



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE UN DEPÓSITO REGULADOR EN LA PARCELA 314 POLÍGONO 9,
EN ECHÁVARRI, ALLÍN (NAVARRA).**

CLIENTE: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

REF. INFORME: ES/GE137/1022

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 mecánica	8
	4.2 Descripción de los penetrómetros	9
5	Cálculo de tensiones.....	12
	5.1.1 Resultado de los Ensayos de Penetración.....	12
6	Ensayos de laboratorio	14
	6.1 Resumen de trabajos realizados	14
7	Características geotécnicas de los materiales	16
8	Soluciones de cimentación.....	17
	8.1 Calculo de asentos	18
	8.1.1 Opción de cimentación mediante zapatas.....	18
	8.1.2 Opción de cimentación mediante losa armada	19
9	Excavabilidad y taludes	21
	9.1 Excavabilidad	21
	9.2 Estabilidad de taludes	21
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: Descripción de calicata mecánica.

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 314 del polígono 9, de Allín (Navarra), situada en Echávarri, donde se proyecta la construcción de un depósito regulador 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 12 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 mecánica (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.

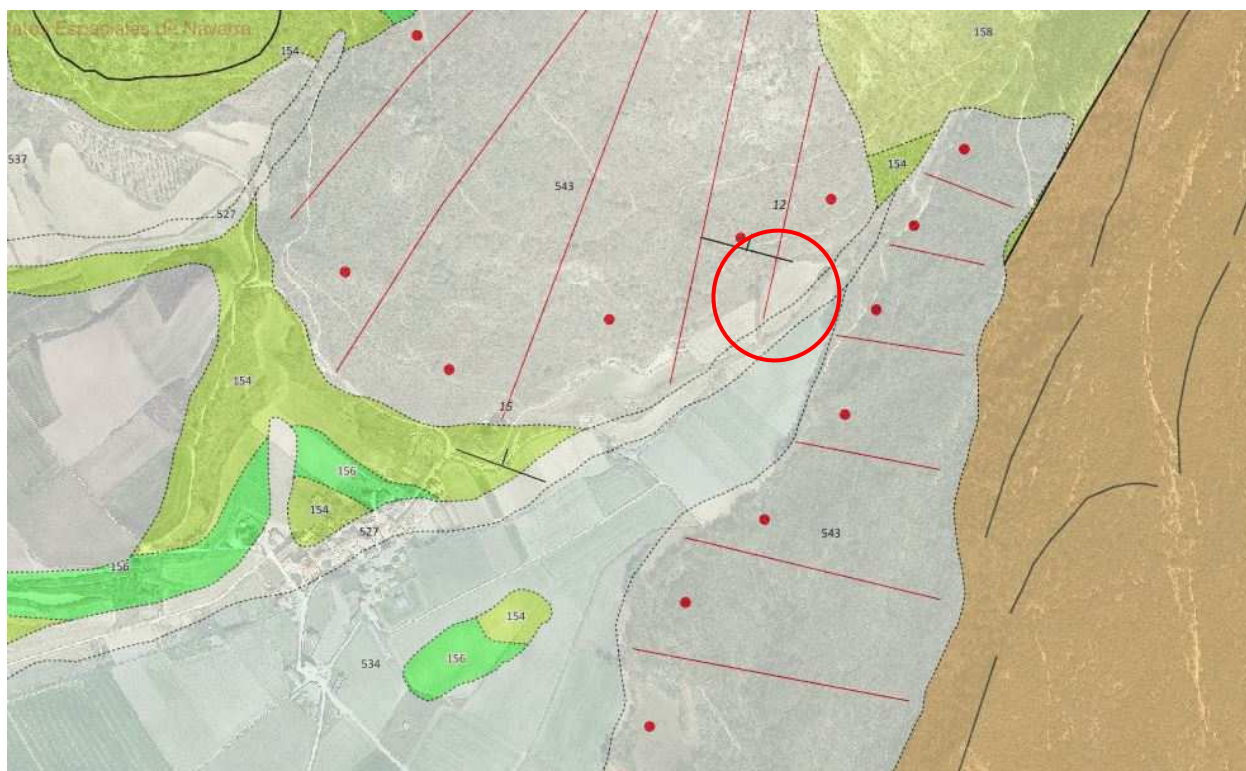
Estratigráficamente, según su edad y origen, los materiales existentes en esta zona se pueden dividir en cuatro grupos:

- 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 margas y margocalizas arcillosas gris azuladas, monótonas, que presentan hasta un 30-40% de términos margocalizos y calizas margosas, las cuales pueden ser algo nodulares. Presenta potencias variables entre 50 y 375 metros.

Estos materiales aparecen recubiertos por depósitos coluviales de tipo glacis, constituidos por arenas con cantos y 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 en el que se encuentra la parcela, se representa la presencia de los depósitos coluviales formados por arenas con cantos y gravas (543). Por debajo aparece el sustrato rocoso formado por las margas cretácicas (color verde claro, 154), las cuales afloran tanto al sur como al norte 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 margas del Cenomaniense-Coniaciense (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.

Los depósitos coluviales observados en la cata realizada, formados por gravas arcillo arenosas, presentarán una permeabilidad por porosidad que vendrá dada por la proporción de

gruesos y finos que los compongan, siendo inferior cuanto mayor sea la proporción de materiales finos, limos y arcillas. De acuerdo con las observaciones realizadas, estimamos una permeabilidad para este depósito, variable entre 1 y 10^{-3} cm/s.

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 2,10 metros en la calicata.

