos disponibles, con el fin de mejorar su capacidad portante, para después construir un relleno estructural que sirva de base de la solera.

En este acondicionamiento o mejora previa puede realizarse mediante zahorra artificial o natural (grava); suelo tipo PG-3 Orden FOM/1382/2002; o mediante hormigón de limpieza, así como las posibles combinaciones entre materiales. Como alternativa se puede realizar un tratamiento mediante la mezcla de cal sobre los niveles cohesivos.

En caso que sea del tipo terraplén, debe cumplir al menos con las condiciones de suelo adecuado, cumpliendo lo marcado en el PG-3 Orden FOM/1382/2002.

Los materiales de la construcción del relleno estructural se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Salvo especificación en contra del Proyecto o de la Dirección de Obra, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a 20 a 25 cm. Este material deberá ser compactado hasta alcanzar una densidad "in situ" igual o superior al 95% de la máxima del ensayo Proctor Normal.

5.5. OTRAS CONSIDERACIONES

Cimentación de grúas:

Para la cimentación de grúas, se deberán seguir los mismos criterios ya indicados en los apartados anteriores.



La tensión admisible obtenida en los cálculos realizados, únicamente cumple la condición de hundimiento, por lo que no se han tenido en cuenta las condiciones de vuelco y deslizamiento, puesto que se desconocen los momentos flectores que afectan a la grúa.

En ambas situaciones la tensión admisible será correcta si la transmisión de estos momentos es adecuada a las dimensiones del dado de cimentación que se pretende construir; y si los esfuerzos máximos que se producen no superan la carga admisible calculada para el subsuelo y no se produce, por tanto, el vuelco del apoyo que sostiene la grúa torre.



6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Como resumen de lo expuesto en apartados anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El terreno está constituido por un sustrato aluvial arenoso sobre niveles miocenos de facies peñuela y peñuela yesífera.

Se diferencian los siguientes niveles:

Nivel 0.- Relleno antrópico: Suelo antrópico formado por arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología. Se desarrolla hasta la cota 563,6 a 559,0 m.

Nivel 1.- Arena con grava: Sustrato aluvial representado por arena algo limosa no plástica con grava marrón oscura y limo arenoso de plasticidad media marrón.

Presenta registros a la penetración estándar algo irregulares, registrando valores N_{30} de 7 a 12 golpes/30 cm; y valores N_{20} medios de 5 a 10 golpes/20 cm. Considerando el conjunto un suelo de compacidad floja a medianamente densa.

Se desarrolla por debajo de la cota a 563,6 a 559,0 m, alcanzando las cotas 559,5 a 555,6 m.

Nivel 2.- Arcilla alteada: Sustrato mioceno alterado representando por la arcilla de plasticidad alta pardo verdosa con nódulos yesíferos. Los nódulos de yeso están compuestos por yeso sacaroideo

Presentan registros N_{30} de 14 a 18 golpes/30 cm, y valores N_{20} medios superiores a 10 a 15 golpes/20 cm. Esta resistencia a la penetración constituye una identificación como suelos de consistencia firme.

Se desarrolla bajo la cota 559,5 a 555,6 m, alcanzando la cota 560,5 a 556,6 m.

El límite con el sustrato mioceno compacto no es neto, sino que se delimita con un aumento progresivo en la resistencia y una mayor presencia de laminaciones yesíferas que “arman” la estructura del suelo.

Nivel 3.- Marga yesífera: Sustrato mioceno formado por la superposición de arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso. El contenido de yeso varía tanto en profundidad como lateralmente, con tipología nodular sacaroidea, laminar y cristalina.



Presentan registros N_{30} de rechazo. Esta resistencia a la penetración constituye una identificación como suelos de consistencia dura, en términos generales.

Se desarrolla bajo la cota 560,5 a 556,6 m, sirviendo de base a las unidades geotécnicas anteriores.

Con los resultados obtenidos en los reconocimientos y ensayos de laboratorio realizados, a continuación se indican las características geotécnicas medias estimadas en los diferentes Niveles de terreno definidos:

NIVEL	Cota m	N	γ_{ap} t/m ³	C' kPa	ϕ °	K_{30} MN/m ³	E' MPa
Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	563,6 559,0	<10	1,80	0	30	< 10	< 10
Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa	559,5 555,6	10	1,80	5	32	20	10 - 15
Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme	560,5 556,6	10 – 15	1,80	10	28	45	15 - 20
Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla plástica con yeso laminar y nodular Dura	< 560,5 < 560,5	>30	2,10	30	30	140	30 - 70

Localización y características del nivel freático:

En la investigación realizada se ha detectado presencia del nivel freático, a lo largo de la realización de la investigación, así como la medida realizada del 2 al 18 de junio del 2025, a la finalización de los trabajos de campo.

El conjunto de medidas se desarrolla a profundidades relativas con respecto a la cota de boca de los puntos de investigación de 5,5 a 10,5 m, marcando la posición de este nivel en el contacto de los suelos aluviales y de alteración frente al sustrato mioceno yesífero compacto, definiendo la cota 560,5 a 557,0 m. Quedando el nivel más superficial a la cota 560,5 m.

En base a esta situación, dicho nivel freático se encuentra a una cota algo alejada del plano inferior de la edificación. Considerando esta situación, no habrá que prever afección de estos niveles a la excavación, aunque sí tendrá incidencia sobre el empotramiento de la cimentación profunda.



Hay que considerar la posición geomorfológica del emplazamiento de la construcción, situada dentro del régimen aluvial del río Manzanares, por lo el régimen puede modificarse de forma drástica.

Con respecto al potencial hidráulico, coeficiente de permeabilidad (K) estimado de los suelos donde se desarrolla el proyecto, para el Nivel 0.- Relleno antrópico, se puede considerar un coeficiente de permeabilidad del orden de $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Este valor en los suelos del Nivel 1.- Arena con grava, se considera del orden de $1 \cdot 10^{-3}$ a $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. En el sustrato mioceno del Nivel 2.- Arcilla alteada y Nivel 3.- Marga yesífera se estima un valor del orden de $1 \cdot 10^{-8}$ a $1 \cdot 10^{-11}$ m/s.

Excavación:

Los suelos afectados por la excavación de la cimentación presentan una resistencia media con lo cual, podrá realizarse con medios mecánicos convencionales.

Para dicha excavación temporal se pueden considerar taludes de 4H:3V (37°) en el tramo inicial donde se excavará sobre el Nivel 0.- Relleno antrópico, pasando a taludes no superiores a 3H:4V (53°) en los suelos aluviales o de alteración del Nivel 1.- Arena con grava.

En la construcción de aquellos elementos que impliquen un sistema de contención, podrá realizarse mediante un muro convencional apoyado sobre la cimentación ejecutada. Siempre teniendo en cuenta las condiciones de contorno de este muro.

Para la estimación de los empujes de las tierras adosadas al trasdós de dicho muro se pueden considerar los siguientes parámetros:

NIVEL	Cota m	γ_{ap} t/m ³	C' kPa	ϕ °
Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa con abundantes escombros Floja	563,6 559,0	1,80	0	30
Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa con grava Floja a medianamente densa	559,5 555,6	1,80	5	32
Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta con nódulos yesíferos Firme	560,5 556,6	1,80	10	28

Cimentación profunda mediante pilotes:

Teniendo en cuenta la tipología del proyecto y las características geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo, la cimentación deberá alcanzar el sustrato compacto, descartando una cimentación superficial sobre el relleno antrópico, los suelos aluviales y suelos de alteración, debiendo alcanzar el desarrollo de la cimentación los suelos de resistencia alta del sustrato mioceno compacto del Nivel 3.- Marga yesífera.

Por tanto, el desarrollo del empotramiento debe alcanzar la cota mínima 566,0 a 555,1 m, lo que supone una longitud mínima de unos 2,0 a 12,9 m.

En detalle, para cada punto de investigación, en la siguiente tabla se define la cota de empotramiento:

Punto de investigación	Cota boca aprox. (m)	Profundidad empotramiento (m)	Cota empotramiento aprox. (m)
P1	564,5	No considerado	No considerado
P2	564,5	8,0	556,5
P3	565,3	8,0	557,3
P4	568,0	2,0	566,0
P5	567,0	2,0	565,0
S1	565,0	8,9	556,1
S2	568,0	8,0	560,0
S3	565,9	5,9	560,0
S4	564,5	7,5	557,0
S5	565,5	7,7	557,8
S6	568,0	12,9	555,1
S7	566,0	7,2	558,8
S8	565,0	6,5	558,5
Promedio		7,1	559,0

La resistencia unitaria en el sistema de contención se puede considerar los siguientes valores en condiciones de sin drenaje y con drenaje.

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	25,0	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	71,4	2,3	> 6 diámetros	< 555,0

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	30,7	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	80,3	10,0	> 6 diámetros	< 555,0

Como alternativa, para una cimentación mediante pilotes hincados o estructuras hincadas de apoyo, se pueden considerar los siguientes valores de resistencia unitaria.

Nivel	τ_f (kPa)	R_p (MPa)	Espesor (m)	Cota media base
Nivel 0	- - -	- - -	7,0	559,0
Nivel 1 y 2	22,5	- - -	4,0	555,0
Nivel 3	64,3	2,3	A rechazo	< 555,0

Agresividad:

En principio, de acuerdo con los análisis realizados, será necesaria la utilización de cementos especiales resistentes a la acción de los sulfatos en la formación de los hormigones en contacto con el terreno, atendiendo a un ambiente de agresividad media, XA2.

De igual modo, en aquellas estructuras sometidas al contacto con el nivel freático, habrá que considerar una agresividad media a fuerte, con ataque XA2 y XA3.

Por tanto, siguiendo el Código Estructural-2.021 en vigor, con estos resultados, será necesaria la utilización de cementos especiales adecuados a un ambiente XA3, ataque fuerte; en todos los elementos estructurales.



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

Las recomendaciones anteriores se basan en prospecciones puntuales. Si se observan durante la fase de ejecución diferencias con lo aquí descrito, se nos deberá comunicar por si hubiese que establecer alguna recomendación complementaria.

Humanes de Madrid, julio del 2.025



Fdo.: JESÚS FCO. RODRÍGUEZ DE GUZMÁN

Geólogo

Colegiado nº 2.704

Fdo.: ALFREDO COMENDADOR COLORADO

Director del Laboratorio

Colegiado nº 3.635

Laboratorio con Declaración Responsable: MAD-L-002, según RD410/2010

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107. Sección 8. Hoja M-257619. Inscripción 2ª

Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L. Calle Adelfa nº11, Pol. Ind. "Los Calahorros IV". 28970 - Humanes de Madrid (Madrid)



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJOS A LA MEMORIA

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



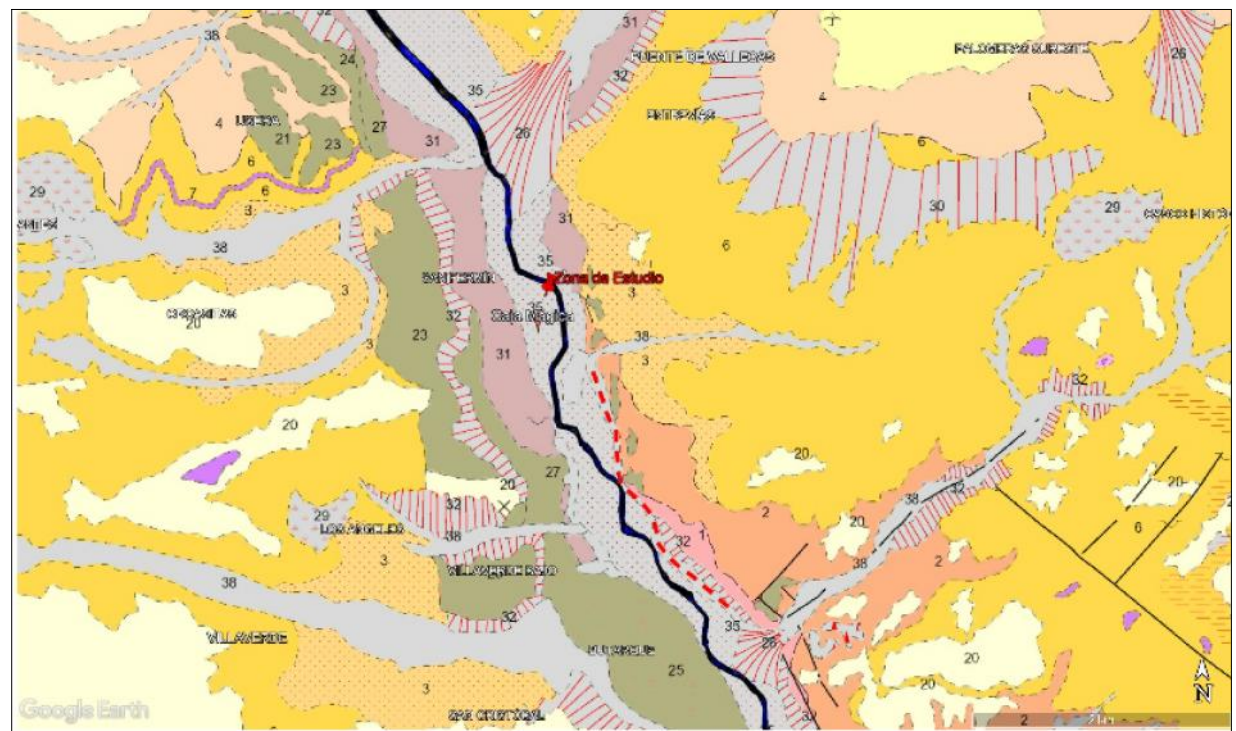
914 920 220

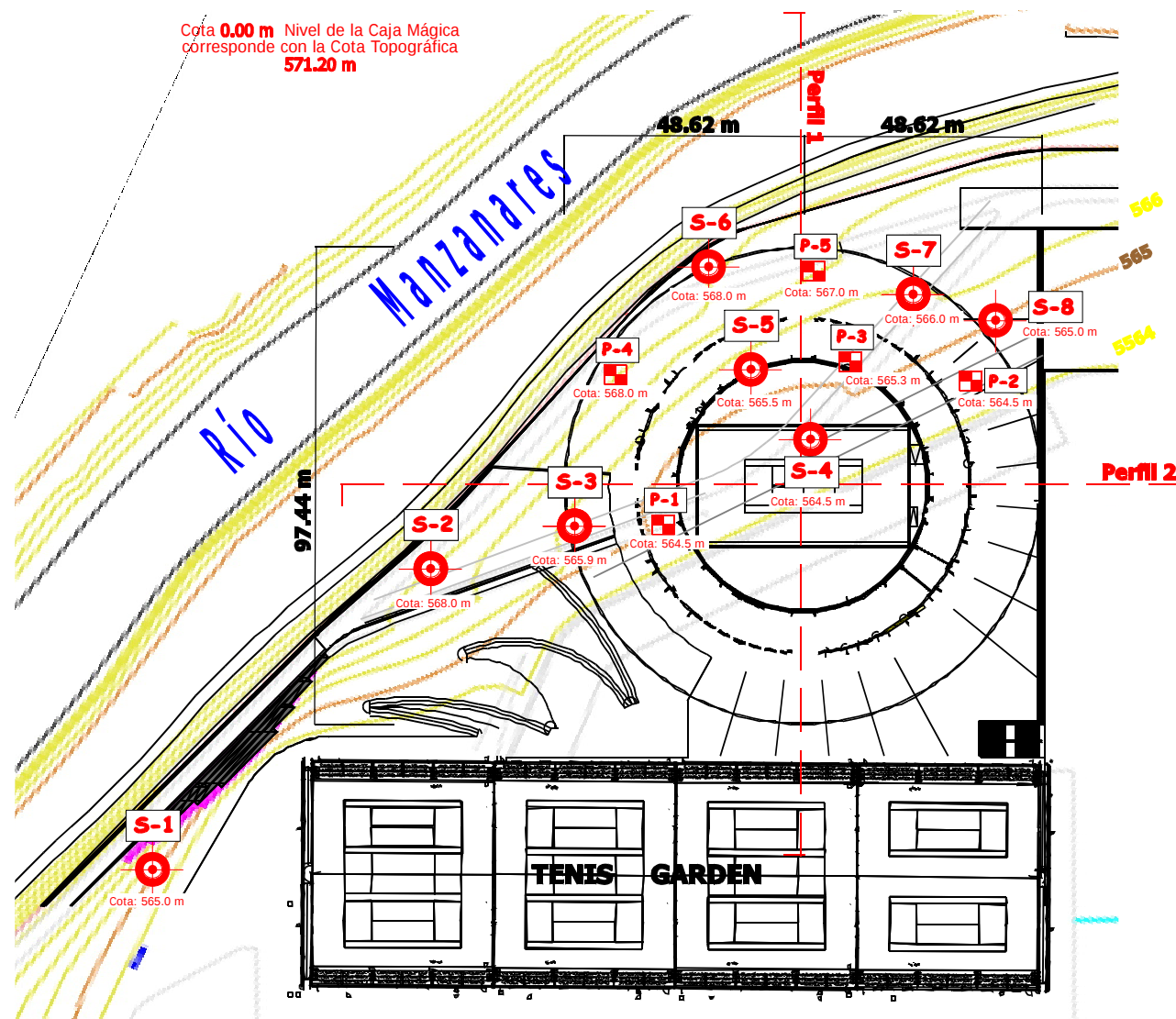
638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJO N°1.- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764





Leyenda



Sondeo a Rotación Mecánica



Ensayo de Penetración Dinámica



Proyecto: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**
Camino de Perales nº 23. Madrid.

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Referencia: **EG-202504/31764**

Fecha: Julio - 2.025

PLANO SITUACIÓN PUNTOS RECONOCIMIENTO



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJO N°2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
3	16/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 1**

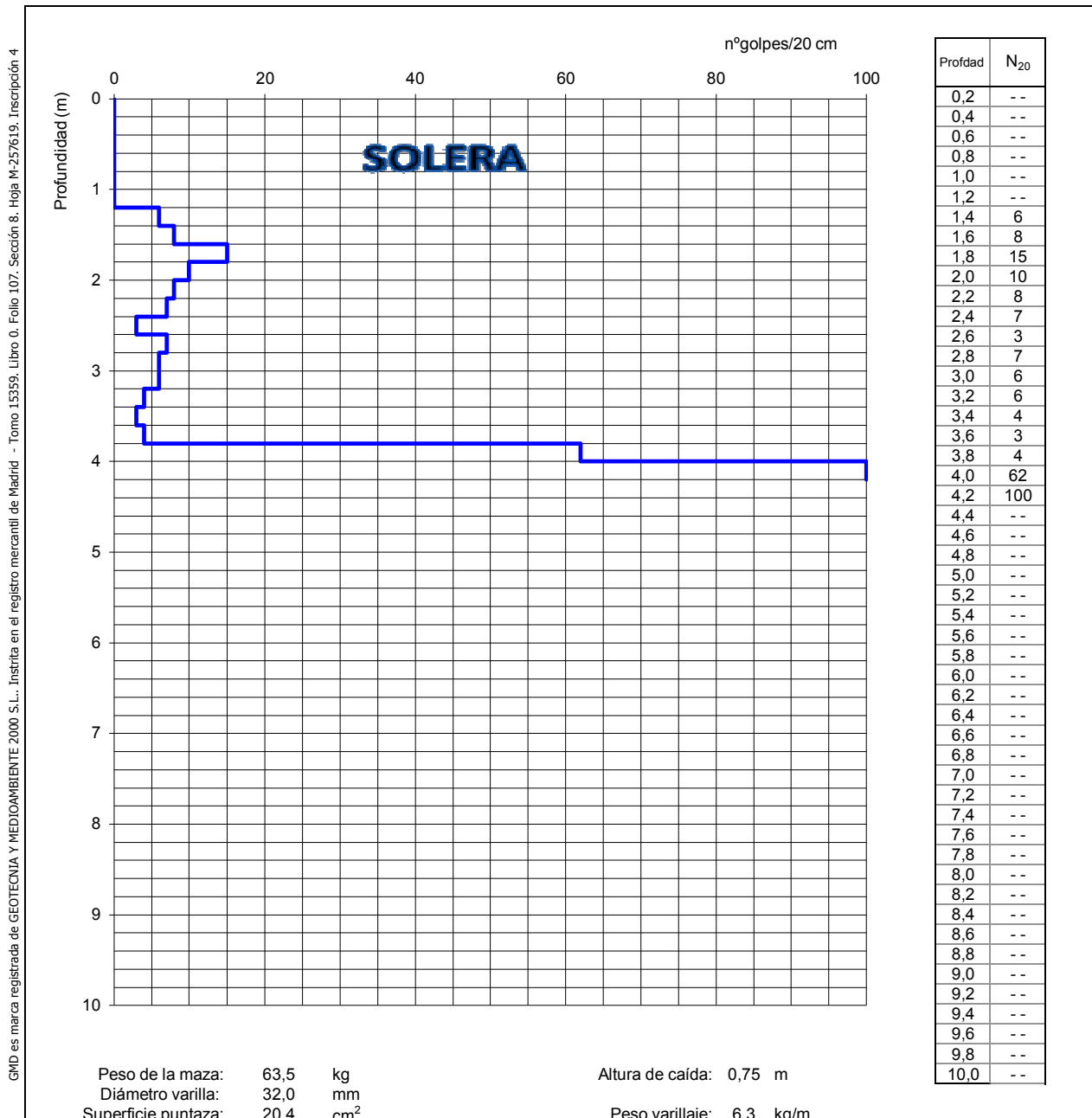
OBRA:

Fecha: 14/06/2025

NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
2	04/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 2**

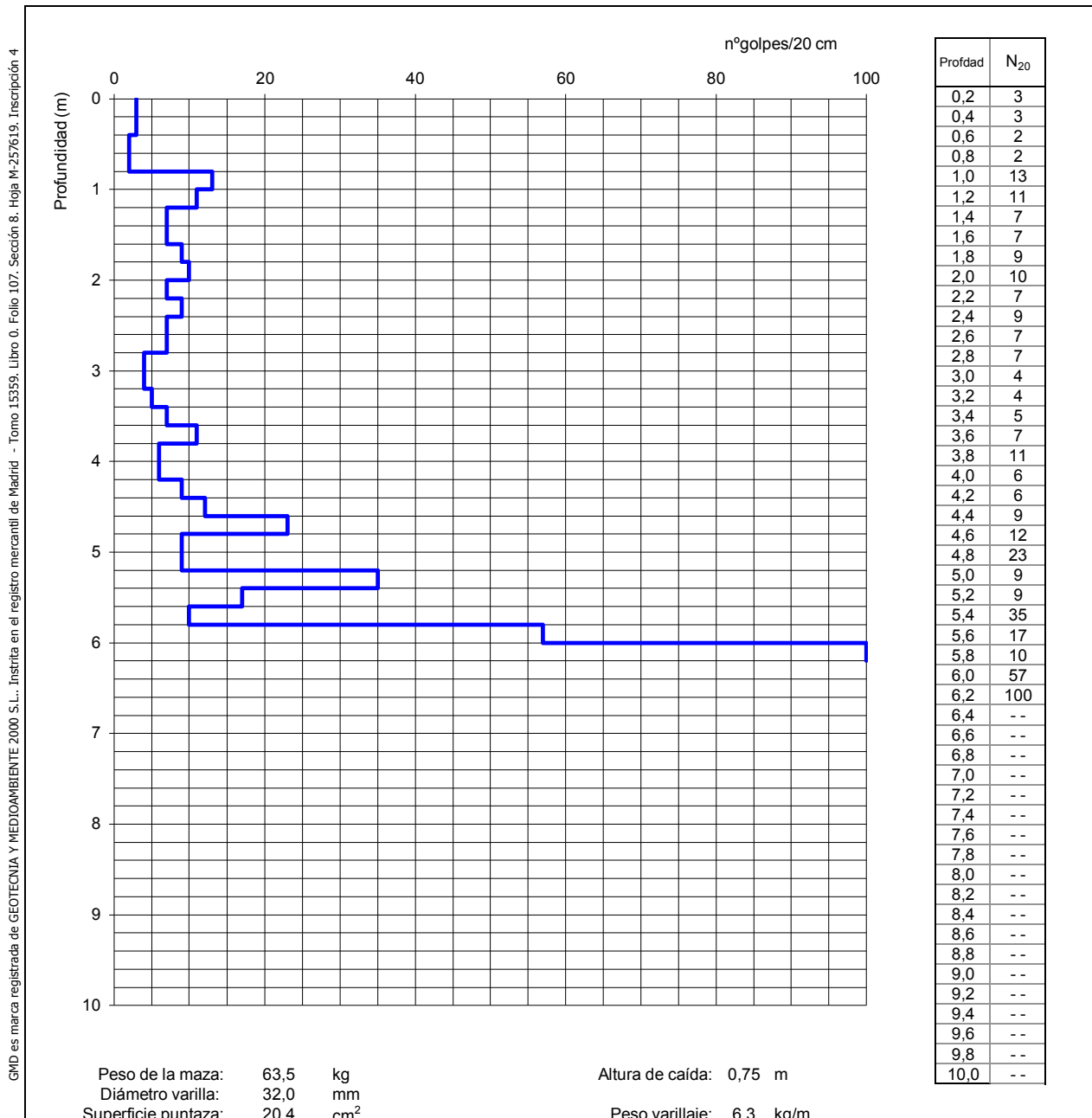
OBRA:

Fecha: 04/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
4	16/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 3**

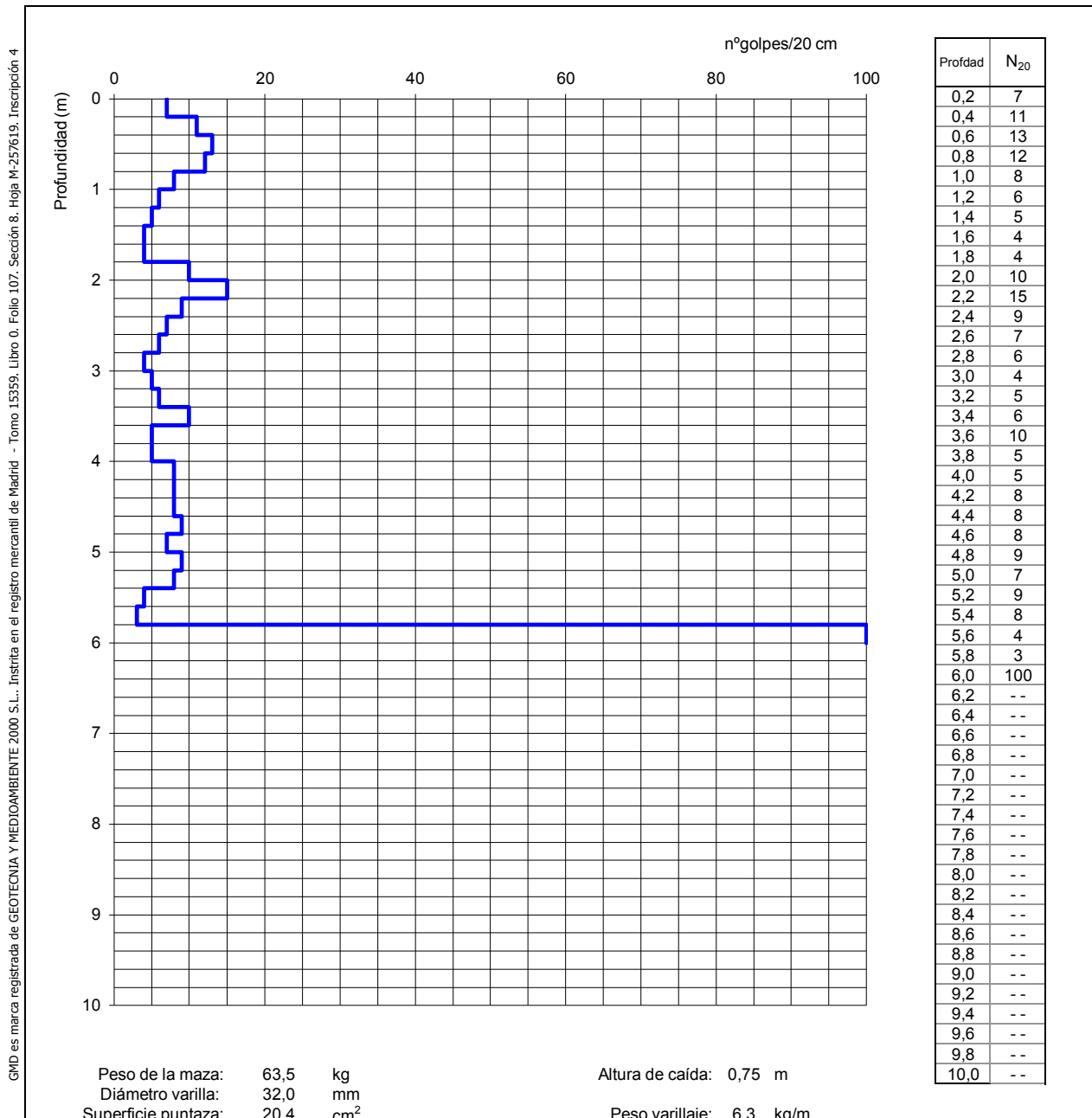
OBRA:

Fecha: 14/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
http://www.geotecnia.org

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
1	04/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 4**

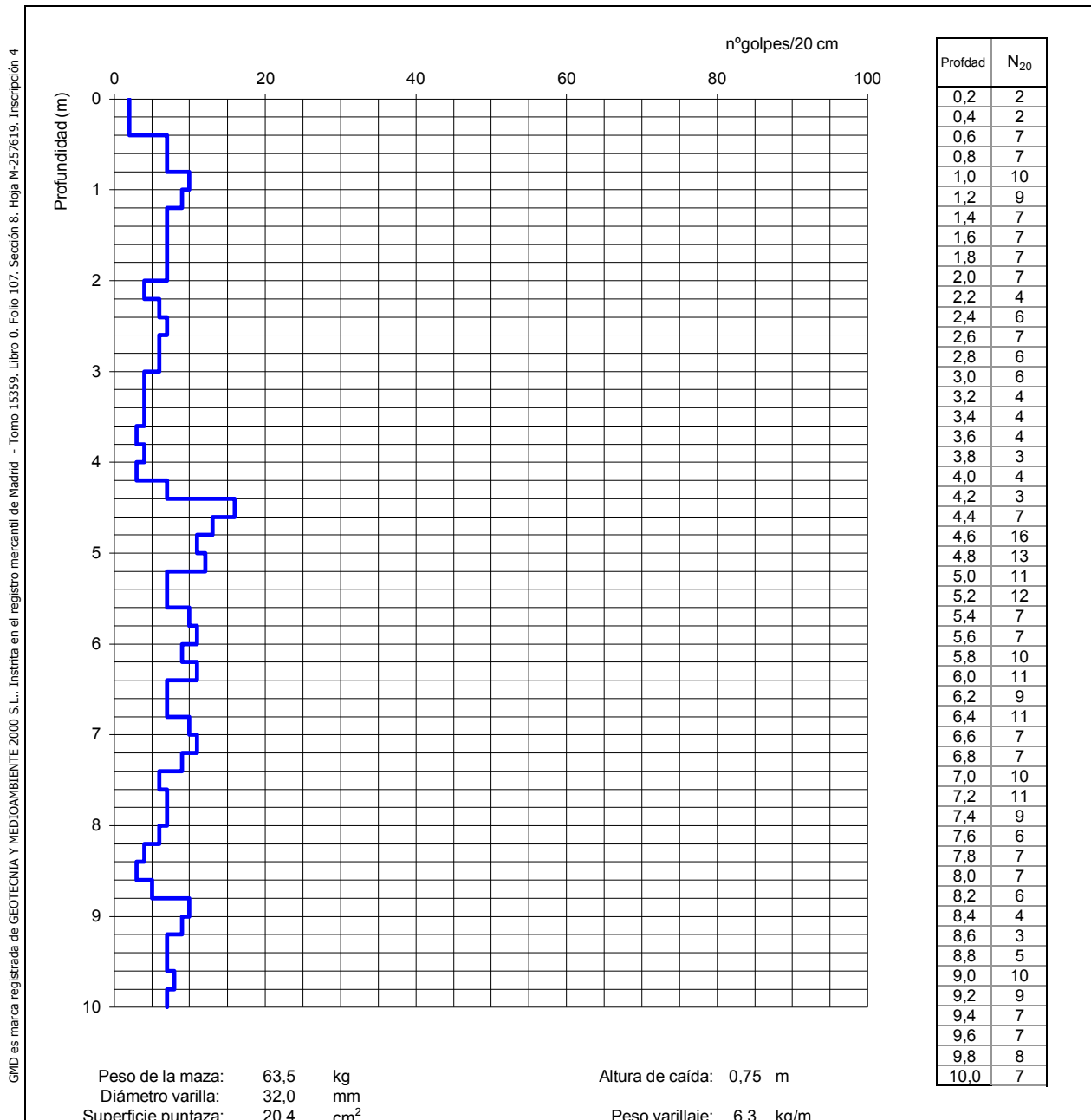
OBRA:

Fecha: 04/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
http://www.geotecnia.org

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
1	04/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 4**

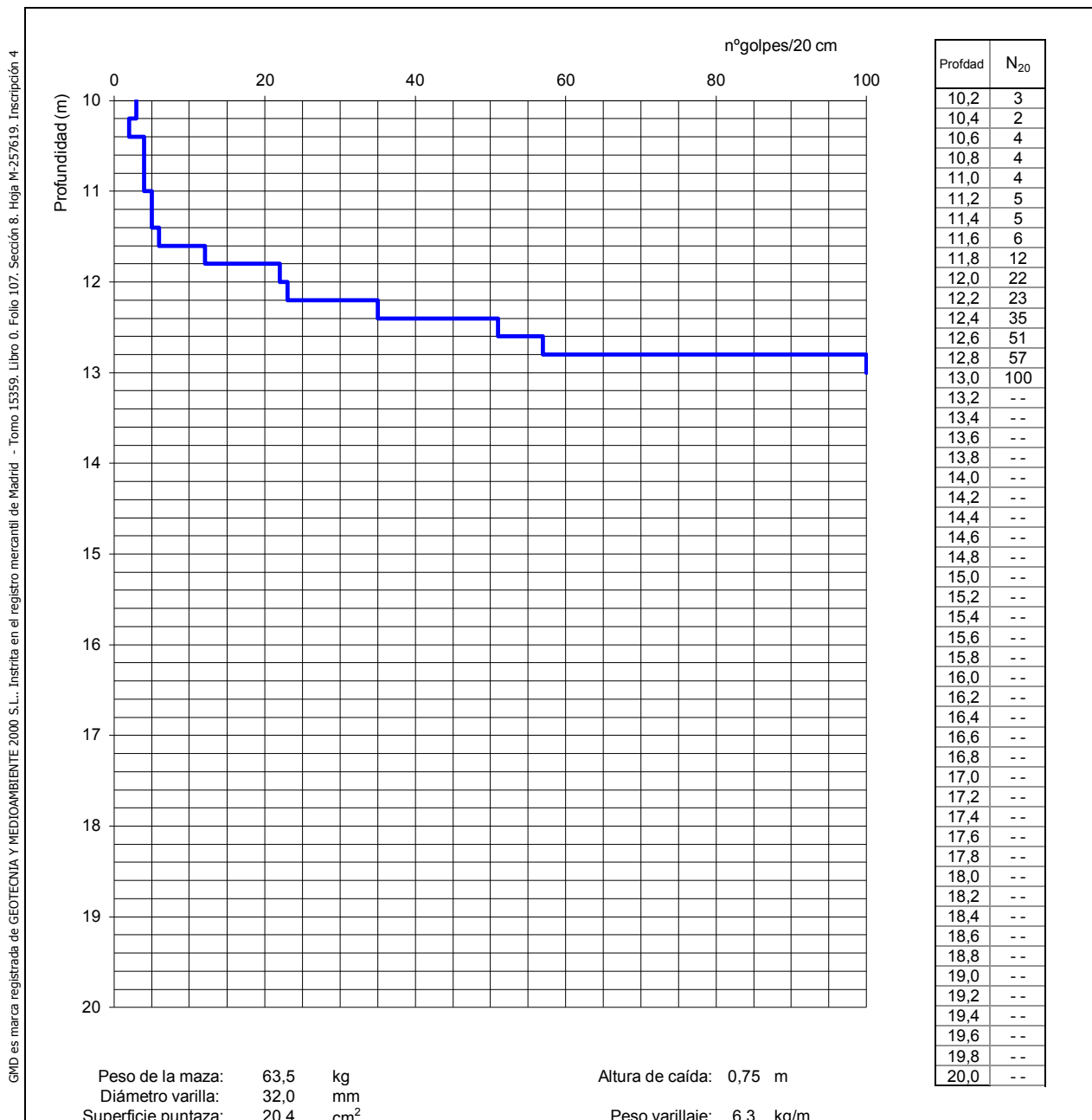
OBRA:

Fecha: 04/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
5	16/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 5**

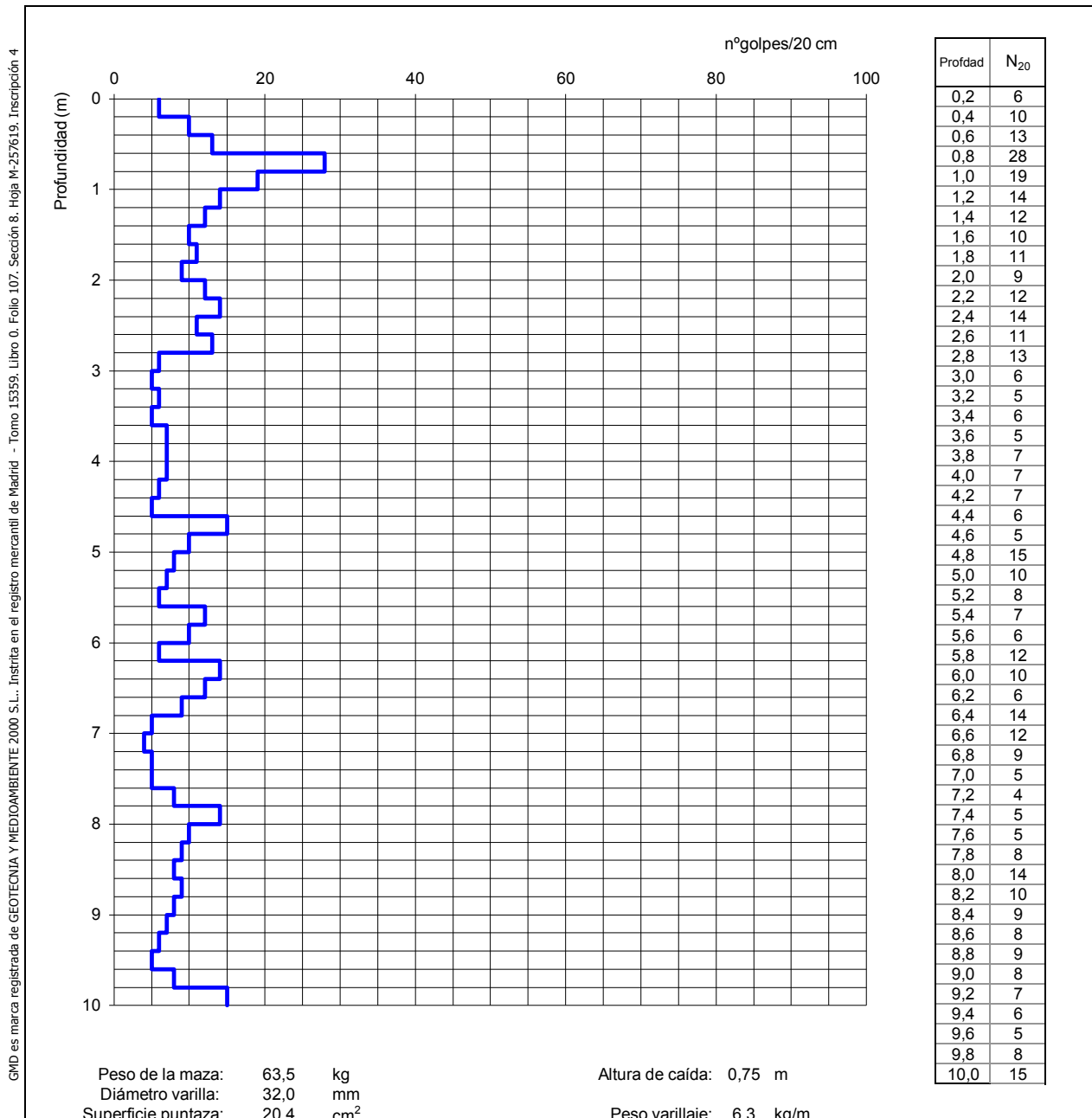
OBRA:

Fecha: 14/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid (Madrid)
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA:	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
5	16/06/2025	2025/4676	31764

Ensayo: **P- 5**

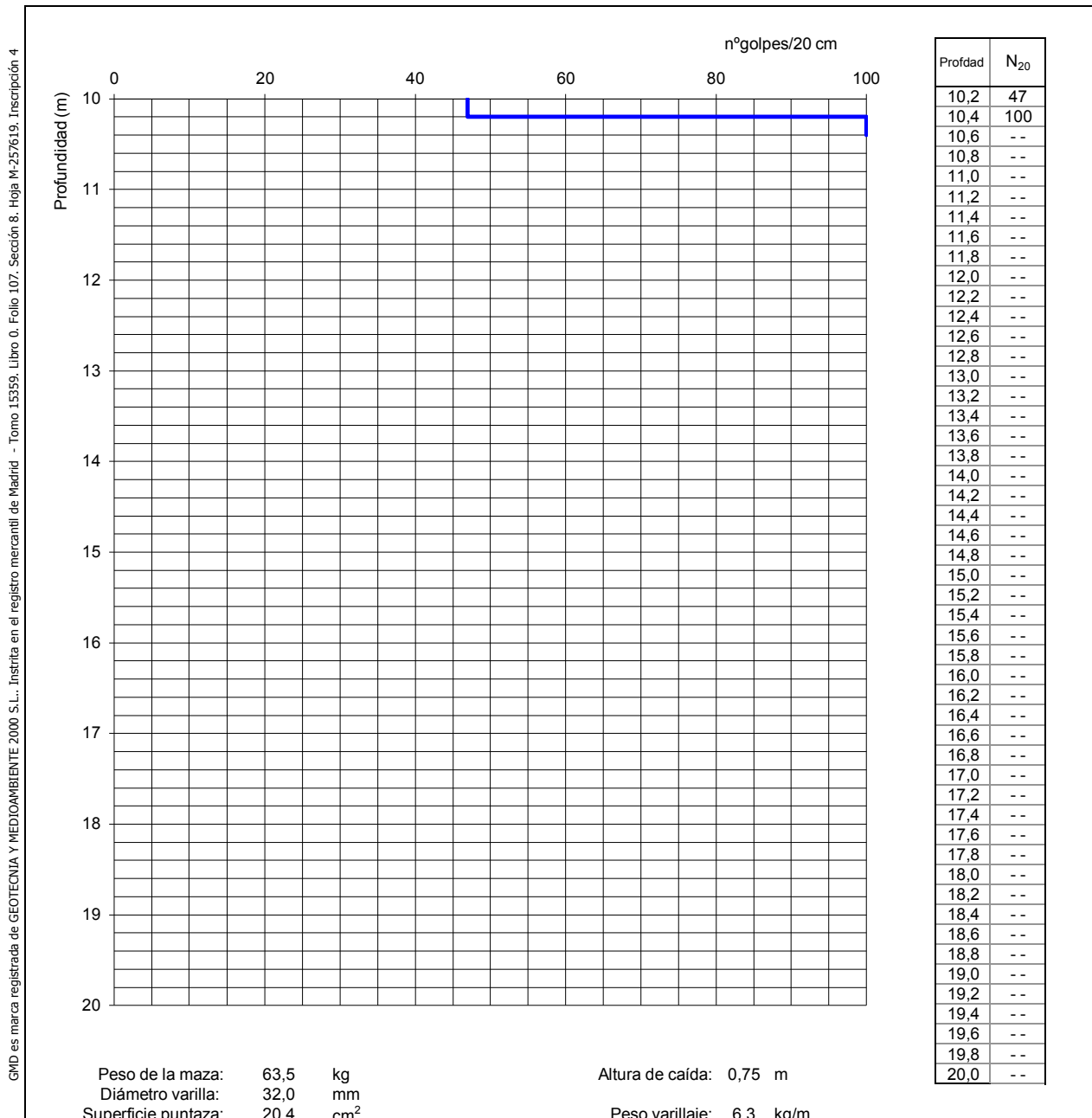
OBRA:

Fecha: 14/06/2025

**NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MAGICA
(MADRID)**

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002. Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

Esté informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJO N°3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS Y PERFILES LITOLÓGICO



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **02 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

Cota: **565.0 m**

Nivel Freático: **- 8.00 m**

SONDEO

S-1

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)	
6.00	6.0	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja	3.00 m													 
		2.00 m			3.60 m	SPT	5	7	7	8	14							
		4.00 m			6.00 m													
		6.00 m			6.60 m	SPT	9	11	11	11	14							
8.40	2.4	8.00 m	NIVEL FREÁTICO	Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta pardo verdosa con yeso sacaroideo. Firme	7.30 m	T						37.09	52.61	26.70	84.14	CH	1566	 
					7.60 m													
					9.00 m	SPT	46	50 R			R							
					9.20 m													
21.6		10.00 m		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	13.00 m													 
		12.00 m			13.30 m	T										CS = 11.92 Kp/cm ²	5783	
		14.00 m			15.00 m													
		16.00 m			15.10 m	SPT	50 R				R							
		18.00 m			20.20 m													
		20.00 m			20.50 m	T										CS = 127.05 Kp/cm ²		
		22.00 m																
		24.00 m																
		26.00 m																
		28.00 m																
30.00		30.00 m																



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **04 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

Cota: **568.0 m**

Nivel Freático: **- 10.50 m**

SONDEO

S-2

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)	
7.50	7.5	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja														 
		2.00 m			3.00 m													
		4.00 m			3.60 m	SPT	5	12	8	6	20							
		6.00 m			6.00 m													
22.5		8.00 m	NIVEL FREÁTICO	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	6.60 m	SPT	8	6	7	7	13							 
		10.00 m			9.00 m													
		12.00 m			9.10 m	SPT	5.0 R				R							
		14.00 m			11.00 m													
		16.00 m			11.30 m	T											3168	
		18.00 m																
		20.00 m			15.00 m													
		22.00 m			15.10 m	SPT	5.0 R				R							
		24.00 m																
		26.00 m																
		28.00 m																
		30.00 m			23.00 m													
					23.30 m	T										CS=25.61 Kp/cm ²	10335	 



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **06 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

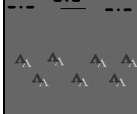
Cota: **565.9 m**

Nivel Freático: **seco**

SONDEO

S-3

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS				
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)					
2.60	2.6	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con fragmentos de escombros. Floja														 				
	2.8	2.00 m																				
5.40		4.00 m		Nivel 2.- Arcilla alteada Arcilla de plasticidad alta pardo verdosa con nódulos yesíferos	3.00 m													 				
		4.30 m		T								31.88	52.53	21.83	84.72	CH	1581					
	24.6	6.00 m		sacaroideos. Firme	6.00 m														 			
		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino		6.20 m	SPT	47	50 R			R												
		8.00 m																		 		
		10.00 m																				
		12.00 m																			 	
		14.00 m																				
		16.00 m																			 	
		18.00 m																				
		20.00 m																				 
		22.00 m																				
		24.00 m																				 
		26.00 m																				
30.00		28.00 m			18.20 m													 				
		30.00 m		T											CS = 34.43 Kp / cm ²				 			



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **09 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

Cota: **564.5 m**

Nivel Freático: **seco**

SONDEO

S-4

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS	
							15cm	15cm	15cm	15cm	N 30	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sultatos (mg/kg)		
3.00	3.0	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con fragmentos de escombros. Floja	3.00 m														
		2.00 m																	
7.00	4.0	4.00 m		Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa no plástica con grava marrón oscura y limo arenoso de plasticidad media marrón	3.60 m	SPT	3	3	5	6	8								
		4.00 m																	
		6.00 m																	
		6.00 m																	
23.0		6.00 m		Floja a medianamente densa	6.10 m	SPT	50 R												
		8.00 m		Arena gruesa cuarcítica. Grava 2 a 6 cm subredondeada cuarcítica															
		10.00 m		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso															
		12.00 m		Dura															
		14.00 m		Yeso sacaroideo, laminar o cristalino															
		16.00 m																	
		18.00 m																	
		18.40 m																	
		18.60 m		SPT	52	50 R													
		20.00 m																	
30.00		22.00 m																	
		24.00 m																	
		26.00 m																	
		28.00 m																	
		30.00 m																	



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **10 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

Cota: **565.5 m**

Nivel Freático: **- 7.50 m**

SONDEO

S-5

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)	
6.00	6.0	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja	3.00 m													 
		2.00 m			3.60 m	SPT	6	9	9	11	18							
7.20	1.2	4.00 m		Nivel 1.- Arena con grava	6.00 m													 
		6.00 m			6.60 m	SPT	4	5	7	5	12							
		8.00 m	NIVEL FREÁTICO	Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	9.30 m													 
		10.00 m			9.65 m	SPT	30	33	50 R		R							
		12.00 m																 
		14.00 m			16.00 m													
		16.00 m			16.30 m	T												 
		18.00 m																
		20.00 m																 
		22.00 m			22.00 m													
		24.00 m			22.30 m	T						19.38	46.47	22.22	99.27	CL	9804	 
		26.00 m																
		28.00 m																
		30.00 m																



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **12 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

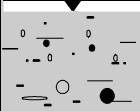
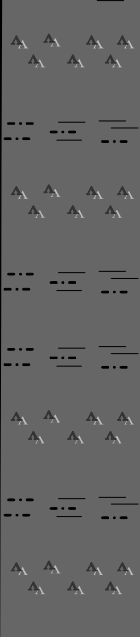
Cota: **568.0 m**

