



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO EN LA PARCELA 139 POLÍGONO 8,
EN AMILLANO, ALLÍN (NAVARRA).**

CLIENTE: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

REF. INFORME: ES/GE136/1022

ESTELLA, DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

1	Introducción.....	2
2	Metodología	3
3	Características del terreno	4
3.1	Marco geológico, cartografía	4
3.2	Hidrogeología	5
3.3	Sismicidad	6
4	Trabajos de campo.....	8
4.1	Descripción de la calicata-sondeo	8
4.1.1	Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)	10
4.2	Descripción de los penetrómetros	10
5	Cálculo de tensiones.....	13
5.1.1	Resultado de los Ensayos de Penetración.....	13
6	Ensayos de laboratorio	16
6.1	Resumen de trabajos realizados	16
7	Características geotécnicas de los materiales	18
8	Soluciones de cimentación.....	20
8.1	Calculo de asentos	21
9	Excavabilidad y taludes	22
9.1	Excavabilidad	22
9.2	Estabilidad de taludes	22
10	Estimación del grado de permeabilidad de los horizontes	23
11	Protección frente a exposición al radón	25
12	Conclusiones	27

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Columna de calicata-sondeo.

ANEXO 3: Registro de ensayos de penetración dinámica DPSH.

ANEXO 4: Perfil de correlación.

ANEXO 5: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 6: Plano de ubicación de ensayo de campo.

ANEXO 7: Reportaje fotográfico.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA GEÓLOGOS**, a requerimiento de **MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA**, la prestación de servicios profesionales con relación a la parcela 139 del polígono 8, de Allín (Navarra), situada en Amillano, donde se proyecta la construcción de una estación de bombeo que constará de un edificio en planta baja con una superficie construida inferior a 300 m².

Los servicios recogidos en el presente informe, tratan de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las resistencias de éstos y proponer el tipo de cimentación más adecuada para el tipo de obra que se piensa realizar, la profundidad de la misma, sobre qué materiales debe estar apoyada y la carga a la que se podrán calcular las cimentaciones que se utilicen.

Los geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según consta en el Real Decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones del Geólogo. Los ensayos de laboratorio se han realizado en nuestro laboratorio, acreditado por el gobierno de Navarra, para la realización de los mismos. Las conclusiones de unos y otros ensayos, obtenidas por los Geólogos que firman el informe, han permitido la realización del mismo, que se encuentra avalado por la misma ley anteriormente comentada y por el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha 1 de diciembre de 2022.

2 METODOLOGÍA

Una vez 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 140; Estella, escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra//Mapa geológico de Navarra, hoja 140-III (Estella) escala 1:25.000.
3. Estudios previos realizados en la zona.

Datos de proyecto y estudios realizados

1. Superficie aproximada a estudiar <300 m².
2. Tipo de construcción C-0, Grupo de Terreno T-1.
3. Número de ensayos realizados en campo: una calicata-sondeo (anexo 2) y dos ensayos de penetración DPSH (anexo 3).
4. Caracterización de horizontes de cimentación en laboratorio (anexo 4).
5. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 5).

Contenidos en informe.

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico (apartado 4).
3. Estimación de cargas admisibles y asentos (apartado 5 y 8).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota de cimentación y tipología de cimentación (apartado 8).
7. Excavabilidad, estabilidad de taludes (apartado 9).
8. Estimación de la permeabilidad de los horizontes (apartado 10).
9. Protección frente a exposición al radón (apartado 11).

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

El área estudiada se sitúa, desde el punto de vista geológico, en una zona de transición, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, entre el Pirineo que se extiende hacia el NE, la Cuenca Cantábrica hacia el NW y la Depresión del Ebro hacia el S. En ella están representados materiales del Triásico y Jurásico en los diapiros y sus bordes, del Cretácico y Terciario marino en las Sierras de Urbasa, Andía e Iturgoien y finalmente del Terciario continental.

La evolución tectónica global de la zona debe enmarcarse en el contexto de la apertura del Golfo de Vizcaya en relación con las fases alpinas que estructuraron la cadena Pirenaica. Es de resaltar la importancia tectónica de los procesos diapíricos que afectan a los materiales plásticos de las facies Keuper.

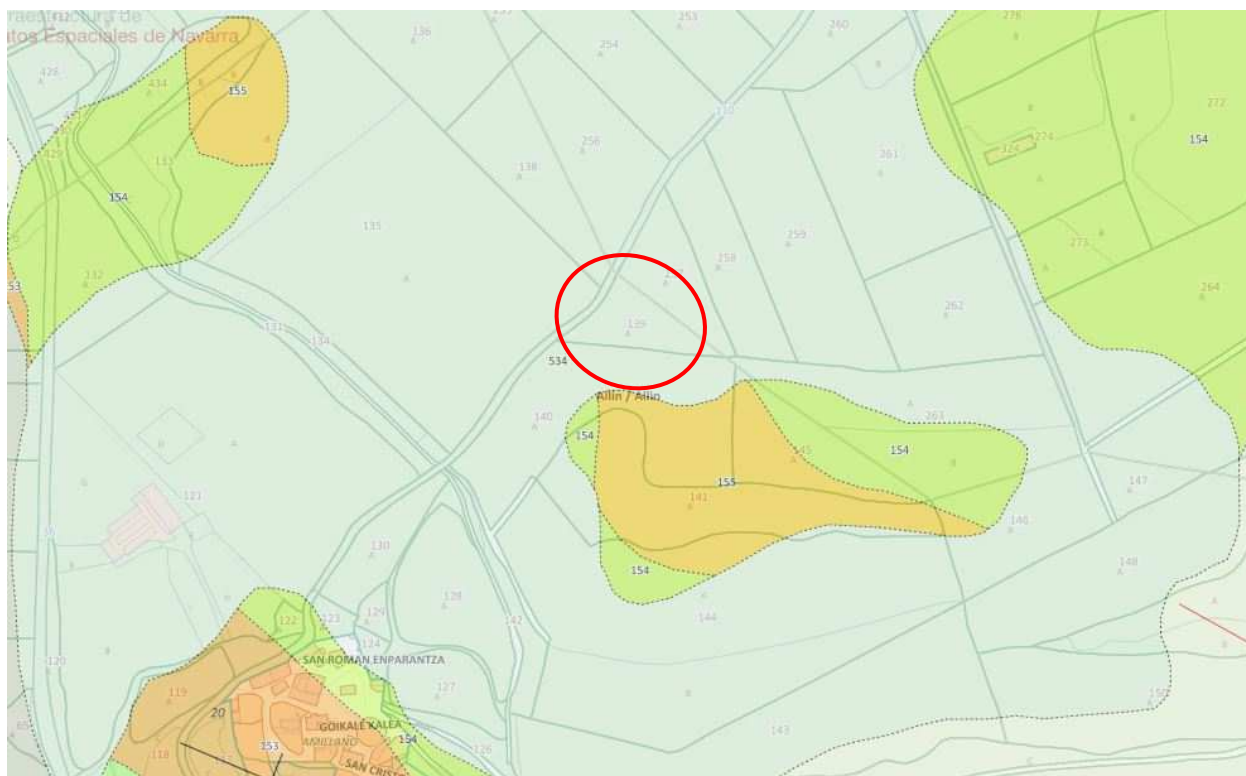
Estratigráficamente, según su edad y origen, los materiales existentes en esta zona se pueden dividir en cuatro grupos:

- Triásico y Jurásico, constituido por las Facies Keuper y los materiales carbonatados del Lías-Dogger, aflorantes por condicionantes tectónicos de tipo diapírico.
- Cretácico, Paleoceno y Eoceno, formados por materiales carbonatados y detríticos de carácter marino y que constituyen la mayor parte del sustrato de la zona.
- Oligoceno y Mioceno, constituido por materiales de origen continental.
- Cuaternario, representado por los fondos aluviales de los valles y por los recubrimientos relativamente extensos que enmascaran materiales más antiguos.

Las parcelas objeto de estudio se sitúan sobre materiales formados por margocalizas nodulosas en niveles de 5-20 cm separadas por finas capas margosas, de edad Cenomaniense medio (Cretácico). La potencia de esta unidad se estima de 25 a 40 metros

Estos materiales aparecen recubiertos por un espesor importante de depósitos coluviales de tipo glacis, constituidos por limos y arcillas de color marrón con cantos y niveles de gravas.

A continuación, podemos ver una imagen de la cartografía geológica de la zona en la que se emplaza la parcela (marcada en un círculo rojo), extraída del visor geológico del Gobierno de Navarra IDENA.



Con el color gris azulado en el que se encuentra la parcela, se representa la presencia de los depósitos coluviales (glacis) formados por arcillas y limos (534). Por debajo aparece el sustrato rocoso formado por las margocalizas cretácicas (color naranja, 155), las cuales afloran al sur de la parcela de proyecto.

En el anexo 1 del presente informe, se presenta el mapa geológico y leyenda de la zona de estudio.

3.2 HIDROGEOLOGÍA

El sustrato de la zona en la que se ubica la parcela objeto de proyecto, formado por margocalizas y margas del Cenomaniense (Cretácico superior), se consideran impermeables, con un coeficiente de permeabilidad (K_z) estimado en estado sano inferior a 10^{-7} cm/s. Estos materiales pueden ser más permeables en función de su grado de fracturación.