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

Estimando una potencia media del depósito coluvial de 5 metros, tenemos:

ac Aceleracion sismica de calculo

0.0336

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

ab Aceleración sismica basica

0.04

p coeficiente adimensional de riesgo

1

1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp.

S Coeficiente de ampliación del terreno

0.84

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

1.05

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 mecánica 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 mecánica nos permite reconocer la naturaleza del terreno hasta la profundidad máxima accesible por el brazo de la máquina retroexcavadora utilizada.

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 una importante pendiente hacia el suroeste. 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), la descripción de la calicata (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 MECÁNICA

La cata se llevó a cabo el día 7 de noviembre de 2022, alcanzándose una profundidad de 2,10 metros. Para su realización se empleó una máquina retroexcavadora mixta JCB.

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
0,00-0,30	Tierra vegetal.
0,30-2,10	Coluvial cuaternario formado por arenas con cantos de tamaño variable.

No se observó la presencia de nivel freático en la cata. Las paredes permanecieron estables.

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

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 (N_{20}).

El día 27 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

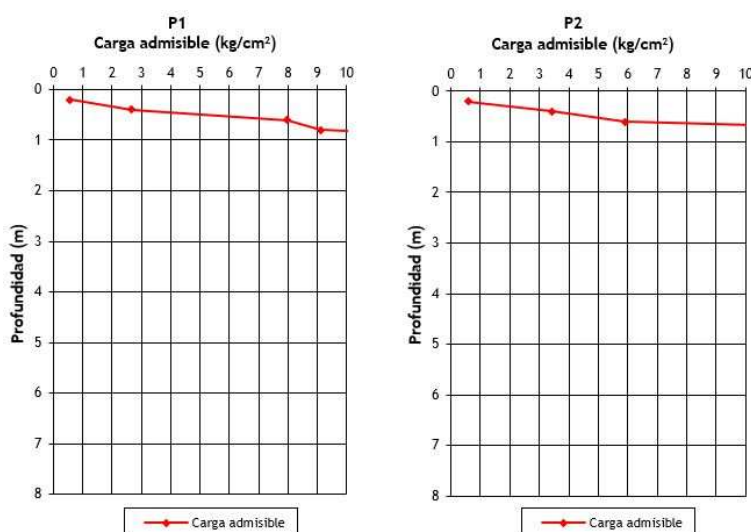
Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en la calicata de reconocimiento.

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	0,00-0,40	0,50
	0,40-1,00	3,00
	1,00	Rechazo
P2	0,00-0,40	0,50
	0,40-0,80	3,00
	0,80	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, podemos interpretar los siguientes niveles litológicos:

- **Suelo vegetal de 0,30-0,40 metros**, observados en la cata.
- **Gravas areno arcillosas**. Depósitos coluviales cuaternarios. Este nivel se observa en la cata hasta su final sin haberse observado su base. Se interpreta que en este nivel es en donde se alcanzan los rechazos de los penetrómetros. La carga admisible interpretada para este depósito es elevada, de 3,00 kg/cm².

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 realizada, se seleccionó una muestra representativa del tipo de terreno reconocido, para ser trasladada al laboratorio acreditado, donde fue examinada por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. La muestra ensayada se recogió a la profundidad de 1,50 metros. Sobre dicha muestra se realizaron ensayos de granulometría por tamizado, determinación de límites de Atterberg y contenido en sulfatos solubles.

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	1
Contenido en sulfatos	UNE 83963:08/Erratum 11	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.

	C1
Referencia muestra	N18243
Profundidad (m)	1,50
Pasante 0,4-0,08UNE (%)	25-19
Límite líquido	23,7
Límite plástico	18,3
Índice de plasticidad	5,4
Sulfatos (mg/kg)	0,00
Clasificación	GC-GM/A-1-b
Suelo	Gravas

El contenido en sulfatos de la muestra analizada clasifica a los suelos como **no agresivos al hormigón**.

El material ensayado se clasifica según Casagrande como GC-GM (grava arcillo limosa con arenas), y según la AASHTO como A-1-b (fragmentos de roca, gravas y arenas).

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. Tierra de labor. En la cata se ha observado con un espesor de 0,30 metros.
- **Nivel geotécnico I,** gravas de cantos y fragmentos de roca de tamaño variable en matriz arenosa, interpretadas como un depósito coluvial cuaternario. En la cata se observa este material hasta su finalización sin haberse observado su base, habiéndose excavado hasta 2,10 metros. En este material es en el que se interpreta que se produce el alcance de los rechazos de los penetrómetros, a 0,80 y 1,00 metro de profundidad. Se estima que la potencia de este depósito no será superior a 6-8 metros, si bien este aspecto no se ha podido corroborar en campo. Las cargas admisibles registradas para este depósito coluvial son elevadas, de 3,00 kg/cm² desde los 0,40 metros de profundidad. Según Casagrande se clasifican como GC-GM (gravas arcillo limosas con arenas) y como A-1-b (fragmentos de roca, grava y arenas) según AASHTO. Los parámetros geotécnicos que se asocian a este nivel, considerando un valor de N_{30} medio de 36 (obtenido a partir de los golpes de los penetrómetros DPSH en la zona superficial previa al alcance de los rechazos), son:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,80-1,90
Cohesión drenada c_d (kg/cm ²)	0,00
Ángulo de rozamiento drenado ($^\circ$)	39,92
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	388,25
Carga admisible (kg/cm ²)	3,00
Módulo de balasto $K_{0,30}$ (kg/cm ³)	18,84
Módulo de balasto K_{30} (kg/cm ³)	15,96

(*) De cara a la seguridad, para el cálculo de los módulos de balasto se han considerado valores de Q_c/N_{30} propios de una arena.

