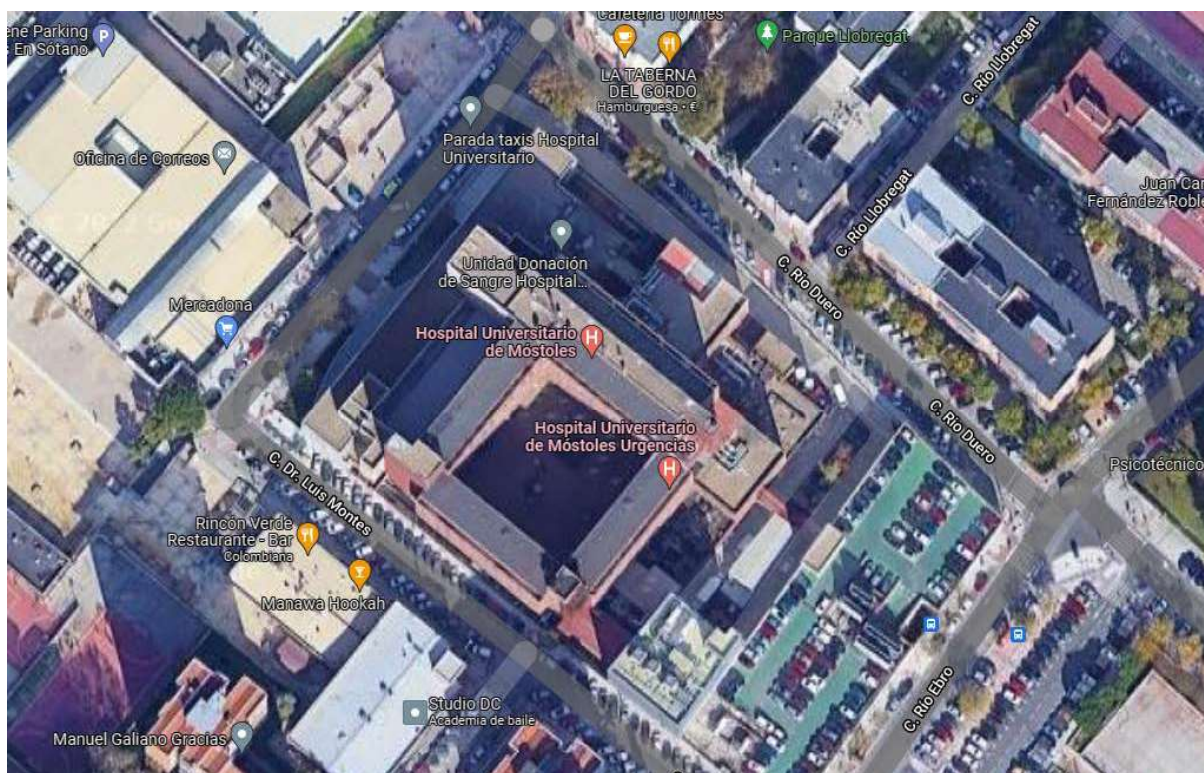


TRABAJO : 3/5849/116

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES

O B R A : ESTUDIO GEOTECNICO HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	4
2	MARCO GEOLÓGICO.....	5
2.1	Marco geológico.....	5
2.2	Marco geotécnico.....	7
2.3	Sismicidad.....	7
2.4	Protección frente a la exposición al Radón.....	8
3	TRABAJO REALIZADO	9
3.1	SONDEOS A ROTACIÓN	9
3.2	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	10
3.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	13
4	MARCO GEOTÉCNICO	13
4.1	ESTRATIGRAFÍA.....	13
4.2	NIVEL FREÁTICO	14
5	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	14
5.1	Características físicas del terreno	14
5.2	Características mecánicas del terreno	15
5.3	Agresividad	17
5.4	Expansividad	17
6	ESTUDIO DE CIMENTACIÓN	18
6.1	SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN DIRECTA	18
6.1.1	Carga admisible en base a los ensayos de penetración dinámica (penetrómetros).....	18
6.1.2	Carga admisible por limitación de asentamientos	19
6.1.3	Presión admisible por hundimiento.....	19
6.2	EXCAVACIÓN DE LOS SÓTANOS	21
6.3	EXCAVABILIDAD.....	24
6.4	ZONA URBANIZACIÓN FUERA DE LA HUELLA DEL SÓTANO.....	24
6.5	SOLERA	25
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PLANO DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

ANEJO Nº 2: SONDEOS A ROTACIÓN

ANEJO Nº 3: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ANEJO Nº 4: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO Nº 5: PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

ANEJO Nº 6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1 ANTECEDENTES

R-7 CONSULTORES., solicitó de CCI, la realización de un Estudio Geotécnico en el término municipal de la localidad madrileña de Móstoles, concretamente en el entorno de las instalaciones del Hospital Universitario de Móstoles sito en la C/ Dr. Montes s/n.

Los trabajos geotécnicos se han realizado a diferentes cotas en el nivel de semisótano y en la planta segunda. En el anejo nº 1 del presen informe se incluyen los planos de ubicación de dichos ensayos.



El objetivo del estudio es el reconocimiento del terreno, con la finalidad de establecer las bases para el cálculo de las cimentaciones y las condiciones posteriores de ejecución de las obras.

La metodología seguida en estos trabajos y en el informe ha sido:

- Definición del marco geológico de la zona.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas con la finalidad de definir la estratigrafía de la parcela.
- Estudio en laboratorio de los materiales encontrados.
- Presentación de las recomendaciones de cimentación que se obtienen de los datos aportados en el informe, para el tipo de obra proyectada.

El presente informe ha sido realizado según CTE, clasificando el tipo de construcción como C2 y el tipo de terreno como T1.

Información utilizada.

Se ha dispuesto de la siguiente documentación para la redacción del presente informe:

- Mapa Geológico de España E. 1:50.000, nº 581, Móstoles. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa de Rocas Industriales E. 1:200.000, Madrid, nº 45, Madrid. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Hidrogeológico de España E. 1/200.000, nº 45, Madrid. Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa Geológico de España E. 1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente, nº 45, Madrid. Instituto Geológico y Minero de España.
- Estabilidad de Taludes en las formaciones blandas de la Comunidad de Madrid... Instituto Geológico y Minero de España.
- Síntesis geotécnica de los suelos de Madrid y su alfoz. Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones. Dirección General de Infraestructura del Transporte.

2 MARCO GEOLÓGICO

2.1 Marco geológico

Geológicamente nos encontramos situados sobre los materiales de la Cuenca de Madrid o Cuenca del Tajo, dentro de la unidad compuesta por **arcosas gruesas con cantos, lechos de cantos, fangos y arenas arcósicas** de edad Mioceno (terciario).

El origen de la Cuenca Terciaria de Madrid está íntimamente ligado a los procesos tectónicos que generaron el Sistema Central, pudiéndose hablar de una génesis tecto-sedimentaria para dicha cuenca. Así, durante el periodo Alpino coexistieron movimientos que de forma compleja elevaron (Sierras del Sistema Central) y hundieron (Cuenca de Madrid) bloques a favor de grandes fracturas reactivadas, cuyo origen era anterior. De esta manera se generó un área elevada (complejo ígneo-metamórfico) susceptible de sufrir la acción de los agentes erosivos y modeladores del relieve y un espacio deprimido susceptible de acumular los elementos erosionados y transportados en mayor o menor medida.

Lógicamente, existe una gradación dentro de los medios de sedimentación desde las zonas de borde más próximas a las áreas de aportes hasta las áreas más distantes. Pasando desde regímenes de abanicos aluviales hasta regímenes lagunares en la zona central de la cuenca. Estos medios van a caracterizar los sedimentos encontrados, observándose dentro de los abanicos depósitos mecánicos con una disminución progresiva de tamaño de los materiales según nos alejamos de la Sierra, pasando de bolos y arcosas de tamaño grueso y medio a arenas de tamaño fino, arenas, arenas limosas, arenas arcillosas, arcillas arenosas, arcillas, etc..., dentro de la unidad de transición del borde al centro de la cuenca depósitos mecánico-químicos y dentro del régimen lagunar depósitos químicos por evaporación en el centro de la cuenca siendo estos arcillas, yesos y carbonatos fundamentalmente.

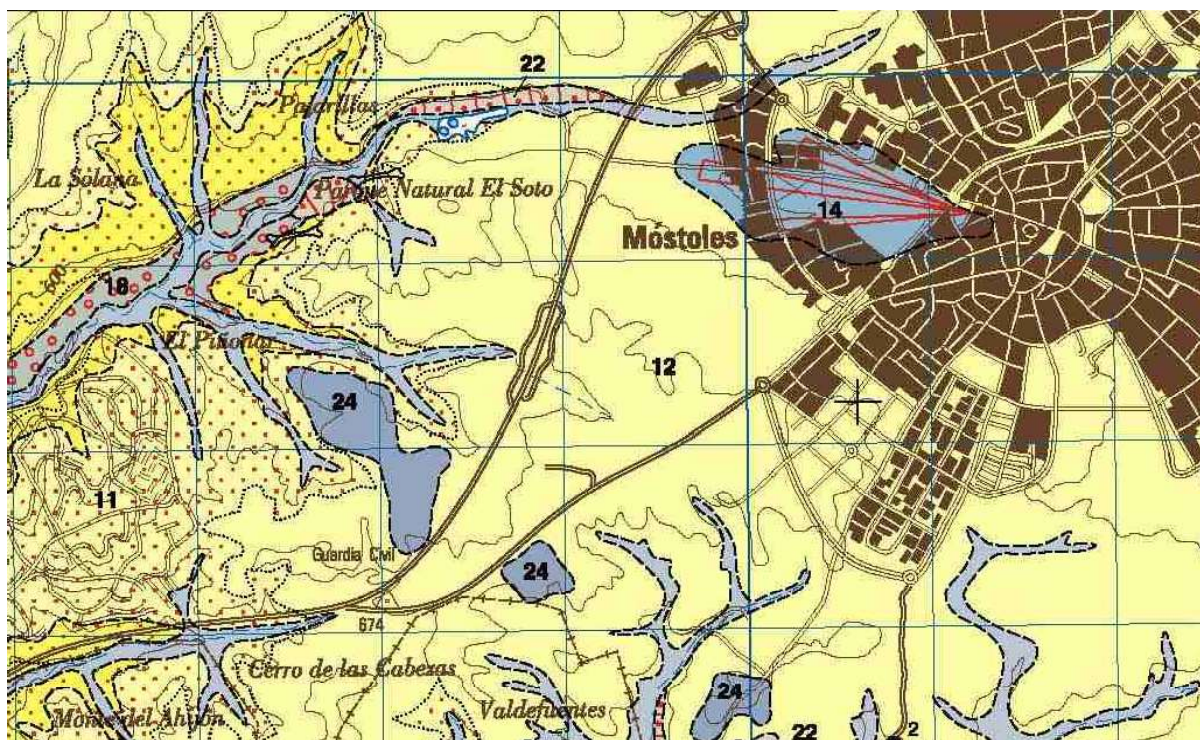
Posteriormente, los materiales terciarios, fueron remodelados por el discurrir de la red fluvial actual, con una serie de ríos principales y multitud de regueros y pequeños cursos de agua que se activaban solamente como consecuencia de tormentas esporádicas. Todo ello ha retocado el paisaje. Este sistema fluvial ha erosionando y se ha encajado en los materiales terciarios y también ha generado depósitos como son las terrazas.

Consultando el Estudio de Estabilidad de Taludes en las Formaciones Blandas de la Comunidad de Madrid, realizado por el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, nos encontramos en la formación Unidad Madrid.

La parcela investigada pertenece a la Unidad Madrid que se forma por un conjunto de sedimentos detríticos generados a expensas de los materiales constituyentes del Sistema Central.

Petrológicamente se describen como unas facies proximales (arenas gruesas con cantos). La fracción arenosa se constituye fundamentalmente de granos de feldespatos y cuarzo con micas en porcentajes variables según su distancia al área fuente. La fracción fina se caracteriza por presentar bajos porcentajes.

A continuación mostraremos un extracto del mapa geológico donde aparece el área objeto de estudio.



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		20	21	22	23	24
	PLEISTOCENO	SUPERIOR	18	19	19	19	15
		MEDIO	17	17	17	17	15
		INFERIOR	16	16	16	16	14
TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO	ARAGONIENSE	SUPERIOR	13	12	11
					9	10	8
					5	6	7
					1	2	3
TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO	ARAGONIENSE	MEDIO	1	2	3
					4	5	6
					7	8	9
					10	11	12

- 24 Bloques, cantos y arenas (Depósitos antrópicos)
23 Arenas con cantos y lutitas (Cono aluvial - 2ª generación)
22 Arenas y lutitas con cantos (Coluviones)
21 Arenas con cantos (Fondo de valle y cauces activos)
20 Arenas y lutitas a veces con cantos (Llanura de inundación y/o primera terraza)
19 Arenas con cantos y lutitas (Cono aluvial - 1ª generación)
18 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza baja)
17 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza media)
16 Arenas a veces con cantos, limos y gravas (Terraza alta)
15 Gravas y/o arenas a veces con cantos (Glacis)
14 Arenas con cantos dispersos (Glacis antiguo)
13 Arcosas gruesas
12 Arcosas y lutitas ocreas
11 Arcosas blancas con cantos
10 Arcosas blancas y ocreas con cantos y bloques
9 Arcosas blancas con bloques muy gruesos
8 Lutitas ocreas y arcosas
7 Arcosas con cantos
6 Arcosas con cantos y bloques
5 Arcosas con cantos y bloques muy gruesos
4 Lutitas ocreas con algunas intercalaciones carbonatadas
3 Arcosas ocreas con cantos
2 Arcosas con cantos y bloques
1 Arcosas con cantos y bloques muy gruesos

2.2 Marco geotécnico

Como se ha descrito anteriormente el sustrato de la zona investigada esta formado por una mezcla de materiales cohesivos (arcillas) y granulares (arenas y gravas) que en superficie se presentan poco cementados, y fácilmente erosionables.

Estas condiciones marcan topografías generalmente llanas con ligeras alomaciones y susceptibles de erosión (formación de cárcavas y arroyos bastante incisivos).

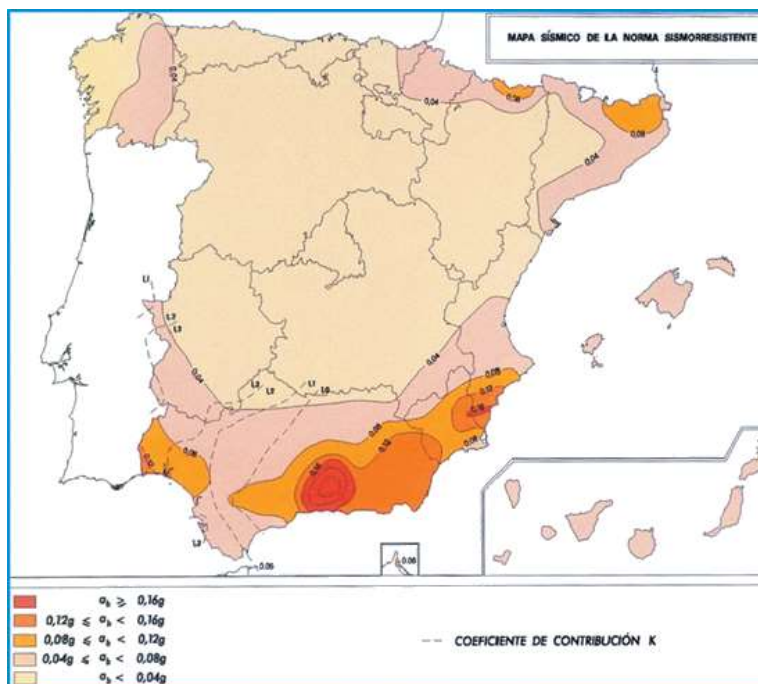
La permeabilidad del conjunto es muy variable alternándose zonas permeables con otras impermeables, si bien predominando las primeras; en toda ella es normal la aparición de niveles acuíferos a profundidades variables, casi siempre por debajo de los 15 m. (salvo en zonas próximas a las redes naturales de drenaje).

