

# ESTUDIO GEOTÉCNICO

**EXPEDIENTE N°:** EG-3842/15. REV. 1

**CLIENTE:** CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.

**LOCALIZACIÓN:** CALLE ANTONIO SANCHA Nº 11, ALAMEDA DE OSUNA,  
MADRID.

**ASUNTO:** INFORME GEOTÉCNICO MODIFICADO.

## ÍNDICE.

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO.</b>	<b>4</b>
<b>2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. TRABAJOS REALIZADOS.</b>	<b>6</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA.</b>	<b>7</b>
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SONDA.	7
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN.	7
<b>4. MARCO GEOLÓGICO.</b>	<b>9</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.	9
4.2. ESTRATIGRAFÍA.	10
4.3. TECTÓNICA.	13
4.4. DESNIVEL DEL TERRENO.	14
4.5. SISMICIDAD.	16
<b>5. COLUMNA LITOLÓGICA DEL SUBSUELO.</b>	<b>19</b>
<b>6. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.</b>	<b>21</b>
6.1. RESULTADOS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS.	21
<b>7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.</b>	<b>24</b>
7.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.	24
7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.	25
7.3. ENSAYO DE CORTE DIRECTO.	26
7.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO ( $\phi$ , $c$ , $\gamma$ , $k$ ).	27
7.5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.	29
<b>8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.</b>	<b>31</b>
8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.	31
8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.	33
8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.	36
8.4. CÁLCULO DE ASIENTOS.	37
8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD.	38
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>39</b>
<b>10. CONSIDERACIONES GENERALES.</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>41</b>

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO.

El presente informe geotécnico ha sido realizado por encargo de la **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE**, para la ampliación del **IES ALAMEDA DE OSUNA** situado en la **CALLE ANTONIO SANCHA Nº 11**, en el término municipal de **ALAMEDA DE OSUNA**, en la provincia de **MADRID**.

Los trabajos de campo se realizaron el día 14 de octubre de 2015 y las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- Dos ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.
- Dos sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo:
  - S-1, de 6,00m de profundidad.
  - S-2, de 6,00m de profundidad.
- Dos perfiles estratigráficos del terreno.
- Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno.

Así pues, se ha realizado el reconocimiento geotécnico del subsuelo de una zona dentro del instituto existente, que ocupa unos 500m<sup>2</sup>, donde se proyecta la construcción de doce aulas, se distribuirán en cuatro aulas por planta, con lo que la nueva construcción tendrá tres plantas sobre rasante, con una superficie en planta de unos 280m<sup>2</sup>, y una superficie total construida de aproximadamente 850m<sup>2</sup>. El tipo de construcción sería C-1 y el grupo de terreno T-1, según se define en el CTE.

El objetivo fundamental de los trabajos realizados, ha sido la obtención de datos para determinar las características básicas del terreno que permitan estudiar las condiciones de construcción más oportunas, así como aspectos práctico–constructivos relacionados con el subsuelo, determinando la estratigrafía del terreno, su capacidad portante y la profundidad adecuada para cimentar.

En los apartados correspondientes de la presente memoria, se describe la metodología seguida, los trabajos realizados, la características litológicas del terreno, su inscripción en el marco geológico del entorno, así como parámetros y características geotécnicas básicas de los materiales, con el fin de analizar la tipología, base de diseño de la cimentación y método de ejecución recomendable, entre otros aspectos relacionados con el subsuelo.

En los anexos que aparecen al final del presente informe se registran los resultados extraídos de los trabajos de campo, haciendo uso de columnas estratigráficas y perfiles estratigráficos del terreno, además de los datos y representaciones correspondientes a los ensayos de laboratorio efectuados, así como un reportaje fotográfico de la zona y el material atravesado.

## **2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. TRABAJOS REALIZADOS.**

La campaña de reconocimiento del terreno se inició con la realización de los trabajos de campo el día 14 de octubre de 2015, completándose posteriormente con la realización de los ensayos de laboratorio más propicios en función del tipo de terreno extraído.

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de dos sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo, y dos ensayos de penetración dinámica superpesada tipo DPSH, con el objeto de reconocer la estratigrafía del subsuelo, tomar muestras para su ensayo en laboratorio, efectuar la diferenciación de niveles de distinta consolidación a partir de la representación de la resistencia del terreno a la hincia dinámica continua y determinar la existencia o ausencia del nivel freático en la parcela objeto de estudio.

La localización de los ensayos aparece en el croquis de situación adjunto en los anexos, con referencia al vial y a las construcciones existentes. Se han ubicado en la zona donde se situarán las nuevas aulas.

Por otro lado, los ensayos de laboratorio se realizan siguiendo las condiciones que marca la normativa. En general, los ensayos de laboratorio se clasifican en distintos grupos, que atañen por separado a las distintas características físico-químicas de las muestras analizadas. La diversificación de los ensayos se presenta según la siguiente tabla:

Tipo	Ensayos
Identificación	Granulometría y Límites de Atterberg
Estado	Humedad Natural
Químicos	Contenido de sulfatos en suelo
Geomecánicos	Corte Directo

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA.**

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SONDA.**

Los sondeos se llevan a cabo con una sonda tipo TECOINSA TP-30 LR, montada sobre todoterreno Land-Rover Defender; este tipo de sonda ejecuta una perforación a rotación, en este caso con un diámetro de 86mm, no habiendo sido necesario el revestimiento de los sondeos dada la propia estabilidad del terreno perforado.

La longitud perforada en los sondeos S-1 y S-2 fue de 6,00m, con lo que la longitud total perforada fue de 12,00m.

Dadas las características que ofrece el terreno, en los sondeos se han realizado ensayos estándar de penetración (SPT), con la punta abierta, y se han recogido muestras del registro continuo del sondeo (MA o TS) para su ensayo en laboratorio.

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN.**

Las características del equipo de penetración dinámica tipo DPSH empleado, modelo TECOINSA TP-30 LR, se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Varillaje	32 mm
Peso de la maza	63,5 kg
Altura de caída	76 cm
Puntaza	<ul style="list-style-type: none"><li>- Altura 5 cm</li><li>- Puntaza cónica con vértice en ángulo de 90°</li><li>- Sección circular de 20 cm<sup>2</sup></li></ul>

Los ensayos de penetración dinámica superpesada realizados, relacionan la profundidad con la resistencia del terreno a la hincada dinámica (nivel de consolidación del terreno).

Este tipo de ensayo se considera más adecuado cuando se realiza acompañado de sondeos mecánicos, como es el caso, pudiendo aumentar el número de puntos de reconocimiento del terreno, además de obtener un registro continuo de la resistencia de los materiales atravesados.

El ensayo consiste en la introducción en el terreno de una puntaza de forma cónica unida a un varillaje, mediante el golpeo de una maza de 63,5kg que cae libremente desde una altura de 76cm, registrándose el número de golpes necesarios para hincar cada tramo de 20cm en que se divide el varillaje.

La prueba finaliza cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20cm es superior de 100, cuando se alcanzan 75 golpes para profundizar 20cm tres veces consecutivas, o si no se obtiene el rechazo, cuando se alcanza la profundidad máxima que se quiera alcanzar. Los resultados se presentan en un gráfico que relaciona la profundidad con la resistencia a la hinca dinámica.



#### **4. MARCO GEOLÓGICO.**

##### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La parcela de estudio se encuentra en el término municipal de Madrid, localizándose en la Hoja Geológica de su mismo nombre (Hoja nº 559 del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000).

La zona se ubica al Sur del Borde Meridional del Sistema Central, en la Cuenca del Tajo o Submeseta Meridional, participando de las características geológicas del Borde Occidental del Tajo, con un esquema estratigráfico mixto en relación a la variación de facies entre el centro y el borde de la cuenca sedimentaria del Tajo.

La Hoja incluye en su ámbito los depósitos continentales miocenos y cuaternarios donde se sitúan Madrid y las localidades aledañas, localizándose en su ángulo noroeste la Cordillera Central (Sierra de Gredos y Guadarrama), compuesta por materiales ígneos y metamórficos atribuidos generalmente a la orogenia hercínica, adosándose a estos materiales, en la vertiente sur, retazos de materiales de edad Cretácica y probable Oligoceno.

Los depósitos existentes en la zona de estudio corresponden principalmente al Terciario (Neógeno).

## 4.2. ESTRATIGRAFÍA.

En la Hoja de Madrid aparecen representados varios conjuntos litológicos de características bien diferenciadas. Destacan por su extensión, en la parte occidental y septentrional, los depósitos arcósicos miocenos, que se agrupan bajo la denominación general de Facies Madrid.

Dichos depósitos arcósicos forman asimismo un conjunto morfológico netamente individualizable en relación con los sedimentos yesíferos y arcillo-carbonáticos que afloran al sur y al Este del casco urbano de Madrid.

El depósito de arcosas queda integrado dentro de un sistema de abanicos aluviales cuyo abastecimiento se realiza a partir del desmantelamiento de los granitoides del Sistema Central, con cierta influencia en la parte oriental de aportes procedentes de los macizos metamórficos del Guadarrama. El espesor máximo de estas arcosas que afloran en la Hoja es de unos 110m, aunque disminuye hacia el Sur, donde queda reducido a unas escasas decenas de metros en función del cambio lateral de facies con las unidades arcillosas.

La sucesión arcósica en el área septentrional de la Hoja aparece así constituida por un apilamiento de secuencias granodecrecientes de orden métrico, cuyos términos basales presentan frecuentemente niveles más o menos canalizados de arcosas gruesas con cantos y bloques. La proporción de fangos arcillosos aumenta netamente en las arcosas más meridionales, hecho acompañado de una mejor definición de los niveles de paleosuelos, con importante desarrollo de calcretas en algunos puntos.