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 un depósito de regulación que constará de una edificación de aproximadamente 169 m² en planta baja.

La parcela presenta una topografía regular con pendiente moderada hacia el suroeste.

De acuerdo con las pruebas de campo realizadas, el subsuelo de la parcela de proyecto se encuentra formado por un depósito coluvial cuaternario formado por gravas arenosas cuya base no se ha observado, la cual se podría estimar que aparece entre los 6-8 metros de profundidad.

Teniendo en cuenta el modelo geotécnico interpretado, se considera como opción de cimentación más conveniente, la ejecución de una **cimentación superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas o losa armada, apoyada en las gravas arenosas coluviales (nivel I), con una carga de trabajo no superior a 3,00 kg/cm²**. En el caso de decantarse por la ejecución de 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 el análisis realizado clasifica a los suelos como **no agresivo al hormigón**.

8.1 CALCULO DE ASIENTOS

8.1.1 Opción de cimentación mediante zapatas

En este caso, realizamos la estimación de asientos mediante el método de Schmertman, 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:

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

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 Schmertman puede estimarse por:

- $E = 2,5 \cdot R_p$ (zapatas cuadradas)
- $E = 3,5 \cdot R_p$ (zapatas corridas)

Siendo R_p la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{20} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afección. Para el tipo de suelo que nos ocupa, gravas con matriz arenosa, dicha relación es igual a 8, si bien, de cara a la seguridad, teniendo en cuenta que no conocemos la profundidad a la que se encuentra la base del depósito, consideraremos un valor de 4. Tomando un valor medio de N_{30} de 36, obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 360 \text{ kg/cm}^2$ y $E = 540 \text{ kg/cm}^2$ para zapatas corridas.

Los asientos estimados para diferentes anchos de zapatas, para una carga aplicada de $3,00 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Zapatas cuadradas				
Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,32	0,47	0,63	0,79

Zapatillas corridas				
Ancho B (m)	0,60	0,80	1,00	1,20
Asiento (cm)	0,28	0,37	0,46	0,55

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para el tipo de edificación considerado.

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

Asiento	Máximo (mm)		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios convencionales	35	50	2,0
Edificio de fábrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0

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.

8.1.2 Opción de cimentación mediante losa armada

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:

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

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

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

Nivel geotécnico	NG I
Módulo de elasticidad E	388,25
Coefficiente de poisson v	0,3

De cara al cálculo, consideramos un perfil geotécnico formado únicamente por el depósito coluvial de gravas, estimando su base de cara a la seguridad, a 12 metros de profundidad. Así mismo, consideramos una losa de 12,75 x 13,00 metros, con una carga de trabajo de 3,00 kg/cm². De esta forma, obtenemos un valor de asiento de **S = 4,50 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 gravas arenosas coluviales (niveles 0 y I), si bien, si aparecieran niveles cementados en las gravas, podría requerirse el uso de martillo.

El sustrato rocoso cretácico situado bajo las gravas se considera no excavable, pudiendo requerir el uso de martillo, si bien, no se ha observado su aparición en las pruebas de campo realizadas (hasta una profundidad observada de 2,10 metros).

9.2 ESTABILIDAD DE TALUDES

De acuerdo con la información del proyecto facilitada por el peticionario, 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.

Sí que suponemos que se requerirá realizar una excavación para el cajeadado y rasanteo de la superficie en la que se emplazará el depósito, ya que la pendiente de la parcela presenta actualmente una pendiente importante.

En este sentido, se exponen a continuación algunos aspectos a tener en cuenta:

- La posible excavación afectará a los depósitos coluviales formados por gravas arenosas, las cuales son consideradas como un suelo granular.
- Para los taludes de excavación en suelos (gravas arenosas), se recomiendan taludes provisionales máximos 2H:3V (54°). En el caso de que durante la excavación se observe la falta de cohesión del material, se deberán considerar ángulos de inclinación menores.
- En caso de requerirse taludes más verticalizados se recomienda la realización de soluciones de contención. Teniendo en cuenta las dimensiones de la excavación a realizar, podría considerarse la ejecución de los taludes y muros de sostenimiento por bataches. Los parámetros geotécnicos necesarios para el dimensionamiento de los muros se localizan en el apartado 7 del presente informe.

- Los 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, aspectos que se deberán controlar en el momento de realización de la obra.
- En el caso de que se prevea dejar los taludes a la intemperie de forma permanente, se aconseja su protección para evitar su erosión y denudación.
- 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.

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. Gravas coluviales. K de 1 a 10⁻³ cm/s.

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 314, del polígono 9, de Allín (Navarra), situada en Echávarri, donde se proyecta la construcción de un depósito regulador 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. Tierra de labor. En la cata se ha observado con un espesor de 0,30 metros.
 - **Nivel geotécnico I.** gravas de cantos y fragmentos de roca de tamaño variable en matriz arenosa, interpretadas como un depósito coluvial cuaternario. En la cata se observa este material hasta su finalización sin haberse observado su base, habiéndose excavado hasta 2,10 metros. En este material es en el que se interpreta que se produce el alcance de los rechazos de los penetrómetros, a 0,80 y 1,00 metro de profundidad. Se estima que la potencia de este depósito no será superior a 6-8 metros, si bien este aspecto no se ha podido corroborar en campo.
- Durante la fase de ejecución de los trabajos no se ha identificado el nivel freático, habiéndose profundizado en la cata hasta 2,10 metros.
- Teniendo en cuenta el modelo geotécnico interpretado, se considera como opción de cimentación más conveniente, la ejecución de una **cimentación superficial, mediante zapatas aisladas y/o corridas o losa armada, apoyada en las gravas arenosas coluviales (nivel I), con una carga de trabajo no superior a 3,00 kg/cm²**. En el caso de decantarse por la ejecución de losa, se deberán considerar los valores de coeficiente de balasto expuestos en el apartado 7 para el nivel de apoyo (NG I).
- Los asientos estimados se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para los tipos de cimentación considerados.
- El contenido en sulfatos de la muestra ensayada, 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 cretácico, el cual no se ha observado en las pruebas de campo realizadas.
- 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.