En cuanto a su capacidad de carga es de tipo medio. Pudiendo aparecer asientos de magnitud media.

2.3 Sismicidad.

El término municipal de Móstoles, presenta un valor de aceleración sísmica básica (a_b) inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad. Siguiendo la Norma Sismorresistente, NCSE-02, la aplicación de la norma no es obligatoria.

Por lo tanto, no será necesario considerar acciones sísmicas en el cálculo de la estructura proyectada.

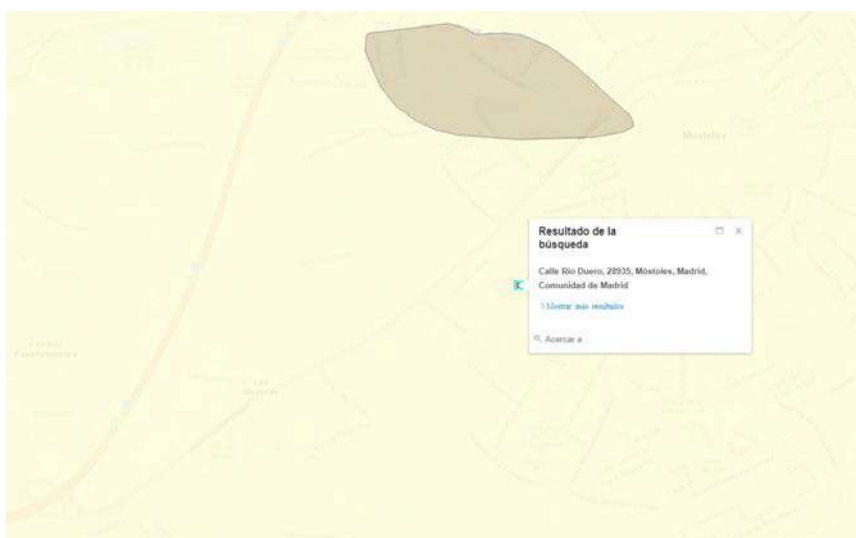


2.4 Protección frente a la exposición al Radón.

Móstoles, presenta un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón inferior a 300 Bq/m³, según se aprecia en el extracto del Mapa del potencial de radón de España que figura a continuación

Siguiendo del Documento Básico HS 6 Protección frente a la exposición al radón del CTE, la aplicación de la norma no es obligatoria, teniendo en cuenta que además tampoco figura en el listado de municipios del Apéndice B de la citada norma

Por lo tanto no se considera necesaria la colocación de barreras de protección.



3 TRABAJO REALIZADO

De acuerdo con las características de la zona, necesidades del proyecto y requerimientos del peticionario, CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN S.L., realizó el siguiente programa de trabajo:

- Dos sondeos rotativos, con una profundidad de 12,50 m aproximadamente, con extracción continua de testigo.
- Cuatro ensayos a penetración dinámica tipo DPSH
- Medición de nivel freático detectado.

Las muestras extraídas, se ensayan en el laboratorio de acuerdo con las necesidades del estudio y las características del terreno existente.

La situación en que se ha realizado cada uno de los ensayos se refleja en el croquis incluido en el Anejo Nº 1.

3.1 SONDEOS A ROTACIÓN

Los sondeos a rotación permiten una recuperación continua de testigo mostrando el terreno que constituye la parcela a estudio. De esta forma se obtiene en el punto sondeado un conocimiento exacto de los materiales que constituyen el subsuelo, de tal manera que se pueden extrapolar los resultados al conjunto de la parcela y tener así una idea aproximada de los materiales sobre los que se cimentará la obra.

Los resultados de los sondeos verticales, con extracción de testigo continuo, permiten definir:

- a) Características físicas del suelo.
- b) Características mecánicas.
- c) Estratigrafía del terreno.
- d) Nivel freático.

En la perforación a rotación se ha utilizado una sonda rotativa de accionamiento hidráulico, provista de baterías y coronas de widia de 101 y 86 mm de diámetro.

Las muestras obtenidas se han colocado en cajas diseñadas para este fin, anotándose en las mismas las cotas de extracción de las muestras, permitiéndose así un correcto estudio litológico en gabinete.

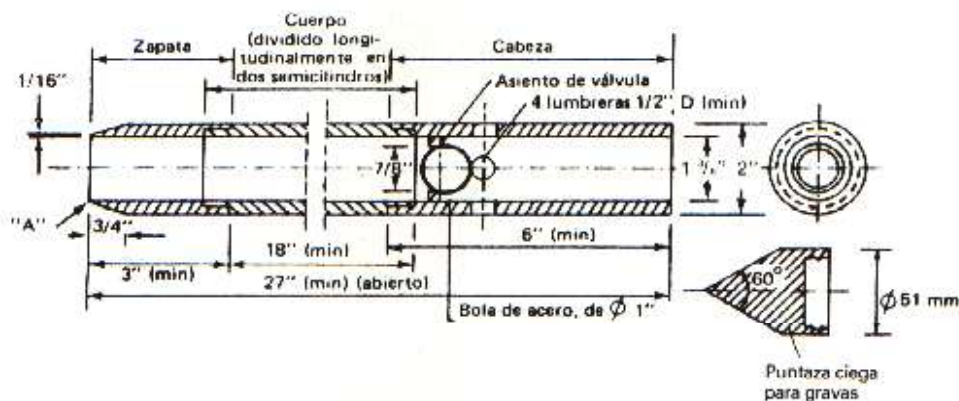
A continuación mostraremos una tabla con la profundidad alcanzada para cada uno de los sondeos realizados y la cota de ejecución, así como su fecha de ejecución:

PROSPECCIÓN	LOCALIZACIÓN	EMBOQUILLAMIENTO		PROF ALCANZADA (m)
		COTA ABS	COTA REL	
SR-1	PLANTA SEMISÓTANO	641,25	-3,6	12,5
SR-2	PLANTA SEGUNDA	652,05	7,2	12,6

3.1.1.- Ensayos Standard de penetración dinámica (S.P.T.)

A lo largo de los sondeos a rotación se han realizado varios ensayos S.P.T., cuyos valores N_{30} van a permitir conocer la capacidad portante y homogeneidad de las capas del subsuelo prospectadas.

El dispositivo standard empleado ha sido la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50,8 mm e interior 35,0 mm La hincas se ejecuta con una maza de 63,6 Kg por caída libre desde una altura de 76,2 cm Con esta cuchara se hace la penetración en cuatro tramos de 15 cm cada uno, tomando como valor N_{30} la suma del número de golpes de los dos tramos centrales. En el caso de que el último tramo baje el golpeo, se considerará un valor corregido igual a la suma de los dos tramos con menor golpeo de los tres últimos tramos del ensayo S.P.T., lo que nos da un valor N_{30} del lado de la seguridad.



Las muestras extraídas de este modo fueron envasadas en bolsas estancas, para poder posteriormente ser usadas en la caracterización del terreno mediante ensayos de laboratorio si fuese necesario.

3.1.2.- Toma de muestras inalteradas

Se han tomado muestras inalteradas a distintas profundidades del sondeo, lo que permitirá determinar en el laboratorio las características del terreno con la mayor fiabilidad posible.

Las muestras inalteradas se toman mediante un tubo muestreador de pared gruesa, con una camisa interior de PVC, hincándose en el terreno y procediéndose a continuación a la extracción de la muestra.

3.2 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

El ensayo de penetración dinámica se ha ejecutado utilizando un penetrómetro dinámico de tipo DPSH (UNE 103-801-94). Consiste en la penetración continua de una puntaza de sección circular, con un diámetro (D) de 50.5 mm, terminado en forma cónica con un ángulo de ataque de 90°. Esta puntaza puede ser perdida o recuperable. En ambos casos, la hincas se realiza por caída libre de una maza de 63.5 Kg de masa desde una altura de 760 mm.

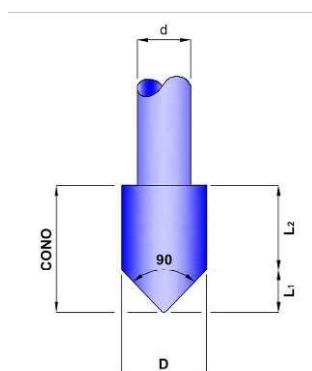


Figura 4.- Esquema de punta de sección circular.

El índice N_{20} del ensayo se obtiene determinando el número de golpes necesarios para introducir el varillaje una profundidad de 20 cm. La profundidad de ejecución del ensayo representada frente al número de golpes, proporciona el diagrama "Profundidad- N_{20} ", que se incluye en el anejo nº 3.

Estos diagramas reflejan la existencia de los distintos estratos atravesados, por lo que pueden considerarse como un perfil de resistencia del suelo en el punto sondeado. La interpretación de los ensayos de penetración debe ser fundamentalmente cualitativa siendo complemento de los sondeos mecánicos o calicatas, los cuales informarán con precisión a cerca de la litología de la zona.

Tratándose de un ensayo realizado de forma continua su rapidez de ejecución hace que suelos poco permeables y saturados, parte importante de la energía de hincapié pueda transmitirse al agua intersticial, aumentando instantáneamente la resistencia a la penetración. En el caso de atravesar materiales con gravas, es preciso interpretar los diagramas con las debidas reservas, pues el golpeo de la punta sobre los elementos gruesos puede concluir a resultados optimistas que no representan la resistencia real del estrato.

La información suministrada por los ensayos de penetración se refiere a la resistencia del suelo, o roca muy alterada, en rotura.

Los ensayos penetrométricos son métodos de análisis indirectos de las propiedades del suelo. Los datos que se van a obtener son básicamente los siguientes:

- Resistencia a la penetración dinámica de un terreno (compacidad del terreno)
- Homogeneidad o anomalías existentes en un suelo
- Determinación en profundidad la existencia de una capa o nivel cuya naturaleza se conoce o se intuye
- Estimación cualitativa de la tensión admisible de un suelo

A continuación se incluye los ensayos a penetración dinámica, junto con su cota de emboquille y fecha de realización. Su posición se puede observar en el anejo nº 1 del presente informe.

PROSPECCION	LOCALIZACIÓN	EMBOQUILLAMIENTO		PROF ALCANZADA (m)	FECHA DE EJECUCIÓN
		COTA ABS	COTA REL		
P-1	PLANTA SEMISÓTANO	641,25	-3,6	2,6	14/01/2022
P-2	PLANTA SEMISÓTANO	641,25	-3,6	1,6	14/01/2022
P-3	PLANTA SEMISÓTANO	641,25	-3,6	2,6	14/01/2022
P-4	PLANTA SEGUNDA	652,05	7,2	4,0	14/01/2022

En la tabla siguiente se resume el resultado de los penetrómetros realizados, con sus cotas aproximadas de ejecución.

Nº de Ensayo	LOCALIZACION	Golpeo N_{20}				Prof. de rechazo (m)
		$N_{20}<10$	$11<N_{20}<20$	$21<N_{20}<30$	$31<N_{20}<50$	
P-1	PLANTA SEMISÓTANO	--	0,4	0,4	1	2,6
P-2	PLANTA SEMISÓTANO	0,6	0,8	0,8	1,2	1,6
P-3	PLANTA SEMISÓTANO	0,4	0,4	1,4	2,4	2,6
P-4	PLANTA SEGUNDA	1	1,4	2,4	3,8	4

Tabla. - Resumen de resultados, incluye tendencias de golpeo, por lo que pueden existir golpes mayores y/o menores dentro de los rangos definidos.

Fot. 3 – Localización del emplazamiento en el momento de realizar el ensayo P-2.

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras extraídas y siguiendo las correspondientes normas UNE y/o NLT y/o ASTM, se realizaron los siguientes ensayos:

- (6) Clasificaciones USCS, incluyendo análisis granulométrico por tamizado según norma UNE 103101:1995, y determinación de límites de Atterberg según norma UNE 103103:1994 y 103104:1993 ó comprobación de la no plasticidad.
- (6) Determinaciones de la humedad natural, según norma UNE 103100:1995.
- (6) Determinaciones de la densidad aparente, según norma UNE 103301:1994.
- (2) Determinación de sulfatos en suelo, según UNE 7131:1958.
- (1) Determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según norma UNE 103602:1996.
- (3) Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante en la caja de corte directo, según UNE 103401:1998.
- (2) Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, según norma UNE 103400:1993.
- (1) Determinación del grado de agresividad del agua, según EHE.

Los resultados de los mismos están recogidos en el anejo Nº 4 “Ensayos de laboratorio”.

4 MARCO GEOTÉCNICO

4.1 ESTRATIGRAFÍA

El perfil estratigráfico que puede ser deducido de los reconocimientos realizados consta de los siguientes horizontes:

NIVEL I

La parcela presenta superficialmente un nivel de **relleno antrópico** (AR), arenas y arcillas arenosa de tonalidades marrones, también se detecta la presencia de restos de materiales de construcción.

El nivel se caracteriza por presentar una alta compresibilidad y deformabilidad.

En los ensayos de penetración dinámica realizados se relaciona con valores superficiales de golpeo $N_{20} < 15$ los cuales se desarrollan entre 0.80 y 1.00 metros, en algún punto (P-4).

NIVEL II

- A continuación y de manera puntual, se detecta un nivel MIOCENO, arenas de grano grueso a medio con algo de limo, presentan cantos subredondeados de composición cuarcítica.
- En base a los ensayos de penetración dinámica realizados, el nivel presenta una compacidad densa a muy densa, obteniendo valores N20 entre 30-40 golpes, alcanzando rechazo, N20>100 golpes, de manera progresiva entre 3.20 y 4.40 metros de profundidad.
- En general, estos materiales presentan una porosidad elevada, alta permeabilidad y transmisividad, por lo que pueden presentar estacionalmente aportes de agua procedentes de infiltración de la escorrentía superficial o por pérdidas de redes de saneamiento y/o abastecimiento.

4.2 NIVEL FREÁTICO

Se ha detectado la presencia de agua durante la ejecución del sondeo SR-1 a 9,00m de profundidad. De este nivel se tomó muestra representativa para su análisis en laboratorio.

5 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

5.1 Características físicas del terreno

Para definir estos parámetros se han realizado análisis granulométricos, que tienen por objeto determinar la distribución en tamaños, de los granos o partículas que constituyen un suelo. Dicha distribución condiciona, en gran medida, las características y propiedades geotécnicas del mismo.

Se han efectuado análisis granulométricos por tamizado, sobre una serie de tamices normalizada hasta un tamaño de apertura de 0.08 mm, obteniéndose el peso retenido en cada uno de ellos.

Los resultados se expresan en tanto por ciento en peso, que pasa por cada tamiz, y se representan en un gráfico o curva granulométrica.