La relación de facies observada caracteriza esencialmente las zonas medias y distales de estos abanicos. El régimen de deposición corresponde en buena parte a procesos de transporte en masa del material arcósico, presentando esta deposición un carácter marcadamente episódico y discontinuo bajo condiciones climáticas cálidas con estaciones contrastadas.

Por otro lado, los términos arcillosos coinciden, en gran parte, con depresiones morfológicas de la zona centro-oriental de la Hoja.

Por último, las formaciones yesíferas más meridionales dan lugar a escarpes bastante abruptos en la vertiente izquierda del Manzanares, así como en la vertiente derecha del Jarama. Los valles de estos ríos presentan un importante desarrollo de niveles de terraza.

La parcela estudiada se localiza sobre materiales arcósicos de edad Mioceno, concretamente sobre una unidad compuesta por arenas arcósicas con cantos, lechos de cantos y fangos.

Litológicamente, esa unidad está constituida por una alternancia monótona de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonos pardo-amarillentos y rojizos que se estructuran en la mayor parte de los casos en secuencias granodecrecientes arcosas-arcillas arenosas, con espesores comprendidos entre varios decímetros (0,60-0,90m) hasta 3 ó 4 m. Aparte de la granoselección de conjunto, estas secuencias se caracterizan por el aspecto masivo de su estructura interna, reconociéndose bases en general suavemente erosivas, estructuras de “cut and fill” y mesosecuencias erosivas y granodecrecientes (lentejones) truncadas entre sí dentro de los paquetes arcósicos. Localmente se reconocen estratificaciones cruzadas de surco o planar de gran escala y trenes de ripples.

Las arcillas arenosas de la parte superior de la secuencia, con un contenido en fracción arena que no suele superar el 45%, muestran comúnmente escasa estructuración, lajeado horizontal característico y enrojecimiento en su parte más alta, rasgo correlacionable con el desarrollo de procesos edáficos hidromórficos poco evolucionados. Localmente se observan en estos niveles restos de bioturbación por raíces. En algunas secuencias, sobre todo hacia la base del conjunto arcósico, las arcillas constituyen depósitos de decantación, mostrando laminación paralela, en ocasiones convolucionada, y escasa fracción limosa.

Hacia la parte Norte y Noroeste de la Hoja, el tamaño medio de los depósitos arcósicos aumenta, estando la mayor parte de los niveles constituidos por arena gruesa a microconglomerática, con lechos discontinuos de cantos de granito, sienita y otros materiales plutónicos. A pesar de esta mayor proximidad al borde de la cuenca, la proporción de fangos es elevada, mostrando frecuentes enrojecimientos de origen edáfico (hidromorfía).

La sucesión arcósica en esta área septentrional de la Hoja aparece así constituida por un apilamiento de secuencias granodecrecientes de orden métrico, cuyos términos basales presentan frecuentemente niveles más o menos canalizados de arcosas gruesas con cantos y bloques.

La proporción de fangos arcillosos aumenta netamente en las arcosas más meridionales, hecho acompañado de una mejor definición de los niveles de paleosuelos, con importante desarrollo de calcretas (paleosuelos carbonatados) en algunos puntos.

### 4.3. TECTÓNICA.

El territorio de la Hoja de Madrid se emplaza íntegramente en la denominada Cuenca del Tajo, la cual corresponde a una de las grandes zonas subsidentes intracontinentales, de Edad Terciaria, que ocupan el interior de la Península Ibérica.

Estas cuencas no representan verdaderas fosas tectónicas pues su desarrollo coincide con una deformación compresiva global de la Península Ibérica durante el terciario, cuyo resultado es la estructuración de relieves positivos, como el Sistema Central y zonas subsidentes.

Dentro de esta cuenca de sedimentación, el área de Madrid está situada en las proximidades de su borde septentrional, enmarcado por el Sistema Central. Este borde aparece como una línea de mayor actividad frente a los esfuerzos tectónicos que produjeron la deformación causante de la elevación del Sistema Central y la subsidencia de la cuenca.

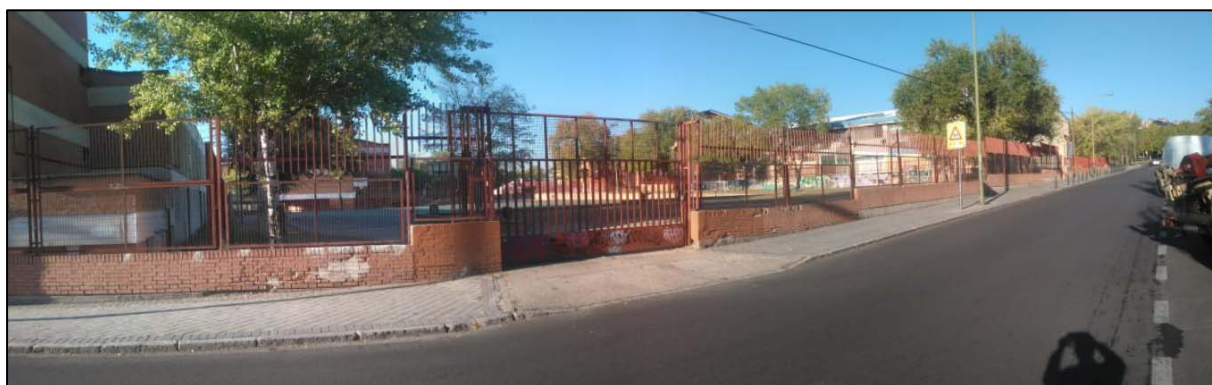
Debido a la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, esta tectónica frágil no se manifiesta en superficie, aunque una cierta incidencia se refleja en la jerarquización de los arroyos en las facies arcósicas. No obstante, esta tectónica de fractura, concurrente con la deformación de los materiales del basamento en las áreas de relieve positivo, se observa en ocasiones en los materiales más rígidos del centro de la cuenca, donde la proximidad a la superficie de las facies yesíferas permite la delimitación de algunas de estas fracturas.

Por tanto, las estructuras de deformación tectónica que afectan a los materiales del Neógeno de Madrid son escasas y por lo general son deformaciones de gran amplitud relacionadas con la Cuenca del Tajo.

#### **4.4. DESNIVEL DEL TERRENO.**

La zona investigada se engloba dentro de las instalaciones de un instituto, tiene morfología cuasi rectangular. Se encuentra delimitada por la calle Brezos al norte, por una pista deportiva al sur, por las aulas del edificio existente al este y por una edificación al oeste. La superficie del instituto es de 17.110,48m<sup>2</sup>, mientras que la zona a estudiar, donde se situarán las futuras aulas, es de aproximadamente 500m<sup>2</sup>.

La zona investigada está desbrozada y rodeada de árboles. Presenta un ligero desnivel descendente desde la esquina norte (cota aprox. 3,60m) hacia el sur de la zona de estudio (cota aprox. 2,30m), de unos 1,30m.

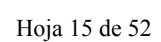


*Vista de la entrada por la calle Brezos*



*Vista de la zona a estudiar, a la derecha de la foto la calle Brezos y a la izquierda la pista deportiva*





#### 4.5. SISMICIDAD.

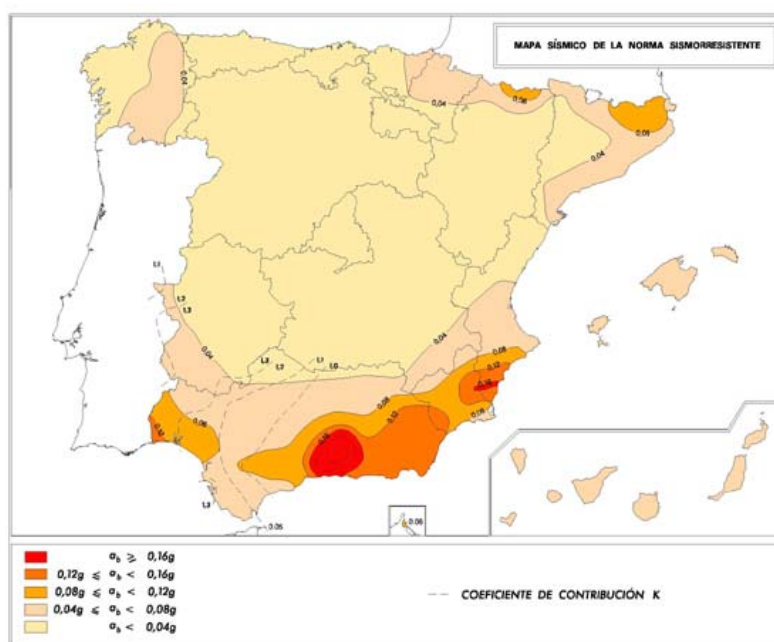
Para la redacción del presente apartado se han seguido las indicaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente Española NCSE-02 (publicada en septiembre de 2002).

Esta norma proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable.

Recoge explícitamente que la finalidad última de la norma es evitar la pérdida de vidas humanas, y reducir el daño y las pérdidas económicas por terremotos en el futuro, tal como se hace en los principales códigos sísmicos internacionales.

Siguiendo el criterio de la norma y a la vista del mapa de peligrosidad sísmica, la zona de estudio presenta una aceleración sísmica básica  $a_b/g$  menor de 0,04, expresada en relación al valor de la gravedad (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 500 años).

De acuerdo con la Norma NCSE-02, al presentar la zona de estudio una aceleración sísmica menor de 0,04g, no será necesaria la consideración de acciones sísmicas.



Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. BOE 11/10/2002



Aceleración sísmica de cálculo:

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

$a_b$ : Aceleración sísmica básica =  $<0,04 \cdot g$

$k$ : Coeficiente de contribución:  $=1,00$

$\gamma_I$ : Factor de importancia  $= \gamma_I = 1,00$  (importancia normal)

$\gamma_{II}$ : Factor modificador período de retorno  $= \gamma_{II} = 1,00$  (Pr = 500 años)

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo:  $= \rho = \gamma_I \times \gamma_{II} = 1,00$

$S$ : Coeficiente de amplificación del terreno:

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

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \times a_b < 0,4 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \times \left( \rho \times \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \times \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \times a_b \quad S = 1,0$$

Siendo:

$C$ : Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Tipo	Descripción del terreno	Coeficiente C
<b>Terreno tipo I</b>	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de las ondas transversales o de cizalla, $V_s > 750 \text{ m/s}$ .	1,0
<b>Terreno tipo II</b>	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de las ondas transversales o de cizalla, $V_s = 400-750 \text{ m/s}$ .	1,3
<b>Terreno tipo III</b>	Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad ondas transversales o de cizalla, $V_s = 200-400 \text{ m/s}$ .	1,6
<b>Terreno tipo IV</b>	Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando. Velocidad ondas transversales o de cizalla, $V_s < 200 \text{ m/s}$ .	2,0

El valor de C se determina a partir de los espesores  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  y  $e_4$  de los terrenos tipos I, II, III y IV, existentes en los primeros 30 m bajo la superficie:

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

Se pueden clasificar los terrenos en cuatro tipos según la norma NCSE-02, cada uno de los cuales tendrá un coeficiente de contribución K y un coeficiente del terreno C específicos, encontrando en el presente caso en superficie un terreno tipo T-III, correspondiente a suelo granular medio o suelo cohesivo firme-muy firme, con una velocidad de propagación de las ondas transversales o de cizalla,  $V_s$ , de entre 200 y 400m/s, y subyacentemente un terreno tipo T-II, correspondiente a suelo granular de compacidad densa o suelo cohesivo de consistencia dura, con una velocidad de propagación de las ondas transversales o de cizalla,  $V_s$ , de entre 400 y 750 m/s.

## 5. COLUMNA LITOLÓGICA DEL SUBSUELO.

Puede establecerse la columna litológica del terreno, que se presenta en el anexo 3 del presente informe como columna estratigráfica de los sondeos, matizando las descripciones del corte de los mismos mediante los datos del laboratorio.

Así pues tomando como cota de inicio de la columna estratigráfica la cota de boca de los sondeos realizados en la superficie de la parcela el día 14 de octubre de 2015, aparecen de techo a base de los mismos los siguientes niveles:

### SONDEO Nº 1

#### NIVEL 1 (de 0,00m a 0,30m de profundidad).

Terreno removilizado arenoso. Color pardo.

#### NIVEL 2 (de 0,30m a 6,00m de profundidad, fin del sondeo).

Arenas medias-finas arcillosas. Color pardo claro, pasando a pardo oscuro en el tramo con mayor contenido arcilloso. Compacidad media-densa, incrementándose con la profundidad.

(Arena de miga con pasadas de arena tosquiza y tosco arenoso. Facies Madrid, Edad Mioceno).

Fin del sondeo a 6,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua a la profundidad alcanzada en el sondeo, según observaciones realizadas el día 14 de octubre de 2015.

## SONDEO Nº 2

### NIVEL 1 (de 0,00m a 0,30m de profundidad).

Terreno removilizado arenoso. Color pardo.

### NIVEL 2 (de 0,30m a 6,00m de profundidad, fin del sondeo).

Arenas medias-finas arcillosas. Color pardo claro, pasando a pardo oscuro en el tramo con mayor contenido arcilloso. Compacidad media-densa, incrementándose con la profundidad.

(Arena de miga con pasadas de arena tosquiza y tosco arenoso. Facies Madrid, Edad Mioceno).

Fin del sondeo a 6,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua a la profundidad alcanzada en el sondeo, según observaciones realizadas el día 14 de octubre de 2015.

## 6. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

### 6.1. RESULTADOS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS.

Mediante el ensayo de penetración dinámica se obtiene la resistencia que el terreno opone a la penetración, siendo datos orientativos los valores de carga admisible reflejados en el presente informe. La consecución de tales datos se ha realizado a través de la llamada fórmula de “los holandeses”, que sin estar normalizada, es la más empleada comúnmente en el campo de la Geotecnia.

La resistencia dinámica se calcula según la fórmula antes mencionada, con un coeficiente de seguridad igual a 3, a partir de lo cual se obtiene la carga de trabajo.

$R_d = (M^2 \times H) / ((e + e_1) \times (M + P) \times A)$	<b>Rd</b>	Resistencia dinámica en kg/cm <sup>2</sup>
	<b>H</b>	Altura de caída de la maza (76 cm)
	<b>P</b>	Peso de las varillas en kg+20 (Cada m de profundidad 6,155 kg)
	<b>M</b>	Peso de la masa en kg (63,50 kg)
	<b>e</b>	Penetración cm/nº de golpes
	<b>e1</b>	Constante =0,50
	<b>A</b>	Sección de la puntaza en cm <sup>2</sup> (20 cm <sup>2</sup> )

Para cimentaciones superficiales, en medios homogéneos y tratándose de terreno no cohesivo, puede aplicarse una carga de trabajo de:  $\sigma = R_d / 20$ , siempre que exista una relación de empotramiento de  $D/B > 1$ , siendo **D** el empotramiento de la zapata y **B** el ancho de la misma. Para las cimentaciones profundas, (pilotes), puede aceptarse una carga de trabajo de  $R_d / 12 \leq \sigma < R_d / 6$ .

A continuación, se realiza una interpretación de los resultados del ensayo DPSH a intervalos de 0,20 metros, calculando la carga admisible del terreno para un factor de seguridad igual a 3.

# **ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH**

Fecha 14/10/2015

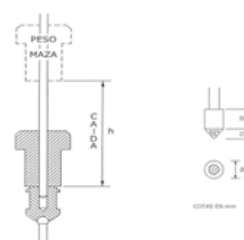
Nº Acta 02967/01

**Nº EXPEDIENTE:** 3842/15  
**CLIENTE:** CONSERJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE  
**TIPO DE OBRA:** Ampliación de 12 aulas  
**DIRECCIÓN:** C/ Antonio Sancha nº 11,  
Alameda de Osuna. Madrid.  
**COTA DE INICIO:** ≈ 2,75m  
**NIVEL FREÁTICO:** No detectado

## **Características del penetrómetro DPSH:**

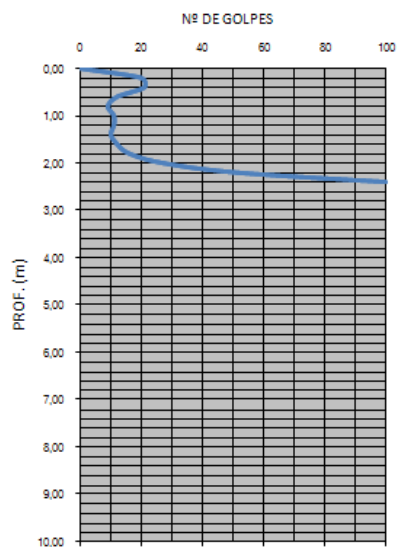
**Maquinaria:** TECOINSA TP-30 LR  
**Área de la puntaza:** 20 cm<sup>2</sup>  
**Altura de caída:** 76 cm  
**Peso de la maza:** 63,5 kg  
**Diámetro del varillaje:** 3,2 cm  
**Intervalo de golpeo:** 20 cm

## **ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO**



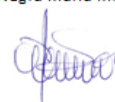
## **PENETRÓMETRO Nº 1**

## **Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD**


Firma Técnico Responsable  
Raúl Martín



Firma Jefe de Área GTC  
Negia María Milián





## 7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

Se analizan en este apartado las características geotécnicas del terreno natural encontrado.

### 7.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Mediante la toma de muestra in situ podemos determinar las características del terreno.

Se han realizado dos granulometrías por tamizado para determinar el contenido de gravas, arenas y finos (limos y arcillas). Para clasificar el terreno se ha seguido la clasificación USCS.

#### SONDEO S-1. (1,60-2,00m). ARENA ARCILLOSA (SC).

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	48,4
5	97,4	LÍMITE PLÁSTICO
2	88,6	27,6
0,40	45,6	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	23,7	20,8
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
INDICIOS (< 1.000mg/kg)		5,29 %

#### SONDEO S-2. (0,60-1,00m). ARENA ARCILLOSA (SC).

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	57,8
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	97,5	28,2
0,40	69,3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	43,9	29,6
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		9,85 %



## **7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.**

Mediante este ensayo se definen las propiedades plásticas de las fracciones finas del terreno y se realiza según Normativa.

### **LÍMITE LÍQUIDO**

El límite líquido correspondiente a la muestra ensayada se obtiene una vez que se extiende la muestra en una cuchara de Casagrande y se abre un surco de 2 mm de anchura en la parte central con un acanalador; posteriormente se coloca el molde sobre la base de Casagrande y se somete a un golpeo controlado hasta que la acanaladura realizada se cierra una longitud determinada, siendo el límite líquido la humedad que necesita poseer la muestra para que con 25 golpes la acanaladura se cierre una longitud de 13mm.

El límite líquido de las muestras ensayadas figura en las tablas anteriores.

### **LÍMITE PLÁSTICO.**

Su cálculo se realiza mediante el amasado del material en forma de bastoncillos, con la palma de la mano y sobre una superficie lisa, hasta que la muestra se cuarteo al alcanzar un grosor de unos 3mm; mediante el secado en la estufa, se obtiene la humedad de la muestra, que es la del límite plástico.

El límite plástico de las muestras ensayadas figura en las tablas anteriores.

### **ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

El Índice de Plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

El índice de plasticidad de las muestras ensayadas figura en las tablas anteriores.

**La totalidad de los resultados obtenidos sólo afectan a la muestra analizada, teniendo éstos un carácter puntual.**

### 7.3. ENSAYO DE CORTE DIRECTO.

El ensayo de corte directo tiene como objetivo determinar los parámetros resistentes de una muestra de suelo sometida a un esfuerzo cortante.