Nivel Freático: **- 8.80 m**

SONDEO

S-6

Profundidad del Sondeo: **30.40 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)	
8.20	8.2	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja	3.00 m													 
		2.00 m			3.60 m	SPT	3	4	4	5	8							
		4.00 m			6.00 m													
		6.00 m			6.60 m	SPT	8	8	6	7	14							
12.40	4.2	8.00 m	NIVEL FREÁTICO 	Nivel 1.- Arena con grava Arena algo limosa no plástica con grava marrón oscura y limo arenoso de plasticidad media marrón. Floja a medianamente densa	9.00 m													 
		10.00 m			9.60 m	SPT	3	3	4	5	7							
		12.00 m			10.00 m	HA						8.46	0.00	0.00	8.47	SW-SH	6143	
					10.30 m													
30.40	18.0	14.00 m		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	12.40 m													 
		16.00 m			12.60 m	SPT	37	50	R		R							
		18.00 m			29.80 m							18.53	46.71	23.50	99.47	CL	9627	
		20.00 m			30.10 m	T												
		22.00 m																
		24.00 m																
		26.00 m																
		28.00 m																
		30.00 m																



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **16 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

Cota: **566.0 m**

Nivel Freático: **- 5.50 m**

SONDEO

S-7

Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sulfatos (mg/kg)	
5.40	5.4	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja	3.00 m													
		2.00 m			3.60 m	SPT	3	6	8	8	14							
6.70	1.3	4.00 m	NIVEL FREÁTICO	Nivel 1.- Arena con grava	6.00 m	HA						5.46	0.00	0.00	7.36	SW-SH	4288	
		6.00 m			6.30 m	SPT	15	50 R			R							
30.00	23.3	8.00 m		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	19.00 m													
		10.00 m			19.30 m	T												
		12.00 m																
		14.00 m																
		16.00 m																
		18.00 m																
		20.00 m																
		22.00 m																
		24.00 m																
		26.00 m			25.50 m													
		28.00 m			25.80 m	T						17.99	46.46	29.04	36.14	GM	10443	
		30.00 m			27.00 m													
					27.20 m	SPT	41	50 R			R							



Referencia: **EG - 202504/31764**

Código Laboratorio: **G-24851-25**

Obra: **Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.**

Peticionario: **Madrid Destino Cultura, Turismo y Negocio, S.A.**

Fecha: **18 de Junio de 2.025**

Perforación, rotación mediante batería y obtención de testigo continuo

Máquina: **ROLATEC RL - 48 (221)**

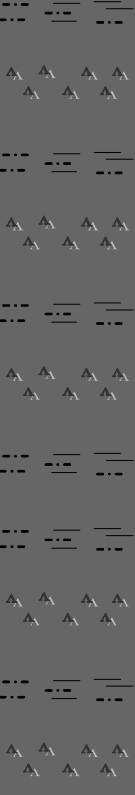
Cota: **565.0 m**

Nivel Freático: **- 6.20 m**

SONDEO

S-8

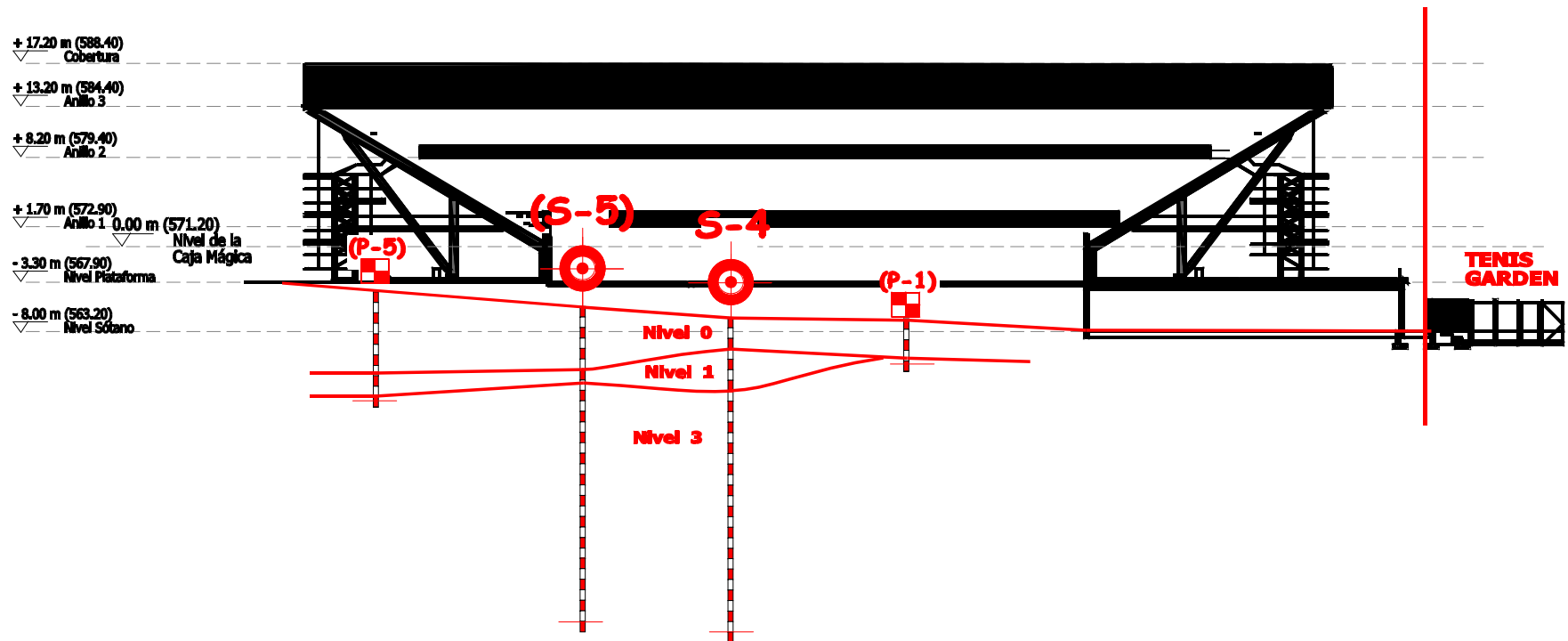
Profundidad del Sondeo: **30.00 m**

Profundidad (m)	Potencia (m)	Escala (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	Profundidad (m)	SPT / TIPO DE MUESTRA	NÚMERO DE GOLPES					ENSAYOS DE LABORATORIO						FOTOS CAJAS SONDEOS
							15cm	15cm	15cm	15cm	N ₃₀	Humedad natural	Límite Líquido	Límite Plástico	% pasa T-0.080	Clasificación U.S.C.S.	Sultatos (mg/kg)	
5.80	5.8	0.00 m		Nivel 0.- Relleno antrópico Arena arcillosa marrón con abundantes fragmentos de escombros de distinta tipología Floja	3.00 m													 
		2.00 m			3.60 m	SPT	4	3	3	4	6							
6.20	0.4	4.00 m			6.00 m													 
		6.00 m	NIVEL FREÁTICO	Nivel 1.- Arena con grava	6.40 m	SPT	15	34	50 R		R							
30.00	23.8	8.00 m		Nivel 3.- Marga yesífera Alternancia arcilla de plasticidad alta pardo negruzca con intercalaciones centimétricas a decimétricas laminares y nodulares de yeso Dura Yeso sacaroideo, laminar o cristalino	10.60 m													 
		10.00 m			10.90 m	T												
		12.00 m																
		14.00 m																
		16.00 m																
		18.00 m																
		20.00 m																
		22.00 m																
		24.00 m																
		26.00 m																
		28.00 m																
		30.00 m																

Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.

Camino de Perales nº 23. Madrid.

Perfil 1



Cota mínima de empotramiento cimentación 566,0 a 555,1 m

LEYENDA:

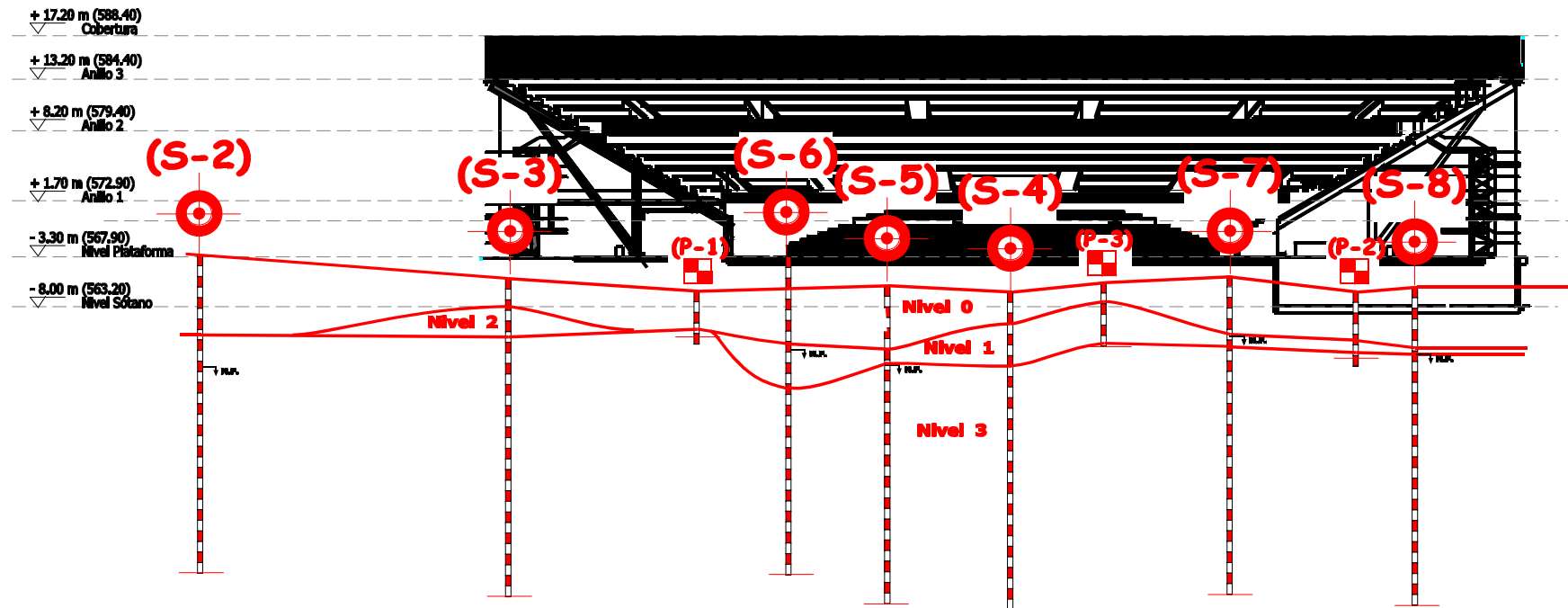
Nivel 0.- Relleno antrópico
Nivel 1.- Arena con grava
Nivel 2.- Arcilla alteada
Nivel 3.- Marga yesífera

⊗ Sondeo mecánico a rotación.
⊞ Ensayo de penetración dinámica continua.
() Reconocimiento proyectado sobre la línea de corte.
N.F.: Nivel Freático.

Nuevo Estadio Semipermanente en el Recinto de la Caja Mágica.

Camino de Perales nº 23. Madrid.

Perfil 2



Cota mínima de empotramiento cimentación 566,0 a 555,1 m

LEYENDA:

Nivel 0.- Relleno antrópico
Nivel 1.- Arena con grava
Nivel 2.- Arcilla alteada
Nivel 3.- Marga yesífera

● Sondeo mecánico a rotación.
■ Ensayo de penetración dinámica continua.
() Reconocimiento proyectado sobre la línea de corte.
N.F.: Nivel Freático.



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJO N°4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764

GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Obras



C/Adelfa, 11; Pol.Ind. Los Calahorros IV
28970 Humanes
hppt//. www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono: 914920220
Fax: 916972964

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **1**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26-06-25**

Resumen de ensayos de laboratorio

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5	Ensayo 6
Designación de muestra		S1; M1	S1; M2	S1; M3	S2; M1	S2; M2	S3; M1
Tipo de muestra		Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
Profundidad	(m)	7,30-7,60	13,00-13,30	20,20-20,50	11,00-11,30	23,00-23,30	4,00-4,30
Clasificación U.S.C.S.		CH					CH
Clasificación H.R.B							
Índice de grupo							
Densidad aparente	(g/cm³)	1,788			2,035	2,594	1,781
Densidad seca	(g/cm³)	1,284			1,628	2,569	1,327
Peso específico	(g/cm³)						
Humedad natural	(%)	37,09					31,88
Límite Líquido	(%)	52,61					52,53
Límite plástico	(%)	26,70					21,83
Índice de plasticidad		25,91					30,70
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	84,14					84,72
% que pasa T-2 UNE	(%)	95,22					93,83
% que pasa T-5 UNE	(%)	96,55					96,61
Proctor Humedad óptima	(%)						
Proctor Densidad Máxima	(t/m³)						
Índice CBR	(%)						
Presión de hinchamiento	(kp/cm²)						
Hinchamiento	(%)						
Lambe índice	(kp/cm²)						
Lambe Clasificación							
Sulfatos	(mg/kg suelo)	1566	5783		3168	10335	1581
Carbonatos	(%)						
Materia orgánica	(%)						
Compresión Simple	(kp/cm²)	1,89	11,92	127,05		25,61	1,46
Deformación	(mm)	22,60	1,60	1,40		6,00	12,00
Presión de Preconsolidación	(kp/cm²)						
Edométrico Cc							
Cohesión (CU) (c')	(kPa)						74,28
Angulo de fricción (CU) (Ø')	(°)						20,25
Cohesión (UU) (c)	(kPa)						
Angulo de fricción (UU) (Ø)	(°)						

Observaciones.-

GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Obras



Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **2**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26-06-25**

Resumen de ensayos de laboratorio

Descripción	Unidades	Ensayo 7	Ensayo 8	Ensayo 9	Ensayo 10	Ensayo 11	Ensayo 12
Designación de muestra		S3; M2	S4; M1	S5; M1	S5; M2	S6; M1	S6; M2
Tipo de muestra		Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Alterada	Testigo
Profundidad	(m)	18,20-18,50	5,20-5,50	16,00-16,30	22,00-22,30	10,00-10,30	29,80-30,10
Clasificación U.S.C.S.			GM		CL	SW-SM	CL
Clasificación H.R.B.							
Índice de grupo							
Densidad aparente	(g/cm³)		1,986		2,122		2,126
Densidad seca	(g/cm³)		1,606		1,761		1,780
Peso específico	(g/cm³)						
Humedad natural	(%)		23,75		19,38	8,46	18,53
Límite Líquido	(%)		44,31		46,67	0,00	46,71
Límite plástico	(%)		28,78		22,22	0,00	23,50
Índice de plasticidad			15,54		24,44	NP	23,21
% que pasa T-0,080 UNE	(%)		54,10		99,27	8,47	99,47
% que pasa T-2 UNE	(%)		70,61		100,00	68,55	100,00
% que pasa T-5 UNE	(%)		79,19		100,00	95,05	100,00
Proctor Humedad óptima	(%)						
Proctor Densidad Máxima	(t/m³)						
Índice CBR	(%)						
Presión de hinchamiento	(kp/cm²)						
Hinchamiento	(%)						
Lambe índice	(kp/cm²)						
Lambe Clasificación							
Sulfatos	(mg/kg suelo)		3528		9804	6143	9627
Carbonatos	(%)						
Materia orgánica	(%)						
Compresión Simple	(kp/cm²)	38,43		189,95	4,76	25,61	4,09
Deformación	(mm)	1,80		1,80	1,70	6,00	2,60
Presión de Preconsolidación	(kp/cm²)						
Edométrico Cc							
Cohesión (CU) (c')	(kPa)						
Angulo de fricción (CU) (Ø')	(°)						
Cohesión (UU) (c)	(kPa)						
Angulo de fricción (UU) (Ø)	(°)						

Observaciones.-

GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Obras



Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **3**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26-06-25**

Resumen de ensayos de laboratorio

Descripción	Unidades	Ensayo 13	Ensayo 14	Ensayo 15	Ensayo 16	Ensayo 17	Ensayo 18
Designación de muestra		S7; M1	S7; M2	S7; M3	S8; M1		
Tipo de muestra		Alterada	Testigo	Testigo	Testigo		
Profundidad	(m)	6,00-6,30	19,00-19,30	25,50-25,80	10,60-10,90		
Clasificación U.S.C.S.		SW-SM		GM			
Clasificación H.R.B							
Índice de grupo							
Densidad aparente	(g/cm³)		2,597	2,135			
Densidad seca	(g/cm³)		2,375	1,752			
Peso específico	(g/cm³)						
Humedad natural	(%)	5,46		17,99			
Límite Líquido	(%)	0,00		46,46			
Límite plástico	(%)	0,00		29,04			
Índice de plasticidad		NP		17,42			
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	7,36		36,14			
% que pasa T-2 UNE	(%)	46,73		43,12			
% que pasa T-5 UNE	(%)	72,05		48,70			
Proctor Humedad óptima	(%)						
Proctor Densidad Máxima	(t/m³)						
Índice CBR	(%)						
Presión de hinchamiento	(kp/cm²)						
Hinchamiento	(%)						
Lambe índice	(kp/cm²)						
Lambe Clasificación							
Sulfatos	(mg/kg suelo)	4288	11526	10443			
Carbonatos	(%)						
Materia orgánica	(%)						
Compresión Simple	(kp/cm²)		141,18	9,74	14,87		
Deformación	(mm)		1,60	3,90	5,10		
Cohesión (CD) (c')	(kPa)						
Angulo de fricción (CD) (Ø')	(°)						
Cohesión (UU) (c)	(kPa)						
Angulo de fricción (UU) (Ø)	(°)						

Observaciones.-

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **4**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

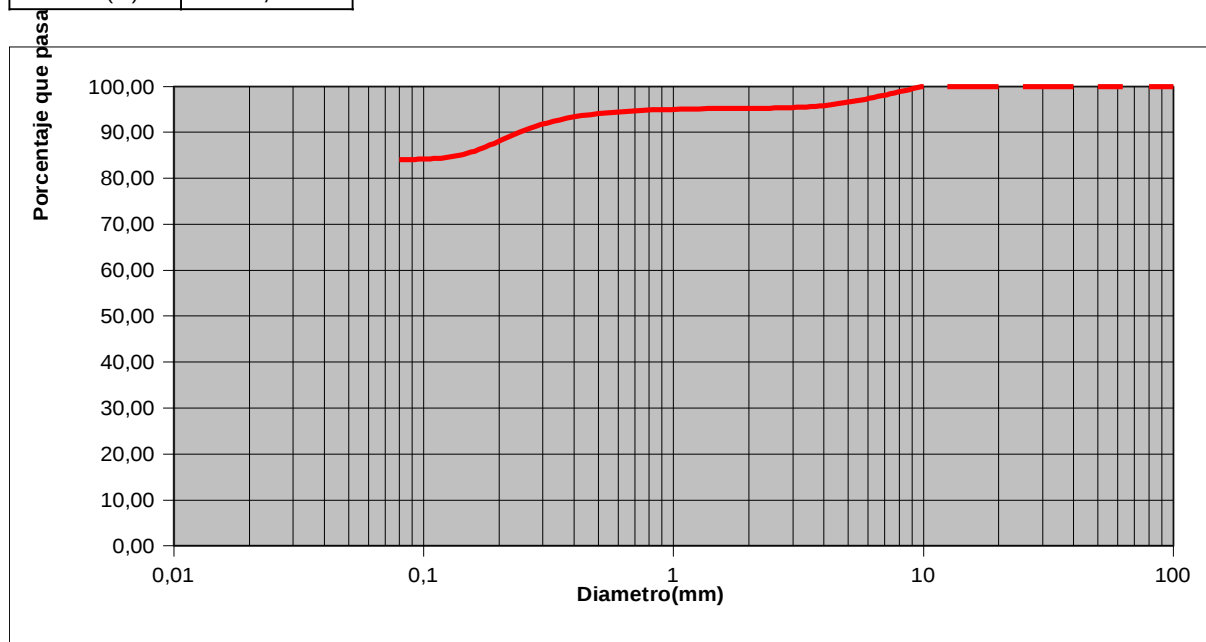
Muestra **S1; M1**

Profundidad: **7,30-7,60**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	84,14
Pasa T-2(%)	95,22
Pasa T-5(%)	96,55

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	397,69	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	13,86	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	383,83	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	279,98	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	290,09	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	397,69	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	37,09	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	290,09	5	10,00	10,00	3,45	96,55
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	13,86	3,86	1,33	95,22
T+suelo+agua	946,10	0,4	19,25	5,39	1,86	93,36
T+suelo	838,50	0,16	40,76	21,51	7,41	85,95
Tara	548,41	0,08	46,01	5,25	1,81	84,14
Suelo	290,09					
Agua	107,60					
Humedad(%)	37,09					



Limite Liquido:	52,61	% pasa T 0,08	84,14	Clasificación USCS CH Arcilla de alta plasticidad
Limite Plástico:	26,70	% reten. T-2	4,78	
Índice Plástico:	25,91	% reten. T-5	3,45	

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **5**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

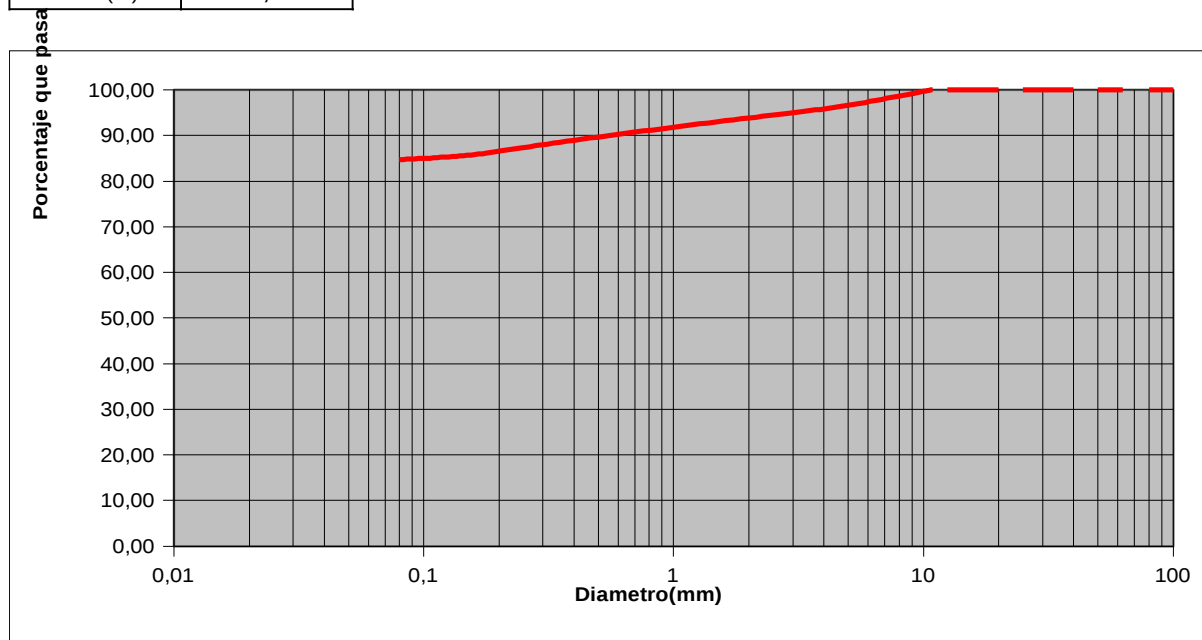
Muestra **S3; M1**

Profundidad: **4,00-4,30**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	84,72
Pasa T-2(%)	93,83
Pasa T-5(%)	96,61

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	389,31	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	18,21	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	371,10	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	281,38	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	295,19	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	389,31	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	31,88	10	1,04	1,04	0,35	99,65
Suelo seco	295,19	5	10,00	8,96	3,04	96,61
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	18,21	8,21	2,78	93,83
T+suelo+agua	993,10	0,4	32,63	14,42	4,88	88,95
T+suelo	898,98	0,16	41,82	9,19	3,11	85,83
Tara	603,79	0,08	45,11	3,29	1,11	84,72
Suelo	295,19					
Agua	94,12					
Humedad(%)	31,88					



Limite Líquido:	52,53	% pasa T 0,08	84,72	Clasificación USCS CH Arcilla de alta plasticidad
Limite Plástico:	21,83	% reten. T-2	6,17	
Índice Plástico:	30,70	% reten. T-5	3,39	

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **6**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