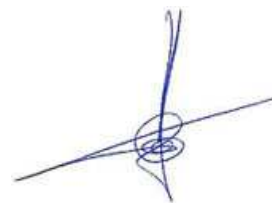
Estella, 12 de diciembre de 2022.



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=ERICA
LACABE, cn=18206626X GUILLERMO RICARDO
ERICA (R: B31731250), 2.5.4.97=VATES-
B31731250, o=GEEA GEOLOGOS SL, c=ES
Fecha: 2023.01.09 10:34:16 +01'00'

ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **DESCRIPCIÓN DE CALICATA MECÁNICA.**
- **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

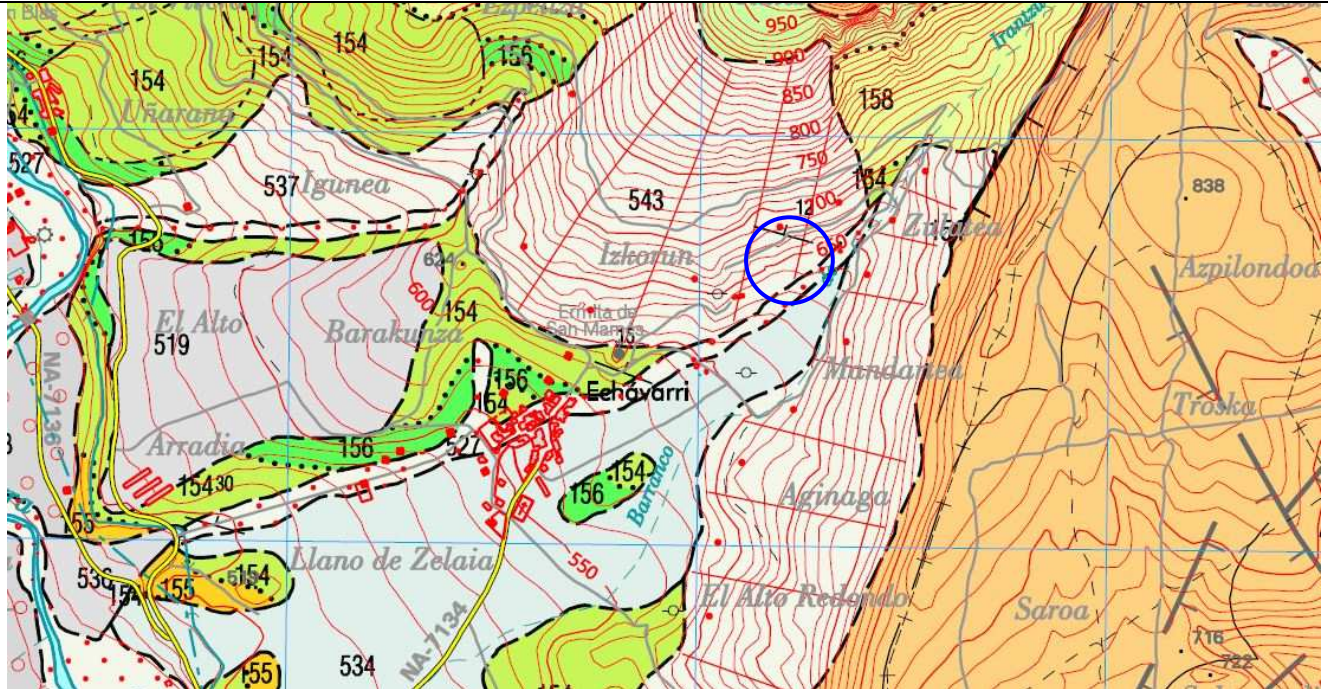
Logroño: C/Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006

Obra: Parcela 314 del polígono 9, en Echávarri, Allín (Navarra).

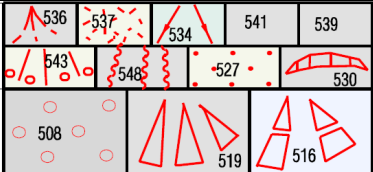
Ref. Informe: ES/GE137/1022

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

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		
	PLEISTOCENO		
PLIOCENO			413
			410 412 411
			412
	superior	Turolense	410 411 410 410
	Vallesiense		
CRETÁCICO	SUPERIOR	Maastrichtiense	201 190 188 191 192
		Campaniense	185 184 187 186
		Santoniense	163 164 162 161 167 176 178 179
		Coniaciense	159 158 158 167 170 173 174 177
		Turonense	157 166 172
		Cenomaniense	156 154 169 171 180
	INF.	Vraconiense	145 146 145 146 152 153
		Albiense	144 143 142 140 151 149 150 147 148 147 148

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-coluvial

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

U. de GCO

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

1.- Rocas subvolcánicas. Ofitas

ANEXO N.º 2

DESCRIPCIÓN DE CALICATA MECÁNICA

COLUMNA LITOLÓGICA DE CALICATA

OBRA: Construcción de un depósito regularador en Echávarri, Allín (Navarra).