Los dos componentes a los que se debe la resistencia al esfuerzo cortante en el suelo son la cohesión, aportada por la fracción fina del suelo, y el ángulo rozamiento interno.

El ensayo de corte directo se realiza sobre una probeta de suelo confinada lateralmente por las paredes rígidas de una caja de corte, que se encuentra dividida en dos mitades; la muestra es sometida a una carga normal constante y simultáneamente a la muestra se le aplica un empuje lateral que corta la probeta por un plano horizontal mientras se encuentra sometida a una presión normal a dicho plano.

Se realiza el ensayo para tres probetas de una misma muestra de suelo, aplicando diferentes cargas normales, de forma que si por un lado se proyecta en una gráfica el desplazamiento horizontal producido entre los dos bloques y la tensión tangencial, y por otro lado la tensión tangencial máxima que se alcanza para cada tensión normal aplicada, podremos encontrar la envolvente de los círculos de Mohr, con lo que ello implica: la cohesión y el ángulo de rozamiento interno.

A continuación se ofrecen los resultados obtenidos en el ensayo efectuado:

CORTE DIRECTO (U.U.)	S-2 (0,60-1,00m)
Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,90
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,73
Cohesión (kPa)	50,33
Ángulo de Rozamiento (°)	26

#### 7.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO ( $\phi$ , $c$ , $\gamma$ , $k$ ).

Para la determinación de los parámetros intrínsecos del terreno se pueden tomar como referencia los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio así como los establecidos según las tablas D.26. Valores orientativos de densidades de suelos, D.27. Propiedades básicas de los suelos y D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad presentes en el Código Técnico de la Edificación (CTE), y los indicados en la bibliografía geotécnica habitual.

En base a los tipos de terreno existentes en el subsuelo de la parcela, según las observaciones efectuadas y los datos bibliográficos disponibles, se tendrían los siguientes parámetros:

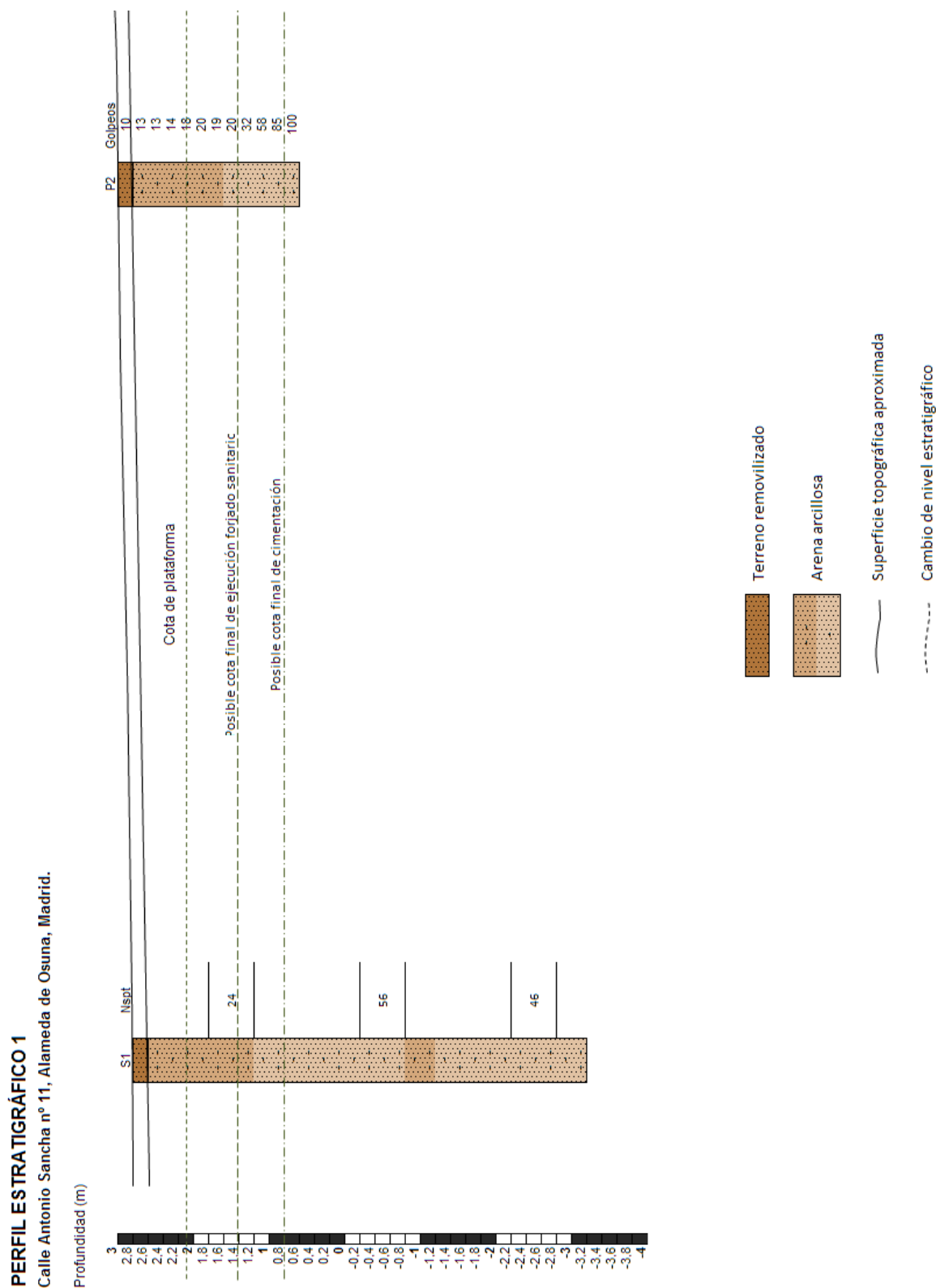
TERRENO REMOVILIZADO ARENOSO			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	-	25-30°	25-28°
Cohesión (C)	-	-	0-0,05 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	-	-	1,20-1,60 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	-	1,70 g/cm <sup>3</sup>	1,80 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	-	-	5-20 %
Coeficiente de permeabilidad (k)	-	-	-

ARENA DE MIGA (aprox. < 25% finos)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	-	30-36°	33-38°
Cohesión (C)	-	-	10-30 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	-	1,30-1,60 g/cm <sup>3</sup>	1,80-1,95 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	-	1,80-2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,00 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	5,29 %	-	7-14 %
Coeficiente de permeabilidad (k)	-	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup> m/s

ARENA TOSQUIZA (aprox. 25-40% finos)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	-	30-36°	33-37°
Cohesión (C)	-	-	10-50 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	-	1,30-1,60 g/cm <sup>3</sup>	1,80-1,93 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	-	1,80-2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,05 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	-	-	9-14 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup> m/s

TOSCO ARENOSO (aprox. 40-60% finos)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	26°	16-28°	31-35°
Cohesión (C)	50,33 kPa	-	40-100 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	1,73 g/cm <sup>3</sup>	1,40-2,10 g/cm <sup>3</sup>	1,75-1,88 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	1,90 g/cm <sup>3</sup>	1,60-2,20 g/cm <sup>3</sup>	2,08 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	9,85 %	-	11-16 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	< 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-7</sup> m/s

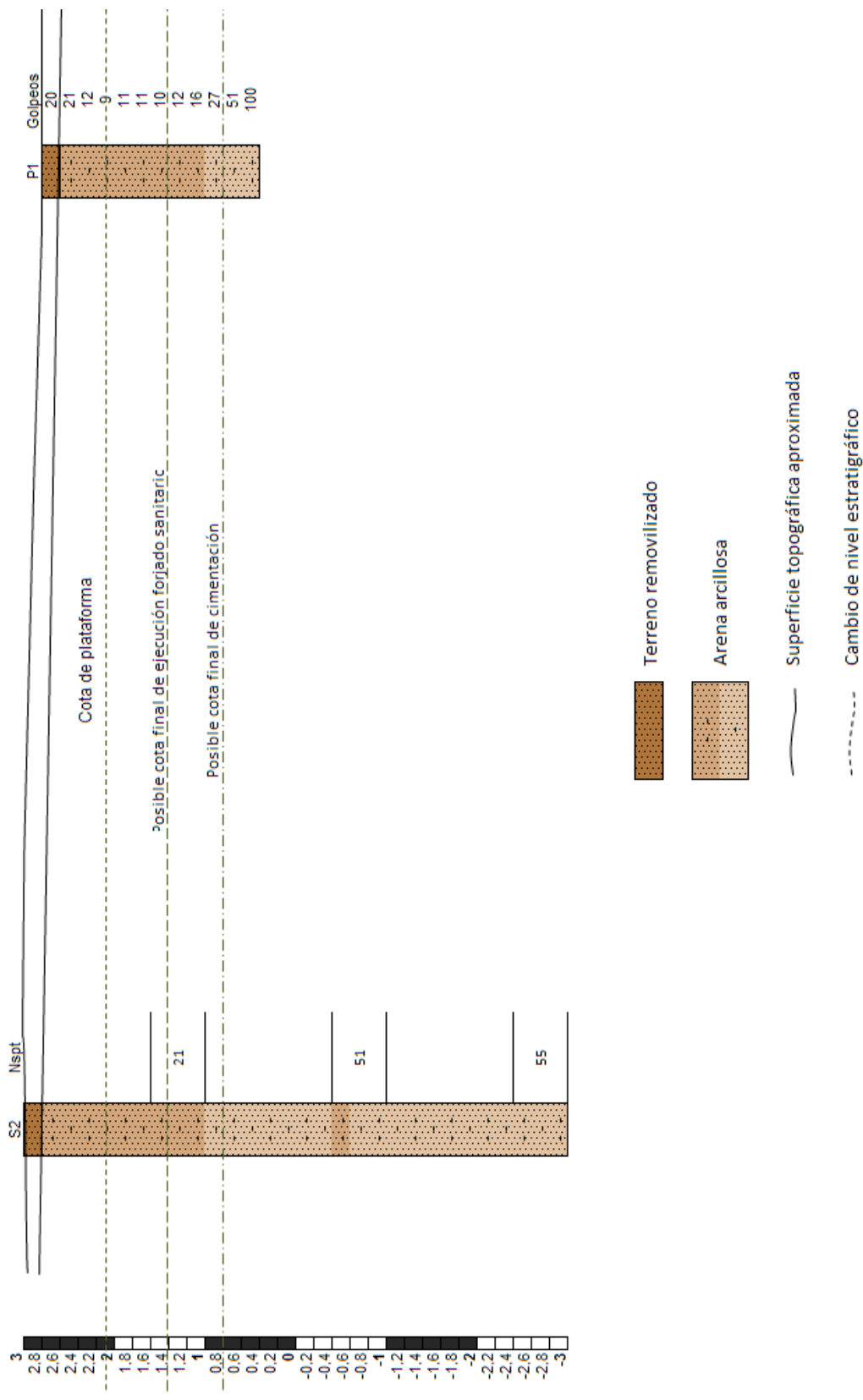
## 7.5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.



