



**CONSEJERIA DE EDUCACION, CIENCIA Y UNIVERSIDADES
DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

Estudio geotécnico y topográfico para el Proyecto de Ejecución de ampliación de 7 aulas, talleres de mecánica, salón de actos y mejora de urbanización en el IES "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).



OBRA Nº 3078

C/ Cerro de la Carrasqueta 63J, 28035 Madrid. ☎ 667608111 y 662132332
CIF B 86987898, E Mail: geonocconsultoresl@gmail.com, www.geonoc.es

**CONSEJERIA DE EDUCACION, CIENCIA Y UNIVERSIDADES
DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

Estudio geotécnico y topográfico para el Proyecto de Ejecución de ampliación de 7 aulas, talleres de mecánica, salón de actos y mejora de urbanización en el IES "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).

OBRA Nº 3078

 Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMISEZBPP	
--	--	---

INDICE

1.- INTRODUCCION.

2.- TRABAJOS REALIZADOS.

2.1. Trabajos de campo.

- 2.1.1. Sondeos.
- 2.1.2. Ensayos Standard.
- 2.1.3. Toma de muestras.
- 2.1.4. Penetraciones dinámicas DPSH.
- 2.1.5. Levantamiento topográfico

2.2. Ensayos de laboratorio.

- 2.2.1. Descripción del material.
- 2.2.2. Límites de Atterberg.
- 2.2.3. Granulometrías.
- 2.2.4. Densidad, humedad, porosidad y grado de saturación.
- 2.2.5. Compresión simple.
- 2.2.6. Sulfatos. Agresividad.

3.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO.

- 3.1. Encuadre Geológico, corte litológico y parámetros geotécnicos.
- 3.2. Capacidad portante del terreno y cimentación propuesta.
- 3.3. Nivel freático.
- 3.4. Exposición al Gas Radón.
- 3.5. Sismicidad.
- 3.6. Excavación del terreno.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



ANEXOS

PLANOS Y PERFILES

3078/01	Plano topográfico con situación de las labores realizadas.
3078/02	Perfil estratigráfico.

SONDEOS Y PENETROMETROS


3078/03-04	Cortes litológicos de los sondeos.
3078/05-08	Diagramas de los ensayos de penetración DPSH.

ENSAYOS DE LABORATORIO (11 hojas)

Página 4	Cuadro general de ensayos de laboratorio.
Página 5	Contenido en Sulfatos en agua.
Página 6	Granulometrías.
Página 7	Límites de Atterberg.
Página 8	Densidades y humedades.
Página 9	Contenido en Sulfatos en suelo.
Página 10	Resistencia a Compresión Simple.

VARIOS

s/n	Gas Radón.
s/n	Fotografías.



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



1.- INTRODUCCION.


GEONOC CONSULTORES S.L., ha realizado por encargo de la Consejería de Educación, Ciencia y Universidades de la Comunidad de Madrid, un estudio geotécnico del subsuelo de un solar en el que se tiene en proyecto la construcción de 7 aulas, talleres de mecánica, salón de actos y mejora de urbanización en el IES "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).

El solar estudiado se encuentra en la Carretera de Guadarrama s/n. Están proyectados un edificio de 3 alturas con una huella de 170 m² y otro de una altura y de 350 m², dentro de la parcela escolar.

El objeto del presente estudio es la determinación de las características físico-resistentes del suelo que servirá de apoyo a las cimentaciones que se proyectan y que condicionan las soluciones óptimas de cimentación, que se recogen en la presente memoria técnica.

2.- TRABAJOS REALIZADOS.

De acuerdo con el programa previsto, el examen y reconocimiento del subsuelo se ha realizado mediante sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo, toma de muestras inalteradas, ensayos SPT en el interior de los sondeos, penetraciones dinámicas DPSH a rechazo, etc.


SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM: 01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMISEZBPP
 Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Sobre las muestras extraídas se han realizado una serie de ensayos en el Laboratorio Orbis Terrarum, inscrito en el Registro General de Ensayos para la Calidad de la Edificación, con el código MAD-L-057.

2.1. Trabajos de Campo.

2.1.1. Sondeos.

Se han llevado a cabo 2 sondeos por el sistema de rotación con extracción de testigo continuo y de 101 mm de diámetro. Se han realizado mediante máquina de sondeos autopropulsada, homologada y montada sobre orugas de goma, modelo Tecoinsa TP-50D, con equipo SPT automático. La situación de los sondeos realizados figura en el plano general de situación: Figura 3078/01 de los Anexos.

Las profundidades alcanzadas han sido las siguientes:

<u>Sondeo nº</u>	<u>Profundidad (m.)</u>
1	6,15
2	11,60

Después de la observación detallada del testigo continuo, se han preparado los correspondientes cortes litológicos de los sondeos, que figuran en los gráficos 3078/03-04. En dichos gráficos se incluye el tipo de perforación, capas atravesadas,



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num. SVM: 01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



espesor y descripción de las mismas, ensayos Standard y otros datos complementarios.

2.1.2. Ensayos Standard.

Se han llevado a cabo 7 ensayos Standard en el interior de los sondeos. Este ensayo da una medida de la compacidad del suelo y consiste en introducir la cuchara Standard 30 cm. en el terreno mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. que cae libremente desde una altura de 76 cm. Para realizar este ensayo se efectúa primeramente una limpieza del sondeo y se realiza una penetración de 15 cm. que no se contabiliza por estimar que el suelo puede estar alterado como consecuencia de la perforación. Se inicia entonces el ensayo de penetración propiamente dicho que en el presente solar se ha realizado mediante puntaza ciega al ser un material semirocoso por tramos.

En los gráficos 3078/03-04 figuran los golpes obtenidos. Se ha considerado rechazo cuando el golpeo supera los 50 golpes para los 30 cm. de penetración. Como puede observarse el nivel superficial de rellenos presenta una baja compacidad ($N=5-7$), mientras que la capa de arenas residuales subyacentes presentan una compacidad muy alta: $N=\text{Rechazo}$.

 SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP	 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
--	---

2.1.3. Toma de Muestras.

Se ha tomado una muestra inalterada contabilizando el golpeo necesario para la hincada de la cuchara tomamuestras. La profundidad a la que se ha tomado aparece en los gráficos 3078/03-04. Con estas muestras se han realizado ensayos de identificación (límites de Atterberg y granulometrías), de estado (densidad y humedad natural), de resistencia (compresión simple) y químicos (contenido en sulfatos). También se ha tomado una muestra de agua sobre la que se han realizado ensayos químicos de contenido en sulfatos, por si fueran agresivas a los hormigones.

2.1.4. Penetraciones dinámicas DPSH.

En la parcela se han realizado 4 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH. Se han realizado mediante maquinaria homologada y autopropulsada Rolatec ML-60 de accionamiento hidráulico automático, según Norma UNE-EN ISO 22476-2/2008.

Este método da una idea de la resistencia del terreno y consiste en golpear una barra y medir lo que penetra en el subsuelo en función del número de golpes necesarios para hincar 20 cm. Este método se ha utilizado desde épocas remotas y es de gran importancia cuando se trata de averiguar la profundidad a la que un estrato resistente se encuentra por debajo de otro blando.


SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num. SVM: 01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP
 Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El ensayo DPSH consiste en dejar caer una pesa de 63,5 Kg. desde una altura de 76 cm. Se cuenta el número de golpes necesarios para hacer avanzar la varilla (que lleva una punta normalizada) 20 cm. Se obtiene así una medida prácticamente continua de la consistencia del terreno. Dado que las dimensiones transversales de la punta son mayores que las de la varilla que la empuja, el rozamiento o adhesión entre ésta y el terreno no existe o, al menos, está muy disminuido.

Los diagramas de penetración de los ensayos realizados aparecen en los anexos gráficos 3078/05-08, y se ha obtenido el rechazo (más de 100 golpes por 20 cm.) a las siguientes profundidades:

<u>Penetrómetro nº</u>	<u>Profundidad en m.</u>
1	5,40
2	5,20
3	6,80
4	6,80

2.1.5. Levantamiento topográfico

Después de una previa inspección de la zona de trabajo, se procedió a la implantación y observación entre sí de estaciones, desde las cuales, utilizando el método topográfico de radiación, se observaron todos los puntos de interés: muros, bordillos, registros, puntos de relleno altimétricos, etc.

Se observó con estación total marca SOKKIA modelo SET 610, con lectura electrónica angular de 20 cc y alcance de 2.500 m.

Con los datos obtenidos en campo, y a partir de un sistema arbitrario de coordenadas, se calcularon las de las estaciones y puntos radiados e interpretándolos convenientemente se obtuvo la configuración planimétrica y altimétrica del terreno.

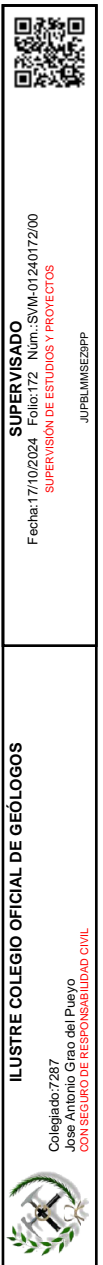
Se calculó con ordenador PC utilizando un programa de topografía y trazado denominado TOPOCAL, en entorno gráfico de AUTOCAD. Se dispone del archivo de dibujo DWG.

El plano topográfico con la situación de las labores realizadas aparece en los Anexos: Figura 3078/01.

2.2. Ensayos de Laboratorio.

Con las muestras procedentes de la investigación realizada en campo se han efectuado ensayos de identificación, de estado, de resistencia a compresión simple y químicos.

El tipo y número de ensayos realizados ha sido el siguiente:



<u>ENSAYO</u>	<u>NUMERO</u>
- Límites de Atterberg	1
- Granulometrías por tamizado	1
- Humedad natural	1
- Densidad seca	1
- Compresión Simple.....	1
- Sulfatos (Cualitativos)	1
- Sulfatos en agua	1

La totalidad de ensayos realizados y sus resultados figuran en el cuadro general de ensayos de laboratorio, página 4 del informe de 11 hojas que aparece en los anexos.

2.2.1. Descripción del Material.

El subsuelo de la parcela escolar estudiada consta superficialmente de una capa inconsistente formada por rellenos antrópicos flojos con ladrillos, así como arenas poco compactas. Puntualmente aparece superficialmente en la zona del sondeo 2, 5 cm de asfalto y por debajo 15 cm de hormigón. Por debajo de esta capa superficial poco consistente, a partir de 4,00-4,40 m de profundidad, aparece el terreno natural resistente constituido por unas arenas residuales compactas, que son el resultado de la alteración "in situ" de la roca granítica subyacente, que se encuentra a mayor profundidad. Este nivel resistente y "firme" continúa hasta 6,00 m (sondeo 1) o hasta el final del sondeo 2, a 11,60 m de profundidad. A partir de 6,00




SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172

Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPILMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



m. en el sondeo 1, aparece la roca granítica sana, no ripable. En el sondeo 2 la roca no aparece.

Durante la realización de los sondeos, se ha localizado nivel freático en el subsuelo de la parcela, estabilizándose los niveles piezométricos a 4,00 m de profundidad (octubre de 2024).

A continuación se comentan cada uno de los ensayos y los valores obtenidos.

2.2.2. Límites de Atterberg.

La consistencia de un suelo cohesivo disminuye al aumentar el contenido de humedad del mismo. Los distintos contenidos de humedad correspondientes a la frontera entre los distintos estados se conocen como Límites de Atterberg. El Límite Líquido (WL) es el contenido de la humedad que posee el suelo al pasar del estado semilíquido o viscoso al plástico, el Límite Plástico (Wp) separa los estados plástico y semisólido, y el Límite de Retracción (Ws) hace lo mismo con los estados semisólido y sólido. La diferencia de valores del Límite Líquido y el Límite Plástico es el Índice de Plasticidad (Ip).