Durante la realización de las pruebas de campo no se ha observado la presencia del nivel freático, ni de aguas superficiales, siendo la profundidad máxima observada de 4,50 metros en la calicata-sondeo.

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 les 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. nº244 de 11 de octubre de 2002).

La zona de estudio, **Allín (Navarra)**, presenta 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 **$K_v=1$** , si bien, en la actualización del mapa de riesgo sísmico realizada a fecha de octubre de 2015, se incrementa el valor de la aceleración sísmica básica para esta zona, a **$a_b=0,07g$** .

Si la aceleración sísmica básica (a_b) es igual o mayor de $0,04g$ deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, 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 esta Norma 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, como es el caso que nos ocupa.

La **aceleración sísmica de cálculo** vendrá dada por la siguiente expresión:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

Siendo:

a_b Aceleración sísmica básica (para $a_b \geq 0,04g$)

ρ coeficiente adimensional de riesgo

S Coeficiente de ampliación del terreno

ac Aceleracion sismica de calculo

0.0431467

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

a_b Aceleración sismica basica

0.04

ρ coeficiente adimensional de riesgo

1

1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp.

S Coeficiente de ampliación del terreno

1.08

Para $\rho \times a_b < 0,1 g$

$$S = C/1,25$$

Para $0,1g < \rho \times a_b < 0,4 g$

$$S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b/g - 0,1) (1 - C/1,25)$$

Para $0,4g < \rho \times a_b$

$$S = 1,0$$

El coeficiente C depende del terreno

1.35

tipo I: roca compacta $C=1$

tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro $C=1,3$

tipo III: suelo granular de compacidad media o cohesivo de consistencia firme a muy firme $C=1,6$

tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando $C=2,0$

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la realización de una calicata-sondeo mecánico y dos ensayos de penetración dinámica DPSH.

También se ha recopilado información de estudios previos realizados por GEEA GEÓLOGOS en la zona, y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

La cata-sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo nos permite reconocer la naturaleza del terreno hasta la profundidad requerida, pudiendo recoger muestras inalteradas del material perforado a cualquier profundidad.

Las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta la cota de finalización del ensayo. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil por debajo de la cota de rechazo.

En el momento de ejecución de los trabajos, la superficie de la zona de proyecto se encuentra regular, con ligera pendiente hacia el oeste. En el momento de ejecución del presente estudio no se dispone de levantamiento topográfico, por lo que las cotas y profundidades a las que se alude en el mismo se referencian respecto a las cotas de emboquille de los distintos ensayos de campo.

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), el registro de la cata-sondeo (anexo 2), registro de los ensayos de penetración DPSH (anexo 3), perfil de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5), croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6) y reportaje fotográfico (anexo 7).

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA-SONDEO

La cata se llevó a cabo el día 28 de octubre de 2022, alcanzándose una profundidad de investigación de 4,50 metros. Para su realización se empleó una máquina de rotación, tipo

TP30-LR montada sobre Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 101 mm. Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras, fueron colocados en una caja plastificada que debidamente organizada, fueron examinadas por personal técnico especializado.

Para la descripción de los materiales extraídos en la cata se han 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 la alteración de la roca matriz y de las superficies de discontinuidad. Toda la roca matriz puede estar decolorada y puede ser apreciablemente más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material de la roca está descompuesto y/o desintegrado en forma de suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada en suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana o decolorada bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. La estructura original del macizo permanece 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.

La columna litológica reconocida en dicha cata está compuesta por los siguientes niveles litológicos:

Cata Cs1	Perfil litológico
0,00-0,50	Arenas arcillosas con algunos cantos. Tierra vegetal.
0,50-3,00	Limos arcillosos ocre claros y grises con algunos cantos milimétricos. Coluvial.
3,00-3,25	Nivel de gravas de cantos de tamaño variable en matriz limosa. Coluvial.
3,25-4,50	Arcillas limosas de color gris ocre con tonos amarillentos. Coluvial.

No se observó la presencia de nivel freático en la cata-sondeo.

En el anexo 2 del presente informe se adjunta la columna litológica y las fotografías de las cajas.

4.1.1 Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)

El ensayo de penetración estándar (S.P.T.), se realiza con objeto de 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 toma-muestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800.

Básicamente el ensayo viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo toma-muestras normalizado, mediante una maza de 63,5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

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.

Durante la ejecución de la cata-sondeo se han realizado dos ensayos de penetración estándar (S.P.T.), de cara a comprobar la compacidad de los materiales atravesados.

Los golpes obtenidos y la profundidad a la que se realizó el ensayo se especifican a continuación:

Profundidad	Valores SPT	(N ₃₀)	Nivel
1,50-2,10	6-7-8-10	15	NG I
3,00-3,60	12-8-7-8	15	NG I

Ambos ensayos registran valores de golpes muy similares, obteniéndose valores de N₃₀ iguales, de 15 en ambos casos. Esto indica que el material es muy homogéneo.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PENETRÓMETROS

Este tipo de ensayos consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La hincada en el terreno se consigue golpeando el conjunto con una maza en caída libre.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el N.º de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno (N₂₀).

El día 11 de octubre de 2022 se realizaron dos ensayos de penetración dinámica, cuyo registro se puede consultar en el anexo 3 y su ubicación dentro de la parcela puede consultarse en el anexo 6.

Realización del ensayo y maquinaria necesaria

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce es, normalmente, del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando por algún motivo, se precisa realizar una excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo, se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota concreta.

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas de 100 golpes de penetración cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (en cada una de ellas aisladamente).

Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente. El resultado de los ensayos se representa en gráficos donde en ordenadas, figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm, y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

Los ensayos se han realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-60 que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy
- S.P.T. Standard Penetration Test
- Mecanismo de golpeo automático

Los ensayos de penetración se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

Relación longitud/diámetro de la maza	$> o = 1$ y $< o = 2$
Masa de la Maza	63,5 kg
Altura de Caída	75,0 cm
Masa yunque	7,2 kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32,0 mm
Masa máxima varilla + niple	6,31 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Cilindro-cónica
Área de la puntaza	20,0 cm ²
Ángulo de la puntaza	90°
Cuento de golpes cada	N 20,0 cm

Rechazo: Con un mínimo de 100 golpes se hince un tramo de 5 cm o menos.

5 CÁLCULO DE TENSIONES

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados, para ello se calcula la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{\left((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}} \right) \right)}$$

siendo:

- M= peso de la maza (=63.5 Kg)
- H= altura de caída de la maza (=75 cm)
- P= peso de yunque + varillas (8 kg/m)
- A= área de la puntaza (20 cm²)
- 20/N₂₀= penetración por golpe, en cm

Mediante el coeficiente de Buisson, (que para el caso que nos ocupa se ha considerado un coeficiente de 0,5), se establece la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática.

Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYER-HOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo:

- Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm².
- R_e = resistencia estática.
- F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

5.1.1 Resultado de los Ensayos de Penetración

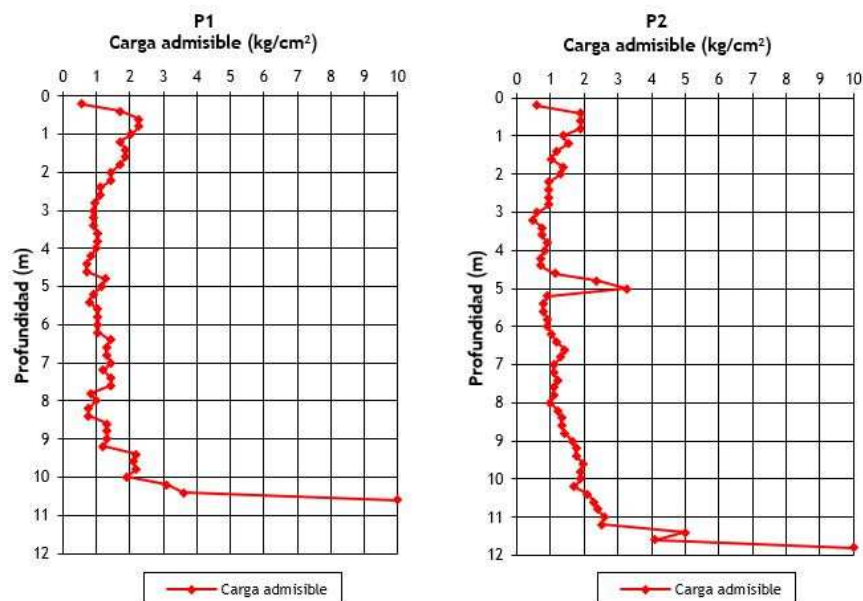
Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en la cata-sondeo.

El plano con la ubicación de los ensayos de penetración dinámica se encuentra en el anexo 6.

Los ensayos de penetración dinámica realizados presentan una gráfica envolvente con valores de golpeo variable de unos puntos a otros. En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados y en el anexo 3 se muestran las gráficas correspondientes a cada ensayo. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir de inicio del ensayo.

Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm ²)
P1	0,00-2,80	1,00
	2,80-5,40	0,75
	5,40-7,60	1,00
	7,60-8,40	0,75
	8,40-9,20	1,25
	9,20-10,00	2,00
	10,00-10,60	3,00
	10,60	Rechazo
P2	0,00-2,80	1,00
	2,80-3,40	0,50
	3,40-6,20	0,75
	6,20-8,60	1,00
	8,60-10,20	1,50
	10,20-11,20	2,25
	11,20-11,80	3,00
	11,80	Rechazo

La evolución de las cargas en profundidad se puede observar en las siguientes gráficas:



De acuerdo con estos perfiles de carga y las litologías observadas en la cata-sondeo, podemos interpretar los siguientes niveles litológicos:

- Suelo superficial areno arcilloso, de 0,50 metros observados en la cata.
- Limos arcillosos y arcillas limosas con niveles dispersos de gravas. Depósitos coluviales cuaternarios. Este nivel se observa en la cata-sondeo hasta su final sin haberse observado su base, la cual se interpreta mediante los ensayos de penetración a 9,20 metros en el P1 y a 10,20 metros en el P2. La carga admisible interpretada para este material es variable, entre 0,50 y 1,25 kg/cm².
- Perfil de meteorización del sustrato y roca sana en profundidad, formados por margocalizas y margas, no observado en la cata, pero interpretado a partir de 9,20 y 10,20 metros mediante el incremento de las cargas admisibles a valores superiores a 2,00 kg/cm². El alcance de los rechazos se interpreta como la aparición del techo del sustrato rocoso sano.

6 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 en la cata-sondeo realizada, se seleccionaron dos muestras representativas de los tipos de terreno reconocidos, para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. Las muestras ensayadas se recogieron a la profundidad de 1,00 y 3,60 metros. Sobre dichas muestras se realizaron ensayos de determinación de límites de Atterberg y contenido en sulfatos solubles. A la primera de ellas también se le hizo un ensayo de colapso de un suelo y una granulometría por tamizado.

El número y tipo de ensayos ejecutados, se han realizado según la siguiente normativa:

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	1
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	2
Contenido en sulfatos	UNE 83001/2000	2
Colapso de un suelo	NLT 254/99-UNE 103405/94	1

6.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anexo 5, adjunto al final de la presente memoria.

	Sc1	Sc1
Referencia muestra	N18230	N18231
Profundidad (m)	0,90-1,20	3,60-4,00
Pasante 0,4-0,08UNE (%)	99-90	--
Límite líquido	26,4	23,6
Límite plástico	17,3	15,7
Índice de plasticidad	9,1	7,9
Sulfatos (mg/kg)	0,00	0,00
Índice de colapso (%)	0,00	--
Clasificación	CL/A-4	CL/A-4
Suelo	Arcillas limosas	Arcillas limosas

El contenido en sulfatos de las muestras analizadas clasifica a los suelos como **no agresivos al hormigón**.

Las arcillas ensayadas se clasifican según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad), y según la AASHTO como A-4 (suelo limoso).

7 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

El objeto de toda caracterización geotécnica 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, empujes del terreno, etc.

Los niveles geotécnicos definidos en base a los horizontes litológicos interpretados en las pruebas de campo realizadas son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0.** Suelo superficial areno arcilloso con cantos dispersos. Tierra de labor. En la cata-sondeo se ha observado con un espesor de 0,50 metros.
- **Nivel geotécnico I.** Arcillas limosas ocre y grises con cantos milimétricos, con niveles esporádicos de gravas, interpretadas como un potente depósito coluvial. En la cata-sondeo se observa este material hasta su finalización sin haberse observado su base, la cual se interpreta mediante los ensayos de penetración a profundidades variables de entre 9,20 y 10,20 metros (P1 y P2 respectivamente). Las cargas admisibles registradas para este conjunto coluvial son variables entre 1,00 y 1,25 kg/cm², con algunos niveles en los que dichas cargas son puntualmente más bajas o altas. Según Casagrande se clasifican como CL (arcillas de baja plasticidad) y como A-4 (suelo limoso) según AASHTO. Se ha realizado un ensayo de colapso sobre una muestra de estas arcillas limosas, obteniéndose un valor de 0, por lo que no se consideran colapsables. Sobre este nivel se han llevado a cabo dos ensayos de penetración estándar SPT, obteniéndose valores de N₃₀ 15 en ambos casos, mientras que a partir de los ensayos de penetración dinámica se calculan valores medios de N₃₀ de 12 y 13. Los parámetros geotécnicos que se asocian a este nivel, considerando un valor de N₃₀ medio de 13 (obtenido a partir de los golpes de los penetrómetros SPT y DPSH a las cotas interpretadas para este nivel), son:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,70-1,90
Resistencia compresión simple q_u (kg/cm ²)	1,63
Cohesión no drenada c_u (kg/cm ²)	0,81
Ángulo de rozamiento no drenado (°)	0,00
Cohesión drenada c_d (kg/cm ²)	0,16
Ángulo de rozamiento drenado (°)	25,10
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	105,63
Carga admisible (kg/cm ²)	0,75
Módulo de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm ³)	3,40

Módulo de balasto K_{30} (kg/cm ³)	2,88
--	------

- **Nivel geotécnico II, margas y margocalizas** interpretadas como perfil de meteorización y sustrato rocoso cretácico. Material no observado en la cata-sondeo, pero que podría interpretarse mediante los ensayos de penetración a partir de 9,20-10,20 metros por el incremento de cargas admisibles que se registra a dichas profundidades, alcanzándose el rechazo a 10,60 y 11,80 metros, a las cuales se interpreta la aparición del sustrato rocoso poco alterado. Las cargas admisibles correlacionadas a este perfil de meteorización son variables entre 2,00 y 3,00 kg/cm². A partir de un valor medio de N_{30} de 31, se calculan los siguientes parámetros geotécnicos para este material en su tramo superior alterado:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,90-2,20
Resistencia comp. simple q_u (kg/cm ²)	3,88
Cohesión no drenada c_u (kg/cm ²)	1,94
Ángulo de rozamiento no drenado (°)	0,00
Cohesión drenada c_d (kg/cm ²)	0,39
Ángulo de rozamiento drenado (°)	26,28
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	251,88
Carga admisible (kg/cm ²)	2,00-3,00

8 SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

A continuación, se expone el desarrollo de las posibles soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones. La elección más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros factores 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.

En la zona de estudio se prevé la construcción de una estación de bombeo que constará de una edificación de aproximadamente 133 m² en planta baja.

La parcela presenta una topografía regular con ligera pendiente hacia el oeste.

De acuerdo con las pruebas de campo realizadas, el subsuelo de la parcela de proyecto se encuentra formado por un importante depósito coluvial cuaternario formado por arcillas limosas cuya base se interpreta entre 9,20 y 10,20 metros de profundidad, bajo el que se interpreta la aparición del sustrato rocoso de la zona, formado por margocalizas y margas cretácicas.

Teniendo en cuenta el modelo geotécnico interpretado, se considera como opción de cimentación más conveniente, la ejecución de una **cimentación superficial mediante losa armada apoyada en las arcillas limosas coluviales (nivel I), con una carga de trabajo no superior a 0,75 kg/cm²**. De cara al dimensionamiento de la losa, se deberán considerar los valores de coeficiente de balasto expuestos en el apartado 7 para el nivel de apoyo (NG I).

El apoyo de la cimentación 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 blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente mediante la realización de obras de drenaje que así lo garanticen durante el período de vida de la edificación construida.

El contenido en sulfatos en los análisis realizados clasifica a los suelos como **no agresivo al hormigón**.

8.1 CALCULO DE ASIENTOS

En este caso para estimar los asientos de la losa utilizamos el método elástico multicapa de Steinbrenner. Según este método, el asiento producido por una carga verticalmente uniforme aplicada a través de una cimentación rectangular, viene dado por la siguiente expresión:

$$S(z) = \frac{qB}{2E} (M\phi_1(A, B, z) - N\phi_2(A, B, z))$$

Siendo:

q = presión unitaria

B = Ancho de la cimentación

E = Modulo elástico

$M = 1 - \nu^2$

A = Lado mayor

$N = 1 - \nu - 2\nu^2$

$n = z/B$

$m = A/B$

ϕ_1 y ϕ_2 = funciones dependientes de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad estimada al sustrato rocoso indeformable, dadas por las expresiones:

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ Ln \frac{\sqrt{(1+n^2+m^2)}+n}{\sqrt{(1+n^2+m^2)}-n} + Ln \frac{\sqrt{(1+n^2+m^2)}+1}{\sqrt{(1+n^2+m^2)}-1} \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctg \frac{n}{\sqrt{m(1+n^2+m^2)}}$$

Para el cálculo del asiento se han diferenciado los siguientes niveles deformables, con los siguientes parámetros:

Nivel geotécnico	NG I	NG II
Módulo de elasticidad E	105,63	251,88
Coefficiente de poisson ν	0,3	0,25

De cara al cálculo, consideramos un perfil geotécnico más desfavorable, que correspondería al del penetrómetro P2. Como nivel no deformable consideramos el sustrato rocoso poco alterado, el cual se interpreta que aparece a 11,80 metros de profundidad (profundidad del rechazo del ensayo P2). Así, considerando una losa de dimensiones 10,6 x 12,6 metros, con una carga de trabajo de 0,75 kg/cm², obtenemos un valor de asiento de **S = 3,50 cm**. Dicho valor es inferior a dos pulgadas.

9 EXCAVABILIDAD Y TALUDES

9.1 EXCAVABILIDAD

La excavabilidad del terreno no resultará problemática en los niveles formados por suelo superficial, ni por las arcillas limosas coluviales (niveles 0 y I). Únicamente el sustrato rocoso sano, a partir de las cotas de rechazo de los penetrómetros, requerirían el uso de martillo, si bien, no es previsible que se alcancen.

9.2 ESTABILIDAD DE TALUDES

De acuerdo con la información del proyecto facilitada por el petionario, no se prevé excavación de sótano, por lo que el análisis de estabilidad de taludes de excavación no entra dentro del ámbito del presente estudio.

10 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)

Nivel geotécnico I. arcillas coluviales, perfil. K de 10⁻³ a 10⁻⁵ cm/s.

Nivel geotécnico II. Margas y margocalizas. K < 10⁻⁷ cm/s. Este valor se incrementará en función del grado de alteración y/o fracturación que presente la roca.

11 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), Allín (Navarra) se encuentra dentro de la zona I, por lo que se deberían tomar las medidas oportunas al respecto para dicha zona, en el caso de que se considere el nuevo edificio como un local habitable.

12 CONCLUSIONES

- Se solicita a **GEEA GEÓLOGOS**, a requerimiento de **MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA**, la prestación de servicios profesionales con relación a la parcela 139 del polígono 8, de Allín (Navarra), situada en Amillano, donde se proyecta la construcción de una estación de bombeo que constará de un edificio en planta baja con una superficie construida inferior a 300 m².
- El perfil litológico interpretado para el subsuelo de la parcela de estudio está formado por los siguientes niveles:
 - **Nivel geotécnico 0.** Suelo superficial areno arcilloso con cantos dispersos. Tierra de labor. En la cata-sondeo se ha observado con un espesor de 0,50 metros.
 - **Nivel geotécnico I.** Arcillas limosas ocre y grises con cantos milimétricos, con niveles esporádicos de gravas, interpretadas como un potente depósito coluvial. En la cata-sondeo se observa este material hasta su finalización sin haberse observado su base, la cual se interpreta mediante los ensayos de penetración a profundidades variables de entre 9,20 y 10,20 metros (P1 y P2 respectivamente).
 - **Nivel geotécnico II, margas y margocalizas** interpretadas como perfil de meteorización y sustrato rocoso cretácico. Material no observado en la cata-sondeo, pero que podría interpretarse mediante los ensayos de penetración a partir de 9,20-10,20 metros por el incremento de cargas admisibles que se registra a dichas profundidades, alcanzándose el rechazo a 10,60 y 11,80 metros, a las cuales se interpreta la aparición del sustrato rocoso poco alterado.
- Durante la fase de ejecución de los trabajos no se ha identificado el nivel freático, habiéndose profundizado en la cata-sondeo hasta 4,50 metros.
- Teniendo en cuenta el modelo geotécnico interpretado, se considera como opción de cimentación más conveniente, la ejecución de una **cimentación superficial mediante losa armada apoyada en las arcillas limosas coluviales (nivel I)**, con una carga de trabajo no superior a 0,75 kg/cm².
- Los asientos estimados se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para los tipos de cimentación considerados.
- El contenido en sulfatos de las muestras ensayadas, clasifica a los suelos como **no agresivos al hormigón**.

- La excavabilidad del terreno no resultará problemática en los niveles 0 y I, considerándose como no excavable el sustrato rocoso por debajo de las cotas de rechazo de los penetrómetros.
- De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (Apéndice B de la Sección HS6 del CTE), Allín (Navarra) se encuentra dentro de la zona I, por lo que se deberían tomar las medidas oportunas al respecto para dicha zona, en el caso de que se considere el nuevo edificio como un local habitable.
- Quedamos a disposición del peticionario para cualquier duda que pueda surgir en relación a lo expuesto en el presente informe.

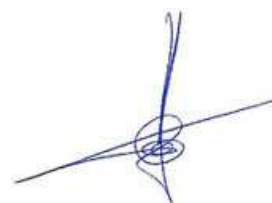
Estella, 1 de diciembre de 2022.



Fdo.: JAVIER ARNEDILLO RUIZ-AGUIRRE
GEÓLOGO Col. N.º 3.078



Fdo.: GUILLERMO ERICE LACABE
GEÓLOGO Col. N.º 2.577



Fdo.: EDUARDO ARANA RICO
GEÓLOGO Col. N.º 3.461



18206626X
GUILLERMO
RICARDO ERICE
(R: B31731250)

Firmado digitalmente por 18206626X
GUILLERMO RICARDO ERICE (R: B31731250)
Nombre de reconocimiento (DN):
2.5.4.13=Ref:AEAT/AEAT0398/PUESTO
1/37152/24082022091725,
serialNumber=IDCES-18206626X,
givenName=GUILLERMO RICARDO, sn=ERICE
LACABE, cn=18206626X GUILLERMO
RICARDO ERICE (R: B31731250),
2.5.4.97=VATES-B31731250, o=GEEA
GEOLOGOS SL, c=ES
Fecha: 2023.01.09 10:31:48 +01'00'

ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **COLUMNA DE CALICATA-SONDEO.**
- **REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH.**
- **PERFIL DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO.**
- **REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**

ANEXO N.º 1

MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Estella: P.I. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31200

Pamplona: P. Ind. Areta, C/Irumuga 45, 31620 Huarte

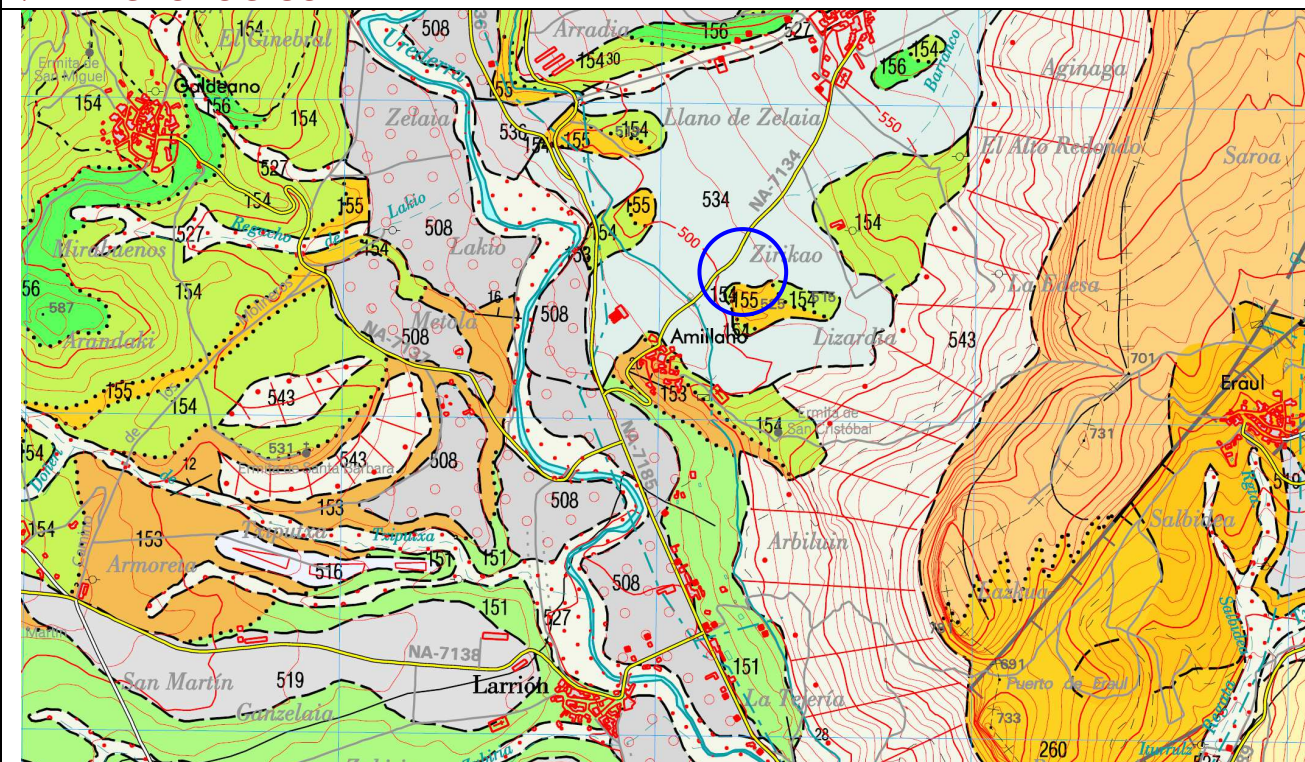
Logroño: C/Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006

Obra: Parcela 139 del polígono 8, en Amillano, Allín (Navarra).

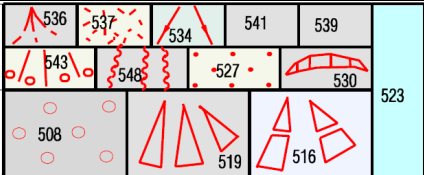
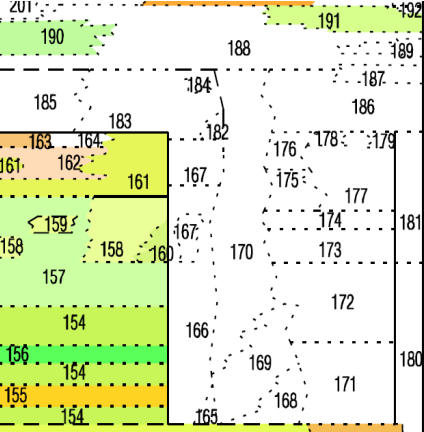
Ref. Informe: ES/GE136/1022

Hoja: Gob. De Navarra 1:25.000 Estella (Hoja 140-III)

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO							523	548.-Gantos en escasa matriz. Canchales 543.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Coluviones 541.-Fangos y arcillas. Fondos endorreicos y semiendorreicos 539.-Arcillas y limos. Rellenos poligénicos 537.-Cantos en matriz de fangos. Depósito aluvial-columial 536.-Cantos, limos y arcillas. Conos de deyección 534.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis actual, subactual 530.-Fangos y gravas. Meandros abandonados 527.-Gravas, arenas y arcillas. Fondos de valle 523.-Arcilla de descalcificación. Fondos de dolina 519.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis 516.-Cantos en matriz limo-arcillosa. Glacis degradado 508.-Gravas, arenas y arcillas. Terrazas
	PLEISTOCENO								
	PLIOCENO		413						
	superior	Turoliense	410 412 411						
	Vallesiense	410 411 410 410							
CRETÁCICO	SUPERIOR	Maastrichtiense						157.- Calcarenitas bioclásticas 156.- Margocalizas y margas 155.-Margocalizas nodulosas y margas 154.- Margas y margocalizas 153.-Calcarenitas arenosas y margas limosas 152.-Arenicas calcáreas y margas arenosas 142.-Areniscas finas centimétricas 151.-Arcillas y margas arcillosas con nódulos ferruginosos 149.-Caliza coralina arenosa 147.- Limolitas con nódulos ferruginosos 148.- Areniscas y areniscas bioturbadas 113.-Dolomías, calizas dolomíticas y calizas 111.-Dolomías negras laminadas 109.-Arcillas abigarradas, yesos y sales	
		Campaniense							
		Santonense							
		Coniaciense							
		Turonense							
		Cenomaniense							
	INF.	Vraconiense	145 146 145 146 152 153					1.- Rocas subvolcánicas. Ofitas	
		Albiense	144 143 142 140 151 149 150 147 148 147 147 148						

ANEXO N.º 2

COLUMNA DE CALICATA-SONDEO

ANEXO N.º 3

REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

www.geea.es

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Estación de bombeo en Amillano, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

Ref. Inf.: ES/GE136/1022

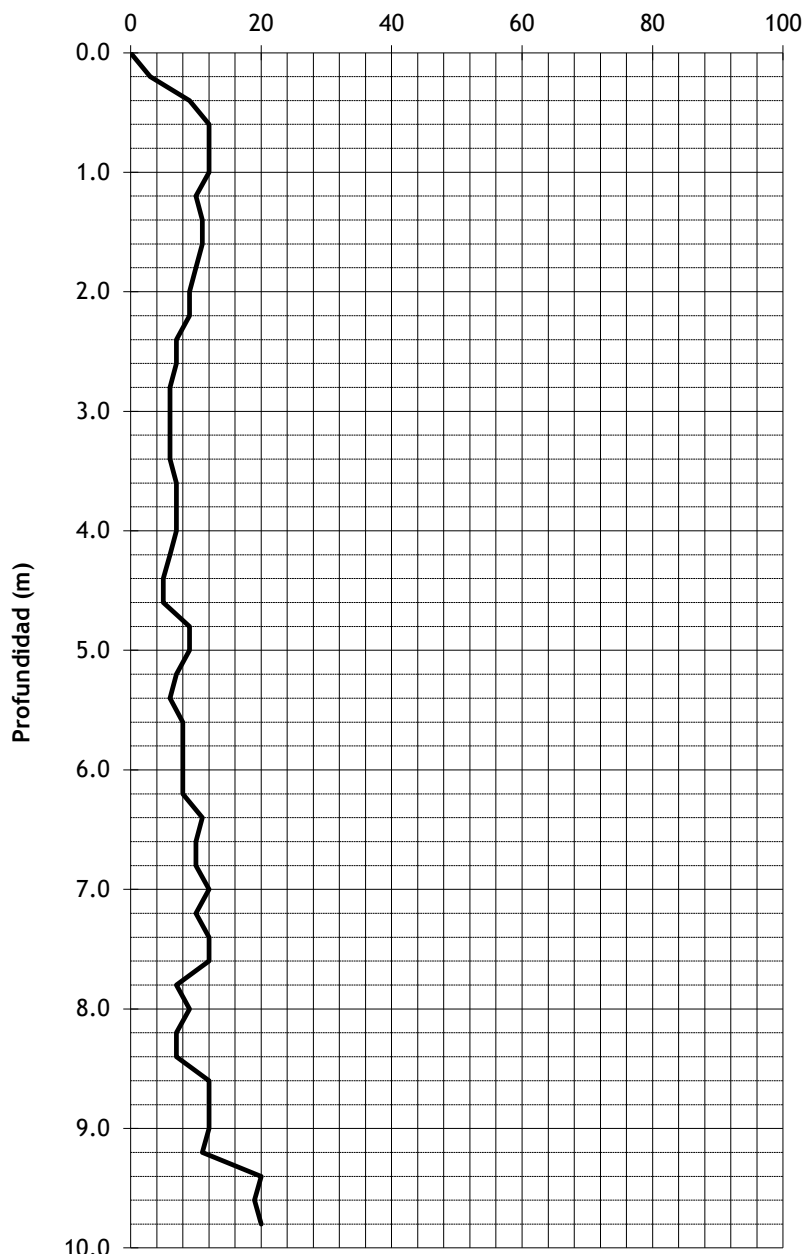
Penetración N°: 1 (1 de 2)

Referencia: G15635

Fecha: 11 de octubre de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	3
0.20-0.40	9
0.40-0.60	12
0.60-0.80	12
0.80-1.00	12
1.00-1.20	10
1.20-1.40	11
1.40-1.60	11
1.60-1.80	10
1.80-2.00	9
2.00-2.20	9
2.20-2.40	7
2.40-2.60	7
2.60-2.80	6
2.80-3.00	6
3.00-3.20	6
3.20-3.40	6
3.40-3.60	7
3.60-3.80	7
3.80-4.00	7
4.00-4.20	6
4.20-4.40	5
4.40-4.60	5
4.60-4.80	9
4.80-5.00	9
5.00-5.20	7
5.20-5.40	6
5.40-5.60	8
5.60-5.80	8
5.80-6.00	8
6.00-6.20	8
6.20-6.40	11
6.40-6.60	10
6.60-6.80	10
6.80-7.00	12
7.00-7.20	10
7.20-7.40	12
7.40-7.60	12
7.60-7.80	7
7.80-8.00	9
8.00-8.20	7
8.20-8.40	7
8.40-8.60	12
8.60-8.80	12
8.80-9.00	12
9.00-9.20	11
9.20-9.40	20
9.40-9.60	19
9.60-9.80	20
9.80-10.00	19

Golpeos





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Estación de bombeo en Amillano, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

Ref. Inf.: ES/GE136/1022

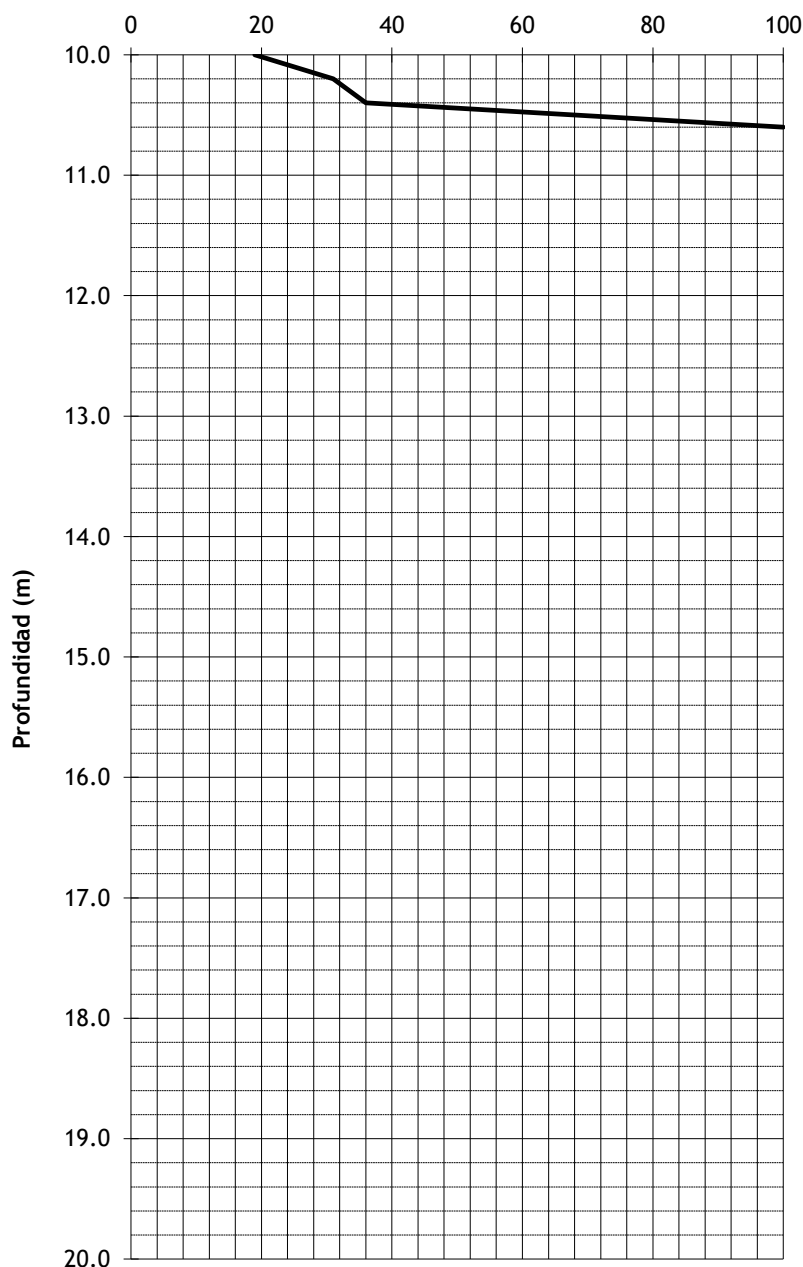
Penetración N°: 1 (2 de 2)