## PERFIL ESTRATIGRÁFICO 2

Calle Antonio Sancha nº 11, Alameda de Osuna, Madrid.

Profundidad (m)



## 8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.

### 8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

La zona investigada se encuentra dentro de las instalaciones de un instituto y tiene morfología cuasi rectangular. Se encuentra delimitada por la calle Brezos al norte, por una pista deportiva al sur, por las aulas del edificio existente al este y por una edificación al oeste. La superficie del instituto es de 17.110,48m<sup>2</sup>, mientras que la zona a estudiar, donde se situarán las futuras aulas, es de aproximadamente 500m<sup>2</sup>.

La zona investigada está desbrozada y rodeada de árboles. Presenta un ligero desnivel descendente desde la esquina norte (cota aprox. 3,60m) hacia el sur de la zona de estudio (cota aprox. 2,30m), de unos 1,30m.

Dado el desnivel que presenta el terreno, los ensayos se han efectuado a diferentes cotas, con lo que se tienen los siguientes desniveles aproximados, teniendo en cuenta el mapa topográfico de la zona:

Ensayo	Cota aproximada	Ensayo	Cota aproximada
S-1	≈ 2,80m	P-1	≈ 2,75m
S-2	≈ 3,00m	P-2	≈ 3,08m

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de campo, se ha determinado la homogeneidad de la composición del subsuelo de la parcela, estando este compuesto por:

- un tramo superficial que cubre parte de la zona investigada, formado por terreno removilizado arenoso de color pardo, de compacidad fundamentalmente blanda, y con un espesor de unos 0,30m.
- por debajo del terreno removilizado superficial, y al menos hasta el final de los ensayos efectuados, aparecerían arenas medias-finas arcillosas de color pardo claro, pasando a pardo oscuro en el tramo con mayor contenido arcilloso. Presentan una compacidad variable, los tramos más arcillosos hacia el techo presentan una compacidad media-floja; que a partir de los 1,40-1,80m evoluciona a una compacidad media-densa. (Arena de miga con pasadas de arena tosquiza y tosco arenoso. Facies Madrid, Edad Mioceno).

Por otro lado, no se detectó la presencia del nivel freático o nivel de agua ni en los ensayos de penetración dinámica ni en los sondeos, habiéndose alcanzado en los sondeos una profundidad de 6,00m y en los penetrómetros una profundidad máxima de 2,40m, en todos los casos respecto de la superficie de la parcela, según observaciones realizadas el día 14 de octubre de 2015.



## **8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.**

Se proyecta la construcción de varias aulas, en una edificación de tres plantas sobre-rasante, con una superficie total construida de unos 850m<sup>2</sup>.

Según el plano proporcionado por la Dirección Facultativa, la cota de la plataforma sería la +2,10m, a partir de aquí se prevé la ejecución de un forjado sanitario de unos 0,70m de profundidad, que quedará apoyado en la cimentación. Sin embargo, a pesar de conocer la cota de solera adoptada finalmente por la Dirección Facultativa, las consideraciones a ese respecto se podrían considerar como aproximadas y existir alguna pequeña diferencia con las cotas finalmente adoptadas.

De esta manera, a pesar de carecer el proyecto de planta bajo-rasante, se ejecutarán movimientos de tierra de al menos 2,00m de profundidad, debido al necesario desbroce y nivelación de la zona donde se situará el edificio para las nuevas aulas así como la ejecución del forjado sanitario y cimentación. A la cota de explanación prevista para ejecutar el forjado sanitario, previsiblemente se retirará totalmente el terreno removilizado arenoso de compacidad floja, sobre el que no se recomienda apoyar ni el forjado sanitario, ni la cimentación, quedando apoyada la solera sobre el forjado sanitario, y éste sobre la cimentación, y ésta última sobre el terreno natural areno-arcilloso que aparece por debajo del terreno removilizado.

De este modo, se propone a la consideración de la Dirección Facultativa de la Obra, el empleo de una cimentación superficial a través de zapatas estructurales, empotradas en las arenas arcillosas a partir de 0,60m por debajo de la cota final de ejecución del forjado sanitario (retirando totalmente el terreno removilizado existente), es decir, a partir de la cota +0,80m.

La capacidad portante del terreno vendrá determinada por el tipo de cimentación a diseñar, las cargas a transmitir y por la composición y características del terreno existente a la cota de apoyo de la cimentación.

Así pues, en base a los resultados obtenidos en los sondeos, en los ensayos de penetración dinámica y en los ensayos de laboratorio, y dado que a las profundidades propuestas para el apoyo de la cimentación el terreno sería fundamentalmente areno-arcilloso, se realiza una comprobación para hipótesis de terreno granular, recurriendo a la metodología recomendada por Terzaghi y Peck, que propusieron las siguientes formulaciones:

$$Q_{adm} = \frac{N_{30} \times s}{8} \quad \text{si } B \leq 1,20\text{m}$$
$$Q_{adm} = \frac{N_{30} \times s}{12} \times \left( \frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad \text{si } B > 1,20\text{m}$$

Donde:  $s$  es el asiento máximo admisible, en pulgadas

$B$  es el ancho de la cimentación, en metros

$N_{30}$  es el valor medio de los golpes hasta la profundidad de influencia de la cimentación.

Para dicho cálculo, se considera un asiento máximo del orden de una pulgada ( $\approx 2,50\text{cm}$ ) y una influencia de la cimentación en profundidad, de 1,5-2 veces el ancho del apoyo.

A partir de estos datos, puede realizarse el cálculo de la carga admisible que presentaría el terreno a la cota de cimentación propuesta, aproximadamente a partir de la cota +0,80m (es decir, unos 0,60m de profundidad por debajo de la cota final de ejecución del forjado sanitario), asumiendo que a esa cota las arenas arcillosas de compacidad media-densa presentan un índice más desfavorable de  $N_{30} = 21$ , con lo que si se considera el empleo de zapatas de hasta 1,50m de ancho, tendríamos:

$$Q_{adm} = \frac{21 \times 1}{12} \times \left( \frac{1,5 + 0,3}{1,5} \right)^2 = 2,52 \text{ kg/cm}^2$$

Sin embargo, se debe tener en consideración el hecho de la posible variación zonal en la gradación de los materiales, resultando posible la situación de zapatas próximas en terrenos competentes pero con diferencias en su contenido de finos y gruesos, pudiendo implicar esto un diferente comportamiento frente a los asientos, que en un caso podrían ser más lentos y en el otro, más rápidos.

Por ello, se recomienda buscar el apoyo de la cimentación en terreno lo más homogéneo posible, para evitar la aparición de asientos diferenciales, por lo que si a la cota de cimentación prevista se encontrara algún blandón, se atravesará este material hasta alcanzar materiales con un comportamiento geotécnico común. Llegado el caso, se arriostrarían las zapatas estructurales aisladas o se optaría por zapatas corridas y/o pozos de cimentación según las circunstancias de la obra. La profundidad final de apoyo de la cimentación variaría en función de la necesidad de excavación para alcanzar la cota de aparición del sustrato firme, resolviendo cada caso individualmente.

Por tanto, para la cimentación de las aulas se considera como una solución adecuada y viable el empleo de una **cimentación superficial mediante zapatas estructurales**, empotradas en el terreno natural areno-arcilloso, al menos 0,60m de profundidad por debajo de la cota de ejecución del forjado sanitario, es decir, aproximadamente a partir de la cota +0,80m, pudiéndose adoptar una carga de trabajo de  $\sigma = 2,50\text{kg/cm}^2$ .

Como consideraciones adicionales, indicar que se recomienda un riguroso control durante las labores de nivelación del terreno así como durante el zanjeado de la cimentación, guardando en todo momento las medidas de seguridad oportunas que garanticen la seguridad del personal en obra, de las edificaciones adyacentes y de la misma obra.

Además, para evitar modificaciones en las condiciones de humedad del subsuelo, que pudieran dar lugar a hipotéticas alteraciones en las características resistentes del terreno, se considera imprescindible realizar la excavación y hormigonado de la cimentación en el menor tiempo posible, evitando prolongadas exposiciones a la intemperie de las excavaciones resultantes.

Por último, es importante destacar que aunque el análisis y las conclusiones recogidas en el presente informe están basados en una interpretación razonable de los datos obtenidos en los ensayos puntuales realizados, se recomienda comprobar durante la ejecución de la obra que los resultados obtenidos son generalizables a toda la superficie de la parcela afectada por la obra.

### 8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.

El índice de excavabilidad que se obtendría a partir de las tablas de HADJIGEORGIOU Y SCOBLE, para el terreno vegetal superficial sería de 20-30, indicativo de terreno de fácil excavación, y para las arenas-arcillosas subyacentes de 30-45, indicativo de terreno de difícil excavación, aumentando la dificultad de la excavación con la profundidad a medida que aumente la compacidad de las mismas.