La utilidad de los Límites de Atterberg como ensayos de identificación estriba en que, debido a la gran profusión de determinaciones ya realizadas, dan una idea de las propiedades del suelo.


SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMISEZBPP
 Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Se ha realizado un ensayo de Límite Líquido y Plástico (Gráfico de la página 7 del informe de 11 hojas de ensayos de laboratorio en los anexos), y los valores obtenidos han sido los siguientes:

"No Plásticos"

A la vista de estos resultados se pueden clasificar los finos del suelo como limos de baja plasticidad (ML).

2.2.3. Granulometrías.

La determinación de los distintos tamaños que constituyen los materiales analizados se ha efectuado por tamizado.

La representación gráfica de los distintos tamaños de partículas se ha realizado mediante curvas acumulativas (ver gráfico de la página 6 del informe de 11 hojas de los ensayos de laboratorio en los Anexos).

Los parámetros obtenidos en la granulometría han sido los siguientes:

<u>Sondeo nº</u>	<u>Profundidad (m)</u>	<u>Gravas (%)</u>	<u>Arenas (%)</u>	<u>Finos (%)</u>
1	4.30-4.90	12.7	64.0	21.3

A la vista de estos resultados se puede observar que se trata de arenas limosas con fragmentos de roca de tamaño gravilla.

2.2.4. Densidad, humedad, porosidad y grado de saturación.

Los valores obtenidos han sido los siguientes:

Sondeo nº	Profundidad (m)	W (%)	γ (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	n (%)	Sr (%)
1	4.30-4.90	11.1	2.25	2.02	23	94

El peso específico de las partículas (γ_s) se ha supuesto igual a 2,65 t/m³, y la porosidad (n) del suelo se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$n (\%) = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s} \times 100$$

Como puede observarse las densidades secas toman valores muy altos y las muestras analizadas se encuentran subsaturadas en agua.

2.2.5. Compresión simple.

Sobre una muestra inalterada tomada en los sondeos se ha realizado un ensayo de compresión simple. La curva tensión deformación (gráfico de las página 10 del informe de 11 hojas de ensayos de laboratorio en anexos) corresponde con

un suelo con un porcentaje de deformación del 3,1 %, que da una rotura de tipo elastoplástico..

Los resultados de la muestra ensayada han sido los siguientes:

<u>Sondeo</u> <u>nº</u>	<u>Profundidad</u> <u>(M)</u>	<u>q_u</u> <u>(Kg/cm²)</u>	<u>ε</u> <u>(%)</u>
1	4,30-4,90	2,3	3,1

Estos valores indican una consistencia “muy firme” para el terreno natural de arenas residuales.

2.2.6. Sulfatos. Agresividad.

La presencia o no de sulfatos en el suelo es de gran importancia determinarla, pues los mismos son agresivos para los hormigones normales. Los ensayos realizados indican que el suelo no presenta sulfatos (“inapreciables”), mientras que el agua presenta una cierta concentración ($SO_4=460$ mg/l "agresividad débil"). Este valor anormalmente alto, del contenido en sulfatos del agua freática puede ser debido a contaminación por los rellenos con ladrillos y posiblemente yesos existentes en el subsuelo.

Según la UNE 80303:96 de instrucción de Hormigón estructural EHE, solo será necesario el empleo de cemento con resistencia a los sulfatos cuando el



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



contenido en agua sea igual o mayor a 600 mg/l, por lo que no se considera necesario el empleo de cemento sulforresistente para la dosificación del hormigón de las cimentaciones y muros de contención.

3. CARACTERISTICAS DEL TERRENO.

3.1. Encuadre Geológico, Corte Litológico y Parámetros Geotécnicos.

Encuadre geológico.

El siguiente marco geológico está extraído de la hoja 533 "San Lorenzo de El Escorial" Mapa geológico de España a escala 1/50.000 realizado por el IGME en 1987. Los materiales que aparecen en el subsuelo del solar, bajo los terrenos cuaternarios de rellenos (antrópicos) y de bloques, cantos y arenas (conos de deyección) están formados por rocas graníticas Hercínicas, constituidas por adamellitas biotíticas de grano medio, tipo Zarzalejo-Valdemorillo, porfídicas, en la falda Sur de la Sierra del Guadarrama.

Los enclaves mas frecuentes en las adamellitas son los de composición tonalítica y textura microgranuda de grano fino-muy fino (gabarro) en los que en ocasiones pueden encontrarse fenocristales dispersos de cuarzo y feldespatos. Estos enclaves tienen en la mayoría de los casos formas subredondeadas o elipsoidales, y pueden presentar fuertes estiramientos e incluso texturas orientadas en las zonas en las que las adamellitas se encuentran deformadas.

Las manifestaciones filonianas mas comunes asociadas a estas adamellitas corresponden a leucogranitos de grano fino o inequigranulares de grano fino-medio biotíticos o biotítico-moscovíticos, que se encuentran formando venas, filones e incluso masas de dimensiones cartografiables en general con bordes difusos hacia el encajante. En ocasiones también aparecen pegmatitas.

Petrográficamente las adamellitas están constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita, presentando con frecuencia cordierita y pequeñas láminas de moscovita subsolidus.

Corte litológico y resumen de parámetros geotécnicos.

Aunque ya se mencionaron anteriormente, se hará a continuación un comentario más detallado de las características y potencia de cada uno de los niveles que constituyen el subsuelo de la parcela; indicando además los parámetros geotécnicos asignables a los mismos. Estos parámetros se han obtenido principalmente en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete; y además de la experiencia sobre este tipo de terrenos.

"Nivel A": Nivel de rellenos heterogéneos flojos y arenas poco compactas.

Es el primer nivel cortado por los sondeos. Se trata de una capa superficial de rellenos heterogéneos antrópicos flojos con ladrillos, así como arenas poco



compactas. Puntualmente en el entorno del sondeo 2 aparece superficialmente una capa asfáltica de 5 cm de espesor, a la que sigue una de hormigón de 15 cm.

Este nivel incompetente (N=5-7 ensayo SPT) presenta un espesor comprendido entre 4,00 y 4,40 m.

Por su baja compacidad (reducida resistencia al corte y elevada compresibilidad) este nivel carece de interés desde el punto de vista geotécnico, debiendo ser rechazado como terreno de cimentación.

Con relación a los empujes sobre muros, se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos y de permeabilidad:

Densidad $\gamma = 1,80 \text{ g/cm}^3 : 18\text{kN/m}^3$

Angulo de rozamiento interno $\phi' = 25^\circ$

Cohesión..... $C' = 0,00 \text{ Kp/cm}^2$

Permeabilidad $k_z = 10^{-3} \text{ m/s}$

"Nivel B": Nivel de arenas residuales compactas.

Por debajo de la capa "A" de rellenos y arenas poco compactas aparece el terreno natural resistente y "firme" constituido por unas arenas residuales compactas



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



de color grisáceo, que son el resultado de la alteración “in situ” de la roca granítica subyacente.

Este nivel resistente aparece a partir de 4,00-4,40 m de profundidad y continúa hasta 6,00 m (sondeo 1) o hasta el final del sondeo 2 (11,60 m).

Esta capa presenta un espesor muy dispar, ya que la alteración de la roca granítica no es homogénea, sino que progresa con mayor facilidad a favor de discontinuidades (diaclasas, fallas, etc), dando lugar a bolos graníticos y zonas con un importante espesor de arenas residuales (ver gráfico en capítulo de conclusiones).

Sobre este nivel resistente, compacto y "firme" se podrán empotrar las cimentaciones de los edificios proyectados.

A esta capa pertenecen los siguientes parámetros geotécnicos:

- Granulometrías:

Pasa tamiz nº 200 5 - 21 %

Retenido tamiz nº 4 12 - 20 %

- Plasticidad:..... "no plástico" ML

- Densidad $\gamma = 2,25-2,27 \text{ g/cm}^3$: **22,5-22,7 kN/m³**

- Densidad seca..... $\gamma = 2,02-2,07 \text{ g/cm}^3$: **20,2-20,7 kN/m³**

- Humedad $w = 9 - 11 \%$
- Angulo de rozamiento interno $\phi' = 36 - 40^\circ$
- Cohesión..... $C' = 0,0-0,1 \text{ Kp/cm}^2$: **0,00-0,01 Mpa**
- Contenido en sulfatos (suelo) $\text{SO}_4 = \text{"inapreciable"}$
- Contenido en sulfatos (agua) $\text{SO}_4 = 460 \text{ mg/l}$
- Golpeo en ensayo Standard (SPT) $N = \text{Rechazo}$
- Permeabilidad $k_z = 10^{-4} \text{ m/s}$

"Nivel C": Nivel de granito rocoso.

En el sondeo 1, por debajo del nivel de arenas residuales compactas (Nivel B) aparece a 6,00 m de profundidad la roca granítica sana, no ripable. En el sondeo 2 de 11,60 m de profundidad, no llega a aparecer la roca granítica.

Este nivel rocoso de alta resistencia asegura el buen comportamiento del nivel superior de arenas residuales compactas como terreno de cimentación.

A esta capa se le pueden asignar los siguientes parámetros geotécnicos:

- Densidad $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$: **26,5 kN/m³**
- Resistencia a compresión simple $q_u = 100-3000 \text{ Kg/cm}^2$: **10-300 Mpa**
- Permeabilidad (por diaclasas y fracturas)..... $k_z < 10^{-5} \text{ m/s}$



SUPERVISADO

Fecha: 17/10/2024 Folio: 172

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287

Jose Antonio Grao del Pueyo

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

3.2. Capacidad portante del terreno y cimentación propuesta.

Ante el gran espesor de rellenos y materiales flojos superficiales existentes en el subsuelo del solar, unido a la presencia de nivel freático, los edificios proyectados se podrán cimentar mediante pilotaje. Los pilotes trabajarán por punta y fuste y se empotrarán en las arenas residuales muy compactas (Nivel B). Se estima una longitud media de dichos pilotes comprendida entre 6 y 8 m.

La expresión general de la carga de hundimiento para un pilote es:

$$Q_h = A_p \cdot r_p + A_f \cdot r_f$$

siendo:

A_p = Area de la punta

r_p = resistencia unitaria por la punta

A_f = Area del fuste

r_f = resistencia unitaria por el fuste

Teniendo luego la carga admisible o de trabajo:

$$Q_{adm} = Q_h / F \quad (F = \text{factor de seguridad que varía entre 2,5 y 4})$$

o bien

$$Q_{adm} = Q_f / F_1 + Q_p / F_2 \quad (F_1 = 1,5 - 2, \quad F_2 = 3 - 4)$$

La capacidad portante del pilote depende entre otras cosas de su tipo constructivo, diámetro, longitud, empotramiento, material, terreno, etc. y deberá

definirse en función de consideraciones técnico económicas con la empresa que realice el pilotaje. El tipo de pilotaje deberá prever la presencia de nivel freático en el subsuelo y que se van a empotrar en un nivel de arenas residuales muy compactas, incluso rocosas en la zona del sondeo 1 en profundidad. Se podrían emplear pilotes barrenados y encamisados con camisa recuperable (CPI 4) o en su defecto, pilotes barrenados con hormigonado central (CPI 8) . Será de buena norma constructiva la realización de dos pilotes por pilar. Al nivel B de arenas residuales muy compactas se le puede asignar una resistencia por punta de $r_p=100 \text{ kp/cm}^2$ (10 MPa) y una resistencia por fuste de $r_f = 1,0 \text{ kp/cm}^2$ (0,1 MPa). La capa superficial de rellenos flojos no colaborará por fuste y habrá rozamiento negativo en este nivel. Se le podrá dar un valor de $\beta=0,1$ para el cálculo del rozamiento negativo en esta capa .

3.3. Nivel Freático.

Durante la realización de los sondeos se ha localizado nivel freático en el subsuelo del solar, estabilizándose los niveles piezométricos a 4,00 m. de profundidad (octubre de 2024).


Las excavaciones que se realicen por debajo de estas profundidades requerirán el bombeo del agua y entibaciones de las zanjas. Además podría aparecer el nivel freático a menor profundidad después de periodos lluviosos o bien si se produjeran fugas de las conducciones próximas de agua o saneamiento, ya que los sondeos se han realizado a finales de un periodo seco

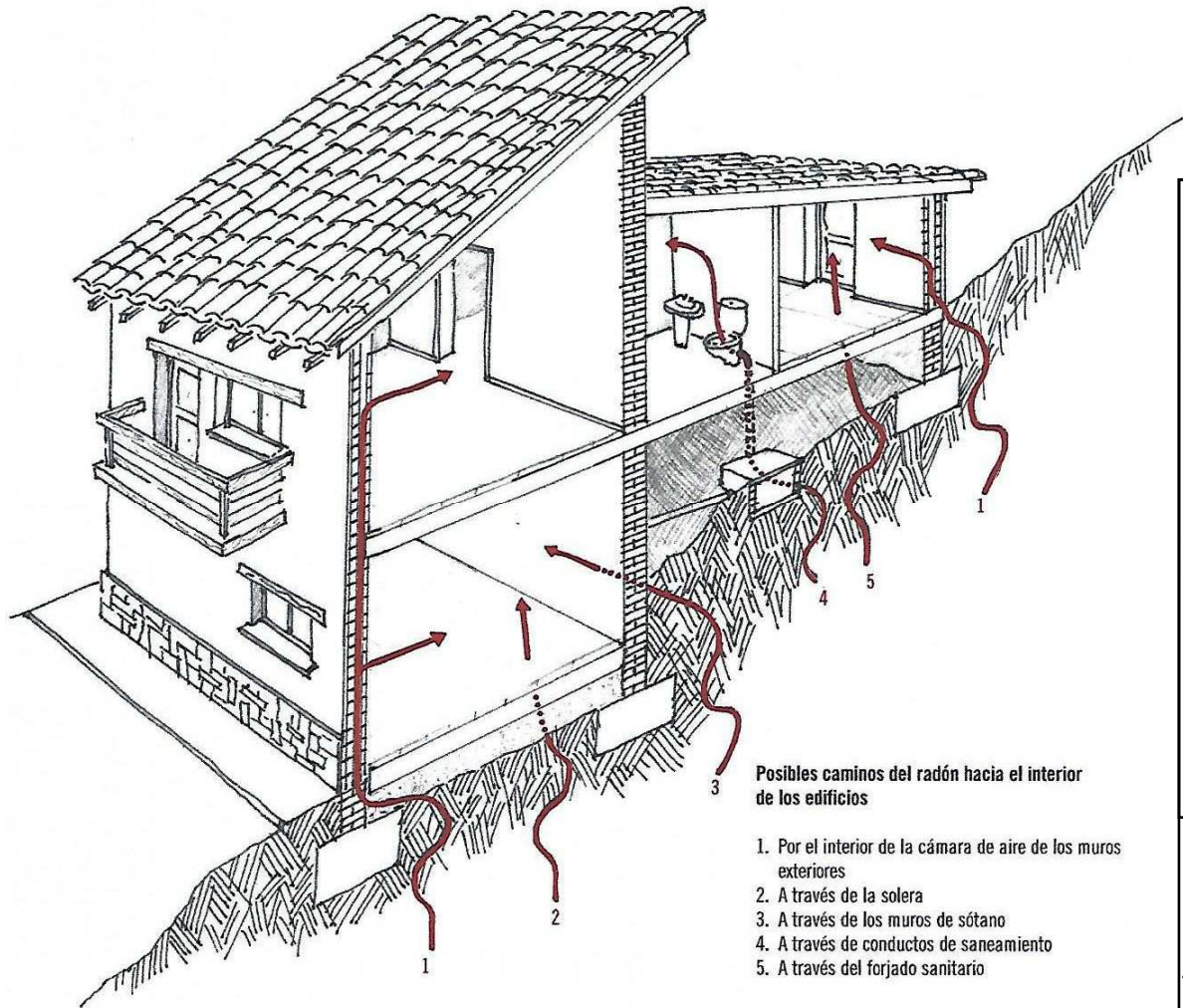
3.4. Exposición al Gas Radón.

El Radón (^{222}Rn) es un gas noble, radiactivo, de origen natural derivado de la cadena de desintegración del Uranio (^{238}U) y del Torio (^{232}Th) y está considerado carcinógeno para los humanos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Está muy extendido por toda la naturaleza y es la principal fuente de exposición a la radiación natural. El radón se produce de forma natural en el subsuelo y migra posteriormente hacia la superficie. Está presente fundamentalmente en las rocas terrestres (principalmente granitos y pizarras), pero también en aguas subterráneas y en los materiales de construcción de los edificios.

Al penetrar en un espacio cerrado, el radón se acumula aumentando su concentración, sobre todo en invierno, cuando se ventilan poco las habitaciones. Dado que es más pesado que el aire, tiende a acumularse en sótanos y estructuras subterráneas. La concentración es mayor en la planta sótano o baja y disminuye progresivamente al pasar a las plantas superiores.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido y en si, el no es nocivo para la salud. La vida media del radón es de 3,8 días, y al descomponerse, sus descendientes de vida media aún más corta, si que son muy nocivos para la salud. Entre ellos destaca el Polonio 218 y el Polonio 214, que emiten partículas alfa radiactivas. Estas partículas son inhaladas y se acumulan en los pulmones, dando lugar a un 3 - 14% del total de casos de cáncer de pulmón detectados en la población.


SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMISEZBPP
 Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



Posibles caminos del radón hacia el interior de los edificios

1. Por el interior de la cámara de aire de los muros exteriores
2. A través de la solera
3. A través de los muros de sótano
4. A través de conductos de saneamiento
5. A través del forjado sanitario

"Vías de penetración del radón en los edificios", figuras extraídas del Informe Técnico 24.2010 del C.S.N. titulado "Protección frente a la inmisión del gas radón en edificios".

Según el RD 732/2019 de 20 de diciembre por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, incluye la Exigencia Básica HS 6 "Protección frente a la exposición al radón", por el que los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados. Asimismo dicho RD establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los locales habitables de 300 Bq/m^3 (Becquerel por metro cúbico). Dicho RD se modificó en Junio de 2022.



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPILMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



El RD elabora un listado de Términos Municipales en función del potencial de radón, en base a medidas realizadas por el Consejo de Seguridad Nuclear. En dicho listado **SAN LORENZO DE EL ESCORIAL** aparece como MUNICIPIO DE ZONA 2 (muy alto potencial de concentración de gas radón).

En los municipios de zona 2 se dispondrá de una **barrera de protección**, con las características indicadas en el apartado 3.1.(ver anexos) entre el terreno y los locales habitables del edificio, que limite el paso de los gases provenientes del terreno, así como de un **sistema adicional** que podrá ser:

1/ **Un espacio de contención ventilado** con las características indicadas en el apartado 3.2. (ver anexos), situado entre el terreno y los locales a proteger, para mitigar la entrada de radón proveniente del terreno a los locales habitables mediante ventilación natural o mecánica.

2/ O bien, **un sistema de despresurización del terreno** con las características indicadas en el apartado 3.3. (ver anexos), que permita extraer los gases contenidos en el terreno colindante al edificio.

Según el **mapa del potencial del radón de España** elaborado por el Consejo de Seguridad Nuclear (2017), el solar estudiado en **San Lorenzo de El Escorial** se encuentra en una categoría alta de concentración de radón, en la que el Percentil 90 está comprendido entre 201 y 300 Bq/m³. Este dato significa que el 90 % de los

edificios residenciales tienen concentraciones inferiores a 200 Bq/m^3 , y el 10 % presenta una concentración entre 201 y 300 Bq/m^3 .

3.5. Sismicidad.

Según la Norma Sismorresistente NCSE-02 la localidad de San Lorenzo de El Escorial (Madrid) donde se encuentra el solar estudiado, se sitúa en un área de aceleración sísmica básica inferior a $0,04g$, que corresponde con el área de menor riesgo sísmico de la Península Ibérica. De acuerdo con la citada Norma, no es necesario considerar la acción sísmica en ninguno de los aspectos de Proyecto.

3.6. Excavación del terreno.

En lo referente a los trabajos de **excavación**, los niveles superficiales de rellenos y de arenas residuales compactas, podrán llevarse a cabo mediante medios mecánicos convencionales (retroexcavadoras, etc) ya que estos materiales son ripables. La zona más profunda del sondeo 1, a partir de 6,00 m, no sería ripable, ya que aparece la roca granítica sana y precisaría de martillo percutor para su excavación. Asimismo será necesario el empleo de martillo percutor para eliminar la capa de hormigón situada bajo el asfalto en la zona del sondeo 2, así como bordillos, aceras, etc.

 SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP	 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
---	---

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION.

GEONOC CONSULTORES S.L. ha realizado un estudio geotécnico para la ampliación del Instituto de Enseñanza Secundaria "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).

A partir de lo observado en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, se ha podido determinar el corte litológico del terreno y asignar los principales parámetros geotécnicos a las distintas capas que integran dicho corte, y que se han reflejado en la presente memoria.

Los sondeos y penetrómetros del presente estudio geotécnico se han realizado entre el 4 y el 7 de Octubre de 2024. Están proyectados dos edificios. Uno de tres alturas y de 170 m² de huella (510 m² construidos) y otro de una altura con una huella de 350 m² (Construcción tipo C-1). En ningún caso llevan sótano. El tipo de terreno según el C.T.E. sería un T-3, ante el gran espesor de rellenos y materiales flojos superficiales.

El subsuelo de la parcela escolar estudiada consta superficialmente de una capa inconsistente formada por rellenos antrópicos flojos con ladrillos, así como arenas poco compactas. Puntualmente aparece superficialmente en la zona del sondeo 2, 5 cm de asfalto y por debajo 15 cm de hormigón. Por debajo de esta capa superficial poco consistente, a partir de 4,00-4,40 m de profundidad, aparece el terreno natural resistente constituido por unas arenas residuales compactas, que



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP

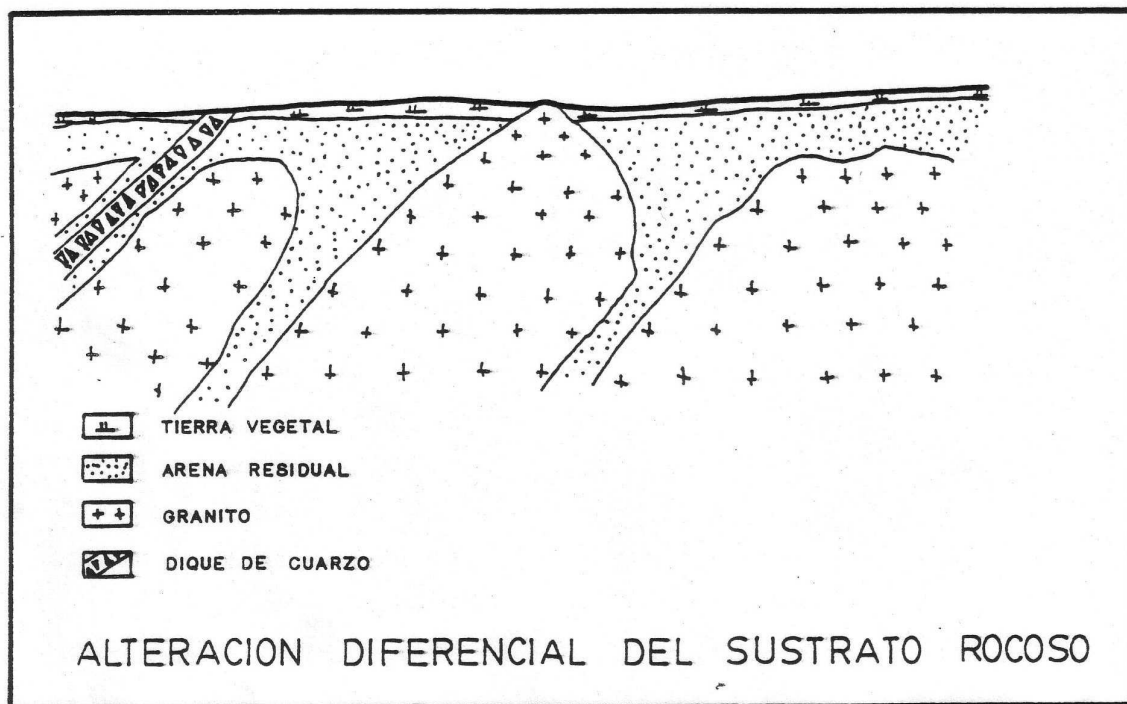
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



son el resultado de la alteración "in situ" de la roca granítica subyacente, que se encuentra a mayor profundidad. Este nivel resistente y "firme" continúa hasta 6,00 m (sondeo 1) o hasta el final del sondeo 2, a 11,60 m de profundidad. A partir de 6,00 m. en el sondeo 1, aparece la roca granítica sana, no ripable. En el sondeo 2 la roca no aparece.

Durante la realización de los sondeos, se ha localizado nivel freático en el subsuelo de la parcela, estabilizándose los niveles piezométricos a 4,00 m de profundidad (octubre de 2024).

La alteración del sustrato rocoso granítico no es homogénea, sino que progresa con mayor facilidad a favor de discontinuidades (diaclasas, fallas, etc), dando lugar a bolos graníticos (ver gráfico adjunto).



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPILMINEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Este fenómeno da lugar a variaciones muy importantes del espesor del nivel B de arenas residuales, por lo que la roca granítica aparece a profundidades muy dispares de un sondeo a otro.

Las cimentaciones de los futuros edificios deberán salvar la capa más superficial de rellenos heterogéneos poco compactos y arenas flojas, y se empotrarán en las arenas residuales muy compactas (nivel "B").

Ante el gran espesor de rellenos y materiales flojos superficiales existentes en el subsuelo del solar estudiado, unido a la presencia de nivel freático, los edificios proyectados se podrán cimentar mediante pilotaje. Los pilotes trabajarán por punta y fuste y se empotrarán en las arenas residuales muy compactas (Nivel B). Se estima una longitud media de dichos pilotes comprendida entre 6 y 8 m.

La capacidad portante del pilote depende entre otras cosas de su tipo constructivo, diámetro, longitud, empotramiento, material, terreno, etc. y deberá definirse en función de consideraciones técnico económicas con la empresa que realice el pilotaje. El tipo de pilotaje deberá prever la presencia de nivel freático en el subsuelo y que se van a empotrar en un nivel de arenas residuales muy compactas, incluso rocosas en la zona del sondeo 1 en profundidad. Se podrían emplear pilotes barrenados y encamisados con camisa recuperable (CPI 4) o en su defecto, pilotes barrenados con hormigonado central (CPI 8) . Será de buena norma constructiva la realización de dos pilotes por pilar. Al nivel B de arenas residuales muy compactas se le puede asignar una resistencia por punta de $r_p=100 \text{ kp/cm}^2$ (10


SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

MPa) y una resistencia por fuste de $r_f = 1,0 \text{ kp/cm}^2$ (0,1 MPa). La capa superficial de rellenos flojos no colaborará por fuste y habrá rozamiento negativo en este nivel. Se le podrá dar un valor de $\beta=0,1$ para el cálculo del rozamiento negativo en esta capa .

No será necesario el empleo de cemento sulforresistente en la dosificación del hormigón de las cimentaciones.

Las excavaciones que se realicen por debajo del nivel freático requerirán el bombeo del agua y entibaciones de las zanjas. Además podría aparecer el nivel freático a menor profundidad después de periodos lluviosos o bien si se produjeran fugas de las conducciones próximas de agua o saneamiento, ya que los sondeos se han realizado a finales de un periodo seco

El solar estudiado no presenta **riesgo sísmico**, por lo que no habrá que tomar medidas adicionales en este sentido.

San Lorenzo de El Escorial aparece como MUNICIPIO DE ZONA 2 (potencial de **concentración de gas radón** muy alto). Serán necesarias medidas de protección en las nuevas construcciones, contra la exposición a dicho gas radón proveniente del subsuelo: Barreras de protección y Espacio de contención ventilado (Cámara de aire) o sistema de despresurización del terreno.

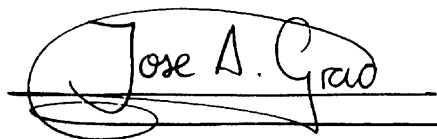
En lo referente a los trabajos de **excavación**, los niveles superficiales de rellenos y de arenas residuales compactas, podrán llevarse a cabo mediante medios

	SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP
	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

mecánicos convencionales (retroexcavadoras, etc) ya que estos materiales son ripables. La zona más profunda del sondeo 1, a partir de 6,00 m, no sería ripable, ya que aparece la roca granítica sana y precisaría de martillo percutor para su excavación. Asimismo la capa superficial de hormigón que aparece en la zona del sondeo 2, precisaría de martillo percutor, así como bordillos, aceras, etc.

Debe tenerse en cuenta que las labores realizadas son reconocimientos puntuales por lo que en la correlación entre los mismos hay un cierto grado de extrapolación, sólo válido si se confirma al abrir las excavaciones destinadas a las cimentaciones.

Octubre de 2024



Fdo: JOSE A. GRAO DEL PUEYO
Geólogo Colegiado nº 7287



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Puyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



ANEXOS



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

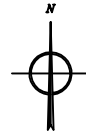
SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM: 01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP



PLANO TOPOGRAFICO DE SITUACIÓN DE LABORES Y PERFILES







 <p>SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP</p>	 <p>ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL</p>
---	--

34 956.43



COTA PLANTA SEGUNDA: 957,63
COTA PLANTA PRIMERA: 954,42
COTA PLANTA BAJA: 951.25

LEYENDA

-  SONDEO
-  PENETROMETRO DPSH
-  PERFIL ESTRATIGRAFICO
-  REGISTRO
-  ARBOL
-  ARBOL ADULTO

EDIFICIO DE
TRES ALTURAS

CAFETERIA

TALLERES: UNA
ALTURA

TORRETA
ELECTRICA

PISTA DE ATLETISMO



GEONOC CONSULTORES S.L.

ESCALA 1:500

CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION DE LA COMUNIDAD DE MADRID
Estudio Geotécnico para ampliación del IES 'Juan de Herrera' en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).

DESIGNACION : SITUACION DE LAS
LABORES REALIZADAS

GRAFICO 3078/01

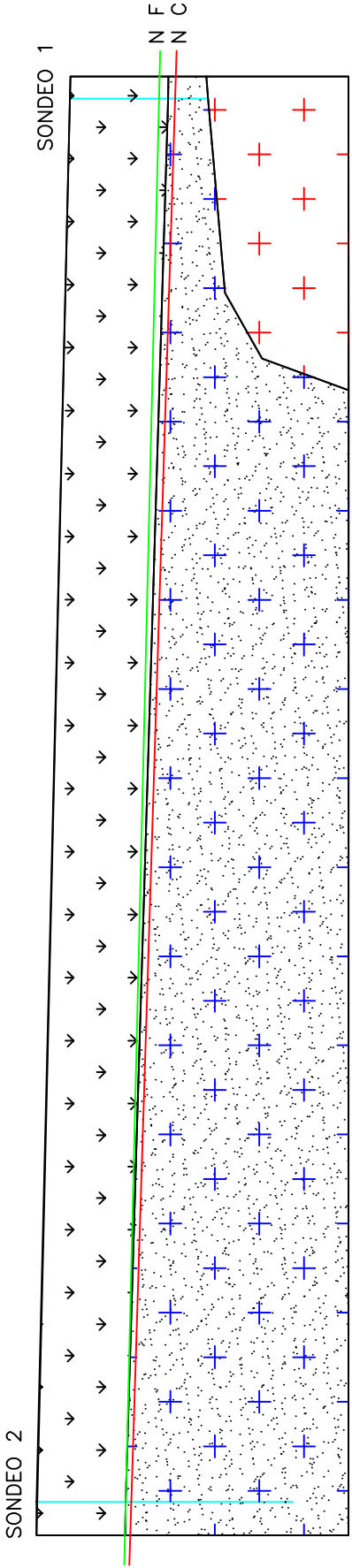


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPILMISEZBPP

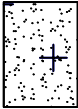
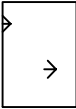
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



PERFIL ESTRATIGRAFICO A-A'



LEYENDA



NIVEL FREATICO (OCTUBRE 2024)

N C : NIVEL RESISTENTE DE CIMENTACION

GEONOC CONSULTORES S.L.

ESCALA 1/300

CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Estudio Geotécnico en el I.E.S. "Juan de Herrera" en S. Lorenzo de El Escorial (Madrid).

DESIGNACION : PERFIL

ESTRATIGRAFICO

GRAFICO 3078/02



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

SUPERVISADO

JUPBLMISEZBPP



SONDEOS



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num. SVM: 01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP

 Ilustre Colegio Oficial de Geólogos Colegiado 7287 Jose Antonio Grao del Puyco CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-0124017200 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	 JUPBLMMSEZ2PPE
---	---	---



PENETROMETROS

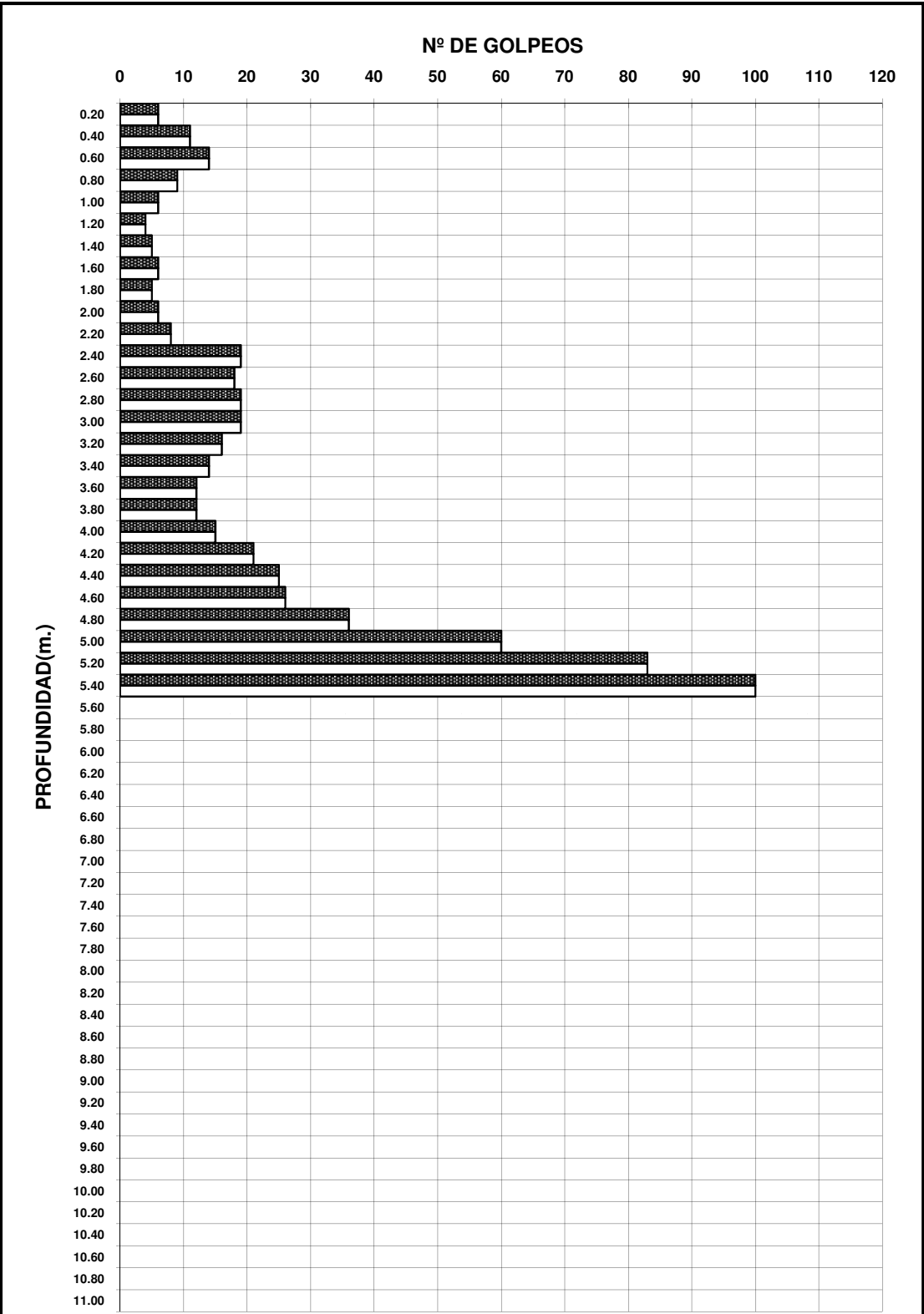


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZ9PP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



0.20	6
0.40	11
0.60	14
0.80	9
1.00	6
1.20	4
1.40	5
1.60	6
1.80	5
2.00	6
2.20	8
2.40	19
2.60	18
2.80	19
3.00	19
3.20	16
3.40	14
3.60	12
3.80	12
4.00	15
4.20	21
4.40	25
4.60	26
4.80	36
5.00	60
5.20	83
5.40	100
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



GEONOC CONSULTORES, S.L.		GRÁFICO Nº: 3078/05	
CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, COM. DE MADRID.		PENETRÓMETRO: 1	
Estudio Geotécnico en el I.E.S. "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).		PESO DE MAZA: 63,6 Kg	
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH		ALTURA DE CAIDA: 0,76 m	

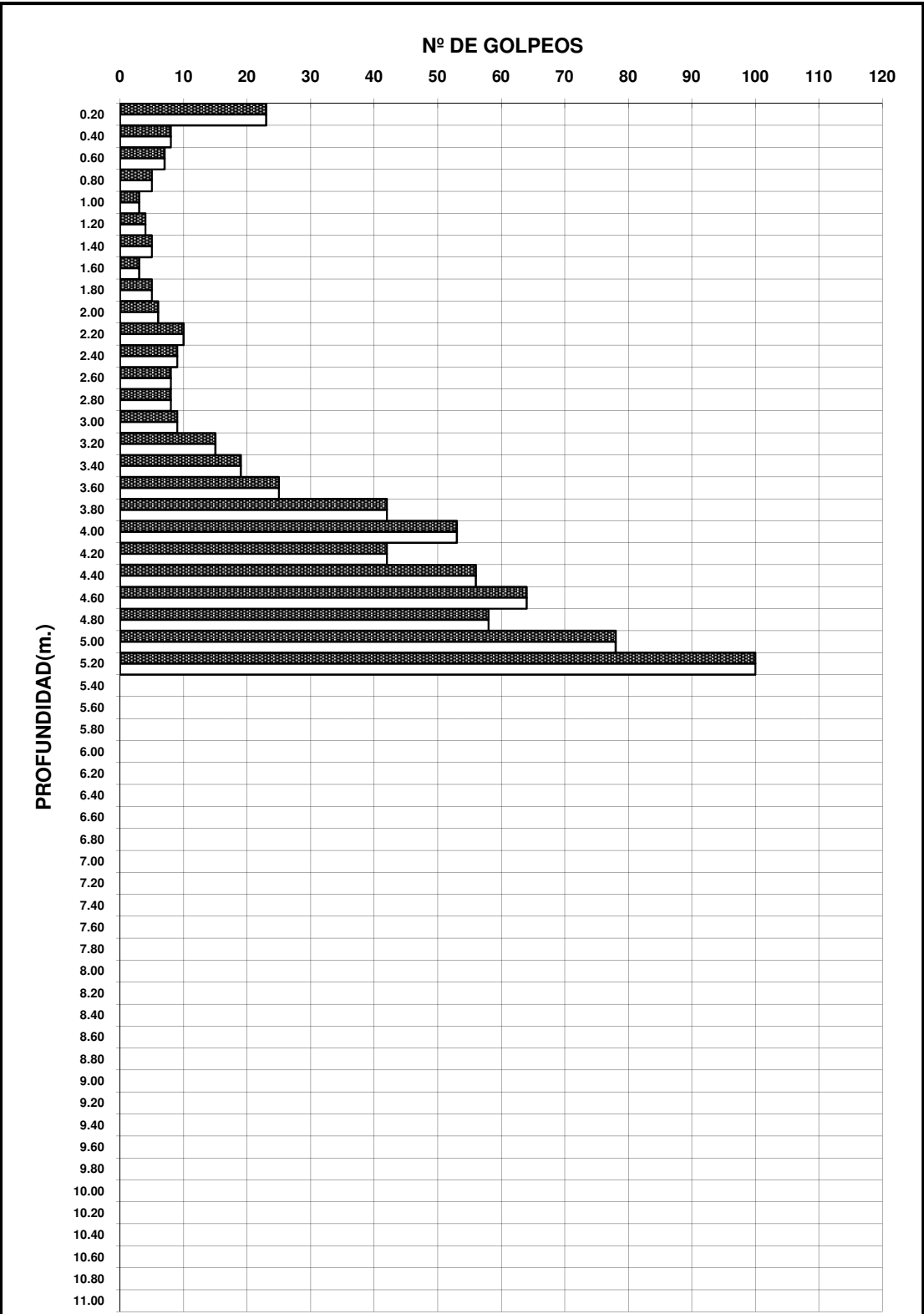


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

0.20	23
0.40	8
0.60	7
0.80	5
1.00	3
1.20	4
1.40	5
1.60	3
1.80	5
2.00	6
2.20	10
2.40	9
2.60	8
2.80	8
3.00	9
3.20	15
3.40	19
3.60	25
3.80	42
4.00	53
4.20	42
4.40	56
4.60	64
4.80	58
5.00	78
5.20	100
5.40	
5.60	
5.80	
6.00	
6.20	
6.40	
6.60	
6.80	
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



GEONOC CONSULTORES, S.L.		GRÁFICO Nº: 3078/06	
CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, COM. DE MADRID.		PENETRÓMETRO: 2	
Estudio Geotécnico en el I.E.S. "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).		PESO DE MAZA: 63,6 Kg	
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH		ALTURA DE CAIDA: 0,76 m	

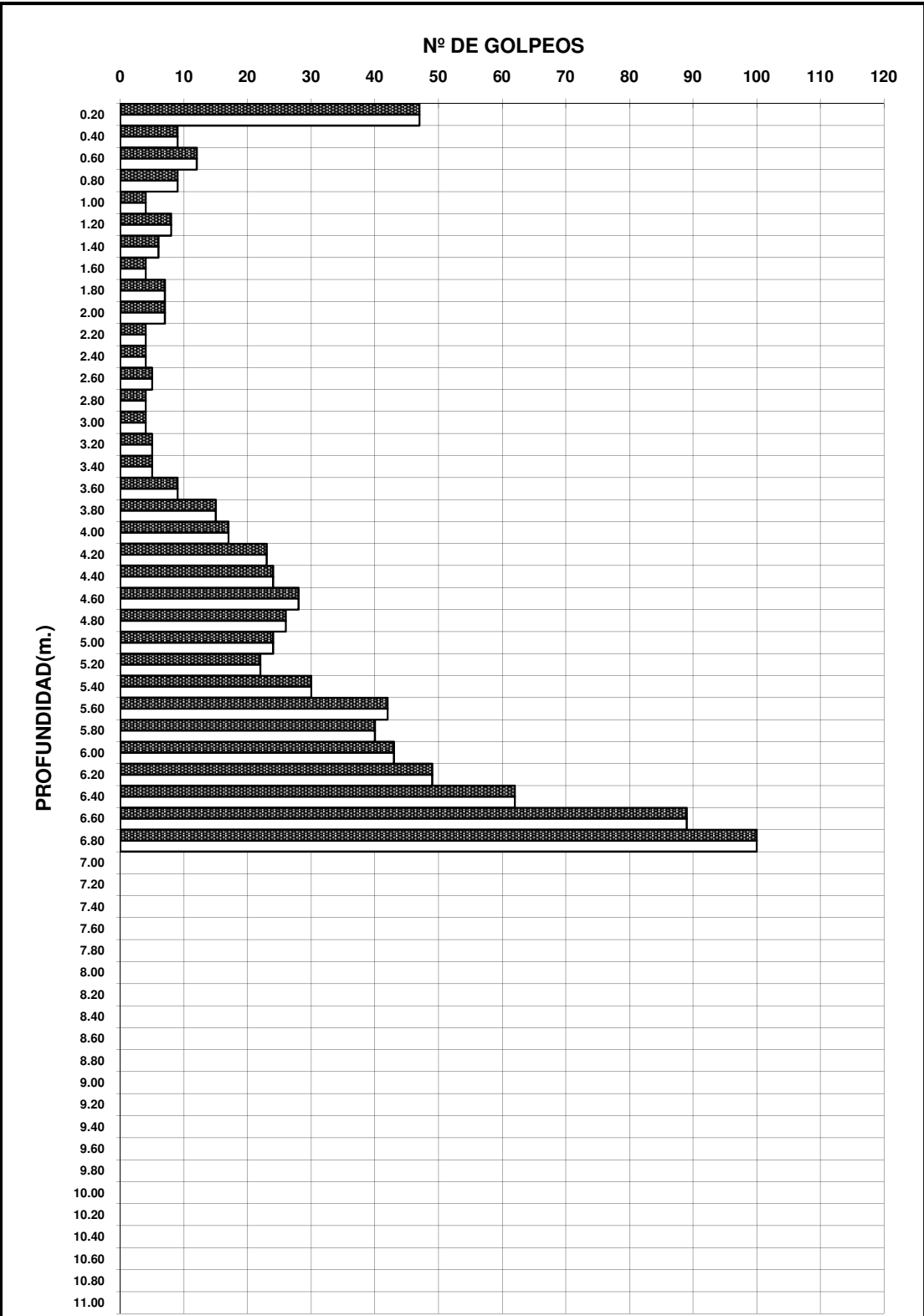


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

0.20	47
0.40	9
0.60	12
0.80	9
1.00	4
1.20	8
1.40	6
1.60	4
1.80	7
2.00	7
2.20	4
2.40	4
2.60	5
2.80	4
3.00	4
3.20	5
3.40	5
3.60	9
3.80	15
4.00	17
4.20	23
4.40	24
4.60	28
4.80	26
5.00	24
5.20	22
5.40	30
5.60	42
5.80	40
6.00	43
6.20	49
6.40	62
6.60	89
6.80	100
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



GEONOC CONSULTORES, S.L.	GRÁFICO Nº: 3078/07
CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, COM. DE MADRID. Estudio Geotécnico en el I.E.S. "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).	PENETRÓMETRO: 3
	PESO DE MAZA: 63,6 Kg
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH	ALTURA DE CAIDA: 0,76 m

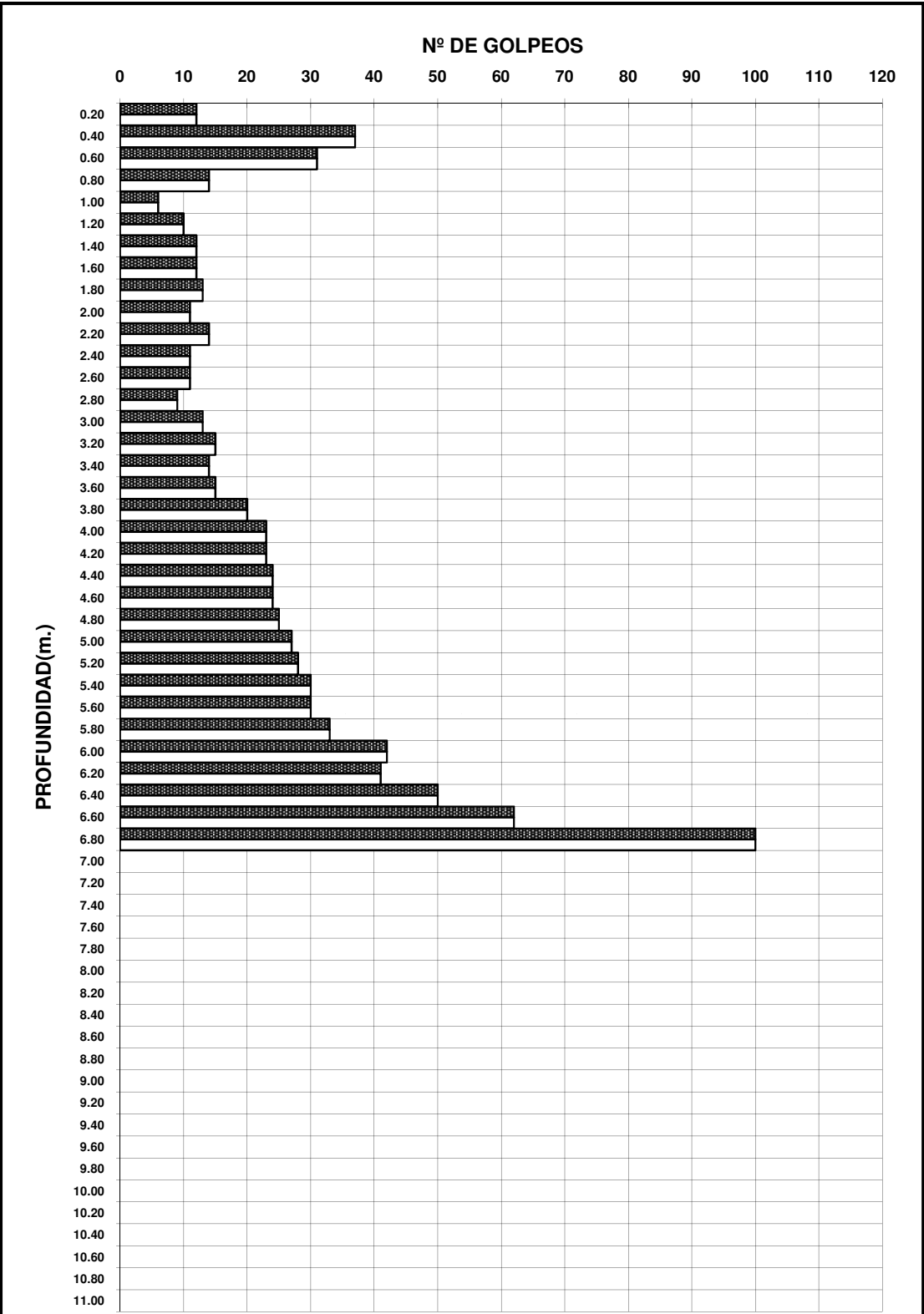


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

0.20	12
0.40	37
0.60	31
0.80	14
1.00	6
1.20	10
1.40	12
1.60	12
1.80	13
2.00	11
2.20	14
2.40	11
2.60	11
2.80	9
3.00	13
3.20	15
3.40	14
3.60	15
3.80	20
4.00	23
4.20	23
4.40	24
4.60	24
4.80	25
5.00	27
5.20	28
5.40	30
5.60	30
5.80	33
6.00	42
6.20	41
6.40	50
6.60	62
6.80	100
7.00	
7.20	
7.40	
7.60	
7.80	
8.00	
8.20	
8.40	
8.60	
8.80	
9.00	
9.20	
9.40	
9.60	
9.80	
10.00	
10.20	
10.40	
10.60	
10.80	
11.00	



GEONOC CONSULTORES, S.L.		GRÁFICO Nº: 3078/08	
CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, COM. DE MADRID.		PENETRÓMETRO: 4	
Estudio Geotécnico en el I.E.S. "Juan de Herrera" en San Lorenzo de El Escorial (Madrid).		PESO DE MAZA: 63,6 Kg	
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH		ALTURA DE CAIDA: 0,76 m	





SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

ENSAYOS DE LABORATORIO

 SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMMSZBPP	 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
---	---

ORBIS TERRARUM PROJECTS

LABORATORIO DE GEOTECNIA

Nº REGISTRO DECLARACIÓN RESPONSABLE: MAD-L-057



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS DE SUELOS



Identificación
Granulometría
Límites de Atterberg
Compresión simple
Corte directo
Triaxial en suelos
Expansividad y colapso
Edómetro
Proctor y CBR...

ENSAYOS DE ROCAS



Identificación
Humedad y absorción
Porosidad
Compresión simple
Compresión con bandas
Triaxial en roca
Carga puntual
Slake Durability Test (SDT)...

ENSAYOS QUÍMICOS Y DE CORROSIÓN



Materia orgánica
Sulfatos solubles en agua y ácido
Alcalinidad y acidez
pH y Potencial Redox
Sulfuros y Cloruros
Sales solubles y Yesos
Carbonatos
Acidez Baumann-Gully
Agresividad EHE-08...

ENSAYOS DE ÁRIDOS Y MATERIALES



Resistividad térmica
Resistividad eléctrica (Soil-Box)
Equivalente de arena
Estabilidad al sulfato magnésico
Azul de metileno
Micro Deval
Índice de lajas
Wire-On-Bolt

N.º TRABAJO:	24236
CLIENTE:	GEONOC CONSULTORES
DENOMINACIÓN:	LAB ENSAYOS IES JUAN DE HERRERA
FECHA DE INFORME:	16/10/2024

SUPERVISADO

Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-0124017240

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPILMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287

Jose Antonio Grao del Pueyo

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

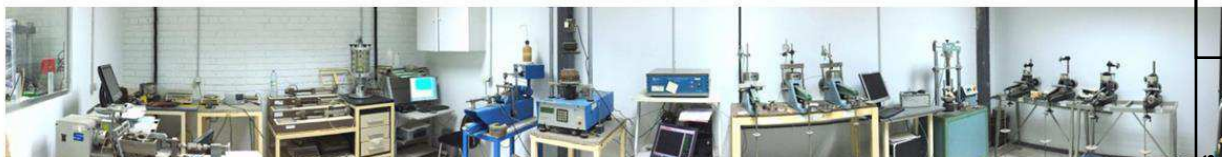


POLÍTICA DEL LABORATORIO DE ORBIS TERRARUM PROJECTS

El objetivo principal del Laboratorio de Orbis Terrarum es proporcionar servicios de ensayos de laboratorio e in-situ utilizando métodos basados en normas técnicas, garantizando la calidad en los procesos, el cumplimiento de los requisitos y el establecimiento de procesos de mejora continua bajo requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

El Laboratorio tiene como política evitar intervenir en actividades que puedan disminuir la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa a través de la ausencia de conflictos de interés y su detección en caso de que los haya. Además, las decisiones tomadas en el laboratorio hacen en base a evidencias objetivas de conformidad y no estarán influidas por otros intereses o partes interesadas.

El Laboratorio realiza su actividad de manera imparcial, se toman medidas para asegurar que la dirección y el personal están libres de cualquier presión o influencia indebida, interna o externa, económica, comercial, financiera o de otro tipo, que pueda perjudicar la calidad y validez de los resultados mediante la estructura orgánica definida por el Sistema de Gestión del Laboratorio de Orbis Terrarum.



CERTIFICACIONES DEL LABORATORIO

La actividad del Laboratorio se encuentra certificada según la norma UNE-EN ISO 9001:2015 Sistema de gestión de la calidad de Orbis Terrarum. Además, el Laboratorio dispone de un sistema de gestión de la calidad propio basado en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

AVISO

La información facilitada por el cliente y empleada para la realización de este informe de laboratorio es confidencial.

La reproducción total o parcial de este informe deberá ser aprobada previamente por el cliente que contrató los ensayos contenidos en este informe.



Fecha: 17/10/2024
Título: SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Núm. Solicitud: 0124072000
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



1. CLIENTE

GEONOC CONSULTORES

2. MUESTRAS RECIBIDAS

Con fecha 10 de Octubre se recibieron 1 muestra de suelos y 1 de agua en el Laboratorio.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	NUMÉRO DE REGISTRO
S-1 AGUA	24-3073
S-1 TP 4,30 - 4,90	24-3074

3. ENSAYOS SOLICITADOS Y NORMATIVA UTILIZADA

Se han solicitado, por parte del Peticionario, los siguientes ensayos en las muestras de referencia:

- Determinación de la humedad natural según norma UNE-EN ISO 17892-1 de las muestras de referencia: 24-3074
- Densidad aparente según UNE 103 301, de la muestra de referencia: 24-3074
- Análisis Granulométrico según UNE-EN 17892-4, de las muestras de referencia: 24-3074
- Límites de Atterberg, según UNE-EN 17892-12, de las muestras de referencia: 24-3074
- Resistencia a compresión simple de un suelo según UNE-EN ISO 17892-7 de las muestras de referencia: 24-3074
- Contenido en sulfatos solubles en agua de un suelo según UNE 83963, de las muestras de referencia: 24-3074
- Determinación del contenido en sulfatos, expresados como SO₄= según UNE 83.956: 24-3073

4. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos.





CLIENTE: GENOC CONSULTORES
FECHA: 16/10/2024



PROYECTO: 24236
OBJETO: LAB EN CAMINOS JUAN DE HERRERA SOTO
FECHA: 16/10/2024

0002104210-VIAS Num. Folia: 172
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS DE GENOC CONSULTORES

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao de la Puente

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra		Muestra y profundidad	Tipo
		Humedad (%)	
		Densidad seca (g/cm³)	
		Densidad aparente (g/cm³)	
Granulometría por tamizado (% que pasa)		63,00 mm	
		20,00 mm	
		5,00 mm	
		2,00 mm	
		0,42 mm	
		0,063 mm	
Límites de Atterberg		L.L. (%)	
		L.P. (%)	
		I.P. (%)	
		Hinchamiento libre (%)	
		Presión de hinchamiento (Kp/cm2)	
		Índice de colapso (%)	
RCS		Tensión (kg/cm²)	2,3
		Deformación (%)	3,1
Ensayos químicos		Potencial Redox (mV)	
		pH	
		Materia orgánica (%)	
		Carbonatos (CaCO3) (%)	
		Sales solubles (%)	
		Cloruros (%)	
		Sulfatos solubles (SO4 mg/kg)	INAP
		Acidez Baumann-Gully	
		Yesos (%)	
Proctor Mod		Densidad max (g/cm3)	
		Humedad óptima (%)	
CBR		Indice CBR 100 %	
		Hinchamiento al 100 % (%)	
S-1 4,30 - 4,90	MI	11,1	2,02
		2,25	100
			100
			100
			87,3
			45,7
			21,3
			NP
			NP
			NP

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra		Ensayos químicos					
Muestra y profundidad		Tipo	pH	CO2 agresivo (mg/l)	Ión Amonio NH4+ (mg/l)	Ión Magnesio Mg2+ (mg/l)	Ión Sulfato SO4 2- (mg/l)
S-1							460,6
		Residuo Seco (mg/l)					

Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3073
FECHA ENSAYO: 16/10/2024
REF. CLIENTE: S-1
COTA: -



DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL AGUA. TABLA 27.1.b CÓDIGO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN 2021

pH:

CO₂ agresivo: mg/l

Ión Amonio NH₄⁺: mg/l

Ión Magnesio Mg²⁺: mg/l

Ión Sulfato SO₄²⁻: 460,6 mg/l

Residuo Seco: mg/l

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LA AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL AGUA

PARÁMETRO	NORMATIVA	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
pH	UNE 83 952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
CO ₂ agresivo (mg/l)	UNE-EN 13577	15 - 40	40 - 100	> 100
NH ₄ (mg/l)	UNE 83 954	15-30	30-60	>60
(Mg ²⁺) (mg/l)	UNE 83 955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
(SO ₄ ²⁻) (mg/l)	UNE 83 956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Residuo seco (mg/l)	UNE 83 957	75-150	75 - 50	< 50



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172
Núm. SVM-0124017200
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287

Jose Antonio García Aranda
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



Observaciones:

-
-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda

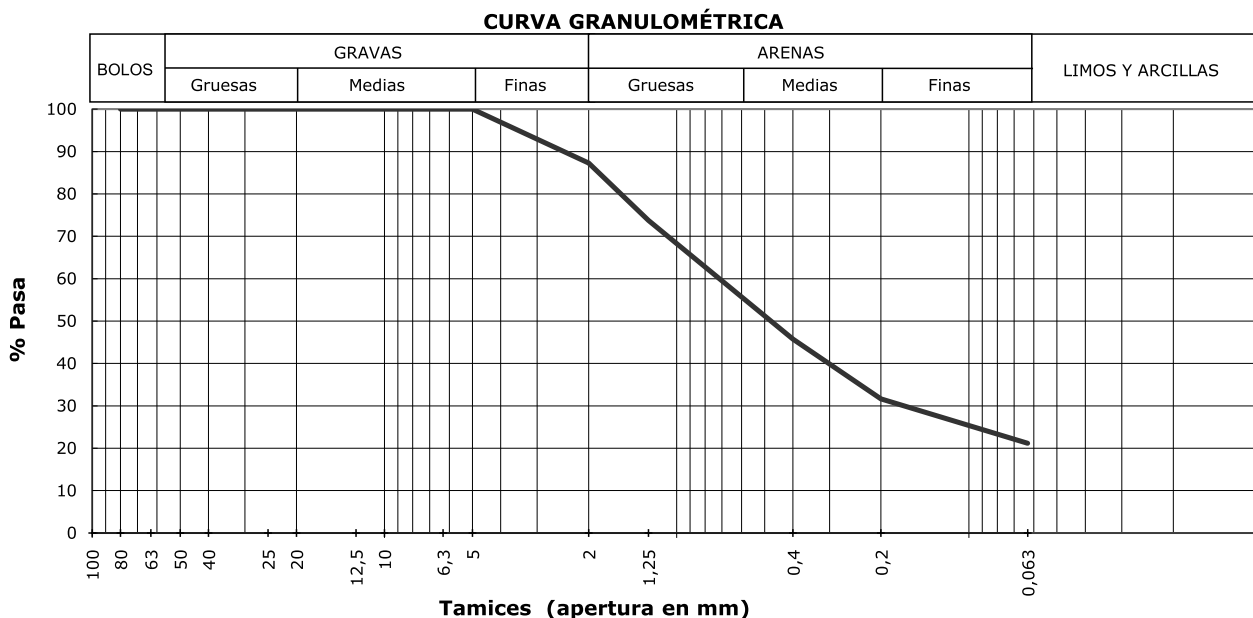
F-10.01.06 AG-01

Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3074
FECHA ENSAYO: 16/10/2024

REF. CLIENTE: S-1 MI-01
COTA: 4,30 - 4,90



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE-EN ISO 17892-4:2019



Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,2	0,063
% Pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	87,3	73,7	45,7	31,6	21,2

Fracción	% contenido
Bolos (>60,00 mm):	0,00 %
Gravas (60,00 - 2,00 mm):	12,75 %
Arenas (2,00 - 0,063 mm):	66,08 %
Limos y arcillas (<0,63 mm):	21,18 %

Parámetros adicionales
D ₆₀ 0,83
D ₁₀ 0,18
Coefficiente de uniformidad (Cu):

Observaciones:

BROWN CLAYEY SAND

-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 27287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



F-10.01.06-S01

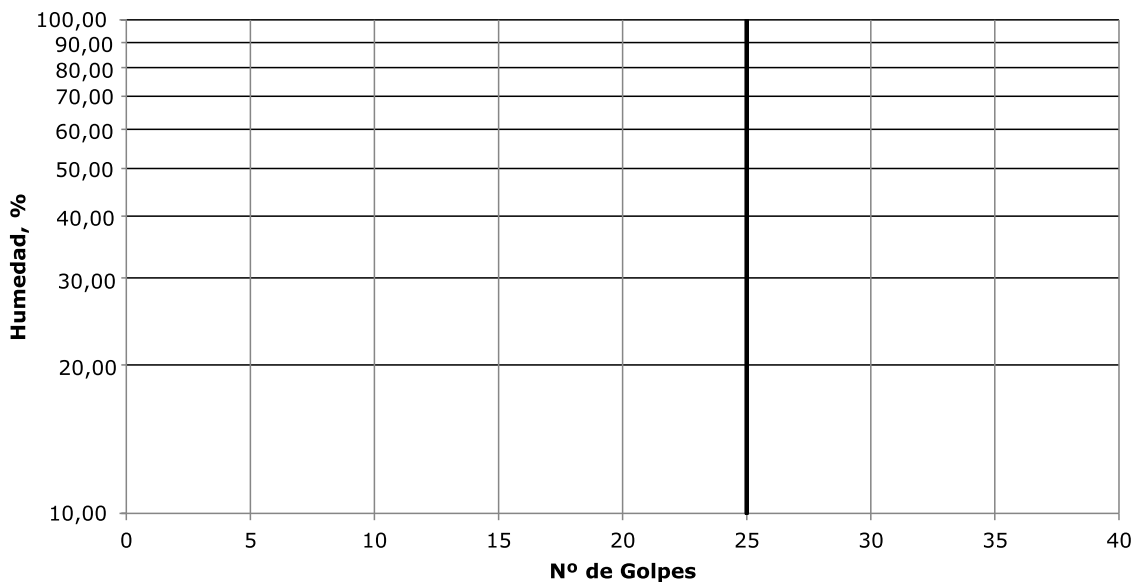
Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3074
FECHA ENSAYO: 15/10/2024

REF. CLIENTE: S-1 MI-01
COTA: 4,30 - 4,90



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG. UNE-EN ISO 17892-12:2019

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO



Prueba:	1	2
Nº de golpes:	NP	NP
Humedad (%):	NP	NP

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Humedad (%): NP

RESULTADOS DEL ENSAYO

Límite Líquido (LL):	NP	%
Límite Plástico (LP):	NP	%
Índice de Plasticidad (IP):	NP	%

Observaciones:

-
-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 27287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



F-10.01.06 S04

Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3074
FECHA ENSAYO: 16/10/2024
REF. CLIENTE: S-1 MI-01
COTA: 4,30 - 4,90



DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE-EN ISO 17892-2

Humedad: 11,1 %

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. UNE-EN ISO 17892-2

Densidad seca : 2,02 g/cm³

Densidad aparente: 2,25 g/cm³

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO. UNE-EN ISO 17892-3

Densidad relativa a 20 °C: g/cm³

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUECOS. UNE 103-405:94

e:

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE SATURACIÓN

Sr: %

Observaciones:

-
-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 27287

Jose Antonio Grao del Pueyo

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



F-10.01.06 S05

Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3074
FECHA ENSAYO: 16/10/2024
REF. CLIENTE: S-1 MI-01
COTA: 4,30 - 4,90



DETERMINACIÓN DEL pH DE UN SUELO. UNE-ISO 10390:12

pH:

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL REDOX. UNE-ISO 11271:2007

Potencial Redox: mV

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA DE UN SUELO. UNE 103-204:2019

Contenido en Materia Orgánica: %

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS DE UN SUELO. UNE 103-200:2021

Contenido en CaCO_3 : %

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE UN SUELO. UNE 103-205:2019

Contenido en Sales Solubles: %

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE YESO SOLUBLE DE UN SUELO. UNE 103-206:2019

Contenido en $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: %

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES EN AGUA DE UN SUELO. UNE 83.963

Contenido en SO_3 : %

Contenido en Ión Sulfato SO_4^{2-} : Inapreciable mg/kg

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ÁCIDEZ DE BAUMANN-GULLY. UNE - EN 16502:15

Grado Acidez Baumann-Gully: ml/kg

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ION CLORURO. MÉTODO VOLHARD

Contenido en Cl^- : %

Observaciones:

-
-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



Colegiado: 27287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

F-10.01.06 S09

Nº PROYECTO: 24236
PROYECTO: LAB ENSAYOS IES JUAN HERRERA
CLIENTE: GEONOC CONSULTORES
REFERENCIA: 24-3074
FECHA ENSAYO: 16/10/2024

REF. CLIENTE: S-1 MI-01
COTA: 4,30 - 4,90



ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE. UNE-EN ISO 17892-7

DATOS DE LA PROBETA

Tipo probeta: Inalterada
Geom. probeta: Cilíndrica
Diámetro (cm): 5,50
Sección (cm²): 23,76
Altura (cm): 13,20
Factor esbeltez: 2,40
Humedad (%): 9,5
Densidad seca (g/cm³): 2,07
Densidad húmeda (g/cm³): 2,27

DATOS DEL ENSAYO

Velocidad rotura (mm/min): 1,13

RESULTADOS DEL ENSAYO

Resistencia (kg/cm²): 2,25
Resistencia (kPa): 220,86
Deformación (mm): 3,99
Deformación (%): 3,02

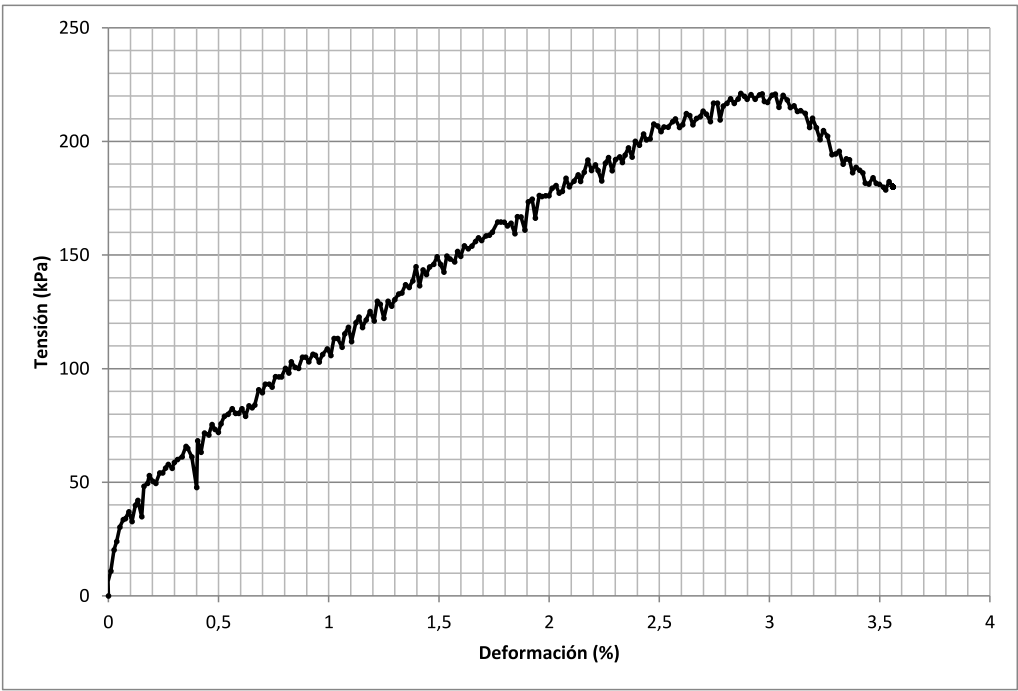


SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

J. PELMA SEZBPP

GRÁFICOS DEL ENSAYO

GRÁFICO DE ROTURA



FORMA DE ROTURA



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287

José Antonio Gordo del Puerto

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



Observaciones:

-
-
Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada
Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

José Alberto López

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Miguel Ángel García Aranda

Fdo. Miguel Ángel García Aranda

F-10.01.06 S10

Este informe consta de 11 páginas.