Referencia: G15635

Fecha: 11 de octubre de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
10.00-10.20	31
10.20-10.40	36
10.40-10.60	RECHAZO
10.60-10.80	
10.80-11.00	
11.00-11.20	
11.20-11.40	
11.40-11.60	
11.60-11.80	
11.80-12.00	
12.00-12.20	
12.20-12.40	
12.40-12.60	
12.60-12.80	
12.80-13.00	
13.00-13.20	
13.20-13.40	
13.40-13.60	
13.60-13.80	
13.80-14.00	
14.00-14.20	
14.20-14.40	
14.40-14.60	
14.60-14.80	
14.80-15.00	
15.00-15.20	
15.20-15.40	
15.40-15.60	
15.60-15.80	
15.80-16.00	
16.00-16.20	
16.20-16.40	
16.40-16.60	
16.60-16.80	
16.80-17.00	
17.00-17.20	
17.20-17.40	
17.40-17.60	
17.60-17.80	
17.80-18.00	
18.00-18.20	
18.20-18.40	
18.40-18.60	
18.60-18.80	
18.80-19.00	
19.00-19.20	
19.20-19.40	
19.40-19.60	
19.60-19.80	
19.80-20.00	

Golpeos





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Estación de bombeo en Amillano, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

Ref. Inf.: ES/GE136/1022

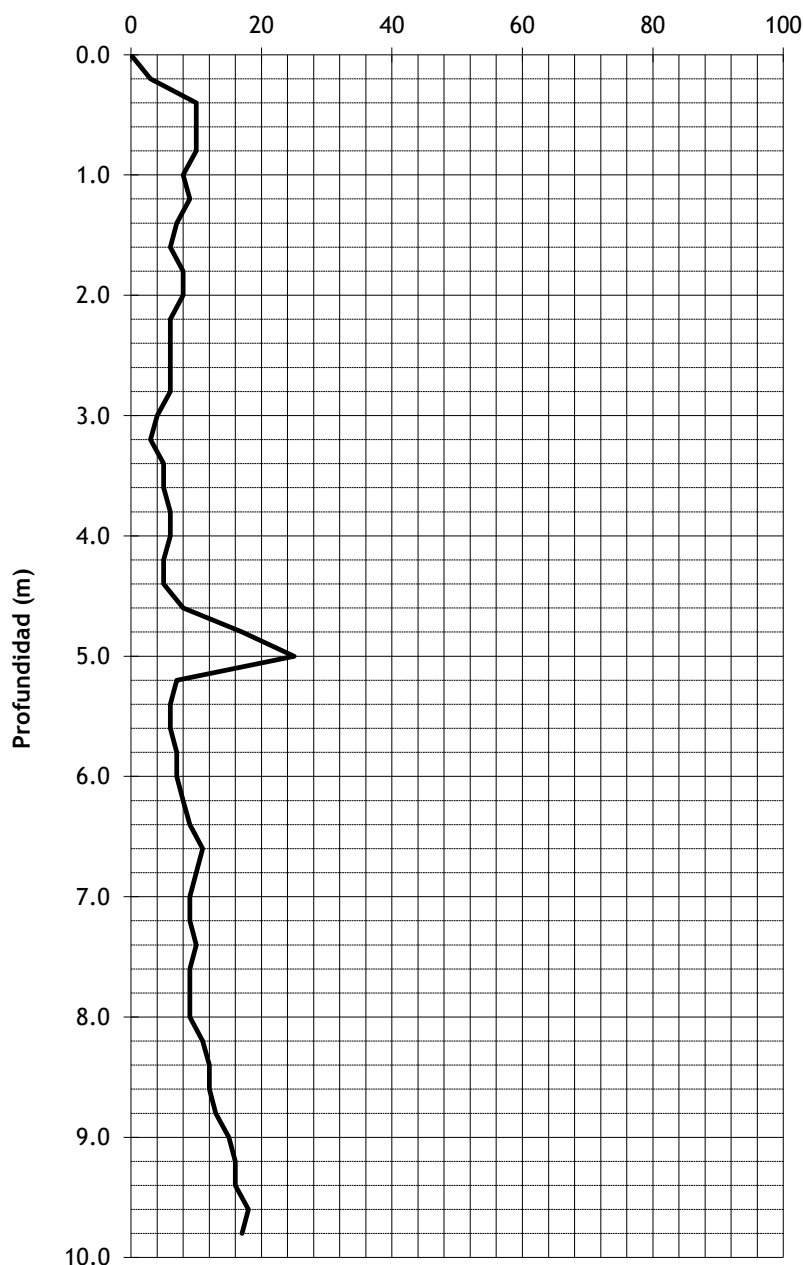
Penetración N°: 2 (1 de 2)

Referencia: G15635

Fecha: 11 de octubre de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	3
0.20-0.40	10
0.40-0.60	10
0.60-0.80	10
0.80-1.00	8
1.00-1.20	9
1.20-1.40	7
1.40-1.60	6
1.60-1.80	8
1.80-2.00	8
2.00-2.20	6
2.20-2.40	6
2.40-2.60	6
2.60-2.80	6
2.80-3.00	4
3.00-3.20	3
3.20-3.40	5
3.40-3.60	5
3.60-3.80	6
3.80-4.00	6
4.00-4.20	5
4.20-4.40	5
4.40-4.60	8
4.60-4.80	17
4.80-5.00	25
5.00-5.20	7
5.20-5.40	6
5.40-5.60	6
5.60-5.80	7
5.80-6.00	7
6.00-6.20	8
6.20-6.40	9
6.40-6.60	11
6.60-6.80	10
6.80-7.00	9
7.00-7.20	9
7.20-7.40	10
7.40-7.60	9
7.60-7.80	9
7.80-8.00	9
8.00-8.20	11
8.20-8.40	12
8.40-8.60	12
8.60-8.80	13
8.80-9.00	15
9.00-9.20	16
9.20-9.40	16
9.40-9.60	18
9.60-9.80	17
9.80-10.00	19

Golpeos





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Pol. Miguel de Eguía, C/Zaraputz 2, 31.200 Estella

T: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 45, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Estación de bombeo en Amillano, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

Ref. Inf.: ES/GE136/1022

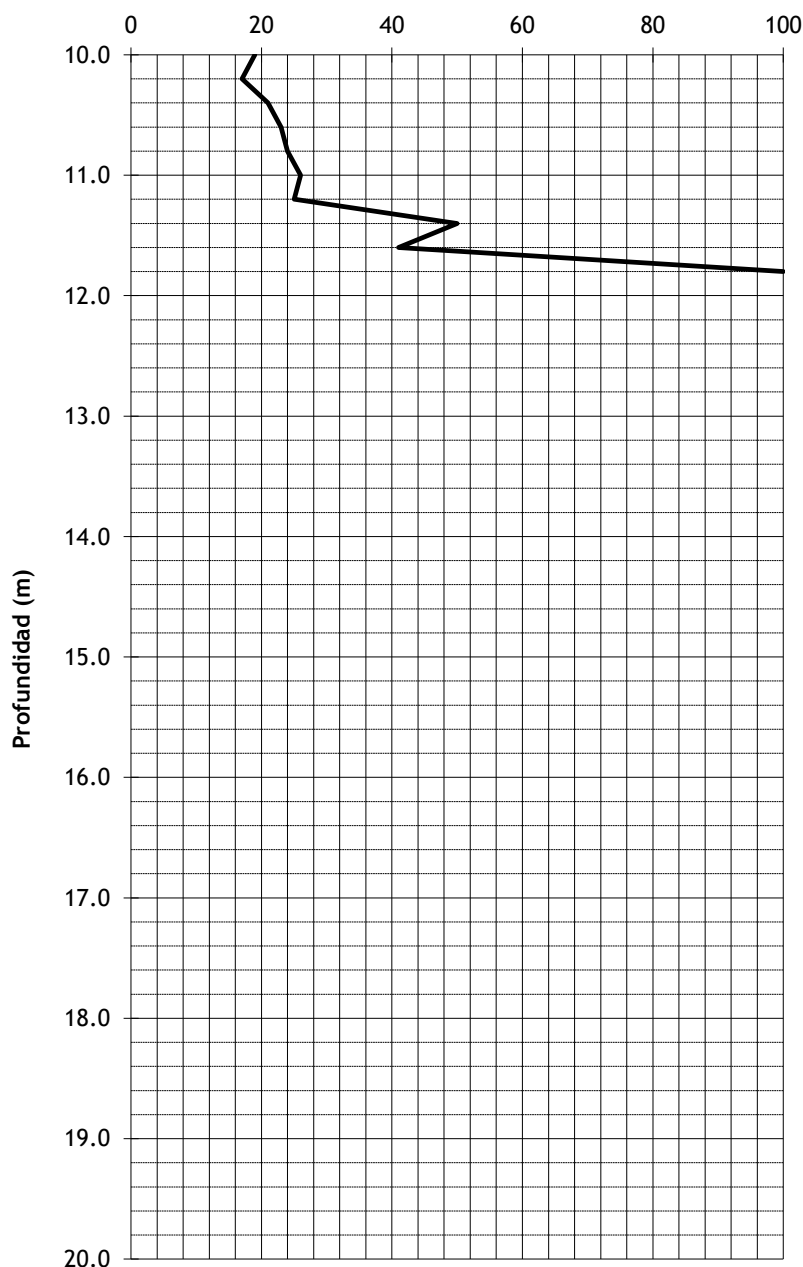
Penetración N°: 2 (2 de 2)