Índice de excavabilidad según Hadjigeorgiou y Scoble (1990)					
Clase	1	2	3	4	5
Resistencia bajo carga puntual $I_{s(50)}$ (MPa) Valoración ( $I_s$ )	0,5 0	0,5-1,5 10	1,5-2,0 15	2,0-3,5 20	> 3,5 25
Tamaño de bloque $J_v$ (Juntas/m <sup>3</sup> ) Valoración ( $B_s$ )	Muy pequeño 30 5	Pequeño 10-30 15	Medio 3-10 30	Grande 1-3 45	Muy grande 1 50
Alteración Valoración ( $W$ )	Completa 0,6	Alta 0,7	Moderada 0,8	Ligera 0,9	Nula 1,0
Disposición estructural relativa Valoración ( $J_s$ )	Muy favorable 0,5	Favorable 0,7	Ligeramente favorable 1,0	Desfavorable 1,3	Muy desfavorable 1,5
Índice de excavabilidad (IE)	< 20	20-30	30-45	45-55	> 55
Facilidad de excavación	Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy difícil	Voladura

#### 8.4. CÁLCULO DE ASIENTOS.

El cálculo de asientos se realiza para zapatas apoyadas en arenas-arcillosas, caso para el que se asume un asiento máximo de una pulgada ( $\approx 2,50\text{cm}$ ).

Si adoptamos para el índice  $N_{\text{SPT}}$  un valor de  $N_{30} = 21$ , para la cota a la que debería estar apoyada la cimentación propuesta, podemos comprobar, para las diferentes dimensiones de zapatas que se estiman más habituales en este tipo de proyectos, que los asientos serían inferiores al asiento admisible, los cuales han sido calculados mediante el método establecido por Steinbrenner.

Carga neta, q:	2,50	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad:	3,00	

Nivel	Espesor (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coef. Poisson
IIb	3,00	350	0,30

Lado menor, b (m):	1,00	1,20	1,50	2,00
Lado mayor, a (m):	1,00	1,20	1,50	2,00
Asientos (cm):	1,45	1,68	1,99	2,41

No obstante, la Dirección Facultativa deberá tener en cuenta la correcta modulación de las características estructurales de la obra, de forma individual y no genérica, utilizando las dimensiones definitivas de la cimentación para poder realizar un cálculo preciso de los asientos, que estará correlacionado con los resultados geotécnicos aportados en este informe (espesores de los estratos, tensiones admisibles y módulos de deformación, entre otros parámetros), siendo éste un cálculo aproximado.

### 8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD.

No se detectó la presencia del nivel freático ni en los ensayos de penetración dinámica ni en los sondeos, habiéndose alcanzado en los sondeos una profundidad de 6,00m y en los penetrómetros una profundidad máxima de 2,40m, en todos los casos respecto de la superficie de la parcela, según observaciones realizadas el día 14 de octubre de 2015.

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL TERRENO.

Los ensayos para la determinación del contenido en sulfatos solubles de un suelo, realizados sobre las muestras de terreno recogidas, han dado como resultado **INDICIOS** ( $< 1.000\text{mg/kg}$ ) y **NO CONTIENE**, por lo que según la instrucción EHE, se trataría de unos **materiales no agresivos** frente al hormigón, ya que no se alcanza el rango de valores de 2000-3000mg/kg establecido para la clasificación de ataque químico débil (ambiente Qa).

### CONCLUSIONES RESPECTO DE LA AGRESIVIDAD

El resultado obtenido en los ensayos realizados para la determinación del contenido de sulfatos solubles, ha determinado la no agresividad del suelo, por lo que **no sería necesario el empleo de hormigones sulforresistentes en obra**.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, IGME.
- Código Técnico de la Edificación. 2007.
- Norma de construcción sismorresistente NCSE-02, parte general y edificación. 2002.
- González de Vallejo, L.I.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo Mazo, C.. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002.
- Jiménez Salas, J.A., de Justo Alpañés, J.L.. Geotecnia y Cimientos I. Ed. Rueda, Madrid, 1971.
- Rodríguez Ortiz, J.M.; Serra Gesta, J.; Oteo Mazo, C.. Curso aplicado de cimentaciones. COAM, Madrid, 1982.
- Oteo Mazo, C.; Rodríguez Ortiz, J.M.; Mendaña Saavedra, F.. Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la ampliación del Metro de Madrid. Revista de Obras Públicas nº 3429, Madrid, 2003.
- Sede Electrónica del Catastro. <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- Google Maps. <https://www.google.es/maps/>



## 10. CONSIDERACIONES GENERALES.

Finalmente los datos serán comprobados durante la ejecución de los movimientos de tierra y la cimentación, para corroborar así que las características del subsuelo son idénticas a las obtenidas en los puntos investigados.

Las conclusiones que apuntamos las sometemos a consideración de la dirección facultativa, por ser ésta una interpretación de los puntos muestreados en correlación con los resultados obtenidos.


Todas las consideraciones incluidas en este estudio se basan en los reconocimientos efectuados, por lo que dado el carácter puntual de los mismos, resulta interesante comprobar durante la ejecución de la cimentación que los resultados son generalizables al conjunto de los terrenos afectados por la construcción.

No son descartables por tanto, variaciones respecto a las hipótesis aquí consideradas, por lo que se estima necesaria la supervisión de las obras por un técnico competente, que corrobore o modifique las conclusiones aquí incluidas. GMC Ingeniería S.L. pone a disposición de la Dirección Facultativa de la obra las visitas necesarias a la excavación para comprobar lo anteriormente expuesto.

Deberá garantizarse en todo caso la seguridad del personal y de la obra, adoptando en cada situación las medidas oportunas.

Este informe no podrá ser modificado y/o reproducido de forma total o parcial sin la aprobación de Geología, Materiales y Construcción S.L.

La presente memoria modificada, que sustituye y anula al anterior informe, consta de 52 hojas numeradas correlativamente y selladas en Madrid, a 2 de noviembre de 2015.

  
Emma Arias.  
Geóloga.  
Nº de colegiada – 6272.