Madrid, 16 de Octubre de 20

Fdo.:



J. Alberto López Chinarro

Jefe de laboratorio

 SUPERVISADO Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS JUPBLMISEZBPP	 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS Colegiado: 7287 Jose Antonio Grao del Pueyo CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
--	---

GAS RADON



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

SUPERVISADO

Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num. SVM: 01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

JUPBLMMSZBPP



3.1 Barrera de protección

3.1.1 Características de la barrera

- 1 La *barrera de protección* será todo aquel elemento que limite el paso de los gases provenientes del terreno y cuya efectividad pueda demostrarse.

Cuando se disponga una barrera de protección frente a la humedad, esta barrera puede especificarse para que preste también la función de barrera frente al radón.

- 2 La barrera podrá dimensionarse según lo descrito en el apartado 3.1.2, si bien, se consideran válidas (y no es necesario proceder a su cálculo) las barreras tipo lámina con un *coeficiente de difusión* frente al radón menor que 10^{-11} m²/s y un espesor mínimo de 2 mm.
- 3 La *barrera de protección* presentará además las siguientes características:
 - a) tener continuidad: juntas y encuentros sellados;
 - b) tener sellados los encuentros con los elementos que la interrumpan, como pasos de conducciones o similares;
 - c) las puertas de comunicación que interrumpan la continuidad de la barrera deberán ser estancas y estar dotadas de un mecanismo de cierre automático;
 - d) no presentar fisuras que permitan el paso por convección del radón del terreno;

Se considera que las fisuras que permiten el paso por convección del radón del terreno son las fisuras que conectan las dos caras de la barrera.

- e) tener una durabilidad adecuada a la vida útil del edificio, sus condiciones y el mantenimiento previsto.
- 4 En intervenciones en edificios existentes, si no es posible la colocación de una barrera con las características indicadas en este apartado, los cerramientos situados entre el terreno y los *locales habitables* deberán funcionar como una barrera. Para ello se sellarán cuidadosamente las grietas y juntas de estos cerramientos y se cumplirá, al menos, con lo establecido en las letras b) y c) del párrafo anterior.

3.1.2 Dimensionado de la barrera

- 1 La barrera tendrá un espesor y un *coeficiente de difusión* tales que la exhalación de radón prevista a su través (E) sea inferior a la exhalación límite (E_{lim}).
- 2 La exhalación límite (E_{lim}) se determina mediante la siguiente expresión:

$$E_{lim} = C_d \cdot \frac{Q}{A} \quad [\text{Bq/m}^2 \cdot \text{h}] \quad (3.1)$$

siendo

C_d la concentración de diseño, que se corresponde con el 10% del *nivel de referencia* [Bq/m³];

Q el caudal de ventilación del local a proteger [m³/h]. En el caso de que se desconozca su valor de ventilación, puede considerarse un caudal de cálculo correspondiente a 0,1 renovaciones/hora;

A la superficie de la barrera [m²].

- 3 En ausencia de estudios específicos, la exhalación de radón prevista a través de la barrera (E) puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$E = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot \lambda \cdot l}{\sinh\left(\frac{d}{l}\right)} \quad [\text{Bq/m}^2 \cdot \text{h}] \quad (3.2)$$

siendo

λ la constante de desintegración del radón $7,56 \cdot 10^{-3}$ [h⁻¹];

d el espesor de la barrera [m];

l la longitud de difusión del radón en la barrera, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$l = \sqrt{\frac{D \cdot 3600}{\lambda}} \quad [\text{m}] \quad (3.3)$$



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



siendo

D el coeficiente de difusión al radón de la barrera [m^2/s].

3.2 Espacio de contención ventilado

- 1 El espacio de contención estará constituido por una cámara de aire, pudiendo ser ésta vertical u horizontal en función del cerramiento a proteger, o por un *local no habitable*. Este espacio dispondrá en todo caso de *ventilación natural* o mecánica.

Son ejemplos de cámaras de aire horizontales las cámaras sanitarias, y de cámaras de aire verticales las cámaras bufas.

- 2 Para asegurar la ventilación, el espacio de contención deberá conectarse con el exterior mediante aberturas de ventilación que deberán mantenerse libres de obstrucciones.
- 3 Para la *ventilación natural* de una cámara de aire horizontal, salvo que se cuente con estudios específicos que permitan otra distribución, las aberturas de ventilación se dispondrán en todas las fachadas de forma homogénea, siendo el área del conjunto de aberturas de al menos 10 cm^2 por metro lineal del perímetro de la cámara. En el caso de superficies de menos de 100 m^2 , las aberturas podrán disponerse en la misma fachada siempre que ningún punto de la cámara diste más de 10 m de alguna de ellas. Si hay obstáculos a la libre circulación del aire en el interior de la cámara, se dispondrán aberturas que la permitan.

El área de aberturas de 10 cm^2 por metro lineal del perímetro de la cámara es, como se indica, un valor mínimo, estimado para condiciones óptimas de climatología, ausencia de obstáculos circundantes, etc.

- 4 Para la *ventilación natural* de una cámara de aire vertical, salvo que se cuente con estudios específicos que permitan otra distribución, se dispondrán aberturas de ventilación en la parte superior de dicha cámara, colocadas de forma próxima a la cara exterior del muro a proteger, de manera que el conjunto de aberturas sea de, al menos, 10 cm^2 por metro lineal.
- 5 En el caso de emplear *locales no habitables* como espacios de contención, se considera que la ventilación necesaria establecida por el DB HS3 o por el RITE, según corresponda, es suficiente.
- 6 En el caso de edificios existentes en los que no exista cámara de aire se podrá implementar una cámara que, aunque no tenga las mismas características de la cámara descrita anteriormente, mejore la protección frente al radón. En este caso la cámara podría construirse por el interior del cerramiento en contacto con el terreno, debiendo ser continua y abarcando toda la superficie a proteger. Además deberá estar comunicada con el exterior y disponer de una altura o espesor de al menos 5 cm .
- 7 La eficacia de la solución se deberá comprobar experimentalmente con mediciones de *concentración de radón* posteriores a la intervención de acuerdo al apéndice C.

La eficacia del espacio de contención ventilado deberá comprobarse experimentalmente tanto para edificios de obra nueva como existentes. Cuando se emplee una cámara de aire como solución alternativa a la barrera de protección para municipios de zona I, por tratarse de un espacio de contención, también deberá determinarse experimentalmente su eficacia. Si no se alcanzan las concentraciones deseadas, tras ajustarse el sistema deberá realizarse una nueva medición.

- 8 Cuando no se cumplan las condiciones necesarias para el establecimiento de *ventilación natural* o se considere necesario aumentar la eficacia de la instalación en el caso de que las mediciones de *concentración de radón* posteriores a la intervención no ofrezcan valores aceptables, se dispondrán extractores mecánicos. En este caso las aberturas se dimensionarán según las características específicas de la cámara y las aberturas de admisión se situarán lo más lejos posible de la abertura de extracción para facilitar la ventilación del espacio. Las bocas de expulsión estarán situadas conforme a lo especificado en el apartado 3.2.1 del DB HS3, excepto lo relativo a la disposición en cubierta, que se considera opcional.

Los elementos de comunicación situados en un cerramiento que separe un espacio de contención de un local habitable, como puertas o trampillas, es conveniente que sean estancos y estén dotados de un mecanismo de cierre automático, de forma similar a como se establece para las puertas de comunicación que interrumpen la barrera.



Supervisión de Estudios y Proyectos
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-0124017200

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL



3.3 Despresurización del terreno

- 1 El sistema de *despresurización del terreno* se configurará mediante una red de elementos de captación, formada por arquetas o tubos perforados instalada en una capa de relleno granular que favorezca la circulación del aire, situada bajo el edificio, conectada a un conducto de extracción y un sistema de extracción mecánica.

Para favorecer la efectividad del sistema es importante que el cerramiento en contacto con el terreno sea estanco. Dicha estanqueidad se consigue con la instalación de la barrera de protección indicada en el apartado 3.1 o, en caso de edificio existente en el que no sea posible su instalación, con el sellado exhaustivo de grietas, juntas y elementos de encuentro.

- 2 Las bocas de expulsión estarán situadas conforme a lo especificado en el apartado 3.2.1 del DB HS3. En el caso de que no fuera posible su disposición en cubierta se deberán cumplir al menos el resto de condiciones descritas en dicho apartado.
- 3 En el caso de intervenciones en edificios existentes, si no es posible la instalación del sistema bajo el edificio accediendo desde la solera o desde el exterior, se podrá instalar de forma perimetral en el terreno exterior junto al edificio. En cualquiera de estos casos será necesario un estudio específico de la cimentación y la circulación del aire bajo el edificio.
- 4 Si la capa de relleno no es continua debajo del suelo a consecuencia de la presencia de obstáculos como puedan ser partes de la cimentación, deberá facilitarse esta continuidad mediante la apertura de huecos en los obstáculos o, si esto no fuera posible, situando elementos de captación en cada una de las distintas zonas.
- 5 En el caso de muros, se podrá utilizar un sistema similar adaptado a las circunstancias particulares de los mismos.
- 6 La eficacia del sistema se deberá comprobar experimentalmente con mediciones de *concentración de radón* posteriores a la intervención de acuerdo al apéndice C.

La eficacia de la despresurización del terreno deberá comprobarse experimentalmente tanto para edificios de obra nueva como existentes. Si no se alcanzan las concentraciones deseadas, tras ajustarse el sistema deberá realizarse una nueva medición.

- 7 Cuando se considere necesario aumentar la eficacia de la instalación en el caso de que estas mediciones no ofrezcan valores aceptables, podrá incrementarse el caudal de extracción, introducirse nuevos elementos de captación u otras soluciones.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

- 1 De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de protección frente a radón deben cumplir las siguientes condiciones:
 - a) lo especificado en los apartados anteriores;
 - b) lo especificado en la legislación vigente;
 - c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.

4.2 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los productos recibidos:
 - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
 - b) disponen de la documentación exigida;
 - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;



FOTOGRAFIAS



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm. SVM: 01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP





FOTOGRAFIA 1: Vista de la realización del Sondeo 1.



FOTOGRAFIA 2: Vista de los testigos del sondeo 1.





FOTOGRAFIA 3: Vista de la realización del Sondeo 2.



FOTOGRAFIA 4: Vista de los testigos del sondeo 2.





FOTOGRAFIA 5: Vista de la realización del Penetrómetro 1



FOTOGRAFIA 6: Vista de la realización del penetrómetro 2.



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Núm.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMMSZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL





FOTOGRAFIA 7: Vista de la realización del Penetrómetro 3.



FOTOGRAFIA 8: Vista de la realización del Penetrómetro 4.



SUPERVISADO
Fecha: 17/10/2024 Folio: 172 Num.: SVM-01240172/00
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
JUPBLMISEZBPP

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
Colegiado: 7287
Jose Antonio Grao del Pueyo
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