Referencia: G15635

Fecha: 11 de octubre de 2022

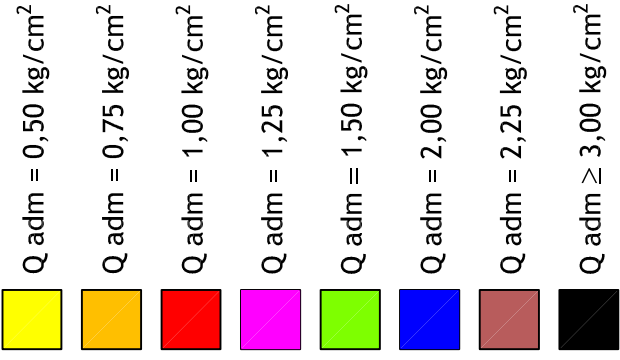
Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
10.00-10.20	17
10.20-10.40	21
10.40-10.60	23
10.60-10.80	24
10.80-11.00	26
11.00-11.20	25
11.20-11.40	50
11.40-11.60	41
11.60-11.80	RECHAZO
11.80-12.00	
12.00-12.20	
12.20-12.40	
12.40-12.60	
12.60-12.80	
12.80-13.00	
13.00-13.20	
13.20-13.40	
13.40-13.60	
13.60-13.80	
13.80-14.00	
14.00-14.20	
14.20-14.40	
14.40-14.60	
14.60-14.80	
14.80-15.00	
15.00-15.20	
15.20-15.40	
15.40-15.60	
15.60-15.80	
15.80-16.00	
16.00-16.20	
16.20-16.40	
16.40-16.60	
16.60-16.80	
16.80-17.00	
17.00-17.20	
17.20-17.40	
17.40-17.60	
17.60-17.80	
17.80-18.00	
18.00-18.20	
18.20-18.40	
18.40-18.60	
18.60-18.80	
18.80-19.00	
19.00-19.20	
19.20-19.40	
19.40-19.60	
19.60-19.80	
19.80-20.00	

Golpeos



ANEXO N.º 4

PERFIL DE CORRELACIÓN



NG 0: Tierra vegetal
NG I: Depósitos coluviales. Cuaternario
NG II: Sustrato rocoso. Cretácico

Tierra vegetal

Gravas

Cs-137: Calicata-sondeo

Ensayo SPT

P.: Ensayo DPSH

 Arcillas limosas

P.:Ensayo DPSH

No se dispone de levantamiento topográfico. Desnivel del perfil estimado.



PERFIL DE CORRELACIÓN A-A'

ANEXO N.º 5

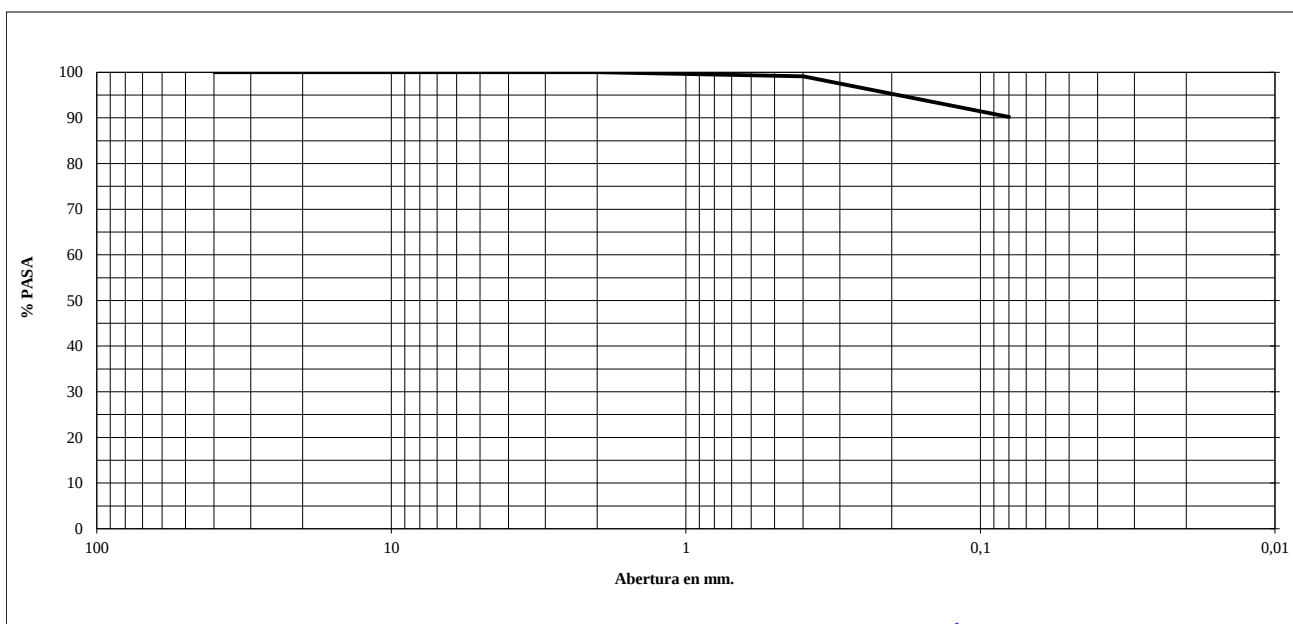
BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

 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 nº AN062858	Nº Copia Copia 1. MANOMUNIDAD

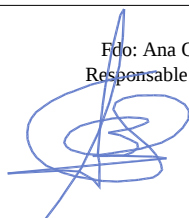
Referencia Muestra....	N18230	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	CS1 DE '0,9 A 1,2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	MANOMUNIDAD
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA	AMILLANO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	158,5
B	Grosos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	158,5
$D = (B + C)$	Muestra total seca	158,5
E	Frac. fina ensayada seca al aire	158,4
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	158,4
C/F		1,0

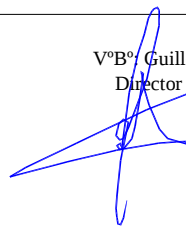
CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		gs. en parte fina ensayada	gs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	
63	2,5			0,0	
50	2			0,0	
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			158,5	100
0,4	40	1,4	1,4	157,1	99
0,08	200	14,2	14,2	142,9	90



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº Guillermo Erice
Director Técnico



Estella

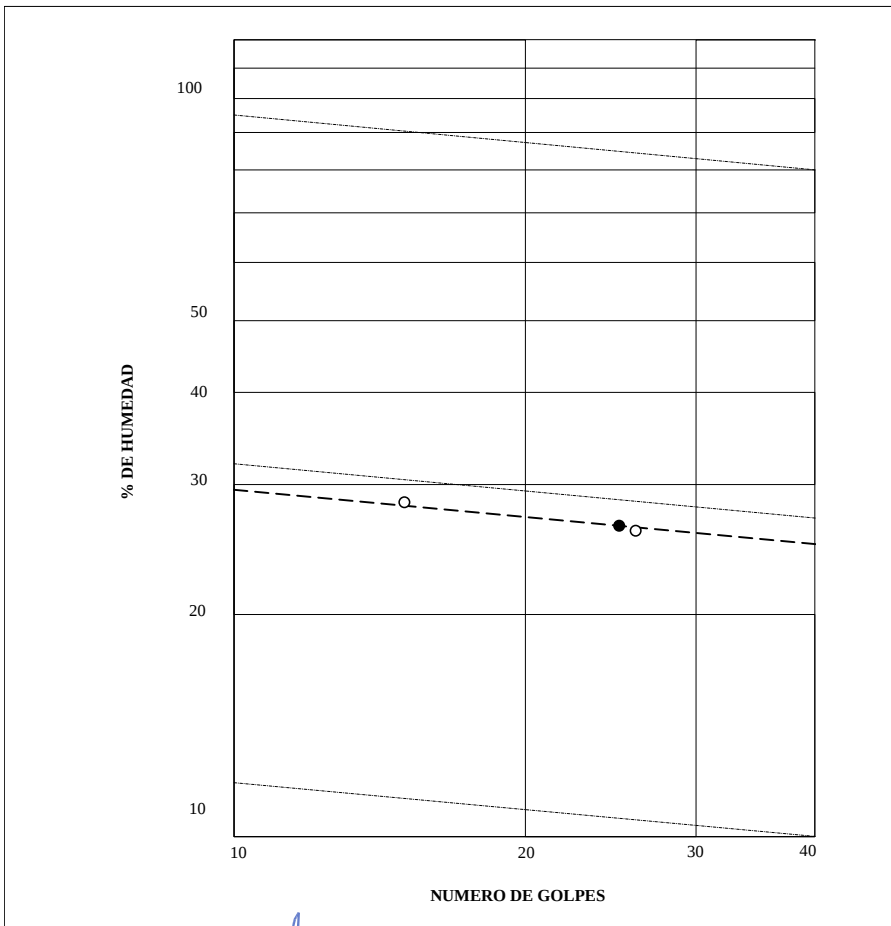
18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 1 DE 4

