



**INFORME GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL CPEIP “RICARDO CAMPANO”
y IESO “DEL CAMINO” EN LA LOCALIDAD DE VIANA (NAVARRA)**

CLIENTE: DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN GOBIERNO DE NAVARRA

Pamplona, agosto de 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	5
3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO	6
3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA	6
3.2. HIDROLOGÍA	6
3.3. SISMICIDAD.....	7
3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN.....	9
4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO.....	12
4.1. SONDEOS MECÁNICOS	13
4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.)	14
5. ENSAYOS DE LABORATORIO	16
6. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES.....	17
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	19
8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN	23
8.1. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN	23
8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS	26
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28

ANEXOS

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda

ANEXO 2: Registro y fotografías de los sondeos

ANEXO 3: Perfiles de correlación

ANEXO 4: Boletines de los ensayos de laboratorio

ANEXO 5: Plano de ubicación de ensayos

INFORME: IRGE 2947 0725.01

Revisión	Fecha entrega	Descripción
IRGE 2947 0725.00	05/08/2025	Adelanto al informe, sin resultados laboratorio.
IRGE 2947 0725.01	25/08/2025	Informe geotécnico, con resultados laboratorio.

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a GEEA Geólogos S.L., a requerimiento del departamento de educación del Gobierno de Navarra la redacción del Estudio Geológico y Geotécnico para la ampliación del CPEIP “Ricardo Campano y IESO “Del Camino” en la localidad de Viana (Navarra). El edificio proyectado será anexo al edificio actual tendrá una superficie de 17 m x 9 m aproximadamente y contará con S + PB + 1



Ubicación colegio en Google maps y actuación proyectada facilitada por el peticionario.



Alzados facilitada por el peticionario.

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico-geotécnico del terreno. Se trata de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las profundidades y situación de estos, las resistencias de los mismos, y aconsejar sobre la base de ello las cimentaciones más apropiadas, las profundidades a las que se deben realizar y las cargas admisibles del terreno.

Los Geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según se recoge en el Real Decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones profesionales del Geólogo. Los ensayos se han realizado por GEEA GEÓLOGOS S.L. laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones expuestas en este informe con fecha de agosto 2025.

2. METODOLOGÍA

Una vez aprobado el presupuesto e indicados los objetivos de la investigación, el método ha sido ordenado de la siguiente manera:

Antecedentes del lugar

1. IGME/ Mapa Geológico de España. Hoja 171 (Viana), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 171-III (Viana), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento CTE

1. Superficie del edificio proyectado: 17 m x 9 m, será en dos plantas.
2. Nº de ensayos realizados en campo: cuatro sondeos mecánicos con extracción continua de testigo, distribuidos tal y como queda reflejado en el croquis de ubicación (anexo 5).
3. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 4).
4. Secciones geotécnicas (anexo 3).
5. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 5).

Contenidos en informe

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Ensayos de laboratorio (apartado 5).
4. Cálculo de cargas admisibles (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Tipología de cimentación y asientos (apartado 8).
7. Cargas admisibles, hundimiento, asientos admisibles, nivel freático, excavabilidad, estabilidad de taludes, agresividad (apartado 9).

3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA

La zona de estudio se encuadra, desde un punto de vista geológico, en la zona centro - oriental de la Depresión Terciaria del Ebro. Ésta constituye una profunda cubeta rellena de materiales de origen continental, procedentes de los relieves que la bordean (Sierra de Cantabria y Montes Obarenes al Norte, y por el Sur el Sistema Ibérico), que puede alcanzar miles de metros de potencia. Conforme nos acercamos al borde de la cuenca, disminuye el porcentaje de finos y aumentan los niveles areniscosos y microconglomeráticos. Hacia el centro, sin embargo, se encuentran facies progresivamente más distales, hasta aparecer materiales de precipitación química (calizas y yesos).

En concreto, según el mapa geológico del Gobierno de Navarra, en la parcela de estudio el sustrato rocoso está constituido por las facies de Nájera (Aragoniense-Vallesiense), formadas por un conjunto de arcillas y limolitas de tonos rojos vinosos, con esporádicas intercalaciones de delgadas capas de areniscas de grano fino, a veces con ripples, y niveles de calizas grises y margas con gasterópodos y charáceas. Estos materiales se interpretan como depósitos distales de un sistema de abanicos aluviales de procedencia meridional.

Sobre estos materiales se ha encajado la actual red de drenaje, representado en la zona por el río de Valdearas. Su actividad durante el cuaternario ha modelado el actual relieve y ha dado lugar a dos tipos de depósitos, unos de carácter lineal, asociados a los propios cauces (terrazas aluviales), y otros de origen lateral a los mismos denominados glacis.

En el anexo 1 se encuentra el mapa geológico de la zona y la leyenda del mismo.

3.2. HIDROLOGÍA

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- a. Los depósitos cuaternarios, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la posible relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, presentan una capacidad de drenaje que dependerá del tipo de suelo. Así, para los depósitos arcillosos el valor de coeficiente de permeabilidad (Kz) está estimado entre 10^{-6} y 10^{-9} m/s, en depósitos limosos y are-

nas de grano fino el coeficiente de permeabilidad estimado está entre 10^{-3} y 10^{-5} m/s, aumenta hasta valores de entre 1 y 10^{-2} m/s para depósitos arenosos, y de entre 100 y 10 m/s para gravas.

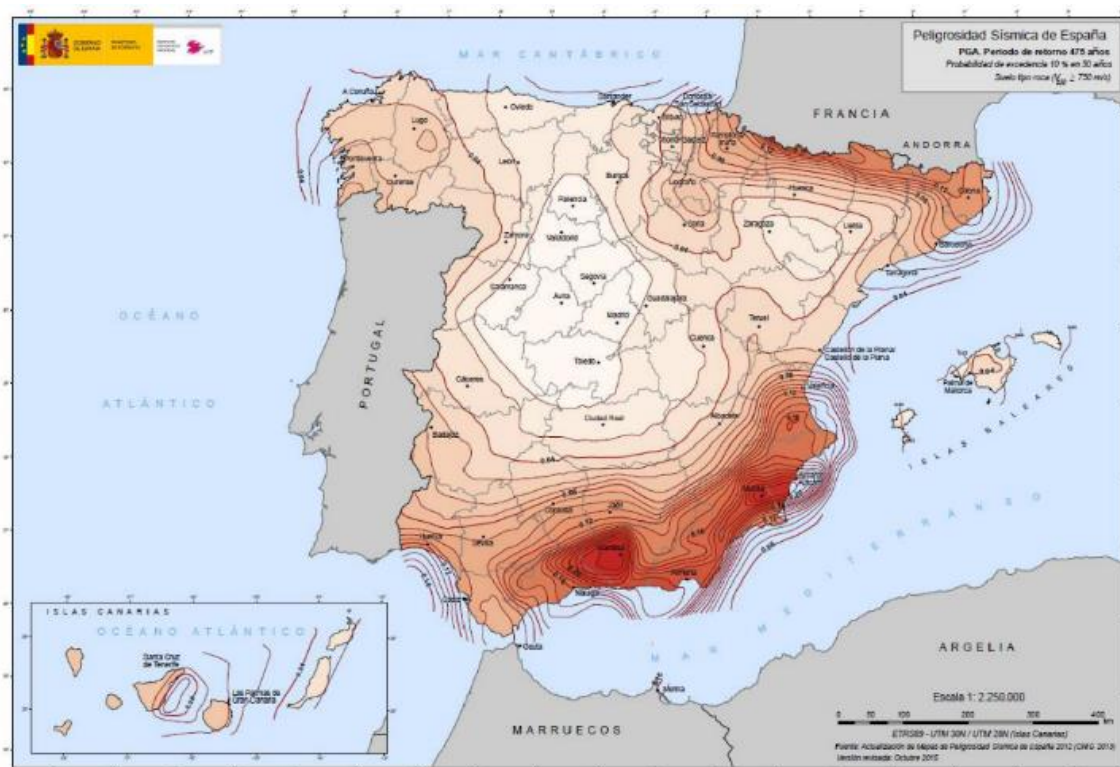
- b. Formaciones rocosas del cenozoico, presentan en su conjunto una permeabilidad de baja a muy baja en función de su litología, considerándose a escala global como un acucluido o impermeable. Localmente, puede presentar una mayor permeabilidad a favor de diaclasado abierto, preferentemente en los niveles más superficiales, por descompresión y /o alteración.

3.3. SISMICIDAD

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002).

La zona de estudio queda ubicada en término municipal de Viana (Navarra) y posee unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de $a_b < 0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v = 1,0$.





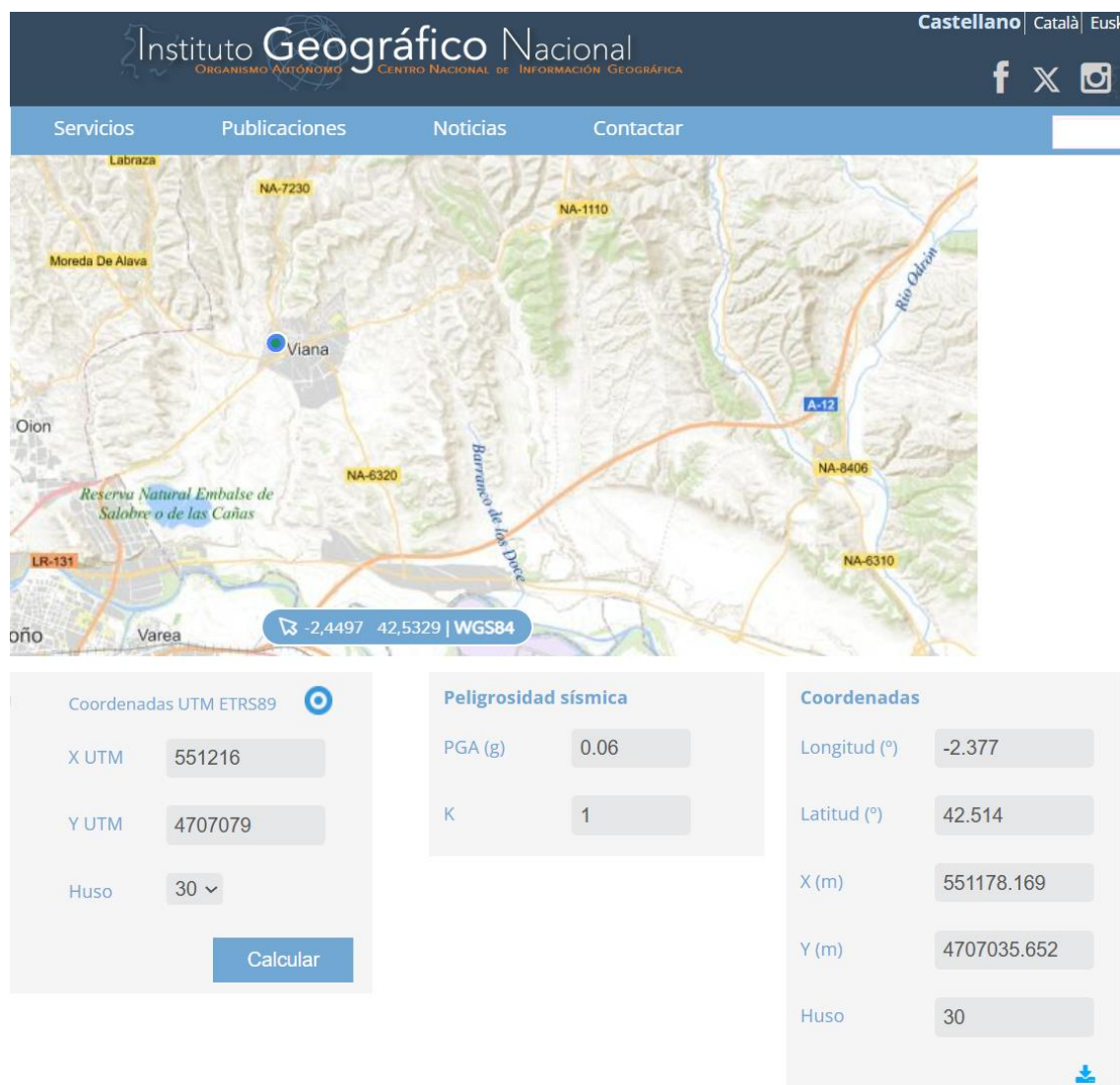
Mapa de peligrosidad sísmica: 2002, en valores de intensidad, NCSE-02 / 2015, en valores de aceleración

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma NCSE-02 actualmente vigente, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

No es obligatoria la aplicación de la NCSE-02 en los casos de construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, o **en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones**, cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,08g$. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, (a_c) es igual o mayor a $0,08g$.