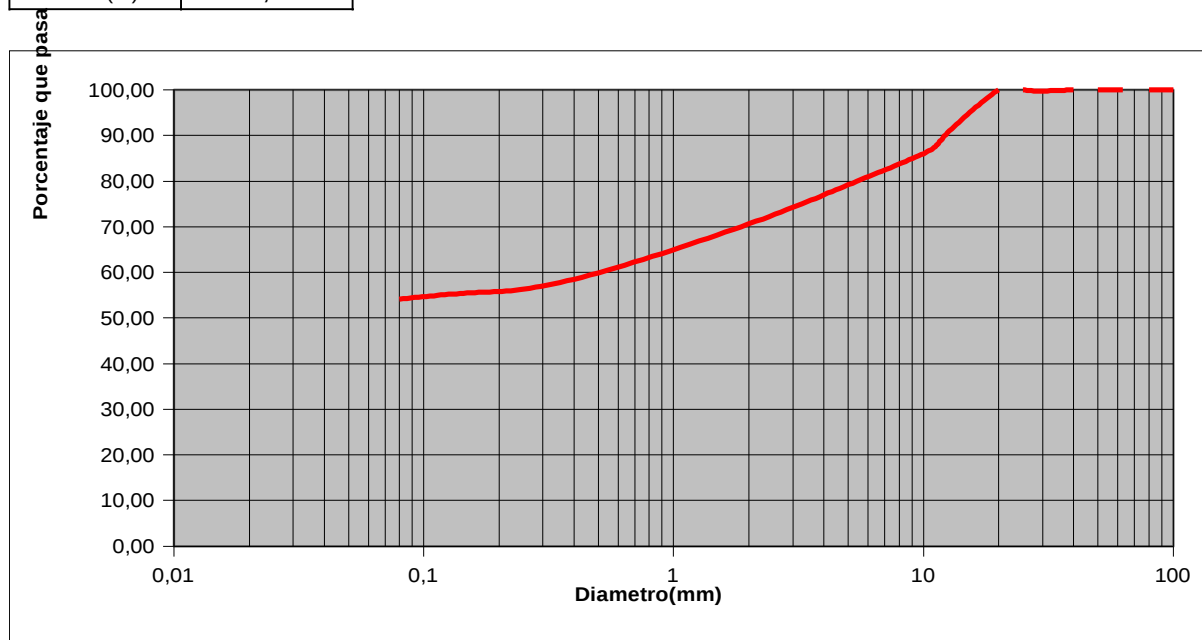
Muestra **S4; M1**

Profundidad: **5,20-5,50**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	54,10
Pasa T-2(%)	70,61
Pasa T-5(%)	79,19

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	418,16	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	99,32	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	318,84	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	257,64	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	337,90	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	418,16	12,5	31,91	31,91	9,44	90,56
Humedad	23,75	10	47,28	15,37	4,55	86,01
Suelo seco	337,90	5	70,33	23,05	6,82	79,19
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	99,32	28,99	8,58	70,61
T+suelo+agua	969,26	0,4	140,20	40,88	12,10	58,51
T+suelo	889,00	0,16	150,16	9,96	2,95	55,56
Tara	551,10	0,08	155,09	4,93	1,46	54,10
Suelo	337,90					
Agua	80,26					
Humedad(%)	23,75					



Limo/arcilla	54,10	Arena	25,08	Grava	20,81
Limite Liquido:	44,31	% pasa T 0,08	54,10	Clasificación USCS GM Grava limosa	
Limite Plástico:	28,78	% reten. T-2	29,39		
Índice Plástico:	15,54	% reten. T-5	20,81		

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **7**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

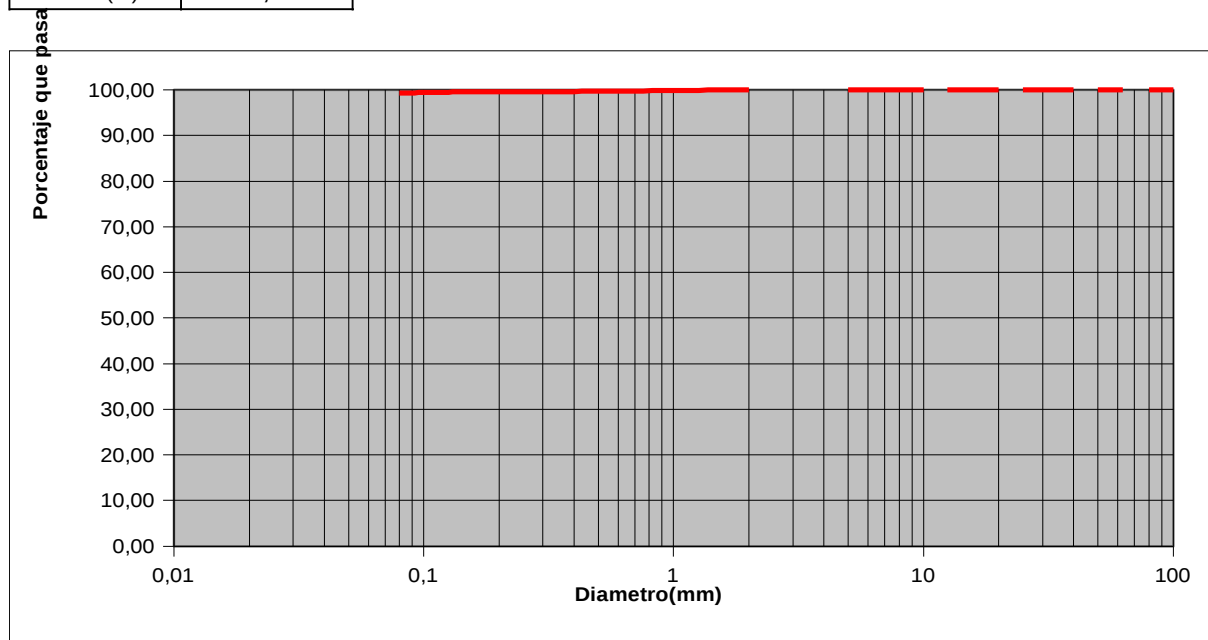
Muestra **S5; M2**

Profundidad: **22,00-22,30**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	99,27
Pasa T-2(%)	100,00
Pasa T-5(%)	100,00

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	274,52	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	0,00	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	274,52	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	229,95	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	229,95	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	274,52	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	19,38	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	229,95	5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	0,00	0,00	0,00	100,00
T+suelo+agua	826,20	0,4	0,88	0,88	0,38	99,62
T+suelo	781,63	0,16	1,02	0,14	0,06	99,56
Tara	551,68	0,08	1,67	0,65	0,28	99,27
Suelo	229,95					
Agua	44,57					
Humedad(%)	19,38					



Limo/arcilla	99,27	Arena	0,73	Grava	0,00
Limite Liquido:	46,67	% pasa T 0,08	99,27	Clasificación USCS CL Arcilla de baja plasticidad	
Limite Plástico:	22,22	% reten. T-2	0,00		
Índice Plástico:	24,44	% reten. T-5	0,00		

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **8**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

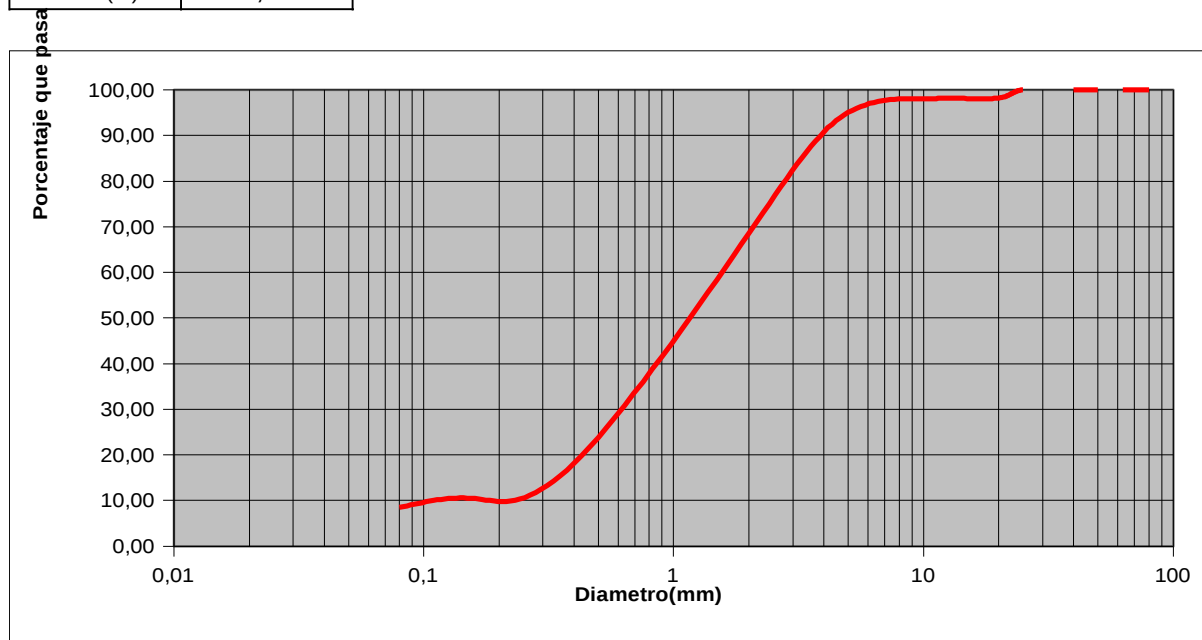
Muestra **S6; M1**

Profundidad: **10,00-10,30**

Muestra(tipo) **Alterada**

Pasa T-0,08(%)	8,47
Pasa T-2(%)	68,55
Pasa T-5(%)	95,05

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	788,17	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	228,58	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	559,59	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	515,94	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	726,69	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	13,10	13,10	1,80	98,20
Suelo+agua	788,17	12,5	13,10	0,00	0,00	98,20
Humedad	8,46	10	14,55	1,45	0,20	98,00
Suelo seco	726,69	5	35,98	21,43	2,95	95,05
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	228,58	192,60	26,50	68,55
T+suelo+agua	1391,22	0,4	594,31	365,73	50,33	18,22
T+suelo	1329,74	0,16	650,93	56,62	7,79	10,43
Tara	603,05	0,08	665,13	14,20	1,95	8,47
Suelo	726,69					
Agua	61,48					
Humedad(%)	8,46					



Limite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	8,47	Clasificación USCS SW-SM Arena bien graduada limosa
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	31,45	
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	4,95	

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **9**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

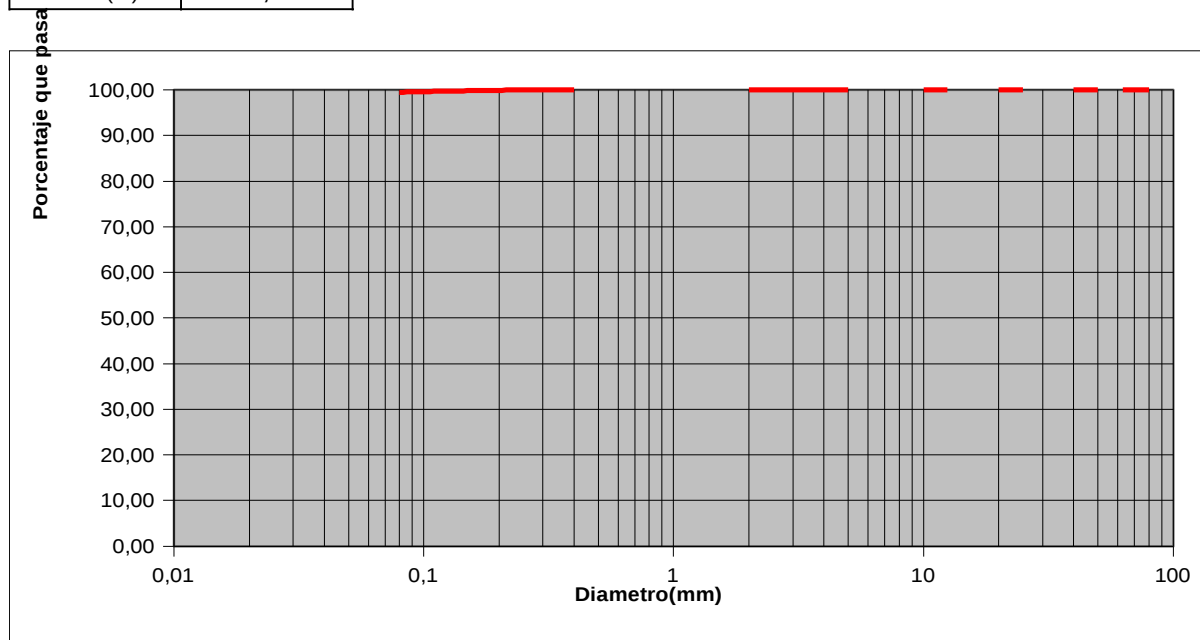
Muestra **S6; M2**

Profundidad: **29,80-30,10**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	99,47
Pasa T-2(%)	100,00
Pasa T-5(%)	100,00

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	438,57	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	0,00	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	438,57	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	370,00	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	370,00	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		20	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	438,57	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	18,53	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	370,00	5	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	0,00	0,00	0,00	100,00
T+suelo+agua	1037,66	0,4	0,00	0,00	0,00	100,00
T+suelo	969,09	0,16	0,68	0,68	0,18	99,82
Tara	599,09	0,08	1,96	1,28	0,35	99,47
Suelo	370,00					
Agua	68,57					
Humedad(%)	18,53					



Limo/arcilla	99,47	Arena	0,53	Grava	0,00
Limite Liquido:	46,71	% pasa T 0,08	99,47	Clasificación USCS CL Arcilla de baja plasticidad	
Limite Plástico:	23,50	% reten. T-2	0,00		
Índice Plástico:	23,21	% reten. T-5	0,00		

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **10**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

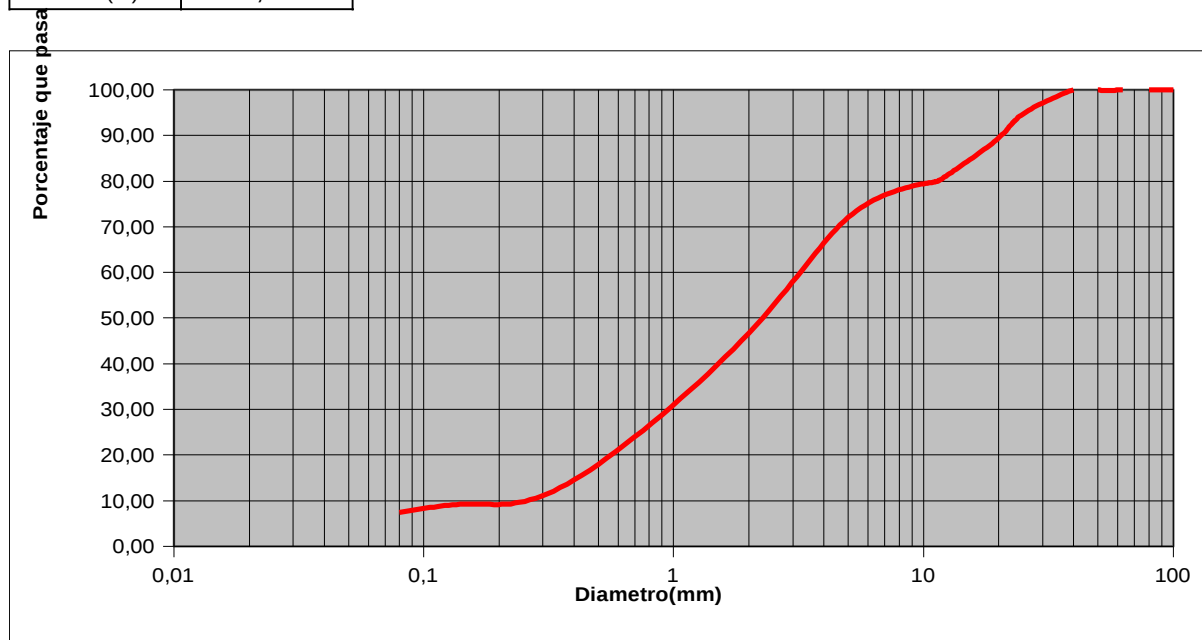
Muestra **S7; M1**

Profundidad: **6,00-6,30**

Muestra(tipo) **Alterada**

Pasa T-0,08(%)	7,36
Pasa T-2(%)	46,73
Pasa T-5(%)	72,05

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	669,93	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	338,36	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	331,57	63	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	314,40	50	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	635,23	40	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		25	33,64	33,64	5,30	94,70
< T-2		20	66,80	33,16	5,22	89,48
Suelo+agua	669,93	12,5	118,53	51,73	8,14	81,34
Humedad	5,46	10	130,70	12,17	1,92	79,42
Suelo seco	635,23	5	177,53	46,83	7,37	72,05
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		2	338,36	160,83	25,32	46,73
T+suelo+agua	1215,40	0,4	542,68	204,32	32,16	14,57
T+suelo	1180,70	0,16	576,26	33,58	5,29	9,28
Tara	545,47	0,08	588,48	12,22	1,92	7,36
Suelo	635,23					
Agua	34,70					
Humedad(%)	5,46					



Limo/arcilla 7,36		Arena 64,69		Grava 27,95	
Limite Liquido:	0,00	% pasa T 0,08	7,36	Clasificación USCS SW-SM Arena bien graduada limoso	
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	53,27		
Índice Plástico:	0,00	% reten. T-5	27,95		

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: **11**

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/2025**

Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE EN ISO 17892-10:2019**

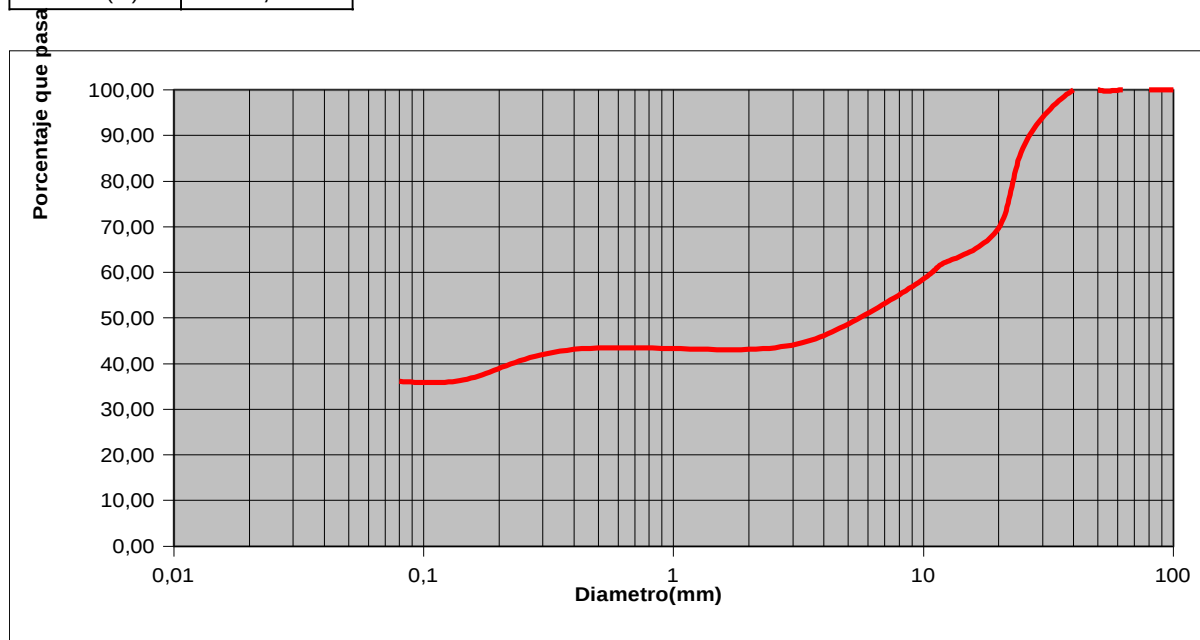
Muestra **S7; M3**

Profundidad: **25,50-25,80**

Muestra(tipo) **Testigo**

Pasa T-0,08(%)	36,14
Pasa T-2(%)	43,12
Pasa T-5(%)	48,70

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	362,27					
G>T-2	174,63	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	187,64	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	159,03	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	307,04	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
		25	39,32	39,32	12,81	87,19
Suelo+agua	362,27	20	92,86	53,54	17,44	69,76
Humedad	17,99	12,5	115,43	22,57	7,35	62,41
Suelo seco	307,04	10	127,29	11,86	3,86	58,54
Humedad: UNE-EN ISO 17892-1:2018		5	157,51	30,22	9,84	48,70
T+suelo+agua	917,33	2	174,63	17,12	5,58	43,12
T+suelo	862,10	0,4	174,63	0,00	0,00	43,12
Tara	555,06	0,16	193,34	18,71	6,09	37,03
Suelo	307,04	0,08	196,08	2,74	0,89	36,14
Agua	55,23					
Humedad(%)	17,99					



Limo/arcilla	36,14	Arena	12,56	Grava	51,30
Limite Liquido:	46,46	% pasa T 0,08	36,14	Clasificación USCS GM Grava limosa	
Limite Plástico:	29,04	% reten. T-2	56,88		
Índice Plástico:	17,42	% reten. T-5	51,30		

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **12**

Fecha: **26/06/2025**

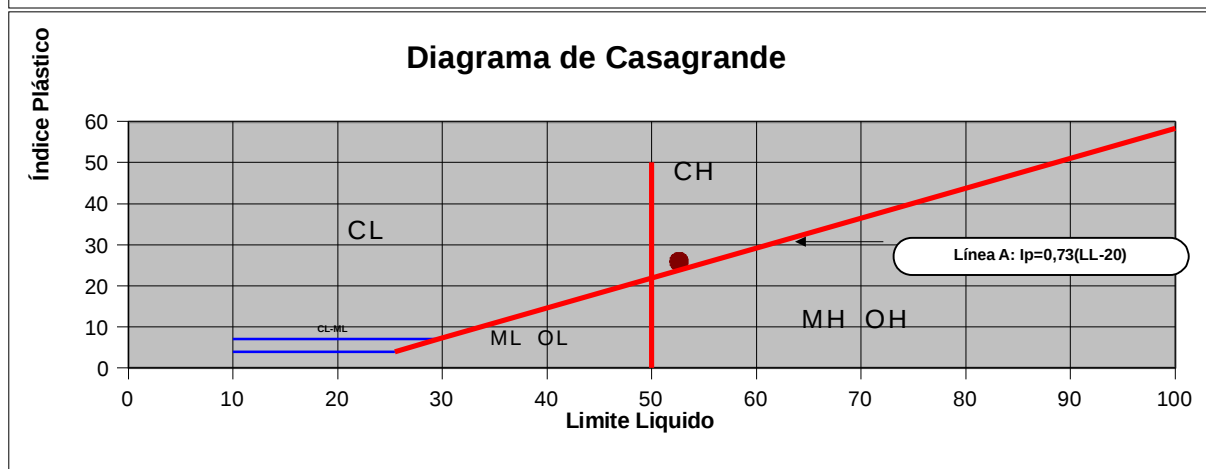
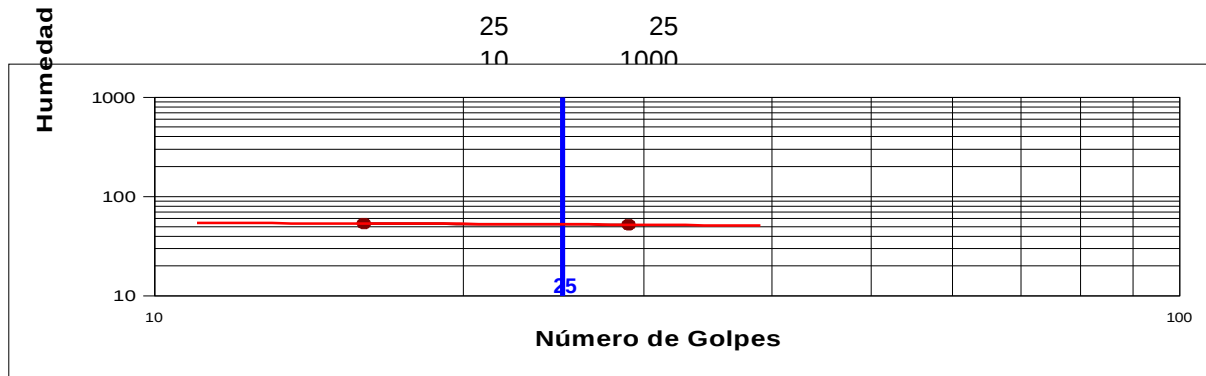
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S1; M1**
 Profundidad: **7,30-7,60**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	52,61
LP	26,70
IP	25,91

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	66	14	51	83	
No de golpes	29	16			
Masa tara+suelo húmedo (g)	41,70	34,67	30,85	40,41	
Masa tara +suelo seco (g)	31,75	26,53	29,48	39,00	
Masa de tara (g)	12,67	11,36	24,34	33,73	
Masa suelo seco (g)	19,08	15,17	5,14	5,27	
Masa de agua (g)	9,95	8,14	1,37	1,41	
Humedad %	52,15	53,66	26,65	26,76	
	Limite Liquido 52,61		Limite Plástico 26,70		



Limite Liquido:	52,61	% pasa T 0,08	84,14	Clasificación USCS CH Arcilla de alta plasticidad
Limite Plástico:	26,70	% reten. T-2	4,78	
Índice Plástico:	25,91	% reten. T-5	3,45	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **13**

Fecha: **26/06/2025**

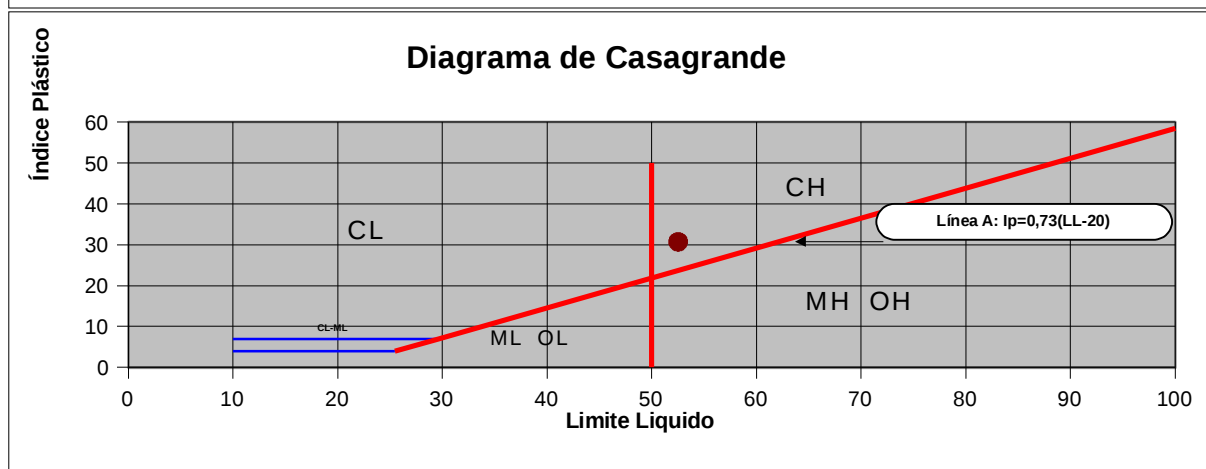
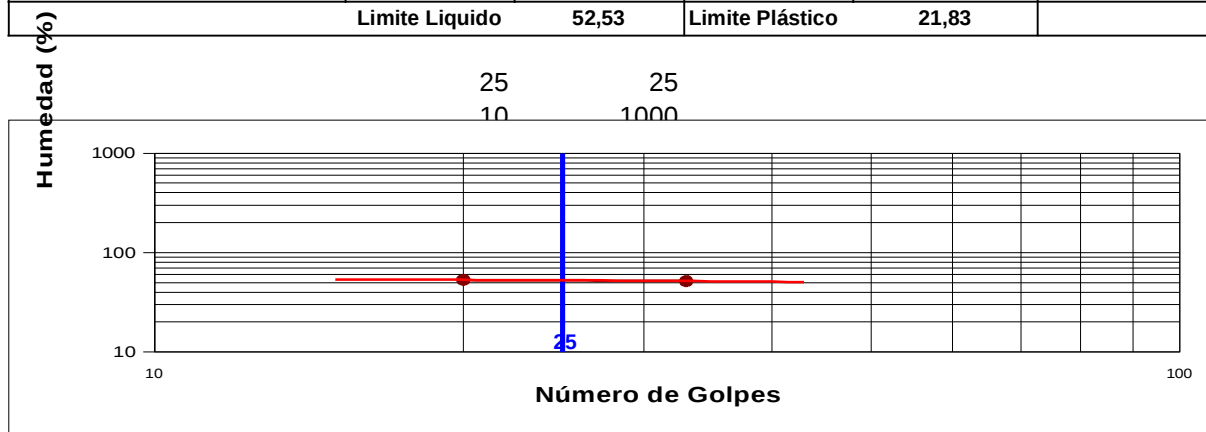
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S3; M1**
 Profundidad: **4,00-4,30**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	52,53
LP	21,83
IP	30,70

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	44	16	5	29	
No de golpes	33	20			
Masa tara+suelo húmedo (g)	35,16	37,50	31,7	41,44	
Masa tara +suelo seco (g)	27,51	28,53	30,37	40,03	
Masa de tara (g)	12,70	11,63	24,26	33,59	
Masa suelo seco (g)	14,81	16,90	6,11	6,44	
Masa de agua (g)	7,65	8,97	1,33	1,41	
Humedad %	51,65	53,08	21,77	21,89	
	Limite Liquido 52,53		Limite Plástico 21,83		



Limite Liquido:	52,53	% pasa T 0,08	84,72	Clasificación USCS CH Arcilla de alta plasticidad
Limite Plástico:	21,83	% reten. T-2	6,17	
Índice Plástico:	30,70	% reten. T-5	3,39	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **14**

Fecha: **26/06/2025**

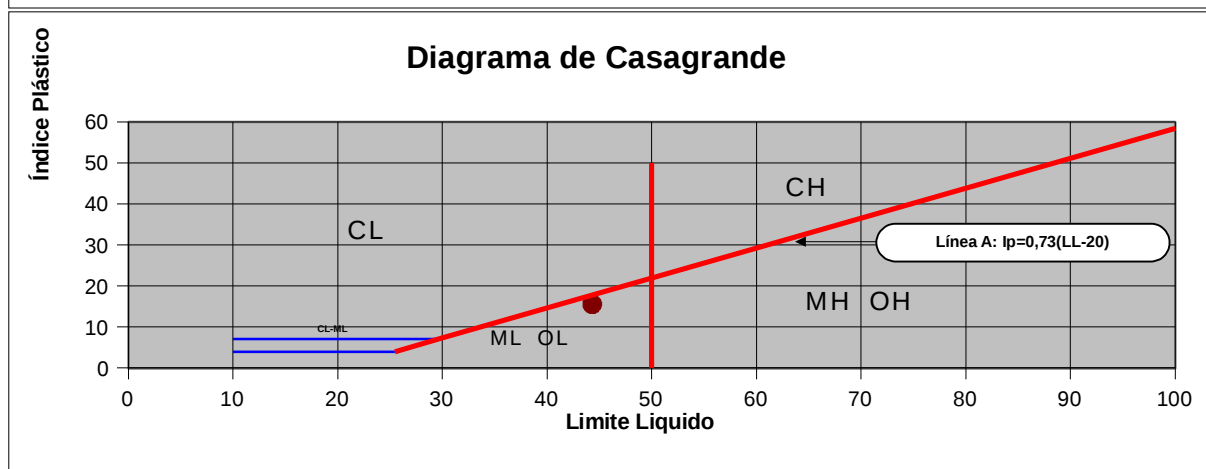
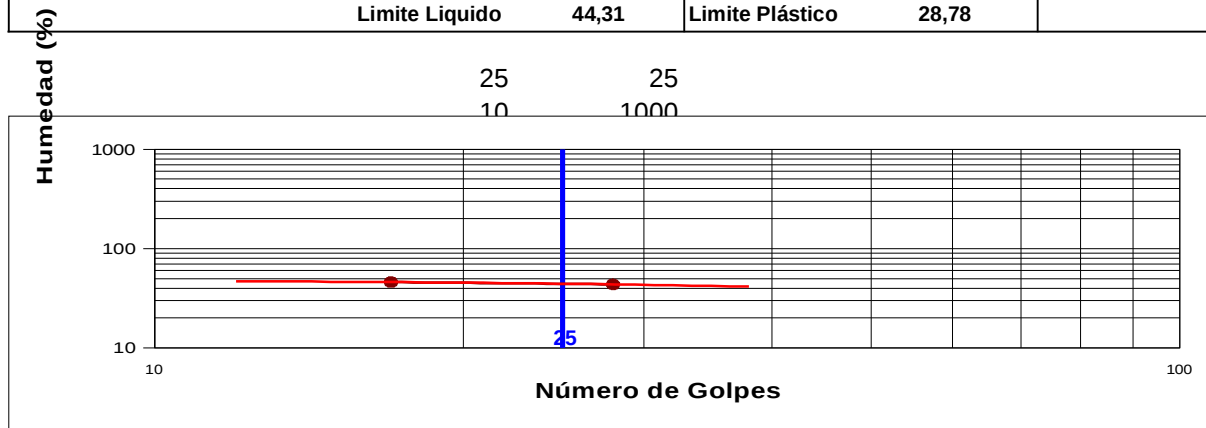
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S4; M1**
 Profundidad: **5,20-5,50**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	44,31
LP	28,78
IP	15,54

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	49	31	48	83	
No de golpes	28	17			
Masa tara+suelo húmedo (g)	30,63	40,72	31,30	40,41	
Masa tara +suelo seco (g)	25,19	31,95	30,01	38,90	
Masa de tara (g)	12,73	12,91	25,46	33,73	
Masa suelo seco (g)	12,46	19,04	4,55	5,17	
Masa de agua (g)	5,44	8,77	1,29	1,51	
Humedad %	43,66	46,06	28,35	29,21	
	Limite Liquido 44,31		Limite Plástico 28,78		



Limite Liquido:	44,31	% pasa T 0,08	54,10	Clasificación USCS GM Grava limosa
Limite Plástico:	28,78	% reten. T-2	29,39	
Índice Plástico:	15,54	% reten. T-5	20,81	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **15**

Fecha: **26/06/2025**

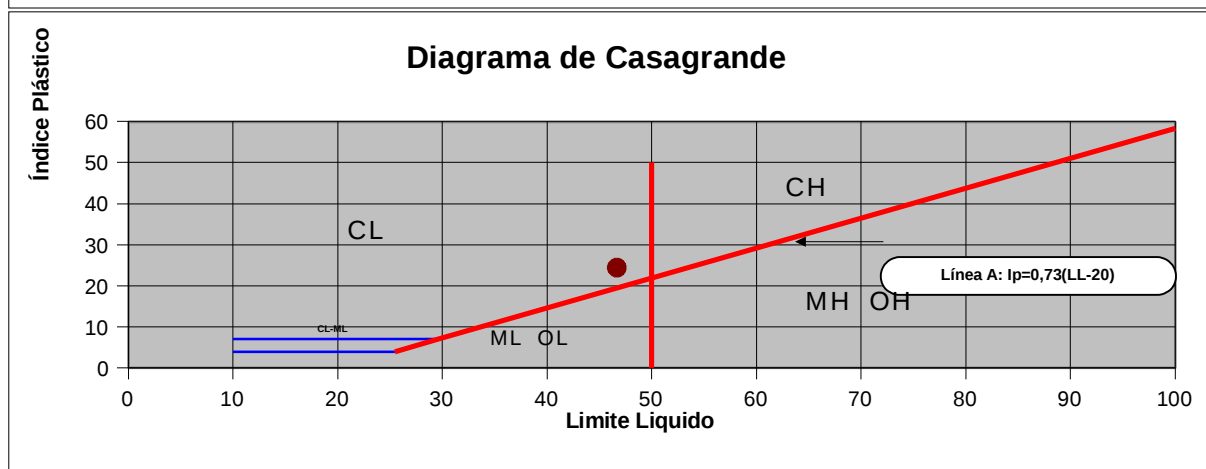
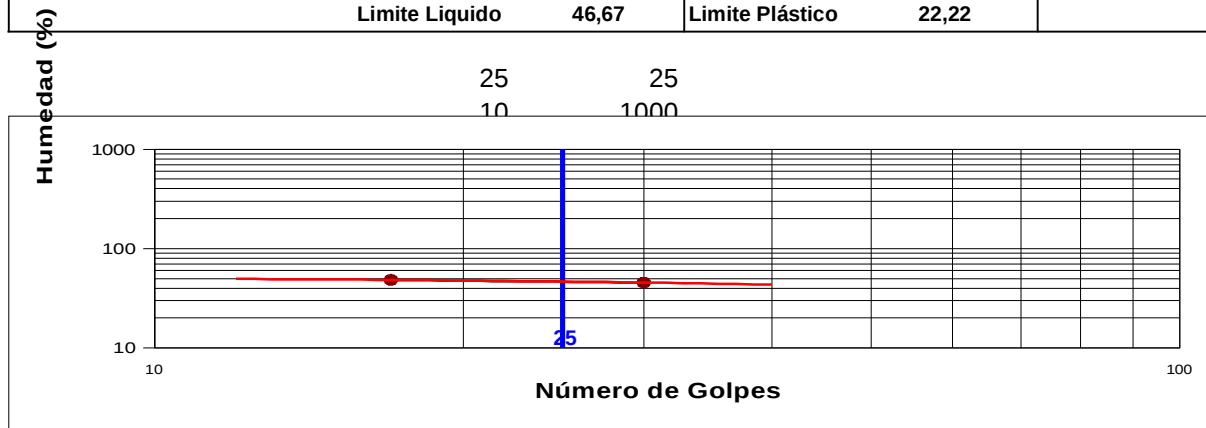
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S5; M2**
 Profundidad: **22,00-22,30**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	46,67
LP	22,22
IP	24,44

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	40	15	7	25	
No de golpes	30	17			
Masa tara+suelo húmedo (g)	40,28	41,10	32,06	40,22	
Masa tara +suelo seco (g)	31,70	31,37	30,72	39,15	
Masa de tara (g)	12,87	11,28	24,71	34,32	
Masa suelo seco (g)	18,83	20,09	6,01	4,83	
Masa de agua (g)	8,58	9,73	1,34	1,07	
Humedad %	45,57	48,43	22,30	22,15	
	Limite Liquido 46,67		Limite Plástico 22,22		



Limite Liquido:	46,67	% pasa T 0,08	99,27	Clasificación USCS CL Arcilla de baja plasticidad
Limite Plástico:	22,22	% reten. T-2	0,00	
Índice Plástico:	24,44	% reten. T-5	0,00	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **16**

Fecha: **26/06/2025**

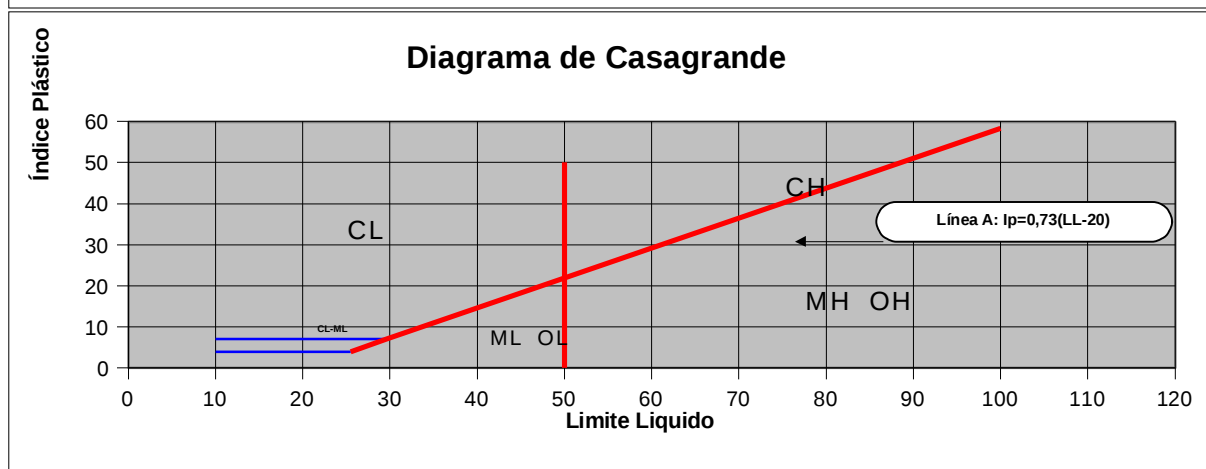
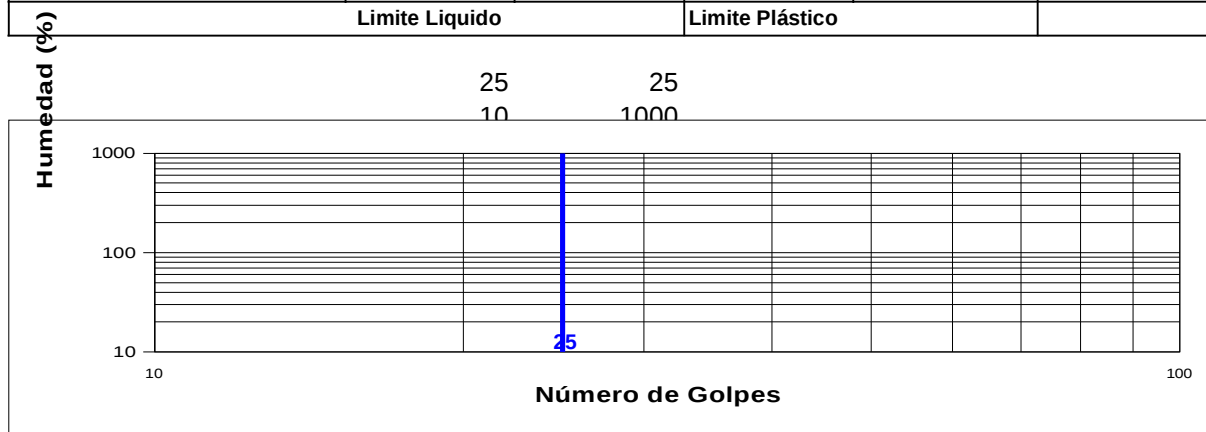
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S6; M1**
 Profundidad: **10,00-10,30**
 Muestra(tipo): **Alterada**

LL	
LP	
IP	NP

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente					
No de golpes					
Masa tara+suelo húmedo (g)		NO PLÁSTICO			
Masa tara +suelo seco (g)					
Masa de tara (g)					
Masa suelo seco (g)					
Masa de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



Limite Liquido:	0,00	% pasa T 0,08	8,47	Clasificación USCS SW-SM Arena bien graduada limosa
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	31,45	
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	4,95	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **17**

Fecha: **26/06/2025**

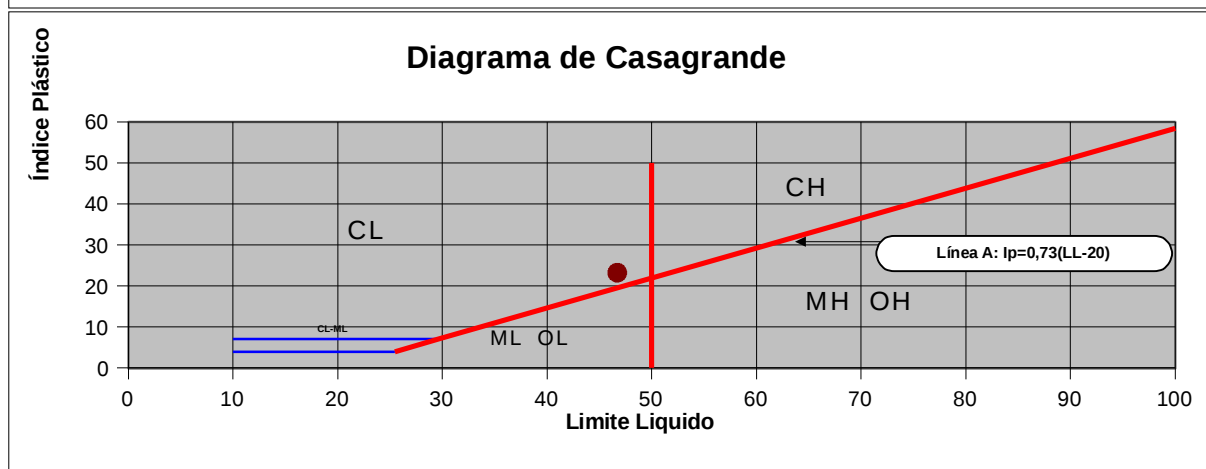
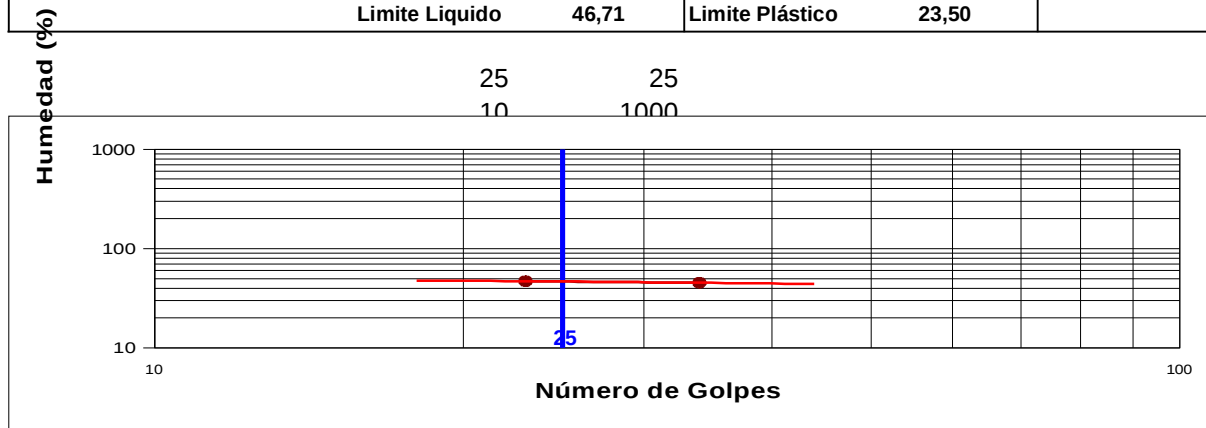
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S6; M2**
 Profundidad: **29,80-30,10**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	46,71
LP	23,50
IP	23,21

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	15	16	1	8	
No de golpes	34	23			
Masa tara+suelo húmedo (g)	41,70	38,71	30,93	31,21	
Masa tara +suelo seco (g)	32,55	30,05	29,68	29,90	
Masa de tara (g)	12,38	11,63	24,45	24,23	
Masa suelo seco (g)	20,17	18,42	5,23	5,67	
Masa de agua (g)	9,15	8,66	1,25	1,31	
Humedad %	45,36	47,01	23,90	23,10	
	Limite Liquido 46,71		Limite Plástico 23,50		



Limite Liquido:	46,71	% pasa T 0,08	99,47	Clasificación USCS CL Arcilla de baja plasticidad
Limite Plástico:	23,50	% reten. T-2	0,00	
Índice Plástico:	23,21	% reten. T-5	0,00	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **18**

Fecha: **26/06/2025**

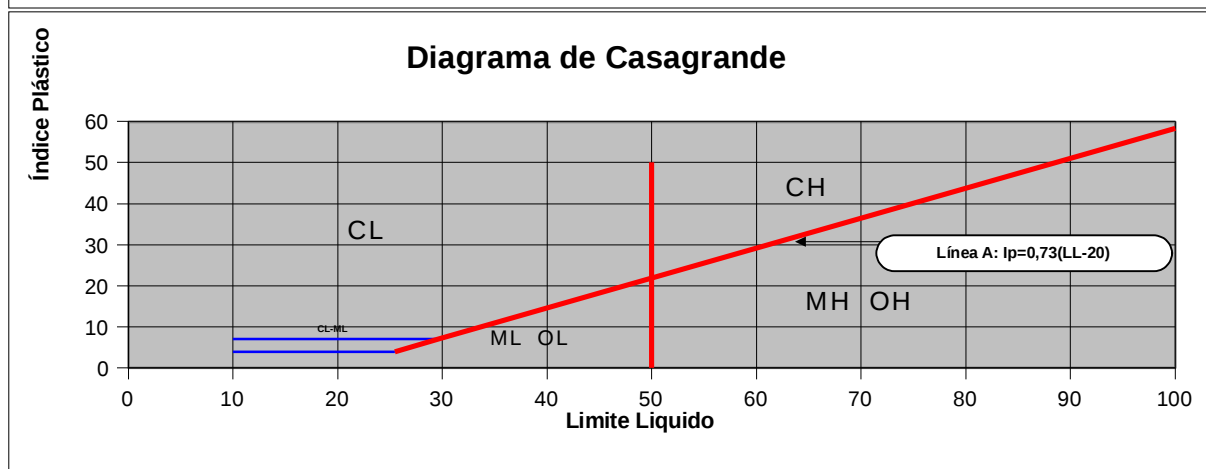
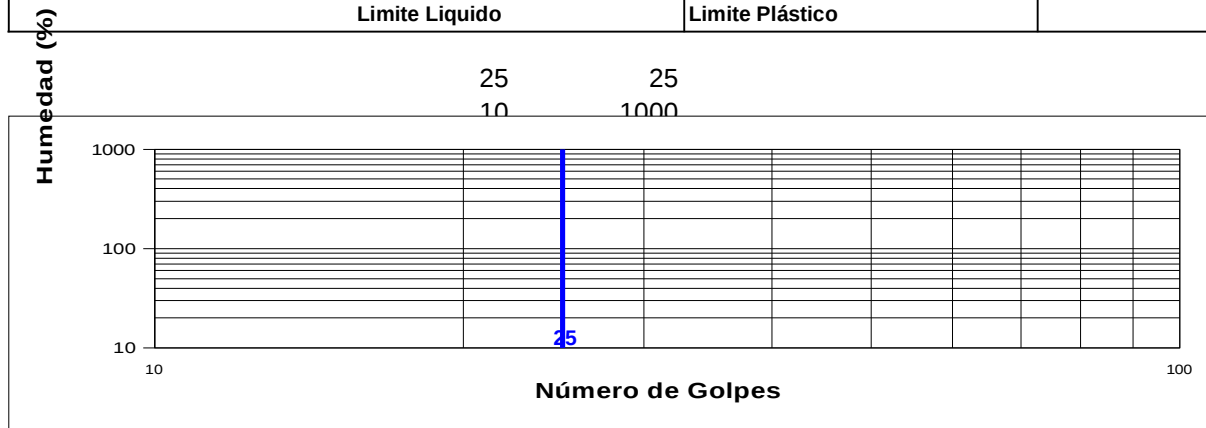
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S7; M1**
 Profundidad: **6,00-6,30**
 Muestra(tipo): **Alterada**

LL	
LP	
IP	NP

	Limite Liquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente					
No de golpes					
Masa tara+suelo húmedo (g)		NO PLÁSTICO			
Masa tara +suelo seco (g)					
Masa de tara (g)					
Masa suelo seco (g)					
Masa de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



Limite Liquido:	0,00	% pasa T 0,08	7,36	Clasificación USCS SW-SM Arena bien graduada limoso
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	53,27	
Índice Plástico:	0,00	% reten. T-5	27,95	

Código de entrada: **G-24851-25**
 Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
 Provincia: **Madrid**

Página: **19**

Fecha: **26/06/2025**

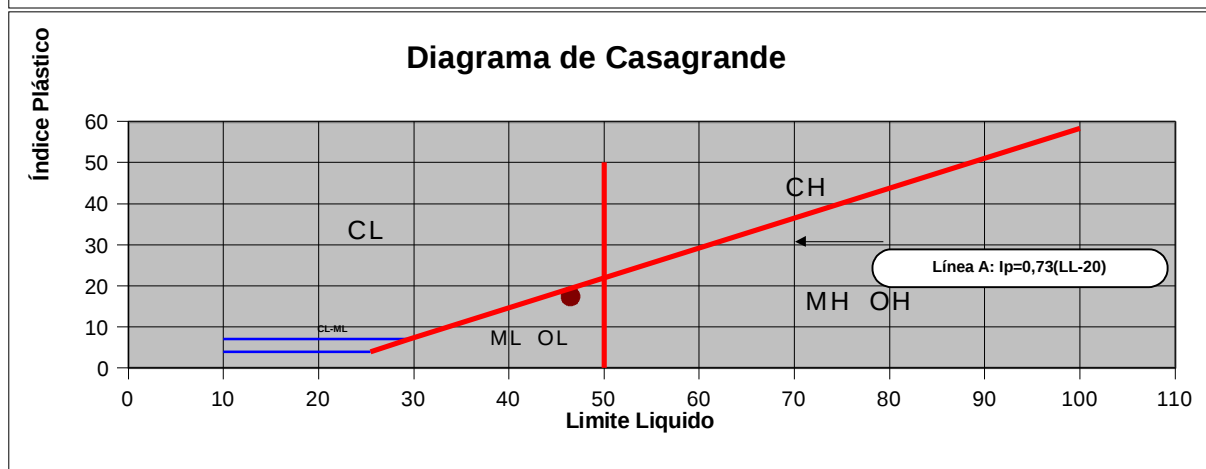
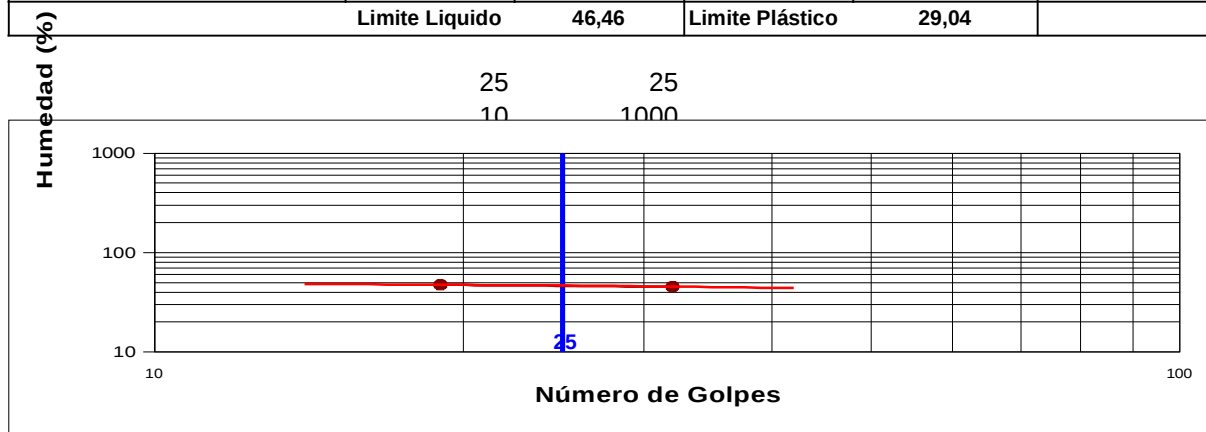
Limites de Atterberg

Designación: UNE-EN ISO 17892-12:2019

Muestra: **S7; M3**
 Profundidad: **25,50-25,80**
 Muestra(tipo): **Testigo**

LL	46,46
LP	29,04
IP	17,42

	Limite Líquido		Limite Plástico		
Descripción	1	2	1	2	Observaciones
Tara/recipiente	17	14	47	29	
No de golpes	32	19			
Masa tara+suelo húmedo (g)	39,14	38,13	28,9	41,44	
Masa tara +suelo seco (g)	30,85	29,95	27,65	39,65	
Masa de tara (g)	12,58	12,69	23,27	33,59	
Masa suelo seco (g)	18,27	17,26	4,38	6,06	
Masa de agua (g)	8,29	8,18	1,25	1,79	
Humedad %	45,37	47,39	28,54	29,54	
	Limite Líquido 46,46		Limite Plástico 29,04		



Limite Líquido:	46,46	% pasa T 0,08	36,14	Clasificación USCS GM Grava limosa
Limite Plástico:	29,04	% reten. T-2	56,88	
Índice Plástico:	17,42	% reten. T-5	51,30	

Código: G-24851-25
Dirección: Caja Magica (Madrid)
Provincia: Madrid

Página: 20

Fecha: 26/06/2025

Durabilidad del Hormigón Suelos Agresivos Determinación del Contenido en Ión Sulfato UNE 83963-2008 (CE) +Erratum: 2011

Muestra Numero **S1; M1**
Profundidad muestreo **7,30-7,60**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 1566

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,06540	50,06000			
Masa de suelo	(kg)	5,00654E-02	5,00600E-02			
Crisol	(g)	26,7963	23,9614			
Crisol+precipitado	(g)	26,9872	24,1515			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,19090	0,19010			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	190,90000	190,10000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	1569,4360	1563,0276			
Promedio	(mg/kg suelo)	1566		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S1; M2**
Profundidad muestreo **13,00-13,30**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 5783

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,01890	50,01000			
Masa de suelo	(kg)	5,00189E-02	5,00100E-02			
Crisol	(g)	25,9002	24,3781			
Crisol+precipitado	(g)	26,6033	25,0803			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,70310	0,70220			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	703,10000	702,20000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	5785,7322	5779,3545			
Promedio	(mg/kg suelo)	5783		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S2; M1**
Profundidad muestreo **11,00-11,30**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 3168

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,02460	50,03090			
Masa de suelo	(kg)	5,00246E-02	5,00309E-02			
Crisol	(g)	26,7748	22,6115			
Crisol+precipitado	(g)	27,1595	22,9969			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,38470	0,38540			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	384,70000	385,40000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	3165,2931	3170,6533			
Promedio	(mg/kg suelo)	3168		2000-3000	3000-12000	> 12000

Código: G-24851-25
 Dirección: Caja Magica (Madrid)
 Provincia: Madrid

Página: 21

Fecha: 26/06/2025

Durabilidad del Hormigón Suelos Agresivos Determinación del Contenido en Ión Sulfato UNE 83963-2008 (CE) +Erratum: 2011

Muestra Numero **S2; M2**
 Profundidad muestreo **23,00-23,30**
 Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 10335

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,04180	50,04930			
Masa de suelo	(kg)	5,00418E-02	5,00493E-02			
Crisol	(g)	27,5768	24,1213			
Crisol+precipitado	(g)	28,8333	25,3781			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	1,25650	1,25680			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	1256,50000	1256,80000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	10334,8681	10335,7865			
Promedio	(mg/kg suelo)	10335		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S3; M1**
 Profundidad muestreo **4,00-4,30**
 Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 1581

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,02790	50,03360			
Masa de suelo	(kg)	5,00279E-02	5,00336E-02			
Crisol	(g)	26,718	23,6375			
Crisol+precipitado	(g)	26,91	23,8299			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,19200	0,19240			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	192,00000	192,40000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	1579,6625	1582,7732			
Promedio	(mg/kg suelo)	1581		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S4; M1**
 Profundidad muestreo **5,20-5,50**
 Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 3528

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,06100	50,07480			
Masa de suelo	(kg)	5,00610E-02	5,00748E-02			
Crisol	(g)	26,82	23,9686			
Crisol+precipitado	(g)	27,2488	24,3981			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,42880	0,42950			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	428,80000	429,50000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	3525,5804	3530,3626			
Promedio	(mg/kg suelo)	3528		2000-3000	3000-12000	> 12000

Código: G-24851-25
Dirección: Caja Magica (Madrid)
Provincia: Madrid

Pagina: 22

Fecha: 26/06/2025

Durabilidad del Hormigón Suelos Agresivos Determinación del Contenido en Ión Sulfato UNE 83963-2008 (CE) +Erratum: 2011

Muestra Numero **S5; M2**
Profundidad muestreo **22,00-22,30**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 9804

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,07050	50,07580			
Masa de suelo	(kg)	5,00705E-02	5,00758E-02			
Crisol	(g)	25,9278	24,3853			
Crisol+precipitado	(g)	27,12	25,5784			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	1,19220	1,19310			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	1192,20000	1193,10000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	9800,3719	9806,7322			
Promedio	(mg/kg suelo)	9804		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S6; M1**
Profundidad muestreo **10,00-10,30**
Tipo de Muestra **Alterada**

mg de SO₄-2 6143

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,09900	50,09130			
Masa de suelo	(kg)	5,00990E-02	5,00913E-02			
Crisol	(g)	26,8099	22,6182			
Crisol+precipitado	(g)	27,5581	23,3654			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,74820	0,74720			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	748,20000	747,20000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	6147,0113	6139,7392			
Promedio	(mg/kg suelo)	6143		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S6; M2**
Profundidad muestreo **29,80-30,10**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 9627

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,03740	50,04110			
Masa de suelo	(kg)	5,00374E-02	5,00411E-02			
Crisol	(g)	26,9444	24,121			
Crisol+precipitado	(g)	28,1142	25,2919			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	1,16980	1,17090			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	1169,80000	1170,90000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	9622,5959	9630,9322			
Promedio	(mg/kg suelo)	9627		2000-3000	3000-12000	> 12000

Código: G-24851-25
Dirección: Caja Magica (Madrid)
Provincia: Madrid

Página: 23

Fecha: 26/06/2025

Durabilidad del Hormigón Suelos Agresivos Determinación del Contenido en Ión Sulfato UNE 83963-2008 (CE) +Erratum: 2011

Muestra Numero **S7; M1**
Profundidad muestreo **6,00-6,30**
Tipo de Muestra **Alterada**

mg de SO₄-2 4288

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,02060	50,02880			
Masa de suelo	(kg)	5,00206E-02	5,00288E-02			
Crisol	(g)	26,7502	23,6439			
Crisol+precipitado	(g)	27,271	24,1655			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	0,52080	0,52160			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	520,80000	521,60000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	4285,4600	4291,3394			
Promedio	(mg/kg suelo)	4288		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S7; M2**
Profundidad muestreo **19,00-19,30**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 11526

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,05600	50,05170			
Masa de suelo	(kg)	5,00560E-02	5,00517E-02			
Crisol	(g)	28,0364	26,1166			
Crisol+precipitado	(g)	29,4388	27,5175			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	1,40240	1,40090			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	1402,40000	1400,90000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	11531,6414	11520,2968			
Promedio	(mg/kg suelo)	11526		2000-3000	3000-12000	> 12000

Muestra Numero **S7; M3**
Profundidad muestreo **25,50-25,80**
Tipo de Muestra **Testigo**

mg de SO₄-2 10443

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Masa de suelo	(g)	50,03150	50,04000			
Masa de suelo	(kg)	5,00315E-02	5,00400E-02			
Crisol	(g)	25,5033	23,2997			
Crisol+precipitado	(g)	26,7724	24,5695			
Precipitado de BaSO ₄	(g)	1,26910	1,26980			
Precipitado de BaSO ₄	(mg)	1269,10000	1269,80000			
mg de SO ₄ -2 /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	10440,6536	10444,6379			
Promedio	(mg/kg suelo)	10443		2000-3000	3000-12000	> 12000

Código de entrada: G-24851-25
 Dirección: Caja Magica (Madrid)
 Provincia: Madrid

Página: 24

Fecha: 26/06/2025

Densidad aparente de un suelo

Designación: UNE EN ISO 17892-2:2014

Características de la muestra

Sondeo/Calicata/otros

Profundidad(m):

Tipo de muestra:

Densidad de la parafina	(g/cm ³)					0,914
-------------------------	----------------------	--	--	--	--	-------

Humedad de la muestra (UNE-EN ISO 17892-1:2018)

Designación		S1; M1	S2; M1	S2; M2	S3; M1	S4; M1
Profundidad	(m)	7,30-7,60	11,00-11,30	23,00-23,30	4,00-4,30	5,20-5,50
Tipo de muestra		Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
Tara/recipiente	Nº	23	77	24	86	26
Masa de tara	(g)	34,06	32,35	34,81	34,21	33,53
Masa tara+suelo+agua	(g)	83,65	95,75	118,08	95,67	95,32
Masa tara+suelo seco	(g)	69,69	83,05	117,28	80,01	83,48
Masa del agua	(g)	13,96	12,70	0,80	15,66	11,84
Masa de suelo seco	(g)	35,63	50,70	82,47	45,80	49,95
Humedad	(%)	39,18	25,05	0,97	34,19	23,70

Metodo por medicion lineal

Designación						
Diametro	(mm)					
Altura	(mm)					
Lado A	(mm)					
Lado B	(mm)					
Volumen de la muestra húmeda	(cm ³)					
Masa de la muestra húmeda (al aire)	(g)					
Densidad húmeda	(g/cm ³)					
Densidad seca	(g/cm ³)					

Metodo de inmersion en un fluido

Designación		S1; M1	S2; M1	S2; M2	S3; M1	S4; M1
Masa de la muestra húmeda (al aire)	(g)	634,82	684,19	817,72	666,74	742,08
Masa de la muestra húmeda parafinada (al air	(g)	656,47	703,27	840,52	688,61	768,02
Masa de la parafina utilizada	(g)	21,65	19,08	22,80	21,87	25,94
Volumen de la parafina utilizada	(cm ³)	23,687	20,875	24,945	23,928	28,381
Masa de la muestra parafinada (sumergido)	(g)	277,68	346,25	500,38	290,22	366,02
Volumen de la muestra húmeda	(cm ³)	355,10	336,14	315,19	374,46	373,62
Densidad de la parafina	(g/cm ³)	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914
Densidad húmeda	(g/cm ³)	1,788	2,035	2,594	1,781	1,986
Densidad seca	(g/cm ³)	1,284	1,628	2,569	1,327	1,606

Observaciones.-

Código de entrada: G-24851-25
 Dirección: Caja Magica (Madrid)
 Provincia: Madrid

Página: 25

Fecha: 26/06/2025

Densidad aparente de un suelo

Designación: UNE EN ISO 17892-2:2014

Características de la muestra

Sondeo/Calicata/otros

Profundidad(m):

Tipo de muestra:

Densidad de la parafina	(g/cm ³)					0,914
-------------------------	----------------------	--	--	--	--	-------

Humedad de la muestra (UNE-EN ISO 17892-1:2018)

Designación		S5; M2	S6; M2	S7; M2	S7; M3	
Profundidad	(m)	22,00-22,30	29,80-30,10	19,00-19,30	25,50-25,80	
Tipo de muestra		Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	
Tara/recipiente	Nº	21	23	23	21	
Masa de tara	(g)	33,82	34,06	34,06	33,75	
Masa tara+suelo+agua	(g)	84,90	84,96	59,58	63,43	
Masa tara+suelo seco	(g)	76,21	76,68	57,40	58,10	
Masa del agua	(g)	8,69	8,28	2,18	5,33	
Masa de suelo seco	(g)	42,39	42,62	23,34	24,35	
Humedad	(%)	20,50	19,43	9,34	21,89	

Metodo por medicion lineal

Designación						
Diametro	(mm)					
Altura	(mm)					
Lado A	(mm)					
Lado B	(mm)					
Volumen de la muestra húmeda	(cm ³)					
Masa de la muestra húmeda (al aire)	(g)					
Densidad húmeda	(g/cm ³)					
Densidad seca	(g/cm ³)					

Metodo de inmersion en un fluido

Designación		S5; M2	S6; M2	S7; M2	S7; M3	
Masa de la muestra húmeda (al aire)	(g)	425,69	679,85	787,12	413,13	
Masa de la muestra húmeda parafinada (al air	(g)	441,01	698,09	799,65	426,71	
Masa de la parafina utilizada	(g)	15,32	18,24	12,53	13,58	
Volumen de la parafina utilizada	(cm ³)	16,761	19,956	13,709	14,858	
Masa de la muestra parafinada (sumergido)	(g)	223,61	358,31	482,83	218,38	
Volumen de la muestra húmeda	(cm ³)	200,64	319,82	303,11	193,47	
Densidad de la parafina	(g/cm ³)	0,914	0,914	0,914	0,914	
Densidad húmeda	(g/cm ³)	2,122	2,126	2,597	2,135	
Densidad seca	(g/cm ³)	1,761	1,780	2,375	1,752	

Observaciones.-



Código de entrada: **G-24851-25**

Página: 26

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/25**

Datos de Ensayo Corte Directo CU (Consolidado y No Drenado)

Designación: **UNE-EN ISO 17892-10:2018**

Muestra **S3; M1**

Profundidad: **4,00-4,30**

Muestra(tipo) **Testigo**

Fecha inicial: **13/06/25**

Final: **17/06/25**

Nº de Probeta	Consolidación UNE-EN ISO 17892-5:2017				Datos de corte			
	P. de hinclamiento	P. de Consolidacion	Tiempo de Consolidacion		Velocidad	Presion V	Inundado	
	(kg/cm2)	(kg/cm2)	Inicial	Final	(mm/s)	(kg/cm2)	(si/no)	
Probeta Nº 1	0,25	1,00	10:14:00	14:32:00	0,264	0,50	S	
Probeta Nº 2	0,25	1,00	09:41:00	12:52:00	0,264	1,00	S	
Probeta Nº 3	0,25	1,00	13:48:00	15:50:00	0,264	1,50	S	
Probeta Nº 4								
Nº de Probeta	Masa Sh+A	Humedad antes del ensayo (UNE-EN ISO 17892-1:2014)				Masa(g)		
		Tara	Masa Sh+tara	Masa tara	Masa Ss+tara	Humedad	húmedo	seco
Probeta Nº 1	154,57	76	82,84	34,29	70,87	32,72	71,56	53,92
Probeta Nº 2	154,19	82	83,66	32,96	70,98	33,35	71,18	53,38
Probeta Nº 3	154,60	87	86,44	34,54	73,76	32,33	71,59	54,10
Probeta Nº 4								
Nº de Probeta	Masa Sh+A	Humedad despues del ensayo (UNE-EN ISO 17892-1:2014)				Masa(g)		
		Tara	Masa Sh+tara	Masa tara	Masa Ss+tara	Humedad	húmedo	seco
Probeta Nº 1	155,60	30	107,03	34,38	88,34	34,64	72,59	53,92
Probeta Nº 2	155,06	80	106,06	33,97	87,38	34,97	72,05	53,38
Probeta Nº 3	155,96	76	106,94	34,29	88,17	34,84	72,95	54,10
Probeta Nº 4								

Nº de Probeta	Diametro	Tension- deformacion			
		Altura	Tension de rotura (kPa)		Deformacion (%)
Probeta Nº 1	50,00	19,263	92,318		4,608
Probeta Nº 2	50,00	19,296	110,793		7,460
Probeta Nº 3	50,00	19,205	128,571		7,274
Probeta Nº 4					

Angulo de fricción(°)	20,25
Cohesión (kPa)	74,28

Código de entrada: **G-24851-25**

Página: 27

Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

Provincia: **Madrid**

Fecha: **26/06/25**

Gráficos de Ensayo Corte Directo CU (Consolidado y No Drenado)

Designación: **UNE-EN ISO 17892-10:2018**

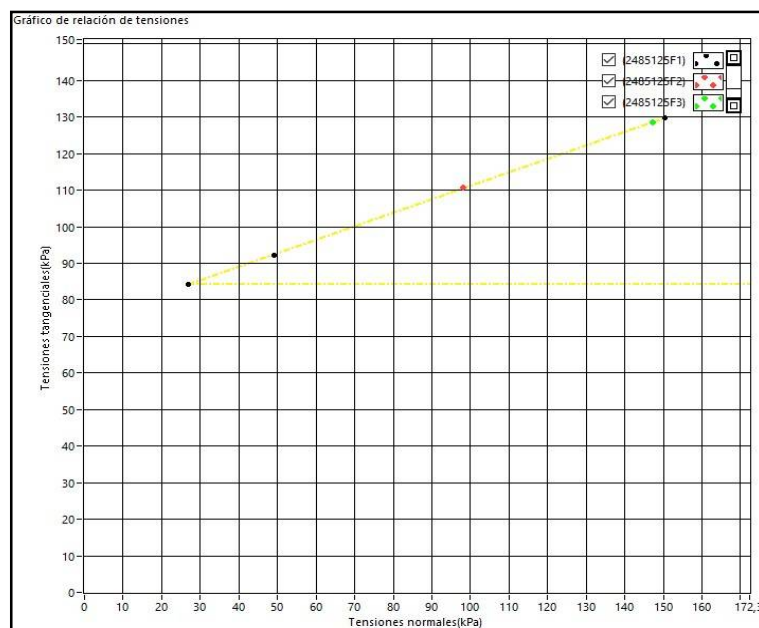
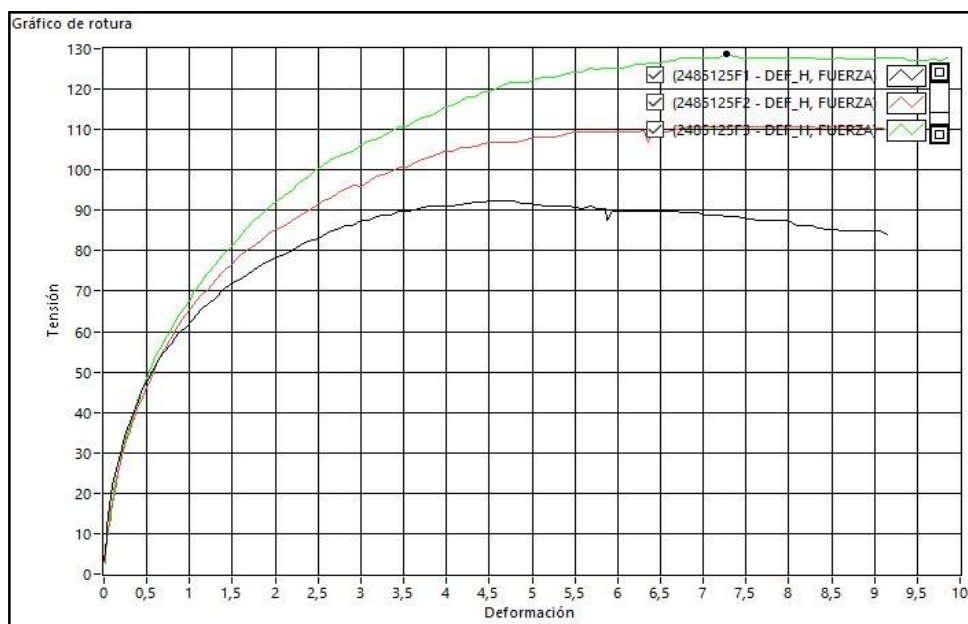
Muestra **S3; M1**

Profundidad: **4,00-4,30**

Muestra(tipo) **Testigo**

Fecha inicial: **13/06/25**

Final: **17/06/25**



Angulo de fricción(°)	20,25
Cohesión (kPa)	74,28

Código de entrada: G-24851-25

Página: 28

Dirección: Caja Magica (Madrid)

Provincia: Madrid

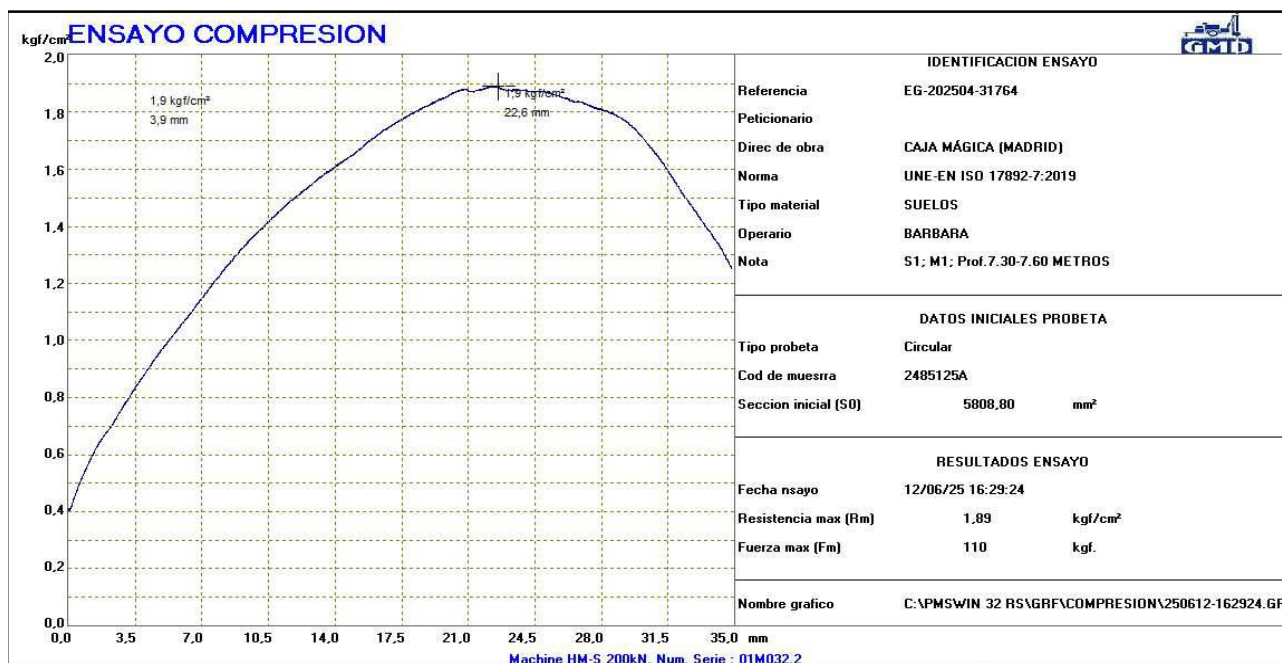
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S1; M1		Fecha: 12-06-25	
Tipo de muestra: Testigo		Profundidad: 7,30-7,60	
Humedad natural		Observaciones probeta	
Masa de tara(g)		Área superior:	X
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana	
Masa seco(g)		Sup. irregular	
Humedad (%)	37,09	Desconchado	
Datos de Probeta		Área inferior:	X
Diámetro (mm)	86,00	Circular plana	
Altura (mm)	182,00	Sup. irregular	
Área (cm ²)	58,088	Desconchado	
Volumen (cm ³)	1057,202	Área lateral	X
Masa probeta(g)	2064,20	Regular plano	
Densidad aparente (gr/cm ³)	1,953	Con oquedades	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,424	Manchas	
Fuerza de rotura (kg)	110,00	Grietas	
Presión de rotura (kg/cm ²)	1,89	Testigo curvo	
Deformación (mm)	22,60	Otros	
			Forma de rotura
			Transversal
			Diagonal
			Longitudinal
			Aplastamiento
			Otros



Código de entrada: G-24851-25

Página: 29

Dirección: Caja Mágica (Madrid)

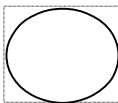
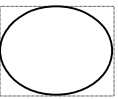
Provincia: Madrid

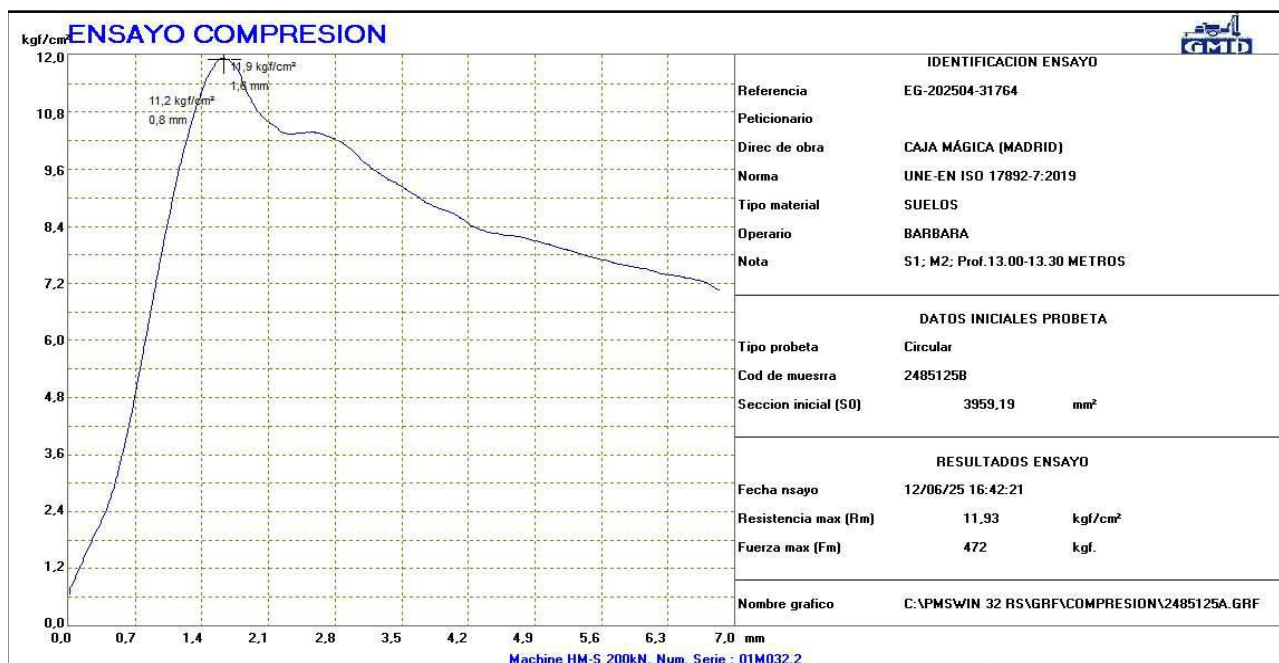
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S1; M2			Fecha: 12-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 13,00-13,30			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	71,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	158,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	39,592	Desconchado				
Volumen (cm3)	625,552	Área lateral				
Masa probeta(g)	1369,46	Regular plano	X			
Densidad aparente (gr/cm3)	2,189	Con oquedades				
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas				
Fuerza de rotura (kg)	472,00	Grietas				
Presión de rotura (kg/cm2)	11,92	Testigo curvo				
Deformación (mm)	1,60	Otros				
					Transversal	
					Diagonal	
					Longitudinal	X
					Aplastamiento	
					Otros	



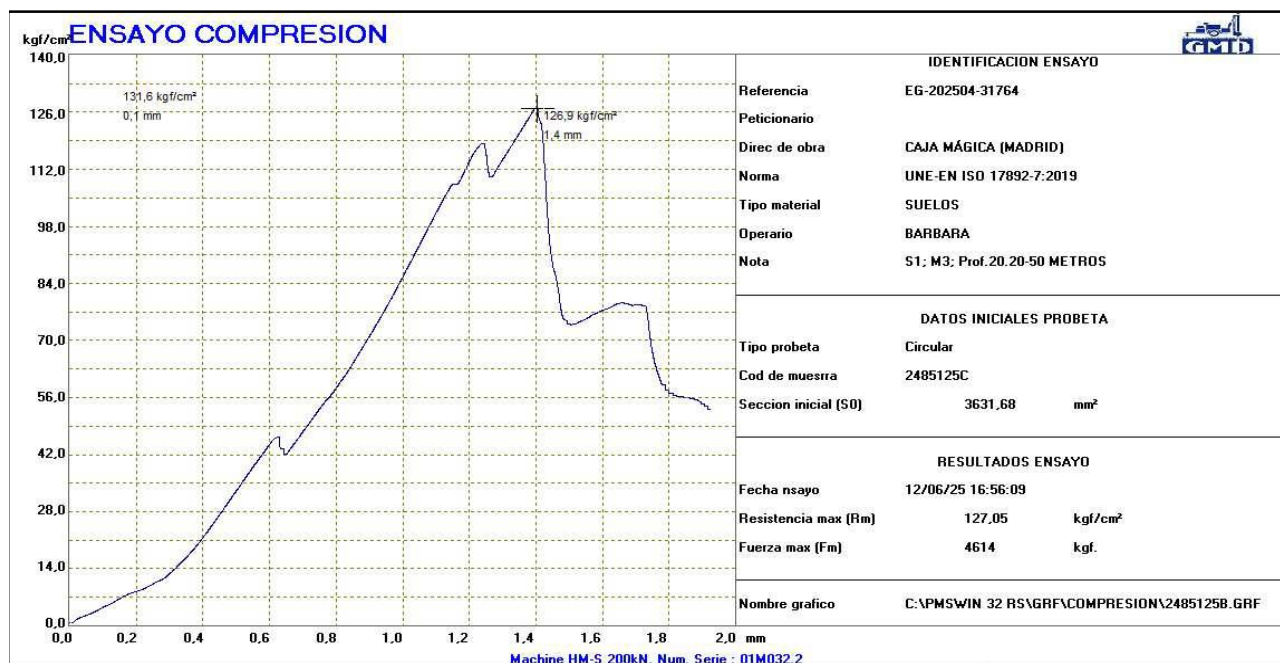
Pagina: 30

Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Designación de muestra: S1; M3			Fecha: 12-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 20,20-20,50			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	68,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	152,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	36,317	Desconchado				
Volumen (cm3)	552,016	Área lateral		Transversal		
Masa probeta(g)	1612,40	Regular plano		X	Diagonal	
Densidad aparente (gr/cm3)	2,921	Con oquedades			Longitudinal	X
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	4614,00	Grietas		Otros		
Presión de rotura (kg/cm2)	127,05	Testigo curvo				
Deformación (mm)	1,40	Otros				



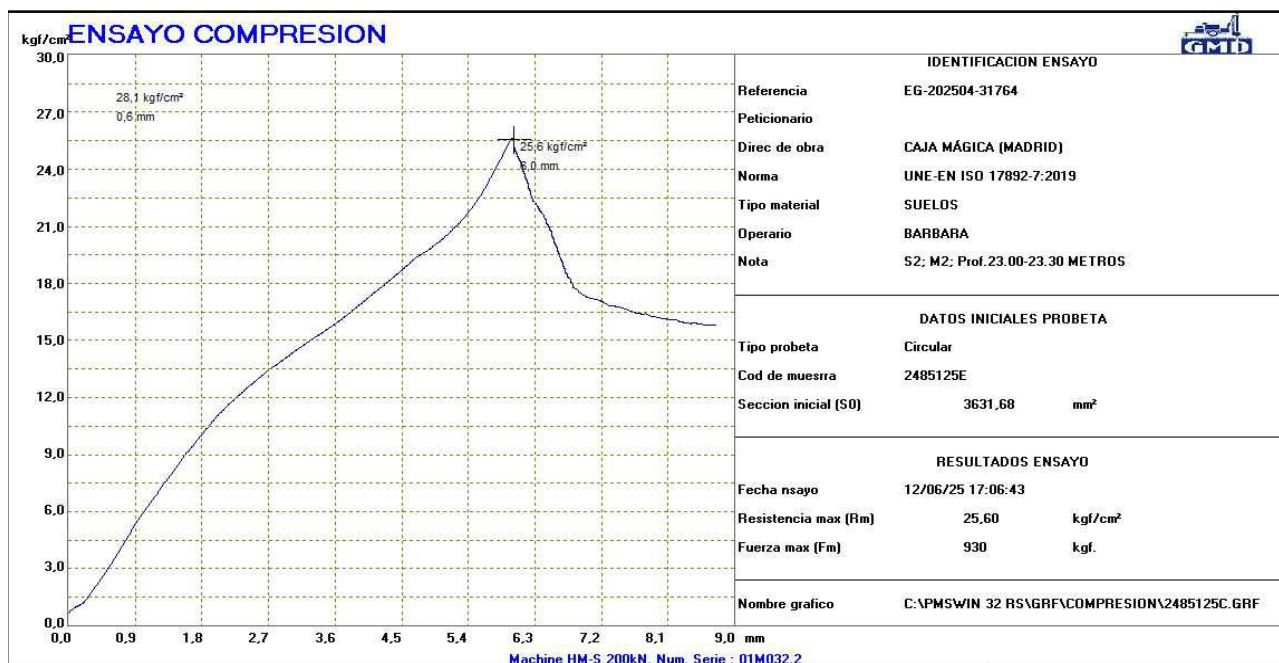
Pagina: 31

Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Designación de muestra: S2; M2			Fecha: 12-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 23,00-23,30			
Humedad natural		Observaciones probeta		Forma de rotura		
Masa de tara(g)		Área superior:				
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana			X	
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	68,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	146,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	36,317	Desconchado				
Volumen (cm3)	530,225	Área lateral			Transversal	
Masa probeta(g)	1438,50	Regular plano		X	Diagonal	X
Densidad aparente (gr/cm3)	2,713	Con oquedades			Longitudinal	
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	930,00	Grietas			Otros	
Presión de rotura (kg/cm2)	25,61	Testigo curvo				
Deformación (mm)	6,00	Otros				



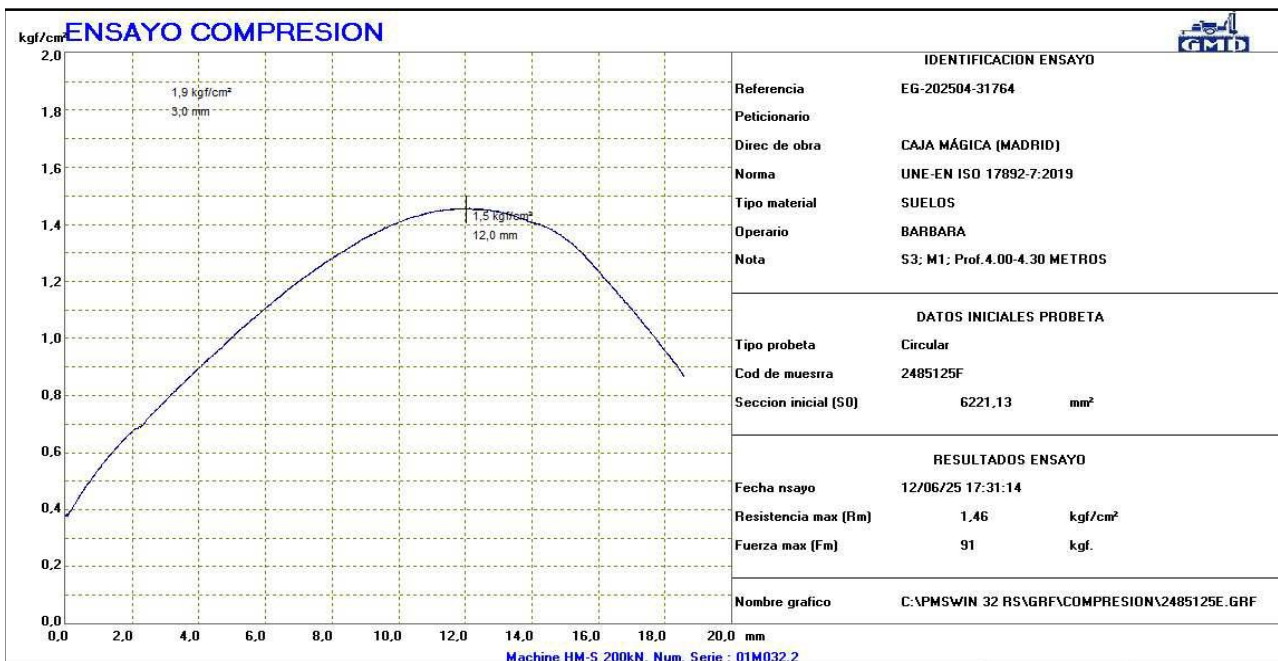
Pagina: 32

Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Designación de muestra:		S3; M1	Fecha:		12-06-25	
Tipo de muestra:		Testigo	Profundidad:		4,00-4,30	
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura	
Masa de tara(g)		Área superior:				
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana	X			
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)	31,88	Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	89,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	180,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	62,211	Desconchado				
Volumen (cm3)	1119,805	Área lateral				
Masa probeta(g)	2023,30	Regular plano	X			
Densidad aparente (gr/cm3)	1,807	Con oquedades				
Densidad seca (gr/cm3)	1,370	Manchas				
Fuerza de rotura (kg)	91,00	Grietas				
Presión de rotura (kg/cm2)	1,46	Testigo curvo				
Deformación (mm)	12,00	Otros				



Código de entrada: G-24851-25

Página: 33

Dirección: Caja Mágica (Madrid)

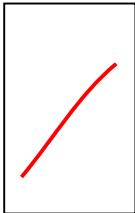
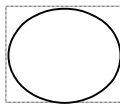
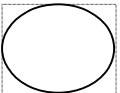
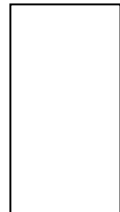
Provincia: Madrid

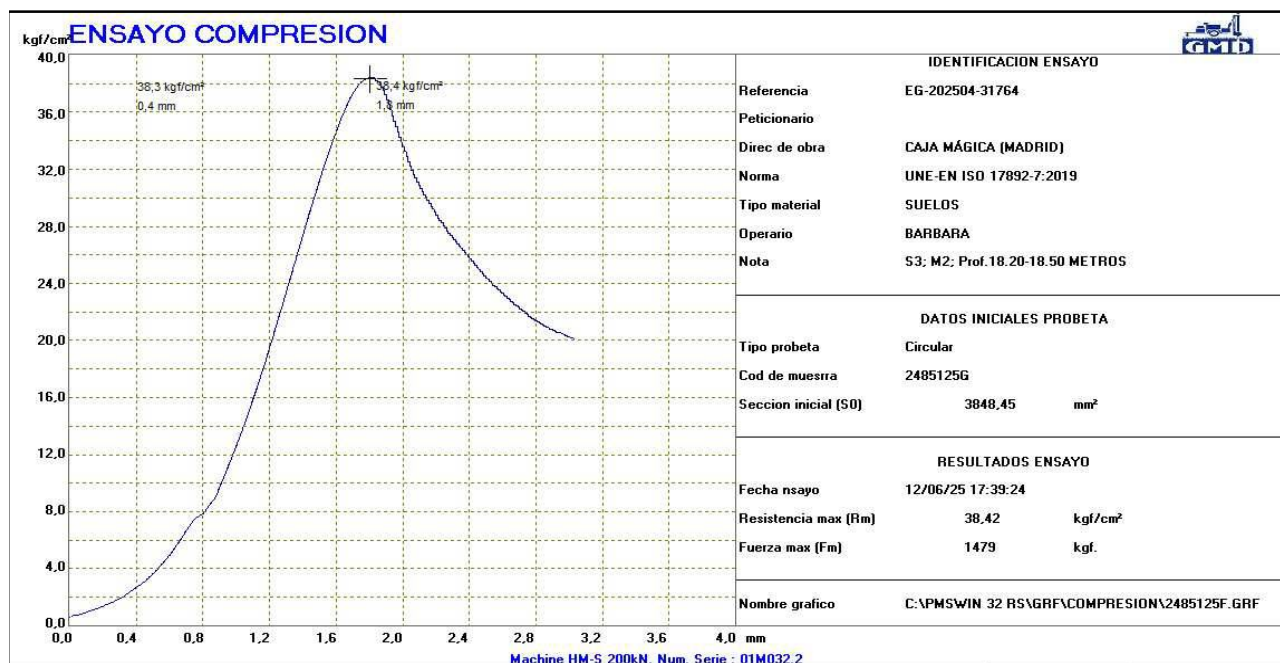
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S3; M2			Fecha: 12-06-25		
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 18,20-18,50		
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura 
Masa de tara(g)		Área superior:	X		
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana			
Masa seco(g)		Sup. irregular			
Humedad (%)		Desconchado			
Datos de Probeta		Área inferior:			
Diámetro (mm)	70,00	Circular plana	X		
Altura (mm)	148,00	Sup. irregular			
Área (cm2)	38,485	Desconchado			
Volumen (cm3)	569,571	Área lateral			
Masa probeta(g)	1508,10	Regular plano	X		
Densidad aparente (gr/cm3)	2,648	Con oquedades			
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			
Fuerza de rotura (kg)	1479,00	Grietas			
Presión de rotura (kg/cm2)	38,43	Testigo curvo			
Deformación (mm)	1,80	Otros			



Dirección: **Caja Magica (Madrid)**

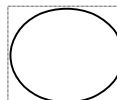
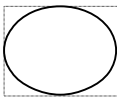
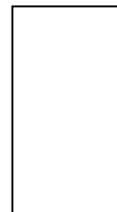
Provincia: Madrid

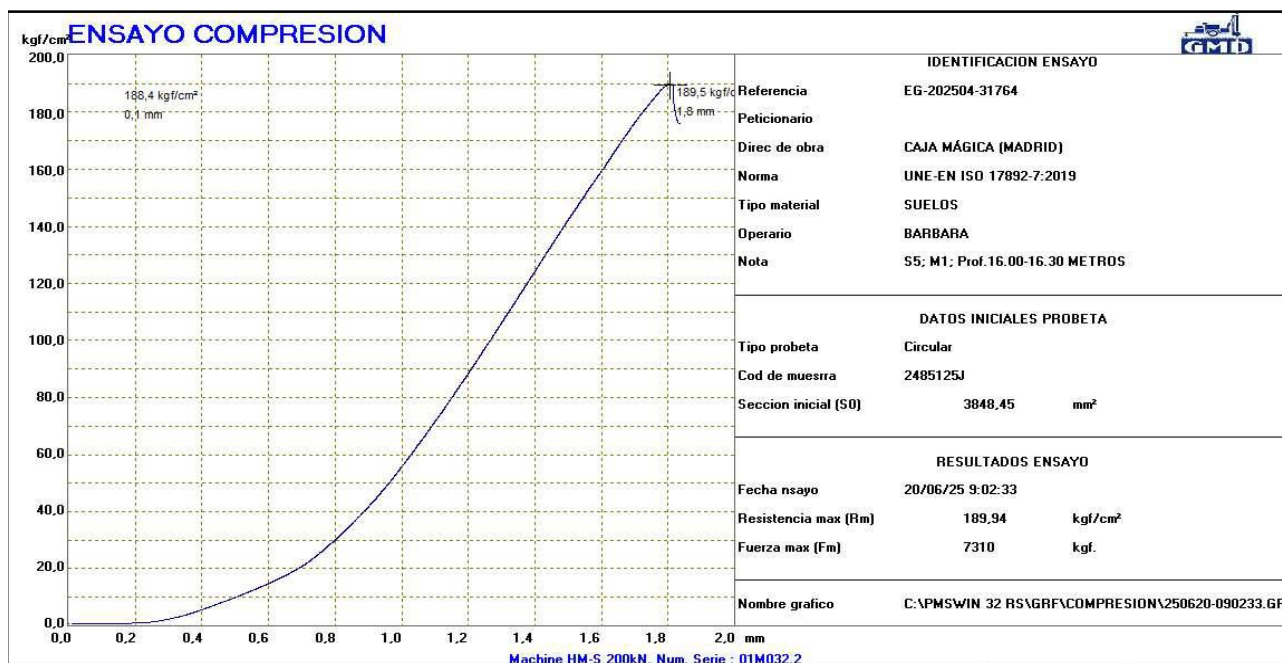
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S5; M1			Fecha: 20-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 16,00-16,30			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura 	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	70,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	153,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	38,485	Desconchado				
Volumen (cm3)	588,813	Área lateral				Transversal
Masa probeta(g)	1589,13	Regular plano	X		Diagonal	X
Densidad aparente (gr/cm3)	2,699	Con oquedades			Longitudinal	
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	7310,00	Grietas			Otros	
Presión de rotura (kg/cm2)	189,95	Testigo curvo				
Deformación (mm)	1,80	Otros				



Código de entrada: G-24851-25

Página: 35

Dirección: Caja Magica (Madrid)

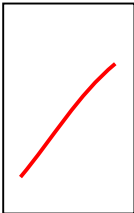
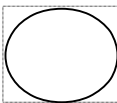
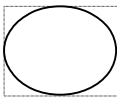
Provincia: Madrid