Del mismo modo se determinan los límites de Atterberg. Estos ensayos se efectúan sobre la fracción de suelo de tamaño inferior a 0.4 mm. Las características plásticas de esta fracción condicionan especialmente las propiedades del conjunto del suelo. Los valores de los Límites de Atterberg definen la frontera entre los estados semisólido-plástico (Límite Plástico) y plástico-semilíquido (Límite Líquido) de un suelo. Estos valores se expresan como cantidad de humedad necesaria, para que se verifiquen determinadas condiciones normalizadas en los ensayos correspondientes.

Las actas de resultados de los ensayos efectuados, se encuentran en el Anejo Nº 4.

A continuación se indican los valores de la granulometría, de los Límites de Atterberg, y el símbolo correspondiente de cada muestra analizada, según la clasificación de U.S.C.S y H.R.B. de suelos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	HDAD (%)	DDAD APAR (g/cm ³)	L.L.	I.P.	PASA TAMIZ 0.080 UNE (%)	SO ³⁼ (%)	U.S.C.S.	H.R.B.
SR-1	3,00-3,45	12,11	2,15	35,7	29,4	36,3	NC	SC	A-6
SR-1	6,00-6,45	18,91	2,02	33,8	14,9	61,1		CL	A-6
SR-1	9,00-9,45	12,77	2,05	NP	NP	15,9		SM	A-1-b
SR-2	3,00-3,45	12,03	2,22	40,7	22,6	36,6		SC	A-7-6
SR-2	7,00-7,45	14,14	2,12	35,2	20,1	46,7		SC	A-6
SR-2	10,00-10,45	11,73	2,24	31,2	17,5	33,4	NC	SC	A-2-6

N.P.: No plástico

N.C.: No contiene

Las muestras analizadas corresponden a materiales detríticos, distinguiéndose los siguientes tipos de materiales en función de su composición granulométrica.

SC : Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla

CL : Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

SM : Arenas limosas, mezcla de arena y limo

5.2 Características mecánicas del terreno

Las características mecánicas del terreno quedan determinadas de manera directa, por los ensayos de penetración dinámica, así como por los ensayos S.P.T.

La resistencia a la penetración dinámica de un terreno, está relacionada con su estado de densidad y, por tanto, con su capacidad para soportar cargas estáticas como las de una edificación. A partir de los ensayos de penetración dinámica se pueden establecer zonas con diferente consistencia con el siguiente criterio:

$10 > N_{20}$ terreno suelto

$10 < N_{20} < 30$ terreno compacto

$30 < N_{20} < 50$ terreno denso

$N_{20} > 50$ terreno muy denso

En cuanto a los ensayos S.P.T. y siguiendo un criterio parecido al anterior tenemos:

$4 > N_{30}$ terreno de compacidad muy floja

$4 < N_{30} < 10$ terreno de compacidad floja

$10 < N_{30} < 30$ terreno de compacidad media

$30 < N_{30} < 50$ terreno de compacidad alta

$N_{30} > 50$ terreno de compacidad muy alta

En el siguiente cuadro, se muestran los valores N_{30} obtenidos para cada sondeo y a distintas profundidades:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)		GOLPEOS			N ₃₀	NIVEL GEOTÉCNICO
	INICIO	FINAL	15	30	45		
SR-1	3	3,45	15	20	23	43	II
SR-1	6	6,45	15	17	24	41	II
SR-1	9	9,45	14	25	27	52	II
SR-2	3	3,45	13	12	24	36	II
SR-2	7	7,45	17	31	37	R	II
SR-2	10	10,45	21	26	32	58	II

De los ensayos realizados podemos concluir el siguiente cuadro resumen:

NIVEL	Nº SPT	nº de ensayos que alcanzan rechazo	media valores que no alcanzan rechazo	valor máximo (no se considera rechazo)	valor mínimo
II	9	1	46	58	36

De la anterior tabla y de los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH realizados, podemos establecer para cada uno de los niveles detectados:

NIVEL II, Tanto los ensayos realizados ensayos en el interior de los sondeos, como los ensayos de penetración dinámica, han presentado valores que implica altas consistencias.

Los ensayos a penetración dinámica efectuados presentan valores altos de $N_{30} \geq 30$, lo que indica un buen comportamiento geotécnico.

También se han realizado varios ensayos de compresión simple con objeto de comprobar las características mecánicas de los niveles atravesados. El ensayo de resistencia a la compresión simple, consiste en determinar la carga máxima capaz de soportar un suelo en condiciones uniaxiales.

Se efectúa sobre muestras talladas, con unas determinadas relaciones de altura/diámetro.

A continuación se expone una tabla resumen con los resultados obtenidos en dichos ensayos:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	
		R.C.S. (Kp/cm2)	E (%)
SR-1	6,55-6,85	1,43	2
SR-1	9,90-10,10	0,72	4

De los ensayos podemos establecer los siguientes valores medios para cada uno de los niveles:

MUESTRA	PROFUNDIDAD	CORTE DIRECTO EN SUELO	
		C (Kp/cm ²)	Ø (°)
SR-1	3,45-3,65	0,09	30
SR-2	3,45-3,75	0,25	20
SR-2	11,70-12,0	0	33

Los ensayos han sido realizados sobre muestras del NIVEL II, siendo este ultimo el material mayoritario en el registro de los sondeos. De manera general tomaremos como parámetros de deformabilidad, desde el lado de la seguridad, los valores anteriormente expuestos:

5.3 Agresividad

Se han realizado varias determinaciones del contenido de sulfatos en suelo, no encontrándose un porcentaje apreciable de los mismos. Así pues, siguiendo las recomendaciones de la vigente EHE, no será necesario la utilización de un cemento sulforresistente en los hormigones en contacto con el terreno.

Según la vigente EHE el ambiente debe ser clasificado como tipo IIa.

5.4 Expansividad

Para que un suelo pueda exhibir expansividad son necesarios dos requisitos fundamentales:

1. Intrínsecos, propios del suelo, establecen la capacidad de expansiva teórica.
2. Extrínsecos, viene impuestos por factores externos y determinan que el potencial expansivo pueda o no desarrollarse.

Los fenómenos de expansividad, se desarrollan fundamentalmente en la denominada “zona activa”. Esta es una franja del terreno, que se extiende desde la superficie del mismo hasta un punto en profundidad en el que no se producen variaciones estacionales de humedad. Una vez superada la “zona activa”, y no existiendo variaciones en la humedad del terreno, se anulan los factores externos que desencadenan los fenómenos de expansividad. Para la zona centro peninsular, se establece la profundidad de dicha “zona activa” entre 2.50 y 3.00 m.

Se realizó un ensayo de presión de hinchamiento sobre la muestra del sondeo SR-1 de 3.45 a 3.65m, obteniéndose los siguientes resultados:

MUESTRA	PROFUNDIDAD	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (Kg/cm ²)
SR-1	3,45-3,65	0,03

6 ESTUDIO DE CIMENTACIÓN

Los datos con los que se cuenta de la edificación proyectada son los siguientes:

- Se pretende ejecutar una reforma y ampliación del Hospital Universitario de Móstoles, sito en la C/ Dr. Montes s/n, de Móstoles. Se ha diseñado un edificio de dos plantas de sótano, una de semisótano, planta baja y cuatro alturas. No existen edificios medianeros que pueden ser afectados en las inmediaciones de la planta edificable.

En general, en los trabajos de prospección realizados se detecta en la mayor parte de la superficie investigada a esta profundidad de cimentación un terreno constituido por arenas arcillosas de consistencia firme, NIVEL II, en general de color marrón, presentando una compacidad alta, apto para recibir cargas directas por un elemento de cimentación.

6.1 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN DIRECTA

A continuación se estudia una cimentación mediante zapatas convencionales, aisladas y/o corridas, para ello, determinaremos la tensión admisible del terreno, basándonos en los ensayos realizados.

6.1.1 Carga admisible en base a los ensayos de penetración dinámica (penetrómetros)

En el apartado 3.2.- se enuncia y justificaba la formulación empleada para la transformación de resistencia a la penetración a resistencia al hundimiento de una cimentación, por otra parte, se indicaba el Anejo N° 3, como localización de las gráficas de penetración, en los que se muestra la evolución de los golpes en profundidad.

Los ensayos a penetración dinámica efectuados (DPSH) muestran bastante homogeneidad a lo largo de la superficie investigada.

Ninguno de los ensayos de penetración realizados ha alcanzado la cota de vaciado propuesta, por lo que no se considerará este método para pronunciarse respecto la tensión admisible del terreno.

Ahora, y del análisis de los gráficas de penetración realizadas, se puede establecer como tensión admisible del terreno, a una profundidad de 1.20 metros (desde la cota de emboquillamiento de los ensayos a penetración dinámica):

$$q_{adm(1.20)} \approx 2.50 \text{ Kp/cm}^2$$

Finalmente y en los casos en que ha sido preciso, se ha hecho una corrección de la tensión admisible del estrato de apoyo, cuando en profundidad existe un estrato menos resistente que el de apoyo, según las siguientes consideraciones de la NTE - CIMENTACIONES - ZAPATAS:

$$\begin{array}{ll} P_1 > P_2 & \\ Z < 0,2 B & P = P_2 \\ 0,2 B < Z < B & P = P_2 + (P_1 - P_2) (Z - 0,2 B) / (0,8 B) \\ Z > B & P = P_1 \end{array}$$

Donde:

P_1 , es la presión admisible del estrato en el que queda apoyada la zapata

P_2 , es la presión admisible del estrato inferior menos resistente

B , es la dimensión estimada de la zapata

Z , es la distancia entre la cota de apoyo de la zapata y la cota de inicio del estrato (2) menos resistente

6.1.2 Carga admisible por limitación de asentamientos

A continuación, se realizará una comprobación de esta tensión admisible, para el nivel II (arenas arcillosas firmes) imponiendo que el asiento máximo de la estructura no sobrepase los 2,5 cm., (según exigencias normativas), y en base a la fórmula de Meyerhoff que a continuación se expone:

$$Q_{adm} = \frac{S \times N_{30}}{8 \times F} \text{ si } B \leq 1.20 \text{ m}$$

$$Q_{adm} = \frac{S \times N_{30}}{12 \times F} \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \text{ si } B > 1.20 \text{ m}$$

Donde:

S = Asiento máximo permitido en cm.

N_{30} = valor deducido del ensayo S.P.T.

B = Ancho del cimiento en metros

F = Factor de seguridad

Desarrollando la anterior fórmula tendríamos para un valor $N_{30} = 41$ (a 6,00 metros de profundidad en el sondeo SR-1) para el conjunto de alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones existente en el sustrato investigado (en el caso más desfavorable), dado que la mayor parte de los ensayos realizados se ha alcanzado rechazo a cota de cimentación y limitando el asentamiento de la estructura a 2,50 cm.:

CIMENTACIÓN TIPO	ANCHO DE CIMENTACIÓN (m)	TENSIÓN ADMISIBLE (Kp/cm ²)
Zapata Aislada	1,50	3,78
	2,00	3,48
	2,50	3,30
	3,00	3,18

Cómo puede observarse, a medida que aumentamos el ancho de zapata, disminuye la tensión admisible del terreno, este concepto no debe confundir, ya que la carga total en toneladas que es posible aplicar a la cimentación, aumenta más deprisa que la reducción que experimenta el terreno por la mayor influencia de la zapata sobre él.

6.1.3 Presión admisible por hundimiento

La presión admisible a efectos de hundimiento se determinará mediante las expresiones generalizadas de Terzaghi - Pech, considerando un coeficiente de seguridad $F = 3$, según las cuales:

* Zapata corrida

$$q_a = 1/3 (c N_c + q N_q + 0.5 d B N_d)$$

* Zapata cuadrada

$$q_a = 1/3 (1.2 c N_c + q N_q + 0.4 d B N_d)$$

siendo:

c = cohesión

q = sobrecarga en torno al apoyo de cimentación

d = densidad aparente del terreno

B = ancho del cimiento

N_c , N_q , N_d = coeficientes dependientes del ángulo de rozamiento, relativos a la cohesión, sobrecarga que rodea al cimiento y empuje pasivo, respectivamente.

Dadas las características texturales del nivel investigado, consideramos los siguientes valores de rozamiento y cohesión, valor más desfavorable de los ensayos realizados:

Nivel de Arenas arcillosas de baja plasticidad (Nivel II).

$$c = 0.09 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\Phi = 30^\circ$$

En consecuencia, la presión admisible a efectos de hundimiento será, en cada caso:

CIMENTACIÓN	ANCHO ZAPATA (m)	TENSIÓN ADMISIBLE q_a (kp/cm ²)
ZAPATA CORRIDA	1,50	2,60
	2,00	2,88
	2,50	3,15
	3,00	3,42
ZAPATA CUADRADA	1,50	2,62
	2,00	2,84
	2,50	3,06
	3,00	3,27

Una vez expuestos los métodos para determinar la carga admisible del terreno, cabe concluir, que en el supuesto de que este sea el tipo de cimentación elegido, la carga que las zapatas transmitan al terreno, a una profundidad de una planta de sótano, no deberá ser mayor que:

$$q_{adm(1.20)} \approx 2.60 \text{ Kp/cm}^2$$

6.2 EXCAVACIÓN DE LOS SÓTANOS

La excavación de los sótanos va a dar lugar a unos taludes en torno los 9.60 – 14,00 metros, según el caso. En dos de sus lados se realizará próximo a viales existentes y edificios medianeros.

Los niveles atravesados en los taludes de excavación se clasifican, en general, como relleno antrópico y el nivel detrítico constituido por arenas de grano fino a techo y arcillas arenosas firmes.

Dada la sobrecarga que en cabeza de talud, en la zona del vial y la altura de vaciado, se propone la utilización de una protección perimetral, tipo pantalla.

Muro pantalla

Respecto a la ejecución y diseño del muro pantalla, este podrá realizarse desde la actual superficie de la parcela; y deberá estar empotrado, al menos, 6.0 veces el espesor del elemento de contención a diseñar.

Dada la altura de excavación y la presencia de viales próximos, es recomendable realizar apoyos provisionales durante el vaciado.

En caso del empleo de anclajes provisionales o permanentes al terreno durante la fase de vaciado en terreno natural, NIVEL II, la adherencia admisible del bulbo se puede obtener mediante los métodos indicados a continuación, por orden de preferencia:

1.- Los valores de adherencia admisible (a_{adm}) del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

2.- Se puede obtener el valor de a_{adm} aplicando la expresión siguiente, en presiones efectivas:

$$a_{adm} = \frac{c'}{F_{2c}} + \sigma' \cdot \frac{\tan \varphi'}{F_{2\varphi}}$$

siendo:

c' = cohesión efectiva del terreno en el contacto terreno-bulbo.

φ' = ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno en el contacto terreno-bulbo.

σ' = presión efectiva del terreno en el centro del bulbo más una tercera parte de la presión de inyección aplicada (desconocida a nivel de este estudio).

F_{2c} = 1.60; coeficiente de minoración de la cohesión.

$F_{2\varphi}$ = 1.35; coeficiente de minoración de la fricción.