No obstante, conviene puntualizar que actualmente existe el Mapa Peligrosidad Sísmica de España 2016 (Anejo Nacional UNE-EN 1998 y propuesta NCSR-23). Este mapa devuelve para un punto de interés los valores interpolados de peligrosidad sísmica, PGA y K, asociados a un periodo de retorno de 475 años. Los valores corresponden al mapa de peligrosidad sísmica propuesto en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-23 y también en el

Anejo Nacional de la norma UNE-EN-1998. De dicho mapa se extrae que en donde la zona de estudio, posee unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de a_b 0,06g, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v = 1,0$.



Mapa Peligrosidad Sísmica de España 2016 (Anejo Nacional UNE-EN 1998 y propuesta NCSR-23), Zona de estudio

3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN

El radón es un gas radioactivo y cancerígeno que se genera por la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelo. El radón se genera en el subsuelo y asciende entre los poros del terreno hasta alcanzar la superficie. Una vez ha alcanzado la superficie, podrá diluirse entre los gases de la atmósfera o penetrar en el interior de los edificios, ya sean viviendas o lugares de trabajo, a través de los materiales de

construcción como las soleras de hormigón, los muros de carga o directamente por las fisuras. Al penetrar en un espacio cerrado como los sótanos o plantas bajas, el gas se va acumulando y va aumentando su concentración de manera imperceptible, ya que es un gas inodoro, incoloro e inerte.

En la sección DB-HS6 del CTE, se establecen las medidas básicas de protección para limitar la penetración del gas radón en los edificios de zonas donde se supera el nivel de referencia anual de 300 Bq/m³.

Las medidas de protección del DB-HS6 son de aplicación obligada en aquellos edificios de nueva construcción y para intervenciones en edificios existentes como ampliaciones, cambios de uso o reformas que estén ubicadas en zonas de riesgo de exposición a Radón. No obstante, estas medidas pueden ser aplicadas de manera preventiva en cualquier edificio con locales habitables, ya sean viviendas o lugares de trabajo.

El DB-HS6 define dos categorías de zonas sobre las que aplicar las medidas de protección en función del nivel de riesgo de radón del municipio en que se ubiquen:

- Zonas de riesgo I: entre 300 y 600 Bq/m³
- Zonas de riesgo II: si superan los 600 Bq/m³

Los municipios aparecen relacionados y clasificados en el apéndice B del DB-HS6.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece que en aquellos edificios ubicados en los términos municipales en que se supere el nivel de referencia anual y que, por tanto, figuran en el apéndice B, deben implementarse las siguientes soluciones, en función de la zona a la que pertenezcan:

Zona I

En los municipios con un nivel de radón promedio anual esperado de hasta el doble del valor permitido, se dispondrán como mínimo una de las siguientes medidas protectoras:

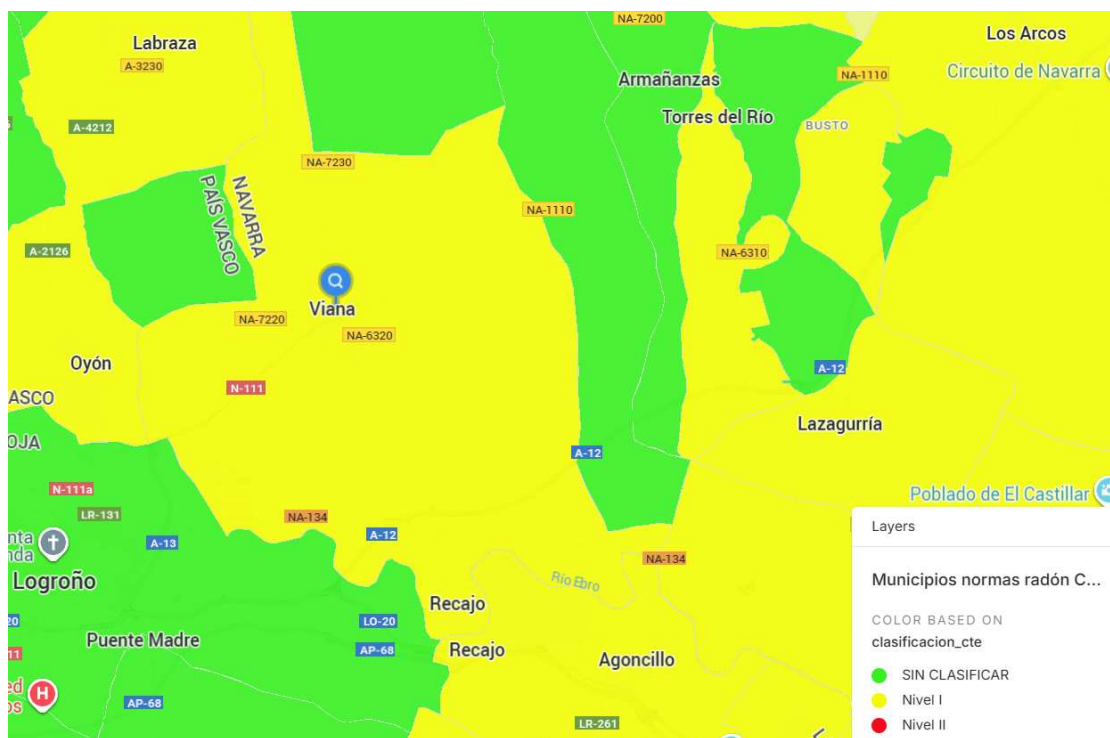
- a) Barrera de protección entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.
- b) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras, denominada cámara sanitaria.

Zona II

En los municipios que pueden superar el doble del nivel de radón promedio anual permitido se debe implantar la barrera de protección y una de las siguientes medidas:

- a) Cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales, ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas o fisuras.
- b) Un sistema de despresurización del terreno que permita extraer los gases contenidos en el terreno colindante al edificio.

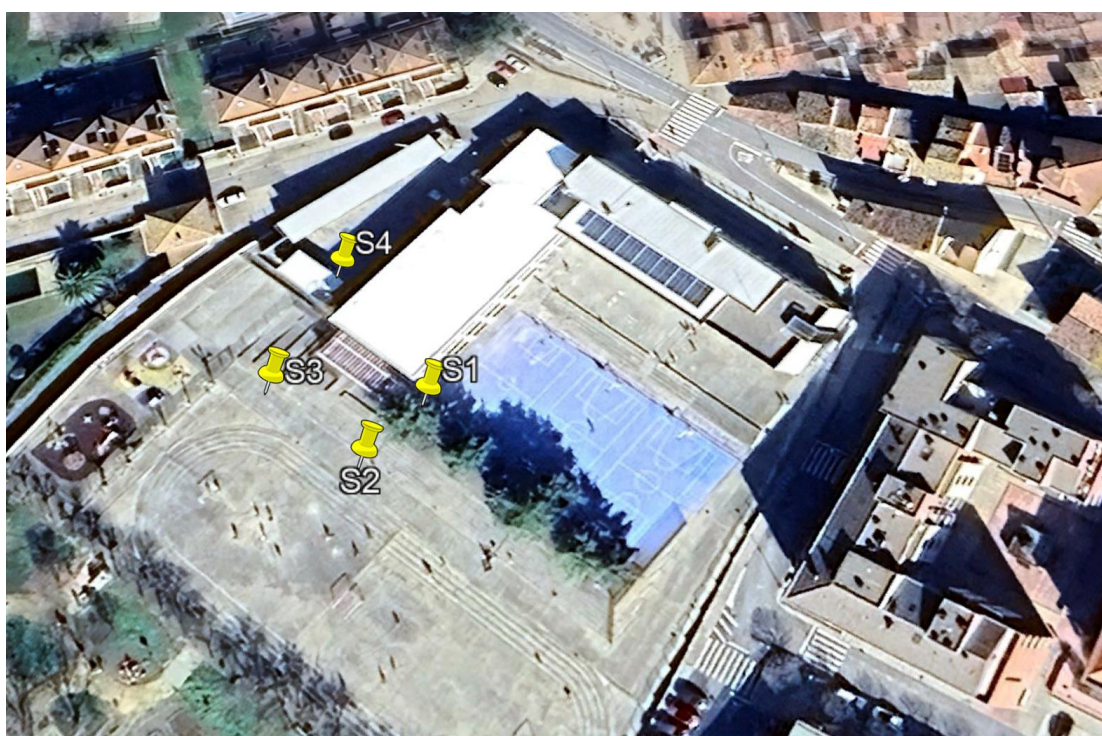
De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (Apéndice B de la Sección HS6 del CTE), Viana (Navarra) se encuentra incluida en la zona I, por lo que será necesario tomar las medidas adicionales con respecto a la exposición frente al radón incluidas en esta zona.



Mapa zonas radón nuevo CTE DB HS 6

4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Para establecer las características geotécnicas de la parcela objeto de estudio de acuerdo con el CTE, se ha realizado un reconocimiento que ha consistido en la ejecución de cuatro sondeos mecánicos con extracción continua de testigo, distribuidos tal y como se muestran a continuación. La ubicación de los sondeos ha estado condicionada por la accesibilidad a la zona del proyecto.



Ubicación en Google Earth de los ensayos realizados en la parcela objeto de estudio.

Los sondeos de reconocimiento nos permiten reconocer el terreno hasta la profundidad alcanzada y de los testigos obtenidos se han extraído muestras para caracterizar los materiales y determinar la agresividad del terreno con relación a los sulfatos que pudieran existir y que puedan afectar a las cimentaciones.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), testificación de los sondeos y las fotos (anexo 2), perfiles de correlación (anexo 3), ensayos de laboratorio (anexo 4) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 5).

4.1. SONDEOS MECÁNICOS

Criterios de reconocimiento

Para la descripción de los sondeos mecánicos se ha seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
IA	SANA	No hay señales de alteración de la roca matriz.
IB	DÉBILMENTE METEORIZADA	Decoloración de superficies de discontinuidades principales.
II	LIGERAMENTE METEORIZADA	La decoloración indica alteración de roca matriz y de superficies de discontinuidad. La roca matriz puede estar decolorada y puede ser más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material descompuesto y/o desintegrado como suelo. Puede haber zonas de roca sana y decolorada, formando un marco continuo o como bloques sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca descompuesta y/o desintegrada en suelo. Puede haber zonas de roca sana o decolorada formando un marco continuo o como bloques / núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Roca descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. Estructura original del macizo fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruída la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

Descripción de los sondeos:

Entre el 24 y 28 de julio de 2025 se realizaron cuatro sondeos con un equipo sonda mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo. La sonda está compuesta por una batería con una corona cortante unida al equipo mediante un varillaje que le transmite el movimiento de rotación y empuje ejercido por la máquina de perforación. El testigo se aloja en la batería durante la perforación y es extraído cada cierto tiempo. Las baterías de rotación pueden ser de tubo simple, doble o triple (para una mejor recuperación).