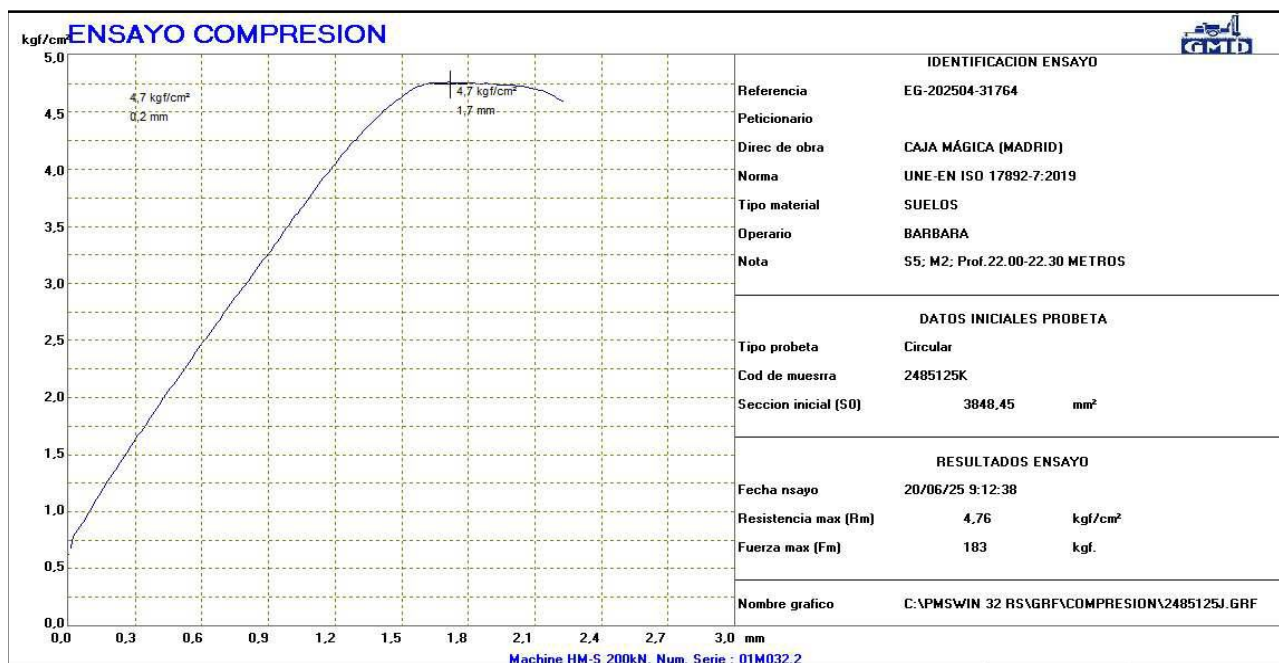
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S5; M2			Fecha: 20-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 22,00-22,30			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura 	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	70,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	152,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	38,485	Desconchado				
Volumen (cm3)	584,965	Área lateral				Transversal
Masa probeta(g)	1271,09	Regular plano	X		Diagonal	X
Densidad aparente (gr/cm3)	2,173	Con oquedades			Longitudinal	
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	183,00	Grietas			Otros	
Presión de rotura (kg/cm2)	4,76	Testigo curvo				
Deformación (mm)	1,70	Otros				



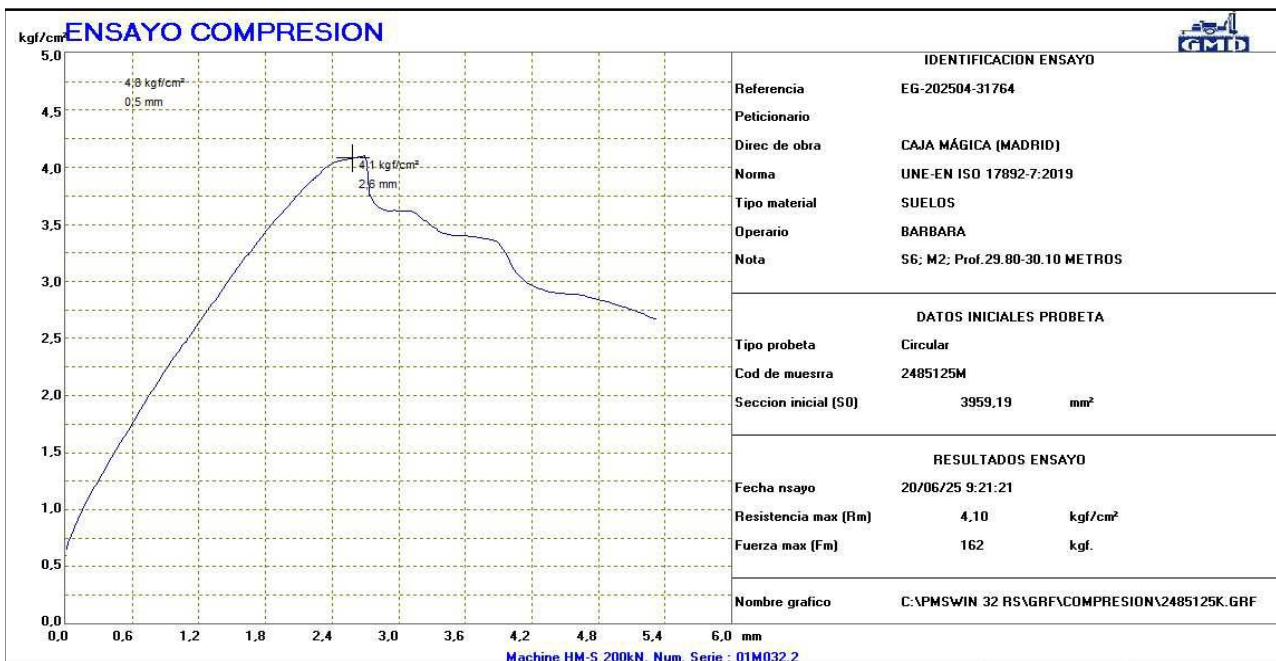
Pagina: 36

Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Designación de muestra: S6; M2			Fecha: 20-06-25		
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 29,80-30,10		
Humedad natural		Observaciones probeta		Forma de rotura 	
Masa de tara(g)		Área superior:			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana			X
Masa seco(g)		Sup. irregular			
Humedad (%)		Desconchado			
Datos de Probeta		Área inferior:			
Diámetro (mm)	71,00	Circular plana	X		
Altura (mm)	161,00	Sup. irregular			
Área (cm2)	39,592	Desconchado			
Volumen (cm3)	637,430	Área lateral			
Masa probeta(g)	1393,25	Regular plano	X		
Densidad aparente (gr/cm3)	2,186	Con oquedades			
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			
Fuerza de rotura (kg)	162,00	Grietas			
Presión de rotura (kg/cm2)	4,09	Testigo curvo			
Deformación (mm)	2,60	Otros			
				Transversal	
				Diagonal	X
				Longitudinal	
				Aplastamiento	
				Otros	



Código de entrada: G-24851-25

Página: 37

Dirección: Caja Magica (Madrid)

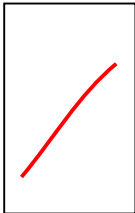
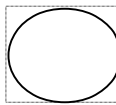
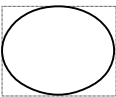
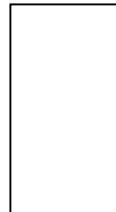
Provincia: Madrid

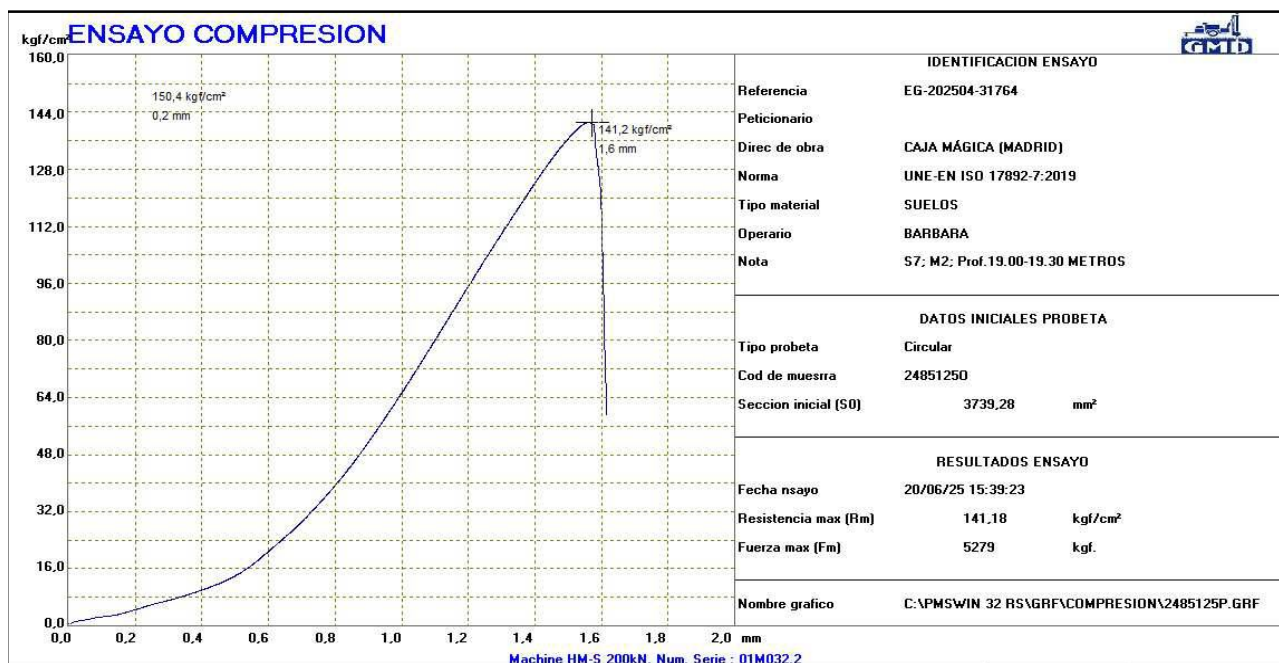
Fecha: 26-6-25

Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: S7; M2			Fecha: 20-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 19,00-19,30			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura 	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	69,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	157,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	37,393	Desconchado				
Volumen (cm3)	587,067	Área lateral				Transversal
Masa probeta(g)	1622,62	Regular plano	X		Diagonal	
Densidad aparente (gr/cm3)	2,764	Con oquedades			Longitudinal	X
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	5279,00	Grietas			Otros	
Presión de rotura (kg/cm2)	141,18	Testigo curvo				
Deformación (mm)	1,60	Otros				



Código de entrada: G-24851-25

Página: 38

Dirección: Caja Magica (Madrid)

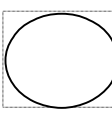
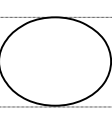
Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

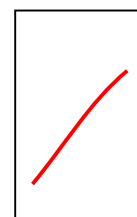
Investigación y Ensayos Geotécnicos

Ensayos de Laboratorio de Suelos

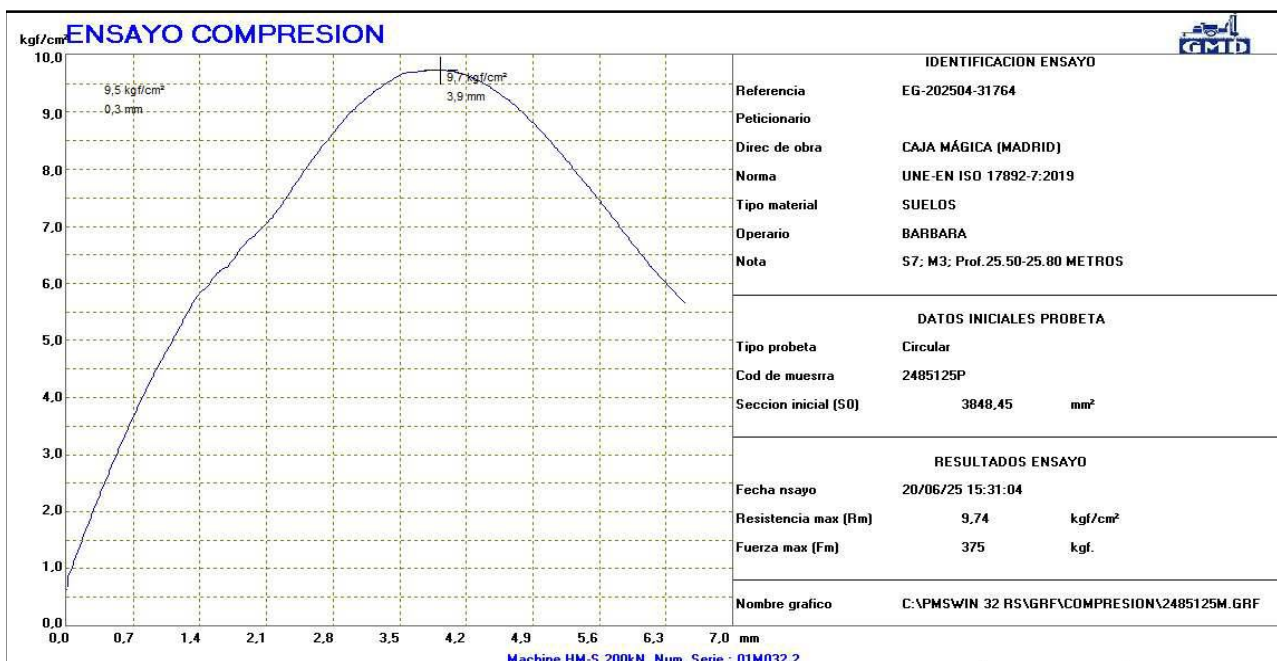
Parte 7: Ensayo de Compresión no Confinada UNE-EN ISO 17892-7:2019

Designación de muestra: #iREF!		Fecha: 20-06-25	
Tipo de muestra: #iREF!		Profundidad: #iREF!	
Humedad natural		Observaciones probeta	
Masa de tara(g)		Área superior:	
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana	
Masa seco(g)		Sup. irregular	
Humedad (%)		Desconchado	
Datos de Probeta		Área inferior:	
Diámetro (mm)	70,00	Circular plana	
Altura (mm)	152,00	Sup. irregular	
Área (cm ²)	38,485	Desconchado	
Volumen (cm ³)	584,965	Área lateral	
Masa probeta(g)	1314,40	Regular plano	
Densidad aparente (gr/cm ³)	2,247	Con oquedades	
Densidad seca (gr/cm ³)		Manchas	
Fuerza de rotura (kg)	375,00	Grietas	
Presión de rotura (kg/cm ²)	9,74	Testigo curvo	
Deformación (mm)	3,90	Otros	

Forma de rotura



Transversal	
Diagonal	
Longitudinal	x
Aplastamiento	
Otros	



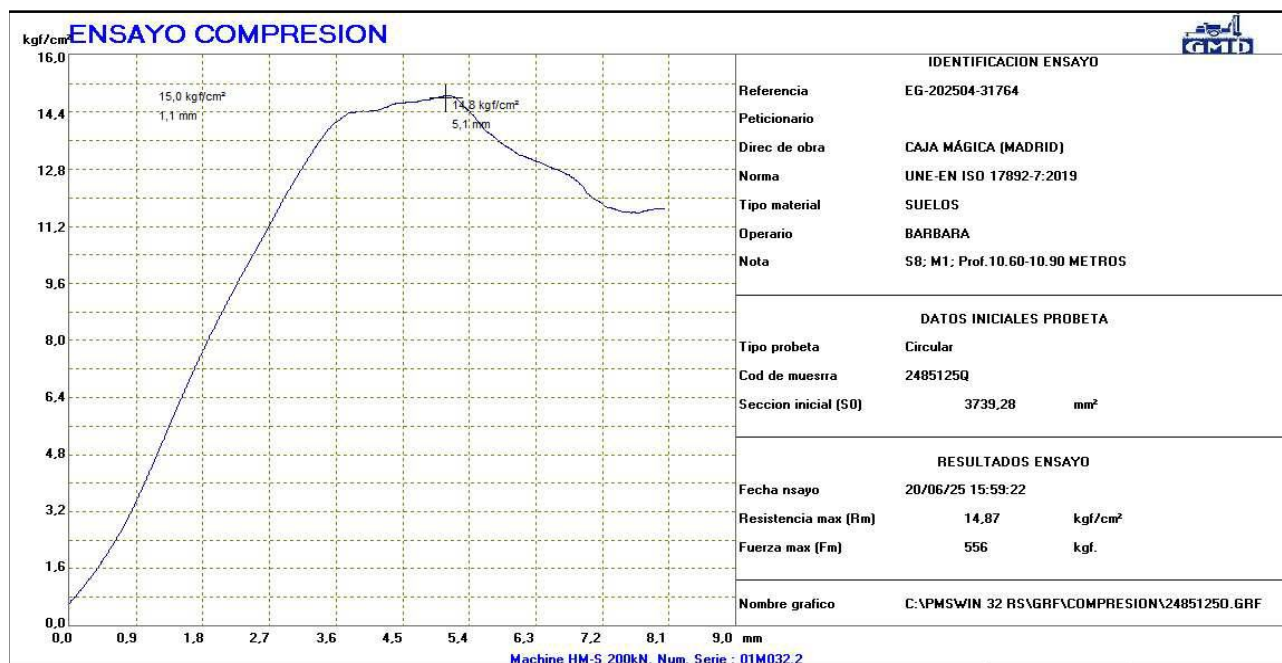
Pagina: 39

Provincia: Madrid

Fecha: 26-6-25

Ensayos de Laboratorio de Suelos

Designación de muestra: S8; M1			Fecha: 20-06-25			
Tipo de muestra: Testigo			Profundidad: 10,60-10,90			
Humedad natural		Observaciones probeta			Forma de rotura	
Masa de tara(g)		Área superior:	X			
Masa suelo húmedo(g)		Circular plana				
Masa seco(g)		Sup. irregular				
Humedad (%)		Desconchado				
Datos de Probeta		Área inferior:				
Diámetro (mm)	69,00	Circular plana	X			
Altura (mm)	151,00	Sup. irregular				
Área (cm2)	37,393	Desconchado				
Volumen (cm3)	564,631	Área lateral		Transversal		
Masa probeta(g)	1250,83	Regular plano		X	Diagonal	
Densidad aparente (gr/cm3)	2,215	Con oquedades			Longitudinal	X
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas			Aplastamiento	
Fuerza de rotura (kg)	556,00	Grietas			Otros	
Presión de rotura (kg/cm2)	14,87	Testigo curvo				
Deformación (mm)	5,10	Otros				



GMD

Estudios Geotécnicos
y Control de Obras

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Código de entrada: **G-24851-25** Pagina: **40**
Dirección: **Caja Magica (Madrid)**
Provincia: **Madrid** Fecha: **26-06-25**

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos consta de 40 hojas(incluida esta pagina)numeradas de 1 al 40 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

Fecha: 26-06-25



Fdo.: Alfredo Comendador Colorado
DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo.: Margarita Arroyo Zamarrón
JEFE LABORATORIO ÁREA GTL

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

EH: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero

GT: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos y ensayos de laboratorio de geotecnia.

EFA: Control de morteros para albañilería

EA: Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero



C/ Adelfa 11; Pol. Industrial Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid
http://www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono: 91-492-02-20/21
Fax: 91-697-29-64

OBRA:

Dirección de la Obra:	NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN CAJA MAGICA, MADRID		
Provincia:	MADRID		
Referencia Informe:	EG-202504/31764	Nº de Muestra:	AG-3864-25
Tipo de agua-Puntos recogida:		Fecha recogida:	02/06/2025
Profundidad de muestreo:	S-2 10,50 M		

Página: 1 de 2

Grado potencial de agresividad de un agua al hormigón Tabla 27.1b Código Estructural 2021

ANÁLISIS DEL AGUA		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETRO	RESULTADO ENSAYO	DÉBIL (XA1)	MEDIO (XA2)	FUERTE (XA3)
VALOR DEL pH	7,6	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	< 4.5
MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l)	20,4	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l)	<15	15 - 30	30 - 60	> 60
SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l)	4835,3	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l)	-	15 - 40	40 - 100	> 100
RESIDUO SECO (mg / l)	15629,0	75 - 150	50 - 75	< 50

Normativa: pH (UNE 83952:08), Magnesio (UNE 83955:2008), Amonio (UNE 83954:08), Sulfato (UNE 83956:08), CO₂ agresivo (UNE-EN 13577), Residuo seco (UNE 83957:08)

EVALUACION:

AGRESIVIDAD FUERTE AL HORMIGON

Observaciones:

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TEL: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Estudios Geotécnicos
Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasonidos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido). GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Laboratorio con declaración responsable MAD-L-002 según RD-410/2010



C/ Adelfa 11
Pol. Industrial Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid
http:// www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono: 91-492-02-20/21
Fax: 91-697-29-64

ÁREA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE GEOTECNIA (GTL)

Referencia: EG-202504/31764 Página: 2 de 2
Dirección: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN CAJA MÁGICA,
MADRID
Provincia: MADRID Fecha: 23-06-25

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Geotecnia consta de 2 hojas (incluida esta página) numeradas de 1 al 2 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de GEOTÉCNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64



DÑA. MARGARITA ARROYO ZAMARRÓN
JEFE DE ÁREA GTL

D. ALFREDO COMENDADOR COLORADO
DIRECTOR DE LABORATORIO

Estudios Geotécnicos
Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasonidos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido). GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Laboratorio con declaración responsable MAD-L-002 según RD-410/2010



C/ Adelfa 11; Pol. Industrial Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid
http:// www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono: 91-492-02-20/21
Fax: 91-697-29-64

OBRA:

Dirección de la Obra:	NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN CAJA MAGICA, MADRID		
Provincia:	MADRID		
Referencia Informe:	EG-202504/31764	Nº de Muestra:	AG-3865-25
Tipo de agua-Puntos recogida:		Fecha recogida:	16/06/2025
Profundidad de muestreo:	S-7 5,50 M		

Página: 1 de 2

Grado potencial de agresividad de un agua al hormigón Tabla 27.1b Código Estructural 2021

ANÁLISIS DEL AGUA		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETRO	RESULTADO ENSAYO	DÉBIL (XA1)	MEDIO (XA2)	FUERTE (XA3)
VALOR DEL pH	7,6	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	< 4.5
MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l)	21,9	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l)	<15	15 - 30	30 - 60	> 60
SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l)	1430,7	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l)	-	15 - 40	40 - 100	> 100
RESIDUO SECO (mg / l)	2165,0	75 - 150	50 - 75	< 50

Normativa: pH (UNE 83952:08), Magnesio (UNE 83955:2008), Amonio (UNE 83954:08), Sulfato (UNE 83956:08), CO₂ agresivo (UNE-EN 13577), Residuo seco (UNE 83957:08)

EVALUACION:

AGRESIVIDAD MEDIA AL HORMIGON

Observaciones:

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TEL: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64

Estudios Geotécnicos
Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasonidos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido). GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)
Laboratorio con declaración responsable MAD-L-002 según RD-410/2010



C/ Adelfa 11
Pol. Industrial Los Calahorros IV
28970 Humanes de Madrid
http:// www.geotecnia.org
e-mail: gmd@geotecnia.org
Teléfono: 91-492-02-20/21
Fax: 91-697-29-64

ÁREA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE GEOTECNIA (GTL)

Referencia: EG-202504/31764 Página: 2 de 2
Dirección: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN CAJA MÁGICA,
MADRID
Provincia: MADRID Fecha: 23-06-25

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Geotecnia consta de 2 hojas (incluida esta página) numeradas de 1 al 2 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de GEOTÉCNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.
C.I.F. B-82644477
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES
TELF: 91 492 02 20
FAX: 91 697 29 64



DÑA. MARGARITA ARROYO ZAMARRÓN
JEFE DE ÁREA GTL

D. ALFREDO COMENDADOR COLORADO
DIRECTOR DE LABORATORIO

Estudios Geotécnicos

Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc), EA (Inspección por líquidos penetrantes y ultrasonidos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido). GT (Identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos)

Laboratorio con declaración responsable MAD-L-002 según RD-410/2010



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ANEJO N°5.- FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org



Ensayo de penetración P1



Ensayo de penetración P2



Ensayo de penetración P3



Ensayo de penetración P4



Ensayo de penetración P5



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org



Sondeo mecánico S1



Sondeo mecánico S2



Sondeo mecánico S3



Sondeo mecánico S4



Sondeo mecánico S5



Sondeo mecánico S6



Sondeo mecánico S7



Sondeo mecánico S8

Tipo Estudio: NUEVO ESTADIO SEMIPERMANENTE EN EL RECINTO DE LA CAJA MÁGICA
Dirección: CAMINO DE PERALES, 23
Municipio: MADRID (MADRID)
Referencia: EG-202504/31764



Estudios Geotécnicos y
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org

914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR, (2001). EDIFICACIÓN. PARTICIONES. Manual de Normas UNE EN., Ed. AENOR. Madrid
- AENOR, (1999). EUROCÓDIGO 7. PROYECTO GEOTÉCNICO, PARTE 1, 2 y 3: Reglas generales. Ensayos de Laboratorio. Ensayos "in situ". Ed. AENOR, Madrid
- CTE (2006), Código Técnico de la Edificación, Partes I y II. Ministerio de Vivienda
- CÓDIGO ESTRUCTURAL (2021) Real Decreto 470/2021. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
- JIMENEZ SALAS, J. E.; DE JUSTO ALPAÑES, J. L. & SERRANO GONZALEZ, A. A., (1981). GEOTECNIA Y CIMENTOS I, II y III: Mecánica del suelo y de las rocas. 2ª Edición, Ed, Rueda, Madrid
- RODRÍGUEZ ORTIZ, J. M.; SERRA GESTA, J. & OTEO MAZO, C., (1982). CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES. Ed. GRAFICINCO. MADRID
- ROM 0.5-94. "Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias". Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- Ingeniería Geológica (2002) Luis González de Vallejo. Pearson Educación. ISBN 84-205-3104-9
- Oteo, C.; Rodríguez Ortiz, J. y Melis, M. (2003) "Criterios de diseño de pantallas continuas en la ampliación del Metro de Madrid". Revista de Ingeniería Civil Nº 129, 5 -15.
- Guía de Cimentaciones en Obras de carretera (2009) Ministerio de Fomento
- Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Bases del proyecto geotécnico. (2019) Ministerio de Fomento
- Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Cimentaciones superficiales. (2019) Ministerio de Fomento
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, serie cartográfica a diferentes escalas elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME)