



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL CAMPO DE FÚTBOL DE
ARGUEDAS (NAVARRA).**

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

REF. INFORME: ES/GE080/0720

ESTELLA, AGOSTO 2020

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Metodología	2
3	Características del terreno	3
	3.1 Marco geológico, cartografía	3
	3.2 Hidrogeología	4
4	Trabajos de campo.....	5
	4.1 Descripción de las catas.	6
	4.2 Descripción de los penetrómetros	7
5	Cálculo de tensiones	10
	5.1 Resultado de los Ensayos de Penetración	10
6	Ensayos de laboratorio	14
	6.1 Resumen de trabajos realizados	15
7	Características geotécnicas de los materiales	16
8	Consideraciones técnicas.....	18
9	Conclusiones y recomendaciones	22

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Descripción de calicatas y fotografías.

ANEXO 3: Registro de ensayos de penetración dinámica.

ANEXO 4: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 5: Plano de ubicación de pruebas realizadas.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA Geólogos**, a requerimiento del **AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la transformación del campo de fútbol de dicha localidad, de hierba natural a hierba artificial. Dicho campo está situado en la calle Tejerías, situada en el extremo sur de Arguedas (Navarra).

El trabajo contratado se resume básicamente en el estudio geológico y geotécnico del terreno sobre el que se asienta el campo de fútbol actual.

Los servicios recogidos en el presente informe, tratan de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales y caracterizarlos geotécnicamente de cara a la ejecución de los rellenos y la explanada del campo de hierba artificial proyectado.

Los geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de estudios geotécnicos, según consta en el real decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones del geólogo. Los ensayos de campo y de laboratorio se han realizado por un laboratorio, GEEA Geólogos S.L., acreditado para la realización de dichos ensayos.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha 19 de agosto de 2020.

2 METODOLOGÍA

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

Antecedentes del lugar.

1. Gobierno de Navarra// Mapa geológico de Navarra, hoja 244-IV (Arguedas), escala 1:25.000.
2. Gobierno de Navarra// Mapa geológico de Navarra, escala 1:200.000.
3. Estudios previos realizados en la zona.

Contenidos en informe.

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo de ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Estimación de cargas admisibles y asentos (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Consideraciones técnicas (apartado 8).
7. Excavabilidad y estabilidad de taludes (apartado 9).

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

La zona de estudio se encuentra, desde un punto de vista geológico, en la zona centro - oriental de la Depresión Terciaria del Ebro. Ésta constituye una profunda cubeta rellena de materiales de origen continental, procedentes de los relieves que la bordean. Conforme nos acercamos al borde de cuenca, disminuye el porcentaje de finos y aumentan los niveles areniscos y conglomeráticos. Hacia el centro, sin embargo, encontramos progresivamente facies más distales, hasta aparecer materiales de precipitación química (calizas y yesos).

En concreto en la parcela objeto de estudio, el sustrato está constituido por la **Formación Lerín**, concretamente por una unidad de carácter marcadamente yesífero, **Yesos de Los Arcos**, de edad Oligoceno Superior (Ageniense). Se trata de una serie yesífera con intercalaciones de materiales lutíticos y dolomías laminadas. Incluyen niveles de materiales solubles tales como halita y glauberita, alternando con anhidritas.

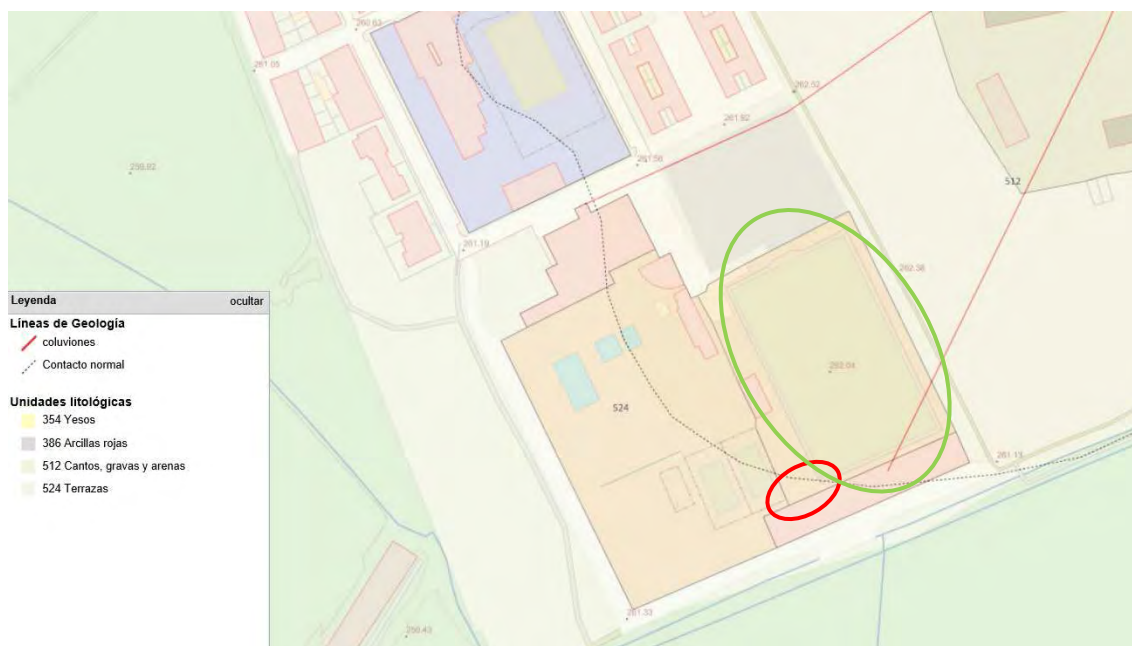
Los Yesos de Los Arcos presentan una potencia de más de 100 metros, apareciendo dispuestos con buzamientos que suelen superar los 20°.

La Unidad de los Arcos representa el episodio evaporítico más importante en la Formación Lerín evidenciando una gran expansión del sistema lacustre salino en la Cuenca Navarro-riojana.

Sobre este conjunto terciario, se ha encajado la actual red de drenaje, fundamentalmente representada en la zona por el río Ebro. Esta dinámica ha modelado el actual relieve y ha dado lugar en el Cuaternario a dos tipos de depósitos. Unos de carácter lineal, asociados a los propios cauces fluviales (terrazas aluviales), y otros de origen lateral a los mismos (glacis). En concreto en el río Ebro, se diferencian 10 niveles de terrazas.

Concretamente la localidad de Arguedas se emplaza sobre materiales de terraza aluvial cuaternaria formados por gravas, cantos, arenas, limos y arcillas. Más a pequeña escala, el campo de fútbol se sitúa sobre una zona marcada en la cartografía como materiales de origen coluvial cuaternario, formados por cantos, gravas y arenas.

A continuación, podemos ver una imagen extraída del visor Navarra.es, en donde se muestra la cartografía geológica de la zona en la que se encuentra el campo de fútbol.



Se observa que la totalidad del campo se encuentra sobre el material coluvial (512), mientras que la zona en la que se han realizado dos penetrómetros fuera del terreno de juego, aparece sobre materiales similares, pero de origen aluvial (depósitos de terraza, 524).

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

3.2 HIDROGEOLOGÍA

La Formación Lerín, sustrato terciario de la zona de estudio, presenta en su conjunto una permeabilidad muy baja debido a su litología, pudiendo considerarse a escala global como un acuicludo o impermeable. Localmente, puede presentar una mayor permeabilidad a favor de diaclasado abierto, preferentemente en los niveles más superficiales, por descompresión y /o alteración, y por karstificación de los yesos. Estos materiales en estado sano presentan un coeficiente de permeabilidad k muy bajo, en torno a 10^{-9} m/s.

Por su parte los depósitos cuaternarios que aparecen presentan una permeabilidad moderada debido a su porosidad intergranular elevada. Esta permeabilidad puede verse reducida en los tramos con matriz más fina o fuertemente cementados. Para materiales arenosos, el coeficiente de permeabilidad atribuible está en torno a 10^{-5} m/s. Para el caso de las gravas, dichos valores serán incluso superiores a 10^{-2} m/s.

Durante la fase de ejecución de los trabajos no se ha observado la presencia de agua en las calicatas, pero sí que se observó humedad en los materiales, especialmente en la cata C1.

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la realización de cuatro calicatas para la descripción de los materiales del campo y seis ensayos de penetración dinámica, cuatro emplazadas en el interior del campo, y dos en el exterior, para el cálculo de la carga admisible de la zona en la que se prevé la construcción de un depósito.

También se ha recopilado información de estudios previos y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

Las calicatas de reconocimiento nos permiten reconocer el terreno hasta la profundidad requerida, siendo ésta igual o inferior a la máxima alcanzada por el brazo de la máquina retroexcavadora. De ellas, se han extraído varias muestras para caracterizar los materiales y determinar la agresividad del terreno con relación a los sulfatos que pudieran existir y que puedan afectar a las cimentaciones.

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.

La superficie a estudiar es homogénea y plana, ya que es el actual campo de fútbol de hierba natural. En su interior se han ubicado las cuatro calicatas y cuatro ensayos DPSH, uno junto a cada calicata. Además, se emplazaron otros dos ensayos de penetración en la zona prevista para la instalación de un depósito.



Imágenes del emplazamiento de los ensayos DPSH: P1 y P6 (izquierda y derecha respectivamente).

Los penetrómetros de dentro del campo se realizaron al ver que había bastante humedad en las catas. Esta humedad posiblemente indicaba que el terreno estaba muy blando a cierta cota, por lo que quisimos saber cual era el estado real del campo hasta unos 3 metros de profundidad.

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 las calicatas (anexo 2), el registro de los penetrómetros (anexo 3), ensayos de laboratorio (anexo 4) y un plano con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 5).

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CATAS.

Para la descripción de las catas 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.

El día 30 de julio de 2020 se realizaron cuatro calicatas de reconocimiento. El perfil litológico observado en las mismas, junto a sus descripciones y fotografías se presenta en el anexo 2 del presente informe. Su situación viene indicada en el plano del anexo 5.

El perfil litológico observado en las calicatas de reconocimiento es el que a continua-

ción se detalla:

<u>Cata C1</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,25	Tierra vegetal.
0,25-0,95	Arenas arcillo limosas con cantos. Color marrón. Se observan muy húmedas.

Las paredes de las calicatas permanecieron estables.

<u>Cata C2</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,10	Tierra vegetal.
0,10-0,70	Arenas arcillosas con cantos. Gravas sucias. Material muy blando y húmedo. Color marrón.

Las paredes de las calicatas permanecieron estables.

<u>Cata C3</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,15	Tierra vegetal.
0,15-0,75	Gravas de cantos de tamaño variable en matriz arenosa limosa y arcillosa. Color marrón. Se observan húmedas, aunque en menor medida que las catas anteriores. Posible relleno.

Las paredes de las calicatas permanecieron estables.

<u>Cata C4</u>	<u>Perfil litológico</u>
0,00-0,20	Tierra vegetal.
0,20-0,70	Arenas arcillosas de color marrón. Se observan húmedas.

Las paredes de las calicatas permanecieron estables.

La profundidad de las catas se vio limitada con el propósito de no dañar de forma importante la actual superficie del campo de fútbol.

En el anexo 2 del presente informe se adjuntan los registros de las calicatas y el reporte fotográfico que se realizó simultáneamente.

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 gol-

peando 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 3 de agosto de 2020 se realizaron seis ensayos de penetración dinámica, cuyos registros se incluyen en el anexo 3, y su ubicación dentro de la parcela de estudio se puede encontrar en el anexo 4, correspondiendo con las calicatas C1 a C4 y con la zona en la que se prevé la instalación de un depósito (ensayos P5 y P6), de acuerdo con las instrucciones del peticionario.

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	$> \phi = 1$ y $< \phi = 2$
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 (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 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN

Se han realizado seis ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en las catas de reconocimiento.

El plano con la ubicación de dichos ensayos se encuentra en el anexo 4.

Los ensayos realizados en el interior del campo de fútbol se bajaron hasta los cuatro metros, a excepción del ensayo P4, que se finalizó a 8 metros de profundidad. En ninguno de ellos se alcanzó el rechazo. Por el contrario, los ensayos realizados fuera del campo, en la zona del depósito, sí se desarrollaron hasta alcanzar los rechazos, a más de 10 metros.

Los ensayos de penetración dinámica presentan una gráfica envolvente con valores de golpeo variables 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 muestra la gráfica correspondiente a los mismos. Hay que señalar que las profundidades indicadas se miden a partir del inicio del ensayo.

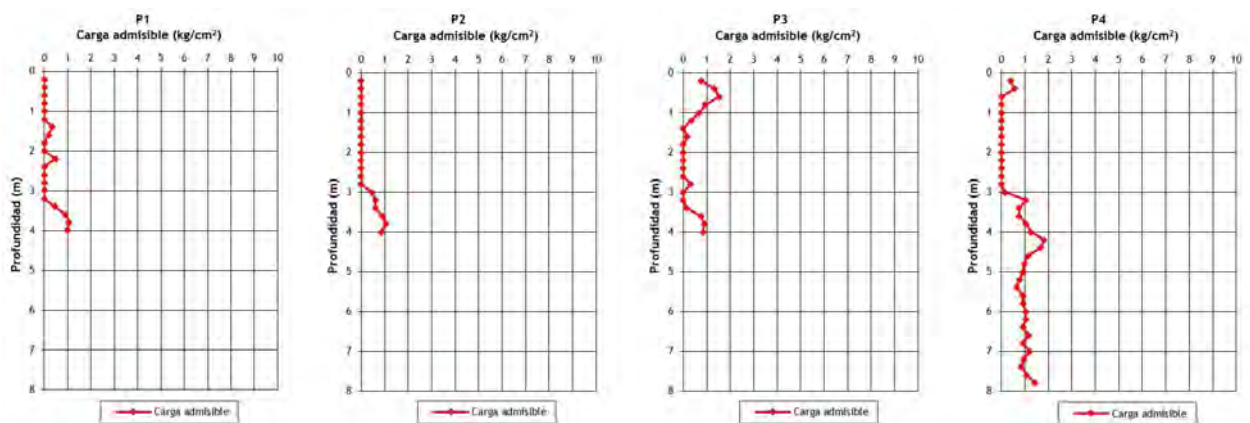
Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm ²)
P1	0,00-3,40	0,00
	3,40-4,00	0,75
P2	0,00-3,00	0,00
	3,00-4,00	0,50
P3	0,00-1,20	0,50
	1,20-3,40	0,00
	3,40-4,00	0,75
P4	0,00-0,40	0,25
	0,40-3,00	0,00
	3,00-6,00	0,75
	6,00-8,00	1,00
P5	0,00-0,80	1,00
	0,80-2,60	0,00
	2,60-3,00	0,50
	3,00-3,60	0,75
	3,60-5,40	1,00
	5,40-6,20	1,25
	6,20-7,40	2,00
	7,40-9,80	2,50
	9,80-10,80	3,00
P6	10,80	Rechazo
	0,00-0,80	1,00
	0,80-3,00	0,00
	3,00-3,40	0,25
	3,40-4,20	0,75
	4,20-6,40	1,00
	6,40-10,00	1,75
	10,00-10,20	3,00
	10,20	Rechazo

Se observa que en la zona superficial de todos los ensayos se registra un nivel de cargas muy bajas y nulas, cuya base se encuentra entre los 3,00 y los 3,40 metros de profundidad. Estas cargas se correlacionan con las arenas con cantos observadas en las catas bajo la tierra vegetal, las cuales en las catas se observaron húmedas. Por lo tanto, se confirma que el terreno está muy blando hasta 3 metros tal y como pudimos deducir el día que hicimos las catas. Esto puede ser un impedimento importante a la hora de compactar las diferentes capas que formarán el nuevo campo.

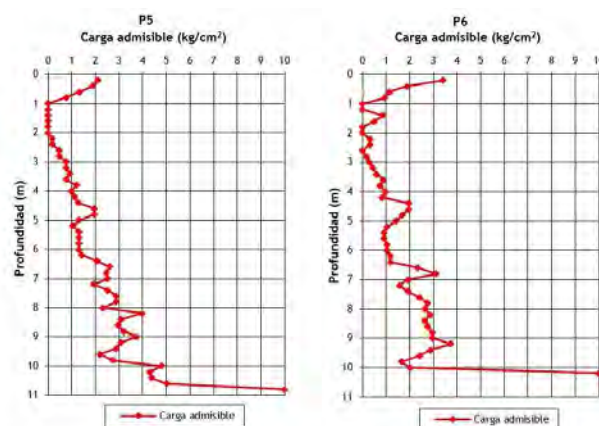
Por debajo, se registran valores de carga algo superiores, que como se puede observar en los ensayos P4, P5 y P6, van incrementándose en profundidad. Dicho incremento se observa gradual, alcanzándose el rechazo del ensayo P5 a 10,80 metros y del P6 a 10,20 metros.

A continuación, podemos ver las gráficas de la evolución de la carga admisible en profundidad para cada uno de los ensayos.

Para el caso de los realizados dentro del campo de fútbol:



Para los realizados en la zona exterior, en donde se plantea la instalación de un depósito:



Como puede observarse en estas gráficas, la carga admisible en la zona superficial hasta los 3-4 metros es prácticamente 0, elevándose de forma progresiva en profundidad.

De esta forma, podemos diferenciar tres niveles de cargas admisibles:

- Un primer nivel de cargas muy bajas e incluso nulas, con valores de N_{30} de entre 0 y 3, desde la superficie hasta los 3,00-3,40 metros de profundidad.
- Un segundo nivel con cargas algo más elevadas, de entre 0,50 y 1,25 kg/cm², desde 3,00-3,40 metros hasta 6,20-6,40 metros.
- Un tercer nivel con cargas admisibles superiores, de 1,75 a 3,00 kg/cm², entre los 6,20-6,40 metros y las cotas de rechazo, a 10,80 y 10,20 metros de profundidad.

Si bien no se han observado las litologías de los materiales en profundidad, podemos interpretar que dichas cargas son provocadas por los depósitos cuaternarios de terraza aluvial, arenas y gravas, hasta 9,80 metros en el ensayo P5, y hasta 10,00 metros en el P6, en donde se podría interpretar la aparición del sustrato rocoso terciario de la zona, formado por margas y yesos.

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 del análisis de las catas realizadas, se seleccionaron cuatro muestras representativas del material reconocido para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. Dichas muestras se tomaron en todas las calicatas a profundidades de entre 0,30 y 0,70 metros.

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

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	4
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	4
Contenido en sulfatos	UNE 83001:2000	4
Contenido en sales solubles	NLT114/99	4
Contenido en materia orgánica	UNE 103204/93	4
Proctor modificado	UNE 103501/94	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 4, adjunto al final de la presente memoria.

	M1	M2	M3	M4
N.º referencia	N15573	N15574	N15575	N15576
Profundidad (m)	0,90	0,70	0,75	0,70
Pasa tamiz 0,08 (%)	89	39	52	94
Límite líquido	22,8	24,9	28,6	27,9
Límite plástico	16,2	18,1	20,1	18,4
Índice de plasticidad	6,6	6,8	8,5	9,5
Sulfatos (mg/kg)	8.145,11	1.579,71	1.498,00	6.535,30
Sales solubles (%)	1,0	0,2	0,1	0,8
Materia orgánica (%)	0,12	0,13	<0,1	0,12
Clasificación ASTM	CL-ML	SC-SM	CL	CL
Clasificación AASHTO	A-4	A-4	A-4	A-4
Suelo	Arcillas limosas / suelo limoso	Arenas arcillo limosas con grava / suelo limoso	Arcillas de baja plasticidad / suelo limoso	Arcillas de baja plasticidad / suelo limoso

Se ha realizado un ensayo Proctor modificado de cara a comprobar su compactación, no observándose durante la ejecución de dicho ensayo ninguna incidencia reseñable. El resultado del ensayo registra una densidad máxima de 1,90 T/m³, con una humedad óptima de 12,33%. Este será el dato de referencia para ver la compactación de este material cuando se compacte la capa de terreno natural antes de introducir las nuevas capas de materiales.

De acuerdo con los ensayos realizados, las muestras se clasifican como suelo tolerable.

7 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para obtener sus características.

Los niveles geotécnicos definidos en función a los horizontes litológicos observados son los siguientes:

- **Nivel geotécnico 0, tierra vegetal.** Nivel superficial que sostiene el césped del campo de fútbol. El espesor observado de este nivel en las catas es variable entre 0,10 y 0,25 metros.
- **Nivel geotécnico I, arenas arcillosas con cantos y gravas de tamaño variable y forma subredondeada. Color marrón.** Nivel que se observa en todas las catas a partir de 0,10-0,25 metros y hasta su final entre los 0,70 y 0,95 metros. Este material se ha observado húmedo en todas las catas, siendo en la C1 en la que estaba más húmedo. Además, se observó que el material es blando, lo que se corrobora con el resultado de los ensayos de penetración realizados junto a las catas, en donde se interpreta una carga admisible de 0,00 kg/cm². Únicamente en la cata C3 la carga admisible del suelo en su zona más superficial es algo superior, 0,50 kg/cm², coincidiendo en dicha cata con que, durante la inspección visual del material excavado, se interpreta que dicho material en ese punto pudiera ser material de relleno o natural pero mezclado con relleno. En ninguna cata se ha observado la base de este nivel, si bien mediante el ensayo de penetración P4 (que se profundizó hasta los 8 metros), así como en los ensayos P5 y P6, se observa que las cargas bajas superficiales pasan a cargas superiores a partir de en torno a los 3,00 metros. En estos últimos ensayos se observa también un notable incremento en las cargas admisibles a partir de 6,20-6,40 metros, pasando a registrarse valores de entre 2,00 y 2,50 kg/cm². Si bien no se han realizado ensayos de observación directa a dicha profundidad, se puede interpretar que dichas cargas pudieran corresponderse con los depósitos coluviales y aluviales cuaternarios sobre los que se encuentra Arguedas, que van ganando compacidad y por lo tanto carga admisible en profundidad. Según Casagrande, se clasifican como CL (arcillas de baja plasticidad), CL-ML (arcillas y limos inorgánicos) y SC-SM (arenas limo arcillosas con gravas), y según AASHTO como A-4 (suelo limoso). Los parámetros geotécnicos calculados para este

material, considerando los valores medios de N_{30} diferenciados en profundidad en los ensayos de penetración, son:

Valor medio N_{30}	0-3	12	34
Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,60-1,80	1,70-1,90	1,90-2,10
Cohesión c (kg/cm ²)	0,00	0,00	0,00
Ángulo de rozamiento interno ($^{\circ}$)	20-26,87	33,75	39,21
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	22,00-37,00	82,00	192,00
Carga admisible (kg/cm ²)	0,00-0,34	0,50-1,25	1,75-2,50
Coeficiente de balasto $K_{\phi 30}$ (kg/cm ³)	0-1,96	7,85	22,25
Coeficiente de balasto K_{30} (kg/cm ³)	0-1,66	6,65	18,84

- **Nivel geotécnico II, arcillas y margas con yesos**, pertenecientes al sustrato rocoso de la zona, representado por la Unidad Yesos de Los Arcos (Terciario). Este material no se ha observado de forma directa, pero se podría interpretar a partir de 9,80-10,00 metros en la zona en la que se proyecta la instalación del depósito. Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel, considerando el rechazo de los ensayos de penetración dinámica, son los siguientes:

Valor medio N_{30}	50
Peso específico aparente γ (g/cm ³)	2,10-2,40
Resistencia comp. simple q_u (kg/cm ²)	6,25
Cohesión c (kg/cm ²)	3,13
Ángulo de rozamiento interno ($^{\circ}$)	0,00
Cohesión efectiva c (kg/cm ²)	0,63
Ángulo de rozamiento efectivo ($^{\circ}$)	26,65
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	406,25
Carga admisible (kg/cm ²)	4,00

8 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

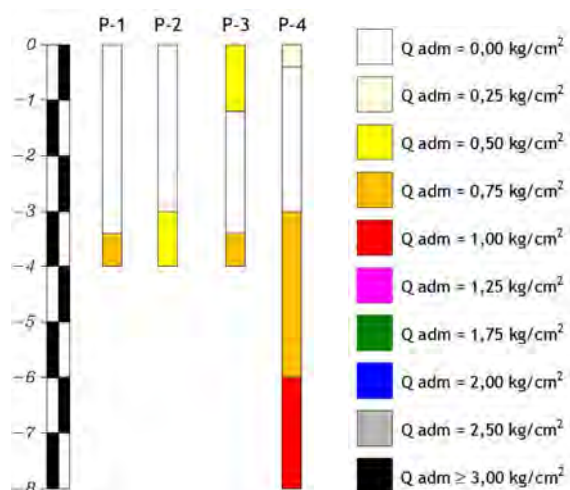
A continuación, se exponen las consideraciones técnicas al respecto a la construcción del nuevo campo de fútbol de hierba artificial, tras el análisis de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio realizados.

El campo de fútbol se encuentra emplazado en una zona cuyo suelo está formado por depósitos coluviales y aluviales cuaternarios, compuestos por arenas con cantos y gravas. De acuerdo con los ensayos de penetración, la base de dicho depósito se interpreta a partir de 9,80 metros de profundidad. Dentro del depósito cuaternario, se pueden diferenciar tres niveles de cargas admisibles, a priori con una litología similar, de arenas arcillosas con cantos y gravas. El primero de estos niveles presenta una carga admisible prácticamente nula hasta los 3,00-3,40 metros de profundidad (nivel Ia). El segundo, hasta los 6,00-6,40 metros presenta una carga admisible media de 1,00 kg/cm² (nivel Ib), y el último ya registra valores de carga superiores, de entre 1,75 y 2,50 kg/cm² (nivel Ic).

En todos los ensayos de penetración realizados se observa ese nivel superficial de cargas de incluso 0,00 kg/cm² en algunos puntos, que comienzan a recuperar carga a partir de los 3 metros. Es decir, el campo de fútbol se encuentra totalmente sobre este nivel. Durante la ejecución de las catas ya se observó que el material era blando, lo cual queda corroborado por estos resultados.

También durante la excavación de las catas se observó humedad en el material excavado, especialmente en la cata C1, pero no se observó nivel freático. Durante la ejecución de los penetrómetros no se detectó agua ya que las barras extraídas tras los ensayos estaban secas, pero sí que se observó que en las catas C1, C2 y C4 había agua en su interior. Este aspecto podría ser debido a la acumulación de agua de riego en los huecos de las catas o a la existencia de un nivel freático superficial cuya circulación sea muy lenta debido a la granulometría del suelo por el que se filtra, lo que hubiera impedido su detección en el momento de ejecución de las catas. Esta suposición se considera menos probable ya que por sondeos realizados en Arguedas para estudios previos, se ha observado la aparición de nivel freático a partir de 3,00-4,00 metros de profundidad.

Lo que sí es evidente es que el material sobre el que se encuentra el campo es muy blando, como así queda de forma gráfica en la siguiente imagen de las cargas interpretadas para cada ensayo en profundidad.



Como se puede observar, las cargas de los materiales que forman el terreno de juego hasta en torno a los 3 metros es nula. El ensayo P4 se profundizó hasta los 8 metros para observar su evolución en profundidad, registrando valores de $1,00 \text{ kg/cm}^2$ a partir de 6 metros.

Teniendo esto en cuenta, consideramos los siguientes aspectos:

- El suelo del que se parte es blando, prácticamente sin capacidad portante.
- De acuerdo con la publicación “Seguridad y mantenimiento de los campos de fútbol de césped artificial” del Consejo Superior de Deportes (2012), la base del relleno proyectado para la instalación de hierba artificial debe ser terreno natural compactado. Esto significa que se deberá compactar el terreno natural que forma la base del relleno, en este caso, arenas arcillosas con cantos. La densidad que se deberá alcanzar en la base es la densidad Proctor.
- En el caso de que por la baja compacidad del material no se pueda compactar adecuadamente, se tendrá que crear una base competente de material, por ejemplo, mediante la colocación de una capa de piedra en rama o bolo, de espesor suficiente como para que permita la compactación de las capas de relleno superiores.
- Puede ser aconsejable investigar la humedad del suelo en el terreno de juego, para corroborar si se debe a los riegos del mismo, mediante la ejecución de un sondeo más profundo en alguna zona que no perjudique a las instalaciones. Conocer de forma exacta la cota a la que aparece el nivel freático es también importante de cara a la ejecución de la excavación prevista para la instalación del depósito.
- Se aconseja la adecuación de los drenajes interiores del actual campo de fútbol a la hierba artificial, si éstos se han observado efectivos hasta la fecha.