Descripción de los niveles geotécnicos localizados en los sondeos:

- N.G. 0, horizonte formado por rellenos antrópicos en S1 y S4 y capa de hormigón S2 y S3.
- N.G. 1, horizonte formado por unas arcillas marrones que contienen cantos dispersos.
- N.G. 2, sustrato rocoso alterado grado III. Horizonte formado por unas lutitas de tonos ocre y grisáceas con alguna pasa de limolita gris, que han perdido su consistencia

original y van alcanzando estados más sanos en profundidad.

- N.G. 3, sustrato rocoso formado por unas lutitas marrones- rojizas con alguna pasada de limolita.

En la siguiente tabla se incluye la testificación de los sondeos:

ENSAYO	N.G. 0			N.G. 1			N.G. 2			N.G. 3		
	de	a	espesor (m)	de	a	espesor (m)	de	a	espesor (m)	de	a	espesor (m)
S1	0,00	0,90	0,90	0,90	3,20	2,30	3,20	7,30	4,10	7,30	8,20	0,90
S2	0,00	0,20	0,20	0,20	2,40	2,20	2,40	4,30	1,90	4,30	6,60	2,30
S3	0,00	0,20	0,20	0,20	2,40	2,20	2,40	6,00	3,60	6,00	6,90	0,90
S4	0,00	3,50	3,50	3,50	4,70	1,20	4,70	8,00	3,30	8,00	-	-

4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado 15 ensayos de penetración estándar (S.P.T.).

Cuando el terreno es arenoso - limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

Objeto y datos del ensayo

El objeto de este ensayo es estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE EN ISO 22476-3/2006. Este ensayo se realiza en el interior de sondeos durante la perforación. Para la ejecución del ensayo, se ha de limpiar la perforación al llegar a la cota deseada para el ensayo, se retira la batería de perforación y en su lugar se instala un tomamuestras de dimensiones estándar. Este tomamuestras se divide en tres elementos: una zapata, un tubo bipartido y la cabeza de acoplamiento al varillaje del equipo sonda. Se hincan en el suelo una longitud de 60 cm contando el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. El golpeo se realiza con una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de

golpeo. Las lecturas del primer y último tramo no se tienen en cuenta por la alteración del suelo provocada por la perforación, en el primer caso, y por la sobrecompactación que pueda producir el golpeo en el segundo caso. Así, con la suma de los valores de los dos tramos centrales se obtiene un valor NSPT, que se correlaciona según unos métodos establecidos para la obtención de la resistencia del terreno. Si el número de golpes para un tramo de 15 cm es superior a 100 se considera como rechazo a la penetración. Si el ensayo se realiza a una cota por debajo del nivel freático, el valor de NSPT se ha de corregir mediante la expresión: $N = 15 + (N' - 15)/2$.

Siendo N' el valor de penetración medido, y siempre y cuando este sea superior a 15. (Terzaghi y Peck, 1948 - en Ayala Carcedo, 1991)

El valor del NSPT se puede correlacionar con una serie de parámetros geotécnicos, según los criterios definidos por varios autores basados en el uso generalizado de este ensayo. Los parámetros geotécnicos deducibles de los ensayos SPT son: la densidad relativa, la compacidad, el ángulo de rozamiento interno (j') en suelos granulares (aplicable a partir de 2 m de profundidad). En la siguiente tabla se muestra la profundidad y los valores obtenidos en los ensayos SPT realizados:

Sondeo	SPT nº:	Profundidad (m)	Valores SPT, (N_{30})	N.G.
1	1	1,50-2,10	11-15-15-19 (30)	1
1	2	3,30-3,90	17-18-20-21 (38)	2
2	1	1,20-1,80	7-7-9-13 (16)	1
2	2	3,00-3,60	8-9-12-18 (21)	2
2	3	4,20-4,80	21-29-31-37 (>50)	3
2	4	6,00-6,60	25-30-43-49 (>50)	3
3	1	1,20-1,80	7-7-11-11 (18)	1
3	2	3,00-3,60	9-12-16-26 (28)	2
3	3	4,40-5,00	11-15-24-30 (39)	2
3	4	6,00-6,60	30-31-42-49 (>50)	3
4	1	1,50-2,10	8-7-7-11 (14)	0
4	2	3,00-3,60	3-4-6-8 (10)	0
4	3	4,50-5,10	9-13-16-29 (29)	2
4	4	6,00-6,60	15-19-24-33 (43)	2
4	5	8,00-8,00	50(R↓0)	3

Para la determinación de los parámetros geomecánicos de los materiales consideraremos los golpes obtenidos en los ensayos SPT realizados durante la realización de los sondeos:

- N.G. 0, rellenos, con un N_{30} de 12.
- N.G. 1, arcillas con cantos, con un N_{30} de 17.
- N.G. 2, sustrato rocoso alterado, con un N_{30} de 33.
- N.G.31, sustrato rocoso con un N_{30} de 50.

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos se han obtenido de acuerdo con la Normativa o, en su defecto, a través de técnicas habituales en mecánica de suelos. Cada ensayo tiene un grado de precisión recogido en la Norma asignada y, generalmente, en la bibliografía técnica.

Las características de los sucesivos materiales localizados en los ensayos, más allá de los puntos analizados, se pueden inferir a partir de los resultados en los mencionados puntos. Ahora bien, es necesario considerar que el conjunto no presenta variaciones litológicas y/o mecánicas bruscas. Esta condición previa puede ser, en ocasiones, incorrecta, declinando esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido de los sondeos de reconocimiento, se seleccionaron muestras representativas de los distintos niveles geotécnicos identificados para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. El número y tipo de ensayos ejecutados se han realizado según la siguiente normativa:

	S1M1	S1M2	S3M1	S3M2	S4M1	Norma
Referencia	N21868	N21869	N21870	N21871	N21872	
N.G.	1	2	1	2	0	
Profundidad (m)	2,00-2,50 m	4,50-5,00 m	1,80-2,10 m	3,00-3,50 m	2,00 m	
Límites Atterberg: LL/LP/IP	38,0/26,9/11,1	21,8/15,6/6,2	36,6/23,3/13,3	30,8/27,4/3,4	-	UNE 103103/94 103104/93
% Pasa tamiz 0,08/0,4/2	88/94/100	70/81/100	94/97/100	82/93/100	-	UNE 103103/95
Sulfatos (mg/kg SO₄²⁻)	0	0	0	0	0	UNE 83963:08 / Erratum 11
Clasificación SUCS / AASTHO	ML/A-6	CL-ML/A-4	CL/A-6	ML/A-4	-	

6. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES

En el caso que nos ocupa, el sustrato rocoso está formado por litologías débiles o extremadamente débiles. Las litologías de mala calidad, se pueden clasificar como suelos desde el punto de vista de la ingeniería, tal y como se indica en el artículo de E.Hoek y E.T Brow de la estimación de la resistencia de macizos rocosos en la práctica.

Así pues, para verificar la capacidad portante del nivel geotécnico 1, 2 y 3 (arcillas con cantos, sustrato rocoso alterado y sustrato rocoso), contamos con un N_{30} de 17, 33 y 50 obtenido a partir de los ensayos de resistencia realizados.

A partir de estos valores y usando correlaciones, obtenemos una compresión simple de 2,13 kg/cm² para el N.G. 1, 4,13 kg/cm² para el N.G. 2 y 6,25 kg/cm² para el N.G. 3.

En tal caso la presión de hundimiento del terreno cohesivo vendría definido por la formulación de Terzaghi:

$$P_{vh} = c \times N_c + q \times N_q + 1/2 \gamma \times B \times N_\gamma$$

Según este método, la presión vertical de hundimiento se compone de tres términos que permiten evaluar el aporte de capacidad soporte debido a la resistencia del terreno, a su peso propio y a la sobrecarga al nivel de cimentación.

Siendo:

- P_{vh} , la presión vertical de hundimiento
- c , la cohesión del material
- q , la sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación
- γ , el peso específico del terreno
- B , el ancho del cimiento
- N_c , N_q , N_γ , los factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno del material.

Teniendo en cuenta que se trata de un terreno principalmente cohesivo, la situación del análisis más desfavorable coincide con la hipótesis de corto plazo, es decir, sin permitir el drenaje de las presiones intersticiales. Esta consideración implica que el ángulo de rozamiento interno del material es nulo, por lo que los factores anteriores quedan:

$$N_c = \pi + 2 = 5,14; N_q = (1+0/1-0) \times e^{\pi \tan 0} = 1; N_\gamma = 1,5 (0-1) \tan 0 = 0$$

Por lo tanto, la expresión queda de la siguiente forma:

$$P_{vh} = c \times N_c$$

Por otra parte, la cohesión a emplear se corresponde a la resistencia al corte sin drenaje del terreno cohesivo, la cual y según el criterio de Möhr, es la mitad de la resistencia a compresión simple obtenida, por lo podemos considerar la cohesión 1,06 kg/cm² para el N.G. 1, 2,06 kg/cm² para el N.G. 2 y 3,13 kg/cm² para el N.G. 3.

Aplicando los parámetros obtenidos a la formulación de Terzaghi, obtenemos que la presión de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

$$\text{Nivel geotécnico 1: } P_{vh} = 1,06 \times 5,14 = 5,44 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 2: } P_{vh} = 2,06 \times 5,14 = 10,58 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 3: } P_{vh} = 3,13 \times 5,14 = 16,08 \text{ Kg/cm}^2$$

Para obtener la tensión admisible en la base de la zapata, se debe afectar la carga de hundimiento por un coeficiente de seguridad, que, en la práctica habitual, para situaciones permanentes (cimentaciones) se sitúa entre 3 y 5.

$$\text{Nivel geotécnico 1, } q_{adm} = P_{vh}/4 = 5,44/4 = 1,36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 2, } q_{adm} = P_{vh}/4 = 10,58/4 = 2,64 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 3, } q_{adm} = P_{vh}/4 = 16,08/4 = 4,02 \text{ Kg/cm}^2$$

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para un adecuado planteamiento posterior de la tipología y cota de cimentación, etc.

Los datos mostrados a continuación han sido obtenidos por métodos directos mediante la descripción de los sondeos mecánicos realizados, así como los resultados de laboratorio, y por métodos indirectos a partir de los ensayos de resistencia SPT realizados. Posteriormente se han contrastado todos los datos obtenidos, además de consultar referencias bibliográficas.

Se han diferenciado 3 niveles geotécnicos tal y como se especifica a continuación. Los espesores de los horizontes se estiman por testificación directa en los puntos en los que se han realizado los sondeos y a partir de la interpretación de los golpes en los puntos en los que se han realizado los ensayos de penetración dinámica.

Los horizontes litológicos que se han diferenciado son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0, rellenos/hormigón:** horizonte formado por materiales de naturaleza heterogénea en S1 y S4 y hormigón en S2 y S3. En la siguiente tabla se indica el espesor de estos materiales localizados en los distintos puntos ensayados:

N.G. 0, rellenos	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,00	0,00	0,00	0,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	0,90	0,20	0,20	3,50
Espesor (m)	0,90	0,20	0,20	3,50

Estos materiales no son aptos para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados. Para el caso de pantallas, pilotes o micropilotes los valores de resistencia unitaria por fuste deberán considerarse negativos. Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico a partir de los ensayos D.P.S.H/ SPT realizados son los siguientes:

Naturaleza: granular

Compacidad: media

Angulo de rozamiento interno Φ' : 27° (estimado)

Cohesión c' : 0,00 - 0,05 kg/cm² (estimado)

Micropilotaje N_{30} de 12:*Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): 0,59* kg/cm²*Pilotaje N_{30} de 12:*Resistencia unitaria por fuste (q_{hf}): 0,30 kg/cm²*

- **Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos.** Horizonte formado por arcillas con cantos. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 1, arcillas con cantos	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,90	0,20	0,20	3,50
Cota estimada techo N.G. 1	431,90	429,90	429,95	428,90
Profundidad base (m) referida boca ensayo	3,20	2,40	2,40	4,70
Espesor (m)	2,30	2,20	2,20	1,20

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

*Naturaleza: cohesiva**Consistencia: muy compacta**Densidad natural: 1,85-1,90 g/cm³ (estimado)**Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N_{30} - 17)**Resistencia a la compresión simple, q_u : 2,13 (N_{30} - 17)**Cohesión sin drenaje c_u : 1,06 kg/cm² (N_{30} - 17)**Módulo elástico: 141,63 kg/cm² (N_{30} - 17)**Angulo de rozamiento interno Φ' : 25° (estimado)**Cohesión c' : 0,12 kg/cm² (estimado)**Carga admisible: 1,36 kg/cm² (Terzagui)**Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 5,56$ kg/cm³; $K_{30 \times 30} = 4,71$ kg/cm³ (N_{30} - 17)**Clasificación SUCS/AASHTO: ML,CL/A-6*Micropilotaje:*Resistencia unitaria por fuste: 1,17* kg/cm²*Pilotaje:*Resistencia unitaria por fuste: 0,52 kg/cm²**Resistencia unitaria por punta: 9,56 kg/cm²*

- **Nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alterado grado alteración III.** Horizonte formado por lutitas ocre y grisáceas que han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que

se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 2, sustrato rocoso alterado	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,20	2,40	2,40	4,70
Cota estimada techo N.G. 2	429,60	427,70	427,75	427,70
Profundidad base (m) referida boca ensayo	7,30	4,30	6,00	8,00
Espesor (m)	4,10	1,90	3,60	3,30

*Se correlaciona la profundidad a la que se obtiene el rechazo al ensayo con el techo del sustrato rocoso.

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: dura

Densidad natural: 2,00-2,05 g/cm³ (estimado)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N₃₀- 33)

Resistencia a la compresión simple, q_u : 4,13 (N₃₀- 33)

Cohesión sin drenaje c_u : 2,06 kg/cm² (N₃₀- 33)

Módulo elástico: 268,88 kg/cm² (N₃₀- 33)

Angulo de rozamiento interno Φ' : 25° (estimado)

Cohesión c' : 0,35 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 2,64 kg/cm² (Terzagui)

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 10,79$ kg/cm³; $K_{30 \times 30} = 9,14$ kg/cm³ (N₃₀- 33)

Clasificación SUCS/AASHTO: CL-ML, ML/A-4

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 1,88 kg/cm²*

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 0,67 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 18,56 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso.** Horizonte formado por unas lutitas ocreas, grisáceas y rojizas con alguna pasada de limolitas. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

N.G. 3, sustrato rocoso	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	7,30	4,30	6,00	8,00
Cota estimada techo N.G. 3	425,50	425,80	424,15	424,40

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico son los siguientes:

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: dura

Densidad natural: 2,30-2,40 g/cm³ (estimado)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N₃₀- 50)

Resistencia a la compresión simple, q_u : 6,25 (N₃₀-50)

Cohesión sin drenaje c_u : 3,12 kg/cm² (N₃₀- 50)

Módulo elástico: 368,75 kg/cm² (N₃₀- 50)

Angulo de rozamiento interno Φ' : 27º (estimado)

Cohesión c' : 0,50 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 4,00 kg/cm² (Terzagui)

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 16,36 \text{ kg/cm}^3$; $K_{30 \times 30} = 13,85 \text{ kg/cm}^3$ (N₃₀- 50)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 2,04 kg/cm²*

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 0,76 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 28,13 kg/cm²

* Los valores de resistencia unitaria para cimentaciones profundas pueden sufrir variaciones en función del tipo de inyección aplicada para la realización de los micropilotes: IU, inyección única global; IR, inyección repetitiva; IRS, inyección repetitiva y selectiva. Los valores indicados son para una inyección tipo IU.

8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de las soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones de las edificaciones objeto de los trabajos. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe.

Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de ejecución, considerando necesario que durante la excavación y cimentación esté presente un geólogo, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares, como pueden ser cambios laterales de facies muy puntuales que hagan que varíe la profundidad de los materiales que aparecen en este informe, de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

8.1. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN

A partir de los trabajos realizados, los resultados obtenidos en ellos se proponen las siguientes alternativas de cimentación para la edificación proyectada:

1.- Cimentación desplantada en el nivel geotécnico 1, arcillas con cantos:

- En este caso, se recomienda la realización de una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas en el sustrato rocoso (N.G. 1) una vez eliminado el N.G. 0.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 1,36 kg/cm².
- En los puntos ensayados, el N.G. 1 se localiza a las siguientes profundidades (referidas al inicio del ensayo coincidente con la rasante de la parcela en el momento de la ejecución de los ensayos):

N.G. 1, arcillas con cantos	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,90	0,20	0,20	3,50
Cota estimada techo N.G. 1	431,90	429,90	429,95	428,90

- En el caso de que en el momento de la excavación se localice en alguno de los puntos de apoyo el nivel geotécnico inferior se deberán bajar el resto de las cimentaciones a este nivel, prevaleciendo el criterio de desplantar toda la cimentación sobre una planta geomecánicamente homogénea.

2.- Cimentación desplantada en el nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alterado:

- En este caso, se recomienda la realización de una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas en el sustrato rocoso (N.G. 2) una vez eliminados los niveles geotécnicos 0 y 1.
- La tensión de diseño será igual o inferior a 2,64 kg/cm².
- En los puntos ensayados, el N.G. 2 se localiza a las siguientes profundidades (referidas al inicio del ensayo coincidente con la rasante de la parcela en el momento de la ejecución de los ensayos):

N.G. 2, sustrato rocoso alterado	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,20	2,40	2,40	4,70
Cota estimada techo N.G. 2	429,60	427,70	427,75	427,70

- En el caso de que en el momento de la excavación se localice en alguno de los puntos de apoyo el nivel geotécnico inferior se deberán bajar el resto de las cimentaciones a este nivel, prevaleciendo el criterio de desplantar toda la cimentación sobre una planta geomecánicamente homogénea.

Estas cimentaciones convencionales propuestas deberán cumplir las siguientes premisas:

- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blanqueses que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.
- En caso de tratarse de una cimentación semiprofunda, los pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas de hormigón armado correspondientes.

- Una vez realizada la excavación de la parcela se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza, ya que pueden variar las condiciones geomecánicas de los materiales.

3.- Cimentación desplantada en el nivel geotécnico 3, sustrato rocoso:

- En los puntos ensayados, el N.G. 3 se localiza a las siguientes profundidades (referidas al inicio del ensayo coincidente con la rasante de la parcela en el momento de la ejecución de los ensayos):

N.G. 3, sustrato rocoso	S1	S2	S3	S4
Cota estimada boca ensayo	432,80	430,10	430,15	432,40
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	7,30	4,30	6,00	8,00
Cota estimada techo N.G. 3	425,50	425,80	424,15	424,40

- Tal y como se aprecia en la tabla anterior, en los puntos ensayados coincidentes con la actuación proyectada (S1 y S4) se localiza el N.G. 3 a profundidad superior a 6,00 m, por lo que se trata de una cimentación La profundidad de la cimentación se definirá en función de las tensiones (compresión, tracción) requeridas por el cálculo estructural.
 - Micropilotaje: En cuanto al empotramiento que se debe realizar en el sustrato rocoso por cada micropilote, dependerá de las cargas transmitidas sobre el elemento, el diámetro y el tipo de inyección utilizado. Los parámetros geotécnicos necesarios para la estimación de la resistencia al fuste y en punta de los micropilotes se localizan en el apartado 7 del presente informe.
 - Pilotaje: la tensión de diseño del pilotaje dependerá la profundidad, diámetro y empotramiento del mismo en el sustrato rocoso (recomendándose al menos 2 Ø), los parámetros geotécnicos para estimación de las cargas por punta y por fuste se localizan en el apartado 7 del presente informe.
 - En cualquier caso, una vez realizada la excavación del pilotaje y previamente al hormigonado del mismo, se deberán achicar las acumulaciones de agua y retirar los materiales desprendidos de la perforación si los hubiese. Posteriormente se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza.

Es necesario tener en cuenta que la cimentación adoptada para esta ampliación, no debe afectar a la cimentación del edificio existente para evitar patologías.

8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

8.2.1. Método de SCHMERTMANN para cimentaciones convencionales

La estimación de asientos para el nivel geotécnico 1, 2 y 3 (arcillas con cantos, sustrato rocoso alterado y sustrato rocoso) se realiza mediante el método de Schmertmann, que supone que los asientos para zapatas cuadradas o circulares quedan limitados a una profundidad $Z = 2B$, siendo B el ancho de la zapata. El asiento se calcula por:

$$s = C_1 \cdot q \cdot \sum \frac{I_{zi}}{E_i} \cdot \Delta Z_i \text{ siendo:}$$

- C_1 : Un factor de forma que depende de la profundidad de empotramiento de la zapata y de valor: $C_1 = 1 - 0,5 \cdot \frac{q_0}{q}$
- I_{zi} un coeficiente de influencia, que depende de la relación Z/B , siendo Z la profundidad y B el ancho de zapata, y de la forma de la cimentación.
- E_i el módulo de deformabilidad, que según Schmertmann puede estimarse por:

$$E = 2,5 \cdot R_p \text{ (zapatas cuadradas)}$$

$$E = 3,5 \cdot R_p \text{ (zapatas corridas)}$$

Siendo R_p la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{30} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para los materiales que nos ocupan dicha relación es igual a 4,00.

N.G. 1:

Tomando un golpeo N_{30} de 17 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 106,25 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 148,75 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 1 para los anchos de zapatas indicados y una carga aplicada de $1,36 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	6,32	9,48	12,65	15,81	18,97	22,13
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	5,55	7,40	9,25	11,09	12,94	14,79

N.G. 2:

Tomando un golpeo N_{30} de 33 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 206,25 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 288,75 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 2 para los anchos de zapatas indicados y una carga aplicada de $2,64 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	6,21	9,32	12,43	15,53	18,64	21,75
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	5,45	7,27	9,09	10,90	12,72	14,54

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ASIENTOS ADMISIBLES

Método de SCHMERTMANN, los asientos totales estimados para las cimentaciones convencionales desplantadas en los niveles geotécnicos 1 y 2 (arcillas con cantos y sustrato rocoso alterado) mediante zapatas cuadrada o corridas con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, “Acondicionamiento del Terreno y Cimentación”.

En cuanto a los asientos diferenciales deberán ser comprobados con el plano de cimentación conjugando las dimensiones de las zapatas con las distancias entre ellas.

Asiento	Máximo en mm		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios hormigón armado gran rigidez	35	50	2,0
Edificio de fábrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0
Estructuras metálicas isostáticas, de madera y provisionales	50	75	2,0

Asientos Admisibles (Según NTE 1998, “Acondicionamiento del Terreno y Cimentación”)

Si alguna de las zapatas posee mayor asiento del indicado en esta tabla, o bien entre dos zapatas consecutivas existe un asiento diferencial relativo a su separación, superior al indicado en la misma, se rebajará la presión de diseño de la zapata que asiente más, aumentando sus dimensiones hasta que cumpla, o se diseñará de nuevo la cimentación en el sustrato rocoso más sano.

AGUAS FREÁTICAS

Una vez realizados los sondeos no se detectó la presencia de agua.

No obstante, en función de la época de año en la que se realicen los trabajos de excavación, puede localizarse presencia de agua en el contacto entre distintos niveles geotécnicos.

En caso de localizar niveles saturados en el momento de comenzar los trabajos para la cimentación, se debe contemplar la necesidad del drenaje del mismo durante los trabajos de excavación y cimentación de las estructuras proyectadas.

Además, en caso de no prever drenes laterales en los trasdoses de los muros y la evacuación de estas aguas fuera del ámbito del edificio, se deberá considerar la posible acumulación de agua entre el vaciado y la construcción, y por ende, se deberán considerar las pre-

ceptivas soluciones de impermeabilización, las presiones hidrostáticas sobre muros-estructura y subpresión sobre cimentación-soleras.

EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Excavabilidad:

Los movimientos de tierras previstos para la adecuación de las zapatas afectaran a los niveles geotécnicos 0, 1 y 2.

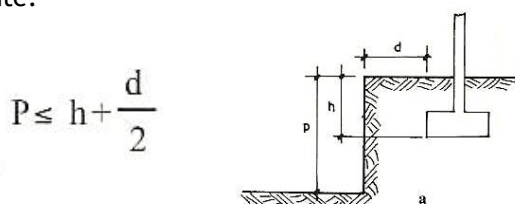
La excavación de los niveles geotécnicos 0, 1 y 2 podrá realizarse con medios mecánicos convencionales tipo retroexcavadora.

Estabilidad:

POZOS DE CIMENTACIÓN: Se considera que para las alturas de los taludes previstos (pozos de cimentación), en este tipo de materiales los taludes pueden mantenerse verticalizados a corto plazo.

Otros factores que pueden incidir en la desestabilización de los taludes son: los agentes atmosféricos, las surgencias de aguas freáticas, las sobrecargas, o conducciones subterráneas paralelas a la excavación.

En taludes lindantes con edificaciones contiguas, en el caso de excavar por debajo del desplante de la cimentación colindante y no poderse mantener que la distancia desde el canto de la zapata más próximo al talud, sea igual o superior que la distancia restante desde la parte superior de la zapata hasta la parte baja del talud, según requisito de la N.T.E. Acondicionamiento del Terreno, Cimentaciones, 1998 (ver figura), se deberán tomar las medidas adicionales de contención como son pantallas de micropilotes, muros pantalla para evitar la descompresión de los horizontes sobre los que se desplanta la cimentación colindante.



En caso que las cimentaciones colindantes sean lineales de hormigón armado y conserven su rigidez estructural, se podrá plantear la ejecución de obra tradicional mediante bataches cortos, aunque este último método ofrece menos seguridad que los anteriores.

No obstante quedan a criterio y juicio del técnico proyectista, las soluciones de contención y sostenimiento lateral del terreno, una vez ponderados y valorados otros criterios además de los específicamente geotécnicos.

ESTIMACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS HORIZONTES

Referentes al grado de impermeabilidad de los horizontes definidos en el Informe Geotécnico, y teniendo en cuenta el CTE, Sección HS 1 Protección frente a la humedad; Diseño; Muros; Grado de impermeabilidad, se efectúan las siguientes consideraciones:

MUROS:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

		Coeficiente de permeabilidad del terreno		
		$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	5	4
	Media	3	2	2
	Baja	1	1	1

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros**SUELOS:**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en función de la presencia de agua del coeficiente de permeabilidad del terreno.

		Coeficiente de permeabilidad del terreno	
		$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Presencia de agua	Alta	5	4
	Media	4	3
	Baja	2	1

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a suelos

Tanto para muros como para suelos, la presencia de agua se considera:

- baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En el caso que nos ocupa, se contemplan los siguientes horizontes y los coeficientes estimados de permeabilidad en cm/s correspondientes a los siguientes horizontes en función del análisis granulométrico, experiencias previas y valores típicos contemplados en bibliografía son los siguientes:

K en cm/s	10 ²	10 ¹	1,0	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Muy bueno		Bueno				Malo		Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias, zahorras			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limosa y arcillas, depósitos glaciares, arcillas estratigráficas, etc.			Suelos impermeables como arcillas homogéneas			
			Suelos impermeables por efecto de la vegetación y la intemperie									
Determinación directa de K	Realizar test de permeabilidad, directamente en el emplazamiento a estudiar. Para obtener resultados fidedignos se requiere mucha experiencia.											
	Obtener K mediante el permeámetro de carga constante. Se requiere poca experiencia.											
Determinación indirecta de K			Usar permeámetro de carga variable requiere poca experiencia				Con el permeámetro de carga decreciente, se requiere mucha experiencia.		Con el permeámetro de carga decreciente se requiere bastante experiencia por lo que es medianamente fiable.			
	Obtener K a partir de la curva granulométrica. Sólo sirve para arenas y gravas poco cohesivas y limpias								Obtener K a partir de ensayos de consolidación. Se requiere bastante experiencia.			

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad K (cm/s) de suelos (según Casagrande Y Fadum)

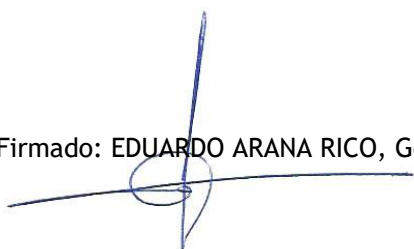
De $K = 10^{-3}$ a $K = 10^{-5}$ cm/s Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos.De $K = 10^{-3}$ a $K = 10^{-6}$ cm/s Nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alteradoDe $K = 10^{-5}$ a $K = 10^{-9}$ cm/s Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso sano.

ANÁLITICA DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, indican que el contenido de sulfatos solubles en suelos ($\text{mg SO}_4^{2-}/\text{Kg}$) es de 0 en todos los niveles geotécnicos analizados, por lo que no presentan ataque al hormigón y no será necesario el uso de cementos sulfato-resistentes.

Pamplona, agosto de 2025

Firmado: EDUARDO ARANA RICO, Geólogo. Col. N° 3.461

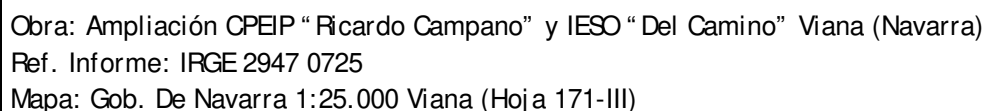


Firmado: GUILLERMO ERICE LACABE, Geólogo. Col. N° 2.577



ANEXO 1

Mapa geológico y Leyenda



CUATERNARIO	HOLOCENO				548.- Cantos con escasa matriz. Canchales 545.- Grandes bloques, fangos y arenas. Zonas deslizadas 541.- Fangos y arcillas. Fondos endorreicos y semiendorreicos 536, 534, 537, 543.- Cantos en matriz limoarenosa y arcillosa. Conos de deyección. Glacis actual-subactual. Aluvial-coluvial. Coluviones 530.- Fangos limo-arcillosos y gravas. Meandros abandonados 527, 529.- Arenas, gravas y limos. Fondos aluviales. Barras
	PLEISTOCENO				
NEÓGENO	MIOCENO	PLIOCENO			519.- Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis y glacis degradados 510.- Travertinos 508.- Gravas, arenas y arcillas. Terrazas 403.- Ortobrechas y lutitas amarillentas. U. DE OCO 412.- Calizas lacustres tabulares, localmente brechoides. Calizas de Oco 411.- Arcillas y limolitas rojas con nódulos carbonatados 410.- Conglomerados calizo-arenosos masivos o en canales
		Superior	Turolense		
			Vallesiense		
			Medio		
Interior	Aquitanense				

ANEXO 2

Registros y fotografías de los sondeos

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO: COORDENADAS UTM

SM-3

X: -
Y: -
Z: -

OBRA: Ampliación CPEIP "Ricardo Campano" y IESO "Del Camino" Viana (Navarra)

FECHA: 29 de julio de 2025

CLIENTE: Dep. de Educación de Gobierno de Navarra

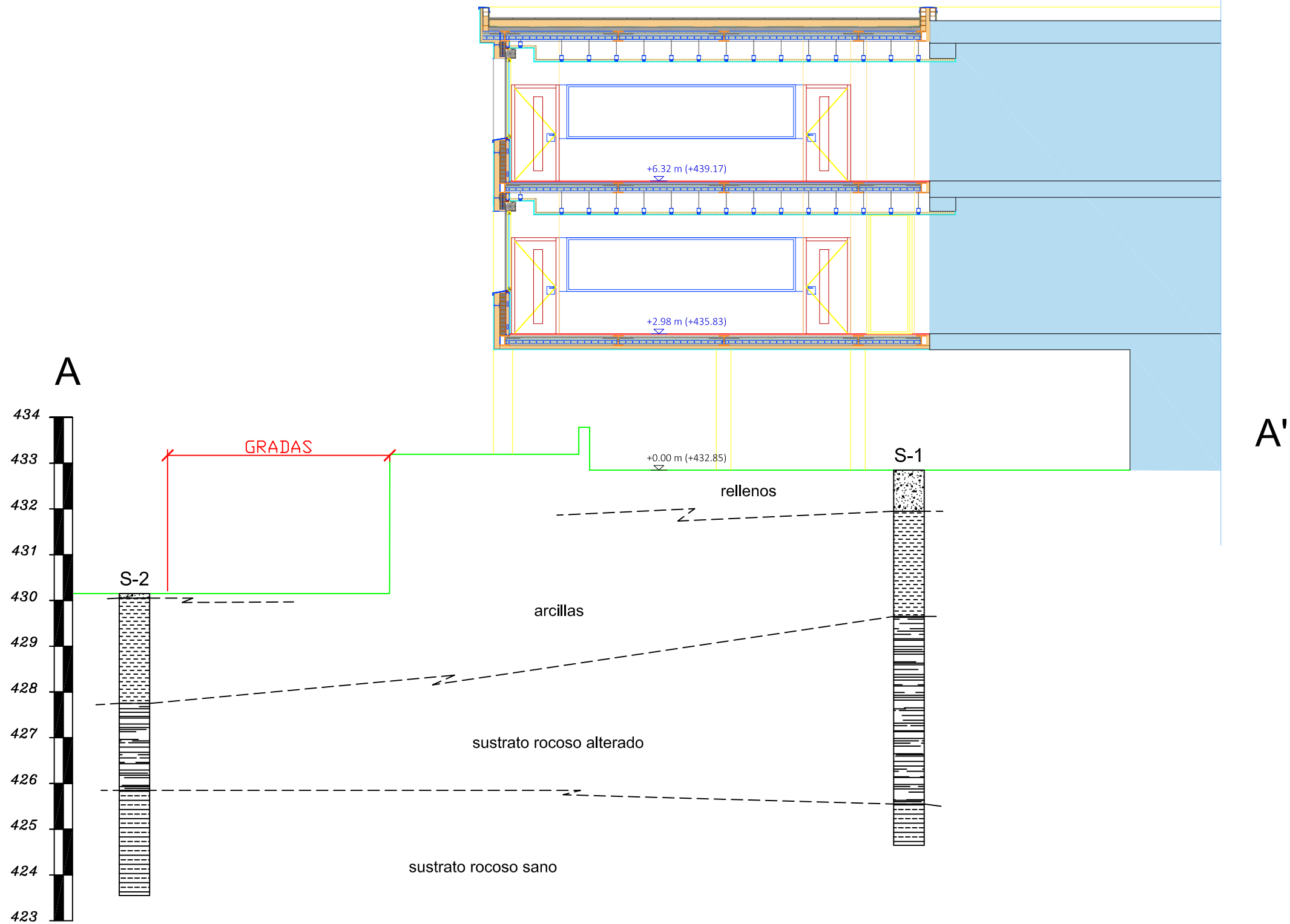
REF.: G19762

REF. INFORME: IRGE 2947 0725

Batería		Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.		Grado de meteorización					Prof. (m)	S.P.T.	PLT	C.S.	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
								20	40	60	80	V	IV	III	II	I	N15	Is (50) Mpa	kg/cm²						
BW 113			0.20	0.20		Hormigón.																			
			1	2.20		Arcillas marrones con cantos.																			
BW 86			2			Sustrato rocoso alterado, grado III, II, lutitas ocre y grisáceas.																			
			2.40																						
			3																						
			4	3.60																					
			5																						
			6																						
			6.90	0.90		Sustrato rocoso, lutitas marrón rojizas.																			
						FIN DE SONDEO																			
			8																						
			9																						
			10																						
			11																						

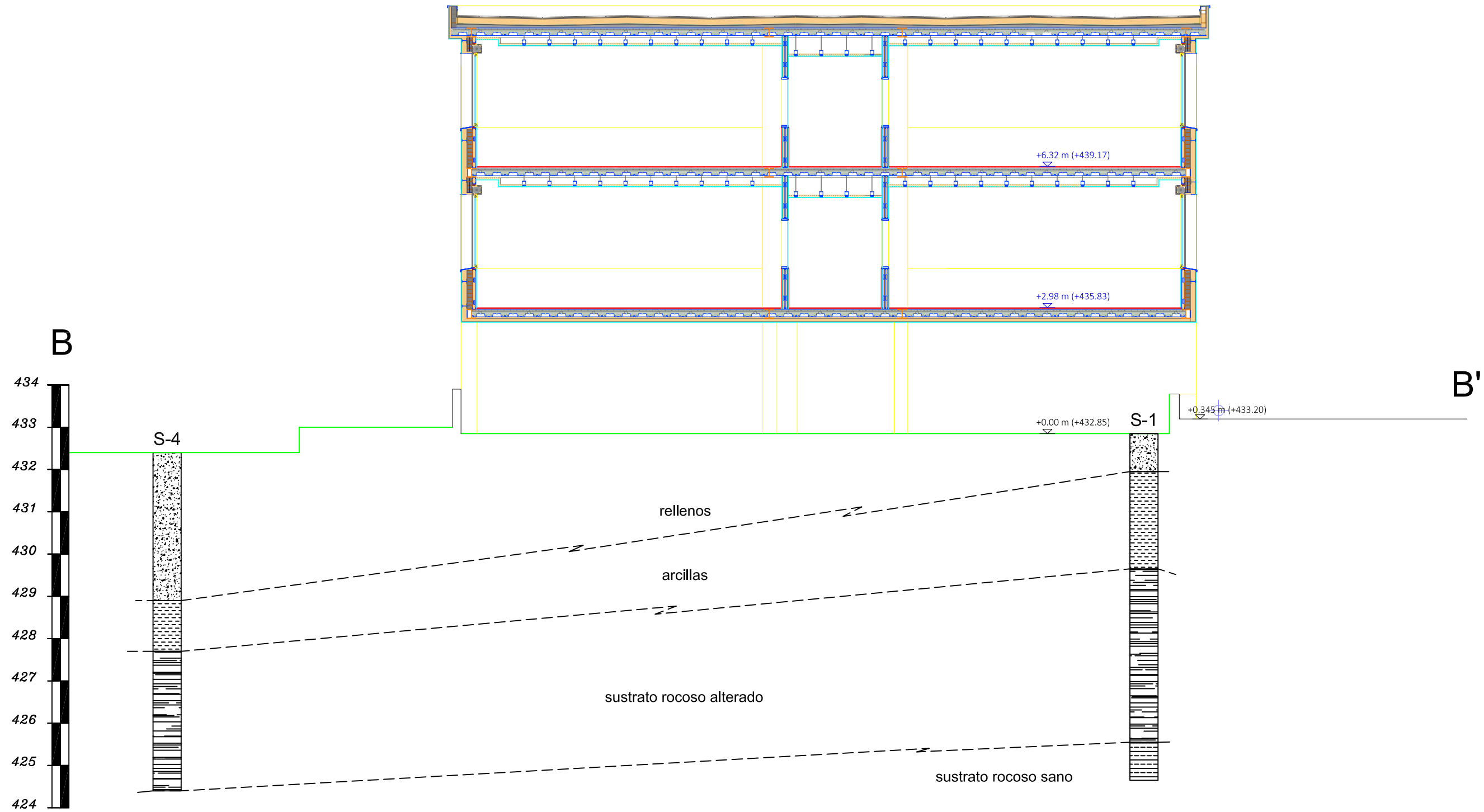
ANEXO 3

Perfiles de correlación



LEYENDA SONDEOS

Rellenos antrópicos	Arcillas	Sustrato rocoso alterado	Sustrato rocoso



LEYENDA SONDEOS

	Rellenos antrópicos		Arcillas		Sustrato rocoso alterado		Sustrato rocoso
--	---------------------	--	----------	--	--------------------------	--	-----------------

ANEXO 4

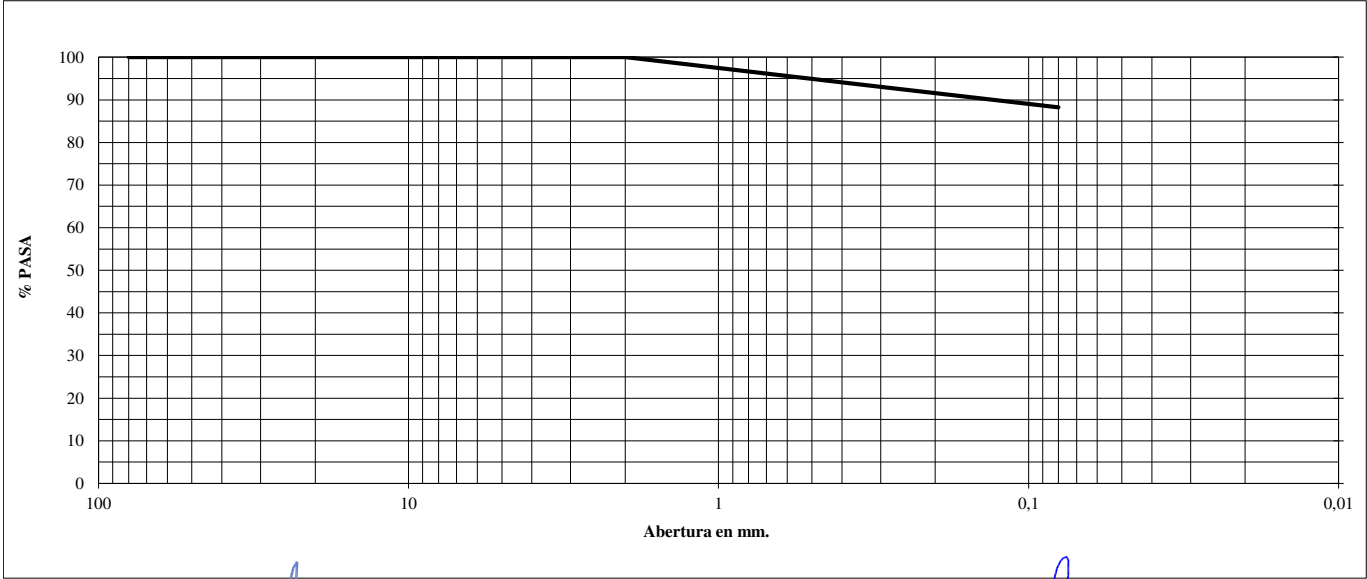
Boletín de los ensayos de laboratorio

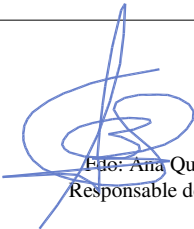
	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
			Norma UNE 103101/95	
			Acta n° AN81074	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21868.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 2 A 2,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

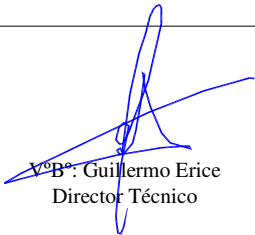
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	107,4
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	107,4
$D = (B + C)$	Muestra total seca	107,4
E	Frac. fina ensayada seca al aire	107,4
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	107,4
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			107,4	100
0,4	40	6,3	6,3	101,1	94
0,08	200	6,3	6,3	94,8	88




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



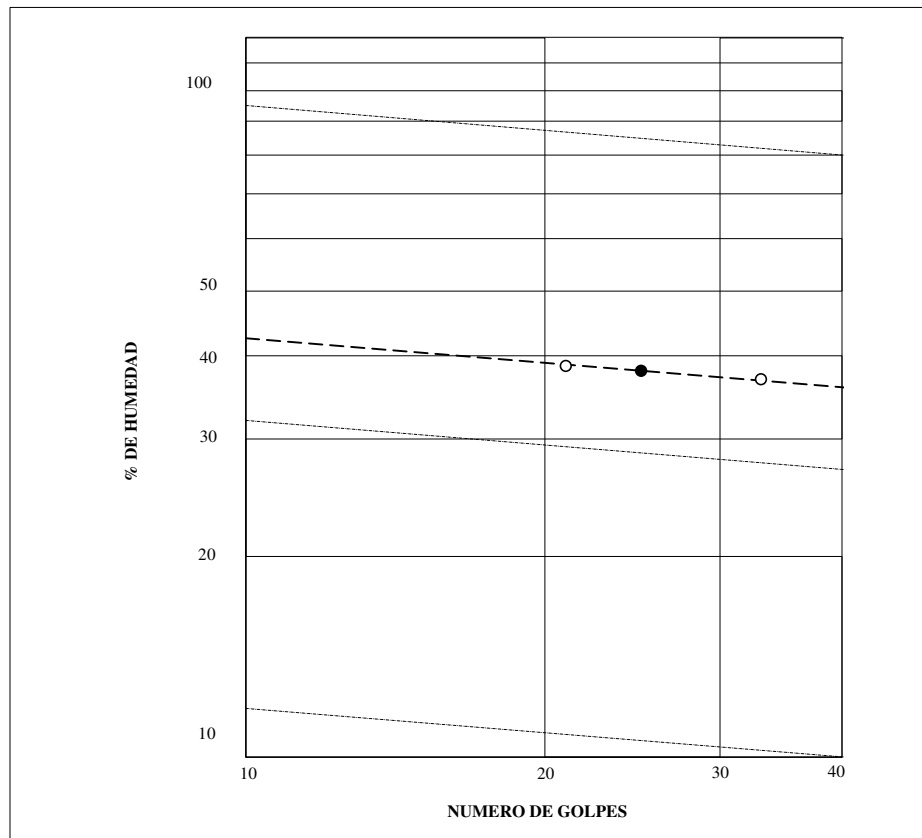

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma	UNE 103103/94 103104/93
	Acta n° AN81075	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21868.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 2 A 2,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

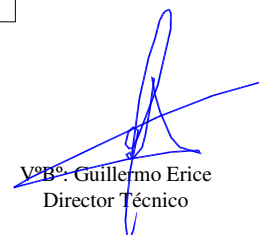
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	21	33	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,27	1,51
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,38	1,49	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	15,12	16,44
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	17,98	14,74	$t+s$	Tara + suelo	13,85	14,93
$t+s$	Tara + suelo	15,60	13,25	t	Tara	9,25	9,15
t	Tara	9,44	9,21	$s=(t+s)-t$	Suelo	4,60	5,78
$s=(t+s)-t$	Suelo	6,16	4,04	$w=100*(a/s)$	% Humedad	27,6	26,1
$w=100*(a/s)$	% Humedad	38,6	36,9				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	38,0
LIMITE PLASTICO =	26,9
INDICE PLASTICIDAD =	11,1


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo



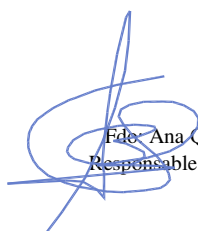

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

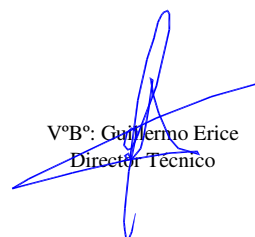
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN81076	<i>N° Copia</i> Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21868.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 2 A 2,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


 Fde: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

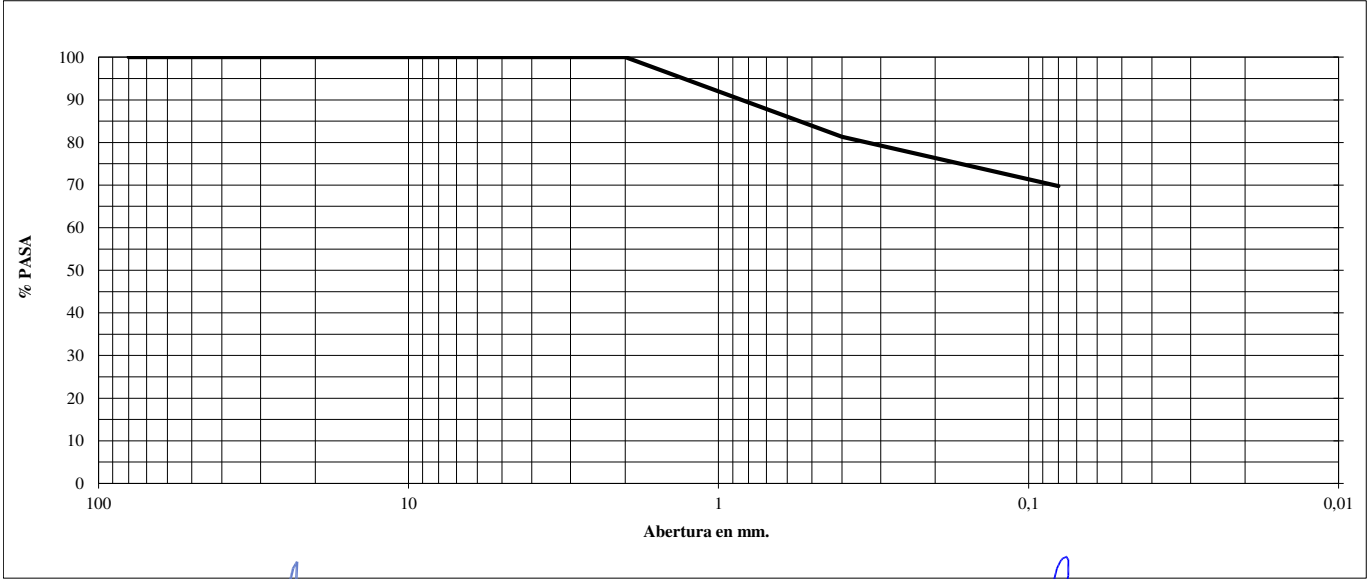
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
 Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
 Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

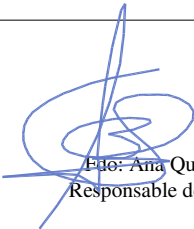
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN81077	Nº Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21869.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 4,5 A 5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

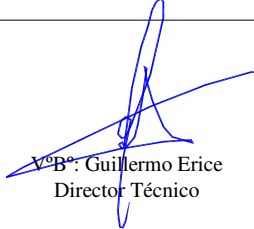
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	149,5
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	149,5
$D = (B + C)$	Muestra total seca	149,5
E	Frac. fina ensayada seca al aire	149,5
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	149,5
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			149,5	100
0,4	40	27,9	27,9	121,6	81
0,08	200	17,3	17,3	104,3	70




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



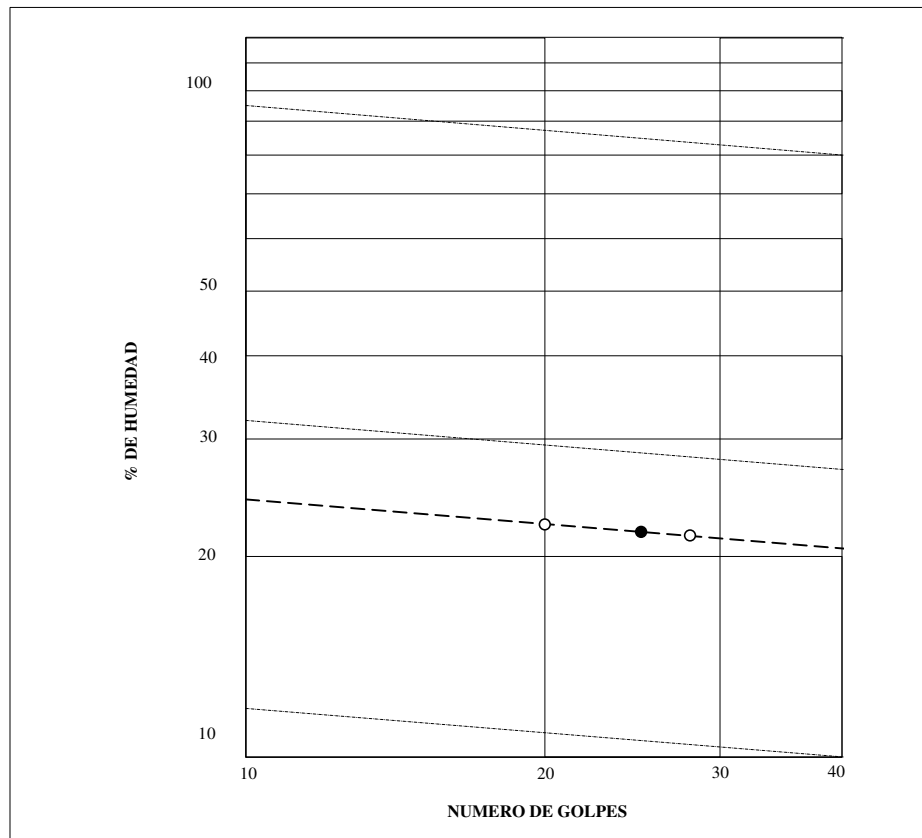

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma	UNE 103103/94 103104/93
	Acta n° AN81078	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21869.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 4,5 A 5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

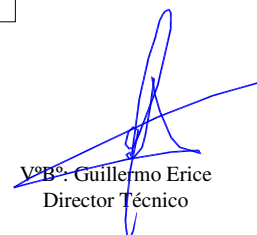
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	20	28	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,73	0,74
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,65	2,82	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	14,71	14,90
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	23,78	25,46	$t+s$	Tara + suelo	13,98	14,16
$t+s$	Tara + suelo	21,13	22,64	t	Tara	9,21	9,50
t	Tara	9,27	9,52	$s=(t+s)-t$	Suelo	4,77	4,66
$s=(t+s)-t$	Suelo	11,86	13,12	$w=100*(a/s)$	% Humedad	15,3	15,9
$w=100*(a/s)$	% Humedad	22,3	21,5				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	21,8
LIMITE PLASTICO =	15,6
INDICE PLASTICIDAD =	6,2


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo



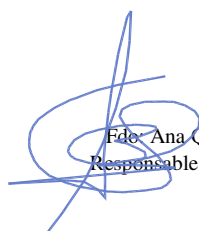

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN81079	<i>N° Copia</i> Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21869.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEOA	REF. CLIENTE	S1 DE 4,5 A 5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


 Fde: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

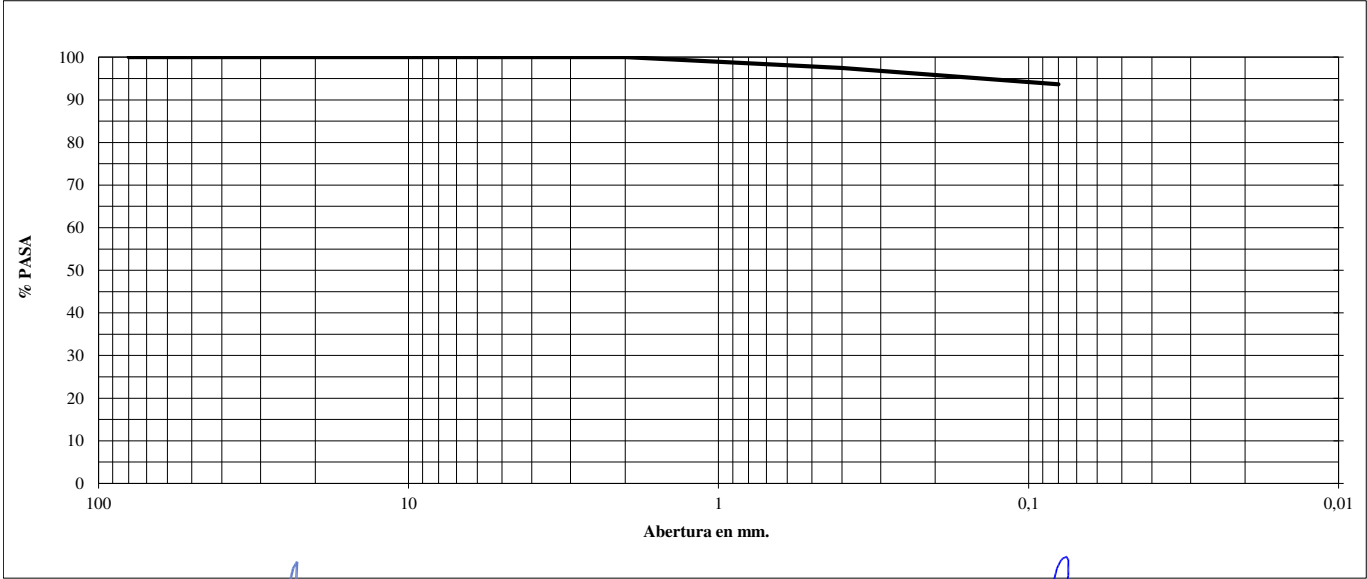
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
 Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
 Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

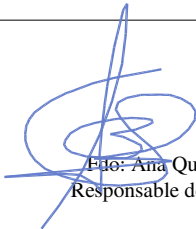
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN81080	Nº Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21870.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 1,8 A 2,1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

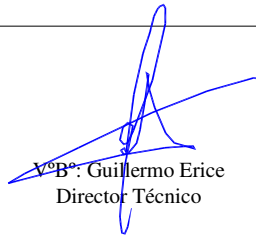
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	115,5
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	115,5
$D = (B + C)$	Muestra total seca	115,5
E	Frac. fina ensayada seca al aire	115,5
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	115,5
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			115,5	100
0,4	40	2,9	2,9	112,6	97
0,08	200	4,4	4,4	108,1	94




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



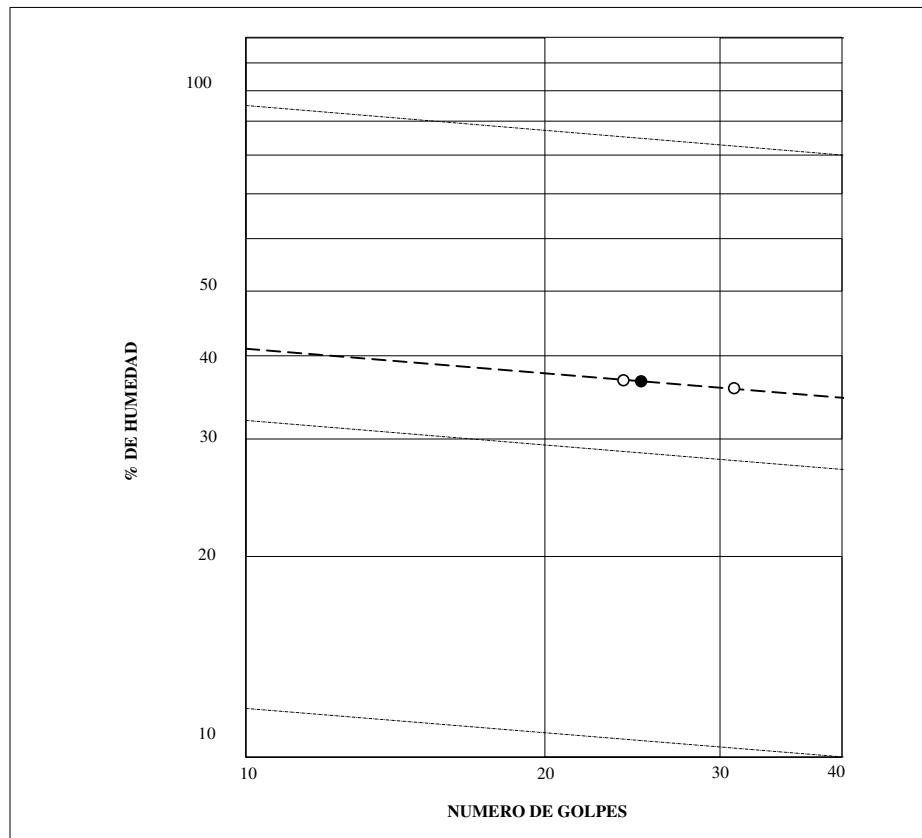

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma	UNE 103103/94 103104/93
	Acta n° AN81081	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21870.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 1,8 A 2,1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

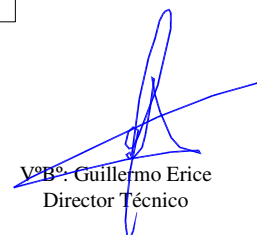
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	24	31	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,96	0,84
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	3,30	3,35	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	14,79	13,71
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	21,48	22,38	$t+s$	Tara + suelo	13,83	12,87
$t+s$	Tara + suelo	18,18	19,03	t	Tara	9,56	9,38
t	Tara	9,20	9,66	$s=(t+s)-t$	Suelo	4,27	3,49
$s=(t+s)-t$	Suelo	8,98	9,37	$w=100*(a/s)$	% Humedad	22,5	24,1
$w=100*(a/s)$	% Humedad	36,7	35,8				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	36,6
LIMITE PLASTICO =	23,3
INDICE PLASTICIDAD =	13,3


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo



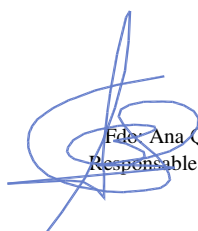

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO	
		Norma UNE 83963:08/ Erratum 11	
		Acta n° AN81082	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21870.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 1,8 A 2,1 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


Fde: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

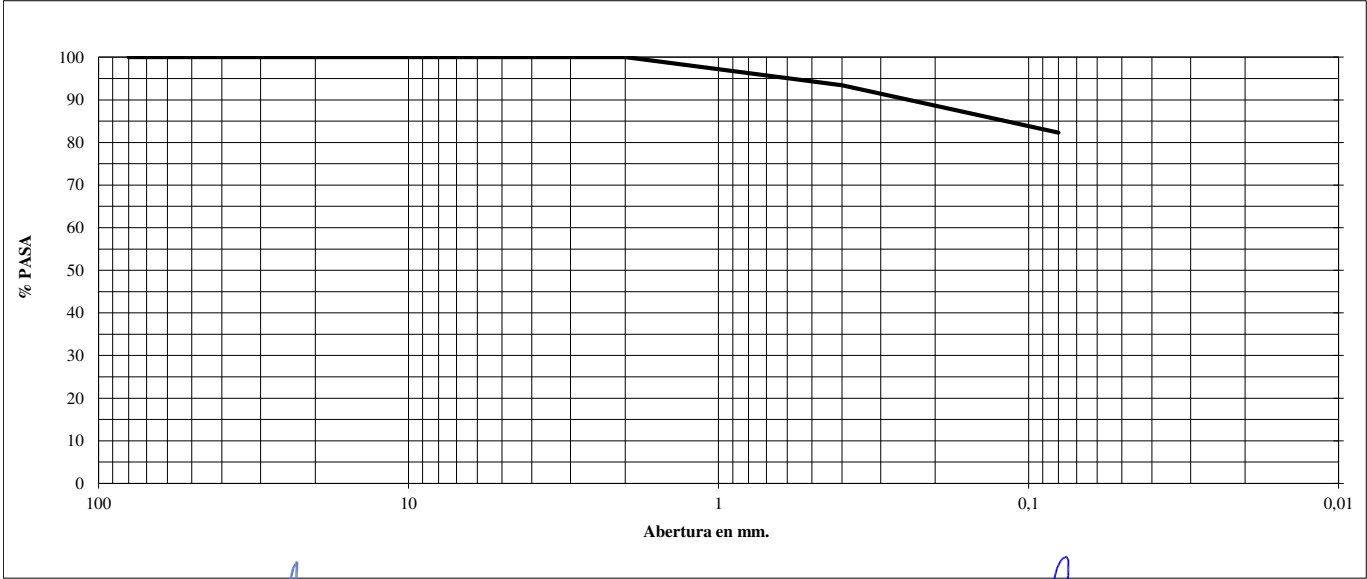
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

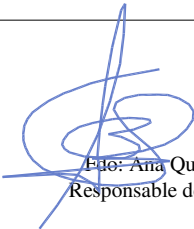
 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN81083	Nº Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21871.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 3 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

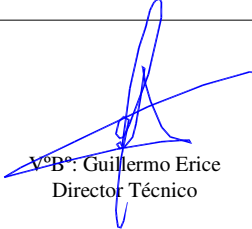
CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	174,4
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	174,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	174,3
E	Frac. fina ensayada seca al aire	174,4
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	174,3
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			174,3	100
0,4	40	11,5	11,5	162,8	93
0,08	200	19,3	19,3	143,5	82




Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



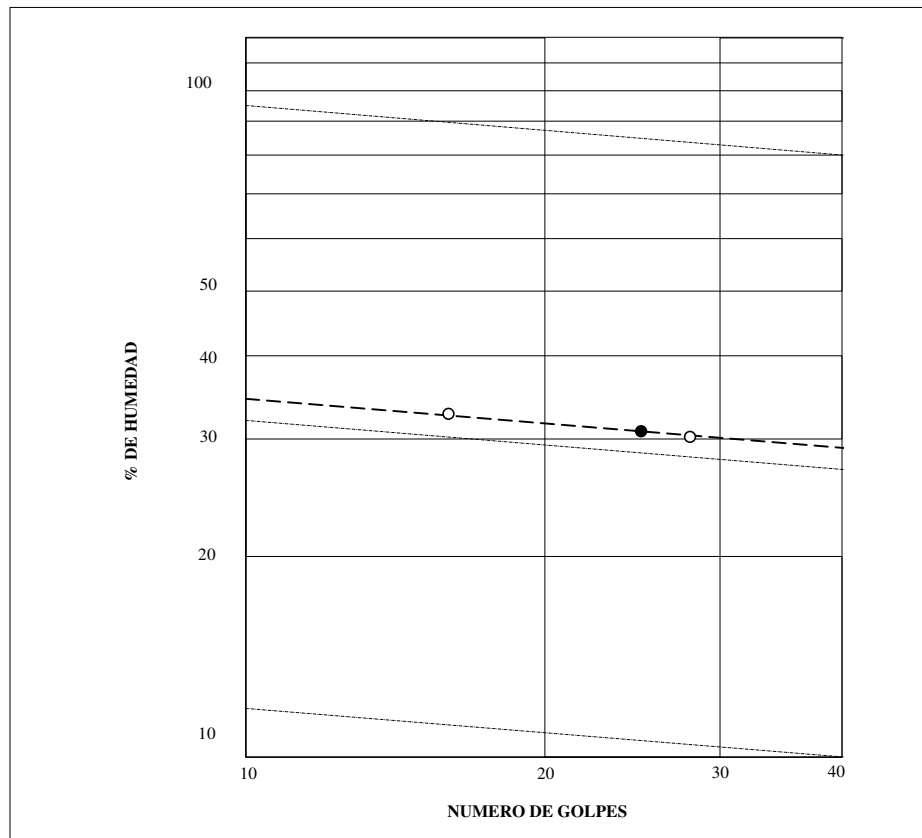

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	<i>Norma</i> UNE 103103/94 103104/93	
	<i>Acta n°</i> AN81084	<i>Nº Copia</i> Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra.... N21871.	Referencia Informe..... EN-583
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S3 DE 3 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA 8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA VIANA

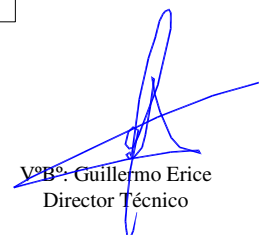
CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	16	28	-	Referencia tara	3	5
-	Referencia tara	4	13	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,61	1,65
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,73	0,71	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	16,69	17,17
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	12,59	12,42	$t+s$	Tara + suelo	15,08	15,52
$t+s$	Tara + suelo	11,86	11,71	t	Tara	9,35	9,33
t	Tara	9,63	9,36	$s=(t+s)-t$	Suelo	5,73	6,19
$s=(t+s)-t$	Suelo	2,23	2,35	$w=100*(a/s)$	% Humedad	28,1	26,7
$w=100*(a/s)$	% Humedad	32,7	30,2				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	30,8
LIMITE PLASTICO =	27,4
INDICE PLASTICIDAD =	3,4


Fdo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº. Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

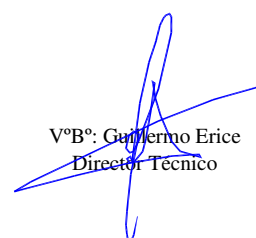
	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO	
		Norma UNE 83963:08/ Erratum 11	
		Acta n° AN81085	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA

Referencia Muestra....	N21871.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 3 A 3,5 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. DE NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


Fde: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

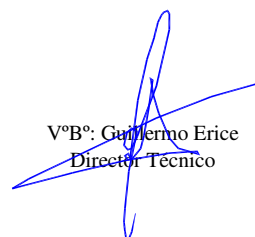
	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO	
		Norma UNE 83963:08/ Erratum 11	
		Acta n° AN81086	N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION GOB. NAVARRA

Referencia Muestra....	N21872.	Referencia Informe.....	EN-583
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S4 2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION GOB. NAVARRA
FECHA ENTRADA	8 DE AGOSTO DE 2025	DEN. OBRA	VIANA

RESULTADO ENSAYO	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
$\text{SO}_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0


Fde: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra

ANEXO 5

Plano de ubicación de los ensayos