3.- También puede determinarse a_{adm} utilizando correlaciones empíricas, en cuyo caso:

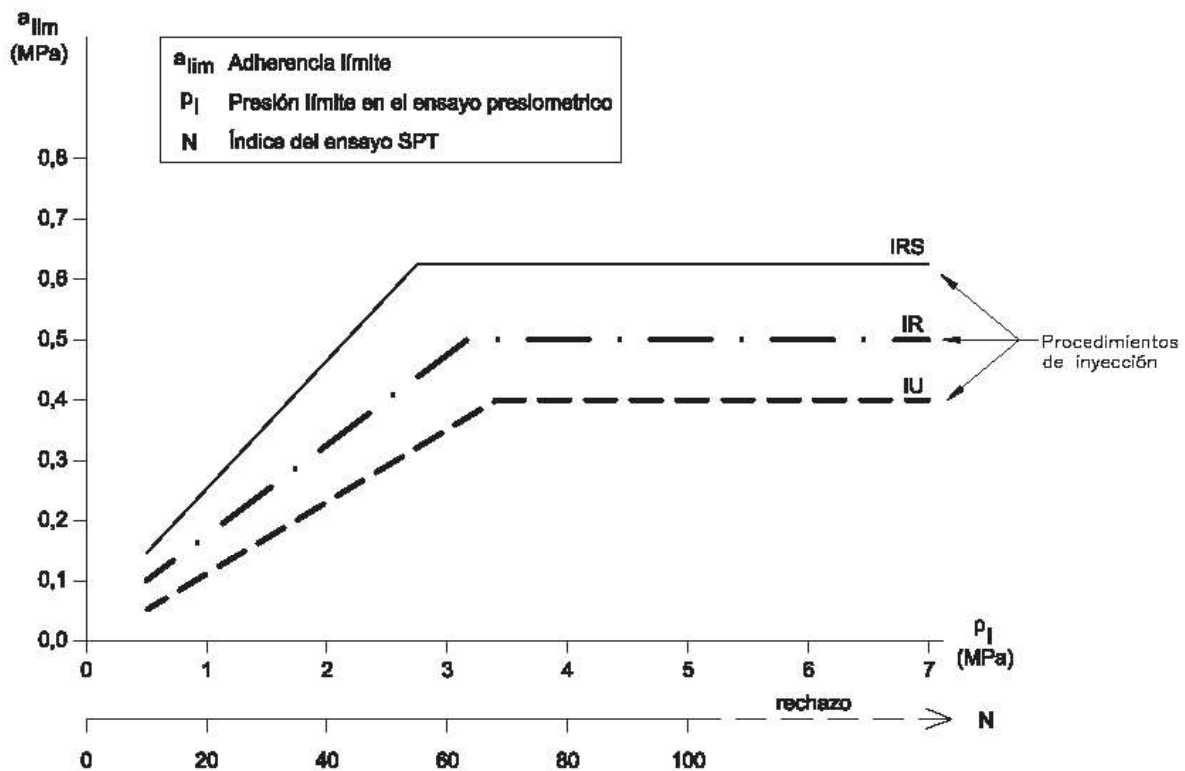
$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3}$$

siendo:

a_{lim} = adherencia límite obtenida aplicando métodos empíricos.

F_3 = coeficiente indicado en la tabla siguiente.

TIPO DE ANCLAJE	F_3
Provisional	1.45
Permanente	1.65



Adherencia límite en arenas y gravas

Se deberá tener presente la sobrecarga por la presencia de los viales existentes.

Zona interior de urbanización

En la zona interior de la parcela se plantea la posibilidad de realizar la contención mediante muros de sótano encofrados a doble para, para ello se adjuntas las siguientes recomendaciones:

- En caso de existir la posibilidad de distribuir la planta del edificio tal que puedan realizarse retranqueos respecto a los viales existentes, se realizarán de tal forma que existan al menos en fase constructiva retranqueos de 5 metros, siguiendo el siguiente procedimiento:
 - A nivel de proyecto se diseñarán taludes con pendientes conservativas; una pendiente adecuada para estos materiales puede ser 1H/1V.

- Cuando se empiece a realizar el vaciado, se excavará el interior de la parcela dejando taludes testigo retranqueados unos 2.0 m, respecto a los taludes definitivos y con pendientes del orden de 2V/1H. En los taludes se podrá observar su comportamiento, valorándose su estabilidad a corto plazo (tiempo para la realización de los muros de sótano), la presencia de corrientes de agua no detectadas en los reconocimientos, fugas de los servicios, o bolsas de escombros o materiales muy sueltos.
 - A partir de estas observaciones se podrán corregir los taludes de diseño inicial, hacia pendientes más adecuadas con los materiales encontrados
2. En caso de no existir la posibilidad de retranqueo respecto a los viales, el vaciado correspondiente se podrá realizar mediante una contención perimetral por **bataches**, tomando las correspondientes precauciones para evitar descalces de cimentaciones próximas.
3. En el caso la presencia de agua, que puede llegar a tener importancia estacionalmente, se recomienda la impermeabilización de la cara del muro en contacto con el terreno con el fin de evitar humedades y filtraciones. También recomendamos la ejecución de drenajes del trasdós de muros para su correcta evacuación controlada.

A efectos de dimensionamiento de las pantallas perimetrales, se propone el siguiente perfil estratigráfico:

- Rellenos antrópicos, desde la cota 0.00, hasta una profundidad de 1.00 metros (zona más desfavorable en el sondeo S-2). Con los siguientes parámetros geotécnicos:
 - $\gamma = 1.70 \text{ Tn/m}^3$
 - $\phi = 25^\circ$
 - $\delta = 25/3^\circ$ (ángulo de rozamiento tierras- muro)
 - $c = 0.0 \text{ Kp/cm}^2$
- Nivel Arenas medias gruesas. Con los siguientes parámetros geotécnicos:
 - $\gamma = 2.00 \text{ Tn/m}^3$
 - $\phi = 33^\circ$
 - $\delta = 33/3^\circ$ (ángulo de rozamiento tierras- muro)
 - $c = 0.0 \text{ Kp/cm}^2$

Intercalado en este nivel se pueden encontrar algún lentejón de arcillas inorgánicas de baja plasticidad con las siguientes características:

- $\gamma = 2.00 \text{ Tn/m}^3$
- $\phi = 20^\circ$
- $\delta = 20/3^\circ$ (ángulo de rozamiento tierras- muro)
- $c = 0.25 \text{ Kp/cm}^2$

Por último, se recomienda adoptar los siguientes parámetros de resistencia por punta y fuste, **sin minorar**, para terrenos granulares basado en el ensayo S.P.T.:

Resistencia por punta:

$$q_d = f_N N \text{ en MPa}$$

Siendo:

f_N 0.2 para pilotes hormigonados in situ.

N valor medio de N_{SPT} , media de la zona activa inferior y y la media de lo zona pasiva superior. N es la media de los dos anteriores valores.

Obteniendo un valor de resistencia por punta **sin minorar** de 800 T/m²

Resistencia por fuste:

$$\tau_f = 2.5N \text{ en KPa}$$

Obteniendo un valor de resistencia por fuste **sin minorar** de 10 T/m²

6.3 EXCAVABILIDAD

En la parcela objeto de estudio se ha podido diferenciar a grandes rasgos los siguientes niveles que pueden ser afectados durante la fase de excavación:

- Rellenos antrópicos.
- Arenas arcillosas con lentejones de arcillas arenosas.

Todos ellos son fácilmente excavables por medio de métodos convencionales.

6.4 ZONA URBANIZACIÓN FUERA DE LA HUELLA DEL SÓTANO.

Todas las soluciones de cimentación se realizarán bajo las mismas recomendaciones del estudio geotécnico, tanto a nivel de rellenos o a nivel de arenas limosas.

Cualquier cimentación en nivel de relleno antrópico o suelo vegetal implicaría asientos heterogéneos no cuantificables, siendo en tal caso necesario mejoras previas del terreno.

Para evitar asientos heterogéneos las cimentaciones superficiales con carga liviana no se podrán construir sobre estos rellenos no controlados, los cuales deberán ser reemplazados por materiales seleccionados debidamente compactados.

Así, para cargas livianas y con objeto de mejorar tanto la resistencia como la deformabilidad se recomienda una compactación con rodillo en un espesor próximo a 1 metro.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactas.



6.5 SOLERA

Las soleras quedarán apoyadas en el nivel de arenas arcillosas. Se propone realizar una compactación de los materiales y colocar una capa de grava compactada (o zahorra) de unos 5 –10 cm en la base en contacto con el suelo, para evitar humedad por capilaridad y a continuación colocar una capa de hormigón de unos 10 cm con mallazo.

7 **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este informe se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

El perfil estratigráfico que puede ser deducido de los reconocimientos realizados consta de los siguientes horizontes:

NIVEL I

La parcela presenta superficialmente un nivel de **relleno antrópico** (AR), arenas y arcillas arenosa de tonalidades marrones, también se detecta la presencia de restos de materiales de construcción.

El nivel se caracteriza por presentar una alta compresibilidad y deformabilidad.

En los ensayos de penetración dinámica realizados se relaciona con valores superficiales de golpeo $N_{20} < 15$ los cuales se desarrollan entre 0.80 y 1.00 metros, en algún punto (P-4).

NIVEL II

A continuación y de manera puntual, se detecta un nivel MIOCENO, arenas de grano grueso a medio con algo de limo, presentan cantos subredondeados de composición cuarcítica.

En base a los ensayos de penetración dinámica realizados, el nivel presenta una compacidad densa a muy densa, obteniendo valores N_{20} entre 30-40 golpes, alcanzando rechazo, $N_{20} > 100$ golpes, de manera progresiva entre 3.20 y 4.40 metros de profundidad.

En general, estos materiales presentan una porosidad elevada, alta permeabilidad y transmisividad, por lo que pueden presentar estacionalmente aportes de agua procedentes de infiltración de la escorrentía superficial o por pérdidas de redes de saneamiento y/o abastecimiento.

Se ha detectado la presencia de agua durante la ejecución del sondeo SR-1 a 4,90m de profundidad.

Se han realizado varias determinaciones del contenido de sulfatos en suelo, no encontrándose un porcentaje apreciable de los mismos. Así pues, siguiendo las recomendaciones de la vigente EHE, no será necesario la utilización de un cemento sulforresistente en los hormigones en contacto con el terreno.

Según la vigente EHE el ambiente debe ser clasificado como tipo IIa.

Respecto al agua analizada tomada de los sondeos, no se ha detectado la presencia de elementos agresivos para los hormigones.

Dado el carácter puntual de la prospección realizada, cuyos resultados se han extrapolado a la totalidad de la zona investigada, se recomienda la inspección visual detallada del terreno durante la ejecución de las obras, con el fin de verificar que las características aparentes del terreno realmente existente, corresponden a las que han servido de base para la elaboración de este informe.

En Alcorcón a 8 de febrero de 2022

Fdo.: Ángel Redondo Gómez
Ingeniero de Obras Públicas
Departamento de Geotecnia

Fdo.: Luis Miguel Ruedas Romero
Geólogo
Departamento de Geotecnia

ANEJOS

ANEJO N° 1: PLANO DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

ÁREA DE REFUERZO DE ESTRUCTURA PREVIA
DESOCUPACIÓN DE LOS SERVICIOS UNA VEZ
ESTÉ REALIZADO EL NUEVO EDIFICIO

ÁREA DE ACTUACIÓN



PROYECTO MODIFICADO	PROYECTO	PROYECTO
NUEVO EDIFICIO Y REFUERZO DE ESTRUCTURA EN EL	NUEVO EDIFICIO	NUEVO EDIFICIO
EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIV. DE MASTOLES	EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIV. DE MASTOLES	EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIV. DE MASTOLES
ESTADO ACTUAL	ESTADO ACTUAL	ESTADO ACTUAL
PLANTA SEMISOTANO	PLANTA SEMISOTANO	PLANTA SEMISOTANO
UTE EACSN - CENAMARCO	UTE EACSN - CENAMARCO	UTE EACSN - CENAMARCO



PROYECTO MODIFICADO	PROYECTO
NUEVO EDIFICIO Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURA EN EL	NUEVO EDIFICIO
EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL UNIV. DE AMÉRICA	EDIFICIO PRINCIPAL
ESTADO ACTUAL	ESTADO ACTUAL
PLANTA SEGUNDA	PLANTA SEGUNDA
UTB EACSN - ESPERANZA Y SERVICIOS	UTB EACSN - ESPERANZA Y SERVICIOS
EACSN	EACSN

ANEJO N° 2: SONDEOS A ROTACIÓN

REGISTRO DE SONDEO

Sondeo: S-1

Trabajo: 3/5849/116/

Cliente: R-7 CONSULTORES

Obra: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

Fecha de inicio: 17/01/2022

Sondista: JC Calderon

Cota de Boca (m):

Fecha de finalización: 18/01/2022

Tipo de sonda: Multidrill ML

Profundidad (m): 12,50

Hoja: 1 de 2

Entubado: Si

Nivel freático (m):

φ (mm.) y tipo de perfor.	Revestido	prof. (m)	ENSAYOS DE LABORATORIO					S.P.T. Prof. / Golp.	M.I. Prof. / Golp.	Trama	Recuper. (%)	cotas	DESCRIPCIÓN
			D. Apa. (gr/cm3)	Hdad (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	#200						
		_ 0,0										_ 0,0	
												_ 0,20	Solera de hormigón
												_ 0,60	Rellenos arenas negruzcas y restos cerámicos
		_ 1,0											Arenas, arenas limosas de grano medio, masivas y sueltas, con algo de gravilla dispersa
		_ 2,0											
		_ 3,0						3,00-3,45 15				_ 3,00	
			2,15	12,11	35,70	29,40	36,30	20/23	45-3,65				Tosco arenoso
		_ 4,0							TP			_ 3,70	
		_ 5,0											Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		_ 6,0						6,00-6,45 15					
			2,02	18,91	33,80	14,90	61,10	17/24	6,55-6,85				
		_ 7,0							TP				Arena limosa muy húmeda
		_ 8,0										_ 8,50	
		_ 9,0										_ 9,00	
													FGN1 Ed0

REGISTRO DE SONDEO

Sondeo: S-1

Trabajo: 3/5849/116/

Cliente: R-7 CONSULTORES

Obra: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

Fecha de inicio: 17/01/2022

Sondista: JC Calderon

Cota de Boca (m): 0,00

Fecha de finalización: 18/01/2022

Tipo de sonda: Multidrill ML

Profundidad (m): 12,50

Hoja: 2 de 2

Entubado: Si

Nivel freático (m): 0,00

φ (mm.) y tipo de perfor.	Revestido	prof. (m)	ENSAYOS DE LABORATORIO					S.P.T. Prof. / Golp.	M.I. Prof. / Golp.	Trama	Recuper. (%)	cotas	DESCRIPCIÓN
			D. Apa. (gr/cm3)	Hdad (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	#200						
86 RW		_9,0						9,00-9,45				_9,0	
			2,05	12,77	NP	NP	15,90	14 25/27					Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		_10,0						9,90-10,10	TP			_9,80	Tosco arenoso
		_11,0										_10,7	
		_12,0										_12,5	Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		_13,0											FIN DEL SONDEO
		_14,0											
		_15,0											
		_16,0											
		_17,0											
		_18,0											

REGISTRO DE SONDEO

Sondeo: S-2

Trabajo: 3/5849/116/

Cliente: R-7 CONSULTORES

Obra: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

Fecha de inicio: 19/01/2022

Sondista: JC Calderon

Cota de Boca (m):

Fecha de finalización: 19/01/2022

Tipo de sonda: Multidrill ML

Profundidad (m): 12,60

Hoja: 1 de 2

Entubado: Si

Nivel freático (m):

