



Entidad y Laboratorio de Control de Calidad en Edificación y Obra Civil
unicontrol@unicontrolsl.com
926 51 06 02



ESTUDIO GEOTÉCNICO

Informe Nº: 6683-A-21-13401

Peticionario: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES
DE CIUDAD REAL

Denominación: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL
C.E.I.P. MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA EN LA PLAZA MIGUEL
DE CERVANTES, 1 DE ALMAGRO (CIUDAD REAL)

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE
UNA NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL C.E.I.P. MIGUEL DE
CERVANTES SAAVEDRA EN LA PLAZA MIGUEL DE CERVANTES, 1 DE
ALMAGRO (CIUDAD REAL)**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2
2.- INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	3
2.1.- LOCALIZACIÓN E INSPECCIÓN DEL ENTORNO.....	3
2.2.- GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
2.3.- SISMICIDAD.....	7
2.4.- RIESGO POR EXPOSICIÓN AL RADÓN.....	7
3.- TRABAJOS REALIZADOS	9
3.1.- ENSAYOS IN SITU (ÁREA GTC)	9
3.1.1.- <i>Sondeo mecánico</i>	9
3.1.2.- <i>Ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.</i>	12
3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO (ÁREA GTL).....	14
4.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	16
4.1.- NIVEL GEOTÉCNICO I.....	16
4.2.- NIVEL GEOTÉCNICO II	16
4.3.- NIVEL GEOTÉCNICO III	18
4.- CÁLCULO DE TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS	20
4.1.- CÁLCULO DE LA TENSIÓN ADMISIBLE.....	20
4.2.- CÁLCULO DE ASIENTOS.....	22
5.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS FINALES.....	25

ANEJOS

ANEJO I: PLANO DE LOCALIZACIÓN, CROQUIS SITUACIÓN DE ENSAYOS Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ANEJO II: SONDEO MECÁNICO

ANEJO III: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ANEJO IV: ACTAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEJO V: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES EN CIUDAD REAL ha encargado al laboratorio **UNICONTROL, S.L.** la ejecución de un estudio geotécnico en la parcela con R.C. **8148604VJ3084N** situada en la Plaza Miguel de Cervantes, 1 de Almagro dentro del C.E.I.P. Miguel de Cervantes Saavedra, donde se proyecta la construcción de una nueva aula polivalente de usos múltiples. La parcela presenta una superficie aproximada de 5926m², aunque la edificación se situará en la zona de la Calle Mangalamar en una superficie aproximada de unos 250m² en planta baja sin sótano.

Con objeto de definir las características geotécnicas del terreno se han realizado diversos trabajos geotécnicos. La planificación de la campaña de campo se ha realizado en función de los datos aportados por el cliente y los recabados en función de la experiencia en la zona de trabajo y según el Código Técnico de Edificación (CTE). El tipo de construcción considerado será **C-0** y el grupo de terreno considerado es **T-1**, teniendo en cuenta la resistencia aparente del nivel firme, donde se podrán ejecutar cimentaciones directas. Se han realizado el número de prospecciones establecido según el CTE para asegurar las conclusiones de este informe.

Igualmente, no se conoce la existencia de antecedentes por problemas geotécnicos en la zona.

Los trabajos de campo han consistido en la ejecución de UN sondeo mecánico y DOS ensayos de penetración dinámica. Durante la ejecución de los trabajos de campo se selecciono UNA muestra de terreno natural sobre la que se han efectuado los ensayos de laboratorio.

Mediante este documento, el laboratorio **UNICONTROL, S.L.** presenta a **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES EN CIUDAD REAL** la metodología seguida, los trabajos realizados y los resultados obtenidos.

2.- INFORMACIÓN PRELIMINAR

2.1.- LOCALIZACIÓN E INSPECCIÓN DEL ENTORNO

La parcela de estudio se sitúa en una zona urbana y consolidada de la población de Almagro y se localiza en la zona centro-oeste de la misma tal y como observa en las siguientes fotografías aéreas a diferente escala de observación.



Fig. 2.1.1 - Fotografías de ubicación de la parcela de estudio

En el momento de la visita técnica y realización de ensayos (17 de abril de 2021) la parcela se encontraba prácticamente plan, lo que hizo que se pudieran realizar las perforaciones sin ningún problema. A continuación añado varias fotografías de la parcela del día que se realizaron los ensayos de campo.



Fig. 2.1.II - Fotografías de la parcela en el momento de la realización de ensayos.

2.2.- GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se enmarca en la hoja **785** de **Almagro** de la segunda serie del MAGNA (1985) a escala 1:50.000, editada por el IGME.

La hoja de Almagro se sitúa en la zona limítrofe entre la Llanura Manchega occidental y los Campos de Calatrava. Administrativamente pertenece en su totalidad a la provincia de Ciudad Real.

El relieve es poco accidentado en la parte septentrional de la hoja, con cotas que oscilan entre los 620 y 680 m. Sólo en la parte meridional la orografía llega a ser moderadamente abrupta, alcanzándose la altura de 919 m. en el volcán Vizuera.

En esta zona S las características fisiográficas son las típicas de los Campos de Calatrava, con sierras de orientaciones NE-SO y ENE-OSO constituidas por materiales paleozoicos de naturaleza predominantemente cuarcítica (Sierra Pelada, Sierra de Moral, Sierra de Almagro) que eventualmente engloban de presiones (como la de Almagro) rellenas por materiales pliocenos y cuaternarios. En este sector son abundantes los restos de antiguos cráteres y edificios volcánicos, los cuales dan lugar a depresiones cerradas y cerros de contornos circulares característicos en el paisaje del Campo de Calatrava.

En la zona septentrional el paisaje participa de caracteres intermedios con la llanura manchega occidental. Está constituido por una extensa planicie con cotas que van desde los 640 m. en el E y los 620 en el O, ocasionalmente interrumpida por la aparición de relieves residuales paleozoicos y morfologías de origen volcánico similares a las anteriores. La red hidrográfica de la hoja es prácticamente nula. Apenas existen escasos arroyos de circulación esporádica, el más importante de los cuales recibe el definitivo toponímico de Arroyo del Seco. Algunas depresiones de origen cárstico o volcánico han constituido en tiempos lagunas endorreicas, todas las cuales actualmente están desecadas salvo la Laguna de la Inesperada, al N de Pozuelo de Calatrava.

En la hoja de Almagro afloran materiales pertenecientes al Ordovícico, Plioceno y Cuaternario, así como rocas volcánicas cuya edad se extiende regionalmente desde el Mioceno superior al Pleistoceno inferior.

La estratigrafía de la zona de estudio está muy influenciada por el vulcanismo del Campo de Calatrava caracterizado por niveles de aspecto hidromagmático incluidos en terrenos de

carácter puramente detrítico y de costrificaciones calcáreas. Toda esta información se adjunta en la información del mapa geológico escala 1:50.000 de la serie MAGNA, hoja 785 de Almagro, cuyas figuras aclarativas añado más abajo.

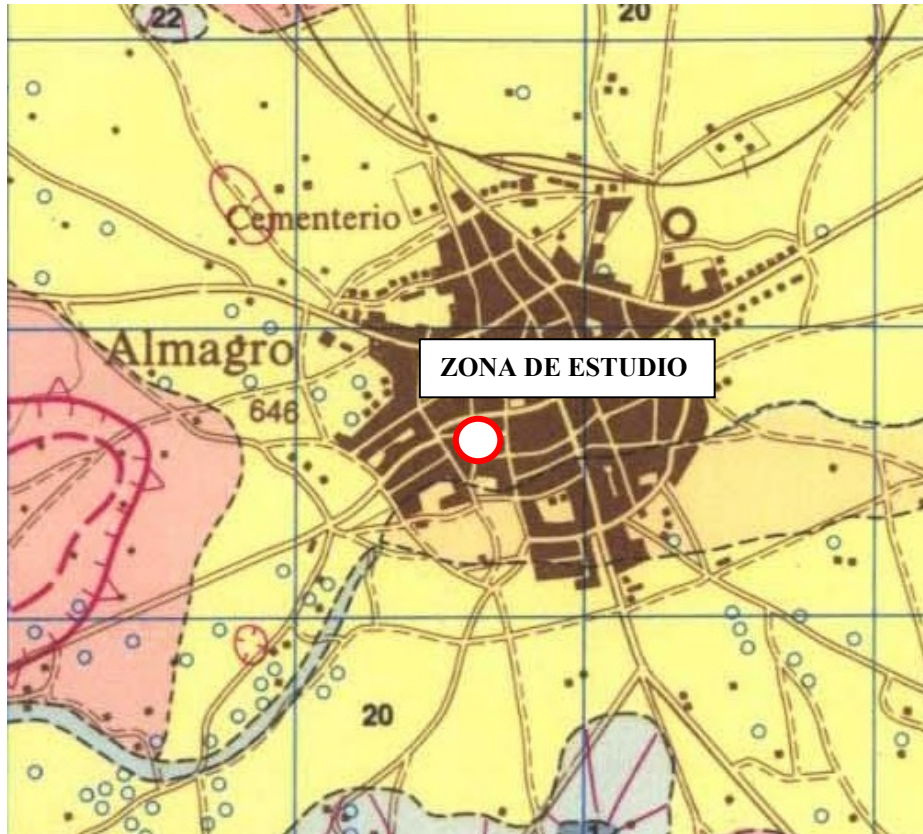


Fig. 2.2.I. - Detalle del mapa geológico del entorno.

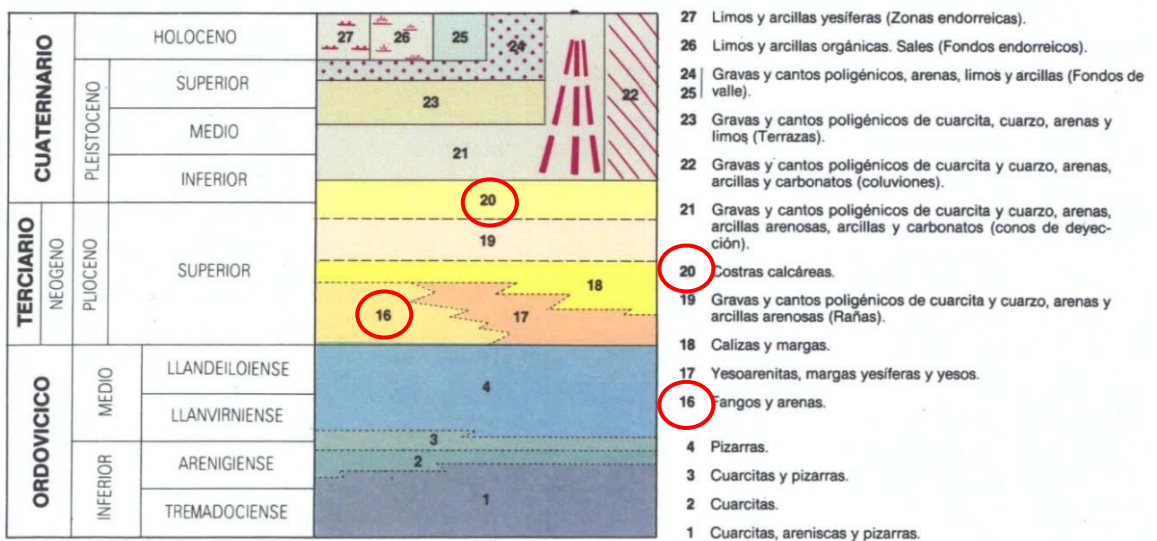


Fig. 2.2.IV. - Leyenda asociada al mapa geológico del entorno.

Desde el punto de vista geomorfológico e hidrogeológico, no se encuentran problemas aparentes.

2.3.- SISMICIDAD

Será de aplicación en proyectos y obras de construcción relativos a edificación la Norma de Construcción Sismoresistente: Parte general y edificación (NCSE-02). Esta norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservaciones de edificaciones y obras a las que le sea aplicable. La aplicación de esta norma no es obligatoria en el caso de las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica ab sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad. Por tanto, en este caso su aplicación no es obligatoria. En cualquier caso, se facilitan los parámetros básicos:

Clasificación de la construcción	Importancia Normal	
Aceleración básica (a_b)	Almagro	< 0.04g
Clasificación del terreno	TIPO IV (C=2)	Desde 0.00 hasta - 12.00m
Coefficiente de Contribución (K)	1	

No se conoce la existencia de niveles litológicos en profundidad que puedan ser colapsables por licuefacción, suelos sensitivos, etc.

2.4.- RIESGO POR EXPOSICIÓN AL RADÓN

Para limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables, se establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los mismos de 300 Bq/m³ siguiendo el criterio del documento DB-HS-6.

La localidad donde se encuentra la zona de estudio (Almagro) no se encuentra en el listado de términos municipales en los que se considera que haya una probabilidad significativa de que los edificios allí construidos sin soluciones específicas de protección frente al radón presenten

concentraciones de radón superiores al nivel de referencia (300 Bq/m^3), tal y como indica el documento básico de salubridad HS-6 de protección frente a la exposición por Radón, por lo que no será necesario tener en cuenta medidas constructivas en este sentido.

3.- TRABAJOS REALIZADOS

3.1.- ENSAYOS IN SITU (ÁREA GTC)

Todas las prospecciones y ensayos de campo se llevaron a cabo el día 17 de abril de 2021. En este capítulo se describen los ensayos de campo realizados en la parcela de estudio, equipos utilizados en la ejecución de los trabajos, procedimientos de actuación y los resultados obtenidos en los mismos.

3.1.1.- Sondeo mecánico

El sondeo mecánico con recuperación de testigo continuo realizado con el método convencional tiene por objeto la obtención directa del material constituyente del terreno y además también se puede obtener un muestreo inalterado y la realización de ensayos in situ dentro de los sondeos sin alteración de sus propiedades resistentes y deformacionales.

En la ejecución de este trabajo se ha empleado una sonda de perforación ROLATEC RL-48-L sobre orugas con tubo portatestigo y varillaje convencional. Para la realización del sondeo se ha utilizado batería sencilla de 86mm de diámetro exterior. La perforación se ha realizado en seco sin adición de agua en la zona superficial; la corona de perforación utilizada es de widia 5 mm en todos los casos.

La recuperación de testigos ha sido prácticamente del 100% durante los dos sondeos. Los parámetros de perforación han sido continuos y supervisados permanentemente. Los procedimientos de ejecución se ajustan a las normas UNE, XP y ASTM determinadas por las disposiciones reguladoras de las áreas de acreditación de laboratorios para el control de calidad en la edificación en el área GTC.

En la parcela de estudio se ha llevado a cabo UN sondeo a rotación (S-1) que se realizó el día 17 de abril de 2021 hasta una profundidad máxima de 8,00 metros (respecto a la cota de emboquille del mismo).

Durante la realización del sondeo S-1 se han realizado en su interior CUATRO (4) ensayos de penetración estándar (SPT) con tomamuestras bipartido de 2''. En ellos se han medido el número de golpes necesarios para su penetración en tres tramos de 15 cm cada uno con un sistema de golpeo similar al descrito para el ensayo D.P.S.H. que se ajusta a la normativa vigente. De esta manera se obtiene el número N_{30} o NSPT

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos en los ensayos SPT realizados:

Sondeo	Profundidad (m)	Golpes			N _{SPT}
		15 cm			
S-1	SPT-1, 2.30-2.75 m	16	19	19	38
	SPT-2, 4.00-4.45 m	3	3	5	8
	SPT-3, 6.00-6.45 m	4	4	5	9
	SPT-4, 7.55-8.00 m	5	6	6	12

Cuadro Nº 3.1.1.I. Ensayos SPT

Se ha llevado a cabo UNA toma de muestra inalterada en el sondeo S-1, con tomamuestras de pared gruesa con estuche interior de PVC. En ella se han medido el número de golpes necesarios para su penetración en 4 tramos de 15 cm cada uno con un sistema de golpeo similar al descrito para el ensayo D.P.S.H. que se ajusta a la normativa vigente. En este caso, los resultados de golpes ofrecen una idea cualitativa de la resistencia del terreno, aunque no son susceptibles de utilización en cálculos, pues no existe una correlación comúnmente aceptada para tal fin. En el caso de las muestras inalteradas, se obtienen muestras bastante representativas del terreno, que pueden ser ensayadas en laboratorio GTL para determinar parámetros resistentes y deformacionales en caso necesario.

En el Cuadro Nº 3.1.1.II se muestran los resultados obtenidos en el muestreo inalterado realizado.

Sondeo	Profundidad(m)	Golpes			
S-2	MI-1, 1.70-2.30 m	20	21	17	25

Cuadro Nº 3.1.1.II. Muestra inalterada MI

La columna estratigráfica obtenida en la realización de este ensayo se observa en el **Anejo Nº II** y a continuación en la Figura 3.1.1.I se muestra de forma resumida. En el **Anejo Nº V**

se pueden ver las fotografías de la prospección y las cajas de testigo con anotación de las maniobras y muestreo.

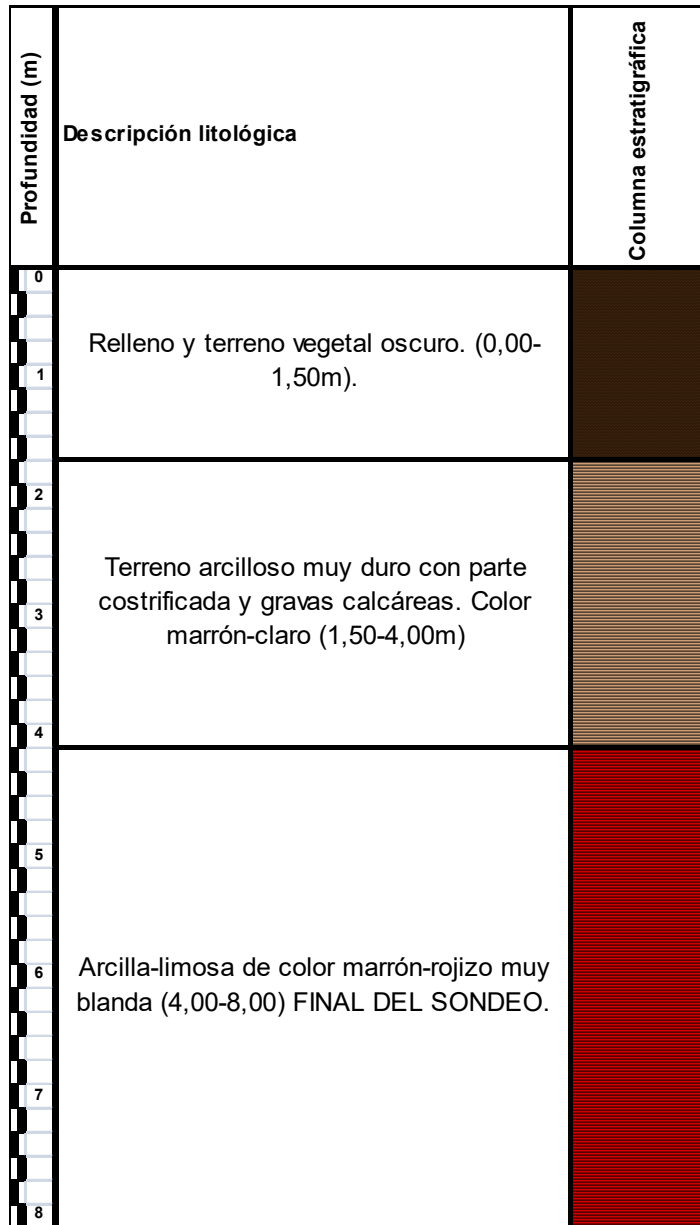


Fig. 3.1.1.1 - Detalle de las columnas estratigráficas obtenidas en la calicata.

Durante la perforaciones del sondeo no se detectó la presencia del nivel freático.

3.1.2.- Ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

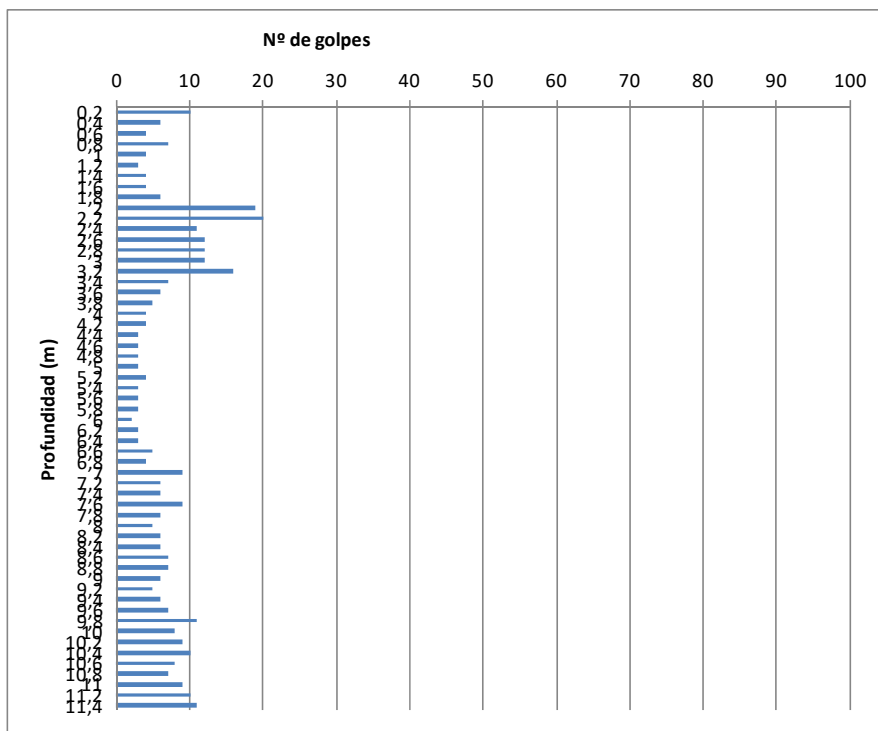
El ensayo de penetración dinámica tiene por objeto medir la resistencia del terreno a la penetración de una puntaza que se hinca mediante golpeo, con una energía normalizada. Este ensayo proporciona una medida continua de la resistencia del terreno.

En la ejecución de este trabajo se ha empleado un penetrómetro tipo D.P.S.H. automático modelo ROLATEC ML-76-A sobre orugas. Con las siguientes características: el peso de la maza es de 63,5 kg; la altura de caída de 76 cm y el tipo de puntaza es perdida y cónica. Los resultados de estos ensayos se representan mediante gráficos de los cuales se obtiene, el número de golpes necesario para una penetración del cono en el terreno de 20 cm. de profundidad (N_{20}). El ensayo se da por concluido cuando no es posible clavar la puntaza en el terreno durante un número elevado de golpes (denominado rechazo), en este caso 100 golpes.

En la parcela de estudio se han llevado a cabo DOS ensayos de penetración que se realizaron el día 17 de abril de 2021, hasta una profundidad máxima de 12.00 metros (respecto a la cota de emboquille de los mismos, que fue la rasante del patio del C.E.I.P. Miguel de Cervantes Saavedra).

En la Figura 3.1.2.I se observan las diagragías obtenidas en los ensayos realizados:

ENSAYO DPSH-1



ENSAYO DPSH-2

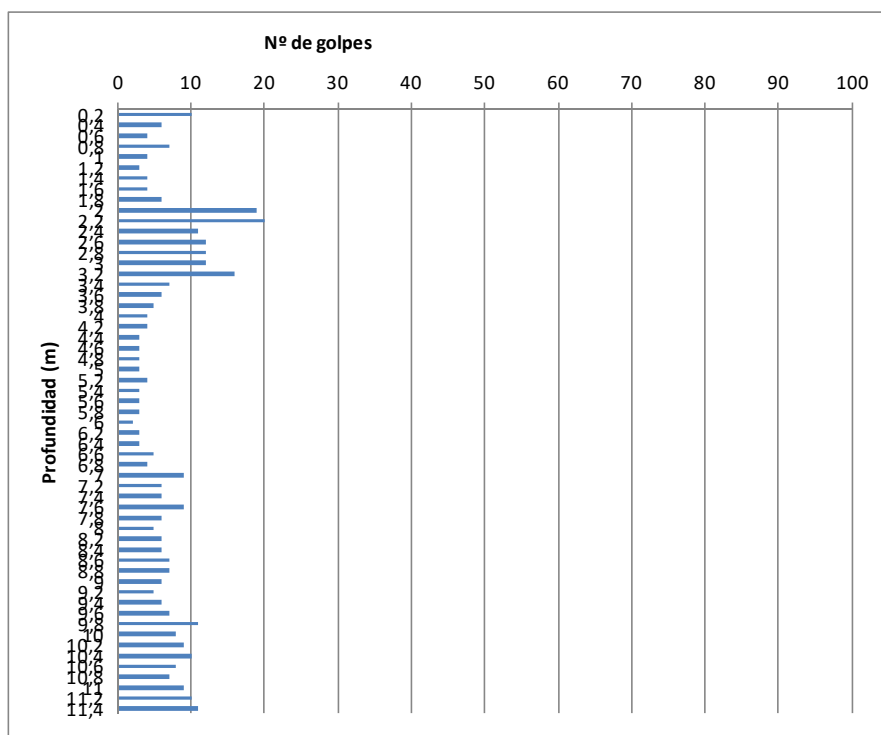


Fig. 3.1.2.I - Diagramas obtenidas en los ensayos DPSH

En las dos diagramas obtenidas se puede observar una gran similitud morfológica y de datos de golpes entre ellas. Las cotas indicadas a continuación son respecto a la cota 0m (rasante del patio del colegio).

Se observa un nivel superficial hasta una profundidad de -1.80m en ambos ensayos DPSH con golpes N_{20} inferiores a 10 que parece corresponderse con el nivel superficial de relleno y terreno vegetal (**Nivel geotécnico I**) que se observa en el sondeo a rotación.

Por debajo en los ensayos hasta -3.20m (DPSH-1 y DPSH-2), se tiene un conjunto con valores de N_{20} entre 11-36 golpes. En función de estos ensayos y su correlación con la perforación del sondeo se estima que se trata del litotipo **Nivel geotécnico II** formado por un terreno arcilloso duro con costrificaciones calcáreas y presencia de gravas calcáreas de color marrón más claro. La tensión admisible media en la parte costra más clara se considerada aproximadamente hasta las cotas -3.20m es 1.8 kp/cm^2 .

Y finalmente por debajo hasta el final de las perforaciones aparece un nivel con golpes N_{20} muy bajos, por debajo de 10 de manera general y por debajo de 6 en muchos casos que se

correlaciona con el nivel **geotécnico III** observado en el sondeo y que está formado por un terreno arcilloso blando tipo fango. La tensión admisible media para este nivel se estima en 0.5 kp/cm².

La información completa obtenida directamente en los ensayos, se incluye en el **Anejo N° III** y en el **Anejo N° V** se puede ver las fotografías de los ensayos D.P.S.H. realizados.

3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO (ÁREA GTL)

Se ha tomado UNA muestra de suelo del sondeo para su análisis en laboratorio. Las muestras recogidas fueron trasladadas de forma inmediata al laboratorio. En el Cuadro N° 3.2.I se presentan los ensayos realizados.

CALICATA	TIPO DE MUESTRA	Profundidad (m)	Ensayos
S-1	MI-1	1.70-2.30	Granulometría, Límites de Atterberg, Sulfatos, P. hinchamiento

Cuadro N° 3.2.I. Ensayos de laboratorio realizados

En el **Anejo N° IV** se encuentran las actas de resultados de trabajos realizados en el laboratorio bajo las directrices de calidad en la edificación dentro del área GTL. A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados obtenidos.

		S - 1 ; MI- 1 ; 1.70 – 2.30 m
GRANULOMETRÍA	#40	100
	#20	95
	#5	64
	#2	53
	#0.4	40
	#0.08	27.0
LIMITE LIQUIDO		45.6

LÍMITE PLÁSTICO	22.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23.4
SULFATOS (mg/Kg)	0
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (Kp/cm2) (PARTE ARCILLOSA DE LA MUESTRA)	0.20

Cuadro Nº 3.2.II. Cuadro resumen de resultados de ensayos de laboratorio

4.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En función de todos los ensayos realizados tanto de campo como de laboratorio, se procede a realizar una caracterización geotécnica de la parcela de estudio en la que se definirán las diferentes unidades o niveles geotécnicos que se han definido. Las cotas indicadas a continuación son respecto a la cota 0m (Rasante del patio del colegio).

4.1.- NIVEL GEOTÉCNICO I

Se trata de una capa de **RELLENO ANTROPICO Y TERRENO VEGETAL**. Este nivel se ha observado en la superficie de la parcela y en el sondeo realizado hasta una profundidad de -1.50m (S-1). También de manera indirecta por los golpes de los DPSH se intuye su presencia hasta al menos -1.80m (DPSH-1 y DPSH-2). La profundidad exacta de este nivel deberá ser examinada y asegurada durante el momento de ejecución de la cimentación. Este nivel en cualquier caso se considera inadecuado como nivel de cimentación por su heterogeneidad y composición principalmente, así como por su baja tensión admisible. La ripabilidad que presenta este nivel es blanda por lo que puede ser fácil su excavación por medios mecánicos convencionales.

4.2.- NIVEL GEOTÉCNICO II

Se trata de un nivel constituido por **TERRENO ARCILLOSO MUY DURO CON COSTRIFICACIONES Y GRAVAS CALCÁREAS**. Este nivel se ha observado en el sondeo a rotación por debajo del nivel de relleno y hasta al menos -4.00m. También de manera indirecta por los ensayos DPSH se localiza este litotipo hasta una profundidad mínima de -3.20m (DPSH-1 y DPSH-2). A este litotipo se le ha realizado un ensayo SPT arrojado un valor N_{30} de 38. En base a correlaciones con parcelas cercanas, se estima un valor de N_{30} de 33 golpes; a partir de este dato y considerando propiedades granulares, se estima una compacidad densa y un ángulo de rozamiento interno de entre 30- 35º con una tensión admisible de al menos 2.0 kp/cm². Este nivel se considera el nivel de cimentación.

Respecto a la deformabilidad se ha realizado un ensayo de presión de hinchamiento obteniéndose un resultado de 0,20 kp/cm², lo que supone una expansividad baja/nula. Por otra parte, en lo que respecta al análisis de la agresividad del terreno, este nivel no presenta sulfatos.

Con el análisis e interpretación de todos los ensayos realizados, a continuación se aportan los parámetros geotécnicos que son propios de este nivel:

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	N.G. II: TERRENO ARCILLOSO MUY DURO CON COSTRIFICACIONES Y GRAVAS CALCÁREAS
LOCALIZACIÓN	A partir de -1.50 m desde la cota 0m (patio del colegio) del sondeo por debajo del nivel geotécnico I.
SPT (N₃₀)	38
COMPACIDAD*	Densa
RIPABILIDAD*	Media
DENSIDAD SECA	1.37 g/cm ³ (Parte arcillosa de la muestra)
HUMEDAD	20.2 %
SULFATOS	0
PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	0.20 kgf/cm ² (Parte arcillosa de la muestra)
EXPANSIVIDAD	BAJA/NULA
COLAPSABILIDAD*	NULA
COHESIÓN (C)	0.3 kgf/cm ²
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (Ø)	30-35º
MÓDULO DE DEFORMACIÓN (E)*	200-600 kgf/cm ² (a cota de cimentación)
PERMEABILIDAD (K)*	10 ⁻³ -10 ⁻⁷ m/s
COEFICIENTE DE BALASTO (K₃₀)* (Módulo de balasto para placa cuadrada de 0.3m de lado)	8-16 Kgf/cm ³
COEFICIENTE DE POISSON (ν)*	0.30

*Valores estimativos en función de tablas estimativas y los ensayos realizados según Código Técnico de edificación CTE DB SE-C (28 marzo 2006).

4.3.- NIVEL GEOTÉCNICO III

Se trata de un nivel constituido por **UN CONJUNTO ARCILLO-LIMOSO CON ALGO DE ARENA DE COLOR MARRÓN-ROJIZO MUY BLANDO, TIPO FANGO**. Este litotipo se ha observado en los sondeos a rotación por debajo del nivel geotécnico II arcilloso muy duro con costrificaciones y gravas calcáreas y hasta al menos -8.00m. También de manera indirecta por los ensayos DPSH se localiza este litotipo hasta una profundidad mínima de -12.00m. A este litotipo se le ha realizado un total de 3 ensayos SPT arrojado unos valores N_{30} de 8,9 y 12. A partir de estos valores y teniendo en cuenta las propiedades cohesivas predominantes, se considera un valor de resistencia a compresión simple representativo del litotipo de 0.8 kp/cm^2 , lo que da idea de un terreno de consistencia media con una resistencia al corte sin drenaje (S_u) es 0.40 kp/cm^2 , una tensión admisible neta de 0.7 kp/cm^2 en condiciones desfavorables sin drenaje y sin tener en cuenta factores de mejora por forma o profundidad de cimentación.

Este litotipo será afectado por la cimentación y podría ser responsable de la tensión admisible de la cimentación, teniendo en cuenta la proximidad y delgadez del nivel de desplante y el riesgo de punzonamiento sobre el nivel costrificado areno-arcilloso duro (**Nivel geotécnico II**) situado por encima.

Con el análisis e interpretación de todos los ensayos realizados, a continuación se aportan los parámetros geotécnicos que son propios de este nivel:

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	N.G. III: CONJUNTO ARCILLO-LIMOSO CON ALGO DE ARENA DE COLOR MARRÓN-ROJIZO MUY BLANDO, TIPO FANGO
LOCALIZACIÓN	Por debajo del nivel geotécnico II.
SPT (N_{30})	8, 9 y 12
CONSISTENCIA*	Media
RIPABILIDAD*	Blanda (Favorable mediante medios mecánicos convencionales)
DENSIDAD SECA*	$\approx 1.50 \text{ g/cm}^3$
SULFATOS*	0
EXPANSIVIDAD	BAJA/NULA

COLAPSABILIDAD*	NULA
COHESIÓN (C)*	0.10-0.2 kgf/cm ²
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (Ø)*	20-25º
MÓDULO DE DEFORMACIÓN DE YOUNG (E)*	80 kgf/cm ²
PERMEABILIDAD (K)*	10 ⁻³ -10 ⁻⁷ m/s
COEFICIENTE DE BALASTO (K₃₀) (Módulo de balasto con placa cuadrada de 0.3m de lado) *	1.5-4 Kgf/cm ³
COEFICIENTE DE POISSON (ν)*	0.40

**Valores estimativos en función de tablas estimativas y los ensayos realizados según Código Técnico de edificación CTE DB SE-C (28 marzo 2006).*

4.- CÁLCULO DE TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las prospecciones y análisis de laboratorio, así como el proyecto de edificación previsto (Edificación sin sótano) se considera recomendable la ejecución de la siguiente tipo de cimentación. Las cotas indicadas a continuación son respecto a la cota 0m (Rasante del patio del colegio).

- La realización de una cimentación directa mediante **ZAPATAS / ZAPATAS CORRIDAS / LOSA** sobre el litotipo denominado **nivel geotécnico II** formado por un terreno arcilloso duro con costrificaciones y gravas calcáreas. La profundidad a la que se encuentre este litotipo es entre 1.50-1.80m. Teniendo en cuenta la profundidad existente para alcanzar el nivel de cimentación se podría considerar realizar un relleno de cierto espesor para sustituir el nivel desfavorable de rellenos y/o terreno vegetal (nivel geotécnico I) o bien un encachado de zahorra con tongadas de hasta 0.3m de espesor, compactadas al 100% del próctor modificado o con hormigón de limpieza para tener más superficialmente la cota de cimentación.

Se considera por experiencia cercana y datos previos, que la solución de cimentación se considera del lado de la seguridad y adecuadas.

4.1.- CÁLCULO DE LA TENSIÓN ADMISIBLE

Para el cálculo de la tensión admisible del terreno se utilizará el método de Therzaghi. Con este método se obtiene la tensión de hundimiento a la que se aplicará un factor de seguridad $F=3$ para obtener la carga admisible.

$$q_h = (c * N_c * s_c) + (q * N_q * s_q) + \left(\frac{1}{2} \gamma_c * B * N_\gamma * s_\gamma \right)$$

$$q_{adm} = q_h / F$$

Siendo:

q_h = presión por hundimiento

q = sobrecarga sobre el nivel de cimentación = $\gamma * D$

B = ancho de cimentación

γ = peso específico efectivo del terreno bajo el nivel de cimentación

c = cohesión del terreno de cimentación.

N_c, N_q y N_γ = factores de capacidad de carga dependientes del ángulo de rozamiento interno

s_c, s_q, s_γ = factores de corrección por la forma de la cimentación

q_{adm} = presión admisible por hundimiento

F = factor de seguridad=3

La tensión admisible recomendable, está condicionada por la existencia de un nivel más blando por debajo del nivel geotécnico II de cimentación (se trata del nivel geotécnico III cohesivo de consistencia media y posibilidad de punzonamiento y afección por asientos). Por ello, los cálculos han sido realizados desde la premisa más desfavorable (lado de la seguridad), considerando la formulación de Terzaghi para material cohesivo en condiciones de corto plazo con resistencia al corte sin drenaje (S_u) de 0.4 kp/cm^2 y considerando asientos tolerables según normas de uso habitual.

Con esta premisa el valor de tensión admisible calculado con los parámetros de los diferentes niveles geotécnicos serían los siguientes:

NIVEL GEOTÉCNICO	TENSIÓN CALCULADA (Kp/cm^2)
Nivel geotécnico II formado por un terreno arcilloso duro con costrificaciones y gravas calcáreas	1.5

Una vez obtenidos estos datos de tensión admisible, hay que comprobar que estos valores de tensión del terreno son admisibles también por la condición de asientos y si no es así se limitará hasta que se obtengan unos asientos admisibles según el CTE.

4.2.- CÁLCULO DE ASIENTOS

Se realizará la comprobación de asientos máximos mediante métodos elásticos para las tensiones calculadas a cualquier profundidad z , con el método de Steinbrenner:

$$s(z) = \frac{pB}{E} [(1-\nu^2)\phi_1 - (1-\nu-2\nu^2)\phi_2]$$

Donde:

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{\sqrt{1+n^2+m^2}+n}{\sqrt{1+n^2+m^2}-n} + n \ln \frac{\sqrt{1+n^2+m^2}+1}{\sqrt{1+n^2+m^2}-1} \right]$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctan \frac{n}{m\sqrt{1+n^2+m^2}}$$

Siendo:

$$m = \frac{2z}{B} \quad n = \frac{L}{B}$$

Donde,

z =profundidad

p = presión transmitida

B = ancho de la cimentación

E =módulo de deformación

ν =coeficiente de Poisson

Con los valores de carga admisible anteriormente obtenidos para los diferentes posibles niveles de apoyo de la cimentación y en función de las diferentes consideraciones constructivas se obtienen los siguientes asientos:

RECOMENDACIÓN CONSTRUCTIVA	NIVEL GEOTÉCNICO DE APOYO	COTA DE CIMENTACIÓN (Respecto a la cota 0m)	TENSIÓN CALCULADA (kp/cm ²) A COTA DE CIMENTACIÓN	ASIENTOS OBTENIDOS (mm)
ZAPATAS	Nivel geotécnico II formado por un terreno arcilloso duro con costrificaciones y gravas calcáreas	Entre 1.50-1.80m	1.4	Para zapatas de hasta 1.5m los asientos estimados son inferiores a 25mm con asientos diferenciales menores de 15mm
ZAPATAS CORRIDAS			1.4	Para zapatas corridas de anchura entre 0.6-1.2m, los asientos son menores a 10mm con asientos diferenciales menores de 10mm
LOSA			0.9	Los asientos estimados por métodos elásticos son de hasta 45mm con asientos diferenciales menores de 15mm

Por tanto para estos valores de tensión calculados en función tanto del nivel geotécnico como de la solución de cimentación, los asentos son admisibles según la normativa vigente (CTE).

5.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS FINALES

Se debe garantizar la total eliminación del nivel geotécnico I y el apoyo en las condiciones más homogéneas posibles a partir de 1.50/1.80m respecto a la considerada cota 0m, en el nivel geotécnico II.

La tensión admisible recomendable, está condicionada por la existencia de un nivel más blando inmediatamente por debajo de la cimentación (Nivel geotécnico III cohesivo de consistencia media) y la posibilidad de punzonamiento y rotura y afección asientos. Por ello, los cálculos han sido realizados desde la premisa más desfavorable (lado de la seguridad), considerando la formulación de Terzaghi para material cohesivo en condiciones de corto plazo con resistencia al corte sin drenaje (**Su**) de 0.5 kp/cm² y considerando asientos tolerables según normas de uso habitual. La elección del tipo de cimentación, dependerá de los condicionantes generales de proyecto y en este informe se aportan los datos necesarios para su análisis adecuado, considerando las posibles diferencias entre la elección de cimentación por zapatas o cimentación por losa.

Teniendo en cuenta todo esto y tal y como se ha indicado en el apartado anterior la tensión admisible para el nivel de cimentación (nivel geotécnico II) es de 1.4 kp/cm² para zapatas/zapatas corridas, mientras que es de 0.9 kp/cm² para el caso de losa, a una profundidad entre 1.50-1.80m

Se considera que el litotipo del nivel geotécnico III, encontrado hasta al menos -12.00m de profundidad, se encuentra hasta las profundidades afectadas por la situación más desfavorable de cimentación en cuanto a afección en profundidad, de esta forma, también se considera que la solución se encuentra del lado de la seguridad.

El coeficiente de empuje en reposo considerado de **NG-I** es 0.66, el de los **NG-II** es 0.60 y **NG-III** es 0.54, sin considerar tensiones naturales ni sobrecargas laterales.

El terreno de **NG-I** y **NG-III** y la parte de suelo de **NG-II**, se considera perfectamente ripable y su excavación se podrá realizar con medios convencionales, mientras que la parte más costra y rocosa de **NG-II** requeriría el uso de medios más enérgicos como martillo picador probablemente en el caso de requerir su excavación.

No se ha encontrado nivel freático en las prospecciones en el momento de su ejecución, aunque por la experiencia en la zona podría aparecer a los días de perforar a una profundidad entre 4 y 6m. Aun así la presencia de agua se puede considerar “baja” y se recomienda la realización de un adecuado drenaje en la parte superior que evite la entrada de aguas de arroyada superficial en la zona perimetral de la edificación.

Se considera innecesaria la utilización de cementos sulforresistentes en la fabricación de hormigón, por no encontrarse sulfatos en los ensayos de laboratorio realizados.

No se considera necesaria la ampliación de la campaña geotécnica, aunque si se recomienda la comprobación de los datos y la adecuación de todas las observaciones realizadas, tal como establece el CTE y someter todas estas conclusiones y recomendaciones al juicio de la dirección del proyecto.

Tomelloso, 21 de abril de 2021



Francisco Rubén Calvo Zapata

Geólogo / Colegiado nº 7643

ANEJOS

**ANEJO I: PLANO DE LOCALIZACIÓN, CROQUIS
SITUACIÓN DE ENSAYOS Y PERFIL
ESTRATIGRÁFICO**



LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN ENSAYOS

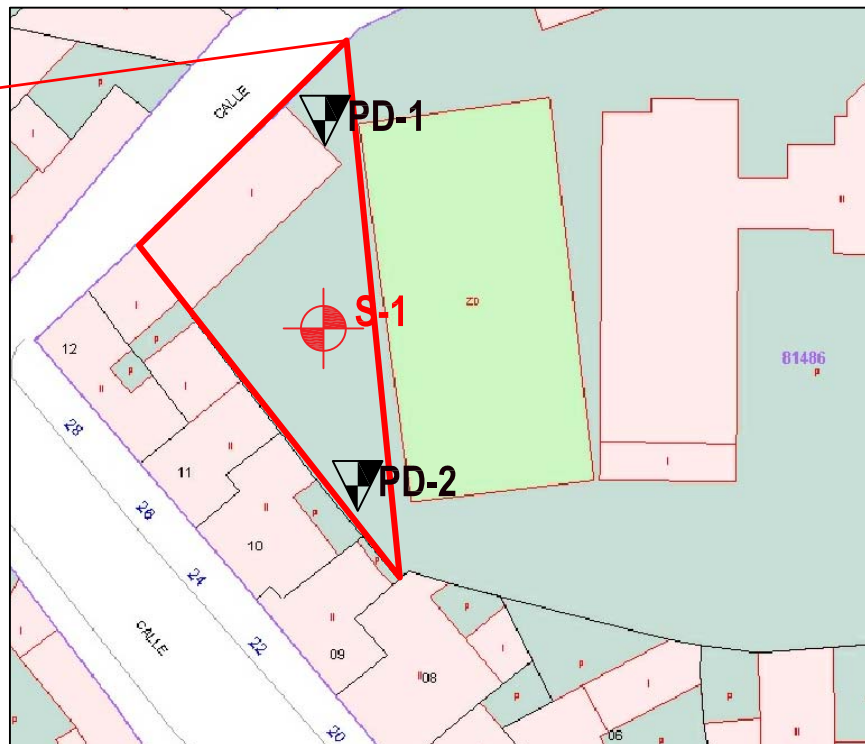
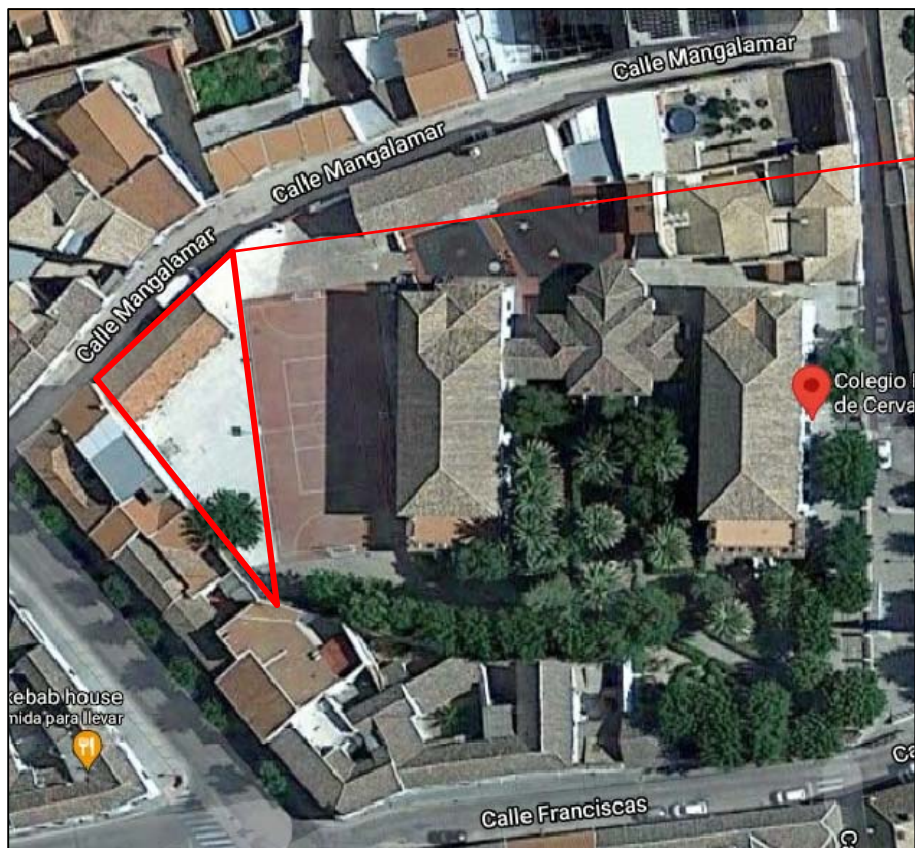
CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DE CIUDAD REAL

OBRA: EG PARA AULA POLIVALENTE EN CEIP MIGUEL DE CERVANTES DE ALMAGRO



Informe nº:

6683-A-21-13401





Leyenda


 **SONDEO A ROTACIÓN**
 **ENSAYO DE PENETRACIÓN**

SITUACIÓN DE ENSAYOS

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DE CIUDAD REAL

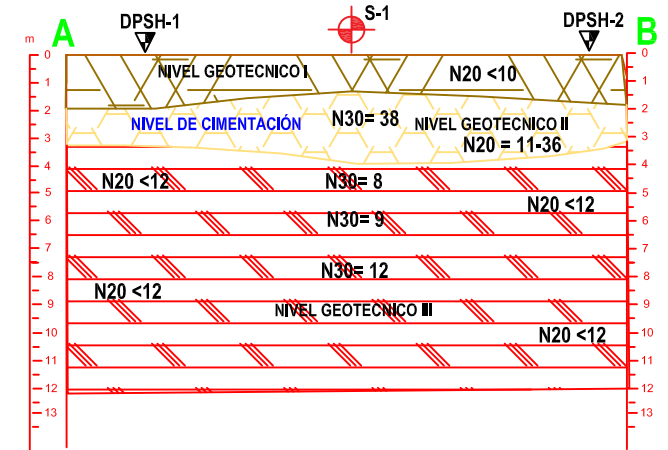
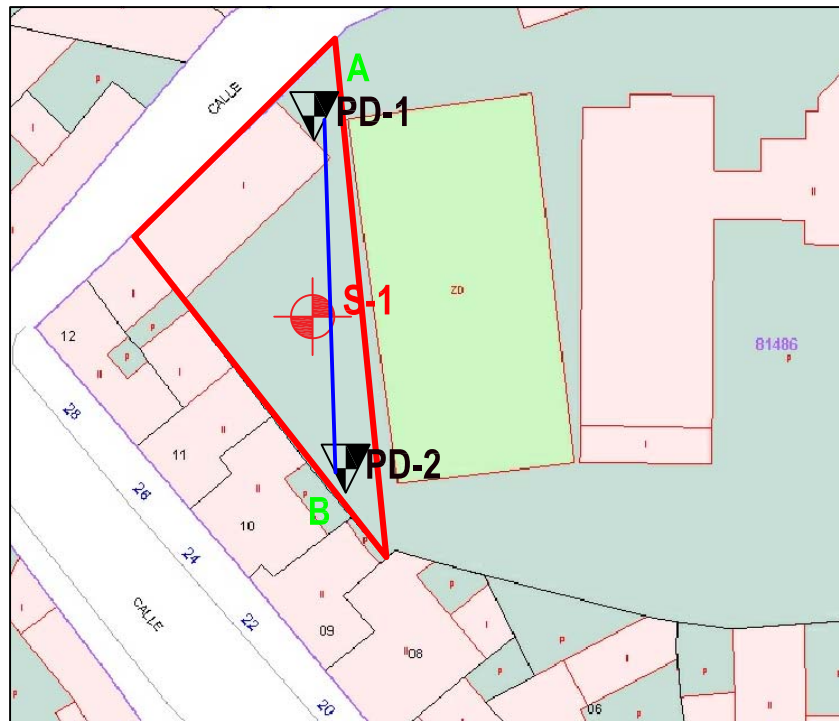
OBRA: EG PARA AULA POLIVALENTE EN CEIP MIGUEL DE CERVANTES DE ALMAGRO

Informe nº:
6683-A-21-13401



N20 < 10

PERFIL ESTRATIGRAFICO 1



- NIVEL GEOTÉCNICO I: Relleno antropico y terreno vegetal
- NIVEL GEOTÉCNICO II: Arcillas duras con gravas calcáreas
- NIVEL GEOTÉCNICO III: Arcillas blandas rojizas

Leyenda

- SONDEO A ROTACIÓN
- ENSAYO DE PENETRACIÓN

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DE CIUDAD REAL

OBRA: EG PARA AULA POLIVALENTE EN CEIP MIGUEL DE CERVANTES DE ALMAGRO

Informe nº:

6683-A-21-13401



ANEJO II: SONDEO MECÁNICO

ANEJO III: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PRUEBA CONTINUA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA: UNE 103-801:1994

CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, CULTURA Y DEPORTES DE CIUDAD REAL

TRABAJO: EG AULA POLIVALENTE

LOCALIZACIÓN: CEIP MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA - ALMAGRO

INFORME NÚMERO: 6683-A-21-13401

FECHA: 17/04/2021 **HORA:** 9:30

Operario: Agustín Gonzalez

Director Técnico: Fco. Rubén Calvo Zapata

Penetrómetro: PD-1

TIPO D.P.S.H.

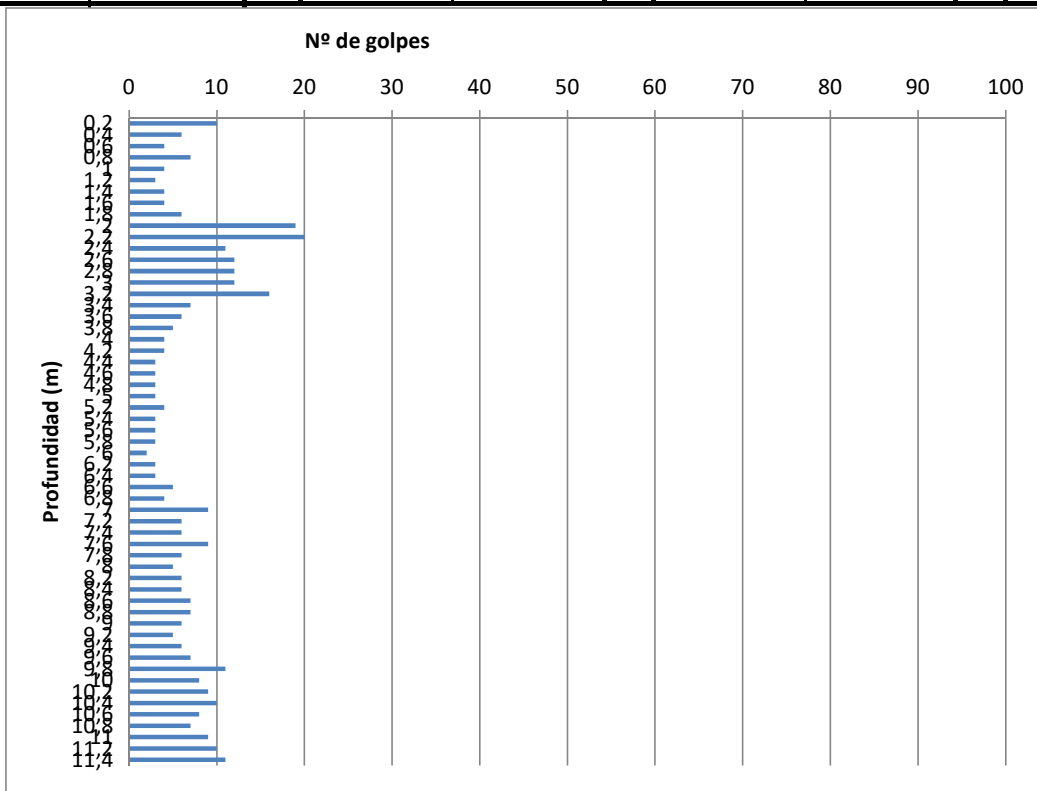
PESO DE LA MAZA: 63,5 kg **PUNTAZA:** Perdida (20cm²)

ALTURA DE CAIDA: 0,76 m **VARILLA:** 33mm

PENETRACIÓN CADA: 0,2 m 8 kg/m



Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)
0,2	10		4,2	4		8,2	6		12,2		
0,4	6		4,4	3		8,4	6		12,4		
0,6	4		4,6	3		8,6	7		12,6		
0,8	7		4,8	3		8,8	7		12,8		
1	4		5	3		9	6		13		
1,2	3		5,2	4		9,2	5		13,2		
1,4	4		5,4	3		9,4	6		13,4		
1,6	4		5,6	3		9,6	7		13,6		
1,8	6		5,8	3		9,8	11		13,8		
2	19		6	2		10	8		14		
2,2	20		6,2	3		10,2	9		14,2		
2,4	11		6,4	3		10,4	10		14,4		
2,6	12		6,6	5		10,6	8		14,6		
2,8	12		6,8	4		10,8	7		14,8		
3	12		7	9		11	9		15		
3,2	16		7,2	6		11,2	10		15,2		
3,4	7		7,4	6		11,4	11		15,4		
3,6	6		7,6	9		11,6			15,6		
3,8	5		7,8	6		11,8			15,8		
4	4		8	5		12			16		



Observaciones:
Cota de emboquille: Emboquille situado a la rasante de la parcela del patio del colegio, considerada cota 0m.
Interrupciones:
Humedad en varillaje (en caso positivo indicar cota):

Responsable de ensayo:

Fdo.: Sergio Gutierrez

VºBº Director Técnico:

Fdo.: Fco. Ruben Calvo Zapata

PRUEBA CONTINUA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA: UNE 103-801:1994

CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, CULTURA Y DEPORTES DE CIUDAD REAL

TRABAJO: EG AULA POLIVALENTE

LOCALIZACIÓN: CEIP MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA - ALMAGRO

INFORME NÚMERO: 6683-A-21-13401

FECHA: 17/04/2021 **HORA:** 10:00

Operario: Agustín Gonzalez

Director Técnico:

Fco. Rubén Calvo Zapata

Penetrómetro: PD-2

TIPO D.P.S.H.

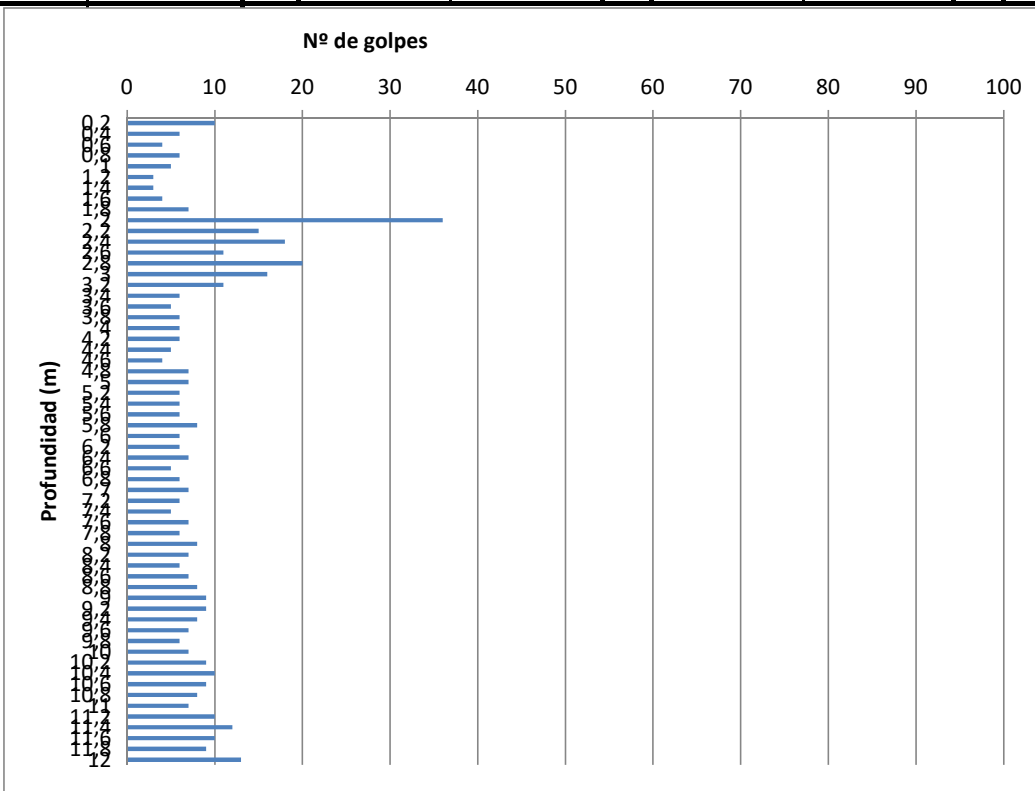
PESO DE LA MAZA: 63,5 kg **PUNTAZA:** Perdida (20cm²)

ALTURA DE CAIDA: 0,76 m **VARILLA:** 33mm

PENETRACIÓN CADA: 0,2 m 8 kg/m



Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)	Prof. (m)	GOLPEO (N ₂₀)	Par (Nm)
0,2	10		4,2	6		8,2	7		12,2		
0,4	6		4,4	5		8,4	6		12,4		
0,6	4		4,6	4		8,6	7		12,6		
0,8	6		4,8	7		8,8	8		12,8		
1	5		5	7		9	9		13		
1,2	3		5,2	6		9,2	9		13,2		
1,4	3		5,4	6		9,4	8		13,4		
1,6	4		5,6	6		9,6	7		13,6		
1,8	7		5,8	8		9,8	6		13,8		
2	36		6	6		10	7		14		
2,2	15		6,2	6		10,2	9		14,2		
2,4	18		6,4	7		10,4	10		14,4		
2,6	11		6,6	5		10,6	9		14,6		
2,8	20		6,8	6		10,8	8		14,8		
3	16		7	7		11	7		15		
3,2	11		7,2	6		11,2	10		15,2		
3,4	6		7,4	5		11,4	12		15,4		
3,6	5		7,6	7		11,6	10		15,6		
3,8	6		7,8	6		11,8	9		15,8		
4	6		8	8		12	13		16		



Observaciones:
Cota de emboquille: Emboquille situado a la rasante de la parcela del patio del colegio, considerada cota 0m.
Interrupciones:
Humedad en varillaje (en caso positivo indicar cota):

Responsable de ensayo:

Fdo.: Sergio Gutierrez

VºBº Director Técnico:

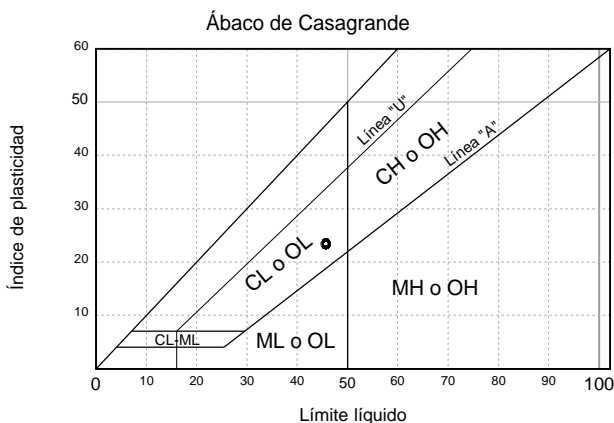
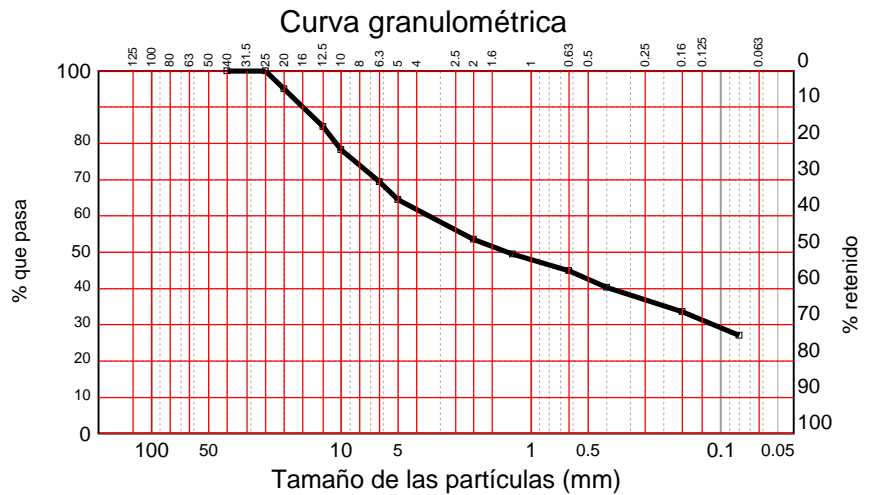
Fdo.: Fco. Ruben Calvo Zapata

ANEJO IV: ACTAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

CLIENTE: CONSEJERIA DE EDUCACION, CULTURA Y DEPORTES EN CIUDAD REAL	CLIENTE Nº: 3992
OBRA: EG NUEVA AULA POLIVALENTE CEIP MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA , ALMAGRO	OBRA Nº: 6683
DATOS MUESTRA: S-1. M.I.-1. 1.70 - 2.30 m	INFORME Nº: 2021/4442
FECHA DE MUESTREO: 20/04/2021	Nº MUESTRA: TM-1118/2021
LUGAR DE MUESTREO:	ALBARÁN Nº: 50405

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG S/UNE-EN ISO 17892-4:2019 Y UNE-EN ISO 17892-12:2019

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	100
20	95
12.5	85
10	78
6.3	69
5	64
2	53
1.25	50
0.63	45
0.4	40
0.16	34
0.08	27.0



Límite líquido	45.6
Límite plástico	22.2
Índice de plasticidad	23.4

FECHA EMISIÓN INFORME 20/04/2021	ELENA SANCHEZ GARCIA	OBSERVACIONES:
HOJA: 1/1		

CLIENTE:	CONSEJERIA DE EDUCACION, CULTURA Y DEPORTES EN CIUDAD REAL	CLIENTE Nº:	3992
OBRA:	EG NUEVA AULA POLIVALENTE CEIP MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA , ALMAGRO	OBRA Nº:	6683
DATOS MUESTRA:	S-1. M.I.-1. 1.70 - 2.30 m	INFORME Nº:	2021/4441
FECHA DE MUESTREO:	20/04/2021	Nº MUESTRA:	TM-1118/2021
LUGAR DE MUESTREO:		ALBARÁN Nº:	50405

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN SUELO S/UNE EN 83963:2008

DETERMINACIÓN DEL IÓN SULFATO EN SUELOS (UNE EN 83963:2008)			
	UNIDADES	RESULTADOS	
ENSAYO Nº	gr	1	2
Ión sulfato SO4	mg/kg suelo seco	0	0
Valor medio Ión sulfato SO4	mg/kg suelo seco	0	
ESPECIFICACIONES			
AGRESIVIDAD DEBIL Qa	mg/kg suelo seco	2000-3000	
AGRESIVIDAD MEDIA Qb	mg/kg suelo seco	3000-12000	
AGRESIVIDAD FUERTE Qc	mg/kg suelo seco	> 12000	

Observaciones: LA MUESTRA ENSAYADA NO CONTIENE SULFATOS

FECHA EMISIÓN INFORME 20/04/2021	ELENA SANCHEZ GARCIA	OBSERVACIONES:
HOJA: 1/1		

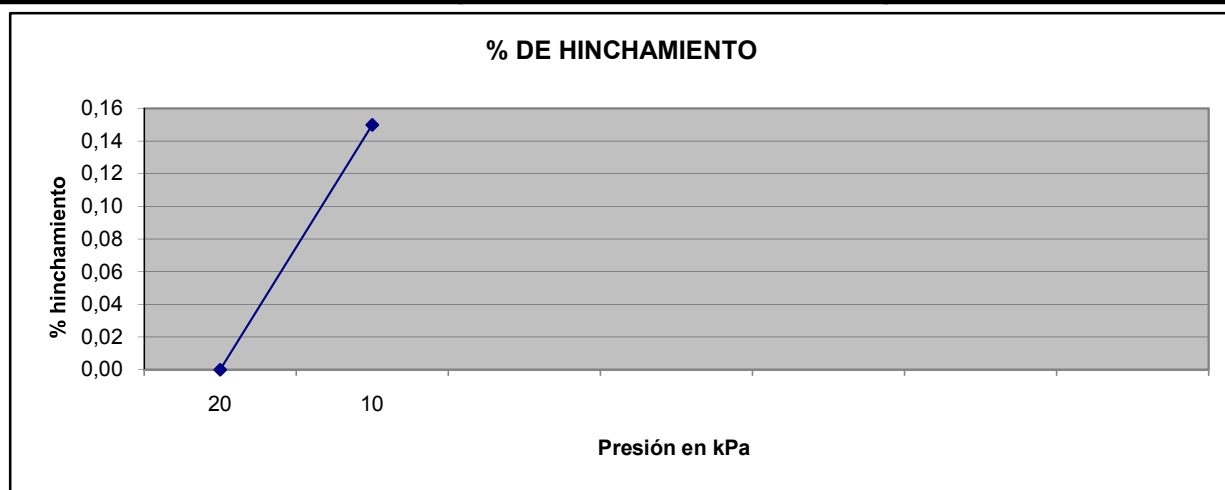
**ENSAYO PARA CALCULAR LA PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
(UNE 103602:1996)**

CLIENTE:	CONSEJERIA DE EDUCACION, CULTURA Y DEPORTES EN CIUDAD REAL	CLIENTE Nº:	6683
OBRA:	EG NUEVA AULA POLIVALENTE CEIP MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA	OBRA Nº:	3992
DATOS MUESTRA:	S-1 - M.I. -1. 1,70 - 2,30 m	ALBARÁN Nº:	50405
MUESTRA Nº:	TM-1118-2021	INFORME Nº:	2021/4443
		HOJA Nº:	1/1

HUMEDAD INICIAL W_i (%)	20,2%
HUMEDAD FINAL W_f (%)	24,3%
DENSIDAD SECA INICIAL (g/cm^3)	1,37
PRESION DE HINCHAMIENTO (KPa)	20

Sección de la probeta (mm^2)	1964,0
Volumen del anillo (cm^3)	39,27
Peso antes de ensayo de la probeta M2A+ANILLO (g)	151,44
Peso después de ensayo de la probeta M2B+ANILLO (g)	153,68
Peso final de la probeta M3+ANILLO (g)	140,60
Peso del anillo portaprobetas M1 (g)	86,82

ESCALONES (Kpa)		HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)
CARGA	1	20	0,00
DESCARGA	2	10	0,03
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		



<u>Observaciones:</u>		
FECHA EMISIÓN INFORME: 20/04/2021	RESPONSABLE TECNICO:	
	Elena Sánchez García	

ANEJO V: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL C.E.I.P
MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA DE ALMAGRO (CIUDAD REAL)**



Ciente: CONSEJ. EDUCACION CULTURA, DEPORTES DE C. REAL Nº Informe: 6683-A-21-13401

SONDEO A ROTACIÓN



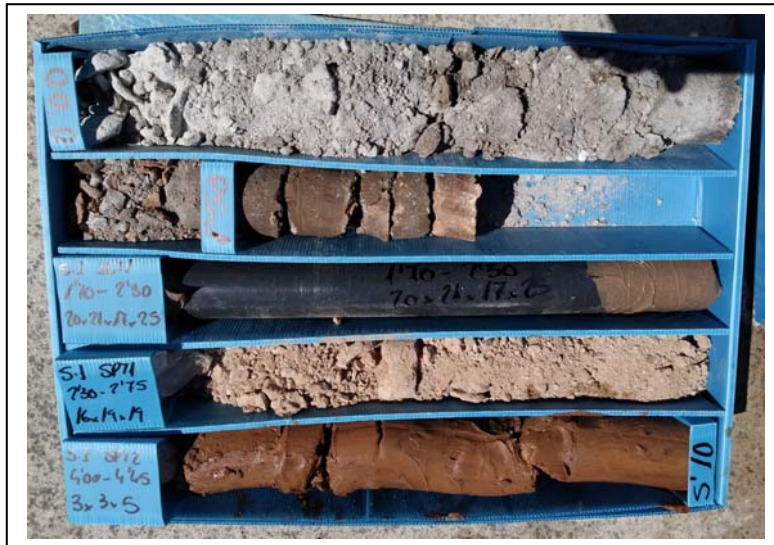
SONDEO 1 - Emplazamiento

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL C.E.I.P
MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA DE ALMAGRO (CIUDAD REAL)**



Cliente: CONSEJ. EDUCACION CULTURA, DEPORTES DE C. REAL Nº Informe: 6683-A-21-13401

SONDEO A ROTACIÓN



S – 1 ; CAJA 1 ; DESDE 0.00 A 5.10m



S – 1 ; CAJA 2 ; DESDE 5.10 A 8.00m

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL C.E.I.P
MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA DE ALMAGRO (CIUDAD REAL)**



Cliente: CONSEJ. EDUCACION CULTURA, DEPORTES DE C. REAL N° Informe: 6683-A-21-13401

ENSAYOS DPSH



DPSH- 1 - Emplazamiento

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVA AULA POLIVALENTE EN EL C.E.I.P
MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA DE ALMAGRO (CIUDAD REAL)**



Cliente: CONSEJ. EDUCACION CULTURA, DEPORTES DE C. REAL N° Informe: 6683-A-21-13401

ENSAYOS DPSH



DPSH- 2 - Emplazamiento