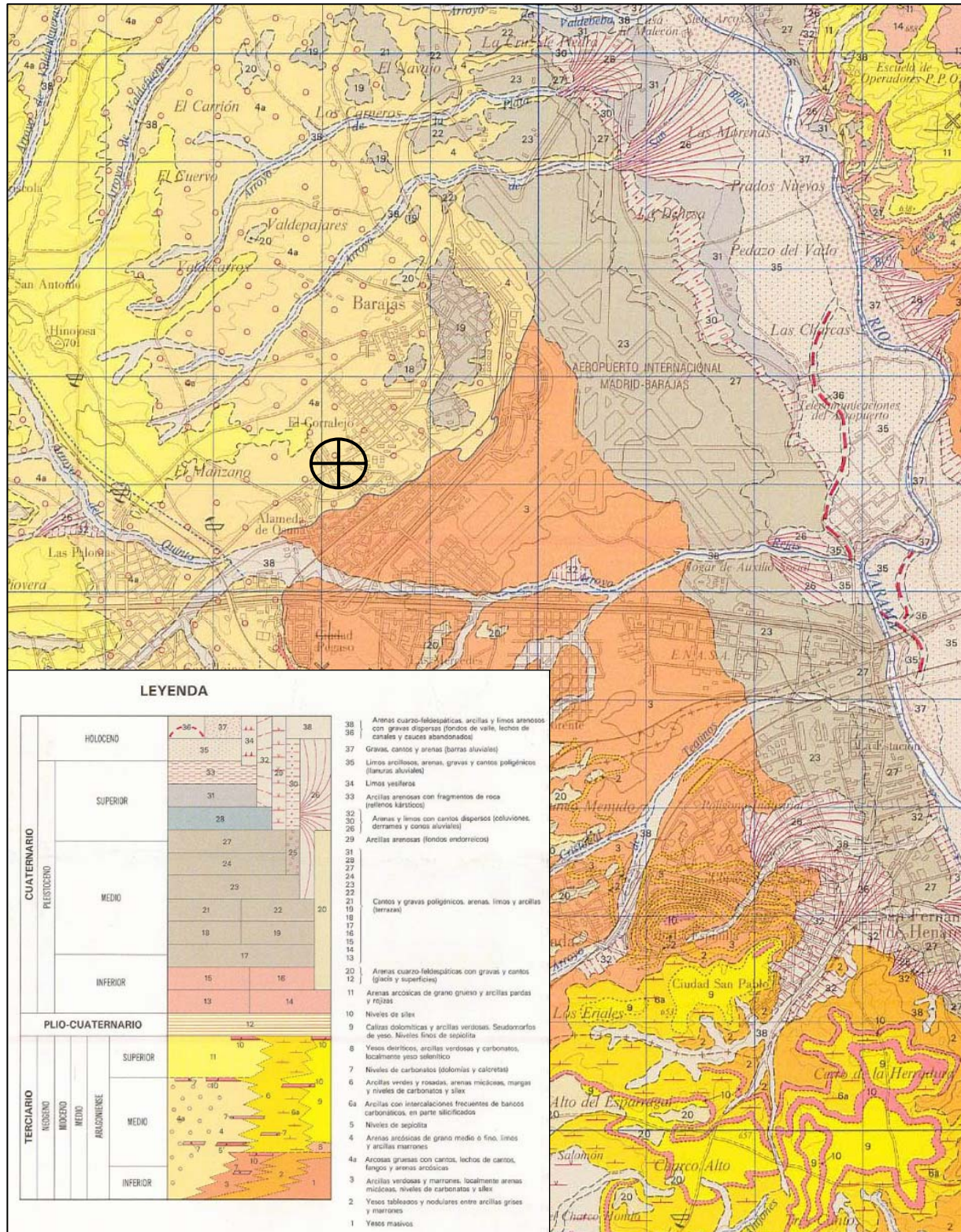
  
Negia María Milián Rodríguez  
Directora Técnica GMC Ingeniería



## **ANEXOS**

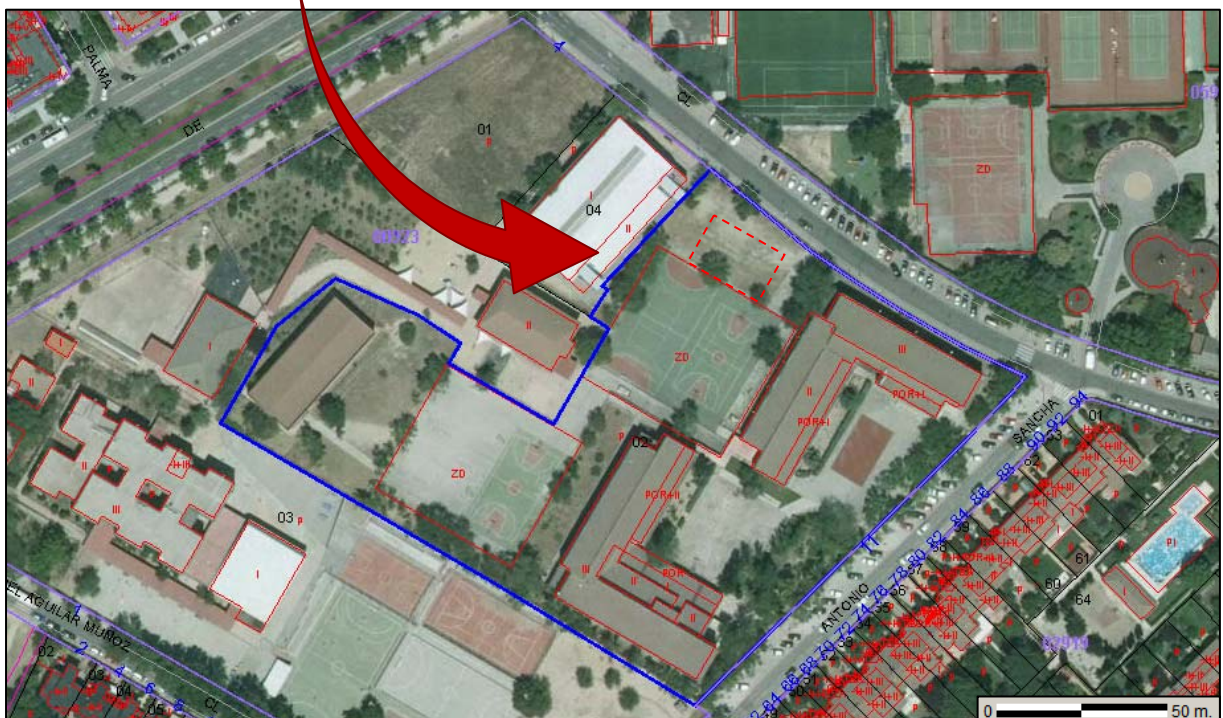
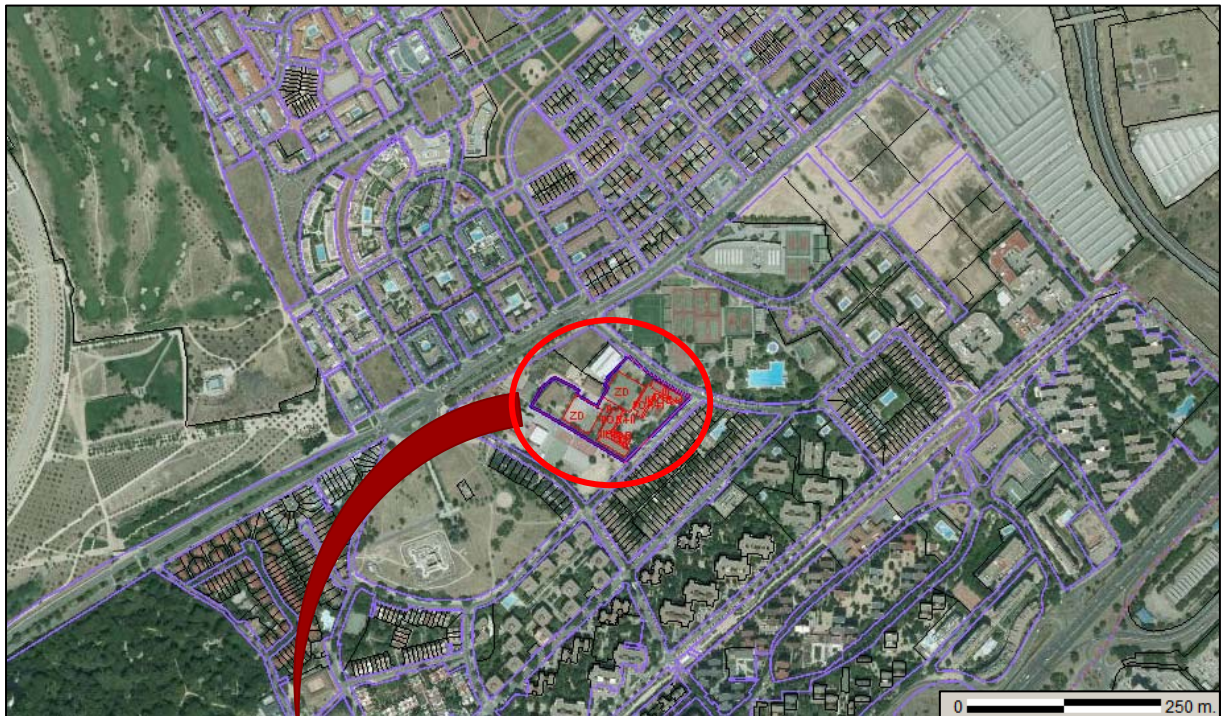
- Anexo 1.- MAPA GEOLÓGICO.**
- Anexo 2.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS.**
- Anexo 3.- COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS SONDEOS.**
- Anexo 4.- ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- Anexo 5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**

## ANEXO 1

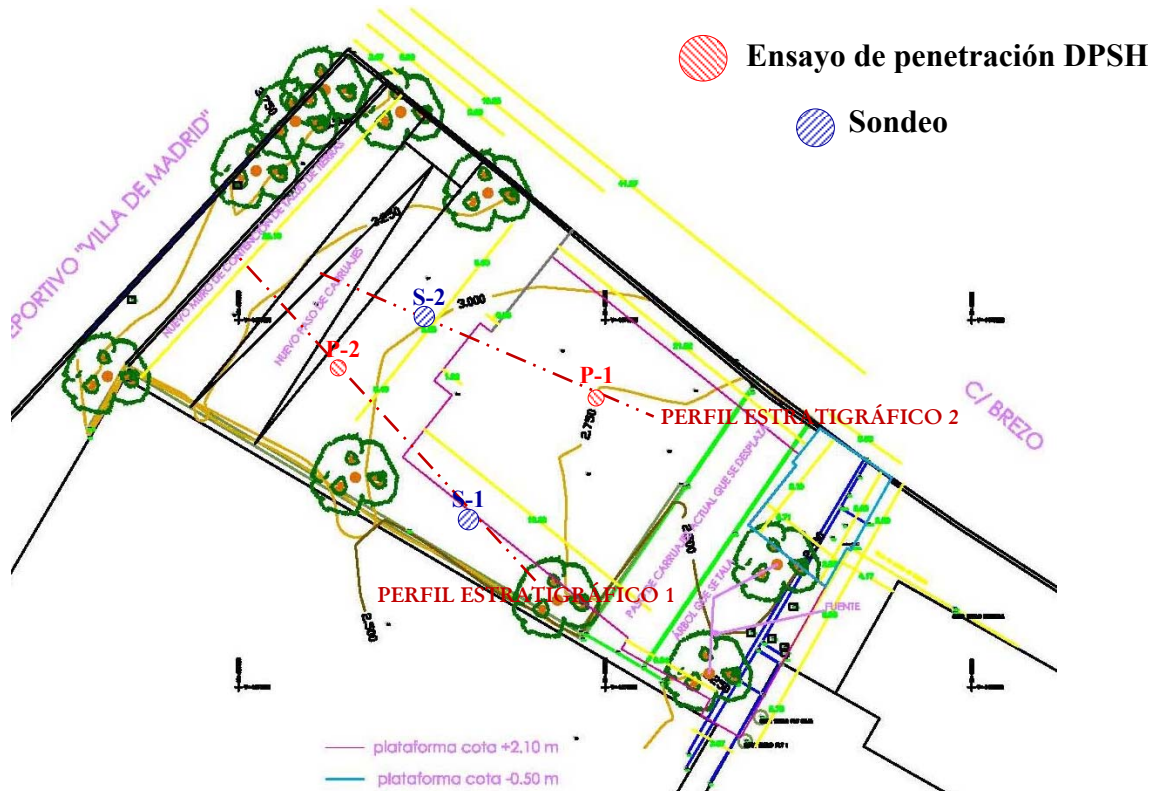
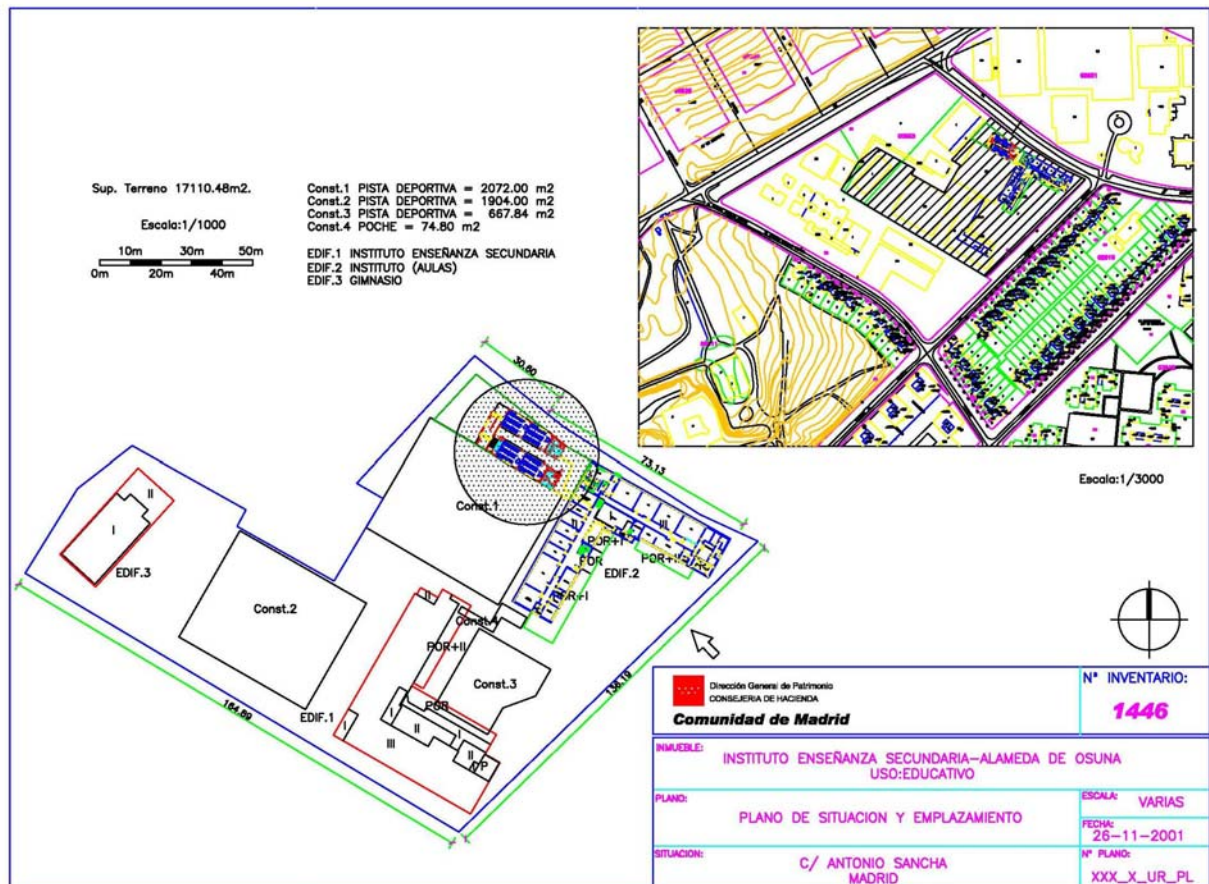




## ANEXO 2








### ANEXO 3

		Dirección: CALLE ANTONIO SANCHA Nº 11, ALAMEDA DE OSUNA, MADRID.										Nº Expediente: 3842/15		Maquinaria: TP-30 LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		Peticionario CONSERJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.										Fecha realización: 14/10/15		Cota aprox. 2,80m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		Sondeo Nº: 1		Profundidad alcanzada: 6,00m		Nivel freático: NO DETECTADO		Localización: SEGÚN CROQUIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litológia	Muestras			Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas	% finos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
RSW	86	0,30	5,70	100		1,00	SPT	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</

				Dirección: CALLE ANTONIO SANCHA Nº 11, ALAMEDA DE OSUNA, MADRID.										Nº Expediente: 3842/15		Maquinaria: TP-30 LR			
				Peticionario CONSERJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.										Fecha realización: 14/10/15		Cota aprox. 3,00m			
				Sondeo Nº: 2		Profundidad alcanzada: 6,00m		Nivel freático: NO DETECTADO		Localización: SEGÚN CROQUIS									
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras			Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría			
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas	% finos	
RSW	86	0,30	5,70	100															



## ANEXO 4



Fecha de emisión: 23/10/2015

Nº de acta: 976/15

### TIPO DE ENSAYO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3842

TIPO DE OBRA: Construcción 12 aulas

DIRECCIÓN: C/ Antonio Sancha nº 11, Alameda de Osuna, Madrid

### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

### DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2015/660

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota: de 1.60 a 2.00m

### Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Tamiz (mm)	100	80	63	40	31.5	20	5	2	0.63	0.4	0.2	0.08
Pasa (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	88.6	55.2	45.6	32.3	23.7

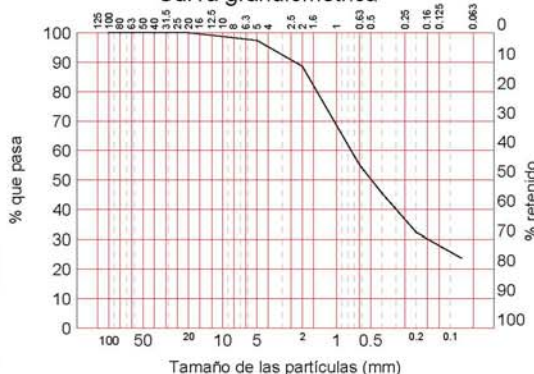
### Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (3.4%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0.2%
	finas De 4.75 a 19 mm.	3.2%
Arenas (73.0%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	8.0%
	medias De 0.425 a 2 mm.	42.0%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	22.9%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	23.7%

### Clasificación USCS

SC : Arena arcillosa

### Curva granulométrica



### LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93

Límite líquido	48.4
Límite plástico	27.6
Índice de plasticidad	20.8

### Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 5.29
---------	--------

### Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

INDICIOS

Observaciones: Contenido en sulfatos solubles inferior a 1000 mg/kg



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Area de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada. GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com

GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS

Hoja 47 de 52



Fecha de emisión: 23/10/2015

Nº de acta: 977/15

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103:103:94 y UNE 103:104:93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 3842

TIPO DE OBRA: Construcción 12 aulas

DIRECCIÓN: C/ Antonio Sancha nº 11, Alameda de Osuna, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L. 2015/661

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 2

Cota: de 0.60 a 1.00m

**Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

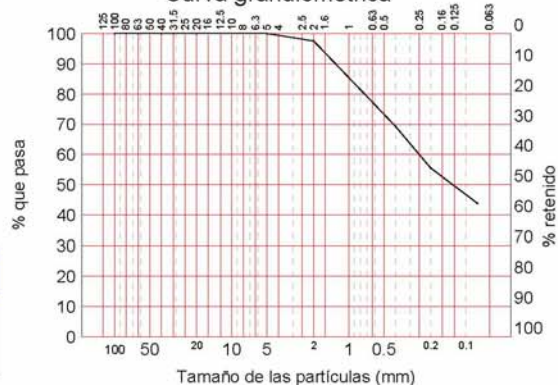
Tamiz (mm)	100	80	63	40	31.5	20	5	2	0.63	0.4	0.2	0.08
Pasa (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	77.3	69.3	55.5	43.9

**Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00**

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (0.2%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0.0%
	finas De 4.75 a 19 mm.	0.2%
Arenas (55.9%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	2.3%
	medias De 0.425 a 2 mm.	27.4%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	26.3%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	43.9%

**Clasificación USCS**

SC : Arena arcillosa

**Curva granulométrica**

**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	57.8
Límite plástico	28.2
Índice de plasticidad	29.6

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	% 9.85
---------	--------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Area de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com

GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS

Hoja 48 de 52



Fecha de emisión: 26/10/2015

Nº de acta: 978/15

#### TIPO DE ENSAYO

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/norma UNE 103-401-98

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3842

TIPO DE OBRA: Construcción 12 aulas

DIRECCIÓN: C/ Antonio Sancha nº 11, Alameda de Osuna, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

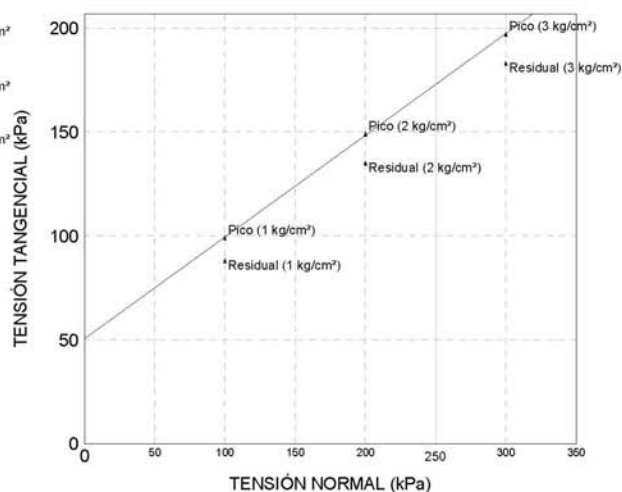
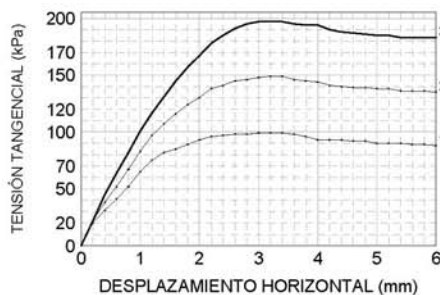
Nº DE MUESTRA: L. 2015/661

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 2

Cota: de 0.60 a 1.00m

Ensayo de corte directo (U.U.)				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensión normal	kPa	100.00	200.00	300.00
Tensión tangencial	kPa	99.00	149.00	197.00
Humedad inicial	%	9.89	9.69	9.50
Humedad final	%	9.61	9.41	9.21
Velocidad	mm/min	0.50	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.90	1.90	1.91
Densidad seca	g/cm³	1.73	1.73	1.74
Índice de huecos inicial				
Índice de huecos final				
Cohesión	kPa	50.33		
Ángulo de rozamiento interno	°	26		
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO		



  
Negia María Millán Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

  
David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

## ANEXO 5

### PENETRÓMETRO P-1



### PENETRÓMETRO P-2





## SONDEO S-1



## CAJAS S-1



## SONDEO S-2



## CAJAS S-2