φ (mm.) y tipo de perfor.	Revestido	prof. (m)	ENSAYOS DE LABORATORIO					S.P.T. Prof. / Golp.	M.I. Prof. / Golp.	Trama	Recuper. (%)	cotas	DESCRIPCIÓN
			D. Apa. (gr/cm3)	Hdad (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	#200						
		0,0										0,0	
												0,20	Solera de hormigón
		1,0										1,20	Rellenos arenas negruzcas y restos cerámicos
		2,0										3,00	Arenas, arenas limosas de grano medio, masivas y sueltas, con algo de gravilla dispersa
		3,0						3,00-3,45 13				3,00	
		4,0	2,22	12,03	40,70	22,60	36,60	12/24	45-3,75 TP			6,40	Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		5,0										6,40	
		6,0										7,0	Intercalación arcillo arenosa
		7,0						7,00-7,45 17				7,7	
		8,0	2,12	14,14	35,20	20,10	46,70	31/37				7,7	Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		9,0											
													FGN1 Ed0

REGISTRO DE SONDEO

Sondeo: S-2

Trabajo: 3/5849/116/

Cliente: R-7 CONSULTORES

Obra: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

Fecha de inicio: 19/01/2022

Sondista: JC Calderon

Cota de Boca (m): 0,00

Fecha de finalización: 19/01/2022

Tipo de sonda: Multidrill ML

Profundidad (m): 12,60

Hoja: 2 de 2

Entubado: Si

Nivel freático (m): 0,00

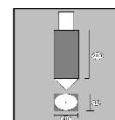
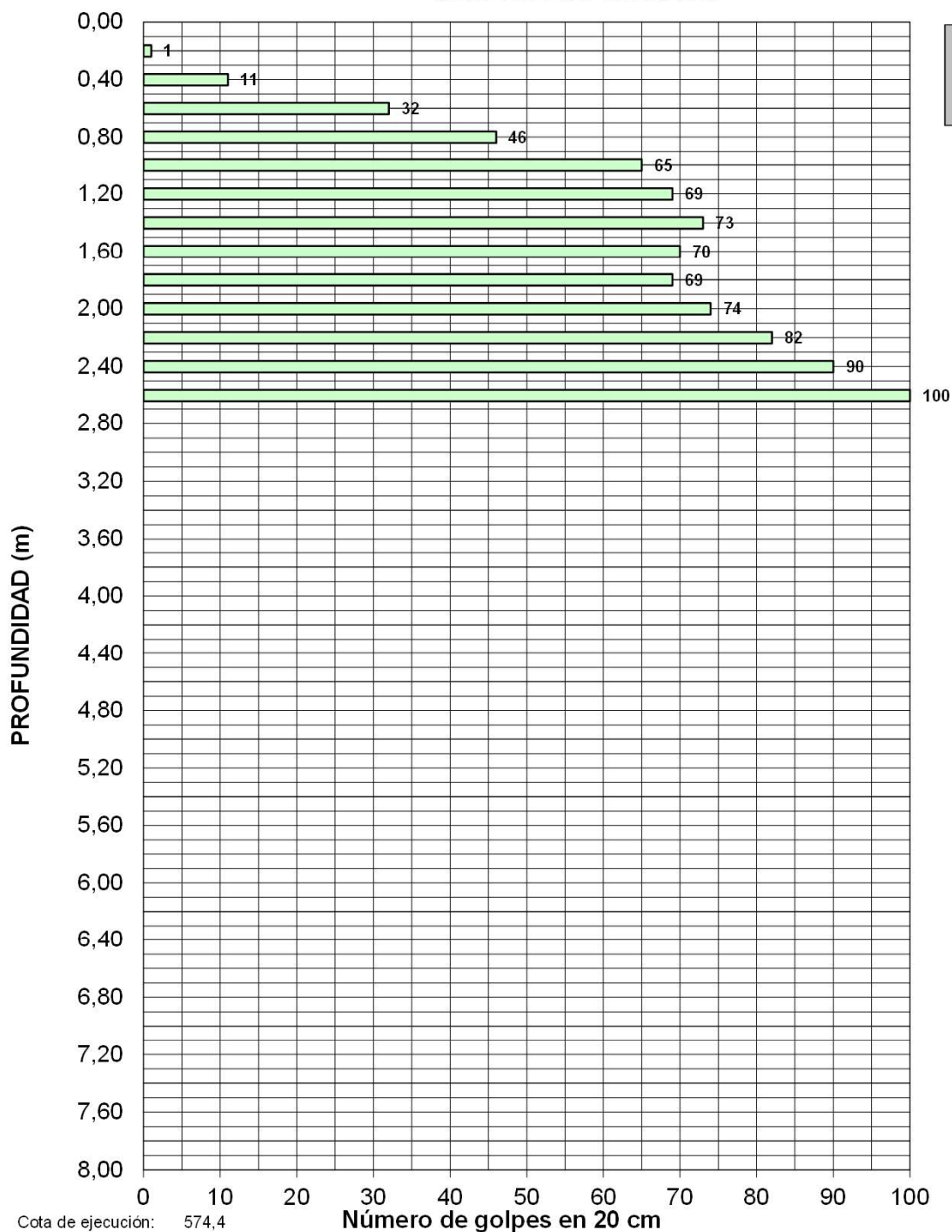
φ (mm.) y tipo de perfor.	Revestido	prof. (m)	ENSAYOS DE LABORATORIO					S.P.T. Prof. / Golp.	M.I. Prof. / Golp.	Trama	Recuper. (%)	cotas	DESCRIPCIÓN
			D. Apa. (gr/cm3)	Hdad (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	#200						
86 RW		_9,0										_9,0	
		_10,0						10,0-10,45 21					
			2,24	11,73	31,20	17,50	33,40	26/32					
		_11,0											Alternancia de arenas arcillosas y arcillas arenosas marrones con laminación difusa a escamosa.
		_12,0						11,7-12,0 TP					
												_12,6	FIN DEL SONDEO
		_13,0											
		_14,0											
		_15,0											
		_16,0											
		_17,0											
		_18,0											

ANEJO N° 3: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

REF : 3/5849/116
CLIENTE R-7 CONSULTORES
FECHA EJECUCIÓN : 14/01/22

OPERARIO: ANTONIO SANCHEZ
TIPO ENSAYO: DPSH
MÁQUINA: PENETRO ORUGAS DPSH

PENETRÓMETRO Nº: P-1
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
MOSTOLES. MADRID.

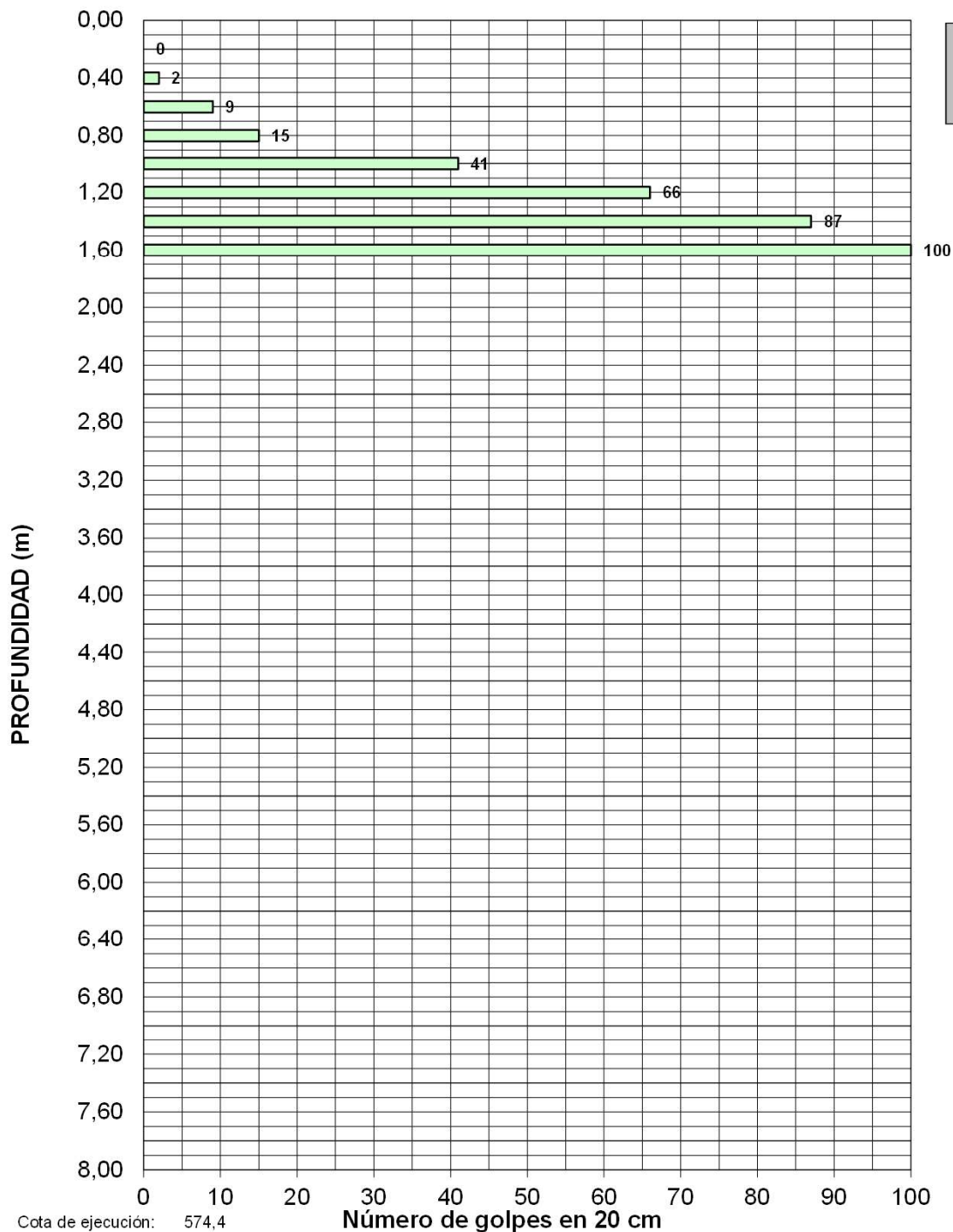


FGN2 Ed0

REF : 3/5849/116
CLIENTE R-7 CONSULTORES
FECHA EJECUCIÓN : 14/01/22

OPERARIO: ANTONIO SANCHEZ
TIPO ENSAYO: DPSH
MÁQUINA: PENETRO ORUGAS DPSH

PENETRÓMETRO Nº: P-2
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
MOSTOLES. MADRID.



FGN2 Ed0

REF : 3/5849/116

CLIENTE R-7 CONSULTORES

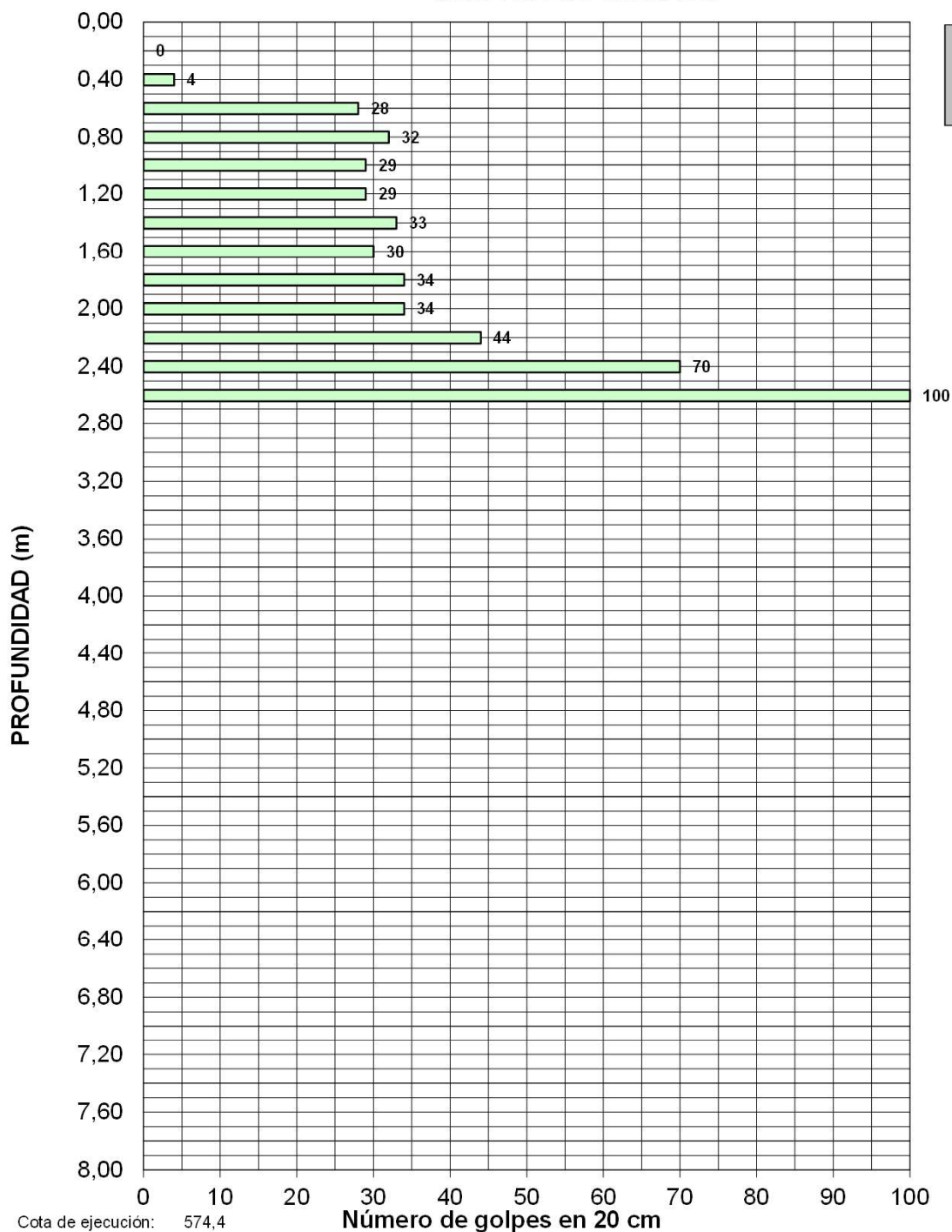
FECHA EJECUCIÓN : 14/01/22

OPERARIO: ANTONIO SANCHEZ

TIPO ENSAYO: DPSH

MÁQUINA: PENETRO ORUGAS DPSH

PENETRÓMETRO Nº: P-3
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
MOSTOLES. MADRID.