CLIENTE: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

CALICATA: C1

FECHA: 7 de noviembre de 2022

REF. ENSAYO: G15643

REF. INFORME: ES/GE137/1022

Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freatico	Ensayos de laboratorio				
					Número de muestra	Granul. Pasa 0,08 -0,4 %	Ll/lp	Sulfatos mg/kg	Clasificación
0,30	0,30		Tierra vegetal.						
	1,80		Arenas con cantos, de color marrón. Depósitos coluviales cuaternarios.		C1M1	25-19	23,7/5,4	0,00	GC-GM/A-1-b
2,10									

OBSERVACIONES: Material seco. Paredes estables.

FOTOGRAFÍAS:



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: Depósito en parc. 314 pol. 9, Echávarri, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

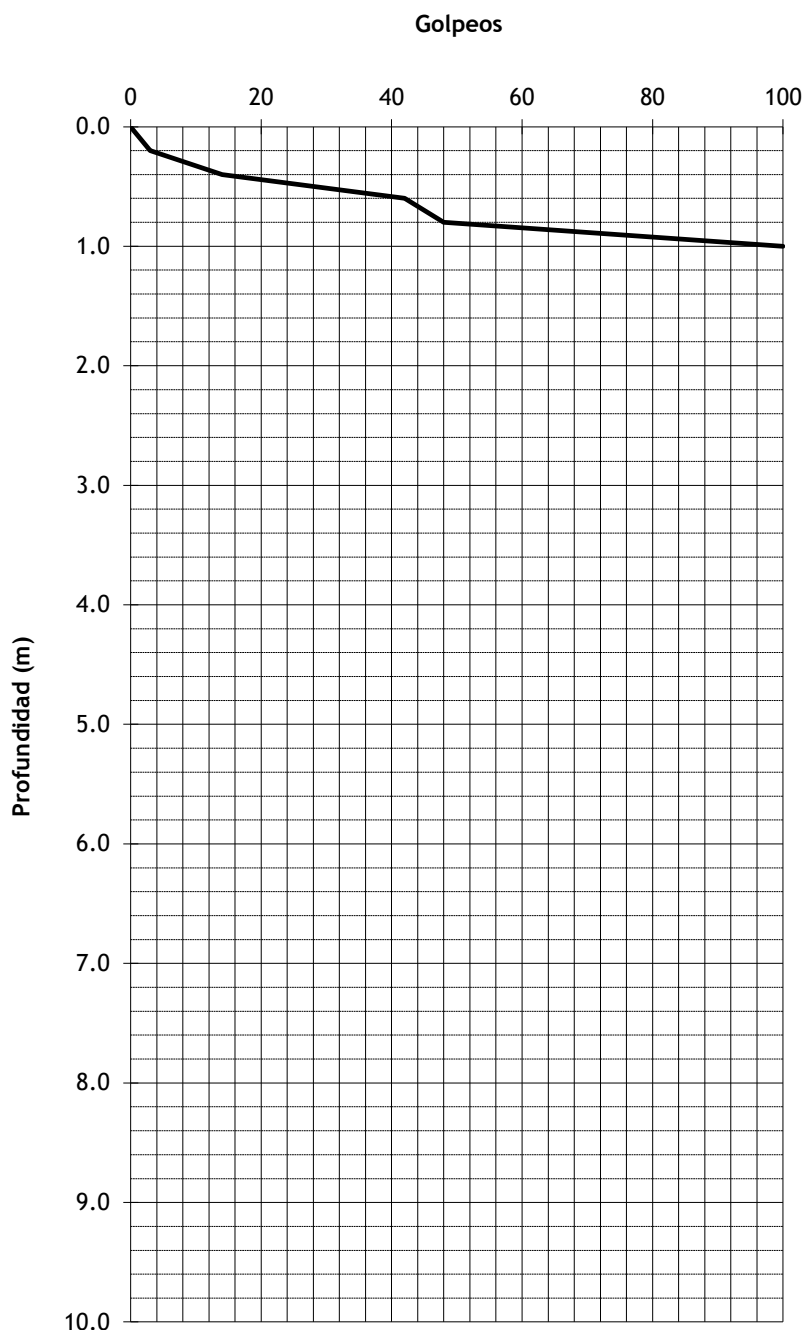
Ref. Inf.: ES/GE137/1022

Penetración N°: 1

Referencia: G15644

Fecha: 27 de octubre de 2022

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	3
0.20-0.40	14
0.40-0.60	42
0.60-0.80	48
0.80-1.00	RECHAZO
1.00-1.20	
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





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: Depósito en parc. 314 pol. 9, Echávarri, Allín (Navarra).

Cliente: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA

Ref. Inf.: ES/GE137/1022

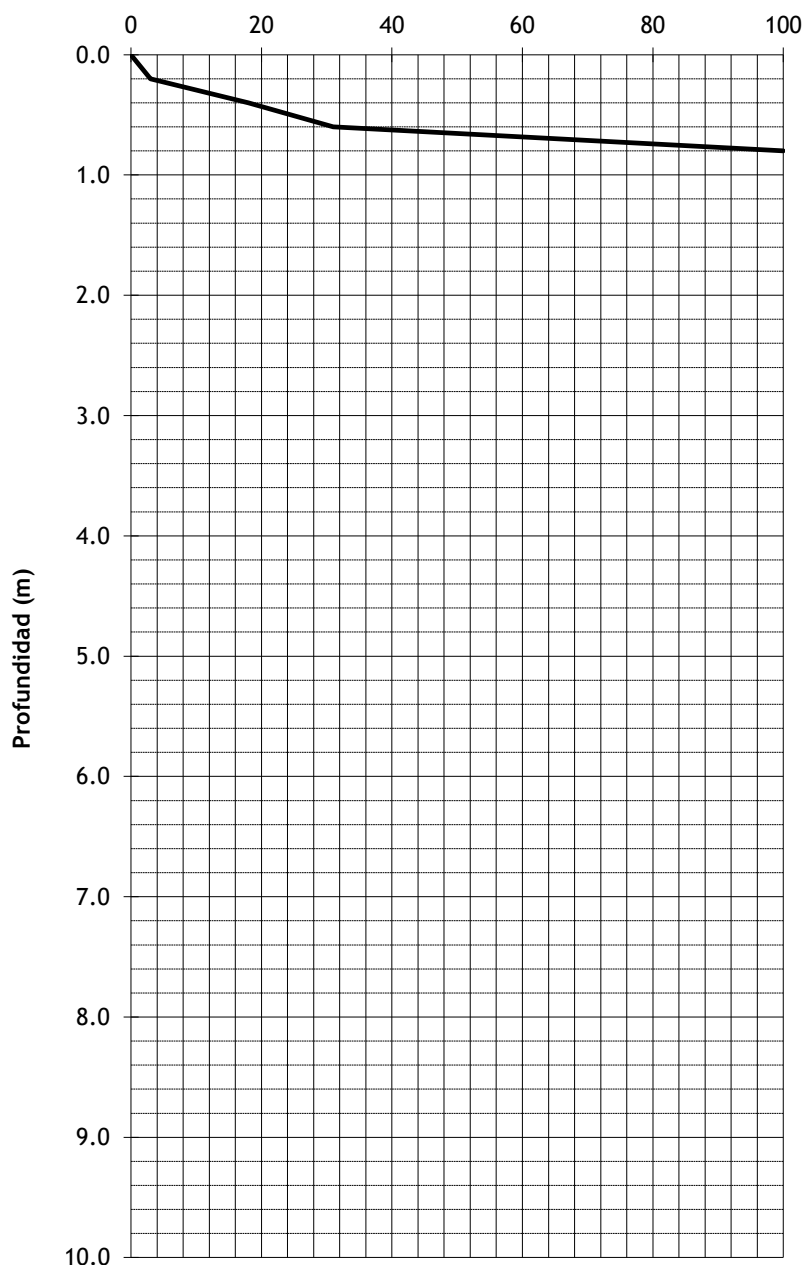
Penetración N°: 2

Referencia: G15644

Fecha: 27 de octubre de 2022

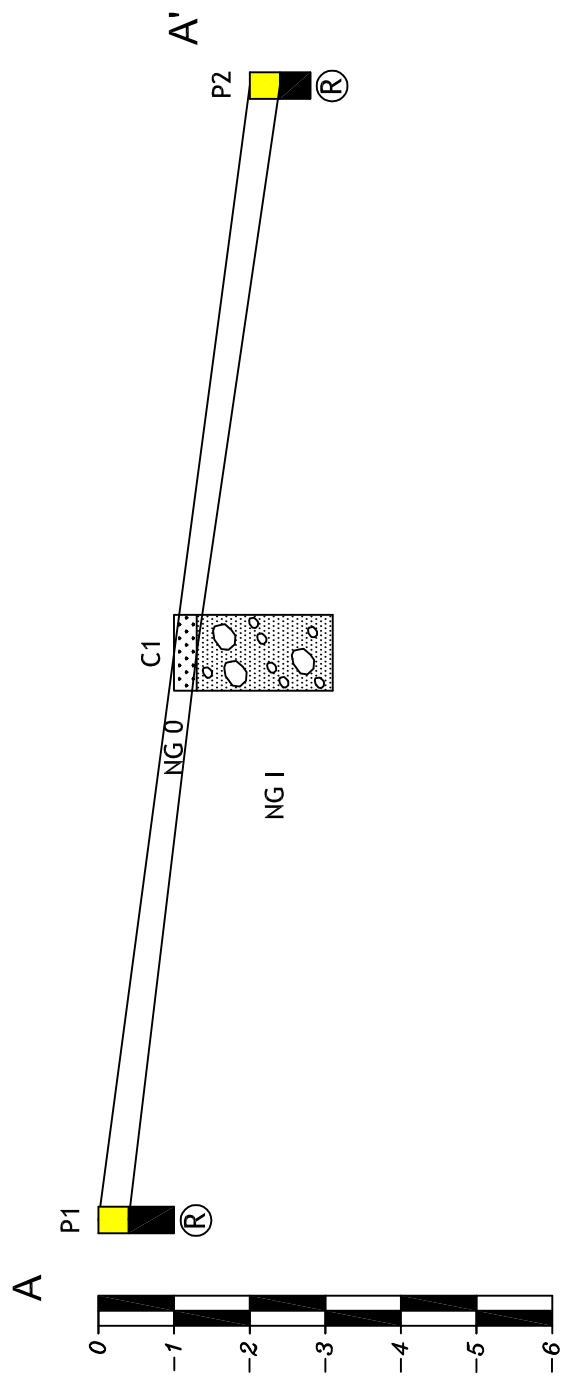
Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	3
0.20-0.40	18
0.40-0.60	31
0.60-0.80	RECHAZO
0.80-1.00	
1.00-1.20	
1.20-1.40	
1.40-1.60	
1.60-1.80	
1.80-2.00	
2.00-2.20	
2.20-2.40	
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	

