



ESTUDIO GEOTÉCNICO

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE
UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO
PARA DESCLASIFICACIÓN DE
RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA
STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)**

CLIENTE: IDOM

FECHA: ENERO-FEBRERO 2.022

REFERENCIA: T-2021224

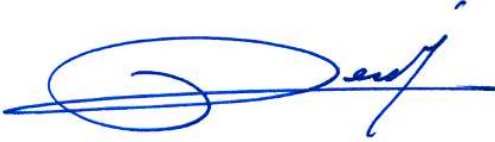


ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Realizado por:	Aprobado por:
Daniel Fernández Suárez  Geólogo – Ingeniero Geólogo	
Fecha: 03-02-2022	

Registro de cambios

Revisión	Fecha	Autor	Modificaciones
0	03-02-22	DFS	Documento inicial



ÍNDICE

1	ANTECEDENTES	6
1.1	INTRODUCCIÓN	6
1.2	DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN	6
1.3	MARCO NORMATIVO	8
1.4	TIPOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN Y PARCELA	8
1.5	OBJETO	9
2	TRABAJOS REALIZADOS	10
2.1	SONDEOS GEOTÉCNICOS	11
2.1.1	TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS	12
2.1.2	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	12
2.1.3	RESULTADOS DE LOS SONDEOS	13
2.1.4	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO D.P.S.H.	15
2.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	16
3	MARCO GEOLÓGICO	17
3.1	SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	17
3.2	GEOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO	20
3.3	HIDROGEOLOGÍA	21
4	CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	23
5	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	24
5.1	N-0: RELLENOS ANTRÓPICOS	24
5.2	N-1: DEPÓSITOS DE TERRAZA FLUVIAL	39
5.3	N-2: SUSTRATO TERCIARIO	53
5.4	ANÁLISIS DE LA AGRESIVIDAD DE SUELO Y AGUAS	60
5.5	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES	60
6	NIVEL FREÁTICO	61
7	EXCAVABILIDAD	62
8	ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN	63
9	CIMENTACIÓN	63



T-2021224

9.1 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO: DEPÓSITOS DE TERRAZA FLUVIAL	64
9.2 MÓDULO DE BALASTO VERTICAL DE LA CIMENTACIÓN	68
9.3 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DE LA UNIDAD GEOTÉCNICA N-2: SUSTRATO ROCOSO	71
9.4 CIMENTACIÓN PROFUNDA: SUSTRATO ROCOSO TERCIARIO	72
9.4.1 MICROPILOTES	72
9.4.2 PILOTES PERFORADOS Y HORMIGONADOS <i>IN SITU</i>	73
9.5 MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL	74
9.6 COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO	75
9.7 EXPANSIVIDAD Y COLAPSABILIDAD	77
9.8 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN	77
9.9 ACCIONES SÍSMICAS	78
10 DRENAJE	82
11 GRADO DE EXPOSICIÓN AL RADÓN	82
12 CONCLUSIONES	83
13 REFERENCIAS	87

APÉNDICES

APÉNDICE I. – PLANOS

APÉNDICE II. – REGISTRO DE LOS SONDEOS

APÉNDICE III. – ACTAS ENSAYOS DPSH

APÉNDICE IV. – ACTAS ENSAYOS DE LABORATORIO

APÉNDICE V. – REPORTAJE FOTOGRÁFICO



1 ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe ha sido redactado por GEODRILLING SERVICES S.L. a petición de **IDOM**, para el PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN DE RESIDUOS DE MUY BAJA ACTIVIDAD (RBBA) Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS), con objeto de establecer las condiciones geotécnicas del terreno donde se ubicará la vivienda.

1.2 DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN

La zona donde se llevarán a cabo las construcciones proyectadas, se sitúa en el interior de la parcela en la cual se ubica la central nuclear de Garoña, con referencia catastral 3162101VN8336S.



Figura 1. Mapa de la provincia de Burgos indicando la ubicación del emplazamiento.

T-2021224

Concretamente, las coordenadas U.T.M. del punto medio de la parcela, sistema de referencia WGS84, son 29T X 483.425 Y 4.735.985. La parcela donde se ubica la central nuclear de Santa María de Garoña, presenta una superficie total de unos 610.000 m², rodeada por el río Ebro, situándose la zona de actuación en el extremo noreste de la parcela, a una cota de unos 524-525 m.s.n.m. con una topografía prácticamente llana.

En el Apéndice V: REPORTAJE FOTOGRÁFICO, se puede observar el estado de los emplazamientos en el momento de llevar a cabo las prospecciones de campo.

En la Figura 2 se puede observar una vista aérea de la zona indicando la ubicación de la parcela donde se ubica la central nuclear de Santa María de Garoña, situándose los terrenos objeto de este estudio en el interior de la misma.

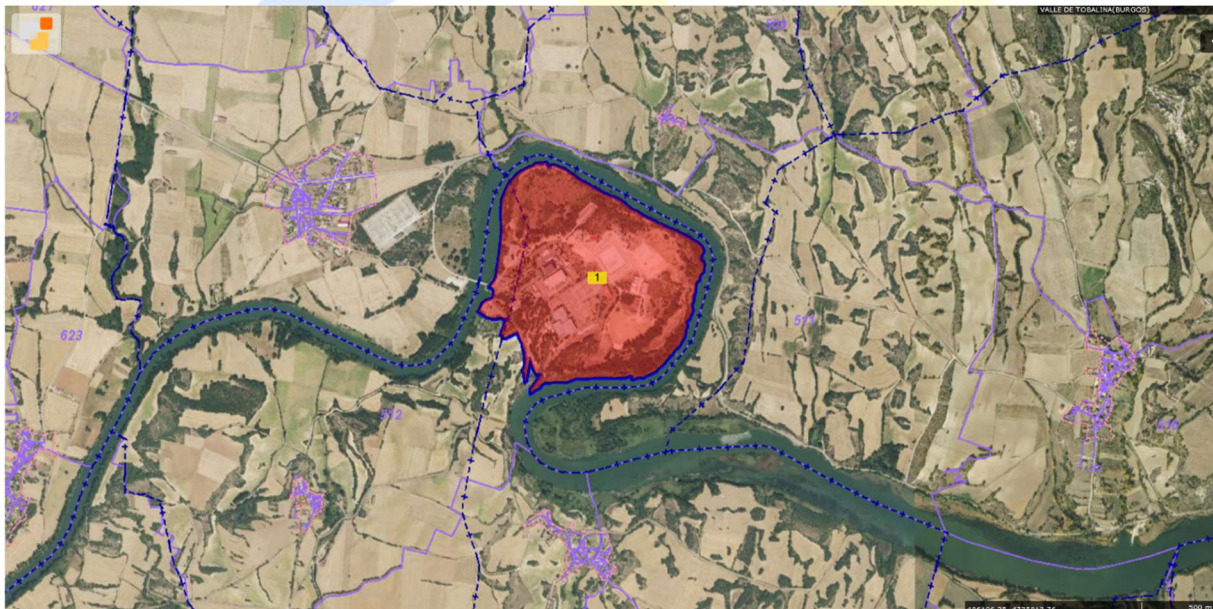


Figura 2. Fotografía aérea de la zona indicando la ubicación de la parcela con un sombreado rojo. Fotografía extraída de la Dirección General del Catastro.

Según la información proporcionada, se ha proyectado la construcción de un almacén para Residuos de muy baja actividad (RBBA) y de un edificio blindado para desclasificación de residuos. El almacén, tendrá una tipología de nave industrial, con estructura metálica a base de pórticos separados entre 7 y 9 metros; cubierta a dos aguas, altura de cumbre de unos 9 metros, altura libre de unos 7 metros, zócalo perimetral de panel prefabricado de hormigón de 15 cm hasta tres metros de altura, resto del cerramiento y cubierta con panel sándwich. La construcción será diáfana, sin forjados intermedios ni pilares. El edificio de desclasificación, tendrá un cerramiento lateral con muro de hormigón de 50 cm y

T-2021224

cubierta con prelosa armada de 20 cm. Presentará la misma altura libre que en el caso del almacén.

En el siguiente plano de replanteo facilitado por el peticionario, se pueden comprobar las dimensiones de la nave y el edificio proyectado:

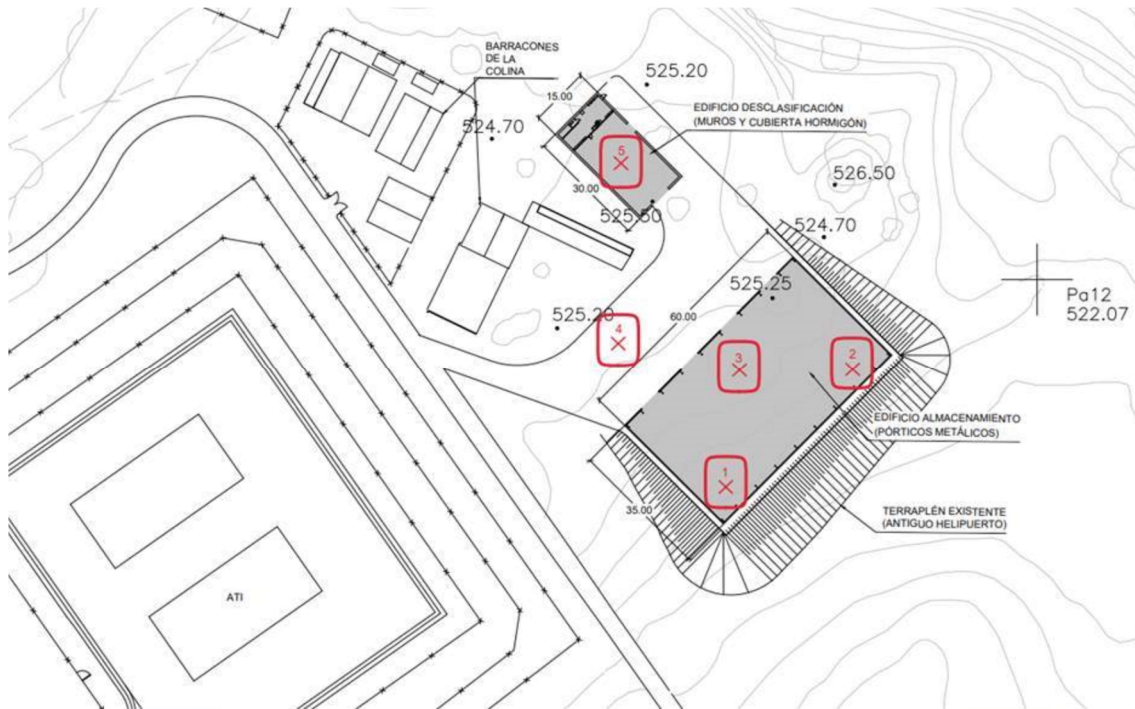


Figura 3. Plano de replanteo.

1.3 MARCO NORMATIVO

El presente estudio se enmarca dentro de la siguiente normativa:

- 🕒 Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimentaciones. Ministerio de Vivienda. Marzo de 2006.
- 🕒 Código Estructural (2021). Ministerio de la Presidencia.
- 🕒 Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (2002). Ministerio de Fomento.

1.4 TIPOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN Y PARCELA

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural – Cimientos (2006) según el Real Decreto 314/2006, el presente estudio geotécnico corresponde a las características:



T-2021224

Ubicación: C.N. GAROÑA (BURGOS).

Número de plantas sobre rasante: 9 m altura a cumbrera \approx 3 plantas.

Número de plantas bajo rasante: 0.

Superficie construida: Nave Almacén 2.100 m² – Edificio desclasificación (450 m²).

Tipo de construcción: C-1 'Otras construcciones de más de 300 m²'.

Tipo de terreno: T-2 'Terrenos intermedios', debido a la presencia de rellenos antrópicos con espesor esperable inferior a los 3 m.

Dimensiones de la edificación: Nave Almacén 35x60 m – Edificio desclasificación 15x30 m.

Edificaciones colindantes: No presentan.

Pendiente del terreno natural: 0°.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes condicionantes del estudio geotécnico a realizar:

Número mínimo de puntos de reconocimiento: 6

Número mínimo de sondeos: 3

Distancia máxima entre puntos de investigación: 35 m

Por tanto, para la realización del presente estudio, teniendo en cuenta las dimensiones de la construcción y las características del terreno, se prevé llevar a cabo una campaña de prospección constituida por un total de **SIETE puntos de investigación, que se corresponden con TRES sondeos geotécnicos y CUATRO ensayos de penetración dinámica superpesada**, cumpliendo por tanto las disposiciones incluidas en los párrafos 2 a 5 del apartado 3.2.1 y párrafo 2 del apartado 3.2.2 del CTE DB:SE-C.

1.5 OBJETO

El objeto de este informe es exponer los resultados del estudio, describiendo los trabajos y reconocimientos efectuados, así como la composición y características del subsuelo deducidos a partir de éstos, determinar la presencia y situación del nivel freático y presentar los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.

Finalmente, efectuado el análisis de toda la información obtenida, se darán las recomendaciones oportunas para la ejecución de la obra: parámetros resistentes, excavabilidad, condiciones de cimentación, agresividad al hormigón, así como



T-2021224

cualquier otro problema que pueda plantear el subsuelo existente en la zona de estudio.

Los trabajos se han realizado con sujeción a lo dispuesto en la legislación y normativa vigentes.

2 TRABAJOS REALIZADOS

En primer lugar, se ha examinado la información facilitada por el peticionario, así como toda aquella documentación bibliográfica y cartográfica que se ha recopilado de la geología general del área.

A continuación, se ha llevado a cabo una campaña de reconocimiento para la interpretación geotécnica del terreno de la zona de estudio, la cual ha constado inicialmente de TRES sondeos geotécnicos y CUATRO ensayos de penetración dinámica DPSH.

Durante la fase de ejecución de las prospecciones, debido al rechazo superficial producido en el ensayo DPSH P-4 por la presencia de rellenos antrópicos, se decidió realizar en la misma posición, un sondeo corto hasta su empotramiento en roca, denominado S-4.

La ubicación exacta de cada ensayo se puede comprobar en el plano Situación de los Ensayos que se incluye en el Apéndice A-1: PLANOS.

En la Tabla 1 se incluye un cuadro resumen con los distintos reconocimientos de campo realizados, incluyendo las coordenadas U.T.M. aproximadas de la ubicación de cada ensayo ¹, obtenidas a partir de la información cartográfica incluida en la Dirección General del Catastro:

Tabla 1. Resumen de los trabajos *in situ* realizados. S → Sondeo, P → Ensayo DPSH, SPT → Ensayo de penetración estándar, MI → Muestra Inalterada, TP → Testigo Parafinado.

Ensayo	Fecha de ejecución	X	Y	Z	Profundidad alcanzada (m)	Observaciones
S-1	14/01/2022	483.453	4.735.993	525	18,70	SPT1 (1,2-1,8) TP1 (4,3-4,7) TP2 (8,4-9,0) TP3 (11,4-12,0)
S-2	13/01/2022	483.443	4.735.936	525	19,00	MI1 (1,2-1,8) SPT1 (1,8-2,4) MI2 (4,3-4,9) SPT2 (4,9-5,5) MI3 (7,2-7,8) SPT3 (7,8-7,86)

¹ Datum ETRS89 elipsoide de referencia de WGS84, coordenadas UTM huso 30T.



T-2021224

Ensayo	Fecha de ejecución	X	Y	Z	Profundidad alcanzada (m)	Observaciones
						TP1 (10,3-10,5) TP2 (14,2-14,7)
S-3	17/01/2022	483.406	4.736.027	524	19,30	MI1 (1,4-2,0) SPT1 (2,0-2,6) SPT2 (4,3-4,37) TP1 (9,1-9,6) TP2 (15,2-15,7) TP3 (17,7-18,1)
S-4	18/01/2022	483.389	4.736.029	524	7,65	MI1 (1,2-1,8) SPT1 (1,8-2,4) SPT2 (3,0-3,06) SPT3 (6,5-6,7) TP1 (7,4-7,65)
P-1	11/01/2022	483.476	4.735.971	525	8,16	Rechazo
P-2	11/01/2022	483.571	4.735.948	525	9,56	Rechazo
P-3	11/01/2022	483.416	4.735.953	525	5,04	Rechazo
P-4	11/01/2022	483.389	4.736.029	524	0,38	Rechazo

2.1 SONDEOS GEOTÉCNICOS

Se han llevado a cabo la ejecución de CUATRO sondeos geotécnicos, con una perforación total de 64,65 m, lográndose una recuperación de testigo del 90-100 %.

Los trabajos de perforación se han llevado a cabo por medios propios de GEODRILLING SERVICES, S.L., acreditada en el área GTC, con sondas marca ROLATEC modelo RL-400 autopropulsada mediante orugas de goma y montadas sobre camión, dotadas con baterías sacatestigos sencilla tipo B y doble tipo T (según normas ASTM D2113-99 y XP P94-202), con tubos de 1 y 3 m de longitud. Como útil de corte se utilizaron coronas de widia de 101 mm de diámetro exterior, realizando la perforación en seco siempre que ha sido posible y con entubación de revestimiento de 113 mm de diámetro exterior.

El terreno extraído durante la perforación ha sido debidamente almacenado en cajas de plástico de 60x40 cm diseñadas para tal fin, con objeto de llevar a cabo la testificación y control fotográfico de las mismas, así como su almacenamiento.

Las fotografías de los emplazamientos de la máquina en los puntos de sondeo, así como las fotografías de las cajas de los testigos, se incluyen en el Apéndice II: REGISTRO DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS.

La situación en planta de los sondeos se recoge en el plano Situación de los Ensayos que se incluye en el Apéndice I: PLANOS.



T-2021224

Durante la ejecución de los sondeos, se ha llevado a cabo la realización de ensayos de penetración estándar (8 ud) y se han extraído muestras inalteradas (4 ud), así como se han seleccionado testigos de roca (9 ud).

2.1.1 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS

El toma muestras presenta una longitud normalizada de 600 mm, un diámetro exterior de 78 mm para tubos de PVC de 63 mm de diámetro exterior, con un diámetro final de la muestra de 58 mm (según norma XP P94-202). Para ello, se emplea un tubo toma muestras seccionado en tres tramos roscados que se clava en el terreno en cuatro tramos de 15 cm cada uno con el mismo dispositivo usado en el ensayo S.P.T. Este tubo de acero permite alojar en su interior un tubo porta muestras de PVC encapsulado, cuya extracción se realiza con gran facilidad

La diferencia entre las características del tubo toma muestras y la cuchara empleada en el S.P.T. permite considerar la correlación aproximada $N_{SPT}=0,5 \cdot N_{MI}$, donde N_{MI} indica la cantidad de golpes necesarios para clavar el tubo en el tramo central de 30 cm.

2.1.2 ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

Cada 3 m de profundidad aproximadamente, se llevó a cabo un ensayo de penetración estándar con cuchara seccionada normalizada siguiendo la metodología incluida en la norma UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014.

Este ensayo consiste en golpear una cuchara estándar mediante una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 76,2 cm. Previamente se realizan unas señales de forma que se diferencien tres tramos de 15 cm cada uno. El toma muestras SPT utilizado presenta una longitud normalizada de 500 mm y un diámetro exterior de 51 mm.

El resultado del ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para introducir la cuchara en el terreno cada tramo de 15 cm. La primera serie de golpes no se contabiliza puesto que se considera que el terreno en esta zona resulta alterado por la rotación de la corona del sondeo. Se contabiliza el golpeo de las dos series siguientes, cuya suma será el valor N_{SPT} y, por lo tanto, equivale al número de golpes necesarios para profundizar la cuchara 30 cm en el terreno.

En la siguiente figura se pueden observar y comparar gráficamente los resultados obtenidos de los ensayos SPT realizados en cada sondeo, y la correlación del golpeo de las muestras inalteradas con este:

T-2021224

Relación N_{SPT} - profundidad

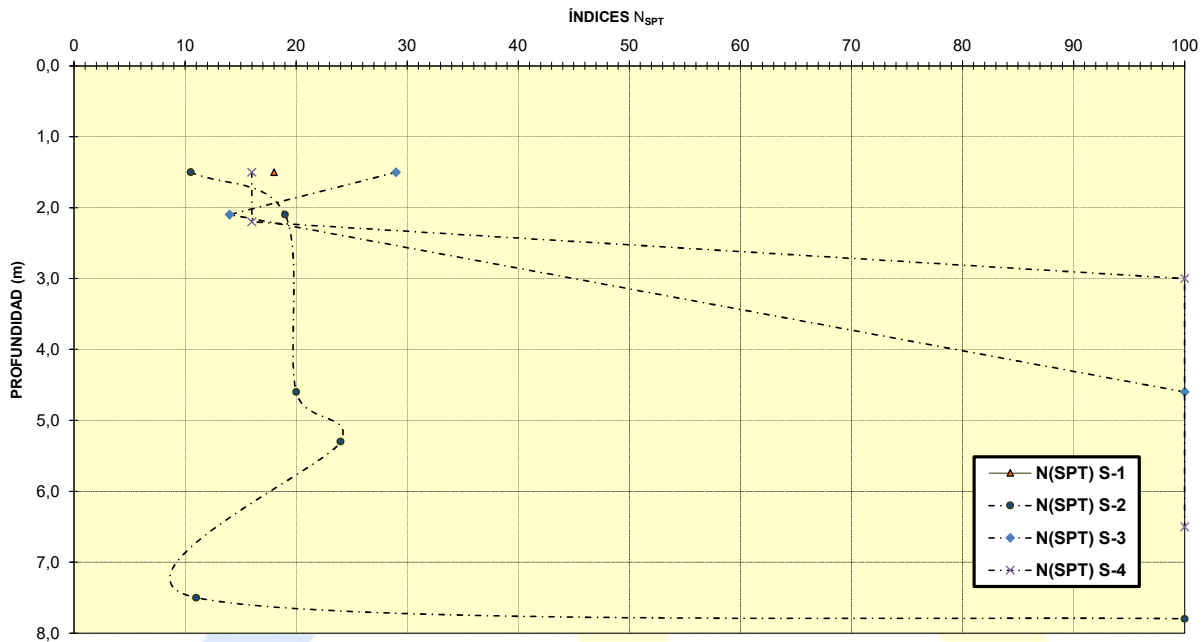


Figura 4. Golpeos N_{SPT} en función de la profundidad de los ensayos realizados.

2.1.3 RESULTADOS DE LOS SONDEOS

En las Tablas 2 a 5 se incluye un resumen de los niveles atravesados en los sondeos realizados:

Tabla 2. Ficha resumen de resultados del SONDEO 1.

Tramo (m)	Litología
0,00 – 2,70	Relleno antrópico. Formado por gravas, arenas y limos de color marrón-ocre. Las gravas (centil 1-4 cm) son de naturaleza poligénica y forma subredondeada. La compacidad es densa. SPT1 (1,2-1,8): 9-11-7-9
2,70 – 8,40	Terrazas fluviales del Pleistoceno. Formado por arenisca de color ocre alterada en grado I-II. El tamaño de grano es de fino a muy grueso, formando secuencias granocrecientes en profundidad. TP1 (4,3-4,7)
8,40 – 18,70	Sustrato rocoso Terciario. Formado por calizas de color gris-ocre meteorizadas en grado I-II. En algunos tramos la caliza es algo arenosa. TP2 (8,4-9,0) TP3 (11,4-12,0)



T-2021224

Tabla 3. Ficha resumen de resultados del SONDEO 2.

Tramo (m)	Litología
0,00 – 4,00	Relleno antrópico. Formado por gravas, arenas y limos de color ocre a amarillento. Las gravas (centil 1-5 cm) son de naturaleza poligénica y forma subredondeada. La compactación es medianamente densa. MI1 (1,2-1,8): 5-10-11-14 SPT1 (1,8-2,4): 6-8-11-17
4,00 – 7,86	Terrazas fluviales del Pleistoceno. Formado por arenas rojas, marrones y blanquecinas de grano grueso a fino con presencia de gravas de 1-2 cm de forma subredondeada. La consistencia es densa. MI2 (4,3-4,9): 4-14-26-44 SPT2 (4,9-5,5): 9-10-14-12 MI2 (7,2-7,8): 11-11-11-15 SPT2 (7,8-7,86): R
7,86 – 19,00	Sustrato rocoso Terciario. Formado por caliza margosa de color grisáceo alterada en grado II-III. Los primeros 60 cm la roca aparece alterada en grado IV-V. TP1 (10,3-10,5) TP2 (14,2-14,7)

Tabla 4. Ficha resumen de resultados del SONDEO 3.

Tramo (m)	Litología
0,00 – 0,60	Relleno antrópico. Formado por gravas, arenas y limos de color ocre. Las gravas (centil 1-5 cm) son de naturaleza poligénica y forma subredondeada. La compactación es blanda y la plasticidad baja.
0,60 – 4,50	Terrazas fluviales del Pleistoceno. Constituido por arenas de color naranja a ocre con presencia de cantos subredondeados de naturaleza cuarcítica. La compactación es medianamente densa. MI1 (1,4-2,0): 13-28-30-28 SPT1 (2,0-2,6): 14-6-8-13 SPT2 (4,3-4,37): R
4,50 – 17,30	Sustrato rocoso Terciario. Formado por caliza margosa de color grisáceo alterada en grado II-III. Los primeros 20 cm la roca aparece alterada en grado IV-V. TP1 (9,1-9,6) TP2 (15,2-15,7)
17,30 – 19,30	Sustrato rocoso Terciario. Formado por arenisca de grano medio a grueso de color ocre. TP3 (17,7-18,1)

Tabla 5. Ficha resumen de resultados del SONDEO 4.

Tramo (m)	Litología
0,00 – 0,60	Relleno antrópico. Formado por gravas, arenas y limos de color ocre. Las gravas (centil 1-5 cm) son de naturaleza poligénica y forma subredondeada. La compactación es medianamente densa y la plasticidad baja.
0,60 – 2,40	Terrazas fluviales del Pleistoceno. Constituido por arenas de color rojizo a ocre de tamaño de grano medio a grueso, con presencia de cantos de forma subredondeada y naturaleza cuarcítica. La compactación es medianamente densa. MI1 (1,2-1,8): 20-15-17-16 SPT1 (1,8-2,4): 6-5-11-17 SPT2 (3,0-3,06): R



T-2021224

Tramo (m)	Litología
2,40 – 7,65	Sustrato rocoso Terciario. Formado por arenisca de grano medio a muy grueso de color rojo a ocre alterada en grado II-IV. Hasta los 6,50 m se encuentra en un grado de alteración mayor, lo que hace que se recupere en forma de arenas. SPT3 (6,5-6,7): 40-R TP1 (7,4-7,65)

2.1.4 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO D.P.S.H.

Con el fin de realizar la comprobación de la compacidad in situ del subsuelo, se han realizado CUATRO ensayos de penetración dinámica superpesada según norma UNE 103.801/94, llevado a cabo por la empresa GEODRILLING SERVICES, S.L. con un penetrómetro dinámico automático autopropulsado con orugas de goma marca ROLATEC modelo ML76.

El ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. consiste en la hincada de un cono estándar (de sección circular de 20 cm²), mediante la aplicación de golpes propinados por una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 75 cm. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje con su correspondiente puntaza en el suelo. La secuencia se repite hasta alcanzar la profundidad de investigación deseada, o bien hasta obtener el rechazo de la hincada (entendiendo por rechazo un valor de 100 golpes sin profundizar en el terreno, tres valores consecutivos superiores a 75 golpes o cuando se obtenga un par de rozamiento al girar el varillaje una vuelta y media superior a los 200 N·m). Cada secuencia de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje en el subsuelo se identifica por el símbolo NDPSH, al que se le asocia el número de golpes obtenido en el correspondiente intervalo de ensayo.

El número de golpes necesarios ofrece una orientación cualitativa sobre la compacidad del terreno, aunque los valores del golpeo dependen de la profundidad a la que se realiza la prueba, debido al mayor confinamiento que produce el terreno suprayacente. Por este motivo, los valores de golpeo realizados a cierta profundidad deberán ser corregidos debidamente.

En la Tabla 1 se indica la profundidad final alcanzada por el ensayo realizado, mientras que los resultados obtenidos y fotografía del emplazamiento del equipo durante la ejecución del ensayo, pueden consultarse en el Apéndice III: ACTAS DE LOS ENSAYOS DPSH.

En la siguiente figura se pueden observar y comparar gráficamente los resultados obtenidos:

T-2021224

Golpeos DPSH - Profundidad

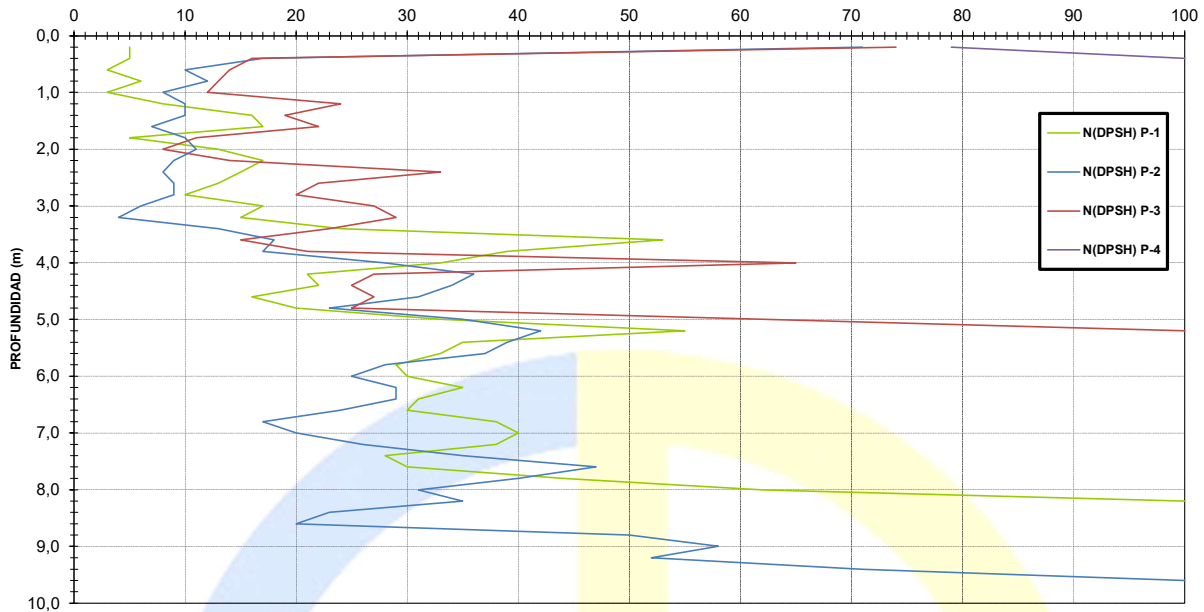


Figura 5. Golpeos N_{DPSH} en función de la profundidad del ensayo realizado.

La situación en planta del ensayo se recoge en el plano Situación de los Ensayos que se incluye en el Apéndice I: PLANOS.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

La Tabla 6 muestra la cantidad y tipo de ensayos de laboratorio que han sido realizados para la elaboración de este estudio.

Tabla 6. Ensayos de laboratorio realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Rocas de LACOTEC, S.A.L.

Ensayos de Laboratorio	Unidades
Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 103 101.	6
Determinación de los límites de Atterberg. UNE 103.103y104.	6
Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa. UNE 103 300.	12
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática. UNE 103 301.	12



T-2021224

Ensayos de Laboratorio	Unidades
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo. UNE 103 400-93.	1
Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo de corte directo tipo UU. UNE 103 401-98.	1
Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo de corte directo tipo CU. UNE 103 401-98.	1
Ensayo de colapso en suelos. NLT-254/99.	3
Determinación del hinchamiento libre de un suelo en edómetro. UNE 103 601-96.	3
Determinación de la presión máxima de hinchamiento de un suelo en edómetro. UNE 103 602-96.	3
Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial (compresión simple) de una probeta de roca. UNE 22 950-1-90.	9
Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo. UNE 103 201-96.	4
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully en suelos. EHE-08 Anejo 5.	4
Análisis químico completo de un agua para determinar su agresividad hacia el hormigón, incluyendo pH, residuo seco, sulfatos, magnesio, dióxido de carbono libre y amonio.	1

Los ensayos realizados, han sido efectuados siguiendo los métodos y la normativa vigente. Los resultados se presentan en el Apéndice IV: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

3 MARCO GEOLÓGICO

3.1 SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL

Para el estudio de la geología de la parcela, se han consultado documentación previa disponible de la zona elaboradas por Vera, J. A. et al (2004), Aramburu, C. y Bastida, F. (1995) y Gutiérrez-Claverol, M. et al (2002), así como la hoja nº237 (Castrogeriz) de la serie de mapas geológicos de España a escala 1:50.000 (I.G.M.E.).



ESTUDIO GEOTÉCNICO

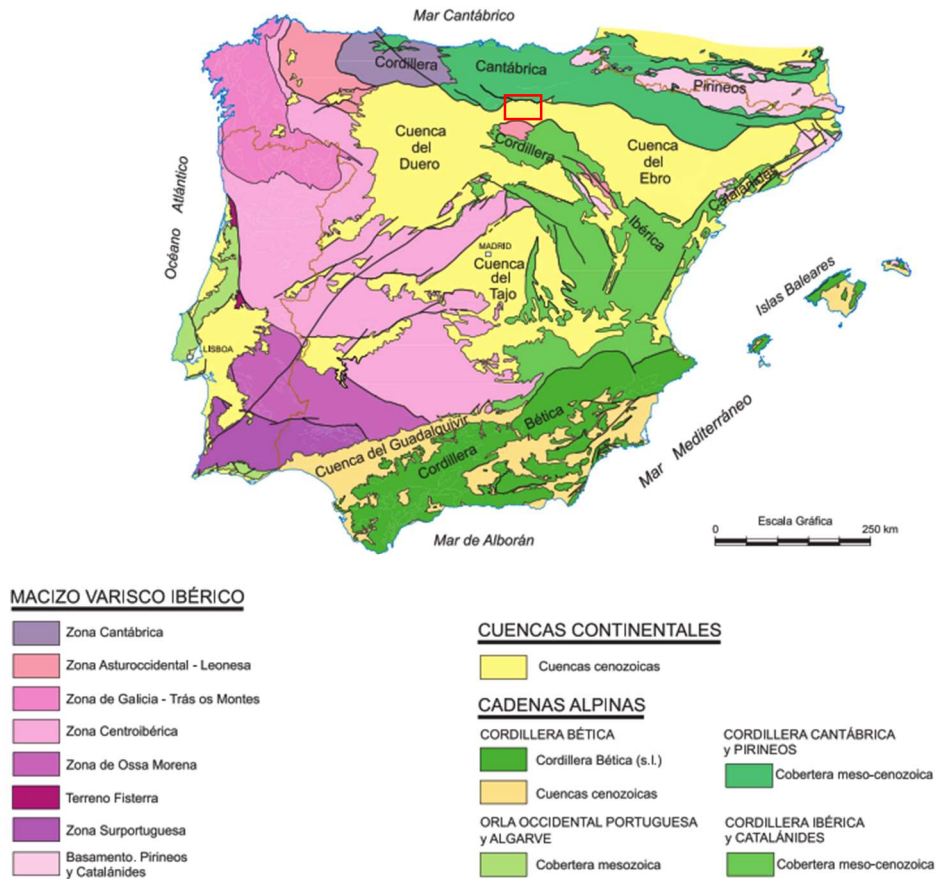
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio pertenece al relleno Terciario de la depresión del Ebro-Rioja, constituida por depósitos del Mioceno, con delgados depósitos del Cuaternario relacionados con la red fluvial.

PRINCIPALES UNIDADES GEOLÓGICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES



T-2021224

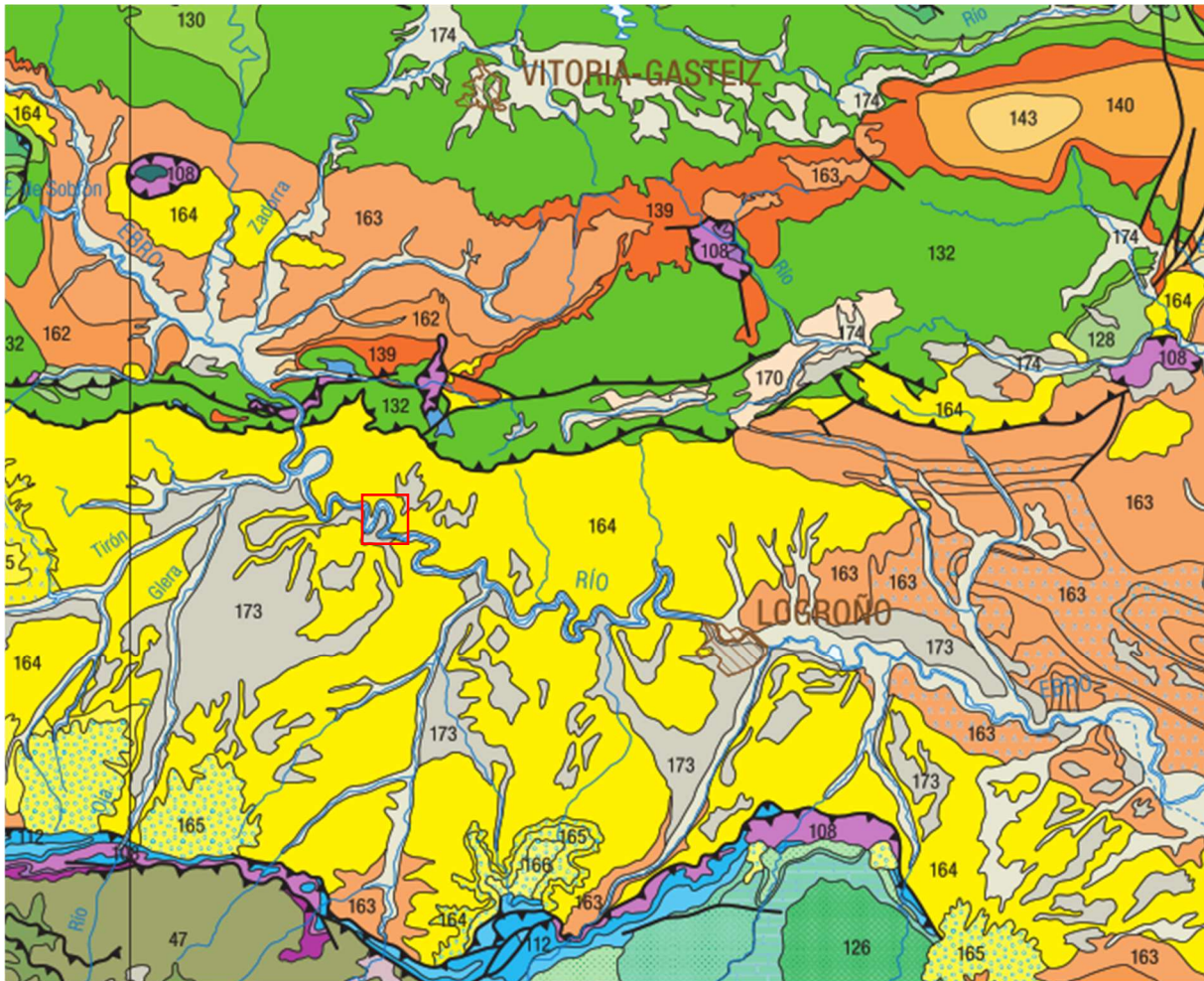


Figura 6. Esquema Geológico general de las principales unidades de la península ibérica y detalle de la zona de estudio (basado en Julivert, 1971a; tomado de 'Geología de España'). Se indica con un recuadro rojo la ubicación aproximada de la zona de estudio.

Se trata en esta zona, de una serie de depósitos discordantes sobre el Oligoceno, constituida por arcillas, calizas, margas y areniscas caracterizadas fundamentalmente por sus colores blanquecinos. Sobre esta, y también discordante, aflora un tramo terrígeno, compuesto por areniscas amarillentas en paleocanales con arcillas y limolitas con alguna pasada margosa intercalada. Ocasionalmente, también pueden intercalarse pasadas conglomeráticas. Sobre este tramo, lo niveles conglomeráticos se hacen predominantes con intercalaciones de arcillas blanquecinas.

Sobre estos depósitos terciarios, se han cartografiado terrazas fluviales del Pleistoceno del río Ebro, constituidas por cantos y bolos de cuarcitas y cuarzo subredondeados englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos pardo rojizos.

T-2021224

3.2 GEOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO

Desde un punto de vista litoestratigráfico, en la zona que nos ocupa nos encontramos sobre depósitos terciarios del Mioceno.

En la Figura 7, se puede comprobar la situación geológica del área objeto de estudio a partir de una ampliación del Mapa Geológico de España (hoja nº136, Oña), a escala 1/50.000, realizado por el I.G.M.E., que incluye la zona de estudio. En la Figura 8 se incluye la leyenda del mapa.

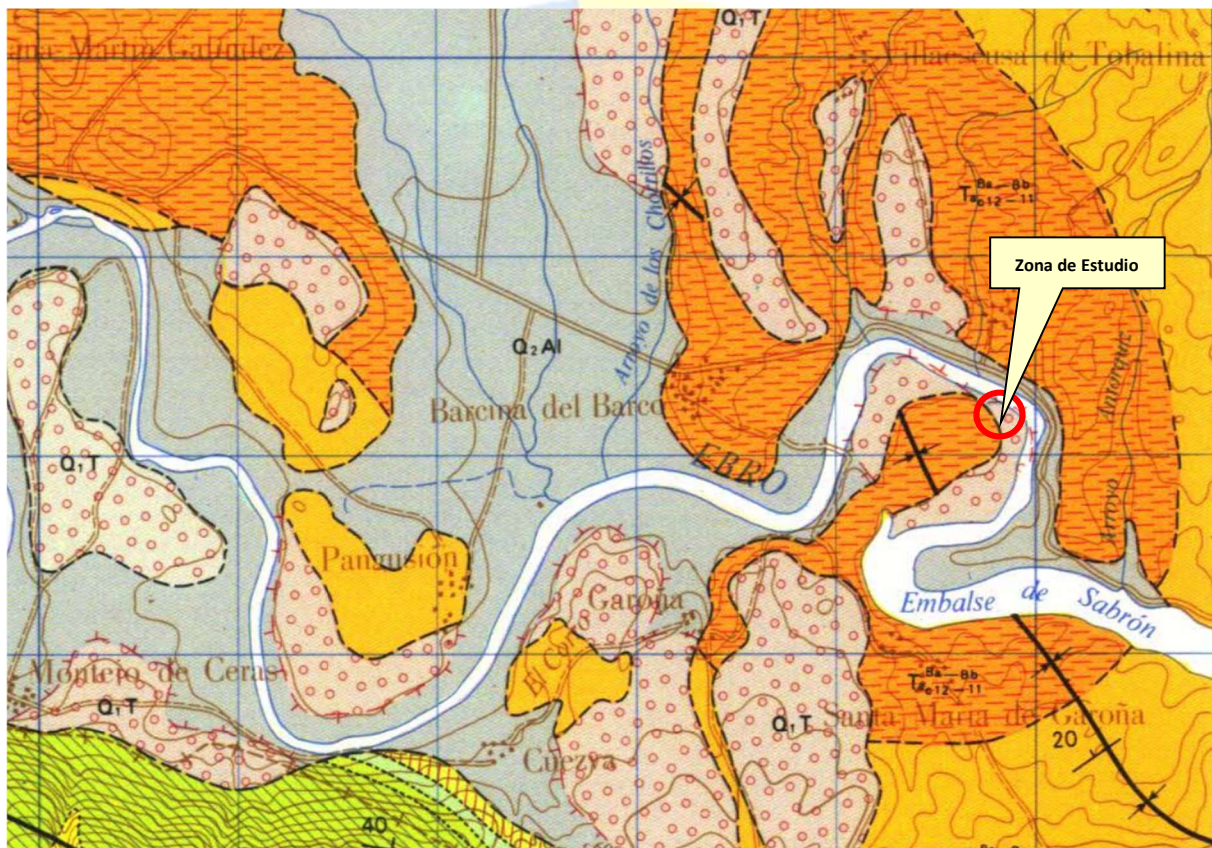


Figura 7. Mapa geológico de la zona objeto de estudio, indicando la ubicación aproximada de la parcela.

T-2021.224

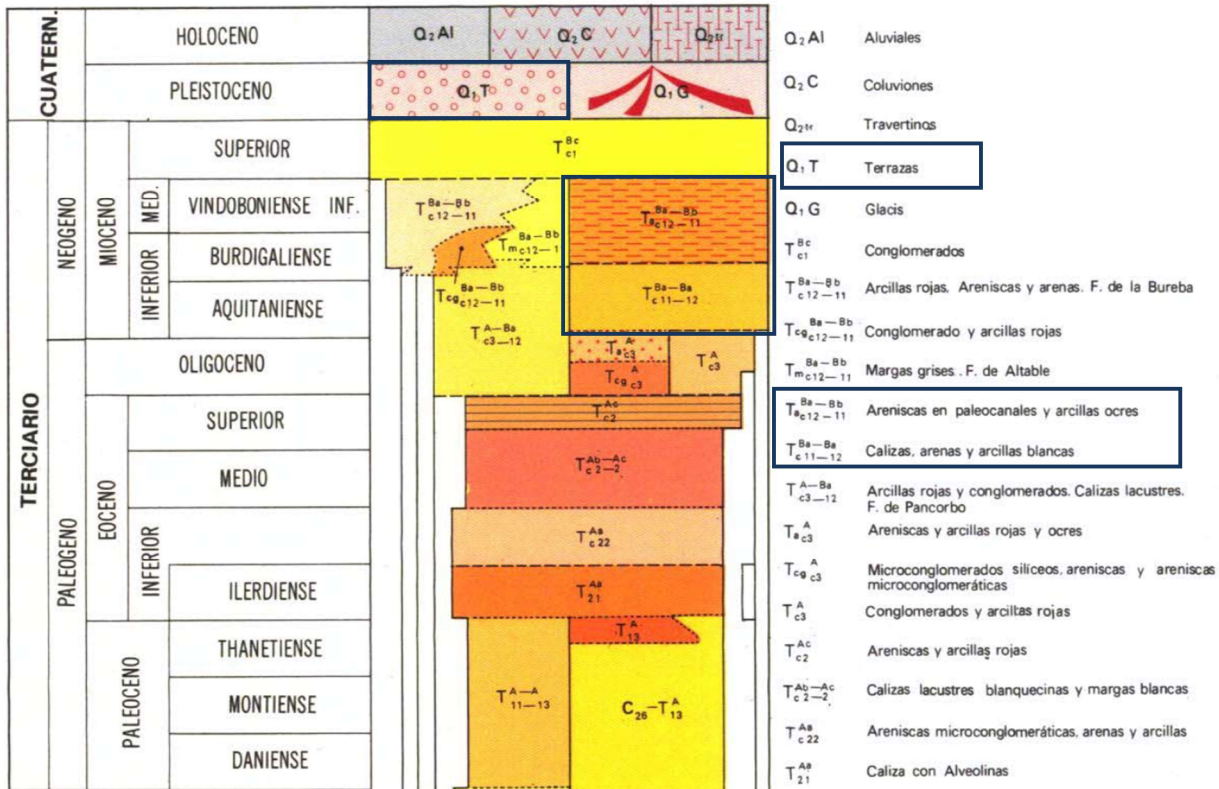


Figura 8. Leyenda del mapa geológico indicando las litologías existentes en la zona de estudio.

Por tanto, litológicamente pueden distinguirse los siguientes materiales en la zona de estudio a partir de la bibliografía consultada y los trabajos de campo realizados:

- ⌚ Depósitos Terraza fluvial (Pleistoceno): Se trata de arenas de tonos pardo rojizos con cantos y gravas redondeadas cuarcíticas.
- ⌚ Sustrato Terciario (Mioceno): Se trata de areniscas y calizas arenosas con pasadas de niveles margosos, arcillas y limolitas.

3.3 HIDROGEOLOGÍA

Desde un punto de vista hidrogeológico, en el conjunto sedimentario descrito en el apartado anterior, se distinguen dos tipos de acuíferos; superficiales o libres, y acuíferos profundos confinados o semiconfinados, asociados a niveles terrígenos terciarios con morfologías lenticulares. Estos están relacionados estrechamente entre sí y en muchos casos su diferenciación es arbitraria.

De las unidades hidrogeológicas diferenciadas por el I.G.M.E., la zona de estudio estaría formada por un conjunto de capas lenticulares permeables (arenas, gravas...) englobadas en una matriz más o menos semipermeable,

T-2021224

comportándose a nivel regional como un gran acuífero heterogéneo y anisótropo, confinado a semiconfinado según las zonas. La recarga de este sistema se realiza principalmente a partir de la infiltración del agua de lluvia.

Nuestra zona de estudio se ubicaría por tanto sobre materiales superficiales aluviales recubriendo el sustrato terciario Mioceno, por lo que nos situaríamos sobre un acuífero superficial asociado a los terciarios.

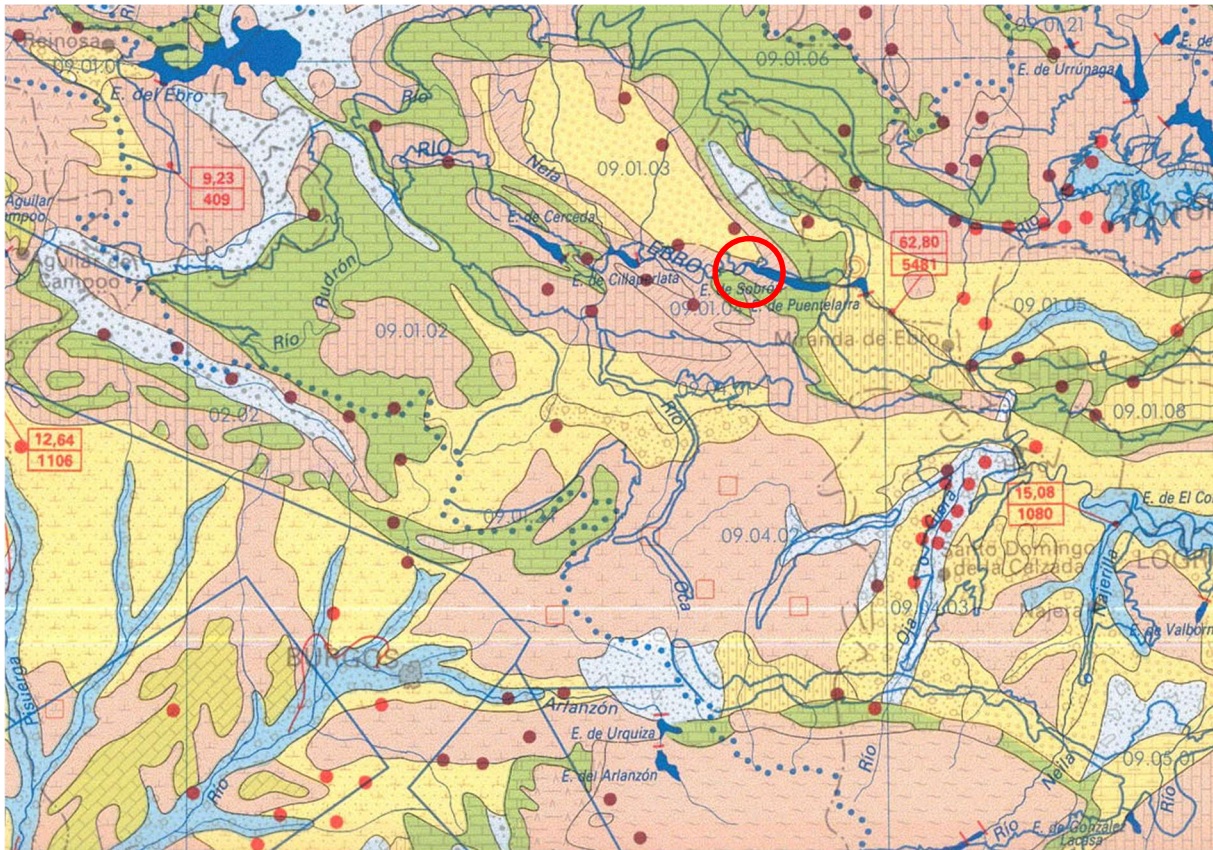


Figura 9. Recorte del mapa hidrogeológico de la zona de estudio.

T-2021224

A: FORMACIONES DETRÍTICAS PERMEABLES EN GENERAL NO CONSOLIDADAS

- A-1** Acuíferos generalmente extensos, muy permeables y productivos.
- A-2** Acuíferos extensos, discontinuos y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos.)

B: FORMACIONES CARBONATADAS PERMEABLES POR FISURACION-KARSTIFICACION

- B-1** Acuíferos muy permeables, generalmente extensos y productivos.
- B-2** Acuíferos extensos, discontinuos y locales, de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos.)

C: FORMACIONES PERMEABLES EN TERRENOS VOLCANICOS

- C-1** Acuíferos muy permeables y productivos.
- C-2** Acuíferos de permeabilidad y producción moderadas.
- C-3** Formaciones permeables con acuíferos cautivos y/o en el contacto con otras formaciones.

D: FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABLES

- D-1** Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad acuíferos de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.
- D-2** Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente un gran interés. Los modernos pueden recubrir en algunos casos, a acuíferos cautivos productivos.

Figura 10. Leyenda del mapa hidrogeológico.

4 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a los resultados de la campaña de reconocimiento del terreno realizada en la zona de estudio, se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

- 🕒 N-0: RELLENOS ANTRÓPICOS.
- 🕒 N-1: DEPÓSITOS DE TERRAZA FLUVIAL.
- 🕒 N-2: SUSTRATO TERCIARIO.

En la Tabla 7 se muestra la profundidad a la que se ha detectado cada uno de estos niveles según los ensayos realizados:

Tabla 7. Profundidad a la que han sido detectados los distintos niveles geotécnicos en la zona según los ensayos *in situ* realizados.

Ensayo	Nivel N-0	Nivel N-1	Nivel N-2
S-1	0,00 – 2,70 m	-	2,70 – >18,70 m
S-2	0,00 – 4,00 m	4,00 – 7,86 m	7,86 – >19,00 m



T-2021224

Ensayo	Nivel N-0	Nivel N-1	Nivel N-2
S-3	0,00 – 0,60 m	0,60 – 4,50 m	4,50 – >19,30 m
S-4	0,00 – 0,60 m	0,60 – 2,40 m	2,40 – >7,65 m
P-1	0,00 – 3,20 m	3,20 – 8,16 m	>8,16 m
P-2	0,00 – 3,80 m	3,80 – 9,56 m	>9,56 m
P-3	0,00 – 2,20 m	2,20 – 5,04 m	>5,04m
P-4	0,00 – >0,38 m	-	-

Los espesores indicados en la tabla anterior en los ensayos DPSH para los niveles de suelos superficiales, han sido interpretados a partir de los golpes obtenidos en estos, así como a partir de los espesores observados en los sondeos más próximos.

En el Apéndice A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS, se describen, de forma más detallada, los materiales detectados en las prospecciones realizadas. La estratigrafía se incluye también en los Perfiles Geológico-Geotécnicos del Apéndice A-1: PLANOS.

A continuación, se describen las principales características geotécnicas que definen cada uno de los niveles diferenciados en el subsuelo investigado.

5 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

5.1 N-0: RELLENOS ANTRÓPICOS

Superficialmente, según los sondeos realizados, se ha detectado un primer nivel de relleno antrópico, los cuales se corresponden en la zona de los sondeos S-3 y S-4, con material compactado para la ejecución del camino existente en la zona, con un espesor de unos 0,60 m, y en la zona de los sondeos S-1 y S-2, con material compactado para la ejecución de la explanada existente en la zona, con un espesor variable de 3-4 m aumentando hacia el este de la parcela.

Respecto a la composición de estos rellenos, mientras en la zona de los sondeos S-3 y S-4, se trata de cantos y gravas en matriz arenosa, en la zona de los sondeos S-1 y S-2, se trata de arenas con gravas compactadas para la formación del terraplén existente en la zona.

En las siguientes fotografías del material extraído de los sondeos, se pueden observar las litologías de los niveles descritos:

T-2021224



Figura 11. Detalle de los niveles de relleno antrópicos en el sondeo nº3 de 0,0 a 0,6 m de profundidad.



Figura 12. Detalle de los niveles de relleno antrópicos en el sondeo nº1 de 1,8 a 2,9 m de profundidad.

En la zona de los sondeos S-3 y S-4, debido a su escaso espesor no se ha realizado ningún muestreo para su caracterización, y el ensayo DPSH P-4 dio rechazo superficialmente.

En la zona de los sondeos S-1 y S-2, se ha obtenido una muestra inalterada, y se han realizado dos ensayos SPT, así como los ensayos DPSH P-1 a P-3 han atravesado este nivel. Por tanto, a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, esta unidad N-0 puede caracterizarse mediante los siguientes parámetros geotécnicos:

ENSAYOS DE LABORATORIO

Según las muestras analizadas, estos niveles están formados por limos de baja plasticidad arenosos, con un contenido en finos variable entre el 49 y 65%, baja plasticidad, resultando un valor promedio para el índice de plasticidad del 2%. Presenta esta unidad una humedad natural del 13% y una densidad húmeda de 21,9 kN/m³.

En la siguiente tabla se incluyen los valores estadísticos obtenidos:



Tabla 8. Valores estadísticos para los ensayos de identificación de la unidad geotécnica N-0.

Estadístico	Densidad aparente	Densidad seca	Humedad	Límites de Atterberg			Granulometría (%)			
	(tn/m ³)	(tn/m ³)		L.L.	L.P.	I.P.	5,0	2,0	0,4	0,08
Número de valores	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Promedio	21,86	19,38	12,8	20,8	19,0	1,9	86,0	83,0	78,5	56,7
Mediana	21,86	19,38	12,8	20,8	19,0	1,9	86,0	83,0	78,5	56,7
Máximo				21,7	21,1	3,1	94,0	90,0	86,0	64,1
Mínimo				19,9	16,8	0,6	78,0	76,0	71,0	49,2
Desviación estándar				1,3	3,0	1,8	11,3	9,9	10,6	10,5
Coef. de variación				0,061	0,160	0,956	0,132	0,119	0,135	0,186

Según la clasificación USCS, esta unidad corresponde principalmente con arenas limosas tipo SM (50%), y limos de baja plasticidad arenosos tipo ML (50%). Respecto al contenido en finos, estos son de muy baja plasticidad con un contenido medio del 57 %, por lo que estos niveles se pueden considerar como suelos cohesivos según AASHTO y USCS. En las siguientes gráficas se pueden comprobar las curvas granulométricas obtenidas en los ensayos realizados y contenidos medios:

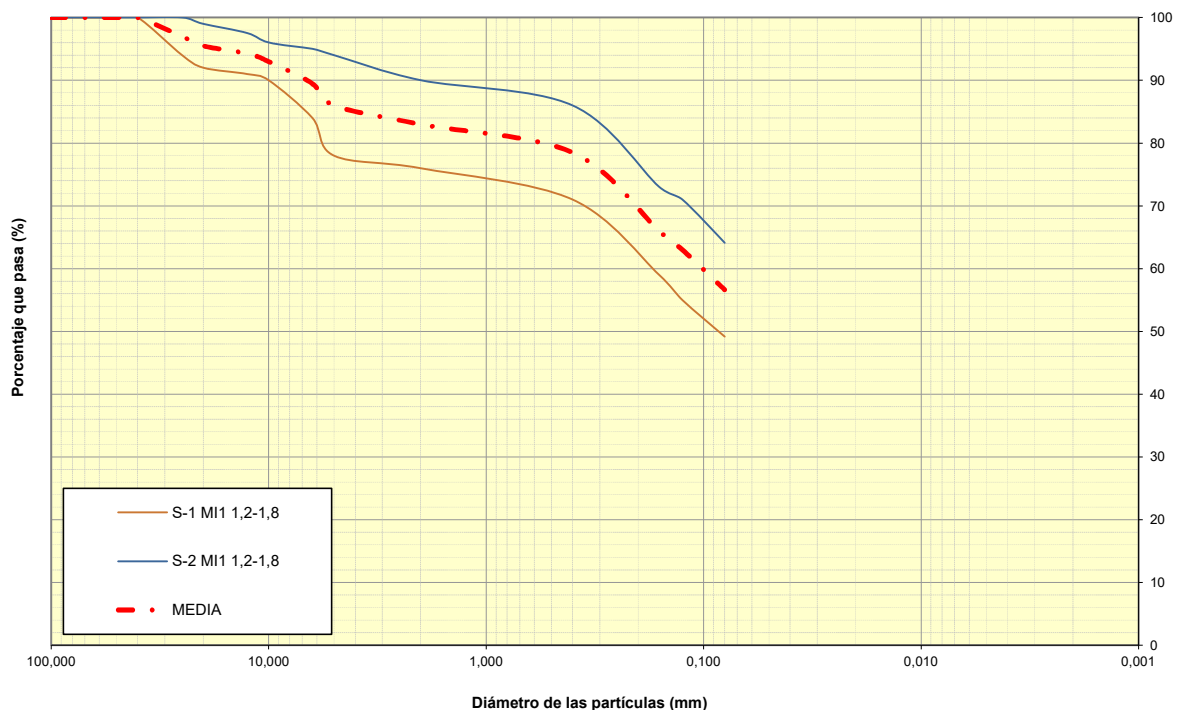


Figura 13. Curvas granulométricas para el nivel N-0.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

IDOM

T-2021224

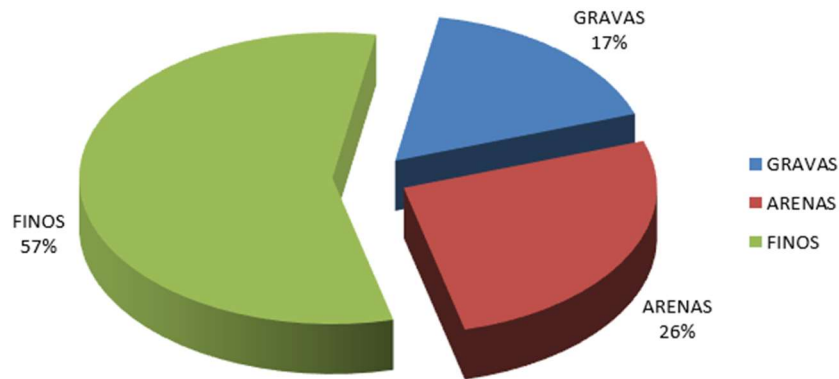


Figura 14. Contenido en fracciones granulométricas para el nivel N-0.

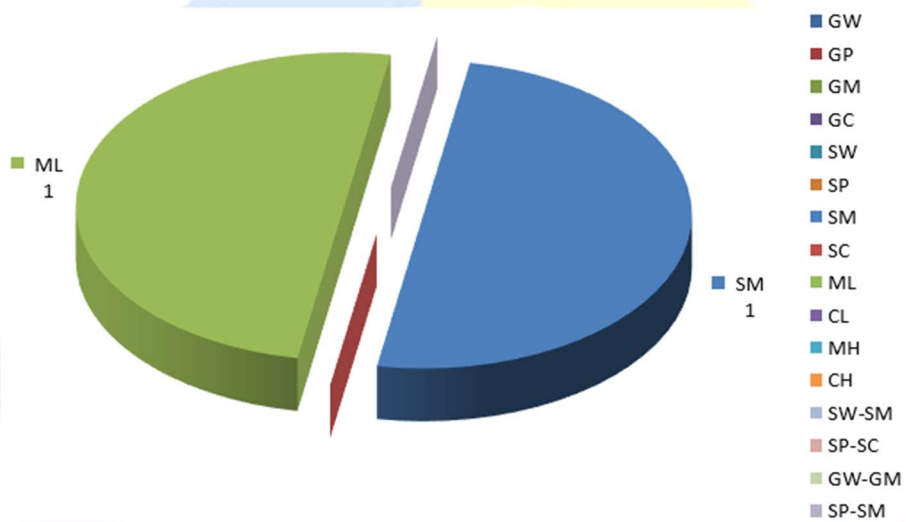


Figura 15. Clasificación USCS muestras analizadas para el nivel N-0.

T-2021224

Gráfico de Plasticidad de Casagrande

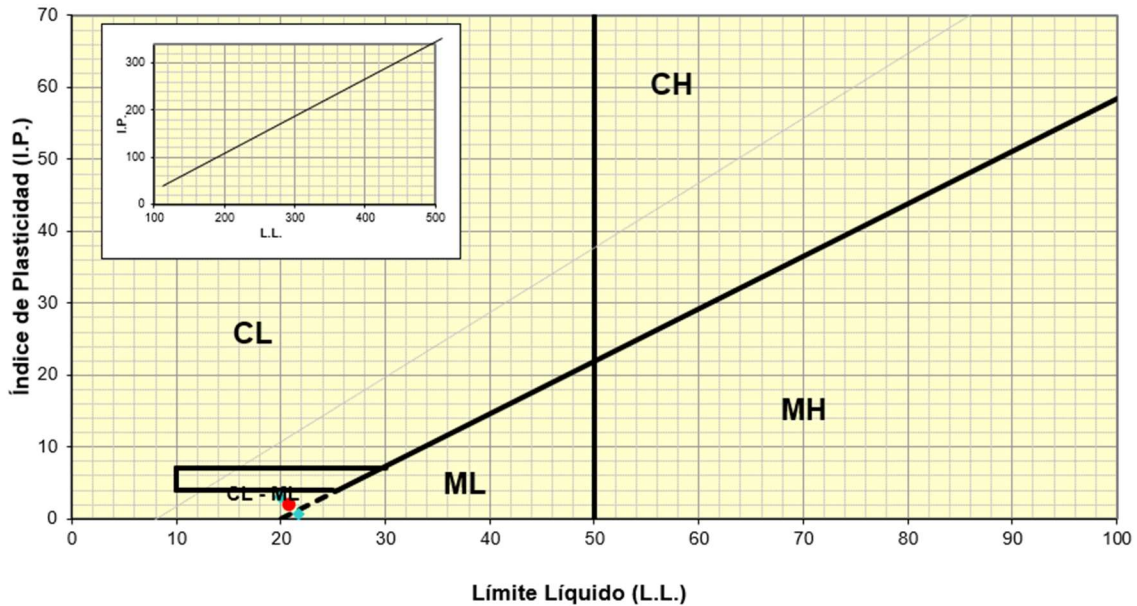


Figura 16. Carta de plasticidad de Casagrande para las muestras analizadas del nivel N-0.

Según Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), a falta de ensayos químicos (materia orgánica y sales solubles), se trataría de suelos tolerables, válidos para cemento y núcleo de terraplén.

A partir de correlaciones basadas en las curvas granulométricas, como las Curvas de Breddin, se puede determinar el coeficiente de permeabilidad de estos materiales, según la gráfica incluida en Custodio y Llamas (1983), el cual establece una clasificación de terrenos en 12 clases según su curva granulométrica, tal como se observa en la siguiente figura:

T-2021224

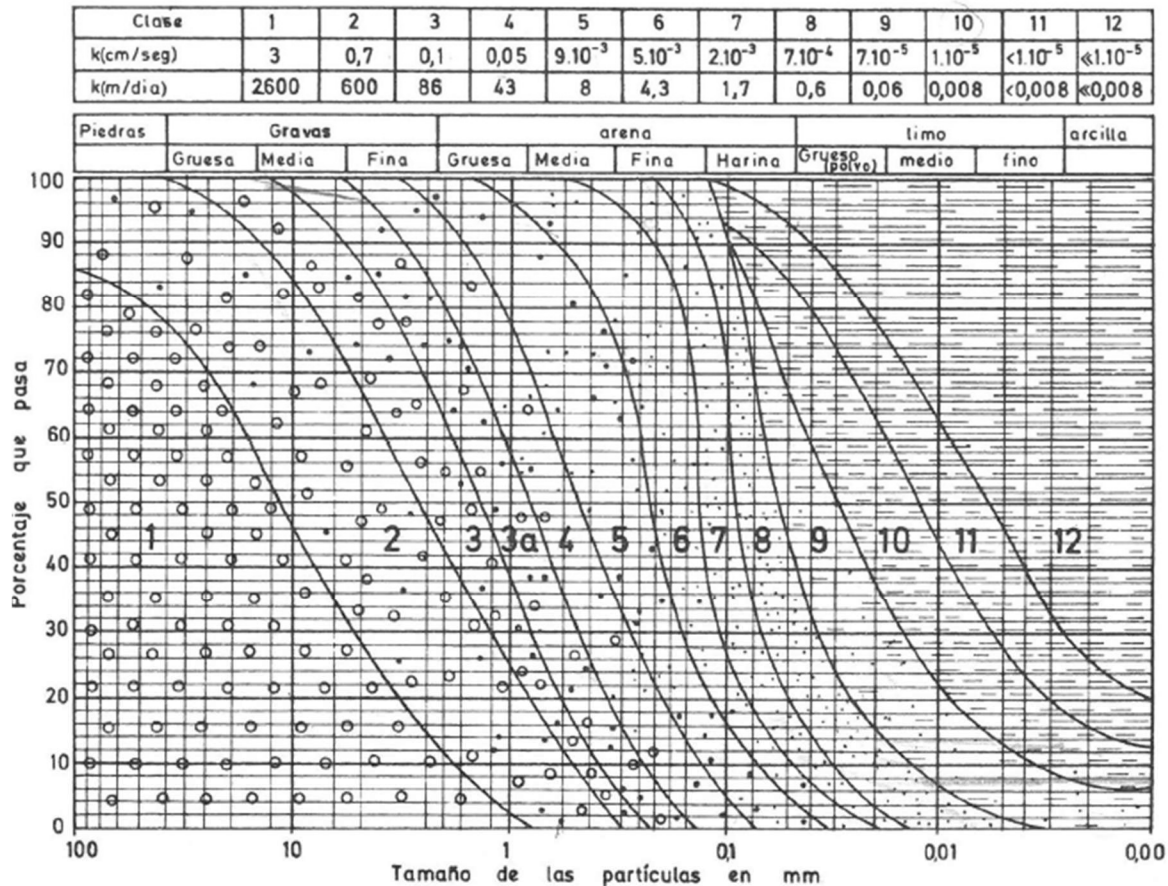


Figura 17. Coeficiente de permeabilidad en función de la curva granulométrica según Breddin.

Comparando las curvas granulométricas obtenidas en la Figura 13 con las Curvas de Breddin, se observa que estos materiales se situarían en un terreno de clase 9 a 10 (arenas de grano muy fino a limo), para los cuales se correlacionan permeabilidades de $7 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-5}$ cm/s.

En relación con los ensayos químicos llevados a cabo en estos materiales, se ha realizado un análisis de agresividad frente al hormigón, con un contenido exento en sulfatos y una acidez de 0 ml/kg, por lo que según el Código Estructural (2.021), estos materiales no serían agresivos frente al hormigón.

Respecto al posible potencial expansivo de estos materiales, a partir de su contenido en finos y plasticidad es posible evaluar el riesgo siguiendo la formulación propuesta por Seed et al, a partir de la cual es posible asignar un potencial expansivo de un material:

$$S = 60 \cdot K \cdot IP^{2,44}$$

Ecuación 1

K es una constante de valor igual a $3,5 \cdot 10^{-5}$

IP es el índice de plasticidad



T-2021224

De este modo, para un valor medio del índice de plasticidad obtenido de 2, se obtiene un valor de S de 0,01%, por lo que según la siguiente tabla de Seed et al (1986) es posible evaluar el riesgo de expansividad como bajo.

Swelling potential (%)	Description
0-1.5	Low
1.5-5	Medium
5-25	High
25+	Very high

Figura 18. Potencial expansivo según plasticidad según Seed et al (1986).

Por tanto, a partir del análisis de las propiedades físicas que determinan la expansividad, se puede concluir que estos niveles tienen una EXPANSIVIDAD NULA.

En lo referente a la colapsabilidad de estos materiales, este es un fenómeno está asociado a suelos con una estructura muy abierta y floja, y se caracteriza por suelos que en estado seco presentan un aspecto de cierta resistencia bien por cementación mediante cristales de sulfatos o por el relleno de huecos con partículas finas. Sin embargo, en función del contenido de humedad, estos suelos modifican su comportamiento de modo que, al aumentar la humedad, la estructura inicial puede ser destruida produciéndose una importante disminución de volumen aparente (colapso) con su correspondiente asiento.

En la Tabla 9 se muestra el grado de colapsabilidad de los suelos en función de su peso específico seco y del potencial de colapso, esto es, el asiento inducido por colapso bajo inundación referido a la altura inicial de la muestra.

Tabla 9. Criterio de colapsabilidad. (Ingeniería Geológica. Luis I. González de Vallejo).

Grado de colapso	Peso específico seco (kN/m ³)	Potencial de colapso (%)
Bajo	> 14,0	< 0,25
Medio a Bajo	12,0-14,0	0,25 -1,0
Medio a Alto	10,0-12,0	1,0-5,0
Alto	< 10,0	> 5,0

Por tanto, según el criterio de colapsabilidad de Luis I. González de Vallejo, dado que estos niveles presentan una densidad seca del orden de los 19 kN/m³, estos materiales presentarán un potencial de colapsabilidad bajo.



T-2021224

En una muestra inalterada del sondeo S-2 a 1,2-1,8 m de profundidad, se ha realizado un ensayo de asiento en colapso, con un valor de 0,12%, por lo que se puede establecer que estos materiales de esta unidad geotécnica presentan un potencial de colapso BAJO.

Respecto a los parámetros de corte de estos niveles a partir de ensayos de laboratorio, en la muestra inalterada del sondeo S-2 a 1,2-1,8 m de profundidad, se ha realizado un ensayo de corte directo tipo UU.

Como se observa en el acta del ensayo realizado, los desviadores resultantes y la curva de ajuste del criterio de Mohr-Coulomb se traduce en una resistencia al corte sin drenaje de 90 kPa y un ángulo de rozamiento sin drenaje de 12,6°, los cuales se consideran aceptables y representativas para este tipo de materiales que en este caso correspondería a las tensiones totales, ya que no se produciría el drenaje de las presiones intersticiales durante el ensayo. En este tipo de ensayos y suelos cohesivos, el ángulo de rozamiento sin drenaje debería aproximarse a 0°, pero como se trata de un suelo con finos de muy baja plasticidad y elevado contenido en arenas, es posible que se haya producido cierta disipación de las presiones intersticiales durante el ensayo.

ENSAYOS IN SITU

🕒 Ensayos de Penetración Estándar y Muestras inalteradas (2 SPT+1 MI):

En este nivel se han realizado 2 ensayos de penetración estándar y se ha extraído una muestra inalterada, de la cual se ha correlacionado el golpeo obtenido con el SPT.

En la siguiente tabla resumen, se incluyen los ensayos realizados en este nivel, con los golpes obtenidos y el N_{SPT} resultante:

Tabla 10. Resumen ensayos SPT y MI realizados en la unidad Geotécnica N-0.

Sondeo	Muestra	Profundidad	Descripción	Unidad Geotécnica	Golpeos				N_{SPT}
S-1	SPT	1,20-1,80	Arenas (Rellenos)	N-0	9	11	7	9	18
S-2	MI	1,20-1,80	Arenas (Rellenos)	N-0	5	10	11	14	11
	SPT	1,80-2,40	Arenas (Rellenos)	N-0	6	8	11	17	19

Los valores de este índice N_{SPT} han sido corregidos mediante la estandarización al 70 % de la energía mediante la formulación incluida en Bowles, J. E. (1997), según la expresión:



T-2021224

$$N_{70} = C_N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot N_{SPT}$$

Ecuación 2

Siendo,

N_{70} = Valor corregido estandarizado al 70% de energía.

C_N = Factor corrector por presión efectiva in situ, que se evalúa según la expresión:

$$C_N = \left(\frac{95,76}{P_0'} \right)^{1/2}, \text{ expresión de Liao-Whitman, 1986.}$$

Siendo P_0' [expresada en kPa] la tensión efectiva a la profundidad a la que se ejecuta el ensayo S.P.T.

η_1 = Factor corrector por energía media de ensayo, de valor $\eta_1 = 60/70 = 0,86$, según la Guía de cimentaciones en obras de carreteras (2004).

η_2 = Factor corrector por longitud de varillaje, que depende de la profundidad a la que se realiza el ensayo, como se muestra a continuación:

$$\eta_2 = \begin{cases} 1,00 & \text{para profundidades superiores a 10 m;} \\ 0,95 & \text{para profundidades entre 6 y 10 m;} \\ 0,85 & \text{para profundidades entre 4 y 6 m;} \\ 0,75 & \text{para profundidades inferiores a 4 m.} \end{cases}$$

Una vez obtenido el valor del índice N_{70} , es posible obtener el correspondiente golpeo corregido a otro porcentaje de energía, mediante la expresión 2, propuesta también en Bowles, J. E. (1997):

$$E_{r1} \cdot N_1 = E_{r2} \cdot N_2$$

Ecuación 3

Donde,

N_1 : Valor corregido estandarizado al E_{r1} % de energía.

N_2 : Valor corregido estandarizado al E_{r2} % de energía.

En este caso se han calculado los valores correspondientes al N_{60} y el N_{55} .

En las siguientes tablas se incluyen los valores obtenidos en todos los ensayos realizados en esta unidad y las correlaciones efectuadas:



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Tabla 11. Valores de los golpes de los ensayos SPT realizados y correlaciones en el sondeo S-1 para la unidad geotécnica N-0.

Profundidad (m)	Nspt	P. Efectiva [kPa]	C _N	η ₂	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅	Unidad Geotécnica
1,5	18	28,5	1,83	0,75	21	25	27	N-0

Tabla 12. Valores de los golpes de los ensayos SPT realizados y correlaciones en el sondeo S-2 para la unidad geotécnica N-0.

Profundidad (m)	Nspt	P. Efectiva [kPa]	C _N	η ₂	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅	Unidad Geotécnica
1,5	11	28,5	1,83	0,75	12	14	15	N-0
2,1	19	39,9	1,55	0,75	18	21	23	N-0

Los valores obtenidos en estos niveles de rellenos, se observa presentan una cierta dispersión, con un valor medio de 16-17 para el N₇₀, por lo que se comprueba en la propuesta incluida en la Figura 19 de Bowles, J. E. (1997), que estos materiales presentan una consistencia firme a muy firme, con una resistencia a la compresión simple del orden de los 200 kPa y de la resistencia al corte sin drenaje de c_u=100 kPa, según la relación c_u=q_u/2.

Consistency		N' ₇₀	q _u , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25- 50	Very easily deformed by squeezing
Medium		6-9	50- 100	??
Stiff	Increasing OCR	10-16	100- 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200- 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		>30	> 400	Nearly impossible to deform by hand
				Young clay
				Aged/ cemented

Figura 19. Grados de consistencia en suelos cohesivos a partir del N₇₀ según Bowles, J. E. (1997).

- Ensayos de penetración DPSH (3 ensayos):

Según la sucesión litológica descrita en los sondeos, se han correlacionado los golpes obtenidos en estos ensayos para este nivel N-0 hasta las profundidades indicadas en la Tabla 7.

Inicialmente, la equivalencia entre el valor de N_{DPSH} obtenido en los ensayos de penetración DPSH y el valor N_{SPT}, se ha determinado mediante la correlación para suelos granulares propuesta por Puell, F., Colin Pugh, R., y López-Chinarro, J.A. (2006), ya que se trata de materiales predominantemente granulares con una



T-2021224

plasticidad nula, y minorándola posteriormente mediante un factor de seguridad de 1,2. La expresión resultante se muestra a continuación:

$$N_{SPT} = 1,717 \cdot N_{DPSH}^{0,901} \quad \text{Ecuación 4}$$

Siendo,

N_{SPT} = Resultado equivalente al ensayo de penetración estándar S.P.T.

N_{DPSH} = Resultado correspondiente al ensayo de penetración D.P.S.H.

Posteriormente, el valor del N_{SPT} obtenido, se ha estandarizado al 70%, 60% y 55% de la energía de hincas según las expresiones 2 y 3. En los niveles más superficiales, no se ha aplicado esta corrección cuando representaba un incremento.

Los valores obtenidos vs profundidad así como las correlaciones efectuadas para los ensayos DPSH P-1 a P-3, se presentan en las Tabla 13 a 15:

Tabla 13. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-1 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hincas.

Profundidad	N_{DPSH}	N_{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C_N	η	N_{70}	N_{60}	N_{55}
0,2	5	7	4,0	4,89	0,75	7	9	9
0,4	5	7	8,0	3,46	0,75	7	9	9
0,6	3	5	12,0	2,82	0,75	5	5	6
0,8	6	9	16,0	2,45	0,75	9	10	11
1,0	3	5	20,0	2,19	0,75	5	5	6
1,2	8	11	24,0	2,00	0,75	11	13	14
1,4	16	21	28,0	1,85	0,75	21	24	27
1,6	17	22	32,0	1,73	0,75	22	26	28
1,8	5	7	36,0	1,63	0,75	7	8	9
2,0	13	17	40,0	1,55	0,75	17	20	22
2,2	17	22	44,0	1,48	0,75	20	23	25
2,4	15	20	48,0	1,41	0,75	17	20	22
2,6	13	17	52,0	1,36	0,75	15	18	19
2,8	10	14	56,0	1,31	0,75	11	13	14
3,0	17	22	60,0	1,26	0,75	17	20	22
3,2	15	20	64,0	1,22	0,75	15	18	19

Tabla 14. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-2 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hincas.

Profundidad	N_{DPSH}	N_{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C_N	η	N_{70}	N_{60}	N_{55}
0,2	71	80	4,0	4,89	0,75	80	93	102
0,4	17	22	8,0	3,46	0,75	22	26	28
0,6	10	14	12,0	2,82	0,75	14	16	17



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Profundidad	N _{DPSH}	N _{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C _N	η	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅
0,8	12	16	16,0	2,45	0,75	16	19	21
1,0	8	11	20,0	2,19	0,75	11	13	14
1,2	10	14	24,0	2,00	0,75	14	16	17
1,4	10	14	28,0	1,85	0,75	14	16	17
1,6	7	10	32,0	1,73	0,75	10	12	13
1,8	10	14	36,0	1,63	0,75	14	16	17
2,0	11	15	40,0	1,55	0,75	14	16	18
2,2	9	12	44,0	1,48	0,75	11	13	14
2,4	8	11	48,0	1,41	0,75	10	12	13
2,6	9	12	52,0	1,36	0,75	10	12	13
2,8	9	12	56,0	1,31	0,75	10	12	13
3,0	6	9	60,0	1,26	0,75	7	8	9
3,2	4	6	64,0	1,22	0,75	4	5	5
3,4	13	17	68,0	1,19	0,75	13	15	17
3,6	18	23	72,0	1,15	0,75	17	20	22
3,8	17	22	76,0	1,12	0,75	15	18	19

Tabla 15. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-3 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hinca.

Profundidad	N _{DPSH}	N _{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C _N	η	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅
0,2	74	83	4,0	4,89	0,75	83	97	106
0,4	16	21	8,0	3,46	0,75	21	24	27
0,6	14	19	12,0	2,82	0,75	19	22	24
0,8	13	17	16,0	2,45	0,75	17	20	22
1,0	12	16	20,0	2,19	0,75	16	19	21
1,2	24	30	24,0	2,00	0,75	30	35	38
1,4	19	24	28,0	1,85	0,75	24	28	31
1,6	22	28	32,0	1,73	0,75	28	32	35
1,8	11	15	36,0	1,63	0,75	15	17	19
2,0	8	11	40,0	1,55	0,75	11	13	14
2,2	14	19	44,0	1,48	0,75	17	20	22

Los valores del N_{DPSH}, y N₆₀ obtenidos en los ensayos realizados se presentan gráficamente en la Figura 20:



T-2021224

Relación N - profundidad

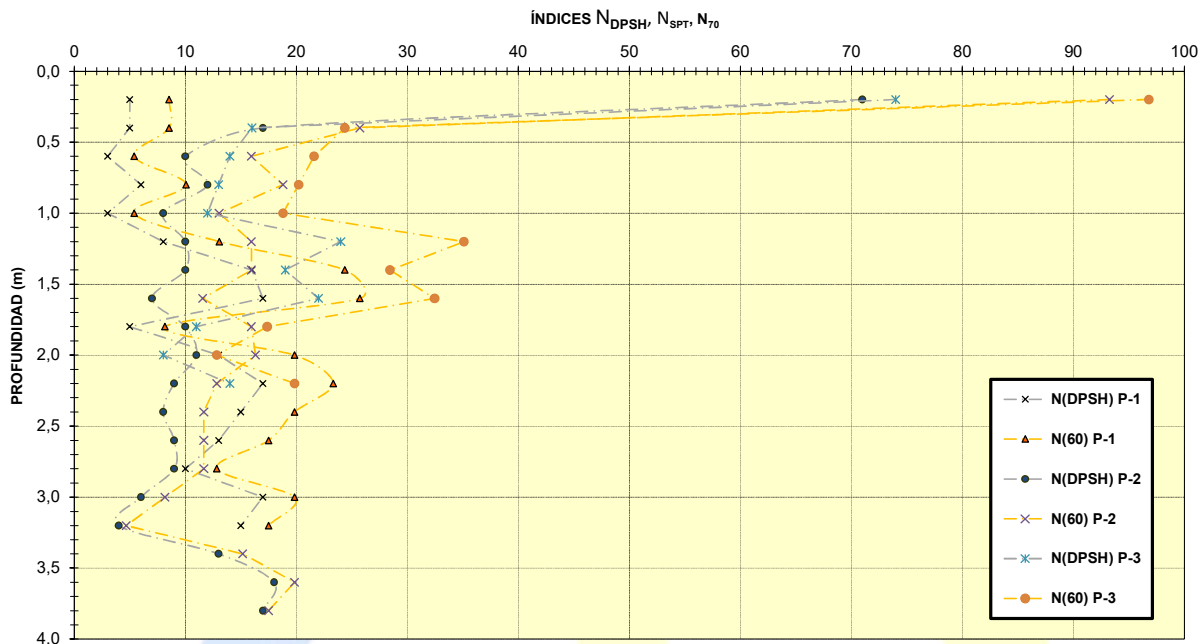


Figura 20. Valores del N_{SPT} corregido, N_{70} , N_{60} vs. Profundidad obtenidos a partir de los ensayos DPSH.

Finalmente, a partir de todos los valores obtenidos, se han determinado para este nivel según los golpes obtenidos en los ensayos DPSH, los siguientes valores estadísticos descriptivos:

Tabla 16. Valores estadísticos de los golpes correlacionados a partir de los ensayos DPSH.

Estadístico	N_{DPSH}	N_{SPT}	N_{70}	N_{60}	N_{55}
Nº Valores	44	44	44	44	44
Promedio	12	15	14	17	18
Mediana	11	15	14	16	18
Mínimo	3	5	4	5	5
Máximo	24	30	30	35	38
Desviación típica	5,0	6,1	5,9	6,9	7,5
C.V.	0,44	0,40	0,41	0,41	0,41

Se puede observar que los resultados obtenidos presentan una cierta dispersión, con una desviación típica elevada. Por tanto, a modo conservador, se cree



T-2021224

razonable el uso de la fórmula propuesta por Schneider (1997) para establecer unos valores representativos:

$$X_r = X_m - 0.5 \cdot \rho \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde,

X_r , valor representativo

X_m , valor medio

ρ , desviación típica

Se comprueba en la Figura 20 y Tabla 16, que los resultados obtenidos en los ensayos DPSH se correlacionan con los obtenidos en los ensayos SPT, obteniéndose unos valores representativos de estos niveles aplicando el criterio incluido en la expresión 4, de 12 para el N_{SPT} , de 11 para el N_{70} , 13 para el N_{60} y 14 para el N_{55} , tratándose por tanto de limos arenosos con una consistencia firme.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

En el caso de suelos eminentemente granulares, es posible deducir el ángulo de fricción a partir del golpeo SPT corregido según la expresión, entre otras muchas, de Bowles, J. E. (1997):

$$\phi' = \sqrt{18 \cdot N_{70}} + 15 \quad \text{Ecuación 6}$$

También se puede obtener el ángulo de fricción a partir de la densidad relativa (D_r), la cual se correlaciona con el N_{SPT} según Skempton (1986) según la siguiente expresión:

$$D_r = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{C}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Siendo $C = 65$ para suelos granulares gruesos, 60 para suelos granulares intermedios y 55 para suelos finos. Finalmente, según la correlación entre densidad relativa, clasificación del material y ángulo de fricción en suelos granulares incluida en NAVFAC (1986), a partir de las expresiones 6 y 7, para los valores representativos obtenidos, el ángulo de rozamiento interno de estos materiales se situaría entre los 29 a 33° considerando un valor de $C=55$ para suelos granulares finos.

T-2021224

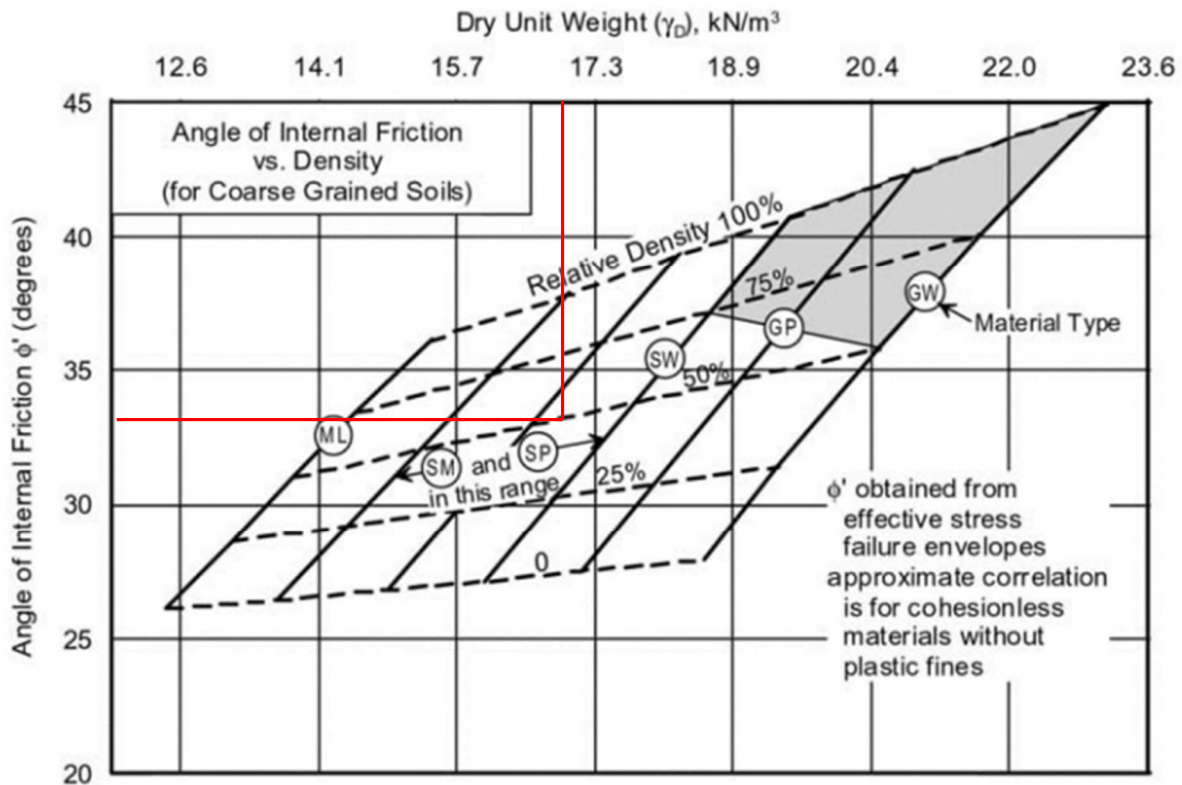


Figura 21. Gráfico de correlación entre densidad relativa, clasificación del material y ángulo de fricción en suelos granulares (NAVFAC, 1986).

Para la cohesión efectiva, se puede estimar un valor de 20-50 kPa según las recomendaciones de parámetros geotécnicos preliminares incluida en la tabla 2.4.3 para suelos constituidos por limos con arenas con una consistencia firme, según la publicación Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias (2005), así como un ángulo de rozamiento interno de unos 28°.

Para estimar el módulo de deformación elástico E' , se pueden utilizar numerosas correlaciones existentes entre E y el golpeo SPT corregido con la profundidad y la energía de golpeo. Según la propuesta en Bowles, J. E. (1997) para suelos finos arenosos, sería la siguiente:

$$E = 320 \cdot (N_{55} + 15) , \text{ para suelos finos arenosos}$$

Ecuación 8

A partir de la anterior expresión, se obtendría un módulo de deformación a largo plazo de 9.500 kPa = 96 kp/cm², que a corto plazo se correspondería con un valor de 10.150 kPa, para un coeficiente de Poisson a corto plazo de 0,35 y a largo plazo de 0,25.

Por tanto, en relación con los parámetros geotécnicos de este nivel, a partir de los ensayos y correlaciones efectuados, para estos niveles de rellenos antrópicos

T-2021224

constituidos por limos arenosos con una consistencia firme, se pueden establecer los siguientes parámetros geotécnicos orientativos:

- Densidad aparente de 19-20 kN/m³.
- $N_{SPT} \approx 12$
- Ángulo de rozamiento interno de 29-33°.
- Permeabilidad de $7 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-5}$ cm/s.
- Módulo de deformación a corto plazo de 10.150 kPa.
- Módulo de deformación a largo plazo de 9.500 kPa.
- Cohesión efectiva de 20-50 kPa.
- Resistencia al corte sin drenaje de 90-100 kPa.
- Coeficiente de Poisson a corto plazo de 0,35.
- Coeficiente de Poisson a largo plazo de 0,25.

5.2 N-1: DEPÓSITOS DE TERRAZA FLUVIAL

En este nivel se incluyen los niveles de suelos detectados en la parcela a partir de una profundidad de 0,6 m en la zona de los sondeos S-3 y S-4, y a partir de los 2,2-4,0 en la zona de los sondeos S-1 y S-2.

Están formados estos materiales por depósitos del Pleistoceno de terraza fluvial del río Ebro. Litológicamente, están constituidos por arenas de color naranja a ocre con presencia de cantos subredondeados de naturaleza cuarcítica.

En la siguiente fotografía del material extraído del sondeo S-1, se puede observar la litología descrita:



Figura 22. Detalle de los niveles de arenas de color naranja-ocre con gravas redondeadas cuarcíticas, en muestra del sondeo nº1 de 3,0 a 4,3 m de profundidad.



T-2021224

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, esta unidad N-1 puede caracterizarse mediante los siguientes parámetros geotécnicos:

ENSAYOS DE LABORATORIO

Están constituidos principalmente por arenas, con un contenido en finos del 12%, no plásticos. Presenta esta unidad una humedad natural media del 10% y una densidad húmeda de 20 kN/m³.

En la siguiente tabla se incluyen los valores estadísticos obtenidos:

Tabla 17. Valores estadísticos para los ensayos de identificación de la unidad geotécnica N-1.

Estadístico	Densidad aparente	Densidad seca	Humedad	Límites de Atterberg			Granulometría (%)			
	(tn/m ³)	(tn/m ³)		L.L.	L.P.	I.P.	5,0	2,0	0,4	0,08
Número de valores	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
Promedio	19,98	18,21	10,1	0,0	0,0	0,0	96,8	95,3	58,8	11,9
Mediana	19,98	18,21	10,1	0,0	0,0	0,0	96,0	95,0	54,0	11,0
Máximo	20,48	19,41	14,6	0,0	0,0	0,0	100,0	98,0	92,0	22,5
Mínimo	19,48	17,00	5,5	0,0	0,0	0,0	95,0	93,0	35,0	3,2
Desviación estándar	0,71	1,70	6,4	0,0	0,0	0,0	2,4	2,1	24,4	8,7
Coef. de variación	0,035	0,094	0,640				0,024	0,022	0,415	0,735

Según la clasificación USCS, esta unidad corresponde principalmente a arenas limosas tipo SM (75%), y gravas limos-arcillosas con arena tipo GC-GM (25%). Respecto al contenido en finos, estos son no plásticos o baja plasticidad con un contenido medio del 30 %, por lo que estos niveles se pueden considerar como suelos granulares según AASHTO y USCS. En las siguientes gráficas se pueden comprobar las curvas granulométricas obtenidas en los ensayos realizados y contenidos medios:

T-2021224

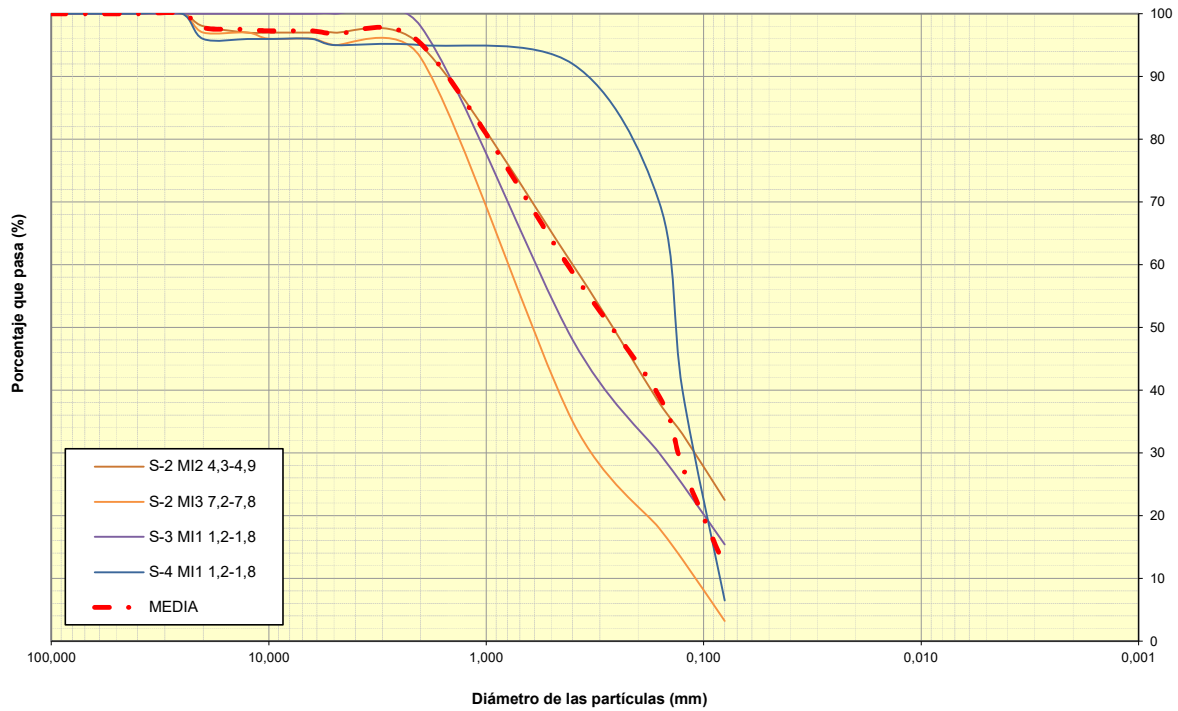


Figura 23. Curvas granulométricas para el nivel N-1.

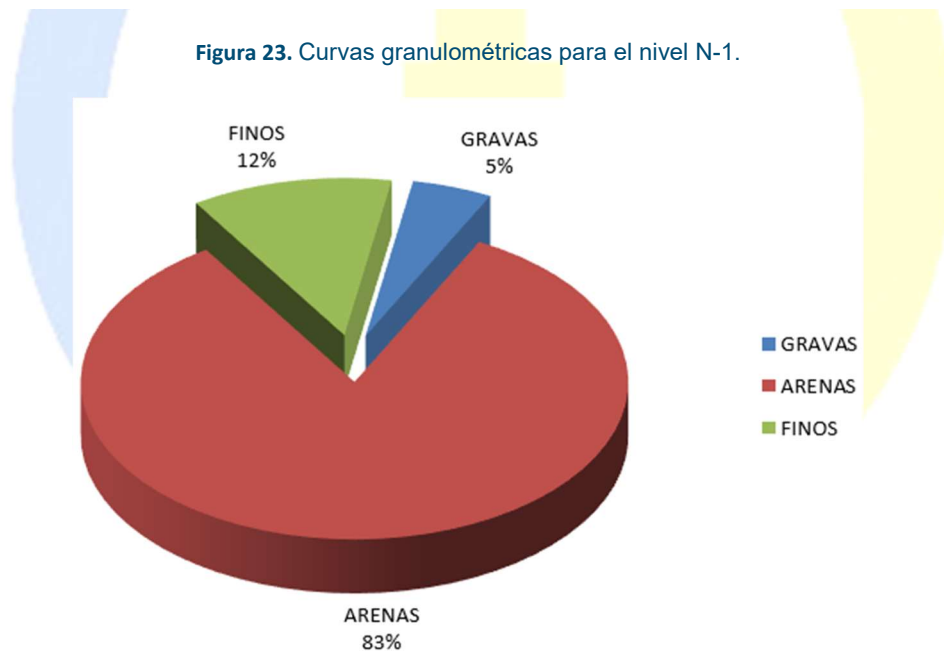


Figura 24. Contenido en fracciones granulométricas para el nivel N-1.

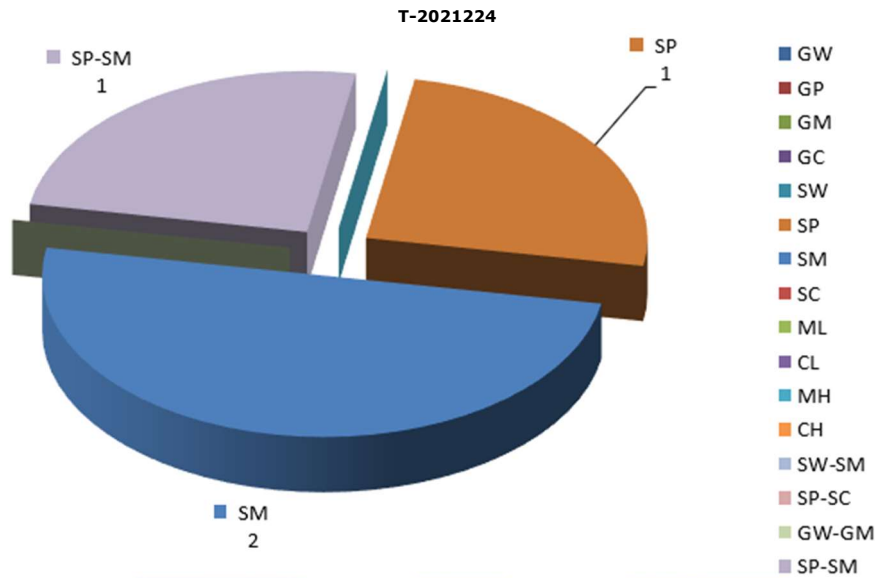


Figura 25. Clasificación USCS muestras analizadas para el nivel N-1.

En las gráficas incluidas a continuación se puede comprobar la relación del contenido en finos y humedad natural con la profundidad:

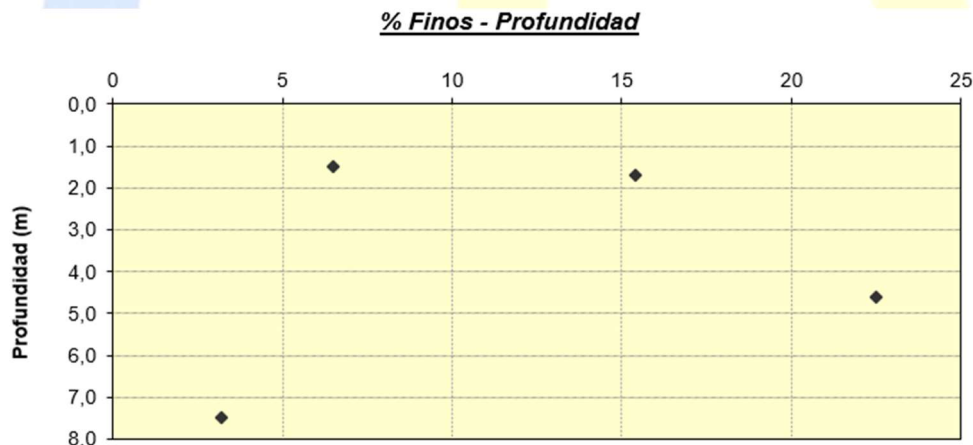


Figura 26. Relación del porcentaje de finos vs. profundidad para el nivel N-1.

A partir de correlaciones basadas en las curvas granulométricas, como las Curvas de Breddin incluidas en la Figura 17, se observa que estos materiales se situarían en un terreno de clase 4 a 5 (arenas de grano medio a grueso), para los cuales se correlacionan permeabilidades de $0,05$ a $9 \cdot 10^{-3}$ cm/s.

En relación con los ensayos químicos llevados a cabo en estos materiales, se han realizado dos análisis de agresividad frente al hormigón, con un contenido en exento en sulfatos y una acidez de 0 ml/kg, por lo que según el Código Estructural (2021), estos materiales no serían agresivos frente al hormigón.



T-2021224

Respecto al posible potencial expansivo de estos materiales, se han realizado los siguientes ensayos de hinchamiento libre y presión de hinchamiento con los siguientes resultados:

Tabla 18. Ensayos para determinar potencial expansivo para la unidad geotécnica N-1.

Sondeo	Muestra	Profundidad	Hinchamiento Libre (%)	Presión de Hinchamiento (kPa)
S-2	MI-2	4,3-4,9	0	0
S-2	MI-3	7,2-7,8	0	0
S-3	MI-1	1,4-2,0	0	0

A la vista de los resultados obtenidos, se puede concluir que estos niveles de arenas tienen una EXPANSIVIDAD NULA.

En lo referente a la colapsabilidad de estos materiales, según el criterio de colapsabilidad de Luis I. González de Vallejo incluido en la Tabla 9, dado que estos niveles presentan una densidad seca del orden de los 18 kN/m³, estos materiales presentarán un potencial de colapsabilidad bajo.

Adicionalmente, en la muestra inalterada del sondeo S-3 a 1,4-2,0 m de profundidad, se ha realizado un ensayo de asiento en colapso, con un valor de 0,16%, por lo que se puede establecer que estos materiales de esta unidad geotécnica presentan un potencial de colapso BAJO.

Respecto a los parámetros de corte de estos niveles a partir del ensayo de laboratorio, en la muestra inalterada del sondeo S-2 de 4,3 a 4,9 m de profundidad, se han realizado un ensayo de corte directo tipo CU.

Como se observa en el acta del ensayo realizado, los desviadores resultantes y las curvas de ajuste del criterio de Mohr-Coulomb se traducen en una cohesión efectiva de 5 kPa y un ángulo de rozamiento de 32°, los cuales se consideran aceptables y representativas para este tipo de materiales que este caso correspondería a las tensiones efectivas ya que se produciría el drenaje de las presiones intersticiales durante el ensayo.

Sobre estos materiales también se realizó un ensayo de compresión simple en el sondeo S-2 de 4,3 a 4,9 m de profundidad, arrojando un resultado de 57 kPa, el cual demuestra la baja cohesión de estos niveles.

ENSAYOS IN SITU



T-2021224

- Ensayos de Penetración Estándar y Muestras inalteradas (6 SPT+4 MI):

En este nivel se han realizado 6 ensayos de penetración estándar y se han extraído 4 muestras inalteradas, de las cuales se ha correlacionado el golpeo obtenido con el SPT.

Tabla 19. Resumen ensayos SPT y MI realizados en la unidad Geotécnica N-1.

Sondeo	Muestra	Profundidad	Descripción	Unidad Geotécnica	Golpeos				N _{SPT}
S-2	MI	4,6	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	4	14	26	44	20
	SPT	5,3	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	9	10	14	12	24
	MI	7,5	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	11	11	11	15	11
	SPT	7,8	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	R				
S-3	MI	1,7	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	13	28	30	28	29
	SPT	2,3	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	14	6	8	13	14
	SPT	4,3	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	R				
S-4	MI	1,5	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	20	15	17	16	16
	SPT	2,1	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	6	5	11	17	16
	SPT	3,0	Arenas (Terraza Fluvial)	N-1	R				

En suelos granulares por debajo del nivel freático, el golpeo de la zapata produce un drenaje inmediato del agua, no interfiriendo en el valor de N. Sin embargo, en suelos con cierto contenido en finos, la presión de poro tiende a reducirse en las cercanías del muestreador, ocasionando un aumento transitorio del esfuerzo efectivo. Cuando el contenido en finos supera el 20 % se debe tener en cuenta este fenómeno, corrigiendo el valor de N mediante la siguiente expresión propuesta por Terzaghi y Peck (1948):

$$N_{CORR} = 15 + \frac{1}{2} \cdot (N_{SPT} - 15)$$

Ecuación 9

En el caso que nos ocupa, dado que se trata de suelos granulares arenoso con un contenido en finos del orden del 10%, no se ha aplicado esta corrección para los ensayos realizados bajo el nivel freático.

En las siguientes gráficas, se puede observar la distribución de los golpes obtenidos en función de la profundidad una vez llevada a cabo la corrección por el nivel freático, así como la frecuencia respecto al rango de valores obtenidos:

T-2021224

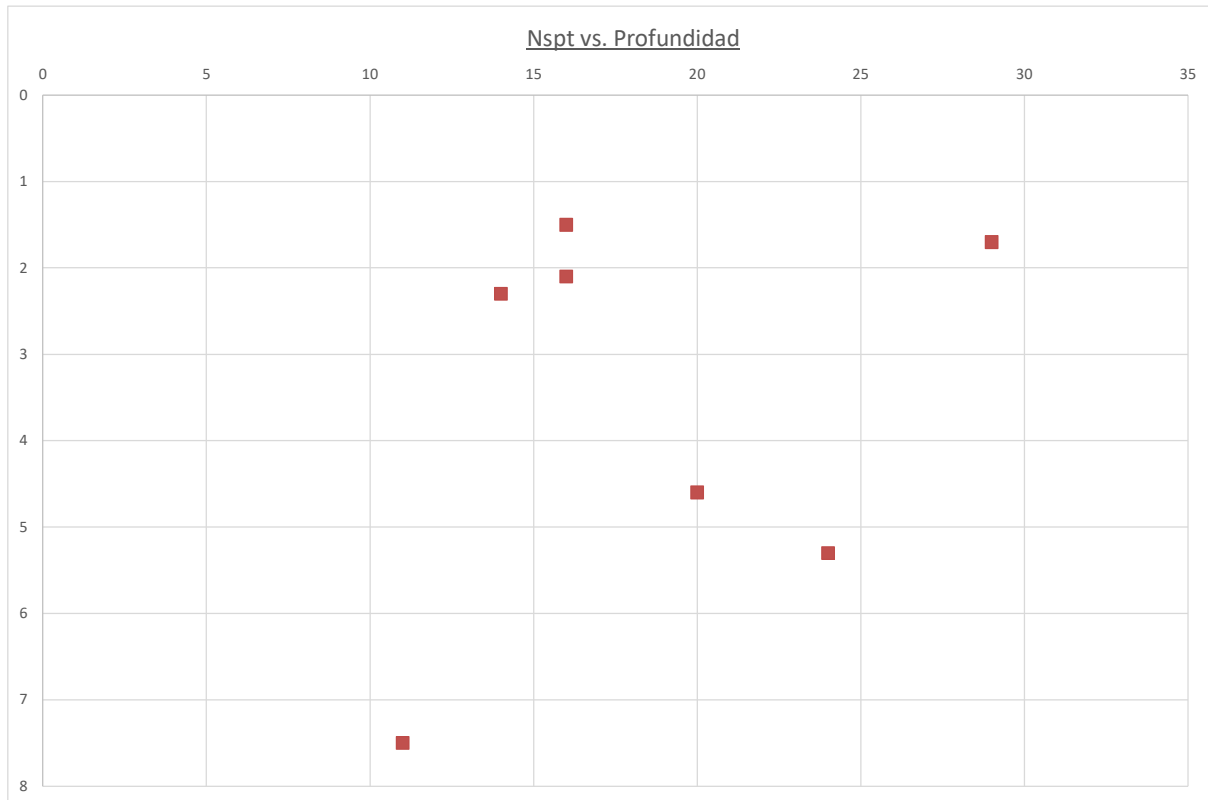


Figura 27. Relación de los golpes del N_{SPT} vs. profundidad para el nivel N-1.

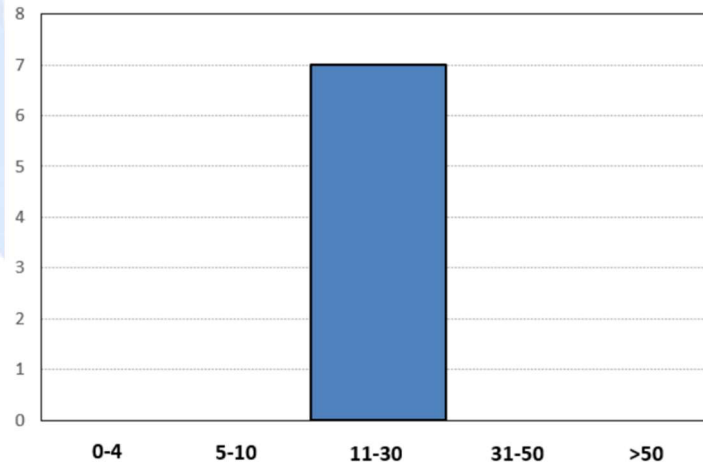


Figura 28. Frecuencia de los valores del del N_{SPT} vs. profundidad para el nivel N-1.

En las anteriores figuras, se puede observar que estos niveles de arenas con gravas presentan una compacidad medianamente densa según los ensayos SPT, y la correlación de los golpes de las muestras inalteradas con este.

Posteriormente, el valor del N_{SPT} obtenido, se ha estandarizado al 70%, 60% y 55% de la energía de hincas según las expresiones 2 y 3.



T-2021224

En las siguientes tablas se incluyen los valores obtenidos en todos los ensayos realizados en esta unidad y las correlaciones efectuadas:

Tabla 20. Valores de los golpes de los ensayos SPT realizados y correlaciones en el sondeo S-2 para la unidad geotécnica N-1.

Profundidad (m)	N _{spt}	P. Efectiva [kPa]	C _N	η ₂	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅	Unidad Geotécnica
4,6	20	87,4	1,05	0,85	15	18	19	N-1
5,3	24	100,7	0,98	0,85	17	20	22	N-1
7,5	11	142,5	0,82	0,95	7	8	9	N-1
7,8	100	148,2	0,80	0,95	65	76	83	N-1

Tabla 21. Valores de los golpes de los ensayos SPT realizados y correlaciones en el sondeo S-3 para la unidad geotécnica N-1.

Profundidad (m)	N _{spt}	P. Efectiva [kPa]	C _N	η ₂	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅	Unidad Geotécnica
1,7	29	32,3	1,72	0,75	32	37	41	N-1
2,3	14	43,7	1,48	0,75	13	15	17	N-1
4,3	100	81,7	1,08	0,85	78	91	99	N-1

Tabla 22. Valores de los golpes de los ensayos SPT realizados y correlaciones en el sondeo S-4 para la unidad geotécnica N-1.

Profundidad (m)	N _{spt}	P. Efectiva [kPa]	C _N	η ₂	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅	Unidad Geotécnica
1,5	16	28,5	1,83	0,75	18	21	23	N-1
2,2	16	41,8	1,51	0,75	15	18	19	N-1
3,0	100	57	1,30	0,75	83	97	106	N-1

Finalmente, para esta unidad obtenemos los siguientes valores estadísticos para los índices N_{SPT}, N₇₀, N₆₀ y N₅₅:



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Tabla 23. Valores estadísticos de los golpes de los ensayos SPT realizados en los sondeos para la unidad geotécnica N-1.

Estadístico	N _{SPT}	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅
Nº Valores	7	7	7	7
Promedio	19	17	20	21
Mediana	16	15	18	19
Mínimo	11	7	8	9
Máximo	29	32	37	41
Desviación típica	6,2	7,6	8,9	9,7
C.V.	0,33	0,46	0,46	0,46

En la siguiente figura se pueden comprobar los valores obtenidos en profundidad para el N₆₀ en los distintos sondeos:

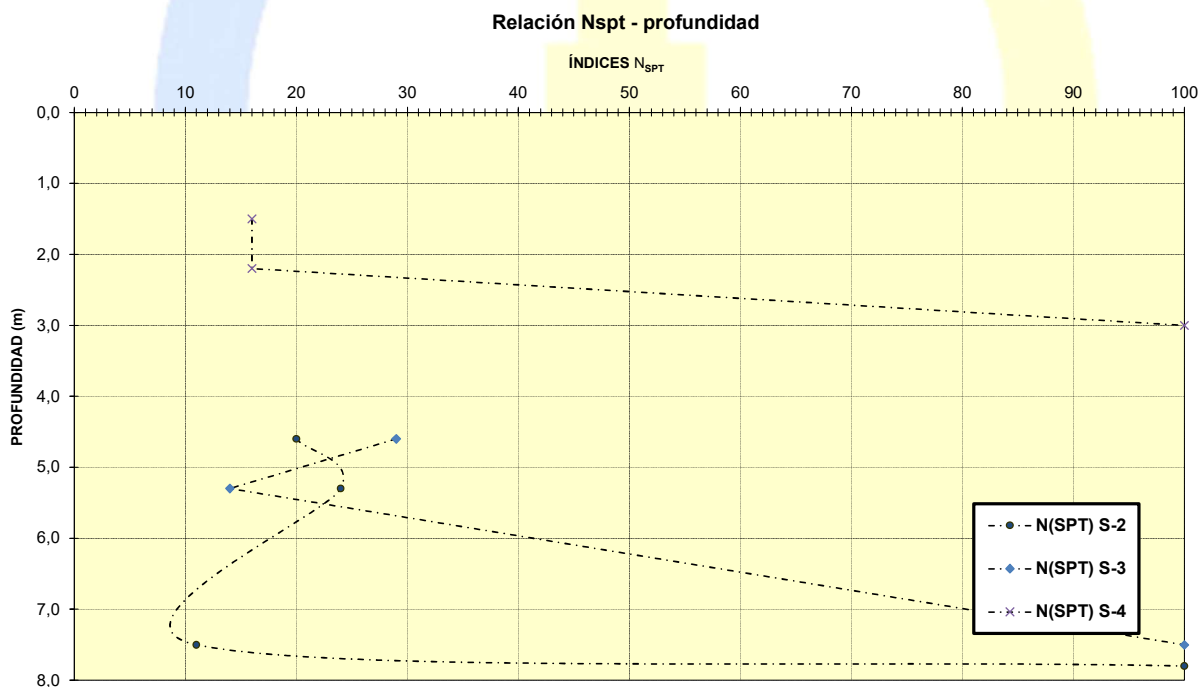


Figura 29. Valores del N_{SPT}, N₇₀ y N₆₀ vs. profundidad obtenidos a partir de los ensayos SPT-MI.

Dado que los valores obtenidos presentan una cierta dispersión, difiriendo el promedio y la mediana, así como una desviación típica elevada, se ha aplicado la fórmula propuesta por Schneider (1997) para establecer unos valores



T-2021224

representativos incluida en la expresión 5, a partir de la cual, nos resultarían unos valores representativos de estos materiales de 22 para el N_{SPT} , de 18 para el N_{70} , 20 para el N_{60} y 22 para el N_{55} .

Una vez obtenidos los valores corregidos del SPT, se pueden establecer el grado de compacidad medianamente densa, según la clasificación establecida por Peck, et all (1974) para suelos granulares:

Tabla 24. Grados de compacidad en suelos granulares a partir del N_{60} según Peck, et all (1974).

N_{60}	Apparent Density	Relative Density, %
0 - 4	Very loose	0 - 20
>4 - 10	Loose	20 - 40
>10 - 30	Medium dense	40 - 70
>30 - 50	Dense	70 - 85
>50	Very Dense	85 - 100

- Ensayos de penetración DPSH (3 ensayos):

Según la sucesión litológica descrita en los sondeos y a partir de los ensayos de laboratorio llevados a cabo, se han correlacionado los golpes obtenidos en estos ensayos para este nivel N-1, una vez atravesados los niveles superficiales de rellenos antrópicos y hasta la profundidad de rechazo, una vez alcanzado el sustrato rocoso.

Dado que, en este caso, se trata de materiales predominantemente granulares con una plasticidad nula, se ha aplicado la propuesta realizada por Puell, F., Colin Pugh, R., y López-Chinarro, J.A. (2006) para este tipo de materiales, minorándola igualmente mediante un factor de seguridad de 1,2. La expresión resultante se muestra a continuación:

$$N_{SPT} = 1,877 \cdot N_{DPSH}^{0,855} \quad \text{Ecuación 10}$$

Siendo,

N_{SPT} = Resultado equivalente al ensayo de penetración estándar S.P.T.

N_{DPSH} = Resultado correspondiente al ensayo de penetración D.P.S.H.

En el caso que nos ocupa, dado que se trata de suelos granulares arenosos con un contenido en finos del orden del 10%, no se ha aplicado la corrección bajo nivel freático para los golpes obtenidos bajo este.



T-2021224

Posteriormente, el valor del N_{SPT} , ha sido estandarizado al 70%, 60% y 55% de la energía de hinca según las expresiones 2 y 3.

Los valores obtenidos vs profundidad así como las correlaciones efectuadas para los ensayos DPSH se presentan en las Tabla 25 a 27:

Tabla 25. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-1 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hinca.

Profundidad	N_{DPSH}	N_{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C_N	η	N_{70}	N_{60}	N_{55}
3,4	24	28	68,0	1,19	0,75	21	25	27
3,6	53	56	72,0	1,15	0,75	41	48	52
3,8	39	43	76,0	1,12	0,75	31	36	39
4,0	33	37	80,0	1,09	0,75	26	30	33
4,2	21	25	84,0	1,07	0,85	19	22	24
4,4	22	26	88,0	1,04	0,85	20	23	25
4,6	16	20	92,0	1,02	0,85	14	16	18
4,8	20	24	96,0	1,00	0,85	17	20	22
5,0	33	37	100,0	0,98	0,85	26	30	33
5,2	55	58	104,0	0,96	0,85	40	47	51
5,4	35	39	108,0	0,94	0,85	26	30	33
5,6	33	37	112,0	0,92	0,85	25	29	32
5,8	29	33	116,0	0,91	0,85	22	26	28
6,0	30	34	120,0	0,89	0,85	22	26	28
6,2	35	39	124,0	0,88	0,95	28	33	36
6,4	31	35	128,0	0,86	0,95	24	28	31
6,6	30	34	132,0	0,85	0,95	23	27	29
6,8	38	42	136,0	0,84	0,95	28	33	36
7,0	40	44	140,0	0,83	0,95	29	34	37
7,2	38	42	144,0	0,82	0,95	27	32	34
7,4	28	32	148,0	0,80	0,95	21	25	27
7,6	30	34	150,0	0,80	0,95	22	26	28
7,8	44	48	152,0	0,79	0,95	30	35	38
8,0	62	64	154,0	0,79	0,95	41	48	52
8,2	100	96	156,0	0,78	0,95	61	71	78

Tabla 26. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-2 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hinca.

Profundidad	N_{DPSH}	N_{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C_N	η	N_{70}	N_{60}	N_{55}
4,0	28	32	80,0	1,09	0,75	22	26	28
4,2	36	40	84,0	1,07	0,85	31	36	39
4,4	34	38	88,0	1,04	0,85	29	34	37
4,6	31	35	92,0	1,02	0,85	26	30	33
4,8	23	27	96,0	1,00	0,85	19	22	24
5,0	35	39	100,0	0,98	0,85	27	32	34
5,2	42	46	104,0	0,96	0,85	32	37	41



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

Profundidad	N _{DPSH}	N _{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C _N	η	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅
5,4	39	43	108,0	0,94	0,85	29	34	37
5,6	37	41	112,0	0,92	0,85	27	32	34
5,8	28	32	116,0	0,91	0,85	21	25	27
6,0	25	29	120,0	0,89	0,85	19	22	24
6,2	29	33	124,0	0,88	0,95	23	27	29
6,4	29	33	128,0	0,86	0,95	23	27	29
6,6	24	28	132,0	0,85	0,95	19	22	24
6,8	17	21	136,0	0,84	0,95	14	16	18
7,0	20	24	140,0	0,83	0,95	16	19	20
7,2	26	30	144,0	0,82	0,95	20	23	25
7,4	35	39	148,0	0,80	0,95	25	29	32
7,6	47	50	150,0	0,80	0,95	32	37	41
7,8	40	44	152,0	0,79	0,95	28	33	36
8,0	31	35	154,0	0,79	0,95	22	26	28
8,2	35	39	156,0	0,78	0,95	25	29	32
8,4	23	27	158,0	0,78	0,95	17	20	22
8,6	20	24	160,0	0,77	0,95	15	18	19
8,8	50	53	162,0	0,77	0,95	33	39	42
9,0	58	60	164,0	0,76	0,95	37	43	47
9,2	52	55	166,0	0,76	0,95	34	40	43
9,4	71	72	168,0	0,75	0,95	44	51	56
9,6	100	96	170,0	0,75	0,95	58	68	74

Tabla 27. Resultados obtenidos en el ensayo DPSH P-3 y estandarización de los golpes al 70, 60 y 55% de la energía de hincia.

Profundidad	N _{DPSH}	N _{SPT}	Presión Efectiva [kPa]	C _N	η	N ₇₀	N ₆₀	N ₅₅
2,4	33	37	48,0	1,41	0,75	33	39	42
2,6	22	26	52,0	1,36	0,75	23	27	29
2,8	20	24	56,0	1,31	0,75	20	23	25
3,0	27	31	60,0	1,26	0,75	25	29	32
3,2	29	33	64,0	1,22	0,75	26	30	33
3,4	23	27	68,0	1,19	0,75	20	23	25
3,6	15	19	72,0	1,15	0,75	14	16	18
3,8	21	25	76,0	1,12	0,75	18	21	23
4,0	65	67	80,0	1,09	0,75	46	54	59
4,2	27	31	84,0	1,07	0,85	24	28	31
4,4	25	29	88,0	1,04	0,85	22	26	28
4,6	27	31	92,0	1,02	0,85	23	27	29
4,8	25	29	96,0	1,00	0,85	21	25	27
5,0	62	64	100,0	0,98	0,85	45	53	57
5,2	100	96	104,0	0,96	0,85	67	78	85

Los valores del N_{SPT} corregido, N₇₀ y N₆₀ obtenidos en los ensayos realizados se presentan gráficamente en la Figura 30:



T-2021224

Relación N - profundidad

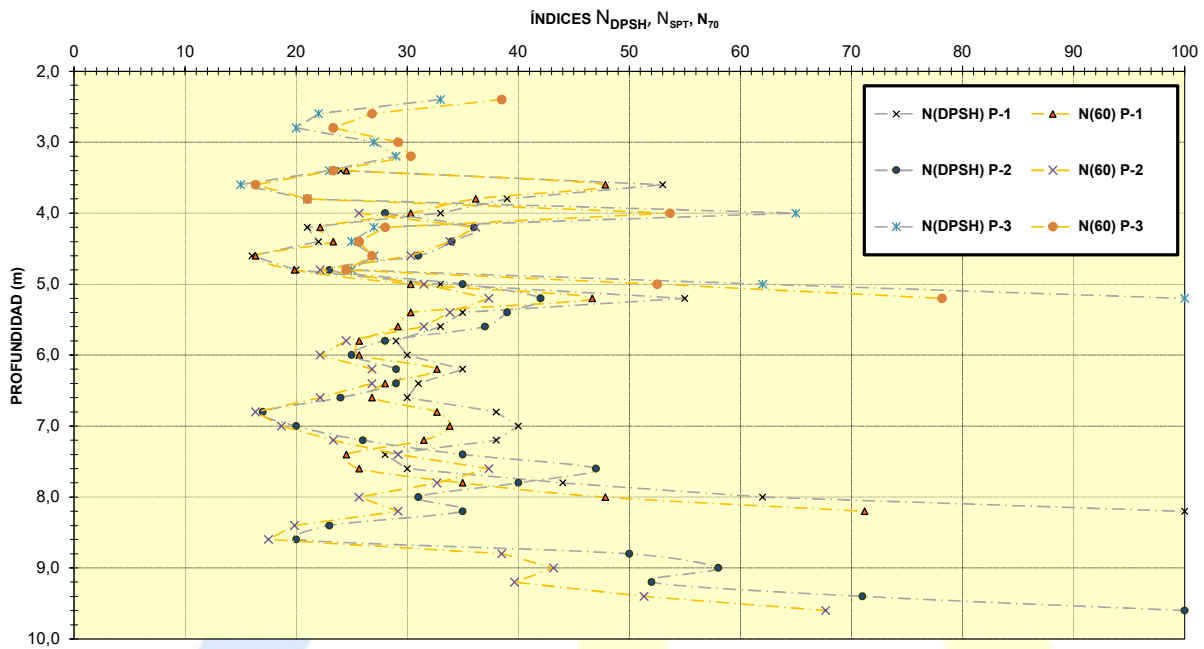


Figura 30. Valores del N_{SPT} corregido, N_{70} , N_{60} vs. Profundidad obtenidos a partir de los ensayos DPSH.

Finalmente, a partir de todos los valores obtenidos, se han determinado para este nivel según los golpes obtenidos en los ensayos DPSH, los siguientes valores estadísticos descriptivos:

Tabla 28. Valores estadísticos de los golpes correlacionados a partir de los ensayos DPSH.

Estadístico	N_{SPT}	N_{70}	N_{60}	N_{55}
Nº Valores	63	63	63	63
Promedio	36	25	29	32
Mediana	34	24	28	31
Mínimo	19	14	16	18
Máximo	67	46	54	59
Desviación típica	10,1	6,6	7,6	8,3
C.V.	0,28	0,26	0,26	0,26



T-2021224

Se comprueba en la Figura 30 y Tabla 28, que los resultados obtenidos en los ensayos DPSH se correlacionan con los obtenidos en los ensayos SPT, obteniéndose unos valores representativos de estos niveles aplicando el criterio incluido en la expresión 5, de 31 para el N_{SPT} , de 22 para el N_{70} , 25 para el N_{60} y 27 para el N_{55} , tratándose por tanto de arenas con gravas con una compacidad medianamente densa.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Según la correlación entre densidad relativa, clasificación del material y ángulo de fricción en suelos granulares incluida en NAVFAC (1986), a partir de las expresiones 6 y 7, para los valores representativos obtenidos, el ángulo de rozamiento interno de estos materiales se situaría entre los 35 a 37° considerando un valor de $C=60$ para suelos granulares intermedios.

Para la cohesión efectiva, se puede estimar un valor de 5 kPa según las recomendaciones de parámetros geotécnicos preliminares incluida en la tabla 2.4.3 para suelos granulares constituidos por arenas y gravas con una compacidad media-densa y contenido en finos del 10%, según la publicación Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias (2005), así como un ángulo de rozamiento interno de 35°. Estos valores se correlacionan con los obtenidos en el ensayo de corte directo tipo CU realizado sobre muestra de estos materiales.

Para estimar el módulo de deformación elástico E' , se pueden utilizar numerosas correlaciones existentes entre E y el golpeo SPT corregido con la profundidad y la energía de golpeo. Según la propuesta en Bowles, J. E. (1997) para arenas con gravas, sería la siguiente:

$$E' = 1200 \cdot (N_{55} + 6) , \text{ para arenas con gravas} \quad \text{Ecuación 11}$$

A partir de la anterior expresión, se obtendría un módulo de deformación de 40.000 kPa = 410 kp/cm².

Por tanto, en relación con los parámetros geotécnicos de este nivel, a partir de los ensayos y correlaciones efectuados, para estos niveles de arenas y gravas limosas, se pueden establecer los siguientes parámetros geotécnicos orientativos:

- Densidad aparente de 20 kN/m³.
- $N_{SPT} = 31$
- Ángulo de rozamiento interno de 32-39°.
- Permeabilidad de 0,05 a $9 \cdot 10^{-3}$ cm/s.
- Módulo de deformación corto y largo plazo de 40.000 kPa.
- Cohesión efectiva de 5 kPa.

T-2021224

- Coeficiente de Poisson a corto y largo plazo de 0,30.

5.3 N-2: SUSTRATO TERCIARIO

En este nivel se incluye el sustrato rocoso detectado en la parcela, constituido por areniscas y calizas del Mioceno. Este está situado en la zona de los sondeos S-3 y S-4, a partir de una profundidad de 2,4-4,5 m respecto a la cota de inicio de los sondeos, mientras que en la zona de los sondeos S-1 y S-2, a partir de una profundidad de 2,4-7,5 m.

Litológicamente, este nivel está constituido por arenisca de grano medio a grueso de color ocre con un grado de meteorización I-II y dureza extremadamente baja según norma ISRM, y calizas y calizas margosas de color gris-ocre con un grado de meteorización I-II y dureza extremadamente baja según norma ISRM. El contacto de estos niveles con los suelos superficiales, se encuentra alterado los 60-90 primeros centímetros, excepto en el sondeo S-4, que se ha detecto mayor grado de alteración hasta los 6,5 m de profundidad.

En las siguientes fotografías del material extraído de los sondeos, incluidas en las siguientes figuras, se puede observar las litologías del nivel descrito:



Figura 31. Detalle de los niveles de areniscas en muestra del sondeo S-2 de 7,20 a 8,40 m de profundidad.



Figura 32. Detalle de los niveles de calizas en muestra del sondeo S-1 de 17,40 a 18640 m de profundidad.



T-2021224

ENSAYOS DE LABORATORIO**ESTADO Y RESISTENCIA:**

En la siguiente tabla se incluyen los ensayos llevados a cabo sobre estos materiales:

Tabla 29. Resultados ensayos de laboratorio estado y resistencia.

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Litología	Humedad (%)	Densidad Húmeda (kN/m ³)	Resistencia a la Compresión Simple (MPa)	Observaciones
S-1	TP1	4,3-4,7	Arenisca	1,5	26,17	68,4	Según el eje de carga
S-2	TP2	14,2-14,7	Caliza	4,8	23,26	5,3	Según el eje de carga
S-1	TP2	8,40-9,00	Caliza	5,5	25,56	8,3	Según el eje de carga
S-1	TP3	11,4-12,0	Caliza	2,0	26,19	17,4	Según el eje de carga
S-2	TP1	10,3-10,5	Caliza	2,4	25,76	24,4	Según el eje de carga
S-3	TP3	17,7-18,1	Arenisca	1,2	26,17	39,2	Según el eje de carga
S-4	TP1	7,4-7,65	Arenisca	3,2	25,34	20,4	Según el eje de carga
S-3	TP1	9,1-9,6	Caliza	4,1	25,41	11,7	Según el eje de carga
S-3	TP2	15,2-15,7	Caliza	1,4	25,74	35,5	Según el eje de carga

A continuación, en la siguiente tabla se incluyen los valores estadísticos descriptivos:

Tabla 30. Valores estadísticos descriptivos ensayos de estado y caracterización.

Estadístico	Densidad aparente	Densidad seca	Humedad	Resistencia a la C.Simple
	(tn/m ³)	(tn/m ³)	%	MPa
Número de valores	9	9	9	9
Promedio	25,64	24,92	2,9	25,62
Mediana	25,74	25,16	2,4	20,40
Máximo	26,19	25,86	5,5	68,40
Mínimo	24,38	23,26	1,2	5,30
Desviación estándar	0,57	0,87	1,6	19,73
Coef. de variación	0,022	0,035	0,546	0,770

T-2021224

A partir de los resultados obtenidos, se establece una densidad aparente de 25,6 kN/m³ con una humedad natural del 2,9 %. En la siguiente figura se puede observar la relación de los valores obtenidos frente a la profundidad de la muestra, diferenciando las muestras ensayadas de arenisca y caliza:

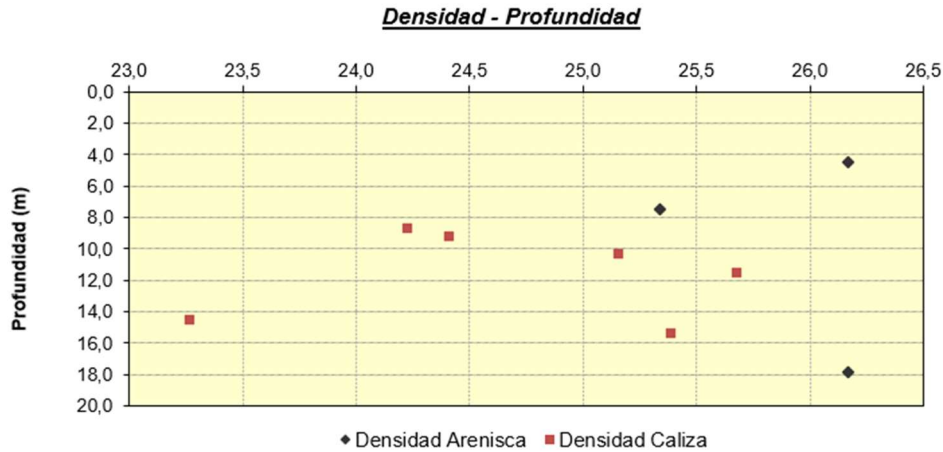


Figura 33. Distribución de la densidad en la unidad N-2 según la profundidad, diferenciando las muestras de arenisca y caliza.

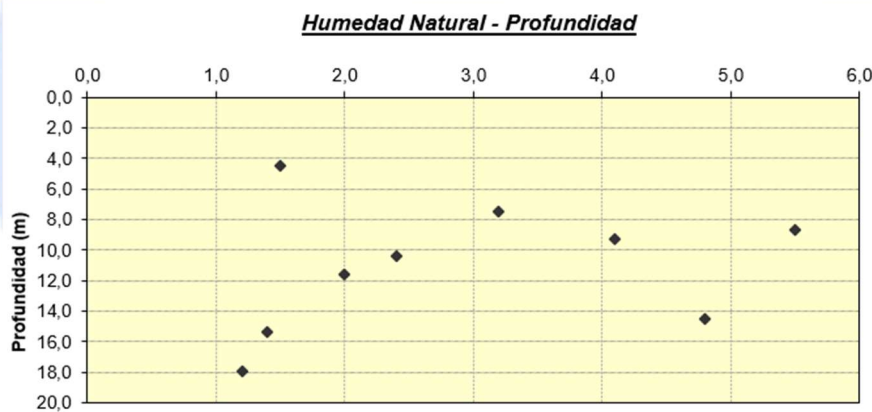


Figura 34. Distribución de la humedad natural en la unidad N-2 según la profundidad.

Para la determinación del valor de la resistencia a la compresión simple, se ha contado con un total de 9 ensayos, y como puede observarse, no se produce una variación de la resistencia a compresión simple con la profundidad, dado que se trata en todos los casos de profundidades someras.

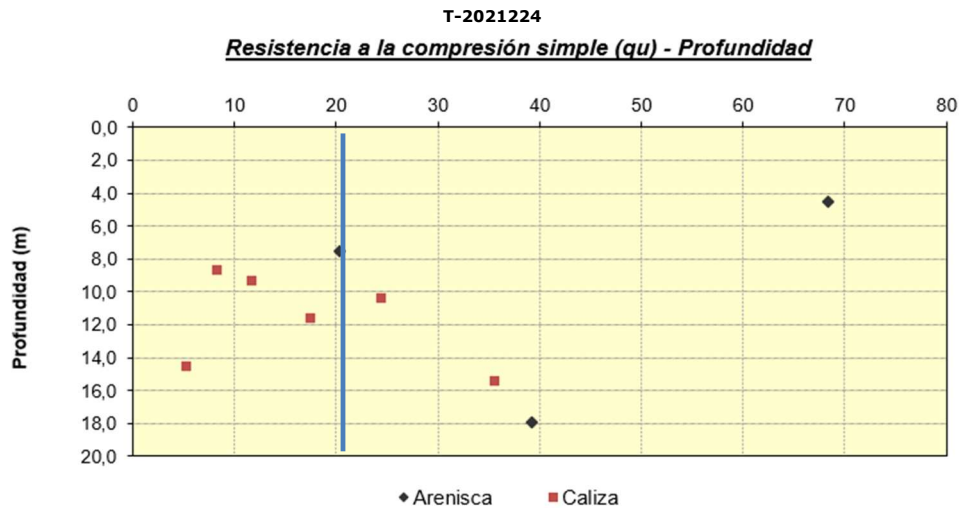


Figura 35. Distribución de la resistencia a la compresión simple en la unidad N-2 según la profundidad, diferenciando las muestras de arenisca y caliza.

En los valores obtenidos, se observa una elevada dispersión debido a las distintas litologías y grados de meteorización.

En cualquier caso, dado que se trata de alternancias irregulares de calizas y areniscas, se cree razonable establecer un valor conservador representativo para este sustrato terciario, el cual, descartando los valores extremos (más bajo y más alto), resultaría un valor representativo de 22 MPa, el cual se sitúa por debajo del 50% de los ensayos realizados según se puede observar en la Figura 35, y se puede considerar apropiado para este tipo de litologías según la bibliografía geotécnica disponible.

Módulo de Young

No se han llevado a cabo ensayos de compresión simple con bandas extensiométricas para determinar el módulo de deformación de la roca intacta, no obstante, Hoek y Marinos proponen la siguiente expresión para su estimación:

$$E_i = MR \cdot \sigma_i$$

Ecuación 12

Siendo:

E_i , el módulo de elasticidad de la roca intacta.

MR, Modulus Ratio, coeficiente que depende del tipo de roca y que para calizas y areniscas se sitúan en el rango 375.

Σ_i , la resistencia a compresión simple de la roca intacta.

A partir de la anterior expresión y para un valor de la resistencia a la compresión de la roca intacta de 22 MPa, el valor del módulo de elasticidad de la roca intacta tomaría un valor de 8.250 Mpa.

Coeficiente de Poisson



T-2021224

Para estos niveles de calizas y areniscas, a partir de datos bibliográficos, se puede adoptar un valor de 0,29.

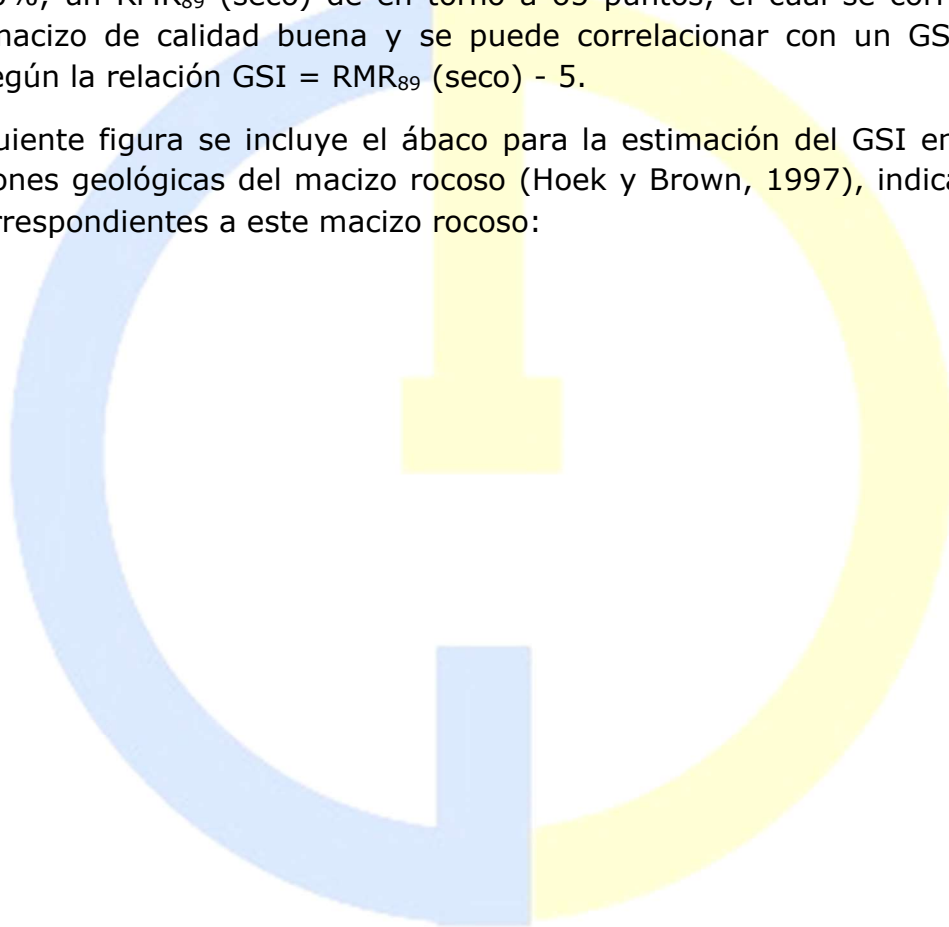
Parámetro del criterio de Hoek y Brown

Para la determinación del parámetro m_i de estos materiales se ha tomado de la bibliografía disponible un valor correspondiente a areniscas y calizas de $m_i=12$.

Clasificación Geomecánica

A partir de los datos deducidos de los sondeos, se puede estimar para este macizo rocoso constituido por areniscas y calizas con un RQD elevado del orden del 70-80%, un RMR_{89} (seco) de en torno a 65 puntos, el cual se corresponde con un macizo de calidad buena y se puede correlacionar con un GSI de 60 puntos según la relación $GSI = RMR_{89}$ (seco) - 5.

En la siguiente figura se incluye el ábaco para la estimación del GSI en base a descripciones geológicas del macizo rocoso (Hoek y Brown, 1997), indicando las zonas correspondientes a este macizo rocoso:



Pick GSI Value		SURFACE CONDITIONS				
Rock Type: <input type="text" value="General"/>		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection: <input type="text" value="50"/> <input type="button" value="OK"/>		DECREASING SURFACE QUALITY →				
STRUCTURE		DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ↓				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90	80	70	N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70	60	50	40
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets	70	60	50	40	30
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity	60	50	40	30	20
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces	50	40	30	20	10
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A	10		

Figura 36. Estimación del GSI en base a descripciones geológicas del macizo rocoso (Hoek y Brown, 1997).

Correlaciones empíricas

Para la obtención del módulo de deformación del macizo rocoso se puede partir de los valores del módulo presiométrico o seguir las formulaciones de Hoek y Diederichs (2006) utilizadas en el programa comercial RocLab. Estas formulaciones dependen a su vez de la resistencia a compresión simple, índice de calidad GSI, parámetro m de Hoek y parámetro D, dependiente del método de excavación:

$$E_m = E_i \cdot \left(0,02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{\frac{60 + 15 \cdot D - GSI}{11}}} \right)$$

Ecuación 13



T-2021224

Siendo:

E_m , es el módulo de elasticidad del macizo rocoso.

E_i , es el módulo de elasticidad de la roca intacta.

D , es el factor de disturbancia, que en este caso, se ha tomado un valor de 0,0.

GSI, es el Geological Strength Index.

En la siguiente figura, se incluye la salida gráfica del programa RockLab, a partir de la cual se ha obtenido un módulo de deformación del macizo rocoso con un grado de meteorización II según norma ISRM para un GSI de 60.

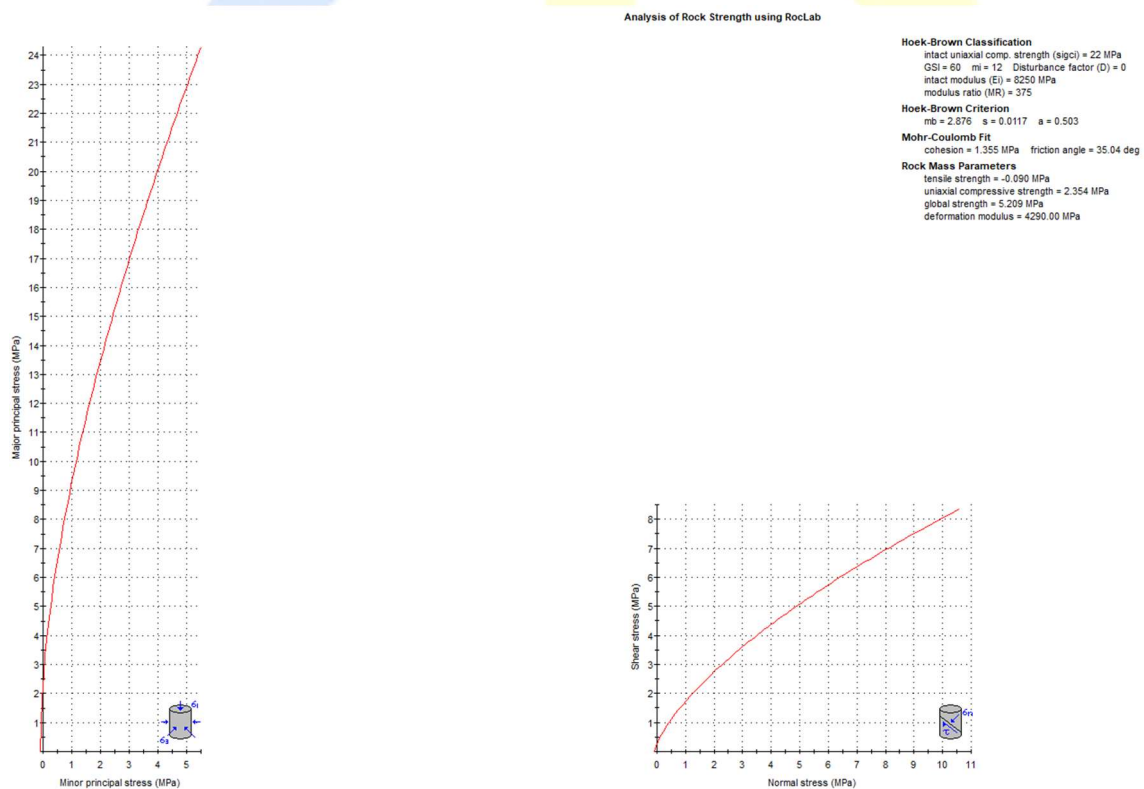


Figura 37. Salida gráfica programa RockLab parámetros deformacionales del sustrato terciario.

Se comprueba que, para las condiciones del sustrato terciario descritas, se ha obtenido un módulo de deformación del macizo de 4.290 MPa, así como una cohesión de 1,355 MPa y un ángulo de rozamiento interno de 35°.



T-2021224

5.4 ANÁLISIS DE LA AGRESIVIDAD DE SUELO Y AGUAS

En la Tabla 31 se recogen los resultados de los ensayos de agresividad de la muestra de agua tomada en el interior del sondeo nº2, realizado conforme a Código Estructural (2021).

Tabla 31. Análisis de aguas según norma EHE.

Sondeo	Tipo de muestra	Profundidad (m)	ENSAYOS QUÍMICOS AGUAS						AGRESIVIDAD
			Sulfatos mg/l	Dióxido de carbono mg/l	Residuo seco mg/l	Ph	Amonio mg/l	Magnesio mg/l	
S-2	AGUA	7,5	39,0	2,0	209,0	6,9	0,0	2,0	NO

En los resultados obtenidos se ha observado estas no son agresivas frente al hormigón.

En relación con la agresividad del terreno al hormigón, el análisis realizado sobre las muestras de las unidades geotécnica N-0, N-1 y N-2, han resultado con un contenido de inferior a 2000 mg/kg en el ión SO_4^{2-} y una acidez inferior a 200 ml/kg, por lo que según la tabla 8.2.3b incluida en la Código Estructural (2021), se trata de materiales NO AGRESIVOS frente al hormigón. En la Tabla 32 se incluyen los ensayos realizados y la clasificación obtenida:

Tabla 32. Análisis de suelos según norma EHE.

Sondeo	Tipo de muestra	Profundidad (m)	Unidad Geotécnica	Litología	ENSAYOS QUÍMICOS SUELOS		AGRESIVIDAD
					Sulfatos mg/Kg	Acidez ml/Kg	
S-1	TP1	4,5	N-2	ARENISCA	0,0	2,0	NO AGRESIVO
S-2	MI2	4,6	N-1	SP	0,0	0,0	NO AGRESIVO
S-1	SPT	1,5	N-0	SM	0,0	0,0	NO AGRESIVO
S-3	MI1	1,7	N-1	ML	0,0	0,0	NO AGRESIVO

5.5 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES

Una vez analizada toda la información relativa a los distintos niveles litológicos detectados en el subsuelo de la parcela, se ha definido un modelo geotécnico que ha sido empleado para los cálculos necesarios.



T-2021224

En la Tabla 33 se exponen los parámetros geotécnicos establecidos para cada una de las unidades existentes en subsuelo del emplazamiento:

Tabla 33. Parámetros geotécnicos del modelo elástico de Mohr-Coulomb asignados a los niveles geotécnicos distinguidos: N-0→ Rellenos Antrópicos, N-1→ Depósitos de Terraza Fluvial, N-2→ Sustrato Terciario.

Parámetros	N-0	N-1	N-2
Peso específico natural, γ_{nat} [kN/m ³]	19-20	20	25,6
Ángulo de fricción efectivo, ϕ' [°]	29-33	32-39	-
Cohesión efectiva, c' [kPa]	25-50	5	-
Módulo de deformación con drenaje, E' [kPa]	9.500	40.000	4.290 MPa
Resistencia al corte sin drenaje, C_u [kPa]	100	-	-
Módulo de deformación sin drenaje, E_u [kPa]	10.150	-	-
Coefficiente de Poisson corto plazo, ν_{cp}	0,35	0,30	0,29
Coefficiente de Poisson largo plazo, ν_{lp}	0,25	0,30	0,29
Permeabilidad, k [cm/s]	$7 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-5}$	0,05 a $9 \cdot 10^{-3}$	-

Los parámetros incluidos en la Tabla 33, han sido obtenidos en base a los resultados conseguidos en los ensayos de laboratorio realizados sobre estos materiales, así como a partir de estimaciones y tablas incluidas en la bibliografía geotécnica disponible.

6 NIVEL FREÁTICO

Una vez finalizados los S-1, S-2 y S-3, se entubaron con tubería de PVC ranurada y se protegieron las bocas con arquetas, para llevar a cabo posteriormente la medición de posibles niveles piezométricos con sonda hidronivel.

Una vez llevadas a cabo las mediciones, se han detectado los siguientes niveles respecto a su cota de inicio:



T-2021224

- S-1 – 4,6 m de profundidad
- S-2 – 7,4 m de profundidad
- S-3 – 5,3 m de profundidad

Teniendo en cuenta su ubicación, y los niveles litológicos detectados, se puede establecer un nivel freático general afectando los depósitos de terraza fluvial a partir de 7,4 m de profundidad respecto a la cota de inicio del sondeo S-2, a una cota de 517,6 m.s.n.m., tratándose previsiblemente, los niveles de agua detectados en los sondeos S-1 y S-3, de aguas de infiltración.

7 EXCAVABILIDAD

Según la información proporcionada, las construcciones previstas no presentan plantas bajo rasante, por lo que la excavación necesaria para la ejecución de la cimentación será de 1 m de profundidad aproximadamente.

Ante estas circunstancias, los materiales existentes en el subsuelo de la parcela pueden clasificarse en tres categorías en función de su facilidad de extracción:

- FÁCIL - En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.
- MEDIA - En aquellos materiales que para su excavación necesitan el empleo parcial de martillo neumático y/o voladuras.
- DIFÍCIL - En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo neumático y/o voladuras.

Por tanto, los materiales existentes en la parcela serán fácilmente excavables con métodos convencionales (pala retroexcavadora o similar) hasta alcanzar la cota de cimentación, ya que se trata de rellenos antrópicos y depósitos de terraza fluvial pertenecientes los niveles geotécnicos N-0 y N-1.

En caso de que llegue a ser preciso excavar el sustrato terciario de la unidad geotécnica N-2, será preciso un ripado previo con martillo neumático, ya que se trata de materiales no excavables.

Para el cálculo de los empujes del terreno, se recomienda adoptar los parámetros geotécnicos recogidos en la Tabla 33, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Empuje activo y muro rugoso: $\delta \leq (2/3) \cdot \Phi'$, en el caso de muro encofrado contra el terreno.
- Empuje activo y muro poco rugoso: $\delta \leq (1/3) \cdot \Phi'$, como en el caso de muro encofrado a doble cara.



T-2021224

- Empuje activo y muro liso: $\delta=0'$, si se emplea la hipótesis de Ranking o el empleo de lodos tixotrópicos.
- Empuje pasivo: $\delta \leq (1/3) \cdot \Phi'$.

Se deberá considerar empuje hidrostático a partir de la cota 517,6 m de profundidad.

8 ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN

Debido a la presencia de niveles superficiales de rellenos antrópicos y depósitos de terraza fluvial granulares, los posibles taludes de excavación generados sobre estos materiales, será preciso tenderlos a una pendiente máxima estable a corto plazo de 1H:1V (45°) y alturas de hasta 4-5 m sin alcanzar el nivel freático.

Para alturas superiores o bajo nivel freático, será preciso realizar un estudio particularizado.

9 CIMENTACIÓN

Según la información facilitada por el peticionario, la cimentación del almacén para residuos de muy baja actividad (RBBA) y del edificio blindado para desclasificación de residuos, será superficial, ya que carecen de plantas bajo rasante.

Tal como se puede comprobar en los perfiles geológicos-geotécnicos incluidos en el Apéndice A-1: PLANOS, para la ubicación del edificio blindado para desclasificación de residuos, en cuyo emplazamiento se han realizado los sondeos S-3 y S-4, se ha detectado el sustrato rocoso sano a una profundidad de entre 5,4 y 7,0 m respecto a la cota de inicio de los sondeos, existiendo un espesor de unos 0,6 m de rellenos antrópicos en esta zona. Por tanto, para la cimentación de esta estructura, se ha previsto la posibilidad de una cimentación superficial mediante zapatas aisladas y/o corridas apoyadas en los niveles de depósitos de terraza fluvial de la unidad geotécnica N-1, o bien, una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes empotrados en el sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2.

En el caso de la nave almacén para residuos de muy baja actividad (RBBA), en cuyo emplazamiento se han realizado los sondeos S-1 y S-2, y los ensayos DPSH P-1 a P-3, se ha detectado el sustrato rocoso sano a una profundidad variable de entre 2,9 y 9,2 m respecto a la cota de inicio de los ensayos, existiendo un



T-2021224

espesor de unos 2,9-4,4 m de rellenos antrópicos en esta zona, aumentando el espesor de rellenos y suelos hacia el sur y sureste del emplazamiento. Por tanto, para la cimentación de esta estructura, debido al elevado espesor de rellenos antrópicos superficiales, los cuales no se pueden considerar aptos para una cimentación superficial dado que no se trata de un relleno estructural con suelos seleccionados debidamente compactados, así como el irregular espesor de suelos superficiales existentes, se ha previsto la necesidad de llevar a cabo una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes empotrados en el sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2.

En los apartados incluidos a continuación, se incluye la determinación de la tensión admisible para los niveles superficiales de depósitos de terraza fluvial de la unidad geotécnica N-1, así como la determinación de las resistencias unitarias por punta y fuste del sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2.

9.1 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO: DEPÓSITOS DE TERRAZA FLUVIAL

Dado que estos niveles de depósitos de terraza fluvial de la unidad geotécnica N-1, se trata de suelos granulares, la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asiento, más que por hundimiento. La experiencia acumulada durante casi medio siglo desde que Meyerhof propusiera la primera correlación entre la presión de servicio que puede admitirse y el índice N del ensayo SPT, para limitar a un valor moderado los asientos posteriores, ha llevado a la utilización de la expresión siguiente incluida Guía de cimentaciones en obras de carretera (2003):

$$p_{adm} = 4 \cdot N_{60} \cdot f_B \cdot f_D \cdot f_L \cdot f_I \cdot f_W \text{ (kPa)} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

N_{60} = Valor de cálculo del índice N del ensayo SPT corregido atendiendo a la profundidad del ensayo. Este valor, después de corregido, no debe ser nunca superior a 50.

f_B = Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta el ancho de la cimentación. Se utilizará el valor siguiente:

$$f_B = \left(\frac{B^* + 0,3 \text{ m}}{B^*} \right)^2 \leq 1,5 \quad \text{Ecuación 15}$$

f_D = Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta la profundidad de cimentación, D. se evaluará mediante la expresión siguiente:



T-2021224

$$f_D = \left(1 + \frac{D}{3B^*}\right) \leq 1,5$$

Ecuación 16

f_L = Factor de corrección adimensional que tiene en cuenta la forma de la cimentación. Su valor de cálculo es:

$$f_L = \left(\frac{L^* + 0,25B^*}{1,25L^*}\right)^2$$

Ecuación 17

D, L*, B* = Profundidad de apoyo, longitud y ancho equivalentes de la zapata.

Las fórmulas anteriores son aplicables para el caso particular de existencia de un nivel freático próximo al plano de apoyo, en situación hidrostática.

Cuando sea esperable una situación no hidrostática y pueda existir un flujo de agua ascendente, la presión admisible será menor que la indicada y puede obtenerse mediante el uso del factor de reducción siguiente:

$$f_I = \left(1 - I_v \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma'}\right) \leq 1$$

Ecuación 18

Donde:

f_I = Factor de corrección por efecto del flujo ascendente del agua.

I_v = Gradiente vertical del flujo del agua.

γ' = Peso específico sumergido del suelo.

γ_w = Peso específico del agua.

Las cargas admisibles de cimentaciones apoyadas sobre arenas no saturadas pueden calcularse mediante el uso del factor de ampliación siguiente.

$$f_w = 1 + 0,6 \frac{h_w}{B^*} \leq 1,8$$

Ecuación 19

Donde:

f_w = Factor de corrección para condiciones de cimentación en arenas no saturadas.

h_w = Profundidad mínima del nivel freático bajo el plano de cimentación durante la situación de proyecto considerada.

B^* = Ancho equivalente de la cimentación.

El procedimiento expuesto, está sometido, no obstante, a las siguientes limitaciones:



T-2021224

- Terreno plano, horizontal o con pendiente inferior al 10 %.
- La inclinación de la acción es inferior al 10 % ($\text{tg } \delta < 0,10$).
- El agua del terreno se encuentra en régimen hidrostático o se mueve con gradientes moderados.
- En toda la zona de afección de la cimentación y al menos hasta una profundidad mayor que $1,5B^*$ existen arenas limpias. Además, a profundidades mayores no existen terrenos cohesivos blandos que puedan provocar asientos importantes.
- La estructura para la que se proyecta la cimentación no es especialmente sensible a los asientos y puede soportar asientos de 2,5 cm, después de su construcción, sin merma de su seguridad o fiabilidad.
- El área de apoyo debe ser inferior a 100 m^2 , de otra forma sería necesario un cálculo específico de los asientos.

Para el cálculo de la presión admisible de servicio se aplicará el método simplificado basado en ensayos de golpeo. Se han considerado zapatas aisladas y corridas, de anchos $B=1,5-2,5 \text{ m}$ y profundidades de empotramiento $D=1,0 \text{ m}$. Como asiento máximo admisible se ha considerado 25 mm. Se ha asumido, para la zona de influencia de la cimentación, un valor del N_{60} de 25, determinado como representativo de estos materiales según la caracterización geotécnica realizada.

De esta forma se han obtenido los valores de presión admisible que figuran en la tabla siguiente en función del ancho de la cimentación.

Padm	216,0	204,2	198,4	188,2	194,9	182,8	201,8	175,8	151,5	143,3	140,0	139,0	kPa kg/cm ²
	2,2	2,1	2,0	1,9	2,0	1,9	2,1	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	
fB	1,440	1,361	1,323	1,254	1,440	1,323	1,440	1,254	1,440	1,323	1,254	1,210	
fD	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
fL	1,000	1,000	1,000	1,000	0,903	0,922	0,934	0,934	0,701	0,723	0,744	0,766	
Tipo	Aislada	Aislada	Aislada	Aislada	Aislada	Aislada	Aislada	Aislada	Corrida	Corrida	Corrida	Corrida	
B	1,5	1,8	2	2,5	1,5	2	1,5	2,5	1,5	2	2,5	3	m
L	1,5	1,8	2	2,5	2	2,5	1,8	3	8	8	8	8	m
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	m
Asientos	8	9	10	12	8	10	8	12	11	12	14	16	mm

Tabla 34. Presión admisible para cada tipo de zapata proyectada.

Se comprueba que para zapatas aisladas de ancho $B=1,5$ a $2,5 \text{ m}$ las presiones admisibles serían del orden de los $175-216 \text{ kPa} = 1,8-2,2 \text{ kp/cm}^2$ y para zapatas corridas del orden de los $139-151 \text{ kPa} = 1,4-1,5 \text{ kp/cm}^2$, para las cuales se han obtenido asientos del orden de los $8-12 \text{ mm}$ para zapatas aisladas, y del orden de los $12-16 \text{ mm}$ para zapatas corridas, considerando que la zona de influencia de la cimentación afectará íntegramente a estos niveles de depósitos de terraza fluvial.

T-2021224

Los asientos inducidos para las cargas incluidas en la tabla anterior, se han determinado mediante las fórmulas analíticas incluidas en el apartado 4.8.1 de la Guía de cimentaciones en obras de carretera (2003), caracterizando el terreno de acuerdo con el modelo elástico lineal, que queda definido por los parámetros E' (módulo de elasticidad) y ν (coeficiente de Poisson), y empleando como hipótesis de cálculo que la distribución de tensiones bajo la cimentación es independiente de la posible heterogeneidad del terreno, es aplicable la solución de reparto tensional correspondiente al semi-espacio homogéneo e isótropo de Boussinesq.

Las fórmulas analíticas que permiten el cálculo de los movimientos de la cimentación para cargas rígidas o flexibles son las que se incluyen en la Figura 38.

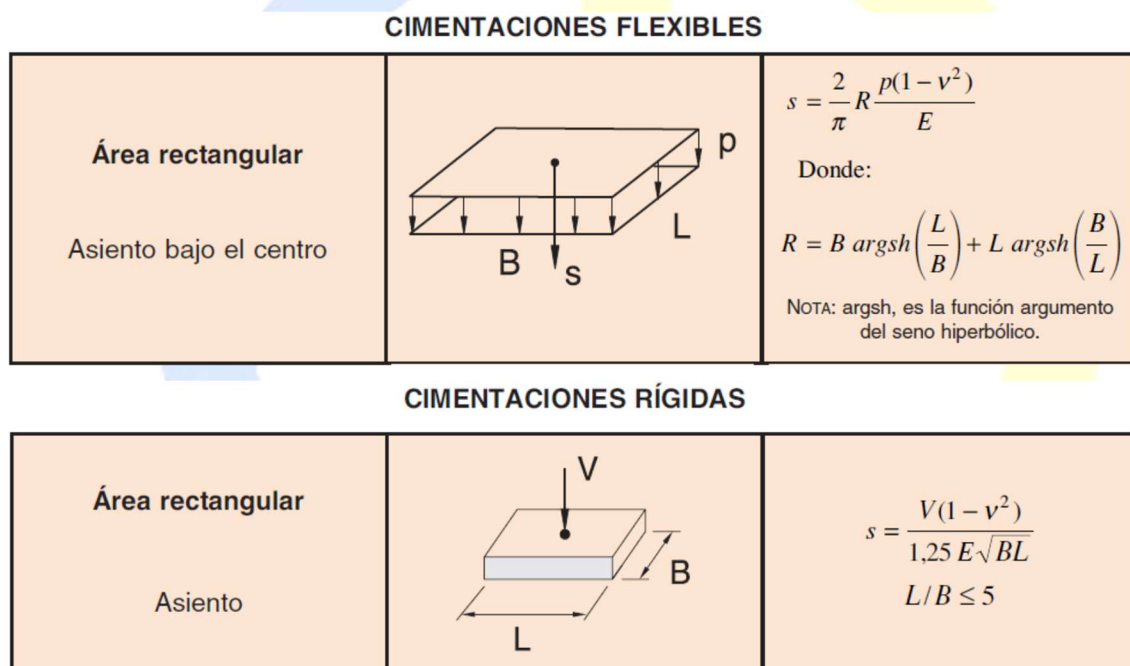


Figura 38. Asientos en cimentaciones flexibles y rígidas.

En base a los criterios tradicionales, los asientos estimados se pueden considerar admisibles, tal como se ha consultado en el cuadro 2.10 incluido en Rodríguez Ortiz, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), en el cual se incluye que el valor límite de los asientos absolutos máximos para cimentaciones sobre materiales granulares mediante zapatas en torno a los 25-40 mm y para losas sobre los 40-65 mm.

CRITERIOS TRADICIONALES SOBRE ASIENTOS ADMISIBLES

	<i>Arena</i>	<i>Arcilla</i>
Cimentaciones por zapatas		
Asiento máximo	25-40 mm	65 mm (120)*
Asiento diferencial máximo	20-25 mm	40-50 mm (50)
Cimentaciones por losa		
Asiento máximo	40-65 mm	65-100 mm (200)

* Los valores entre paréntesis corresponden a una recopilación realizada por Burland et al. (1977).

Figura 39. Asientos admisibles según Rodríguez Ortiz, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982).

9.2 MÓDULO DE BALASTO VERTICAL DE LA CIMENTACIÓN

En aquellos casos en que el cimiento proyectado responde a la tipología losa o zapata corrida, además de la comprobación de la carga admisible, para la determinación de los esfuerzos en el caso de cimentaciones flexibles es necesario considerar la deformabilidad del terreno.

El modelo más sencillo sería el denominado modelo de Winkler en el que el terreno es sustituido por unos "resortes" cuya rigidez viene determinada por la expresión siguiente:

$$R = K \cdot A \quad \text{Ecuación 20}$$

Siendo:

R = Rigidez del modelo de Winkler.

K = Módulo de balasto.

A = Área del terreno representada por el "resorte".

La elección de un valor adecuado para el parámetro K resulta complicada al depender del estado tensional alcanzado y de las dimensiones del área cargada, existiendo numerosas expresiones de carácter empírico y correlaciones.

Terzaghi propuso para zapatas cuadradas de ancho b (m) las expresiones siguientes:

$$K = K_{30} \cdot \left(\frac{0,30}{b} \right); \text{ suelos cohesivos} \quad \text{Ecuación 21}$$



T-2021224

$$K = K_{30} \cdot \left(\frac{b + 0,30}{2b} \right)^2 ; \text{ suelos granulares}$$

Donde K_{30} es un valor de referencia sobre el que existen datos bibliográficos y correspondiente a una placa de $0,30 \times 0,30 \text{ m}^2$.

Asimismo, para el caso de suelos granulares es posible obtener el valor de K_{30} a partir de la resistencia por penetración estándar a cualquier profundidad dada según:

$$K_{30} \left(\frac{\text{kp}}{\text{cm}^3} \right) = 10^{\frac{N_{\text{corr}} + 2}{34}} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde N_{corr} es el valor del SPT corregido por efecto de la profundidad y energía de hinca, por lo que en este caso utilizaremos los valores del N_{60} representativos de las zonas de influencia de la cimentación.

En terrenos granulares, si están sumergidos se tomarán con un K_{30} multiplicado por 0,60.

Por tanto, en el caso de las zapatas apoyadas superficialmente en los niveles de arenas con gravas de los depósitos de terraza fluvial con una compacidad media, para un valor representativo de $N_{60}=25$ obtendríamos un k_{30} de 5 kp/cm^3 , que en terrenos situados sobre nivel freático se tomará un valor de $6,22 \text{ kp/cm}^3$. Estos valores se correlacionan con los recomendados en Jiménez Salas, J.A., De Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1976, Geotecnia y Cimientos), para arenas con un N_{SPT} entre 9 y 30, tal como se puede comprobar en la siguiente tabla:



T-2021224

Tabla 35. Valores característicos del K_{30} según Jiménez Salas, J.A., De Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1976, Geotecnia y Cimientos).

Tipo de suelo	Coefficiente de balasto k_{30} (kp/cm ³)
** Suelo fangoso	0.50 - 1.50
* Arena seca o húmeda, suelta (N_{SPT} 3 a 9)	1.20 - 3.60
* Arena seca o húmeda, suelta (N_{SPT} 9 a 30)	3.60 - 12.00
* Arena seca o húmeda, suelta (N_{SPT} 30 a 50)	12.00 - 24.00
* Grava fina con arena fina	8.00 - 10.00
* Grava media con arena fina	10.00 - 12.00
* Grava media con arena gruesa	12.00 - 15.00
* Grava gruesa con arena gruesa	15.00 - 20.00
* Grava gruesa firmemente estratificada	20.00 - 40.00
** Arcilla blanda (q_u 0.25 a 0.50 kp/cm ²)	0.65 - 1.30
** Arcilla media (q_u 0.50 a 2.00 kp/cm ²)	1.30 - 4.00
** Arcilla compacta (q_u 2.00 a 4.00 kp/cm ²)	4.00 - 8.00
Arcilla margosa dura (q_u 4.00 a 10.00 kp/cm ²)	8.00 - 21.00
Marga arenosa rígida	21.00 - 44.00
Arena de miga y tosco	22.00 - 110.00
Marga	22.00 - 2200.00
Caliza margosa alterada	150.00 - 220.00
Caliza sana	885.00 - 36000.00
Granito meteorizado	30.00 - 9000.00
Granito sano	1700.00 - 3600.00

El valor de K_{30} obtenido es posible extrapolarlo para losas y zapatas de $B \times L$ (m):

$$K' = \frac{2}{3} \cdot K \cdot \left(1 + \frac{b}{2 \cdot l}\right)$$

Ecuación 23

De esta forma se han obtenido los siguientes valores para el coeficiente de balasto de la cimentación que figuran en la tabla siguiente.

Tabla 36. Coeficiente de balasto para cimentaciones mediante zapatas.

Tipo	1	2	3	4	
B	1,5	1,8	2	2,5	m
L	8	8	8	8	m
K_{sB}	21,98	20,77	20,18	19,14	MN/m ³
K_{sB}	2,24	2,12	2,06	1,95	Kg/cm ³
K_{sB}	2.240,9	2.118,1	2.058,0	1.952,0	tn/m ³
K_{sBL}	16,02	15,41	15,14	14,76	MN/m ³
K_{sBL}	1,63	1,57	1,54	1,50	Kg/cm ³
K_{sBL}	1.634,0	1.570,9	1.543,5	1.504,7	tn/m ³



9.3 DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DE LA UNIDAD GEOTÉCNICA N-2: SUSTRATO ROCOSO

En general, casi todas las rocas constituyen un excelente terreno para el apoyo de las cimentaciones. Este tipo de cimentación asegura una presión de trabajo suficiente ($>3 \text{ kp/cm}^2$), aunque pueden dar lugar a problemas de excavación, siendo necesario precisar en cada caso la metodología de excavación a seguir, ya que las rocas que se encontrarán, serán de naturaleza y disposición variable.

Cuando la roca está estratificada, diaclasada y/o alterada no se le pueden asignar las características resistentes del macizo rocoso sano, sino que es preciso corregir los valores correspondientes a la roca sana. Dependiendo del grado de alteración de la roca, de las combinaciones entre capas rocosas y otros materiales más blandos, pueden tener lugar diversas formas de rotura. En el caso más extremo de alteración de la roca (grados de meteorización IV-V), la roca se comporta como un verdadero suelo, y de tal forma debe ser analizado.

La metodología propuesta en el "Canadian Foundation Engineering Manual" determina la tensión admisible en rocas estratificadas y/o diaclasadas a partir de los resultados de los ensayos de compresión simple, corrigiendo esta última en función de la intensidad de la fracturación que presente.

De acuerdo con la metodología propuesta, la tensión admisible en el terreno viene definida por la siguiente expresión:

$$q_{adm} = K_{sp} \times q_{u-core} \quad \text{Ecuación 24}$$

donde,

K_{sp} , es un coeficiente empírico que incluye el coeficiente de seguridad de 3. Este coeficiente varía normalmente entre 0,1 y 0,4, y depende de la separación entre discontinuidades, apertura de las mismas y ancho de la cimentación

q_{u-core} , es la resistencia a compresión simple medida en los testigos de roca

También existen normas y estimaciones empíricas establecidas a partir de las características geomecánicas de las rocas, dándonos limitaciones como se puede observar en la Tabla 37:



T-2021224

Tabla 37. Presiones Admisibles en kp/cm² de la roca según la norma DIN 1054.

Estado del macizo	Roca sana o poco alterada	Roca quebradiza o con huellas de alteración
Homogéneo	40	15
Estratificado o diaclasado	20	10

* En el caso de duda o rocas muy alteradas estos valores deberán reducirse a la mitad

Por lo tanto, según la norma DIN 1054 para unas areniscas y calizas, considerando un valor de la resistencia a la compresión simple representativa de estos niveles de 22 MPa, tendríamos una Presión Máxima Admisible del orden de los 2,2 MPa = 22,4 kp/cm² según la expresión 24, para un valor de K_{sp} de 0,1, mientras que según norma DIN 1054, para una roca estratificada con huellas de alteración le correspondería una presión admisible de 10 kp/cm² = 1 MPa.

9.4 CIMENTACIÓN PROFUNDA: SUSTRATO ROCOSO TERCIARIO

En el caso de que, para las cimentaciones previstas, sea necesario transmitir las cargas en profundidad, se ha valorado una cimentación profunda mediante micropilotes o pilotes perforados y hormigonados *in situ* trabajando por fuste y punta en el sustrato rocoso Terciario de la unidad geotécnica N-2.

9.4.1 MICROPILOTES

El Ministerio de Fomento propone en la "Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras" la siguiente metodología para el cálculo de la resistencia de cálculos frente al modo de fallo por hundimiento.

El valor de la resistencia de cálculo frente al modo de fallo de hundimiento $R_{c,d}$, deberá ser mayor o igual que el esfuerzo axial (compresión) de cálculo transmitido por la estructura en la hipótesis más desfavorable $N_{c,Ed}$, es decir:

$$R_{c,d} \geq N_{c,Ed} \quad \text{Ecuación 25}$$

donde:

$R_{c,d}$ = Resistencia de cálculo frente al modo de fallo de hundimiento (esfuerzo axial de compresión).

$N_{c,Ed}$ = Esfuerzo axial de cálculo (compresión), obtenido a partir de acciones mayoradas.



En el caso de micropilotes empotrados en roca, es preciso que en la zona de influencia de la punta se cumpla, simultáneamente que la roca presente un grado de meteorización inferior o igual a III según norma ISRM, el índice RQD sea superior a sesenta ($RQD > 60\%$) y la resistencia a compresión simple de la roca sea superior a veinte megapascales ($q_u > 20$ MPa). El empotramiento en el terreno de las características que se acaban de describir sea superior o igual a seis diámetros nominales ($L_{emp} \geq 6D$), medidos sobre el plano de la punta.

$$R_{e,d} = A_p \cdot q_{pe,d} + f_{e,d} \cdot A_f \quad \text{Ecuación 26}$$

donde:

A_p, A_f = Áreas de punta y fuste respectivamente en el empotramiento en roca.

$q_{pe,d}, f_{e,d}$ = Resistencias unitarias por punta y fuste en el empotramiento en roca respectivamente.

Los parámetros $f_{e,d}$ y $q_{pe,d}$, para areniscas y calizas con grado de alteración igual o inferior a III según norma ISRM, se pueden tomar del lado más desfavorables, según la Tabla 3.3 del Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras, de $f_{e,d} = 0,15-0,40$ MPa, y $q_{pe,d} = 0,07 \cdot q_u$, siendo q_u la resistencia a compresión simple de la roca.

Para un valor representativo de este sustrato rocoso Terciario, de $q_u = 22$ MPa, nos resultarían unos valores para las Resistencias unitarias por punta y fuste en el empotramiento en las areniscas y calizas de la unidad geotécnica N-2, de $f_{e,d} = 0,15-0,40$ MPa, y $q_{pe,d} = 1,54$ MPa.

9.4.2 PILOTES PERFORADOS Y HORMIGONADOS *IN SITU*

El Ministerio de Fomento propone en la Guía de cimentaciones de obras de carreteras, la siguiente metodología para el cálculo de la resistencia unitaria por punta y fuste en pilotes:

Resistencia por punta pilotes

En caso de efectuarse el apoyo de los pilotes en el sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2, la resistencia unitaria por punta puede expresarse en función de la presión vertical admisible determinada para una cimentación superficial, a partir de la siguiente expresión:

$$q_{p \text{ roca}} = 2 \cdot p_{v \text{ adm}} \cdot d_f \quad \text{Ecuación 27}$$

donde:



T-2021224

$p_{v adm}$ = Presión vertical admisible determinada para una cimentación superficial.

d_f = Factor de empotramiento en roca, de la zona de la punta, cuyo valor es $d_f=1+0,4 \cdot (L_r/D)$, siendo L_r la profundidad de empotramiento en roca de la misma o mejor calidad que la existente en la punta, y D el diámetro real o equivalente del pilote.

Considerando una presión vertical admisible determinada para una cimentación superficial de 1 MPa, y para un empotramiento de 1,5 diámetros, resultaría un valor para el factor de empotramiento $d_f=1,6$, y por tanto, una resistencia unitaria por punta de $q_{p roca} = 3,14 \text{ MPa} = 32 \text{ kp/cm}^2$, para pilotes empotrados en roca.

Resistencia por Fuste Pilotes

Mientras que la resistencia por fuste de la zona empotrada en roca resultaría:

$$\tau_{f roca}^{pilote} = 0,1 \cdot q_{p roca}$$

Ecuación 28

Para poder considerar que se cuenta con la aportación de la punta del pilote, el empotramiento del mismo ha de estar comprendido entre 2 y 3 diámetros en rocas blandas ($q_u < 5 \text{ MPa}$) y entre 1 y 1,5 diámetros en rocas medias a duras, según lo recomendado en el "Curso aplicado de Cimentaciones" (J.M. Rodríguez Ortiz et. al)

Por tanto, nos resultaría una Resistencia unitaria por fuste del pilote perforado y hormigonado in situ en roca de $T_{p roca} = 0,3 \text{ MPa} = 3,2 \text{ kp/cm}^2$.

9.5 MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL

El módulo de balasto horizontal se puede determinar a partir de la expresión de Vesic en función del diámetro de pilote y el módulo de deformación presiométrico E_p de la roca:

$$K = \frac{0,65 \cdot E_p}{\Phi \cdot (1 - \mu^2)}$$

Ecuación 29

... donde:

k = Módulo de balasto horizontal (MN/m³)

E_p = Módulo presiométrico (MPa)

Φ = Diámetro del pilote (m)



T-2021224

ν = Coeficiente de Poisson

En ausencia de resultados de ensayos presiométricos, para la determinación aproximada del módulo presiométrico (E_p), se ha empleado la siguiente fórmula:

$$E_p = \frac{E \cdot (1 - \mu) \cdot \alpha}{(1 + \mu) \cdot (1 - 2 \cdot \mu)}$$

Ecuación 30

... donde:

E= Módulo de deformación (MPa)

ν = Coeficiente de Poisson

α =Coeficiente que depende del tipo de terreno, según la tabla a continuación:

Tabla 38. Valores del coeficiente α en función del RQD de la roca.

Naturaleza del terreno (RQD)	RQD (%)	α
Roca ligeramente fracturada	80-100	2/3
Normal	50-80	1/2
Muy fracturada	0-50	1/3

En este caso, para determinar el módulo de balasto horizontal del sustrato rocoso Terciario, se debería aplicar un factor $\alpha=1/2$, para determinar el Módulo presiométrico a partir del módulo de deformación de estos niveles incluido en la Tabla 33.

9.6 COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO

En el caso de una cimentación profunda mediante pilotes, el coeficiente de seguridad frente al hundimiento, se define, para cada situación de proyecto, como el cociente entre la carga de hundimiento del grupo, y la carga vertical que actúa sobre el grupo en dicha situación.



T-2021224

El cociente de las cantidades obtenidas (carga de hundimiento, dividida por la carga vertical actuante) es el coeficiente de seguridad individual frente al hundimiento.

Aunque el valor mínimo de los coeficientes de seguridad debe decidirse para cada proyecto concreto, teniendo en cuenta las condiciones específicas (grado de detalle del conocimiento del terreno, experiencia previa contrastada, etc.), se recomienda respetar, tanto para la seguridad frente a hundimiento del grupo, como para cada uno de los pilotes, el valor mínimo que se indica en la siguiente tabla incluida en la "Guía de cimentaciones de obras de carreteras":

Tabla 39. Coeficientes de seguridad mínimos frente al hundimiento para cimentaciones profundas con pilotes.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS UTILIZADO EN LA ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO		
	COMBINACIÓN CASI PERMANENTE (*)	COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA	COMBINACIONES ACCIDENTALES
	F ₁	F ₂	F ₃
Cualquier tipo de pilotaje			
Método del SPT en suelos granulares	3	2,6	2,2
Método basado en el penetrómetro estático	2,5	2,2	1,8
Métodos basados en datos de penetrómetros dinámicos continuos y uso de correlaciones	3,5	3	2,6
Método basado en la resistencia a compresión simple de la roca (sólo para pilotes empotrados en roca)	3	2,6	2,2
Método basado en fórmulas analíticas y ensayos de laboratorio para medir el ángulo de rozamiento (o de laboratorio, o campo, para medir la resistencia al corte sin drenaje de arcillas)	3	2,6	2,2
Basado en ensayos de carga	2	1,7	1,5
Pilotes hincados			
Con control del avance y aplicación de la fórmula de Hiley	$(6 - s) \geq 3$	$(5 - s) \geq 2,6$	$(4 - s) \geq 2,2$
Con control de avance y aplicación de la ecuación de la onda	$(5 - s) \geq 2,5$	$(4 - s) \geq 2,2$	$(3 - s) \geq 1,8$
Con control electrónico de la hinca	2	1,7	1,5
Con control electrónico de la hinca y contraste con pruebas de carga	1,7	1,5	1,2

En el caso de una cimentación profunda mediante micropilotes, tal como se incluye en la ecuación 25, se ha de comprobar que la Resistencia de cálculo a compresión frente al modo de fallo de hundimiento ($R_{c,d}$) calculada a partir de los valores de resistencias unitarias por punta y fuste incluidos en el apartado anterior, sea mayor o igual al Esfuerzo axial de cálculo a compresión ($N_{c,Ed}$), obtenido a partir de acciones mayoradas.



9.7 EXPANSIVIDAD Y COLAPSABILIDAD

Los niveles de suelos superficiales existentes en la zona de actuación, constituidos por rellenos antrópicos y depósitos fluviales de las unidades geotécnicas N-0 y N-1, no presentarán fenómenos de expansividad ni colapsabilidad, ya que se trata de materiales no expansivos y con un potencial de colapso BAJO.

9.8 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

Según Código Estructural (2021) ², antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puedan llegar a provocar su degradación. Estas vienen definidas por la combinación de:

- Clase general de exposición frente a la corrosión de armaduras.
- Clase específica de exposición relativa a otros procesos de degradación.

En relación de la agresividad del terreno al hormigón en contacto con la cimentación, el análisis realizado sobre las muestras de los niveles superficiales de rellenos antrópicos y depósitos de terraza fluvial (unidades geotécnicas N-0 y N-1), han resultado con un contenido exento en el ión SO_4^{2-} y una acidez de 0 ml/kg, por lo que según la tabla 27.1.b incluida en la Código Estructural (2021), se trata de materiales no agresivos frente al hormigón.

Por tanto, no será necesaria la utilización de cementos especiales para la fabricación de los hormigones de cimentación en contacto con el terreno.

En lo relativo a las aguas freáticas existentes en la parcela, se ha determinado que estas no son agresivas frente al hormigón, y, por tanto, los hormigones en contacto con estas tampoco requerirán la utilización de cementos especiales para su fabricación.

² Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

9.9 ACCIONES SÍSMICAS

Según la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (2002)³, el término municipal de Santa María de Garoña, tal y como se muestra en el mapa de peligrosidad expuesto a continuación (ver Figura 40), este posee una aceleración sísmica básica de 0,04·g, y un coeficiente de contribución K=1.

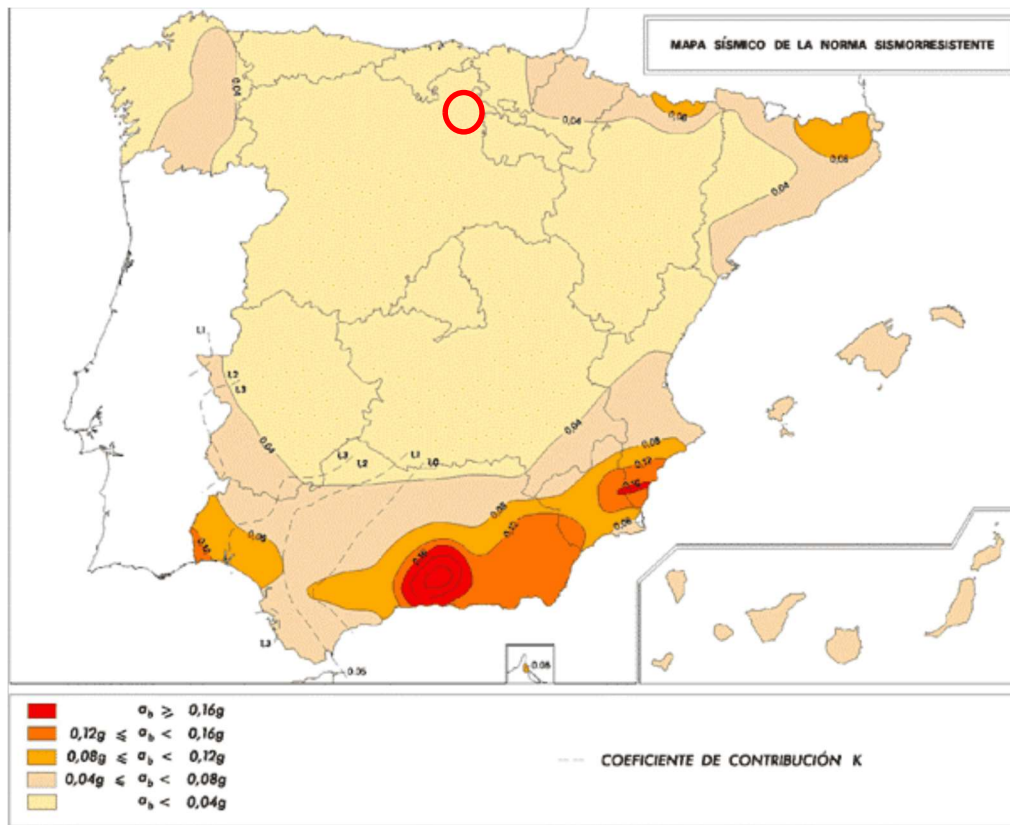


Figura 40. Mapa de Peligrosidad Sísmica de España según la NCSE-02.

La aceleración sísmica de cálculo se obtiene a partir de la aceleración sísmica básica una vez corregida mediante un coeficiente de riesgo (ver expresión 31), que depende del periodo de vida de la construcción, y un coeficiente de amplificación del terreno, que está en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas a través de éste.

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Ecuación 31

donde,

a_c =Aceleración sísmica de cálculo

³ Real Decreto 997/2002 del 27 de Septiembre de 2002.



T-2021224

 a_b = Aceleración sísmica básica

r = Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores,

$$\rho = \begin{cases} 1,0 & \text{para construcciones de importancia normal} \\ 1,3 & \text{para construcciones de importancia especial} \end{cases}$$

S = Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor,

$$S = \begin{cases} \frac{C}{1,25}, & \text{para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \cdot g \\ \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1,25} \right), & \text{para } 0,1 \cdot g < \rho \cdot a_b < 0,4 \cdot g \\ 1,0, & \text{para } 0,4 \cdot g \leq \rho \cdot a_b \end{cases}$$

Siendo C el coeficiente de terreno, que depende de las características geotécnicas del terreno y se obtiene como una media ponderada por el espesor entre los coeficientes correspondientes a los niveles geotécnicos existentes en los 30 m bajo la cimentación

En la Tabla 40 se muestran los valores que puede tomar el coeficiente del terreno, para los 30 m situados bajo la cota de apoyo de la cimentación, constituidos por suelos granulares con una compacidad media y roca compacta:

Tabla 40. Valor del coeficiente del terreno.

Tipos de Terreno	Descripción del terreno	Valor de C	Espesor 30m bajo cimentación
I	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.	1,0	20
II	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400 \text{ m/s}$.	1,3	0
III	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200 \text{ m/s}$.	1,6	10



T-2021224

Tipos de Terreno	Descripción del terreno	Valor de C	Espesor 30m bajo cimentación
IV	Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s < 200$ m/s.	2,0	0

El valor del coeficiente C de cálculo, se obtiene a partir de la expresión 32 al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , los cuales se indican en la anterior tabla:

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

Ecuación 32

A partir de un coeficiente C de cálculo de 1,30, y para unos valores de $a_b=0,04g$, $K=1$ y $r=1,3$, la aceleración sísmica de cálculo resultante será de $0,531 \text{ m/s}^2$.

En la Figura 41 se incluye el espectro normalizado de respuesta elástica en la superficie libre del, para aceleraciones horizontales, correspondiente a un oscilador lineal simple con un amortiguamiento de referencia del 5% respecto al crítico, definido por los siguientes valores:

$$\text{Si } T < T_A \quad a(T)=1+1,5 \cdot T/T_A$$

$$\text{Si } T_A \leq T \leq T_B \quad a(T)=2,5$$

$$\text{Si } T > T_B \quad a(T)=K \cdot C/T$$

Ecuación 33

donde,

$a(T)$ = Valor del espectro normalizado de respuesta elástica.

T = Período propio del oscilador en segundos.

K = Coeficiente de contribución, $K=1$.

C = Coeficiente del terreno, $C=1,30$.

T_A, T_B = Períodos característicos del espectro de respuesta, de valores $T_A=K \cdot C/10$ y $T_B=K \cdot C/2,5$.

T-2021224

Espectro de respuesta elástica

T_A	0,130
T_B	0,520



Figura 41. Espectro de respuesta elástica.

Para algunas estructuras y modos de vibración con períodos superiores a 4 segundos, el proyectista podrá utilizar, siempre que lo justifique, valores espectrales menores de los predichos por las expresiones anteriores.

Para valores del amortiguamiento de la estructura diferentes del 5% del crítico, los valores de $a(T)$ para períodos $T > T_A$ se multiplicarán por el factor $v = (5/\Omega)^{0,4}$, donde Ω es el amortiguamiento de la estructura expresado como porcentaje del crítico.

Para períodos $T < T_A$, las ordenadas espectrales se interpolarán linealmente entre los valores correspondientes a $T=0$ y $T=T_A$.

El campo de aplicación de la norma viene recogido en el apartado 1.2.1, que es obligatorio, salvo:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a $0,04 \cdot g$.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica, ab sea inferior a $0,08 \cdot g$. No obstante, la norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas, si la aceleración sísmica de cálculo es igual o mayor de $0,06 \cdot g$.

Por tanto, dado que nos encontramos en una zona con un valor de la aceleración sísmica básica inferior a $0,04 \cdot g$, las previsiones de la citada norma no serán de



T-2021224

aplicación, por lo que estas no se han incluido en los cálculos realizados en este estudio.

10 DRENAJE

Según las indicaciones del Código Técnico de la Edificación (2006), en su documento básico de salubridad, sección HS1 Protección frente a la humedad, la presencia de agua es baja, situándose la zona de actuación por encima del nivel freático. El coeficiente de permeabilidad del terreno en contacto con la cimentación se ha establecido del orden de 10^{-3} a $9 \cdot 10^{-5}$ m/s. Con estos valores el grado de impermeabilidad mínimo exigido para las soleras realizadas sobre los niveles de las unidades geotécnicas N-0 y N-1 es de 1.

Tabla 41. Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros.

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros			
PRESENCIA DE AGUA	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ m/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ m/s	$K_s \leq 10^{-5}$ m/s
Alta	5,00	5,00	4,00
Media	3,00	2,00	2,00
Baja	1,00	1,00	1,00

11 GRADO DE EXPOSICIÓN AL RADÓN

Según la última revisión del Código Técnico de la Edificación, en su nuevo Documento Básico HS 6, se ha de determinar la protección frente a la exposición del Radón para la zona de emplazamiento de esta nueva construcción.

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/m^3 .

Según el listado de términos municipales en los que, en base a las medidas realizadas por el Consejo de Seguridad Nuclear, se deben establecer soluciones específicas de protección frente al radón que presenten concentraciones de radón superiores al nivel de referencia, se clasifican en 2 grupos: Zona I y Zona II.

En la siguiente figura, se puede comprobar un mapa con las zonas con potencial de radón mayor de 300 Bq/m^3 marcado en color naranja:

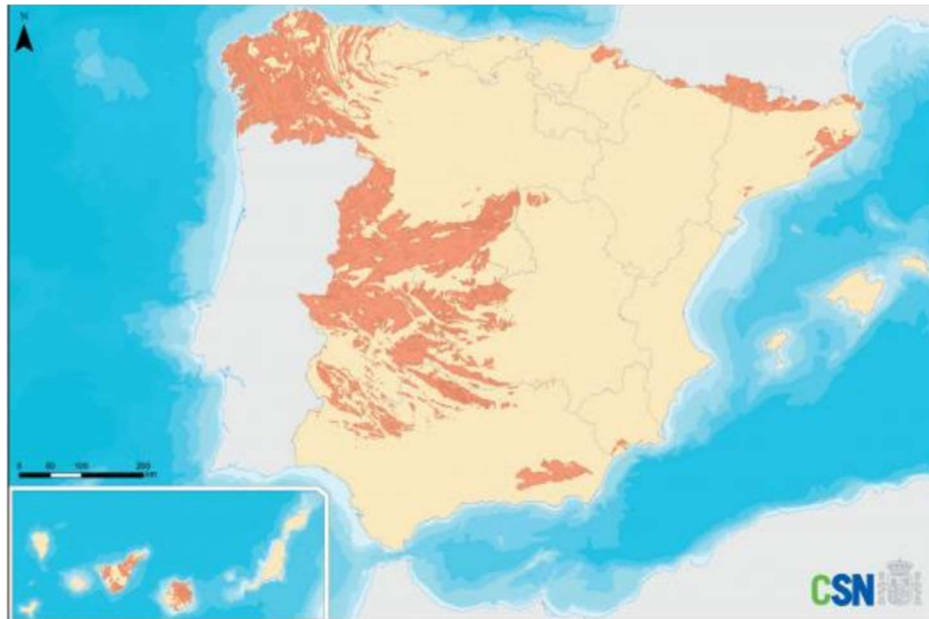


Figura 42. Zonas con potencial de radón (>300 Bq/m³).

En el caso que nos ocupa, el término municipal de Santa María de Garoña (Burgos), no estaría incluido en el listado de términos municipales en los que, en base a las medidas realizadas por el Consejo de Seguridad Nuclear, se considera que hay una probabilidad significativa de que edificios allí construidos sin soluciones específicas de protección frente al radón presenten concentraciones de este superiores al nivel de referencia (Zonas I y II), y por tanto, no será de aplicación lo indicado en el DB-HS 6, no siendo preciso aplicar medidas de remediación.

12 CONCLUSIONES

- 🕒 En el presente apartado se establece un resumen del informe, que en ningún caso pretende desarrollar todos los parámetros, valores y cálculos establecidos en el informe, para lo cual se deberá consultar el apartado correspondiente.
- 🕒 Las consideraciones expuestas en el presente informe, han sido deducidas a partir de una extrapolación de ensayos puntuales al conjunto del solar, por lo que según se indica en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico (2006), una vez iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.



T-2021224

- ⌚ La validez de este estudio geotécnico se limita a las características del proyecto presentado por el cliente (dimensiones, número de plantas, ubicación en la parcela, etc.); cualquier modificación en dicho proyecto conllevará la desvinculación de este al mismo.
- ⌚ El área de emplazamiento de la zona objeto de este estudio, se sitúa en el interior de la parcela en la cual se ubica la central nuclear de Santa María de Garoña, con referencia catastral 3162101VN8336S, siendo el objetivo del presente informe establecer las condiciones de cimentación de la edificación y excavabilidad del terreno.
- ⌚ El subsuelo de la parcela está formado por un espesor irregular de rellenos antrópicos de hasta 4,4 m de espesor, recubriendo depósitos de terraza fluvial de río Ebro, constituidos por arenas con gravas con una compacidad medianamente densa hasta una profundidad máxima de 7,8 m, a partir de la cual se sitúa el sustrato rocoso Terciario, formado por alternancias de areniscas y calizas con intercalaciones de limolitas, arenas y arcillas.
- ⌚ Desde el punto de vista hidrológico, se ha detectado la presencia de nivel freático general a partir de los 7,4 m de profundidad respecto a la cota del sondeo S-2, a una cota de 517,6 m.s.n.m.
- ⌚ Los trabajos de excavación necesarios hasta alcanzar la cota de cimentación podrán desarrollarse sin problemas con medios mecánicos convencionales tipo pala retroexcavadora, ya que los niveles de rellenos antrópicos y depósitos de terraza fluvial se trata de materiales fácilmente excavables.
- ⌚ Dado que las construcciones proyectadas no presentarán plantas bajo rasante, no se prevén taludes de excavación superiores a los 1,5 m de altura. No obstante, en el caso de que se lleguen a requerir taludes con alturas superiores afectando a los niveles de rellenos antrópicos y depósitos de terraza fluvial, se recomienda la adopción de taludes provisionales de pendiente máxima 1H/1V. Asimismo, para la ejecución de las excavaciones deben de seguirse todas las recomendaciones establecidas por la NTP 278 para la realización de las excavaciones y sostenimientos.
- ⌚ Para las cimentaciones de las estructuras previstas, se han establecido las siguientes recomendaciones:
 - En la ubicación del edificio blindado para desclasificación de residuos, en cuyo emplazamiento se han realizado los sondeos S-3 y S-4, se ha detectado el sustrato rocoso sano a una profundidad de entre 5,4 y 7,0 m respecto a la cota de inicio de los sondeos, existiendo un espesor de unos 0,6 m de rellenos antrópicos en esta zona. **Por tanto, para la cimentación de esta estructura, se ha previsto la posibilidad de una cimentación superficial mediante zapatas aisladas y/o corridas apoyadas en los niveles de depósitos de terraza fluvial de la unidad geotécnica N-1, o bien, una cimentación profunda mediante**



T-2021224

pilotes o micropilotes empotrados en el sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2.

- En la ubicación de la nave almacén para residuos de muy baja actividad (RBBA), en cuyo emplazamiento se han realizado los sondeos S-1 y S-2, y los ensayos DPSH P-1 a P-3, se ha detectado el sustrato rocoso sano a una profundidad variable de entre 2,9 y 9,2 m respecto a la cota de inicio de los ensayos, existiendo un espesor de unos 2,9-4,4 m de rellenos antrópicos en esta zona, aumentando el espesor de rellenos y suelos hacia el sur y sureste del emplazamiento. **Por tanto, para la cimentación de esta estructura, debido al elevado espesor de rellenos antrópicos superficiales, los cuales no se pueden considerar aptos para una cimentación superficial dado que no se trata de un relleno estructural con suelos seleccionados debidamente compactados, así como el irregular espesor de suelos superficiales existentes, se ha previsto la necesidad de llevar a cabo una cimentación profunda mediante pilotes o micropilotes empotrados en el sustrato rocoso de la unidad geotécnica N-2.**
- En la siguiente tabla, se resumen las recomendaciones y parámetros de cálculo establecidos:

Tabla resumen condiciones de cimentación						
Estructura	Tipología de cimentación	Unidad Geotécnica	Profundidad terreno competente	Presión Admisible	Resistencia unitaria punta y fuste del pilote	Resistencia unitaria punta y fuste del micropilote
			(m)	(kPa)	(MPa)	(MPa)
Edificio Desclasificación	Directa	N-1	0,6-1,0	175-216 (zapata aislada) 139-151 (zapata corrida)	-	-
	Profunda	N-2	5,4-7,0	-	3,14 0,30	1,54 0,15-0,40
Almacén RBBA	Directa	N-2	2,9-9,2	1.000	-	-
	Profunda	N-2		-	3,14 0,30	1,54 0,15-0,40

- 🕒 Los materiales situados por debajo del posible nivel de cimentación se consideran no expansivos y con una colapsabilidad baja.
- 🕒 Según CTE DB HS6, dado que el término municipal de Santa María de Garoña no estaría incluido en el listado de términos municipales en los que se presenten concentraciones de radón superiores al nivel de referencia (Zonas I y II), no será preciso aplicar medidas de remediación.
- 🕒 **En cuanto a la agresividad del suelo y aguas freáticas, estas no son agresivos según Código Estructural (2021).**



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

- ⌚ Desde el punto de vista sísmico, según la NCS-02 no es necesario tomar medidas antisísmicas.

Los trabajos realizados para la elaboración de este informe, de referencia T-2021224, han sido ejecutados durante los meses de enero y febrero de 2022, y quedan todos reflejados en este documento, que consta de portada, 88 páginas y 5 apéndices.

En Ribadeo, a 3 de febrero de 2022

Fdo.: Daniel Fernández Suárez
Geólogo, colegiado I.C.O.G. nº 6207
Ingeniero Geólogo

Geodrilling
services



13 REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA:

- Aramburu, C. y Bastida, F. (1995). Geología de Asturias. Ediciones Trea, 156 pp.
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill International Editions. Civil Engineering Series. 350 pp.
- González de Vallejo, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. (2001). Ingeniería geológica. Ed. Prentice Hall. 714 pp.
- Guía de Cimentaciones en obras de carretera (2002). Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. 304 pp.
- ISRM (1981). Rock Characterization. Testing and monitoring. ISRM suggested methods. Brwn, E.T. Ed. Commission on testing and monitoring. International Society for Rock Mechanics.
- Liao, S.S.C. and Whitman, R.V. (1986). Overburden Correction Factors for SPT in Sand.
- Jiménez Salas, J.A., De Justo, J.L. y Serrano, A.A. (1976). Geotecnia y Cimientos, Tomo II.
- Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias (2005). Puertos del Estado. 640 pp.
- Rodríguez Ortiz, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982). Curso aplicado de cimentaciones. Ed. Servicio de publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 160 pp.
- Vera, J.A. et al (2004). Geología de España. Sociedad Geológica de España-Instituto Geológico y Minero de España, 884 pp.

NORMATIVA:

- AENOR (1999). Geotecnia. Ensayos de Campo y Laboratorio.
- EUROCÓDIGO 7: Proyecto geotécnico.
- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico (2006). Ministerio de Vivienda. 952 pp.
- Código Estructural (2021). Ministerio de la Presidencia. 1789 pp.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (2002). Ministerio de Fomento. 69 pp.

LEGISLACIÓN:

- LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 462/1971, de 11 de marzo, por el que se dictan las Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación. Modificado por el Real Decreto 129/85 de 23.01.85 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224

- Pliego general de condiciones técnicas de la Dirección General de Arquitectura (Orden 4.06.73 del Ministerio de la Vivienda).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.



DELEGACION NORTE

C/SIDORO CHAMORRO 10
33008 OVIEDO ESPAÑA
TFNO: 667102097-FAX: 982 123 902
www.geodrilling.es

OFICINAS CENTRALES

C/ POZO DA INSUA PARCELA C4
27700 RIBADEO-LUGO (ESPAÑA)
TFNO: 982 123 901-FAX: 982 123 902
www.geodrilling.services

DELEGACION SUR

C/ANGUSTIAS Nº1
29017 MALAGA
TFNO: 619719556
www.geodrilling.es

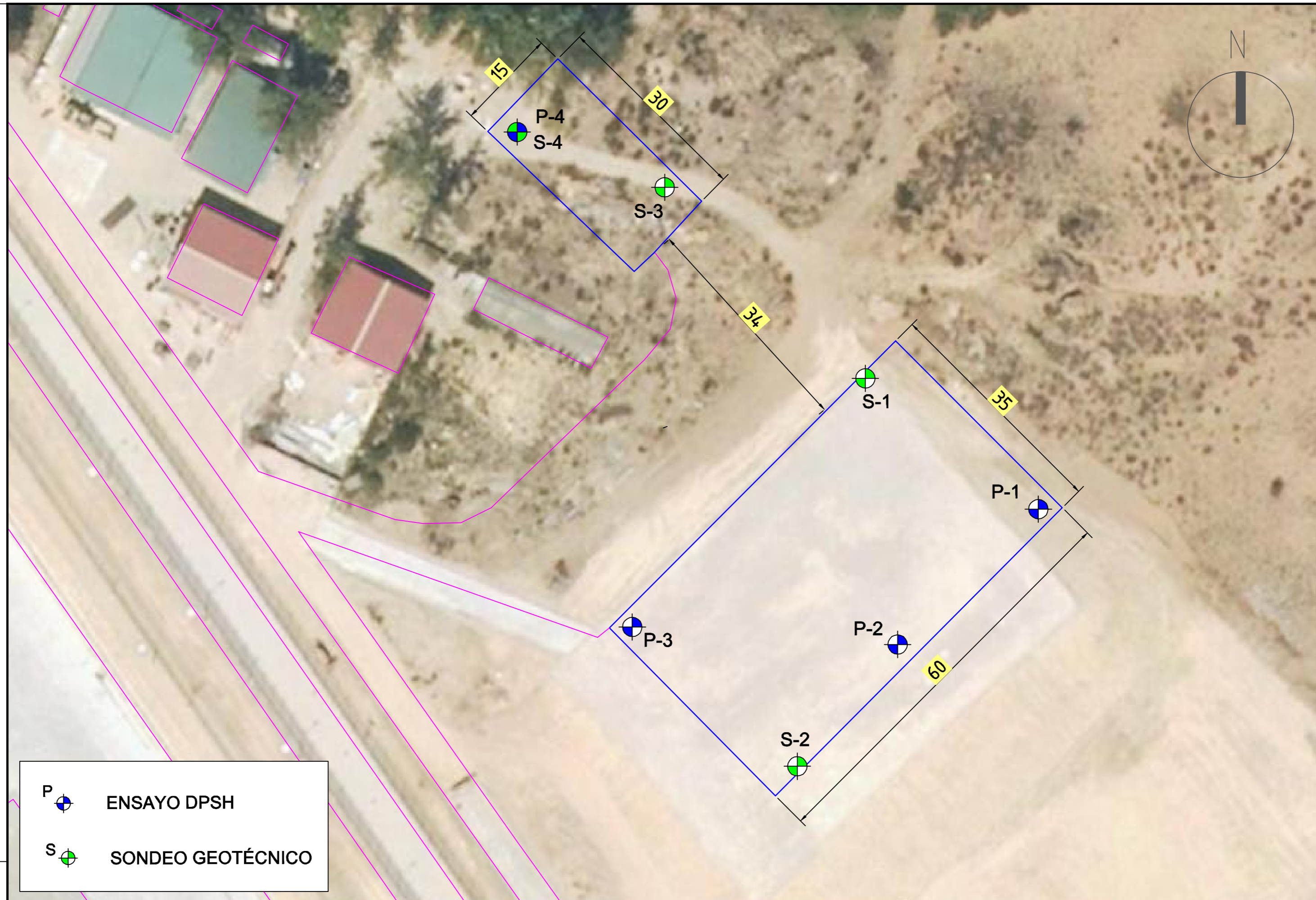


APÉNDICES





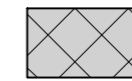
APÉNDICE I. – PLANOS



P	ENSAYO DPSH
S	SONDEO GEOTÉCNICO

FECHA
REVISIÓN N°
OBSERVACIONES REVISIÓN

LEYENDA



RELLENOS ANTRÓPICOS

SUELOS CUATERNARIOS

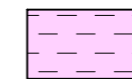


Depósitos de Terraza Fluvial - Arenas de tonos pardo-rojizos con cantos y bolos de cuarcita.

MIOCENO (TERCIARIO)



Alternancia de Areniscas de tonos ocres y amarillentos con Calizas arenosas y calizas margosas de tonos grisáceos y ocres.



Intercalaciones de arenas, arcillas y limolitas



S SONDEO



P ENSAYO DPSH



UBICACIÓN NAVES PROYECTADAS



NIVEL FREÁTICO



MUESTRA INALTERADA Y GOLPEO



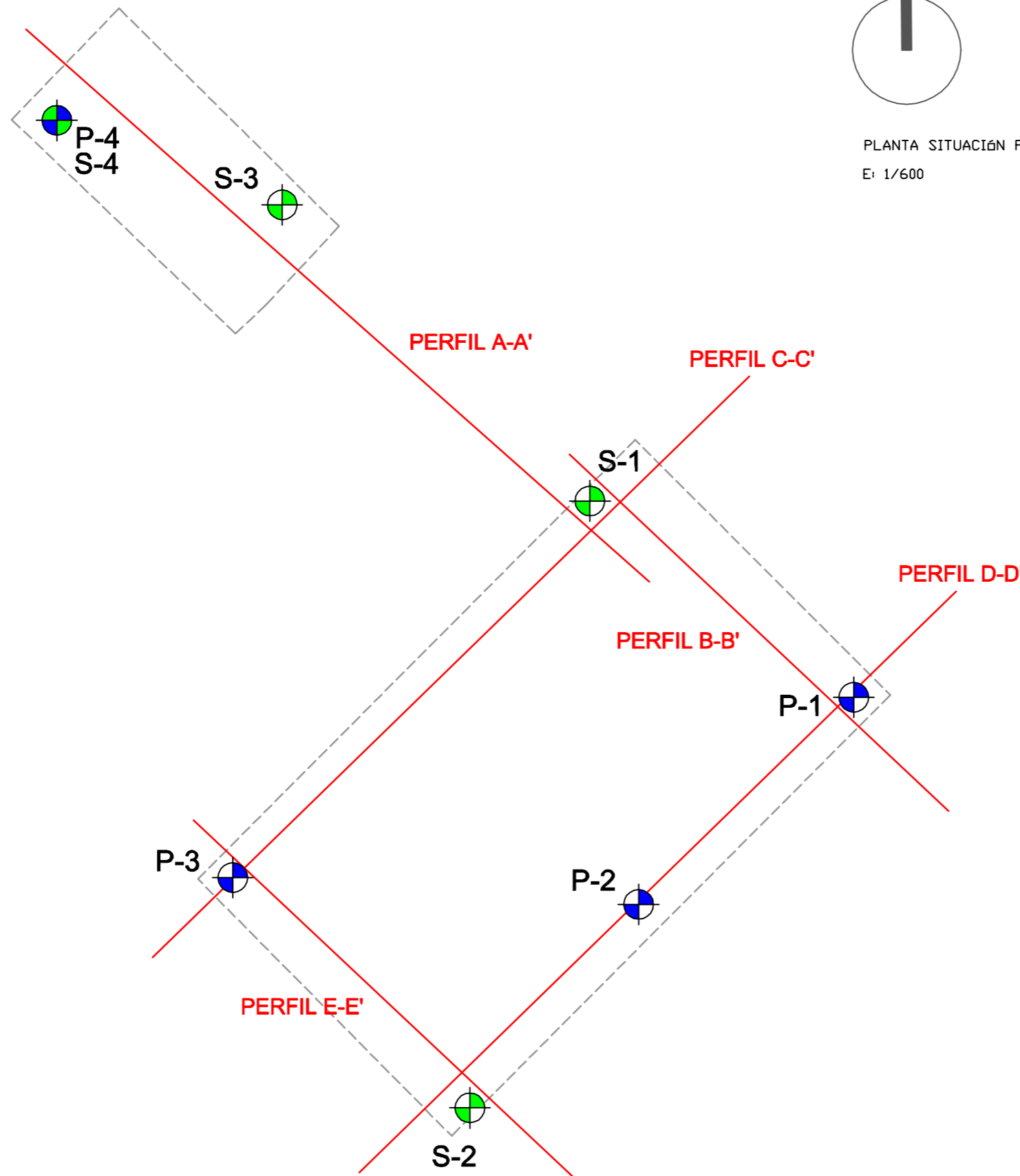
ENSAYO SPT Y GOLPEO



GRADO METEORIZACIÓN SEGÚN NORMA ISRM <III



PLANTA SITUACIÓN PERFILES
E: 1/600



OBSERVACIONES REVISIÓN

REVISIÓN N°

FECHA

AUTOR 

OBRA
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE 

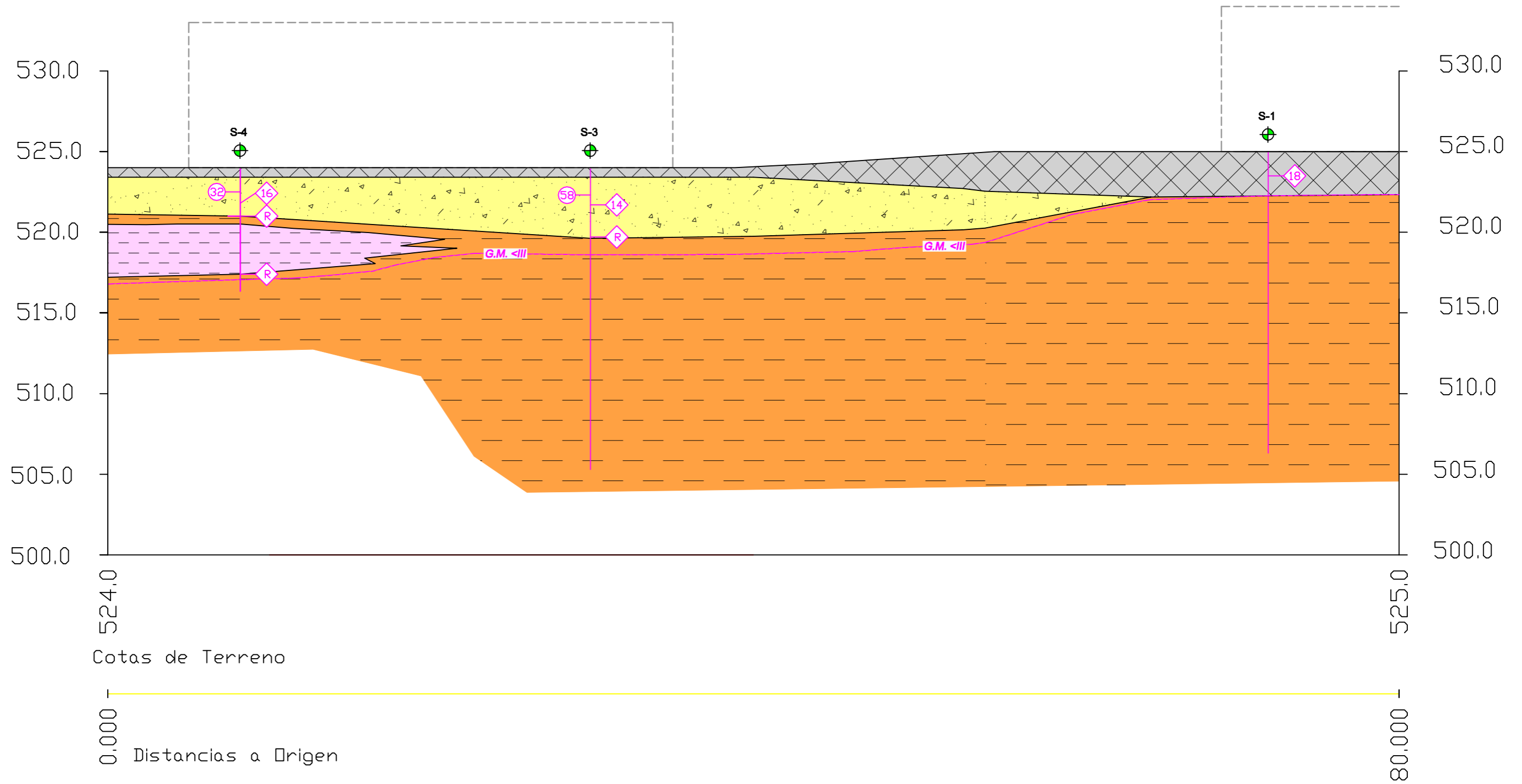
ESCALA ORIGINAL UNE A-3
E 1/600
Numérica Gráfica

FECHA
ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO
LEYENDA

N° DE PLANO
-
Hoja 2 de 7

PERFIL A-A'



OBSERVACIONES REVISION

REVISION N°

FECHA

AUTOR **Geodrilling**
servicios

OBRA
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE

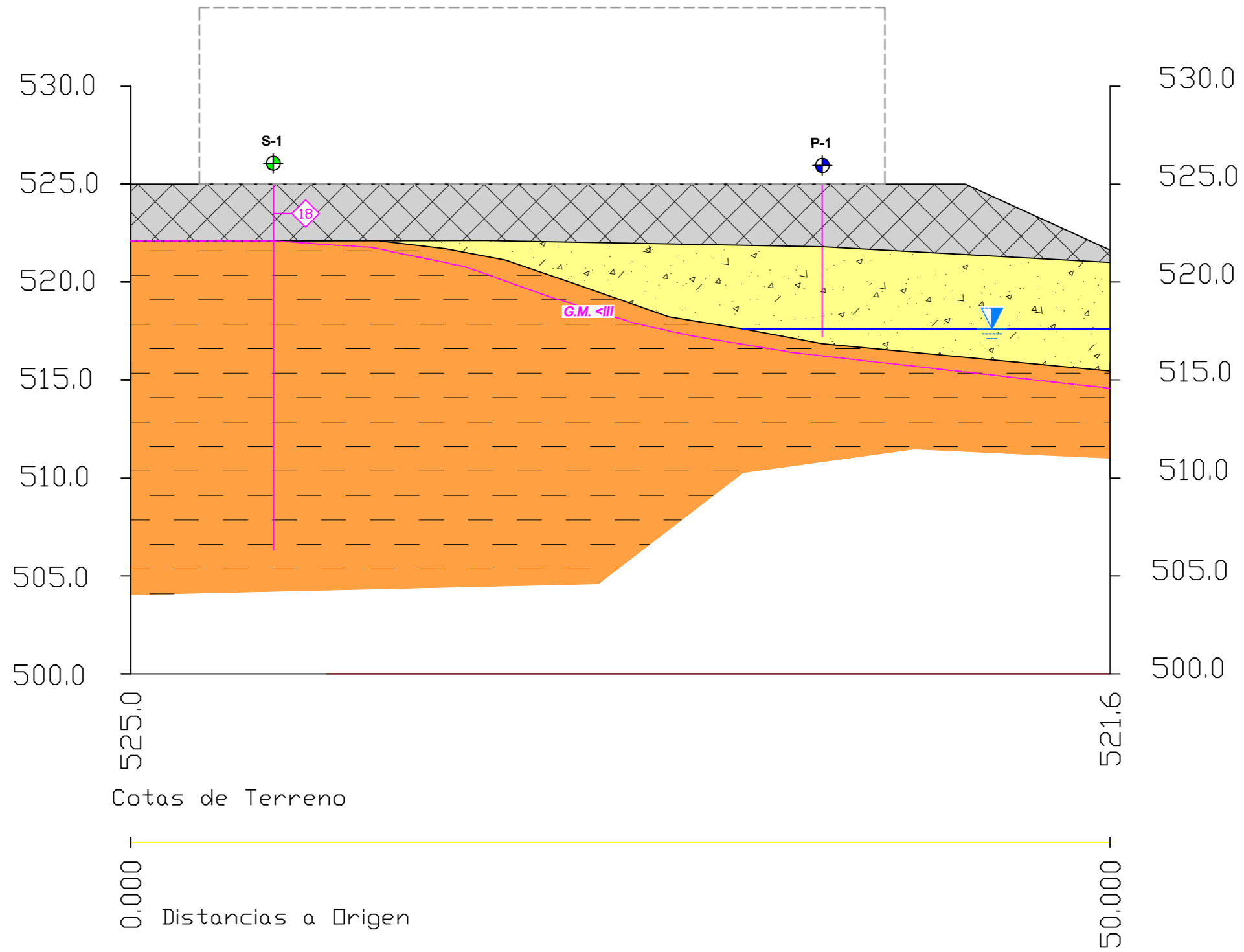
ESCALA ORIGINAL UNE A-3
E 1/500
Numérica Gráfica

FECHA
ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO A-A'

Nº DE PLANO
-
Hoja 3 de 7

PERFIL B-B'



Cotas de Terreno

Distancias a Origen

OBSERVACIONES REVISION

REVISION N°

FECHA

AUTOR 

OBRA
 PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE 

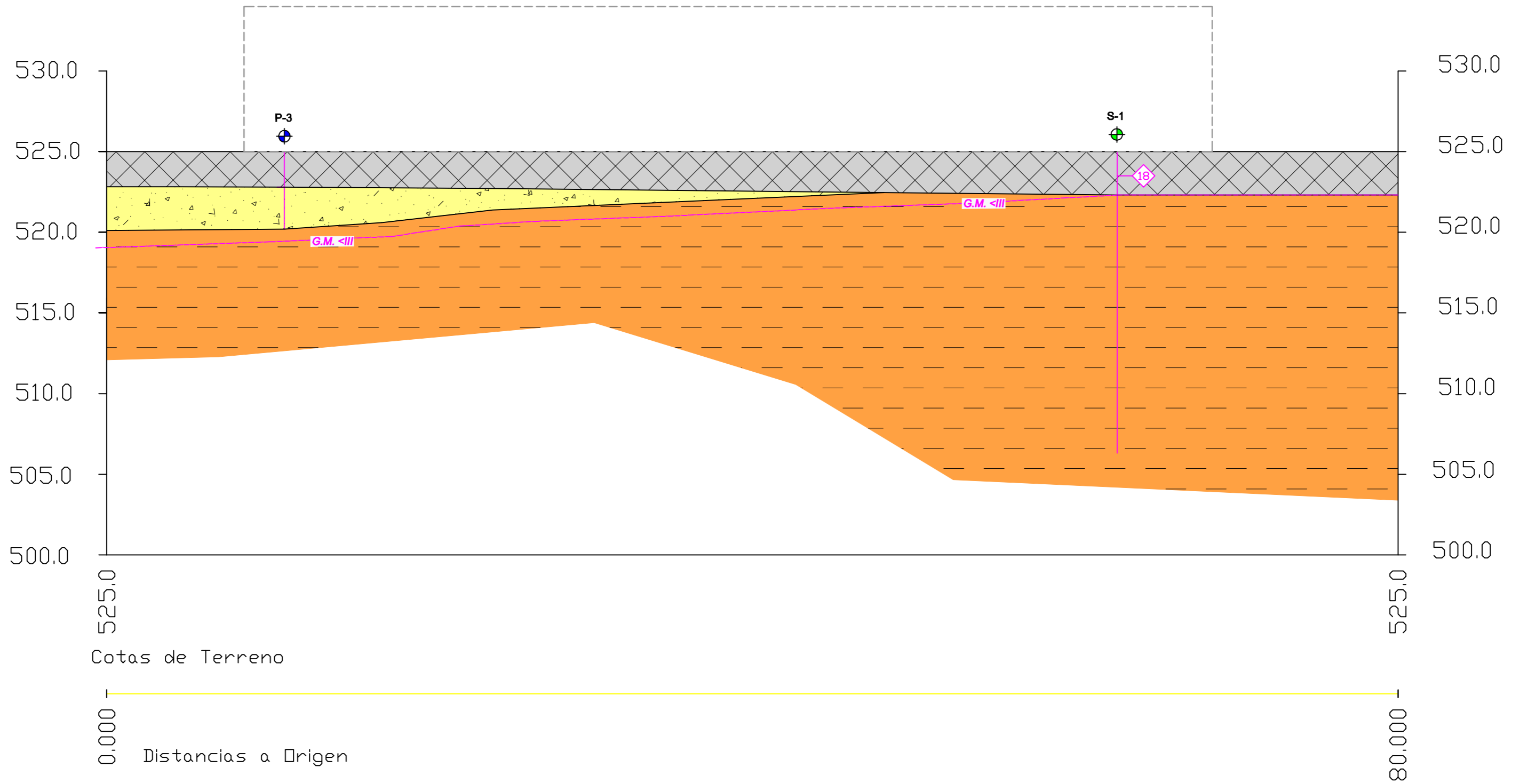
ESCALA ORIGINAL UNE A-3
 E 1/500
 Numérica Gráfica

FECHA
 ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO
 PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO B-B'

Nº DE PLANO
 Hoja 4 de 7

PERFIL C-C'



Cotas de Terreno

Distancias a Origen

OBSERVACIONES REVISION

REVISION N°

FECHA

AUTOR Geodrilling servicios

OBRA
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE

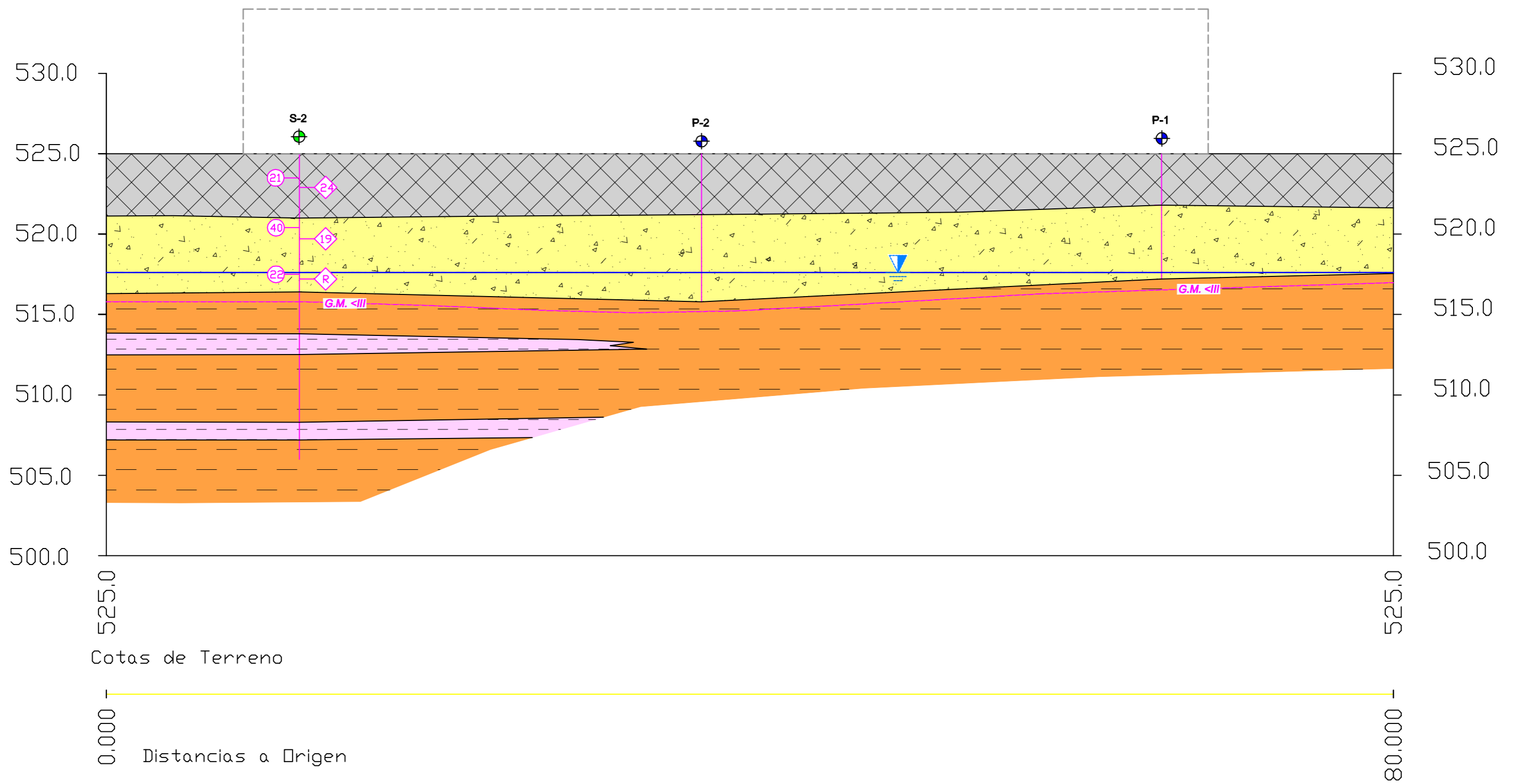
ESCALA ORIGINAL UNE A-3
 E 1/500
 Numérica Gráfica

FECHA
 ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO C-C'

N° DE PLANO
 -
 Hoja 5 de 7

PERFIL D-D'



OBSERVACIONES REVISION

REVISION N°

FECHA

AUTOR **Geodrilling**
servicios

OBRA
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE

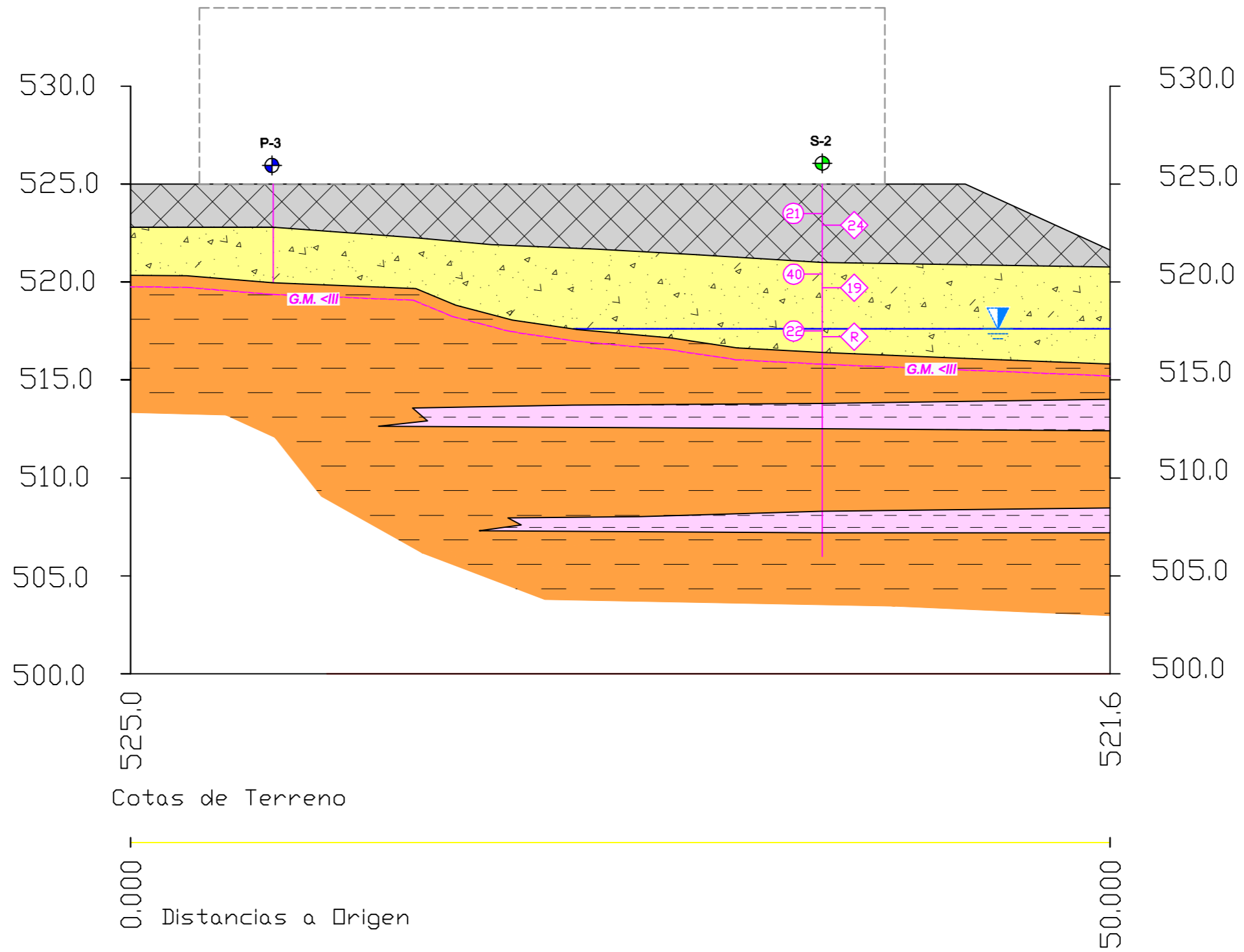
ESCALA ORIGINAL UNE A-3
E 1/500
Numérica Gráfica

FECHA
ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO D-D'

N° DE PLANO
-
Hoja 6 de 7

PERFIL E-E'



OBSERVACIONES REVISION

REVISION N°

FECHA

AUTOR



OBRA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA, STA. MARÍA DE GAROÑA (BURGOS)

CLIENTE

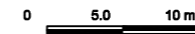


ESCALA ORIGINAL UNE A-3

E 1/500

Numérica

Gráfica



FECHA

ENERO 2.022

TÍTULO DEL PLANO

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E-E'

Nº DE PLANO

Hoja 7 de 7



APÉNDICE II. – REGISTRO DE LOS SONDEOS



1. Fotografía emplazamiento.



2. Caja 1: de 0,00 a 2,90 m.



3. Caja 2: de 2,90 a 5,40 m.



4. Caja 3: de 5,40 a 8,40 m.



5. Caja 4: de 8,40 a 11,40 m.



6. Caja 5: de 11,40 a 14,40 m.



7. Caja 6: de 14,40 a 17,40 m.



8. Caja 7: de 17,40 a 18,70 m.



1. Fotografía emplazamiento.



2. Caja 1: de 0,00 a 3,00 m.



3. Caja 2: de 3,00 a 6,00 m.



4. Caja 3: de 6,00 a 8,20 m.



5. Caja 4: de 8,20 a 10,60 m.



6. Caja 5: de 10,60 a 13,00 m.



7. Caja 6: de 13,00 a 16,00 m.



8. Caja 7: de 16,00 a 19,00 m.



1. Fotografía emplazamiento.



2. Caja 1: de 0,00 a 3,10 m.



3. Caja 2: de 3,10 a 5,50 m.



4. Caja 3: de 5,50 a 8,50 m.



5. Caja 4: de 8,50 a 11,50 m.



6. Caja 5: de 11,50 a 14,50 m.



7. Caja 6: de 14,50 a 17,50 m.



8. Caja 7: de 18,50 a 19,30 m.



1. Fotografía emplazamiento.



2. Caja 1: de 0,00 a 3,20 m.



3. Caja 2: de 3,20 a 7,65 m.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224



APÉNDICE III. – ACTAS ENSAYOS DPSH

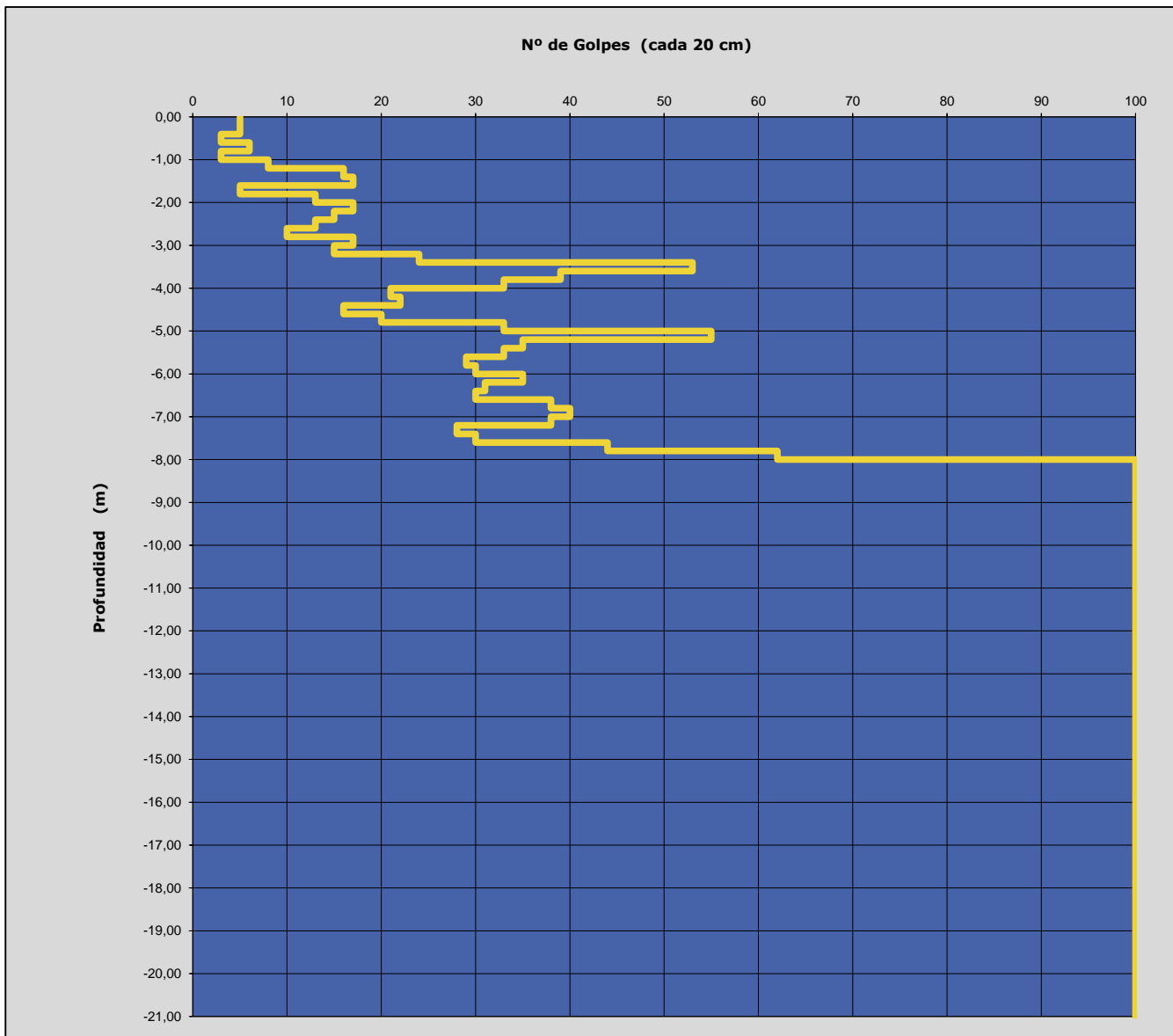
Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-01
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	8,16 m
Observaciones:	

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	5	7.00 - 7.20	38	14.00 - 14.20	
0.20 - 0.40	5	7.20 - 7.40	28	14.20 - 14.40	
0.40 - 0.60	3	7.40 - 7.60	30	14.40 - 14.60	
0.60 - 0.80	6	7.60 - 7.80	44	14.60 - 14.80	
0.80 - 1.00	3	7.80 - 8.00	62	14.80 - 15.00	
1.00 - 1.20	8	8.00 - 8.20	100	15.00 - 15.20	
1.20 - 1.40	16	8.20 - 8.40		15.20 - 15.40	
1.40 - 1.60	17	8.40 - 8.60		15.40 - 15.60	
1.60 - 1.80	5	8.60 - 8.80		15.60 - 15.80	
1.80 - 2.00	13	8.80 - 9.00		15.80 - 16.00	
2.00 - 2.20	17	9.00 - 9.20		16.00 - 16.20	
2.20 - 2.40	15	9.20 - 9.40		16.20 - 16.40	
2.40 - 2.60	13	9.40 - 9.60		16.40 - 16.60	
2.60 - 2.80	10	9.60 - 9.80		16.60 - 16.80	
2.80 - 3.00	17	9.80 - 10.00		16.80 - 17.00	
3.00 - 3.20	15	10.00 - 10.20		17.00 - 17.20	
3.20 - 3.40	24	10.20 - 10.40		17.20 - 17.40	
3.40 - 3.60	53	10.40 - 10.60		17.40 - 17.60	
3.60 - 3.80	39	10.60 - 10.80		17.60 - 17.80	
3.80 - 4.00	33	10.80 - 11.00		17.80 - 18.00	
4.00 - 4.20	21	11.00 - 11.20		18.00 - 18.20	
4.20 - 4.40	22	11.20 - 11.40		18.20 - 18.40	
4.40 - 4.60	16	11.40 - 11.60		18.40 - 18.60	
4.60 - 4.80	20	11.60 - 11.80		18.60 - 18.80	
4.80 - 5.00	33	11.80 - 12.00		18.80 - 19.00	
5.00 - 5.20	55	12.00 - 12.20		19.00 - 19.20	
5.20 - 5.40	35	12.20 - 12.40		19.20 - 19.40	
5.40 - 5.60	33	12.40 - 12.60		19.40 - 19.60	
5.60 - 5.80	29	12.60 - 12.80		19.60 - 19.80	
5.80 - 6.00	30	12.80 - 13.00		19.80 - 20.00	
6.00 - 6.20	35	13.00 - 13.20		20.00 - 20.20	
6.20 - 6.40	31	13.20 - 13.40		20.20 - 20.40	
6.40 - 6.60	30	13.40 - 13.60		20.40 - 20.60	
6.60 - 6.80	38	13.60 - 13.80		20.60 - 20.80	
6.80 - 7.00	40	13.80 - 14.00		20.80 - 21.00	

Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº ENSAYO:	DPSH-01



Fecha: 11/01/2022

Profundidad de Rechazo (m):

8,16 m

Cota de boca:

Penetrómetro tipo: DPSH	Peso de la maza: 63,50 Kg	Puntaza cónica corta: 90°
Diámetro varillaje: 32 mm.	Altura de caída: 76,20 cm	Diámetro de puntaza: 51 mm.

Observaciones:

Acta Nº: T-2021224-01

Cliente: IDOM

Obra: E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA

Nº de ensayo: DPSH-01

Fecha: 11/01/2022

Nº de trabajo: T-2021224

Prof.rechazo(m): 8,16 m

Observaciones:

FOTO EMPLAZAMIENTO



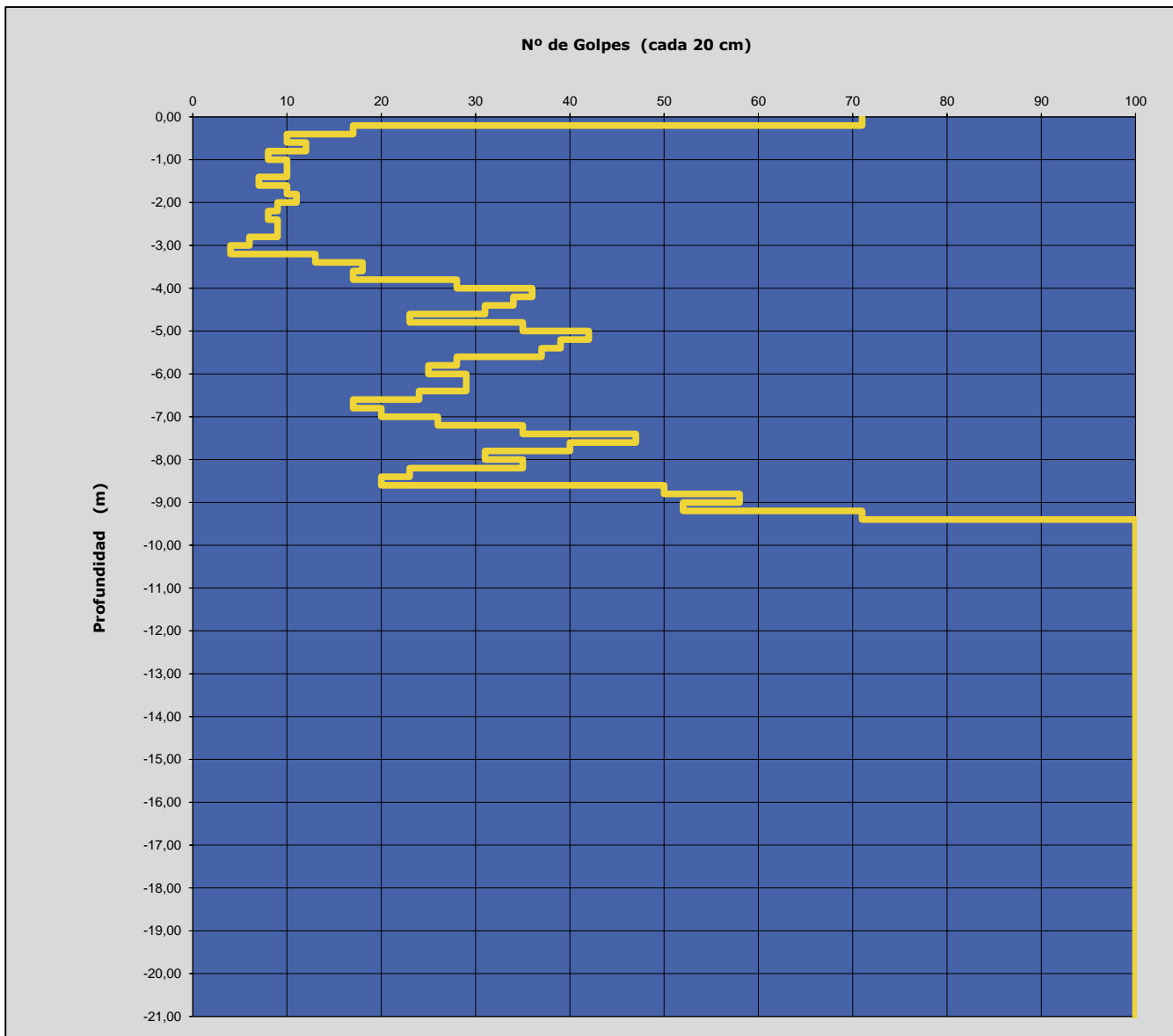
Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-02
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	9,56 m
Observaciones:	

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	71	7.00 - 7.20	26	14.00 - 14.20	
0.20 - 0.40	17	7.20 - 7.40	35	14.20 - 14.40	
0.40 - 0.60	10	7.40 - 7.60	47	14.40 - 14.60	
0.60 - 0.80	12	7.60 - 7.80	40	14.60 - 14.80	
0.80 - 1.00	8	7.80 - 8.00	31	14.80 - 15.00	
1.00 - 1.20	10	8.00 - 8.20	35	15.00 - 15.20	
1.20 - 1.40	10	8.20 - 8.40	23	15.20 - 15.40	
1.40 - 1.60	7	8.40 - 8.60	20	15.40 - 15.60	
1.60 - 1.80	10	8.60 - 8.80	50	15.60 - 15.80	
1.80 - 2.00	11	8.80 - 9.00	58	15.80 - 16.00	
2.00 - 2.20	9	9.00 - 9.20	52	16.00 - 16.20	
2.20 - 2.40	8	9.20 - 9.40	71	16.20 - 16.40	
2.40 - 2.60	9	9.40 - 9.60	100	16.40 - 16.60	
2.60 - 2.80	9	9.60 - 9.80		16.60 - 16.80	
2.80 - 3.00	6	9.80 - 10.00		16.80 - 17.00	
3.00 - 3.20	4	10.00 - 10.20		17.00 - 17.20	
3.20 - 3.40	13	10.20 - 10.40		17.20 - 17.40	
3.40 - 3.60	18	10.40 - 10.60		17.40 - 17.60	
3.60 - 3.80	17	10.60 - 10.80		17.60 - 17.80	
3.80 - 4.00	28	10.80 - 11.00		17.80 - 18.00	
4.00 - 4.20	36	11.00 - 11.20		18.00 - 18.20	
4.20 - 4.40	34	11.20 - 11.40		18.20 - 18.40	
4.40 - 4.60	31	11.40 - 11.60		18.40 - 18.60	
4.60 - 4.80	23	11.60 - 11.80		18.60 - 18.80	
4.80 - 5.00	35	11.80 - 12.00		18.80 - 19.00	
5.00 - 5.20	42	12.00 - 12.20		19.00 - 19.20	
5.20 - 5.40	39	12.20 - 12.40		19.20 - 19.40	
5.40 - 5.60	37	12.40 - 12.60		19.40 - 19.60	
5.60 - 5.80	28	12.60 - 12.80		19.60 - 19.80	
5.80 - 6.00	25	12.80 - 13.00		19.80 - 20.00	
6.00 - 6.20	29	13.00 - 13.20		20.00 - 20.20	
6.20 - 6.40	29	13.20 - 13.40		20.20 - 20.40	
6.40 - 6.60	24	13.40 - 13.60		20.40 - 20.60	
6.60 - 6.80	17	13.60 - 13.80		20.60 - 20.80	
6.80 - 7.00	20	13.80 - 14.00		20.80 - 21.00	

Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº ENSAYO:	DPSH-02



Fecha: 11/01/2022

Profundidad de Rechazo (m):

9,56 m

Cota de boca:

Penetrómetro tipo: DPSH

Peso de la maza: 63,50 Kg

Puntaza cónica corta:

90°

Diámetro varillaje: 32 mm.

Altura de caída: 76,20 cm

Diámetro de puntaza:

51 mm.

Observaciones:

Acta Nº: T-2021224-01

Cliente: IDOM

Obra: E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA

Nº de ensayo: DPSH-02

Fecha: 11/01/2022

Nº de trabajo: T-2021224

Prof.rechazo(m): 9,56 m

Observaciones:

FOTO EMPLAZAMIENTO



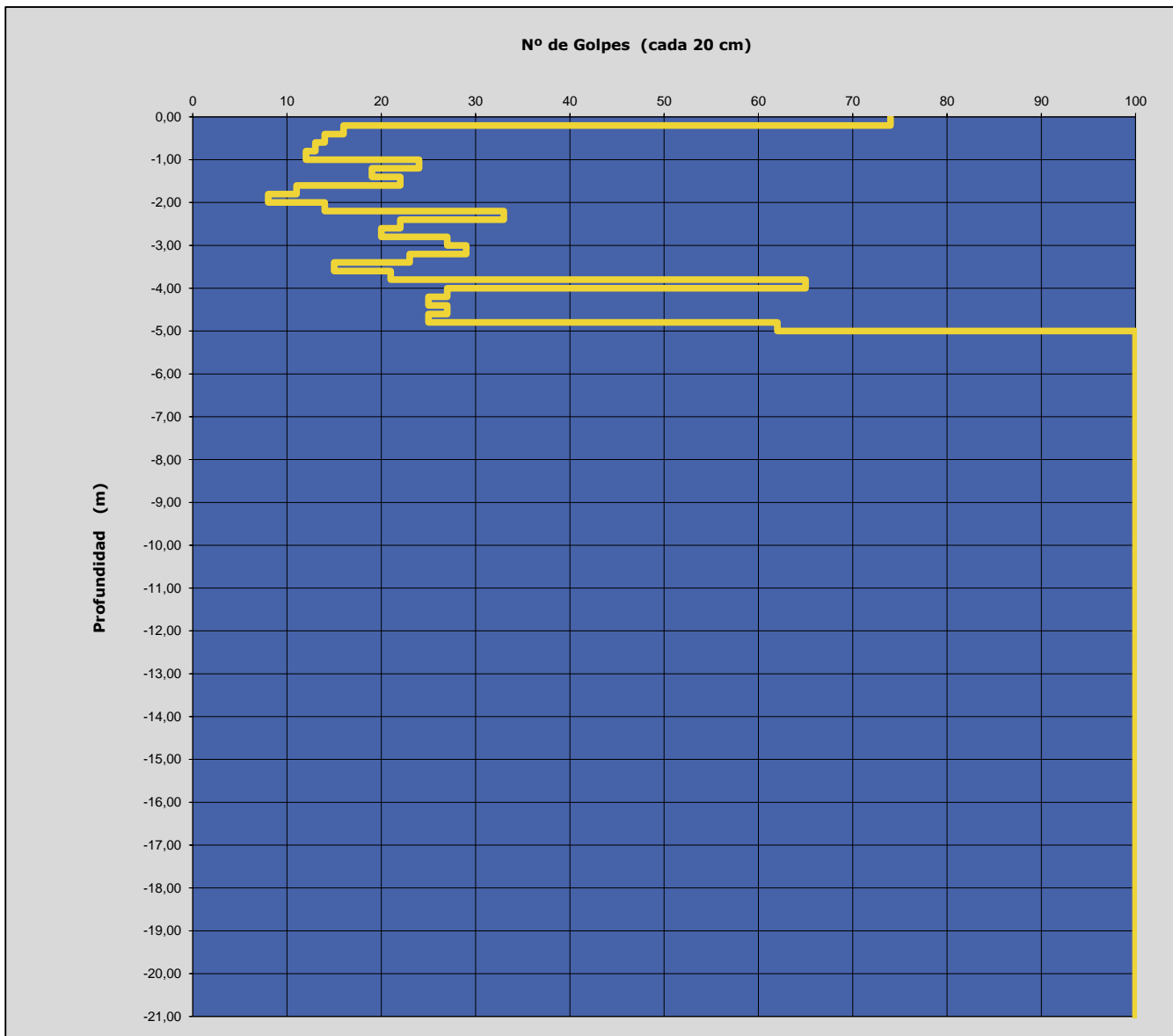
Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-03
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	5,04 m
Observaciones:	

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	74	7.00 - 7.20		14.00 - 14.20	
0.20 - 0.40	16	7.20 - 7.40		14.20 - 14.40	
0.40 - 0.60	14	7.40 - 7.60		14.40 - 14.60	
0.60 - 0.80	13	7.60 - 7.80		14.60 - 14.80	
0.80 - 1.00	12	7.80 - 8.00		14.80 - 15.00	
1.00 - 1.20	24	8.00 - 8.20		15.00 - 15.20	
1.20 - 1.40	19	8.20 - 8.40		15.20 - 15.40	
1.40 - 1.60	22	8.40 - 8.60		15.40 - 15.60	
1.60 - 1.80	11	8.60 - 8.80		15.60 - 15.80	
1.80 - 2.00	8	8.80 - 9.00		15.80 - 16.00	
2.00 - 2.20	14	9.00 - 9.20		16.00 - 16.20	
2.20 - 2.40	33	9.20 - 9.40		16.20 - 16.40	
2.40 - 2.60	22	9.40 - 9.60		16.40 - 16.60	
2.60 - 2.80	20	9.60 - 9.80		16.60 - 16.80	
2.80 - 3.00	27	9.80 - 10.00		16.80 - 17.00	
3.00 - 3.20	29	10.00 - 10.20		17.00 - 17.20	
3.20 - 3.40	23	10.20 - 10.40		17.20 - 17.40	
3.40 - 3.60	15	10.40 - 10.60		17.40 - 17.60	
3.60 - 3.80	21	10.60 - 10.80		17.60 - 17.80	
3.80 - 4.00	65	10.80 - 11.00		17.80 - 18.00	
4.00 - 4.20	27	11.00 - 11.20		18.00 - 18.20	
4.20 - 4.40	25	11.20 - 11.40		18.20 - 18.40	
4.40 - 4.60	27	11.40 - 11.60		18.40 - 18.60	
4.60 - 4.80	25	11.60 - 11.80		18.60 - 18.80	
4.80 - 5.00	62	11.80 - 12.00		18.80 - 19.00	
5.00 - 5.20	100	12.00 - 12.20		19.00 - 19.20	
5.20 - 5.40		12.20 - 12.40		19.20 - 19.40	
5.40 - 5.60		12.40 - 12.60		19.40 - 19.60	
5.60 - 5.80		12.60 - 12.80		19.60 - 19.80	
5.80 - 6.00		12.80 - 13.00		19.80 - 20.00	
6.00 - 6.20		13.00 - 13.20		20.00 - 20.20	
6.20 - 6.40		13.20 - 13.40		20.20 - 20.40	
6.40 - 6.60		13.40 - 13.60		20.40 - 20.60	
6.60 - 6.80		13.60 - 13.80		20.60 - 20.80	
6.80 - 7.00		13.80 - 14.00		20.80 - 21.00	

Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

Acta Nº: T-2021224-01
 Cliente: IDOM
 Obra: E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
 Nº ENSAYO: DPSH-03



Fecha: 11/01/2022

Profundidad de Rechazo (m):

5,04 m

Cota de boca:

Penetrómetro tipo: DPSH

Peso de la maza: 63,50 Kg

Puntaza cónica corta:

90°

Diámetro varillaje: 32 mm.

Altura de caída: 76,20 cm

Diámetro de puntaza:

51 mm.

Observaciones:

Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-03
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	5,04 m
Observaciones:	

FOTO EMPLAZAMIENTO



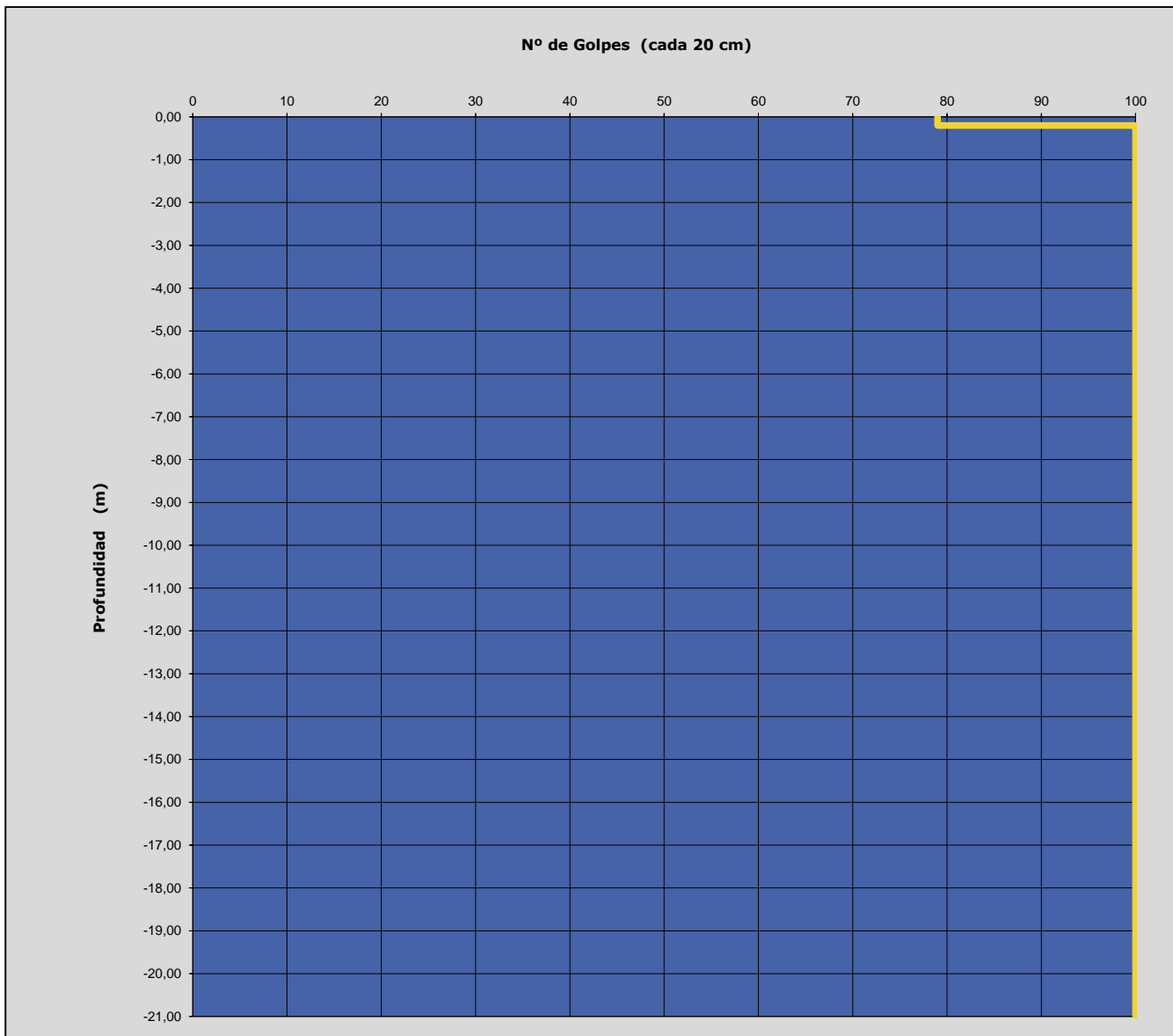
Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-04
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	0,38 m
Observaciones:	

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	79	7.00 - 7.20		14.00 - 14.20	
0.20 - 0.40	100	7.20 - 7.40		14.20 - 14.40	
0.40 - 0.60		7.40 - 7.60		14.40 - 14.60	
0.60 - 0.80		7.60 - 7.80		14.60 - 14.80	
0.80 - 1.00		7.80 - 8.00		14.80 - 15.00	
1.00 - 1.20		8.00 - 8.20		15.00 - 15.20	
1.20 - 1.40		8.20 - 8.40		15.20 - 15.40	
1.40 - 1.60		8.40 - 8.60		15.40 - 15.60	
1.60 - 1.80		8.60 - 8.80		15.60 - 15.80	
1.80 - 2.00		8.80 - 9.00		15.80 - 16.00	
2.00 - 2.20		9.00 - 9.20		16.00 - 16.20	
2.20 - 2.40		9.20 - 9.40		16.20 - 16.40	
2.40 - 2.60		9.40 - 9.60		16.40 - 16.60	
2.60 - 2.80		9.60 - 9.80		16.60 - 16.80	
2.80 - 3.00		9.80 - 10.00		16.80 - 17.00	
3.00 - 3.20		10.00 - 10.20		17.00 - 17.20	
3.20 - 3.40		10.20 - 10.40		17.20 - 17.40	
3.40 - 3.60		10.40 - 10.60		17.40 - 17.60	
3.60 - 3.80		10.60 - 10.80		17.60 - 17.80	
3.80 - 4.00		10.80 - 11.00		17.80 - 18.00	
4.00 - 4.20		11.00 - 11.20		18.00 - 18.20	
4.20 - 4.40		11.20 - 11.40		18.20 - 18.40	
4.40 - 4.60		11.40 - 11.60		18.40 - 18.60	
4.60 - 4.80		11.60 - 11.80		18.60 - 18.80	
4.80 - 5.00		11.80 - 12.00		18.80 - 19.00	
5.00 - 5.20		12.00 - 12.20		19.00 - 19.20	
5.20 - 5.40		12.20 - 12.40		19.20 - 19.40	
5.40 - 5.60		12.40 - 12.60		19.40 - 19.60	
5.60 - 5.80		12.60 - 12.80		19.60 - 19.80	
5.80 - 6.00		12.80 - 13.00		19.80 - 20.00	
6.00 - 6.20		13.00 - 13.20		20.00 - 20.20	
6.20 - 6.40		13.20 - 13.40		20.20 - 20.40	
6.40 - 6.60		13.40 - 13.60		20.40 - 20.60	
6.60 - 6.80		13.60 - 13.80		20.60 - 20.80	
6.80 - 7.00		13.80 - 14.00		20.80 - 21.00	

Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº ENSAYO:	DPSH-04



Fecha: 11/01/2022

Profundidad de Rechazo (m):

0,38 m

Cota de boca:

Penetrómetro tipo: DPSH	Peso de la maza: 63,50 Kg	Puntaza cónica corta: 90°	
Diámetro varillaje: 32 mm.	Altura de caída: 76,20 cm	Diámetro de puntaza: 51 mm.	

Observaciones:

Acta Nº:	T-2021224-01
Cliente:	IDOM
Obra:	E.G. SANTA MARÍA DE GAROÑA
Nº de ensayo:	DPSH-04
Fecha:	11/01/2022
Nº de trabajo:	T-2021224
Prof.rechazo(m):	0,38 m
Observaciones:	

FOTO EMPLAZAMIENTO





ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224



APÉNDICE IV. – ACTAS ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1169	1018	76854	S .2022/70	27/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, TP-2 (De 14,20 a 14,70 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 13/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1169	1018	76854	S .2022/70	27/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	4,8

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	S-2, TP-2 (De 14,20 a 14,70 m)
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	67,0
Altura mm	146,2
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	18649
Resistencia a compresión uniaxial MPa	5,3
Desviaciones respecto a la Norma	Altura/diámetro < 2,5

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,438
Humedad %	4,8
Densidad seca g/cm ³	2,326

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1170	1019	76866	S .2022/74	27/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP-1 (De 4,30 a 4,70 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 14/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVES 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1170	1019	76866	S .2022/74	27/01/2022

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	S-1, TP-1 (De 4,30 a 4,70 m)
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	70,8
Altura mm	191,1
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	269108
Resistencia a compresión uniaxial MPa	68,4
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,617
Humedad %	1,5
Densidad seca g/cm ³	2,578

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.	
ACIDEZ BAUMANN - GULLY	
Grado de acidez Baumann - Gully ml/Kg	2
IÓN SULFATO	
Contenido en ión sulfato mg/Kg	0
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	NO AGRESIVO

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	1,5

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1171	1020	76884	S .2022/89	27/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-4, MI-1 (De 1,20 a 1,80 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 18/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

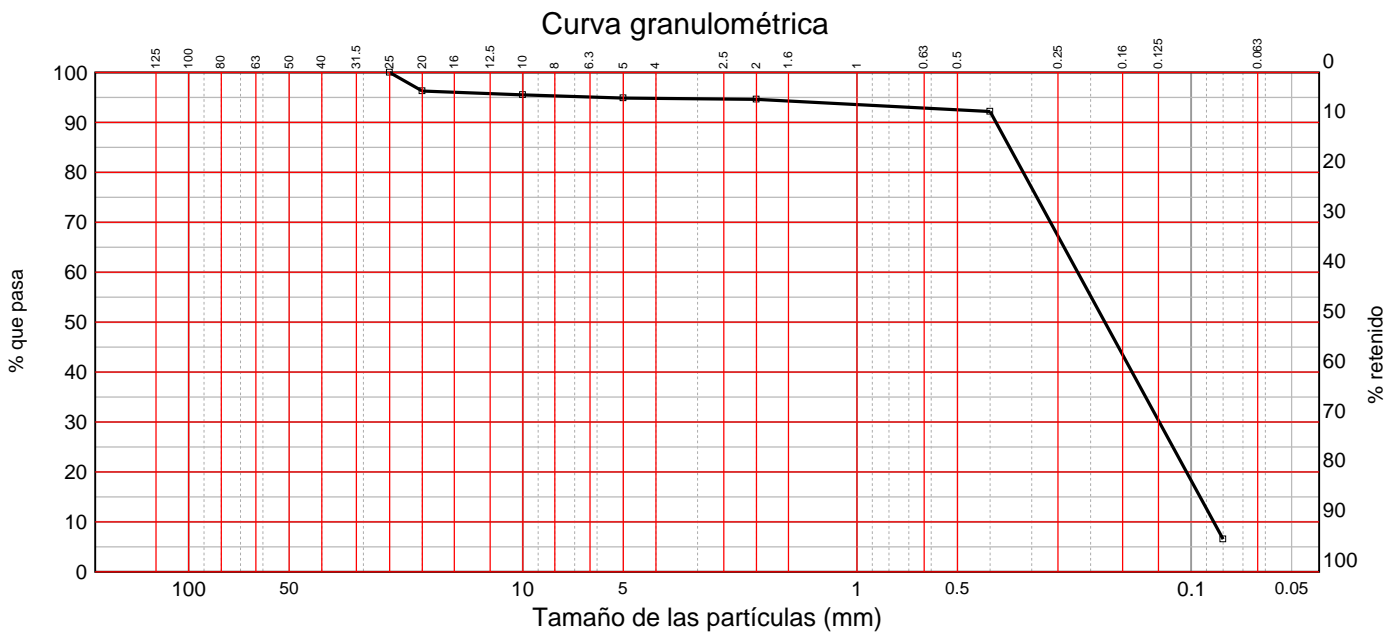
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1171	1020	76884	S .2022/89	27/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	96	96	95	95	92	6,5





LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1172	1021	76853	AG.2022/7	27/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, AG-01 (7,5 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 18/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis químico de aguas para determinar su agresividad hacia el hormigón, realizando los ensayos según normas UNE 83,952, UNE-EN 13,577, UNE 83,954, UNE 83,955, UNE 83,956 y UNE 83,957. Clasificación del conjunto según Código Estructural.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1172	1021	76853	AG.2022/7	27/01/2022

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN AGUA HACIA EL HORMIGÓN. Según Código Estructural y Normas UNE		
VALOR DEL pH (UNE 83,952)		
pH		6,88
CO ₂ AGRESIVO (UNE-EN 13,577)		
CO ₂ agresivo	mg/l	2
IÓN AMONIO (UNE 83,954)		
NH ₄ ⁺	mg/l	0
IÓN MAGNESIO (UNE 83,955)		
Mg ²⁺	mg/l	2
IÓN SULFATO (UNE 83,956)		
SO ₄ ²⁻	mg/l	39
RESIDUO SECO (UNE 83,957)		
Residuo seco	mg/l	209

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	NO AGRESIVO

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1271	1022	76865	S .2022/73	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, MI-2 (De 4,30 a 4,90 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 13/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Ensayo de hinchamiento libre sobre muestra inalterada o remoldeada. (por día). Según UNE 103601:1996
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y no drenado (CU), según UNE 103,401:1998
Determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103 602:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

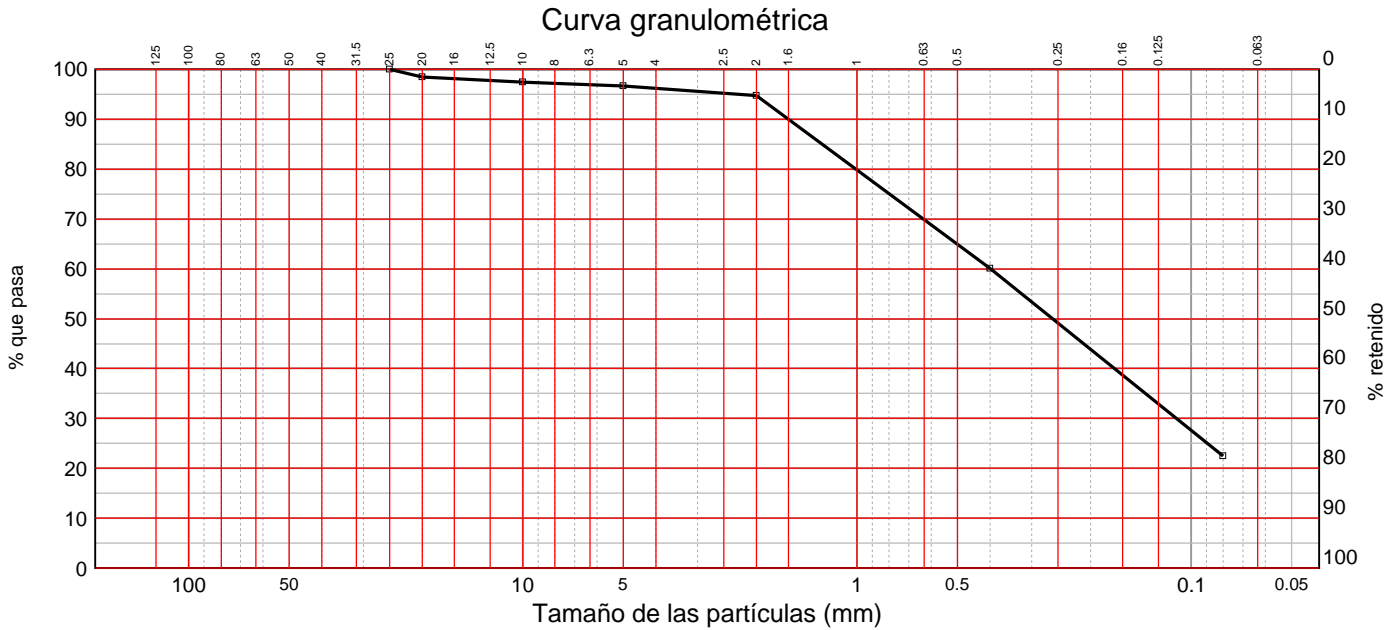
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1271	1022	76865	S .2022/73	31/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	98	97	97	95	60	22,5



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	No plástico

HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO SEGÚN UNE 103601:1996	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Probeta inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 10 kPa.	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,66 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 14,6 %	
Hinchamiento libre (%)	0,00

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	14,6

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1271	1022	76865	S .2022/73	31/01/2022

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.	
ACIDEZ BAUMANN - GULLY	
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg 0
IÓN SULFATO	
Contenido en ión sulfato	mg/Kg 0
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	NO AGRESIVO

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.	
DATOS INICIALES DE LA PROBETA	
Diámetro	mm 71,0
Altura	mm 115,0
Sección	cm ² 39,59
Volumen	cm ³ 455,3
Peso húmedo	g 961,1
Humedad	% 14,6
Densidad húmeda	Mg/m ³ 2,111
Densidad seca	Mg/m ³ 1,842
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO	
Velocidad de deformación	mm/min 1,72
Carga máxima	kg 23
Deformación máxima	mm 8,0
Sección corregida	cm ² 39,87
Tensión máxima	kg/cm ² 0,58
Tensión máxima	kPa 57
Deformación en rotura	% 7,0

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda	g/cm ³ 1,948
Humedad	% 14,6
Densidad seca	g/cm ³ 1,700

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

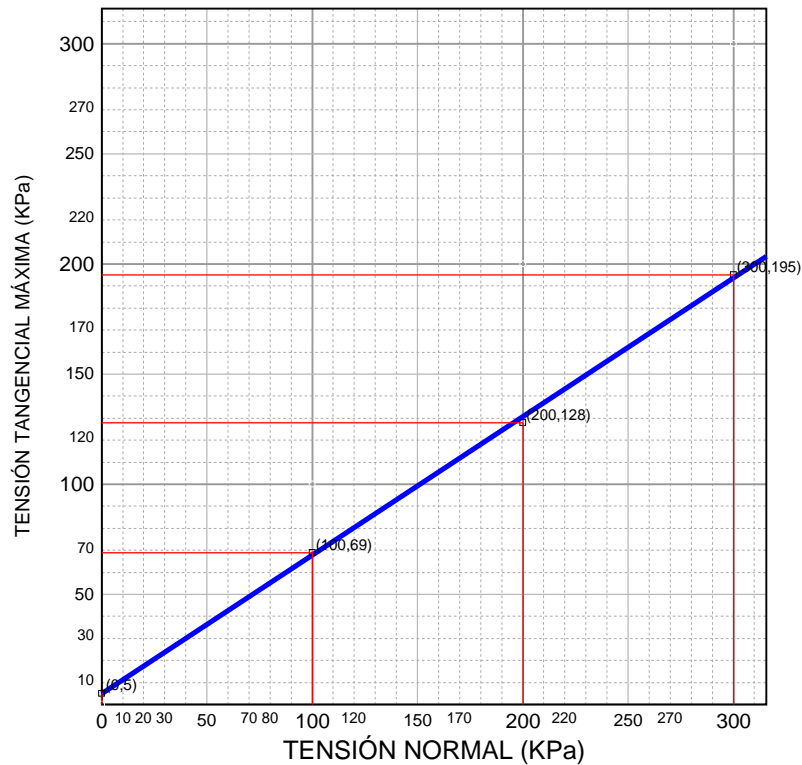


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1271	1022	76865	S .2022/73	31/01/2022

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - no drenado (CU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	14,6		
Humedad final	%	14,9	15,0	14,0
Densidad aparente	g/cm ³	1,955	1,949	1,935
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,706	1,700	1,689
Índice de huecos inicial		0,524	0,529	0,540
Grado de saturación inicial	%	72,5	71,7	70,3
Índice de huecos final (de consolidación)		0,501	0,503	0,514
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	69	128	195
Ángulo de Rozamiento Interno	°	32,2		
Cohesión	KPa	5		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1271	1022	76865	S .2022/73	31/01/2022

R-08-8

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO, Según Norma UNE 103 602:1996		
DATOS DE LA PROBETA		
Preparación		Inalterada
Humedad	%	14,6
Densidad seca	g/cm ³	1,67
RESULTADOS DE ENSAYO		
Carga total aplicada sobre la probeta	N	0
Presión de hinchamiento	kPa	0
Presión de hinchamiento	kg/cm ²	0,00

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1272	1023	76867	S .2022/75	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP-3 (De 11,40 a 12,00 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 14/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1272	1023	76867	S .2022/75	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	2,0

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	70,9
Altura mm	215,8
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	68659
Resistencia a compresión uniaxial MPa	17,4
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,619
Humedad %	2,0
Densidad seca g/cm ³	2,568

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1273	1024	76868	S .2022/76	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP-2 (De 8,40 a 9,00 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 14/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1273	1024	76868	S .2022/76	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	5,5

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	71,1
Altura mm	195,0
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	33065
Resistencia a compresión uniaxial MPa	8,3
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,556
Humedad %	5,5
Densidad seca g/cm ³	2,423

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1274	1025	76870	S .2022/78	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, TP-1 (De 10,30 a 10,50 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 14/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1274	1025	76870	S .2022/78	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	2,4

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	83,0
Altura mm	141,1
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	131898
Resistencia a compresión uniaxial MPa	24,4
Desviaciones respecto a la Norma	Altura / diámetro < 2,5

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,576
Humedad %	2,4
Densidad seca g/cm ³	2,516

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1275	1026	76886	S .2022/91	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, TP-3 (De 17,70 a 18,10 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 18/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1275	1026	76886	S .2022/91	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	1,2

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm ³	2,617
Humedad	%	1,2
Densidad seca	g/cm ³	2,586

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.		
Orientación del eje de carga.		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	70,9
Altura	mm	206,2
Forma de rotura		Según eje de carga
Carga de rotura	N	154693
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	39,2
Desviaciones respecto a la Norma		No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1276	1027	76887	S .2022/92	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-4, TP-1 (De 7,40 a 7,65 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 18/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1276	1027	76887	S .2022/92	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	3,2

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	70,4
Altura mm	180,4
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	79253
Resistencia a compresión uniaxial MPa	20,4
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,534
Humedad %	3,2
Densidad seca g/cm ³	2,455

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1277	1028	76888	S .2022/93	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, TP-2 (De 15,20 a 15,70 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 17/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1277	1028	76888	S .2022/93	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	1,4

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	71,1
Altura mm	209,3
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	140855
Resistencia a compresión uniaxial MPa	35,5
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,574
Humedad %	1,4
Densidad seca g/cm ³	2,538

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1278	1029	76889	S .2022/94	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, TP-1 (De 9,10 a 9,60 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 17/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1278	1029	76889	S .2022/94	31/01/2022

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	4,1

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	71,0
Altura mm	205,8
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	46374
Resistencia a compresión uniaxial MPa	11,7
Desviaciones respecto a la Norma	No

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda g/cm ³	2,541
Humedad %	4,1
Densidad seca g/cm ³	2,441

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1279	1030	76885	S .2022/90	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, MI (De 1,40 a 2,00 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 17/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Ensayo de hinchamiento libre sobre muestra inalterada o remoldeada. (por día). Según UNE 103601:1996

Ensayo de colapso en suelos, según norma NLT 254:1999.

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.

Determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103 602:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

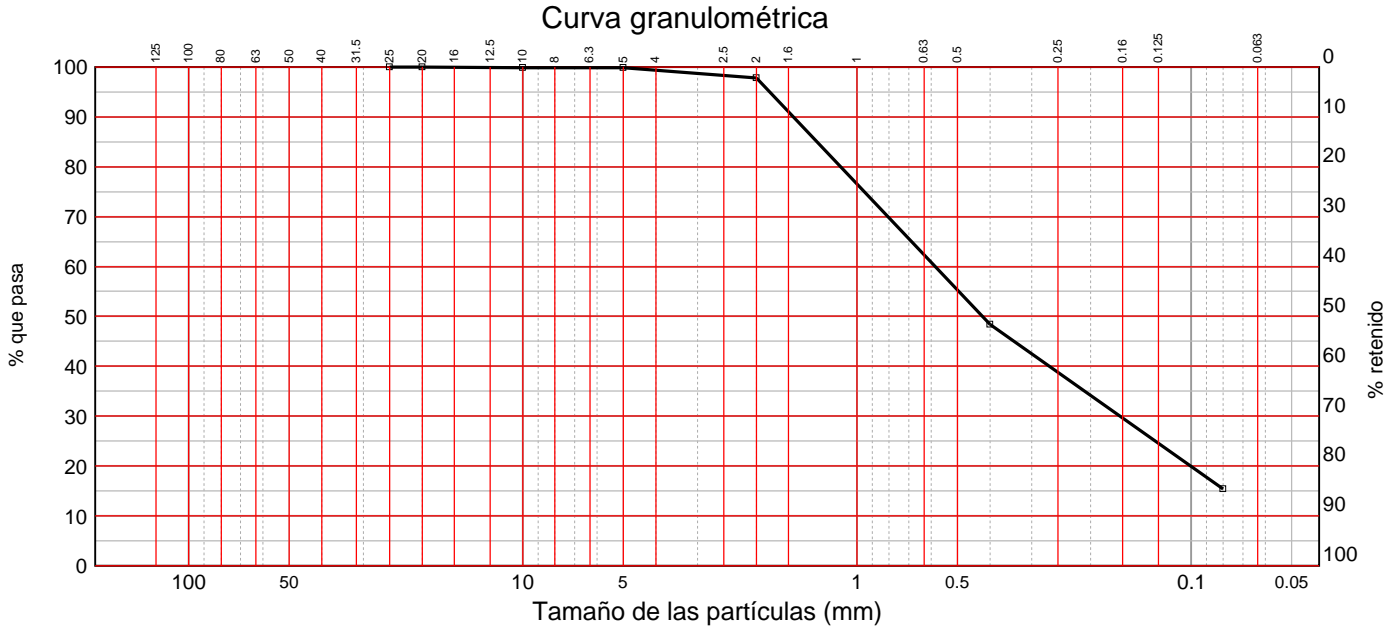
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1279	1030	76885	S .2022/90	31/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	98	48	15,4



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	No plástico

HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO SEGÚN UNE 103601:1996	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 10 kPa.	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,68 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 5,5 %	
Hinchamiento libre (%)	0,00

ÍNDICE DE COLAPSO SEGÚN NLT 254:1999	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 0,2 Mpa	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,68 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 5,5 %	
ÍNDICE DE COLAPSO (%)	0,16
Potencial porcentual de colapso (%)	0,16

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	5,5

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1279	1030	76885	S .2022/90	31/01/2022

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.	
ACIDEZ BAUMANN - GULLY	
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg 0
IÓN SULFATO	
Contenido en ión sulfato	mg/Kg 0
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	NO AGRESIVO

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.	
Densidad húmeda	g/cm ³ 2,048
Humedad	% 5,5
Densidad seca	g/cm ³ 1,941

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO, Según Norma UNE 103 602:1996	
DATOS DE LA PROBETA	
Preparación	Inalterada
Humedad	% 5,5
Densidad seca	g/cm ³ 1,70
RESULTADOS DE ENSAYO	
Carga total aplicada sobre la probeta	N 0
Presión de hinchamiento	kPa 0
Presión de hinchamiento	kg/cm ² 0,00

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1280	1031	76855	S .2022/71	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias**Ensayos de laboratorio**
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, MI-3 (De 7,20 a 7,80 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 13/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Ensayo de hinchamiento libre sobre muestra inalterada o remoldeada. (por día). Según UNE 103601:1996

Ensayo de colapso en suelos, según norma NLT 254:1999.

Determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, según UNE 103 602:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

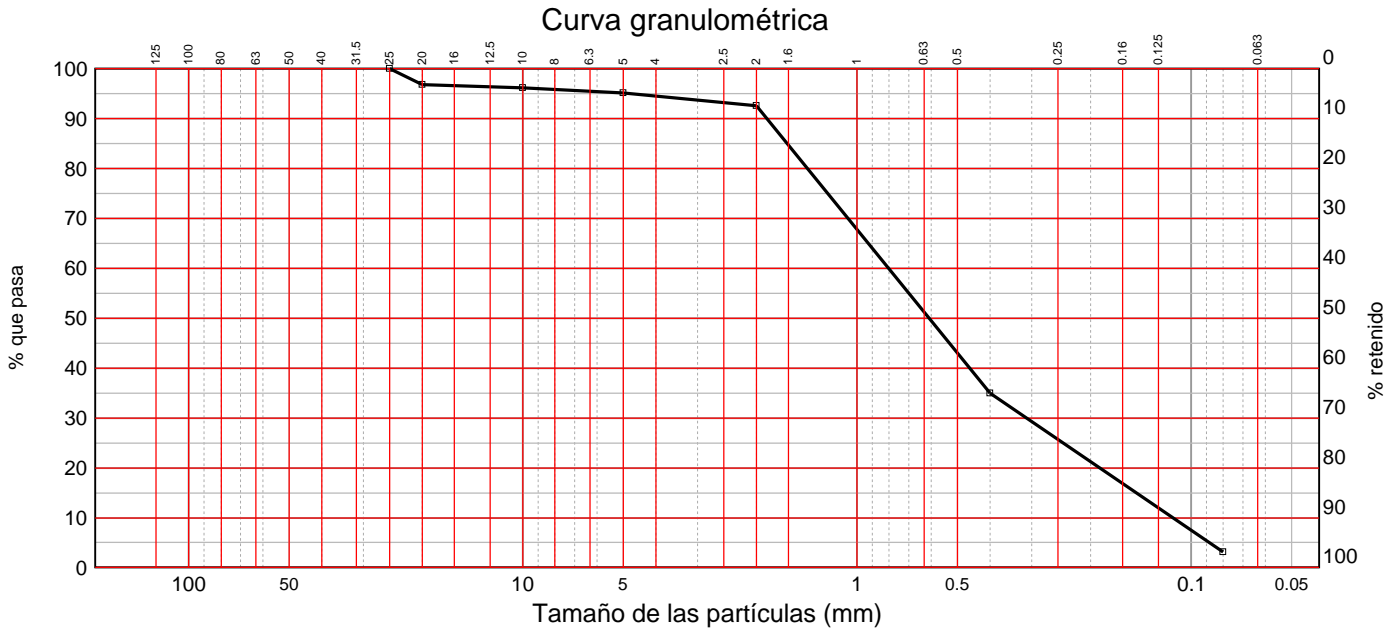
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1280	1031	76855	S .2022/71	31/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	97	96	95	93	35	3,2



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	No plástico

HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO SEGÚN UNE 103601:1996	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Probeta inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 10 kPa.	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,74 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 13,3 %	
Hinchamiento libre (%)	0,00

ÍNDICE DE COLAPSO SEGÚN NLT 254:1999	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Probeta inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 0,2 Mpa	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,74 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 13,3 %	
ÍNDICE DE COLAPSO (%)	0,05
Potencial porcentual de colapso (%)	0,05

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orvitz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1280	1031	76855	S .2022/71	31/01/2022

R-08-8

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO, Según Norma UNE 103 602:1996		
DATOS DE LA PROBETA		
Preparación		Inalterada
Humedad	%	13,3
Densidad seca	g/cm ³	1,75
RESULTADOS DE ENSAYO		
Carga total aplicada sobre la probeta	N	0
Presión de hinchamiento	kPa	0
Presión de hinchamiento	kg/cm ²	0,00

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1281	1032	76856	S .2022/72	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DESTINATARIO

R-08-8

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2 MI (De 1,20 a 1,80 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 13/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite
plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Ensayo de colapso en suelos, según norma NLT 254:1999.

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según
norma UNE 103,301:1994.

Ensayo de Corte Directo de muestra de suelo, sin consolidar y sin drenar (UU), según
UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

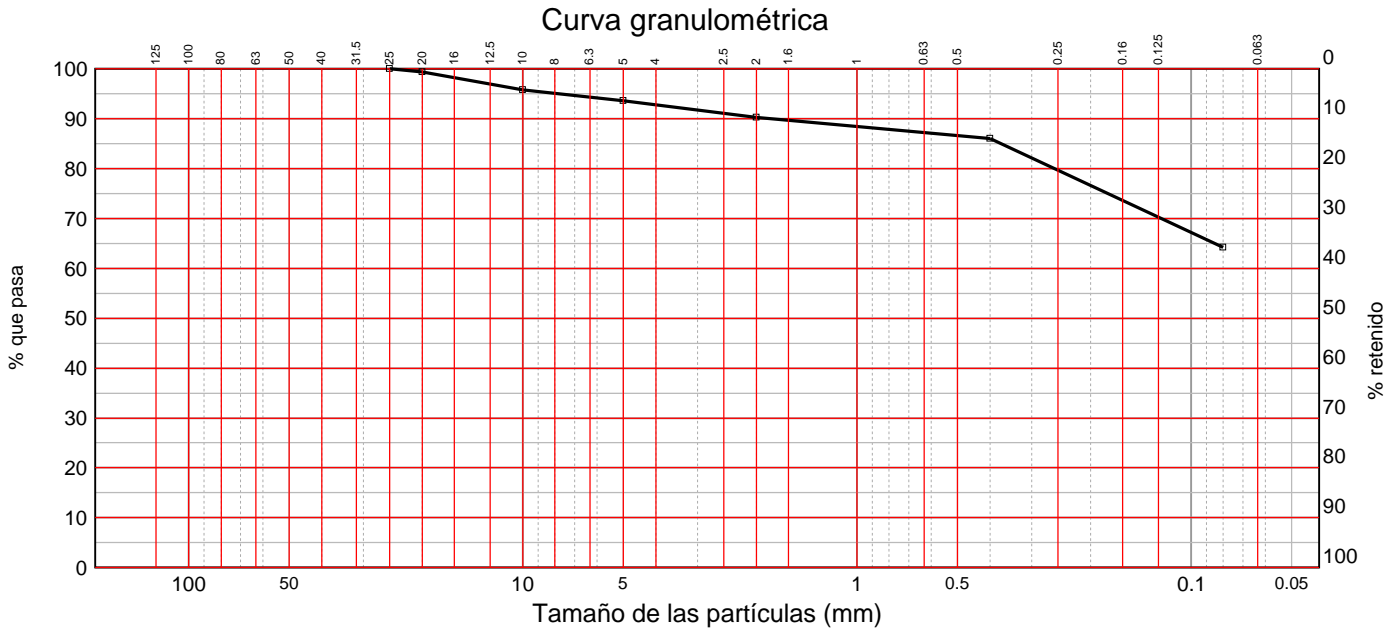
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1281	1032	76856	S .2022/72	31/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	99	96	94	90	86	64,1



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	19,9
Límite plástico	16,8
Índice de plasticidad	3,0

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	12,8

ÍNDICE DE COLAPSO SEGÚN NLT 254:1999	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Probeta inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 0.2 Mpa	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,84 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 12,8 %	
ÍNDICE DE COLAPSO (%)	0,12
Potencial porcentual de colapso (%)	0,12

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	2,186
Humedad	%	12,8
Densidad seca	g/cm³	1,938

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orvitz González
Ingeniero T. Industrial

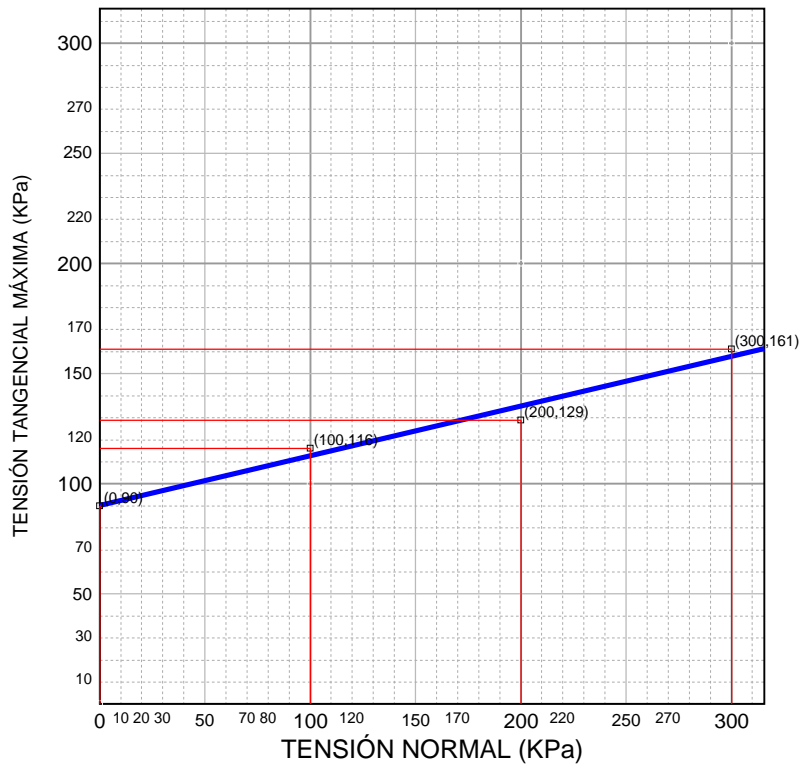


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1281	1032	76856	S .2022/72	31/01/2022

R-08-8

CORTE DIRECTO No consolidado - no drenado (UU). Según UNE 103,401:1998.				
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Humedad inicial	%	12,8		
Densidad aparente	g/cm ³	2,221		
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,969		
Índice de huecos inicial		0,321		
Grado de saturación inicial	%	103,8		
Tensión Normal	kPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	kPa	116	129	161
Ángulo de Rozamiento Interno	°	12,6		
Cohesión	kPa	90		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1282	1033	76869	S .2022/77	31/01/2022

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 1922 / 5868/ 101117

DESTINATARIO

R-08-8

1922: Geodrilling, S.L., CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A,
33008-Oviedo, Asturias
ESB27468404

Geodrilling, S.L.
CL Isidro Chamorro nº 10 - 6º A
33008-Oviedo
Asturias

Ensayos de laboratorio
Muestras remitidas
Asturias

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, SPT-1 (De 1,20 a 1,80 m)

PROCEDENCIA: E.G. CENTRAL NUCLEAR STA MARÍA DE GAROÑA

FECHA DE MUESTREO: 14/01/2022

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.

Ensayo de colapso en suelos, según norma NLT 254:1999.

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

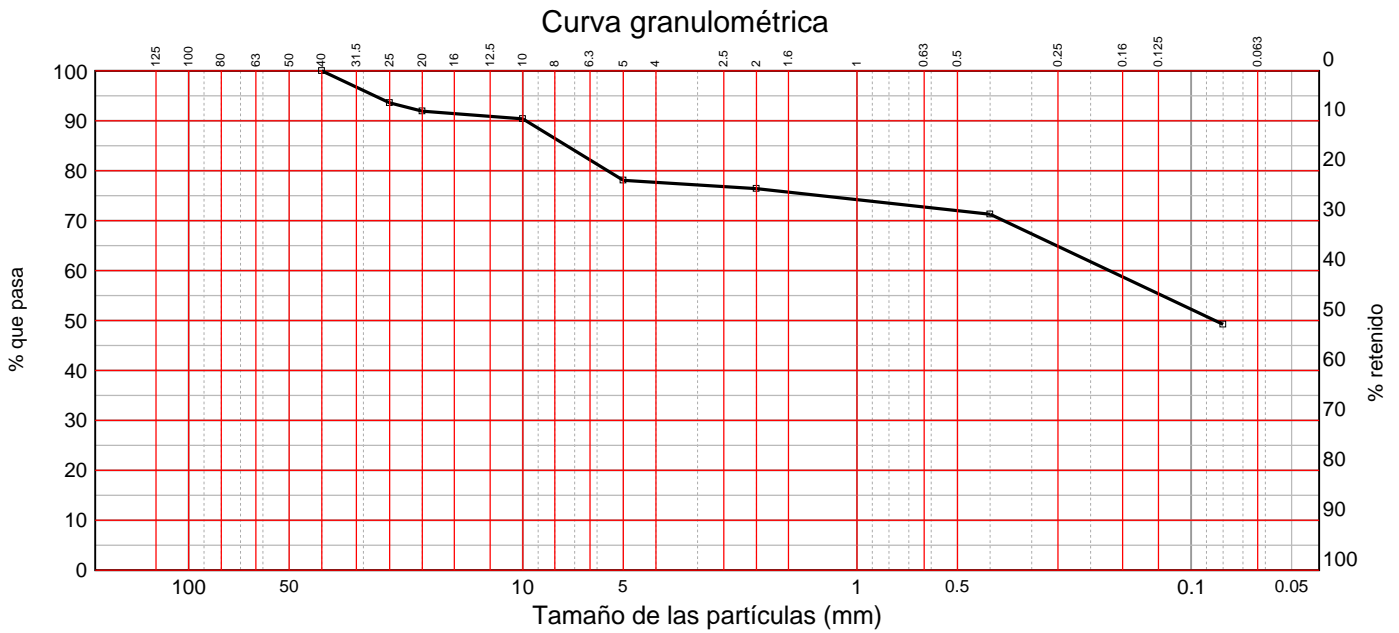
De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVES 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1282	1033	76869	S .2022/77	31/01/2022

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	94	92	90	78	76	71	49,2



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	21,7
Límite plástico	21,1
Índice de plasticidad	0,6

ÍNDICE DE COLAPSO SEGÚN NLT 254:1999	
CONDICIONES DE ENSAYO	
-Probeta inalterada.	
-Presión a la que se realiza el ensayo: 0,2 Mpa	
-Densidad seca de la probeta de ensayo: 1,64 g/cm³.	
-Humedad de la probeta de ensayo: 11,3 %	
ÍNDICE DE COLAPSO (%)	0,13
Potencial porcentual de colapso (%)	0,13

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2022/1282	1033	76869	S .2022/77	31/01/2022

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE-EN 16502, UNE 83963 y Código Estructural.		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	0
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	0
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		NO AGRESIVO

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224



APÉNDICE V. – REPORTAJE FOTOGRÁFICO



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224



Vista de la parcela. Emplazamiento ensayo DPSH P-1.



ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE UN ALMACÉN RBBA Y UN EDIFICIO PARA
DESCLASIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA C.N. DE GAROÑA STA. MARÍA DE GAROÑA
(BURGOS)

IDOM

T-2021224



Vista de la parcela. Emplazamiento ensayo DPSH P-2.