 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° AN062859	N° Copia Copia 1. MANOMUNIDAD

Referencia Muestra.... N18230	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE CS1 DE '0,9 A 1,2 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO MANOMUNIDAD
FECHA ENTRADA 2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA AMILLANO

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	15	26	-	Referencia tara	L20	L3
-	Referencia tara	L4	L2	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,61	0,54
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,69	2,90	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,48	12,94
t+s+a	Tara + suelo + agua	21,44	23,29	t+s	Tara + suelo	12,87	12,40
t+s	Tara + suelo	18,75	20,39	t	Tara	9,30	9,31
t	Tara	9,27	9,22	s=(t+s)-t	Suelo	3,57	3,09
s=(t+s)-t	Suelo	9,48	11,17	w=100*(a/s)	% Humedad	17,1	17,5
w=100*(a/s)	% Humedad	28,4	26,0				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	26,4
LIMITE PLASTICO =	17,3
INDICE PLASTICIDAD =	9,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Eriee
Director Técnico

Estella

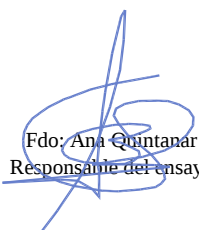
18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 2 DE 4

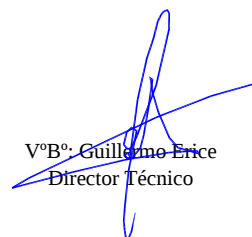
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN062860	<i>N° Copia</i> Copia 1. MANOMUNIDAD

Referencia Muestra....	N18230	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	CS1 DE '0,9 A 1,2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	MANOMUNIDAD
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA	AMILLANO

RESULTADO ENSAYO		
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M		
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	0	9,22


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Estella

18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 3 DE 4

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 ((<http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm>))

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	ENSAYO DE COLAPSO DE SUELOS
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	NLT 254/99 // UNE 103405/94
			Acta n° AN062861	N° Copia Copia 1. MANOMUNIDAD

Referencia Muestra....	N18230	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	CS1 DE '0,9 A 1,2 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	MANOMUNIDAD
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA	AMILLANO

Cálculo de humedad	
Peso anillo (g)	84,40
Peso anillo + muestra + agua (g)	170,75
Peso tara (g)	544,32
Peso tara + muestra + agua (g)	632,00
Peso tara + muestra (g)	619,65
Humedad antes ensayo (%)	14,63
Humedad después ensayo (%)	16,39

Célula	
Tipo de célula	Cilíndrica
Diámetro (mm)	50,2
Área (cm ²)	19,79
Altura (mm)	20
Volumen (cm ³)	39,58

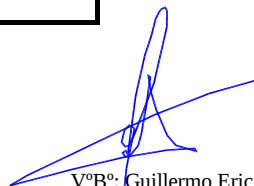
Cálculo densidad	
Densidad seca (g/cm3)	1,90

DATOS ENSAYO	
ALTURA INICIAL (mm)	10,00
ALTURA FINAL S/INUNDAR (mm)	9,22
CARGA MÁXIMA (Kg/cm2)	2,00
ALTURA FINAL INUNDADA (mm)	9,22

RESULTADO DEL ENSAYO	
INDICE DE COLAPSO, I =	0,0
Potencial porcentual de colapso, Ic =	0,0


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo
 Estella 18 DE NOVIEMBRE DE 2022



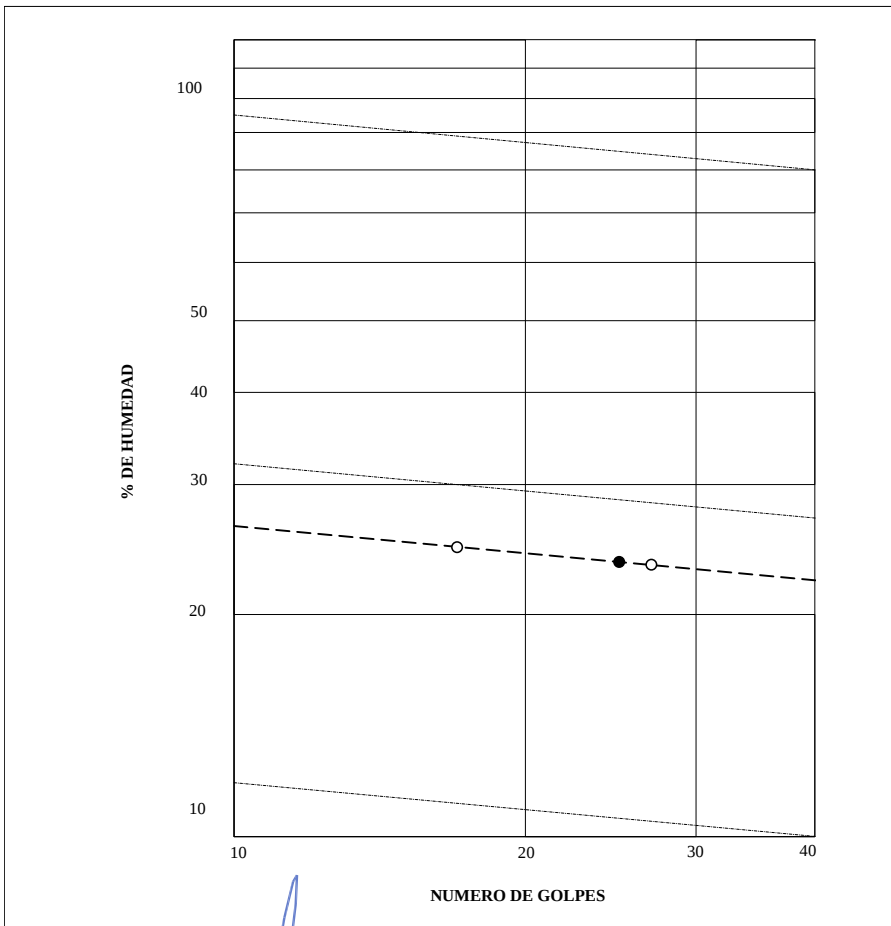

 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

HOJA 4 DE 4

 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° AN062862	N° Copia Copia 1. MANCOMUNIDAD

Referencia Muestra.... N18231	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE CS1 DE 3,6 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO MANCOMUNIDAD
FECHA ENTRADA 2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA AMILLANO

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	17	27	-	Referencia tara	J26	J13
-	Referencia tara	J17	J8	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,58	0,62
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,90	2,85	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,34	14,21
t+s+a	Tara + suelo + agua	24,25	24,55	t+s	Tara + suelo	12,76	13,59
t+s	Tara + suelo	21,35	21,70	t	Tara	9,16	9,56
t	Tara	9,59	9,50	s=(t+s)-t	Suelo	3,60	4,03
s=(t+s)-t	Suelo	11,76	12,20	w=100*(a/s)	% Humedad	16,1	15,4
w=100*(a/s)	% Humedad	24,7	23,4				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	23,6
LIMITE PLASTICO =	15,7
INDICE PLASTICIDAD =	7,9

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

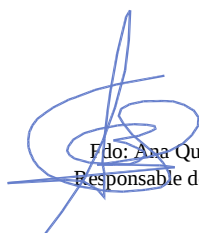
Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 1 DE 2

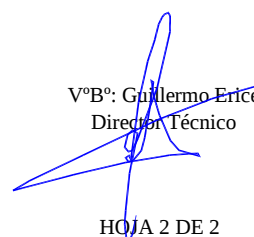
	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Ensayo SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Norma UNE 83963:08/ Erratum 11		Acta n° AN062863
	N° Copia Copia 1. MANCOMUNIDAD		

Referencia Muestra....	N18231	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	CS1 DE 3,6 A 4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	MANCOMUNIDAD
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA	AMILLANO

RESULTADO ENSAYO	
SO ₄ ⁼ (mg/kg de suelo seco)=411600*m/M	
SO₄⁼ (mg/kg de suelo seco)	0


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Enice
Director Técnico

Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 2 DE 2

ANEXO N.º 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

Obra: Construcción de una estación de bombeo en la parcela 139 polígono 8, en
 Amillano, Allín (Navarra).
 Referencia: ES/GE136/1022



Sin escala



Escala 1/300

ANEXO N.º 7

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

GEEA Geólogos S.L.

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 45, 31620
Huarte, T: 948.382.975, M: 696.435.907

Estella.

Pol. Ind. Miguel de Eguía, c/ Zaraputz 2, 31200.
T: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336



Ensayo DPSH P1



Ensayo DPSH P2

(Fotografía de la sonda de perforación no disponible)