Golpeos



ANEXO N.º 4

PERFIL DE CORRELACIÓN

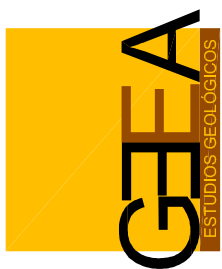


Niveles geotécnicos:
 NG 0: Tierra vegetal
 NG I: Depósitos coluviales. Cuaternario

-  $Q_{adm} = 0,50 \text{ kg/cm}^2$
-  $Q_{adm} \geq 3,00 \text{ kg/cm}^2$

-  Tierra vegetal
-  Gravias arenosas

C.: Calicata mecánica
 P.: Ensayo DPSH



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

FECHA: Diciembre de 2022	ESCALA: vertical: 1/100 horizontal: 1/100
OBRA: Construcción de un depósito regulador en parcela 314 polígono 9, en Echávarri, Allín (Navarra).	
CLIENTE: MANCOMUNIDAD DE MONTEJURRA	REF. INFORME: ES/GE137/1022
PERFIL DE CORRELACIÓN A-A'	

ANEXO N.º 5

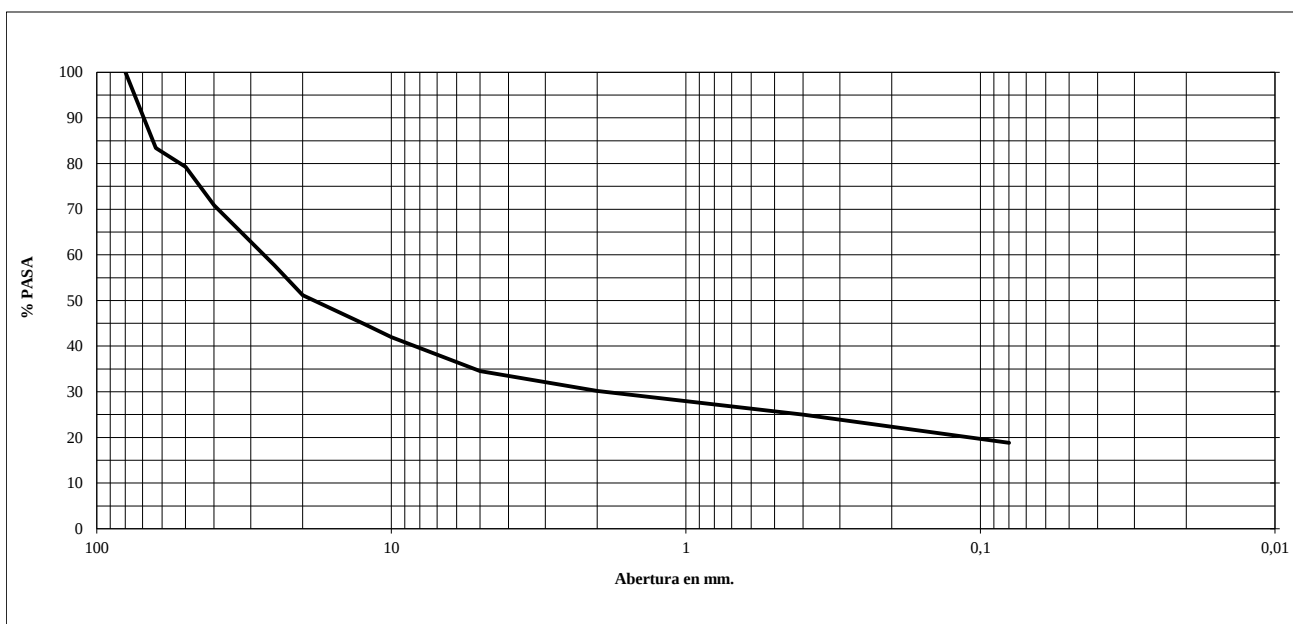
BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

 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 AN062888	Nº Copia Copia 1. MANCOMUNIDAD

Referencia Muestra.... N18243	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA CATA	REF. CLIENTE C1 M1
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO MANCOMUNIDAD
FECHA ENTRADA 4 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA ECHAVARRI

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	3531,0
B	Gruesos lavados	2464,5
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	1066,2
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3530,7
E	Frac. fina ensayada seca al aire	154,6
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	154,6
C/F		6,9

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			3530,7	100
63	2,5		587,0	2943,7	83
50	2		144,6	2799,1	79
40	1,5		297,2	2501,9	71
25	1		462,9	2039,0	58
20	3/4		234,2	1804,8	51
12,5	1/2		217,8	1587,0	45
10	3/8		105,0	1482,0	42
5	4		262,4	1219,6	35
2	10		153,4	1066,2	30
0,4	40	26,7	184,1	882,1	25
0,08	200	31,5	217,0	665,1	19