FGN2 Ed0

REF : 3/5849/116

CLIENTE R-7 CONSULTORES

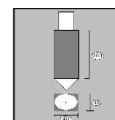
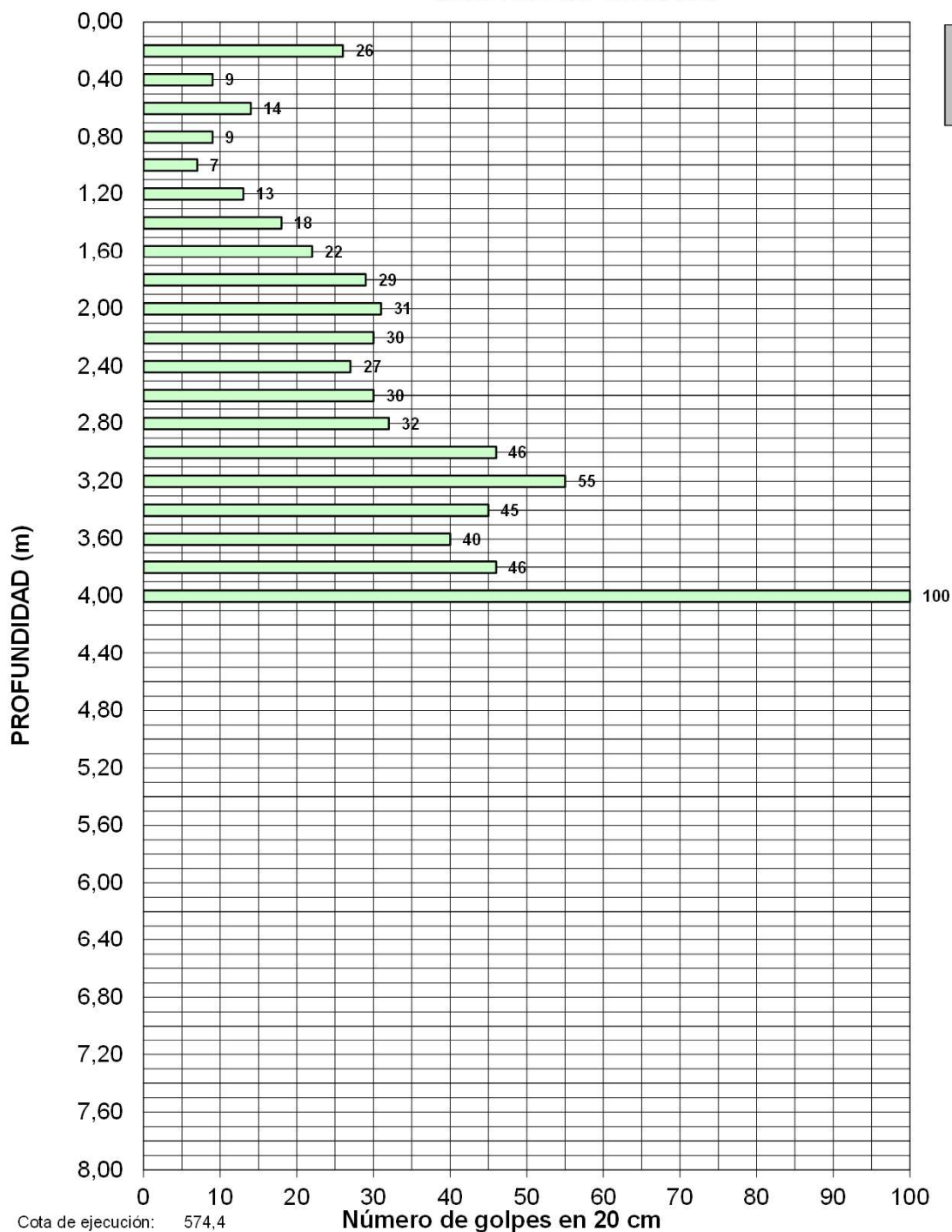
FECHA EJECUCIÓN : 14/01/22

OPERARIO: ANTONIO SANCHEZ

TIPO ENSAYO: DPSH

MÁQUINA: PENETRO ORUGAS DPSH

PENETRÓMETRO Nº: P-4
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE
MOSTOLES. MADRID.



FGN2 Ed0

ANEJO N° 4: ENSAYOS DE LABORATORIO



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

DENSIDAD APARENTE Y HUMEDAD NATURAL

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103300:1993)

MUESTRA	S-1 3.00-3.45	S-1 6.00-6.45	S-1 9.00-9.45	S-2 3.00-3.45	S-2 7.00-7.45
t+s+a	92,27	80,45	89,90	87,56	81,52
t+s	83,53	69,50	81,03	79,37	72,81
t	11,33	11,60	11,56	11,28	11,23
s	72,20	57,90	69,47	68,09	61,58
a	8,74	10,95	8,87	8,19	8,71
Humedad (%)	12,11	18,91	12,77	12,03	14,14
Peso muestra (g)	152,62	147,12	82,83	169,68	177,83
Diámetro Cilindro (cm)	3,54	3,65	3,51	3,56	3,57
Altura cilindro (cm)	7,26	6,97	4,18	7,68	8,40
Densidad aparente húmeda (g/cm3)	2,14	2,02	2,05	2,22	2,12
Densidad aparente seca (g/cm3)	1,91	1,70	1,82	1,98	1,86



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00137

Procedencia:

Localización: S-1

3.00-3.45

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.

Clasific. unified: SC

Clasificación H.R.B.: A-6

Índice de grupo: 4

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido: 35,7

Límite plástico: 6,4 Índice de plasticidad: 29,4

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	95,2	57,8	43,5	36,3

ANÁLISIS QUÍMICO

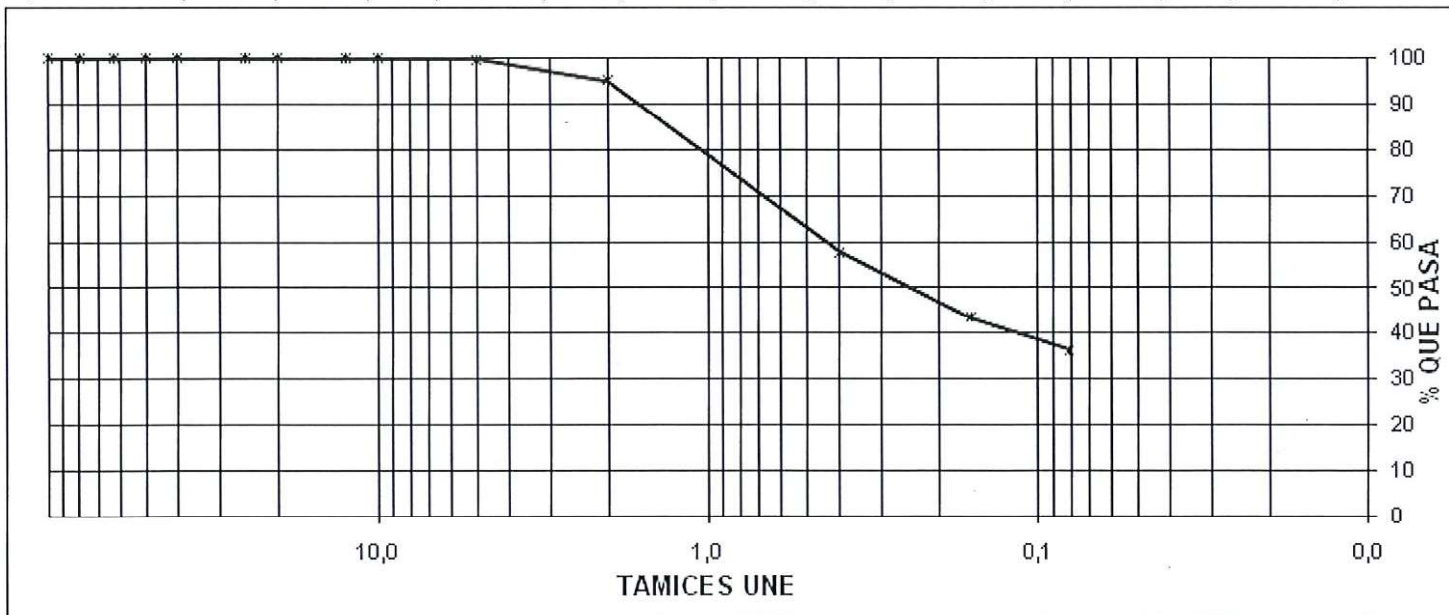
Sulfatos (%SO₃):

No contiene

Mat. Orgánica (%MO):

Carbonatos (%CaCO₃):

Sales Solubles (%):

Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):

Observaciones:

Página 2 de 2

Nº TRABAJO: 3/5849/116/0001

CLIENTE: R-7 CONSULTORES

OBRA: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)

Sondeo Nº1

Velocidad 1 mm/min

Profundidad (m):
3,45-3,65

Naturaleza del suelo

Arenas arcillosas de baja
plasticidad (SC)

Observaciones

Muestra inalterada (CD)

PROBETA Nº	I	II	III
$\sigma_{max}(Kp/cm^2)$	1,36	2,26	3,69
$\tau_{max}(Kp/cm^2)$	0,85	1,39	2,20
% HUMEDAD INICIAL	14,96	30,87	14,84
% HUMEDAD FINAL	16,85	35,10	15,42
γ aparente gr/cm^3	2,06	1,86	2,11

Tensión tangencial-deformación

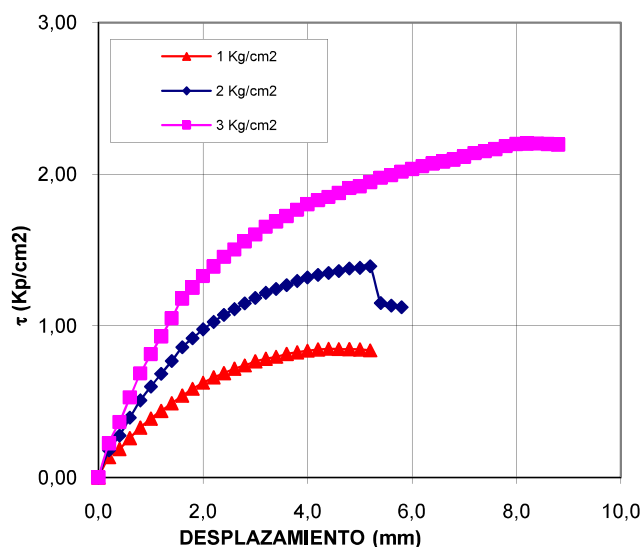
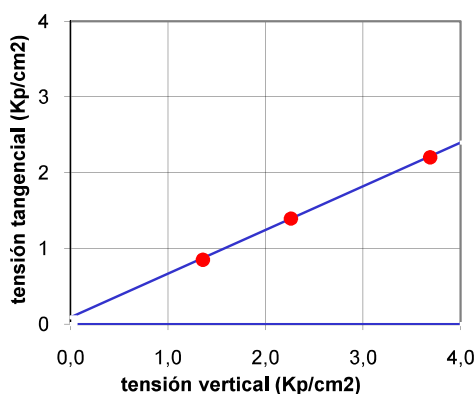
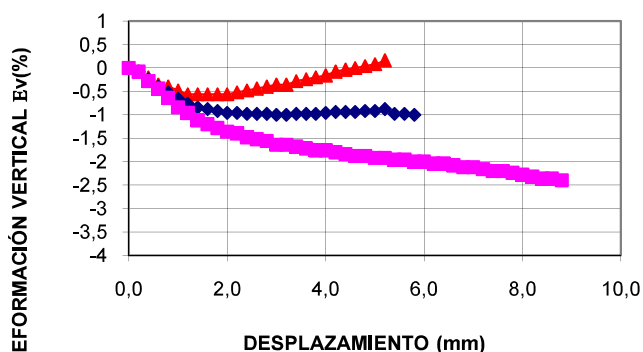


GRÁFICO DE MOHR



Dilatación-deformación



$\phi_{punta} = 30,00^\circ$
 $c_{punta} = 0,09 \text{ Kg/cm}^2$



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00139
Localización: S-1
6.00-6.45

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

Clasific. unified: CL
Clasificación H.R.B.: A-6
Índice de grupo: 7

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido: 33,8
Límite plástico: 18,8 Índice de plasticidad: 14,9

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

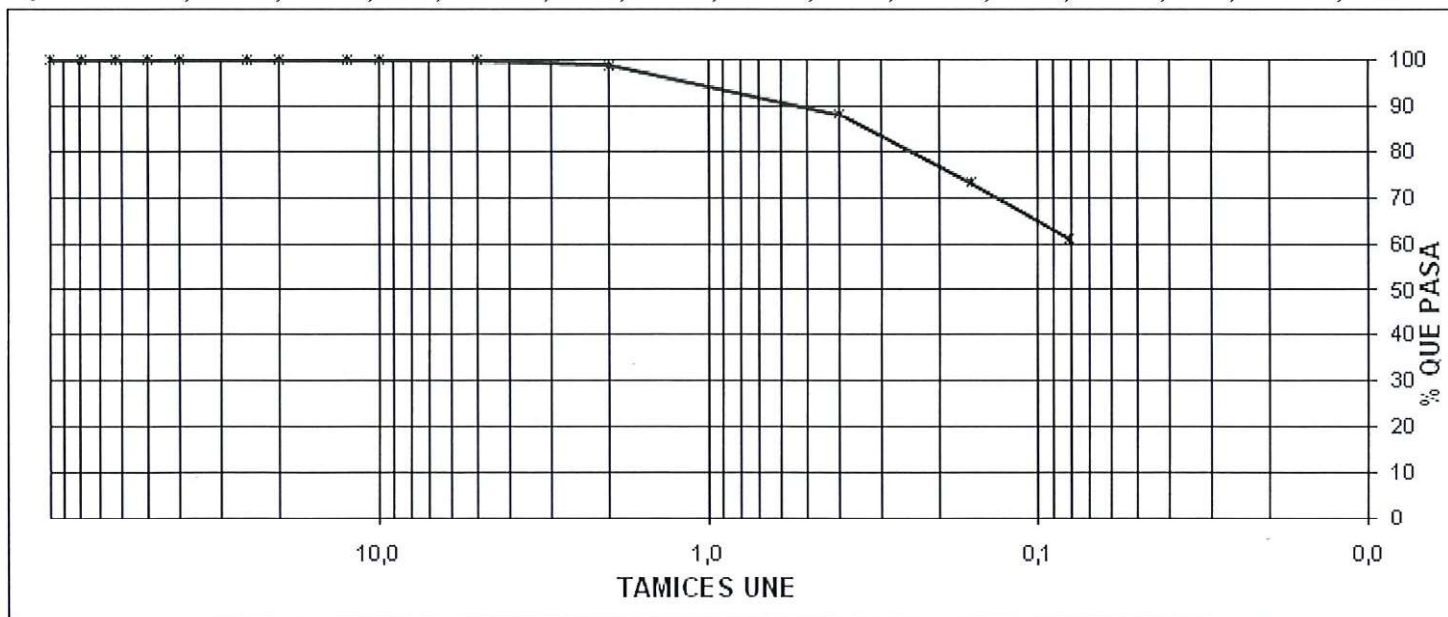
COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	88,3	73,4	61,1

ANÁLISIS QUÍMICO

Sulfatos (%SO₃):
Mat. Orgánica (%MO):
Carbonatos (%CaCO₃):
Sales Solubles (%):
Yesos(%SO₃ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Página 2 de 2



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00140
Localización: S-1
6.55-6.85

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103400:1993)

Dimensiones de la Probeta:

Diámetro: 7,4 cm

Altura: 16,6 cm

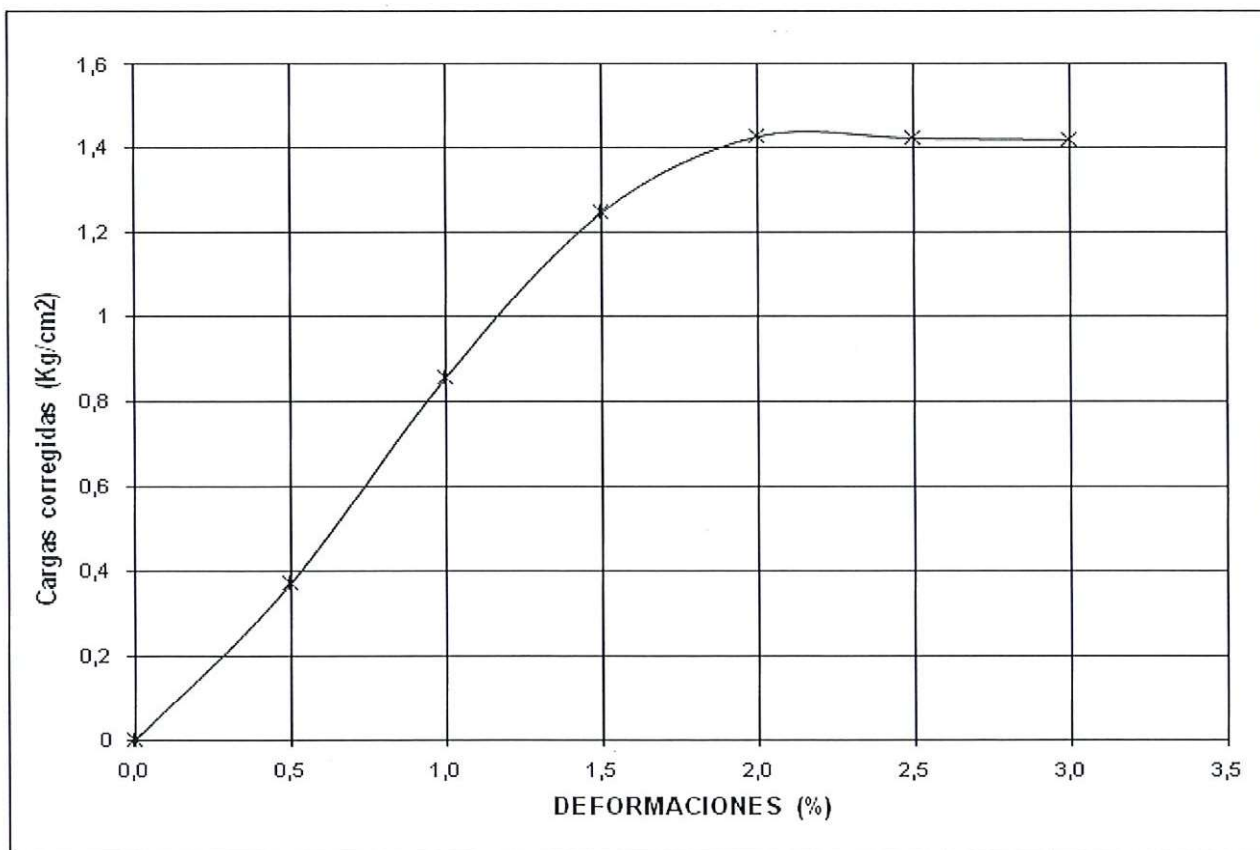
Humedad: 20,99 %

Dens. Seca: 1,64 gr/cm³

Dens. Húmeda: 1,99 gr/cm³

Resist. compresión simple: 1,43 Kg/cm²

Deformación de rotura: 2,0 %



Observaciones:

Forma de
rotura:





El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00141
Localización: S-1
9.00-9.45

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

Clasific. unified: SM
Clasificación H.R.B.: A-1-b
Índice de grupo: 0

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

NO PLASTICO

Límite líquido:

Límite plástico: Índice de plasticidad:

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,4	39,8	22,8	15,9

ANÁLISIS QUÍMICO

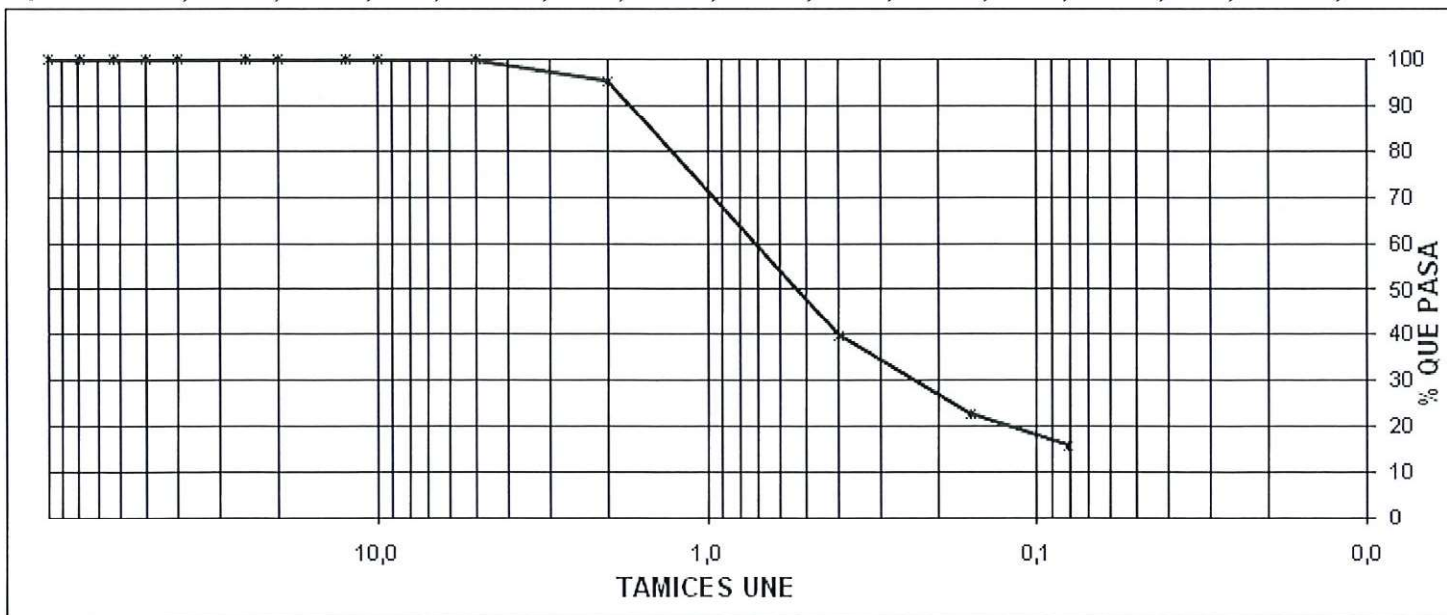
Sulfatos (%SO₃):

Mat. Orgánica (%MO):

Carbonatos (%CaCO₃):

Sales Solubles (%):

Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Página 2 de 2



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00142
Localización: S-1
9.90-10.10

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA :

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103400:1993)

Dimensiones de la Probeta:

Diámetro: 7,4 cm

Altura: 17,1 cm

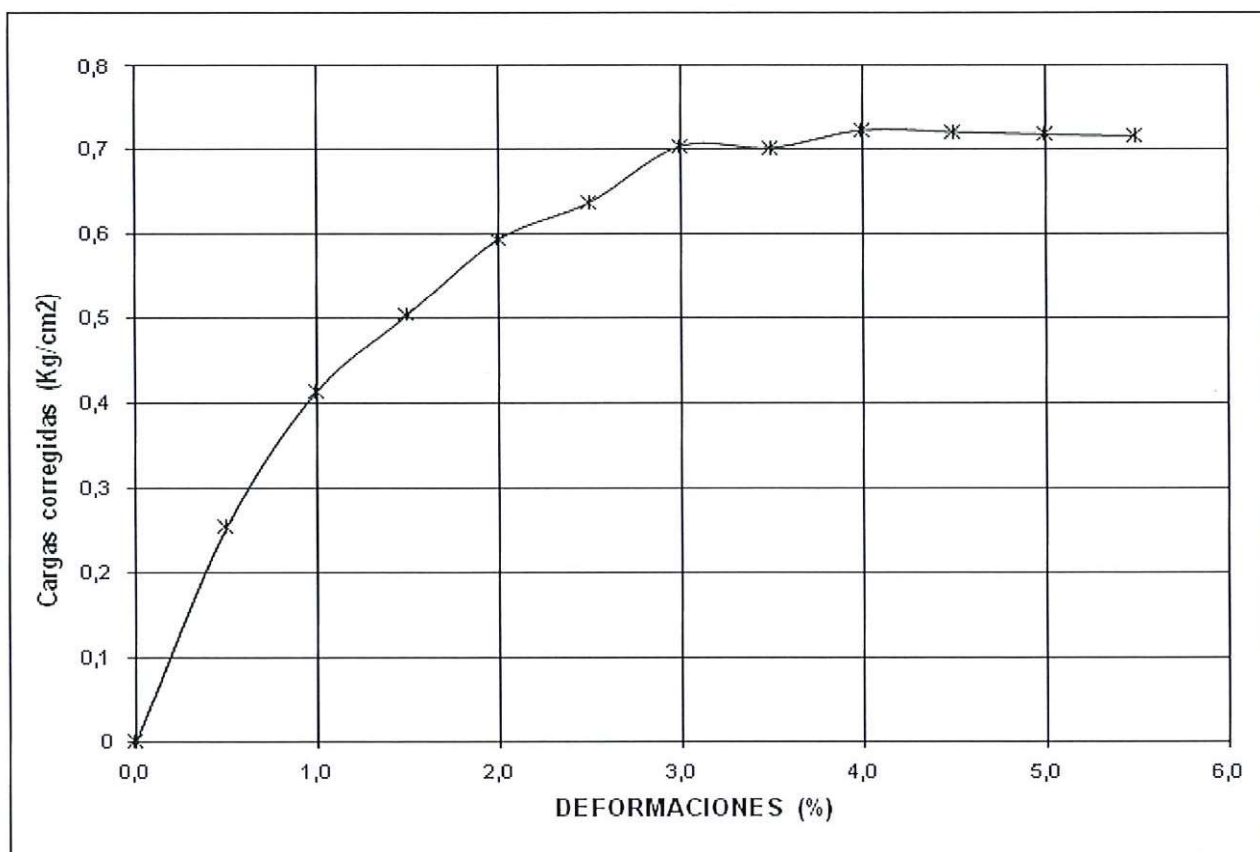
Humedad: 16,17 %

Dens. Seca: 1,83 gr/cm³

Dens. Húmeda: 2,12 gr/cm³

Resist. compresión simple: 0,72 Kg/cm²

Deformación de rotura: 4,0 %



Observaciones:

Forma de
rotura:





El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00143
Localización: S-2
3.00-3.45

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA :

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

Clasific. unified: SM
Clasificación H.R.B.: A-4
Índice de grupo: 0

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido:

Límite plástico: Índice de plasticidad:

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	95,3	55,0	42,5	36,6

ANÁLISIS QUÍMICO

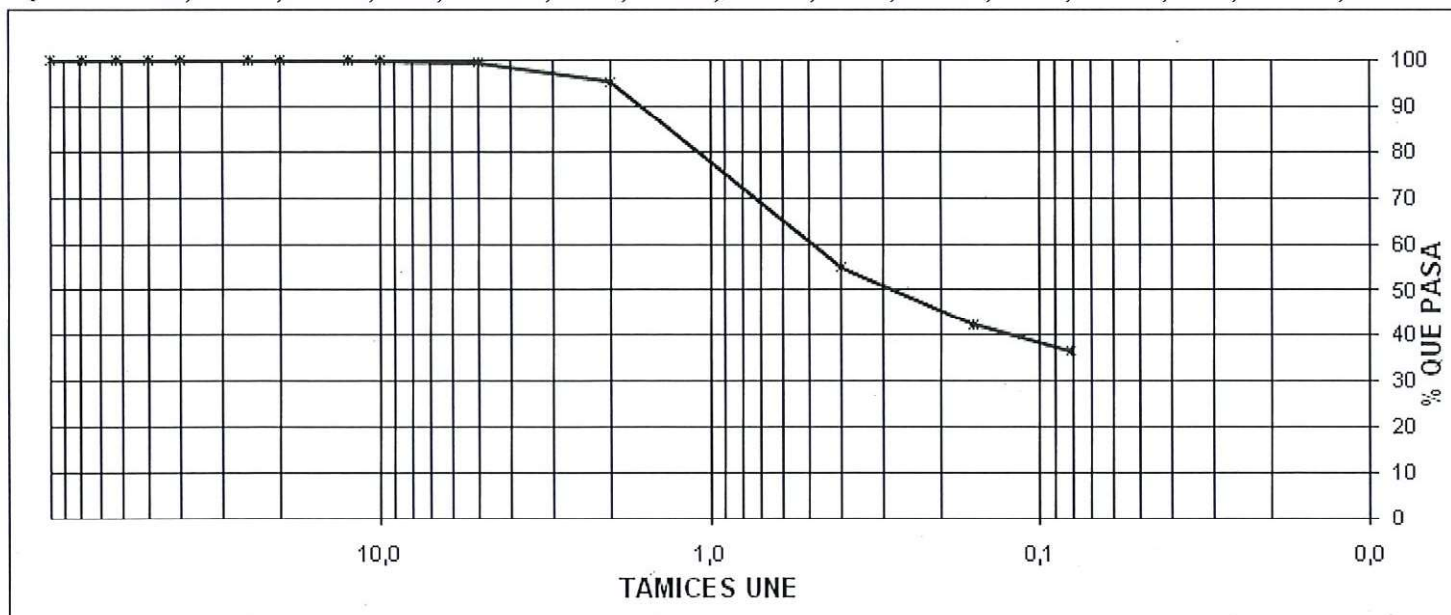
Sulfatos (%SO₃):

Mat. Orgánica (%MO):

Carbonatos (%CaCO₃):

Sales Solubles (%):

Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Página 2 de 2

Nº TRABAJO: 3/5849/116/0001 CLIENTE: R-7 CONSULTORES
OBRA: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)

Sondeo Nº2

Velocidad 1 mm/min

PROBETA Nº	I	II	III
$\sigma_{max}(Kp/cm^2)$	1,36	2,26	3,69
$\tau_{max}(Kp/cm^2)$	0,73	1,12	1,58
% HUMEDAD INICIAL	15,73	45,20	14,88
% HUMEDAD FINAL	18,89	18,30	17,30
γ aparente gr/cm^3	2,00	2,01	1,95

Profundidad (m):
3,45-3,75

Naturaleza del suelo
Arenas arcillosas de baja plasticidad

Observaciones

Muestra inalterada (CD)

Tensión tangencial-deformación

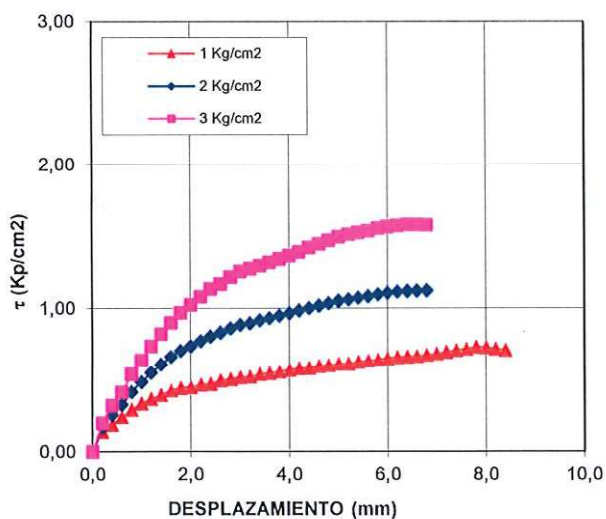
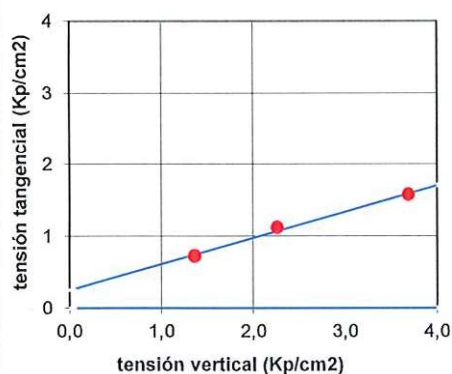
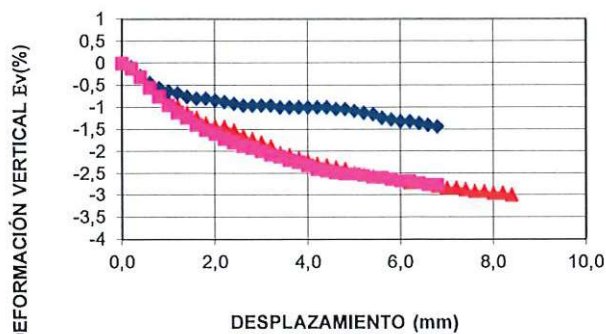