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

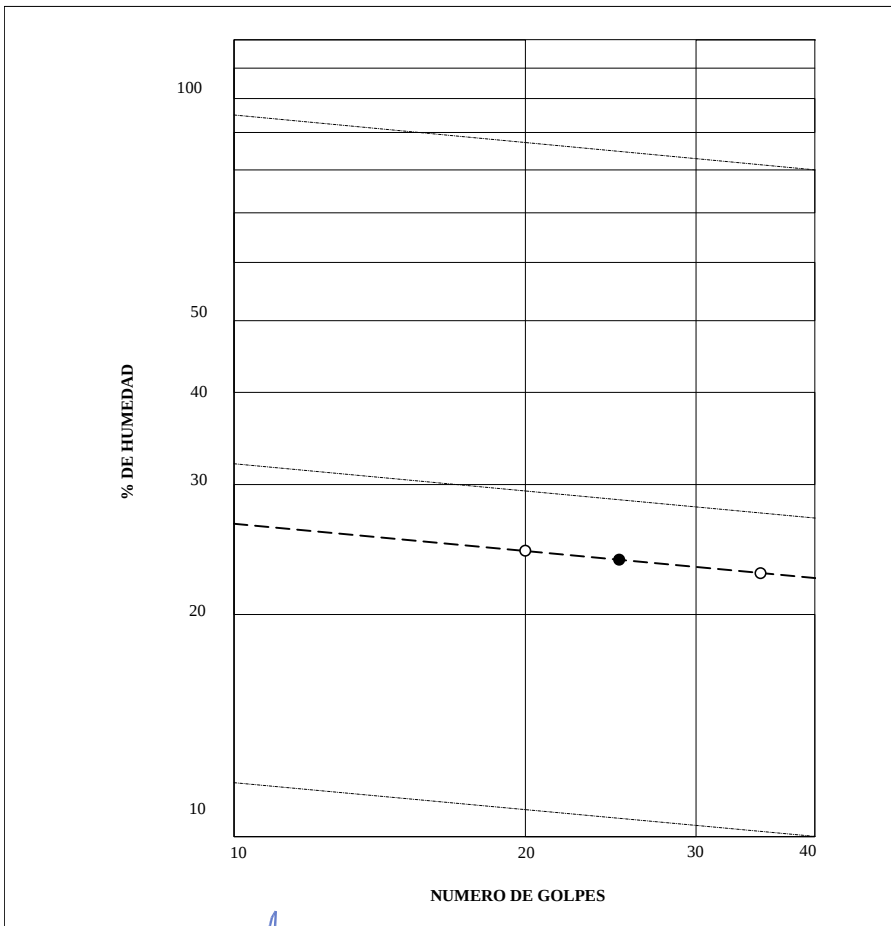
HOJA 1 DE 3

Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2022

 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 nº AN062889	Nº Copia Copia 1. MANCOMUNIDAD

Referencia Muestra.... N18243	Referencia Informe..... EN-506
PROCEDENCIA CATA	REF. CLIENTE C1 M1
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO MANCOMUNIDAD
FECHA ENTRADA 4 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA ECHAVARRI

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	20	35	-	Referencia tara	J9	J20
-	Referencia tara	J14	J19	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,53	0,55
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,72	1,81	t+s+a	Tara + suelo + agua	12,53	13,05
t+s+a	Tara + suelo + agua	23,35	19,16	t+s	Tara + suelo	12,00	12,50
t+s	Tara + suelo	20,63	17,35	t	Tara	9,14	9,47
t	Tara	9,48	9,39	s=(t+s)-t	Suelo	2,86	3,03
s=(t+s)-t	Suelo	11,15	7,96	w=100*(a/s)	% Humedad	18,5	18,2
w=100*(a/s)	% Humedad	24,4	22,7				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	23,7
LIMITE PLASTICO =	18,3
INDICE PLASTICIDAD =	5,4

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2022

HOJA 2 DE 3

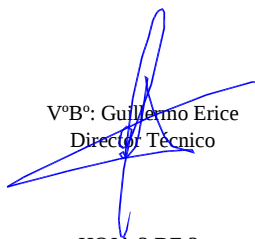
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	SUELOS AGRESIVOS DETERMINACION ION SULFATO
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83963:08/ Erratum 11
			<i>Acta n°</i> AN062890	<i>N° Copia</i> Copia 1. MANCOMUNIDAD

Referencia Muestra....	N18243	Referencia Informe.....	EN-506
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	C1 M1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	MANCOMUNIDAD
FECHA ENTRADA	4 DE NOVIEMBRE DE 2022	DEN. OBRA	ECHAVARRI

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


 Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico
 HOJA 3 DE 3

Estella, 18 DE NOVEIMBRE DE 2022

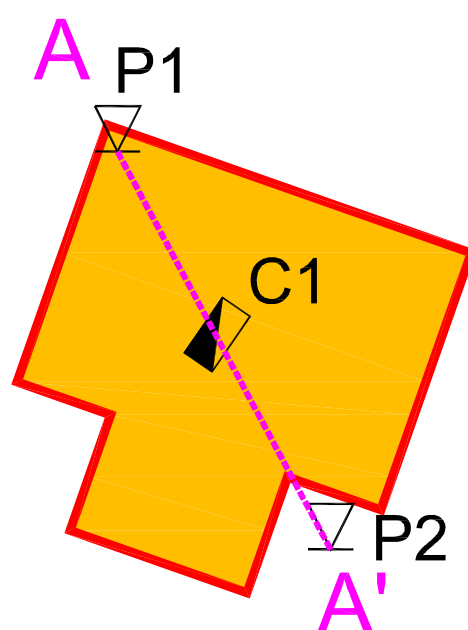
ANEXO N.º 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

Obra: Construcción de un depósito regulador en la parcela 314 polígono 9, en
 Echávarri, Allín (Navarra).
 Referencia: ES/GE137/1022



Sin escala



 Calicata mecánica
 Ensayo DPSH

Escala 1/250

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 de penetración DPSH P1



Ensayo de penetración DPSH P2