GRÁFICO DE MOHR



$\phi_{punta} = 20,00^\circ$
 $c_{punta} = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$

Dilatación-deformación



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00145
Localización: S-2
7.00-7.45

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001
PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)
CONTRATISTA :
OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

Clasific. unified: SM
Clasificación H.R.B.: A-4
Índice de grupo: 2

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido:
Límite plástico: Índice de plasticidad:

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

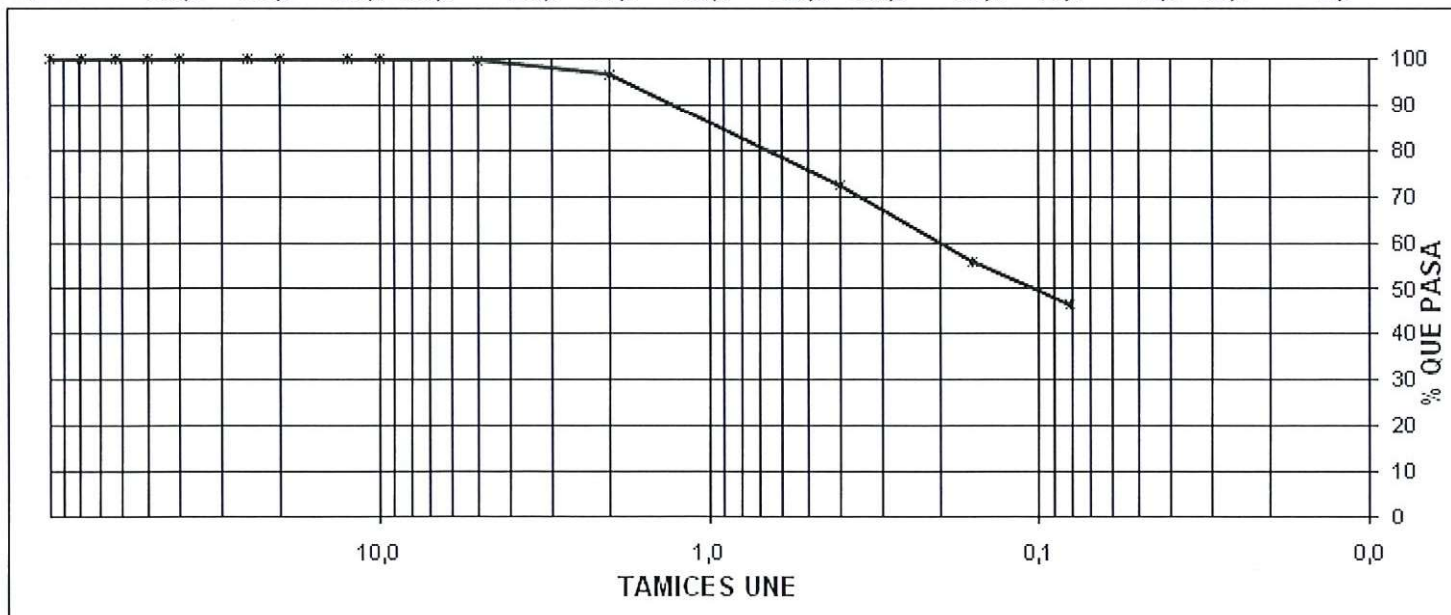
COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	96,7	72,5	56,2	46,7

ANÁLISIS QUÍMICO

Sulfatos (%SO₃):
Mat. Orgánica (%MO):
Carbonatos (%CaCO₃):
Sales Solubles (%):
Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Página 2 de 2



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA : .

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

DENSIDAD APARENTE Y HUMEDAD NATURAL

(NORMAS DE ENSAYO UNE 103300:1993)

MUESTRA	S-2 10.00-10.45
t+s+a	90,68
t+s	82,36
t	11,45
s	70,91
a	8,32
Humedad (%)	11,73
Peso muestra (g)	204,44
Diámetro Cilindro (cm)	3,55
Altura cilindro (cm)	9,23
Densidad aparente húmeda (g/cm3)	2,24
Densidad aparente seca (g/cm3)	2,00



El informe de ensayos sólo afecta a los elementos sometidos a ensayo.
Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación
por escrito del laboratorio. Este informe no contiene ningún consejo o
recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Ref. Lab.: 22-00146
Localización: S-2
10.00-10.45

Procedencia:

TRABAJO : 3/5849/116/0001

PETICIONARIO : R-7 CONSULTORES (C/ SECO, 3 OFICINA 2. 28007 MADRID. MADRID)

CONTRATISTA :

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO HOSPITAL DE MOSTOLES (MADRID)

INFORME DE IDENTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

Clasific. unified: SM
Clasificación H.R.B.: A-2-4
Índice de grupo: 0

PLASTICIDAD (Límites de Atterberg)

Límite líquido:

Límite plástico: Índice de plasticidad:

EQUIVALENTE DE ARENA (%E.A.):

COEF. DESGASTE LOS ÁNGELES (%):

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,16	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	91,6	59,0	41,5	33,4

ANÁLISIS QUÍMICO

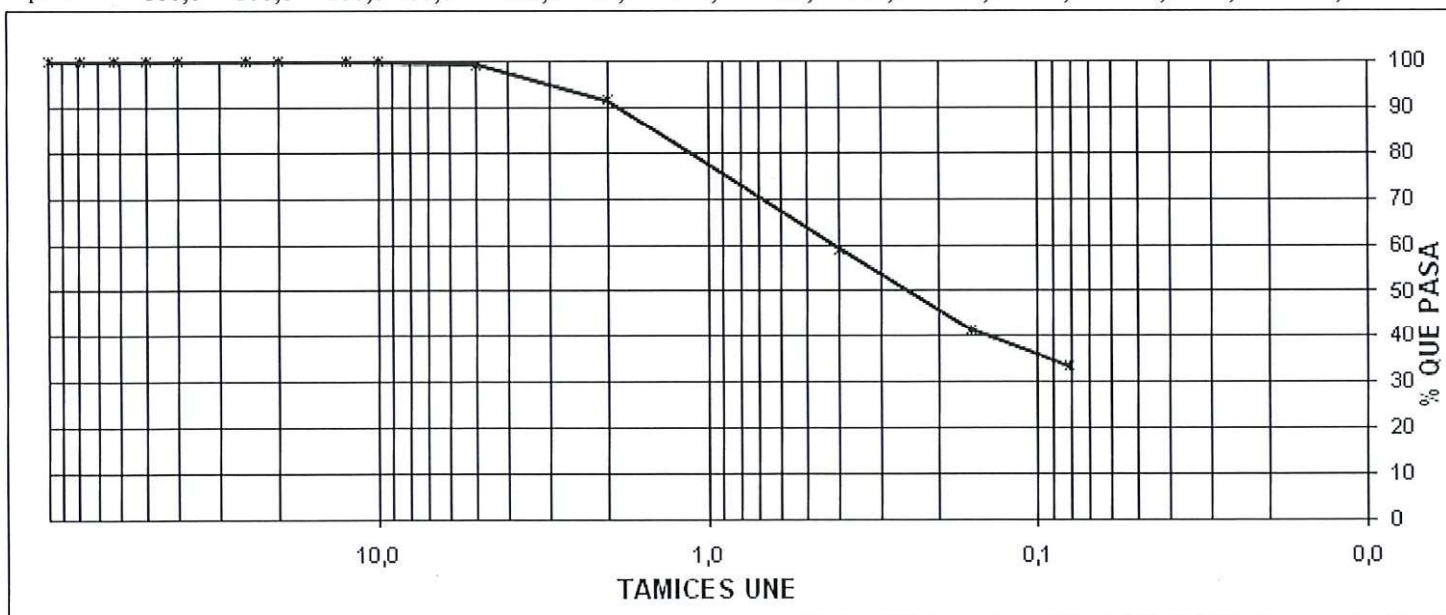
Sulfatos (%SO₃): No contiene

Mat. Orgánica (%MO):

Carbonatos (%CaCO₃):

Sales Solubles (%):

Yesos(%SO₄ Ca*2H₂O):



Observaciones:

Página 2 de 2

Nº TRABAJO: 3/5849/116/0001 CLIENTE: R-7 CONSULTORES
OBRA: E.G. HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)

Sondeo Nº2

Velocidad 1 mm/min

PROBETA Nº	I	II	III
$\sigma_{max}(Kp/cm^2)$	1,36	2,26	3,69
$\tau_{max}(Kp/cm^2)$	0,79	1,43	2,32
% HUMEDAD INICIAL	9,48	8,91	8,93
% HUMEDAD FINAL	15,79	15,78	12,55
γ aparente gr/cm^3	1,89	1,92	1,94

Profundidad (m):
11,70-12,00m

Naturaleza del suelo
Arenas arcillosas de baja plasticidad

Observaciones

Muestra inalterada (CD)

Tensión tangencial-deformación

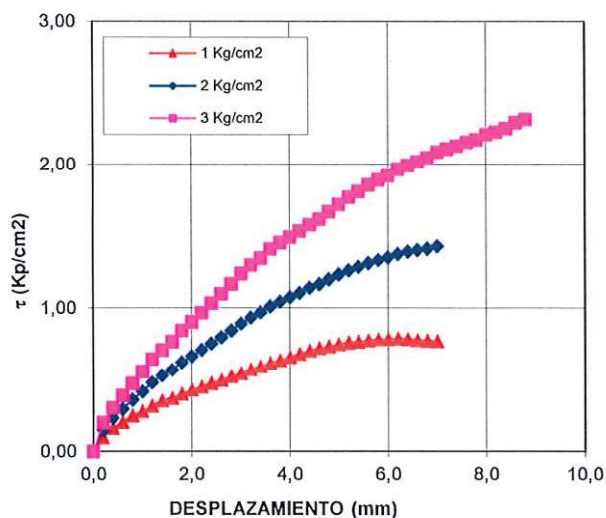
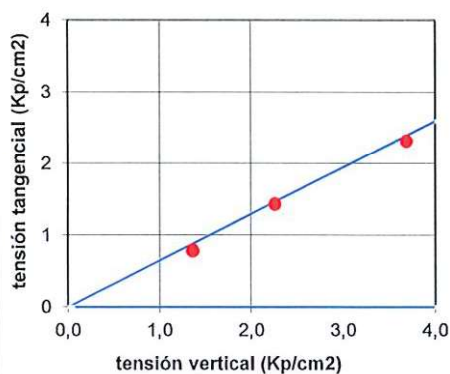
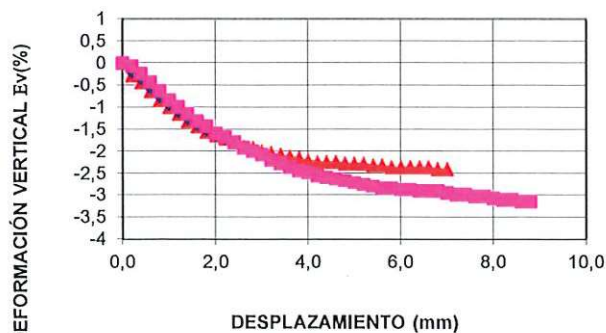


GRÁFICO DE MOHR



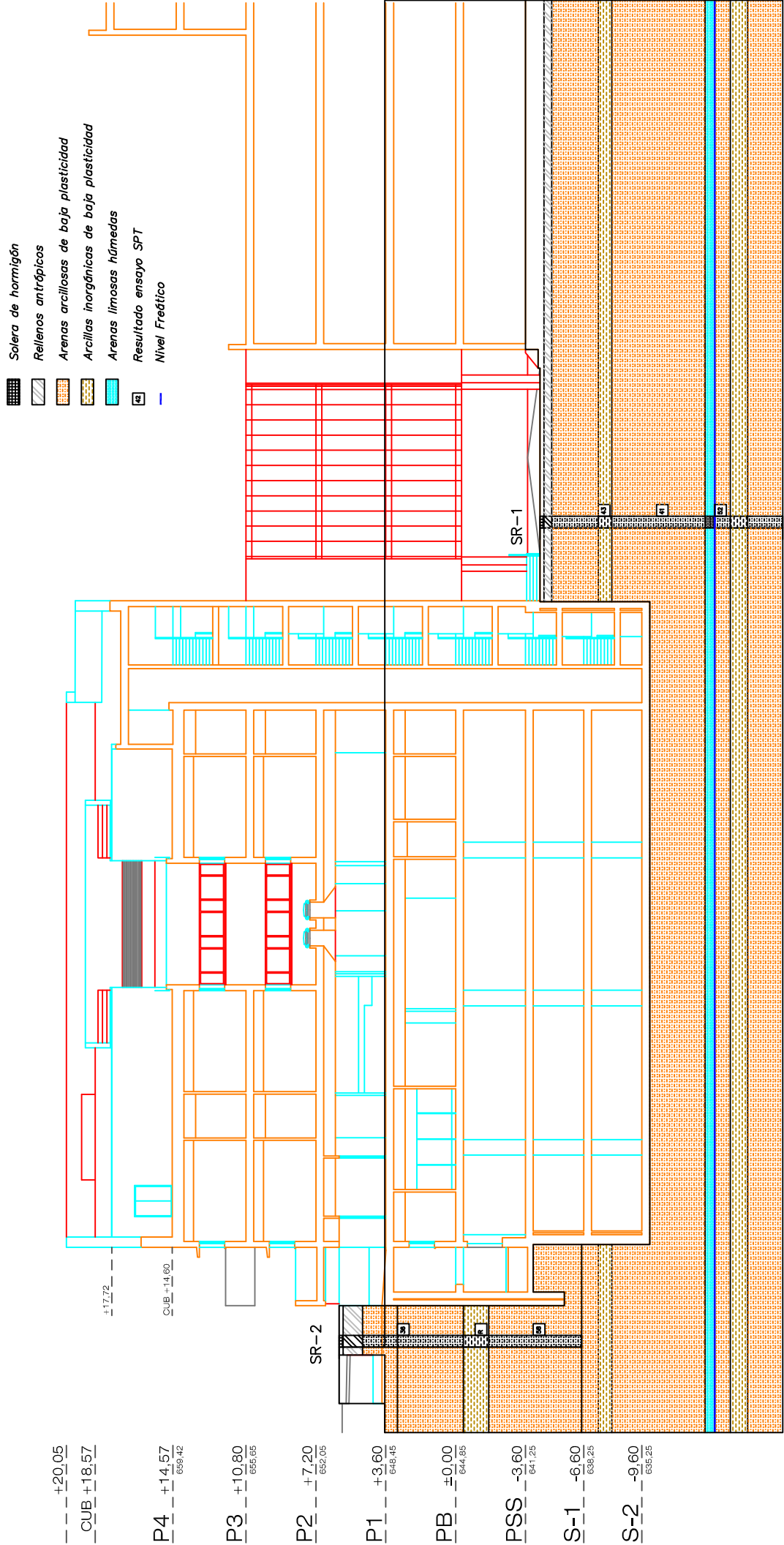
Dilatación-deformación



$\phi_{punta} = 33,00^\circ$
 $c_{punta} = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

ANEJO N° 5: PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

REMEDIACIÓN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE MOSTOLES
PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO



ANEJO N° 6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO