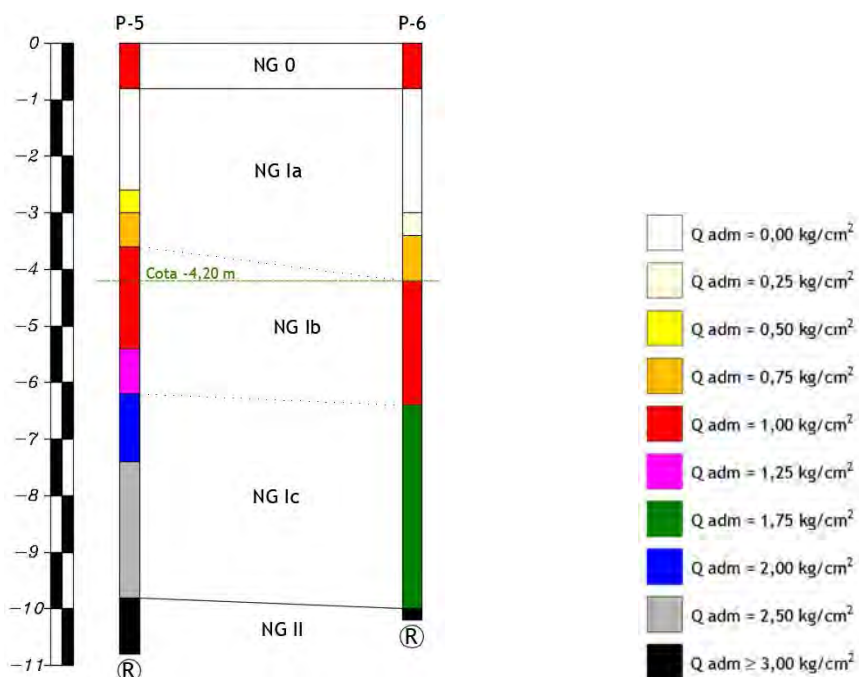
- Es evidente que el mayor problema será alcanzar una buena compactación. Si la humedad es debida al riego puede ser aconsejable dejar de regar en cuanto sea posible para que el terreno se seque y se pueda compactar sobre el mismo. Si la humedad es natural, será difícil compactar, los penetrómetros indican materiales muy blandos hasta más de 3 metros de profundidad, en ese caso la capa de bolo o piedra puede ser la solución para poder meter después las catas de zahorras o gravas previstas en proyecto.

Zona de emplazamiento del depósito

Para la ubicación del depósito, se han realizado dos ensayos de penetración dinámica DPSH en la zona en la que se prevé su ubicación, ensayos P5 y P6.

A continuación, podemos ver el perfil de cargas de acuerdo con dichos ensayos, en el que se muestran los niveles geotécnicos definidos anteriormente en el apartado 7.

También hemos marcado la cota -4,20 metros, a la que se tiene previsto el apoyo del depósito.



Se puede ver que la evolución de cargas es similar en ambos ensayos, con los tres niveles de cargas para los depósitos cuaternarios (niveles Ia, Ib y Ic), comentados en el apartado 7. El nivel superficial definido como NG 0 está formado en esta zona, por el firme superficial de las instalaciones existentes.

Se observa que la cota -4,20 metros se encuentra sobre la parte superior del nivel Ib, con una carga admisible en ambos ensayos de 1,00 kg/cm².

Así, teniendo en cuenta que no se han realizado ensayos de observación directa, podemos interpretar que el apoyo se producirá sobre las arenas arcillosas con cantos con una carga admisible de 1,00 kg/cm². De acuerdo con este ensayo, se podría pensar en la ejecución de una cimentación mediante losa o zapatas, con una carga de trabajo de 1,00 kg/cm².

Por información del peticionario, este tipo de depósitos se instala sobre una capa de arena que se amolda a la forma del depósito para que éste no apoye solo sobre su generatriz, rodeándolo posteriormente de hormigón. La dirección técnica deberá calcular la carga que ejerce el depósito junto con la cimentación, para así garantizar que dicha carga no sobrepase la carga admisible del terreno, de 1,00 kg/cm².

De acuerdo con los ensayos químicos realizados, los suelos presentan cierto contenido en sulfatos, que en dos de las muestras (M1 y M4), las clasifica como agresivas al hormigón con tipo de exposición Qb (ataque medio). Las otras muestras también presentan sulfatos, pero no alcanzan los valores mínimos para clasificarse como agresivas.

De cara a estimar los posibles asentamientos que pudieran generarse a partir de la cimentación del depósito, consideramos unas dimensiones de 3x5 metros y una cota de excavación de -4,20 metros.

Así, considerando una cimentación mediante zapatas y otra mediante losa armada, obtenemos los siguientes asentamientos.

Cimentación mediante zapatas.

Zapatas aisladas				
Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,32	0,48	0,64	0,80
Zapatas corridas				
Ancho B (m)	0,60	0,80	1,00	1,20
Asiento (cm)	0,28	0,38	0,47	0,56

Cimentación mediante losa armada. Considerando una distancia a nivel no deformable desde la cara baja de la cimentación de 5,80 metros (se considera la aparición del nivel no deformable a las cotas de alcance de los rechazos de los penetrómetros), se obtiene un asentamiento de S igual a 2,00 cm.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se solicita a **GEEA Geólogos**, a requerimiento del **AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la transformación del campo de fútbol de dicha localidad, de hierba natural a hierba artificial. Dicho campo está situado en la calle Tejerías, situada en el extremo sur de Arguedas (Navarra).
- El perfil geotécnico definido para el suelo bajo el actual campo de fútbol está formado por los siguientes niveles:
 - **Nivel geotécnico 0, tierra vegetal.** Nivel superficial que sostiene el césped del campo de fútbol. El espesor observado de este nivel en las catas es variable entre 0,10 y 0,25 metros.
 - **Nivel geotécnico I, arenas arcillosas con cantos y gravas de tamaño variable y forma subredondeada. Color marrón.** Nivel que se observa en todas las catas a partir de 0,10-0,25 metros y hasta su final entre los 0,70 y 0,95 metros. Este material se ha observado húmedo en todas las catas, siendo en la C1 en la que estaba más húmedo. Además, se observó que el material es blando, lo que se corrobora con el resultado de los ensayos de penetración realizados junto a las catas, en donde se interpreta una carga admisible de 0,00 kg/cm². Únicamente en la cata C3 la carga admisible del suelo en su zona más superficial es algo superior, 0,50 kg/cm², coincidiendo en dicha cata con que durante la inspección visual del material excavado, se interpreta que dicho material en ese punto pudiera ser material de relleno o natural pero mezclado con relleno. En ninguna cata se ha observado la base de este nivel, si bien mediante el ensayo de penetración P4 (que se profundizó hasta los 8 metros), así como en los ensayos P5 y P6, se observa que las cargas bajas superficiales pasan a cargas superiores a partir de en torno a los 3,00 metros. En estos últimos ensayos se observa también un notable incremento en las cargas admisibles a partir de 6,20-6,40 metros, pasando a registrarse valores de entre 2,00 y 2,50 kg/cm². Si bien no se han realizado ensayos de observación directa a dicha profundidad, se puede interpretar que dichas cargas pudieran corresponderse con los depósitos coluviales y aluviales cuaternarios sobre los que se encuentra Arguedas, que van ganando compacidad y por lo tanto carga admisible en profundidad.

- **Nivel geotécnico II, arcillas y margas con yesos**, pertenecientes al sustrato rocoso de la zona, representado por la Unidad Yesos de Los Arcos (Terciario). Este material no se ha observado de forma directa, pero se podría interpretar a partir de 9,80-10,00 metros en la zona en la que se proyecta la instalación del depósito.
- No se ha identificado la presencia de nivel freático durante la ejecución de las catas, aunque sí se observó que el material excavado estaba húmedo. Interpretamos esta humedad como producto de los riegos del campo, si bien es un aspecto que podría comprobarse mediante un sondeo más profundo, para desestimar definitivamente la existencia de un nivel freático superficial.
- Durante la excavación de las catas se observó el material muy blando, lo que fue corroborado mediante los ensayos de penetración dinámica, los cuales registraron un nivel de carga prácticamente nula hasta en torno a los 3 metros de profundidad.
- En caso de no ser posible la compactación del nivel de superficial del depósito cuaternario por su baja compacidad, se deberá adecuar un nivel competente, mediante la explanación de un nivel de piedra en rama o bolo, de un espesor suficiente para que se puedan compactar las capas de zahorra superiores, o del relleno que la Dirección de la obra estime oportuno.
- Las capas de material a aportar deberán ser de materiales adecuados o seleccionados, sin sulfatos, ni yesos. Este aspecto es importante ya que las aguas de riego tienen una gran capacidad de disolución por lo que podrían lavar dichos sulfatos y crear problemas a futuro. En nuestra opinión será mejor utilizar material natural que reciclado, ya que este último suele tener más yesos, sulfatos que el material natural, en todo caso deberán ser adecuados o seleccionados según PG-3.
- Se aconseja adecuar la red de drenaje del campo actual al nuevo terreno artificial, en el caso de que se haya comprobado que su funcionamiento ha sido correcto. En caso contrario, se deberá diseñar una red de drenaje nueva. En todo caso las pendientes de la super-

ficie del terreno deberán direccionarse hacia dichos drenajes.

- Se prevé la instalación de un depósito enterrado a 4,20 metros de profundidad en la esquina suroeste del campo, fuera del mismo, en donde se emplazaron dos penetrómetros. De acuerdo con los resultados de estos ensayos, la carga de trabajo para el diseño de la cimentación de dicho depósito no deberá ser superior a 1,00 kg/cm². La cimentación podrá realizarse tanto mediante zapatas como mediante losa armada, o con el sistema que la Dirección de la obra estime oportuno, siempre y cuando no se sobrepase dicha carga.

Estella, 19 de agosto de 2020.

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.



ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **DESCRIPCIÓN CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS.**
- **REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS REALIZADAS.**

ANEXO N.º 1

MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA

Hoja: Gob. de Navarra 1:25.000 Arguedas (hoja 244-IV)

ANEXO N.º 2

DESCRIPCIÓN DE CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS

OBRA: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

CALICATA: C1

FECHA: 30 de julio de 2020

REF. ENSAYO: G12763

REF. INFORME: ES/GE080/0720

OBSERVACIONES: Material húmedo en el fondo de la cata. Paredes estables.



OBRA: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

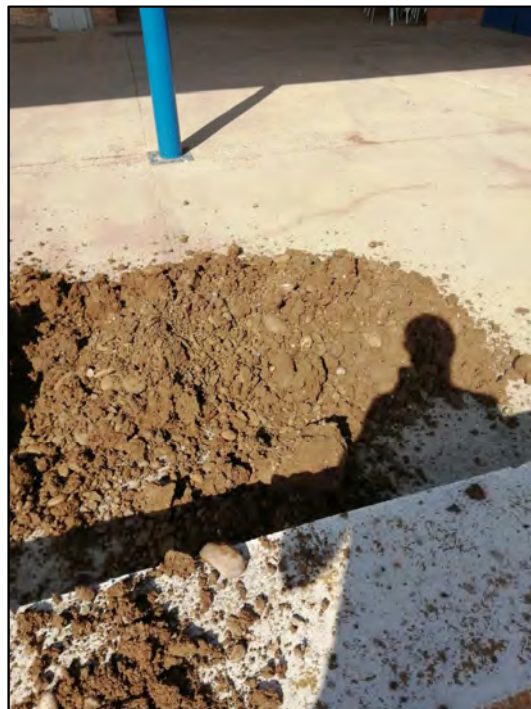
CALICATA: C2

FECHA: 30 de julio de 2020

REF. ENSAYO: G12764

REF. INFORME: ES/GE080/0720

OBSERVACIONES: Material húmedo. Paredes estables.



OBRA: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

CALICATA: C3

FECHA: 30 de julio de 2020

REF. ENSAYO: G12765

REF. INFORME: ES/GE080/0720

OBSERVACIONES: Material algo húmedo. Paredes estables.



OBRA: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

CALICATA: C4

FECHA: 30 de julio de 2020

REF. ENSAYO: G12766

REF. INFORME: ES/GE080/0720

OBSERVACIONES: Material húmedo. Paredes estables.



ANEXO N.º 3

REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui
T y F: 948 554 811, M: 606 507 335
Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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

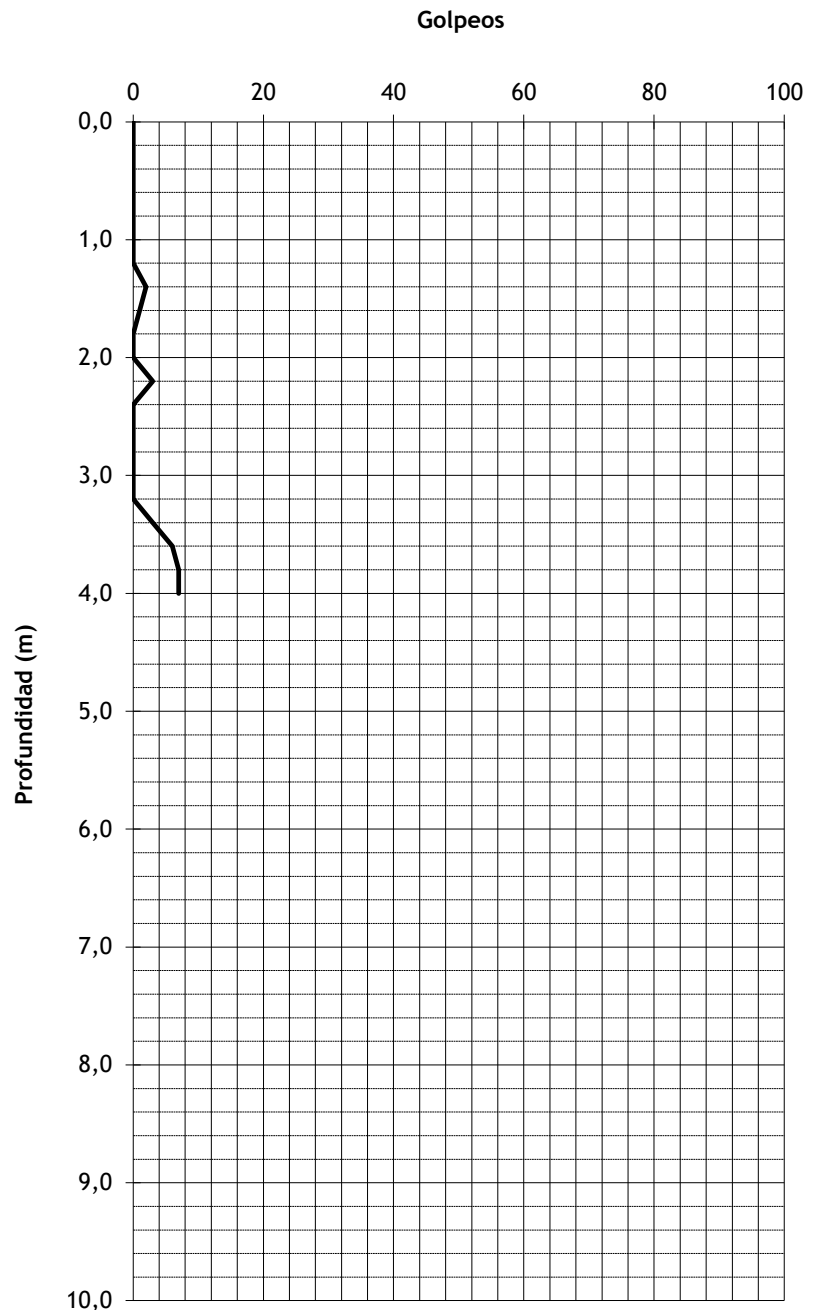
www.geea.es

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

Obra: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).
Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
Ref. Inf.: ES/GE080/0720

Penetración N°: 1
Referencia: G12767
Fecha: 3 de agosto de 2020

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	0
0.40-0.60	0
0.60-0.80	0
0.80-1.00	0
1.00-1.20	0
1.20-1.40	2
1.40-1.60	1
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	3
2.20-2.40	0
2.40-2.60	0
2.60-2.80	0
2.80-3.00	0
3.00-3.20	0
3.20-3.40	3
3.40-3.60	6
3.60-3.80	7
3.80-4.00	7
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.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Ref. Inf.: ES/GE080/0720

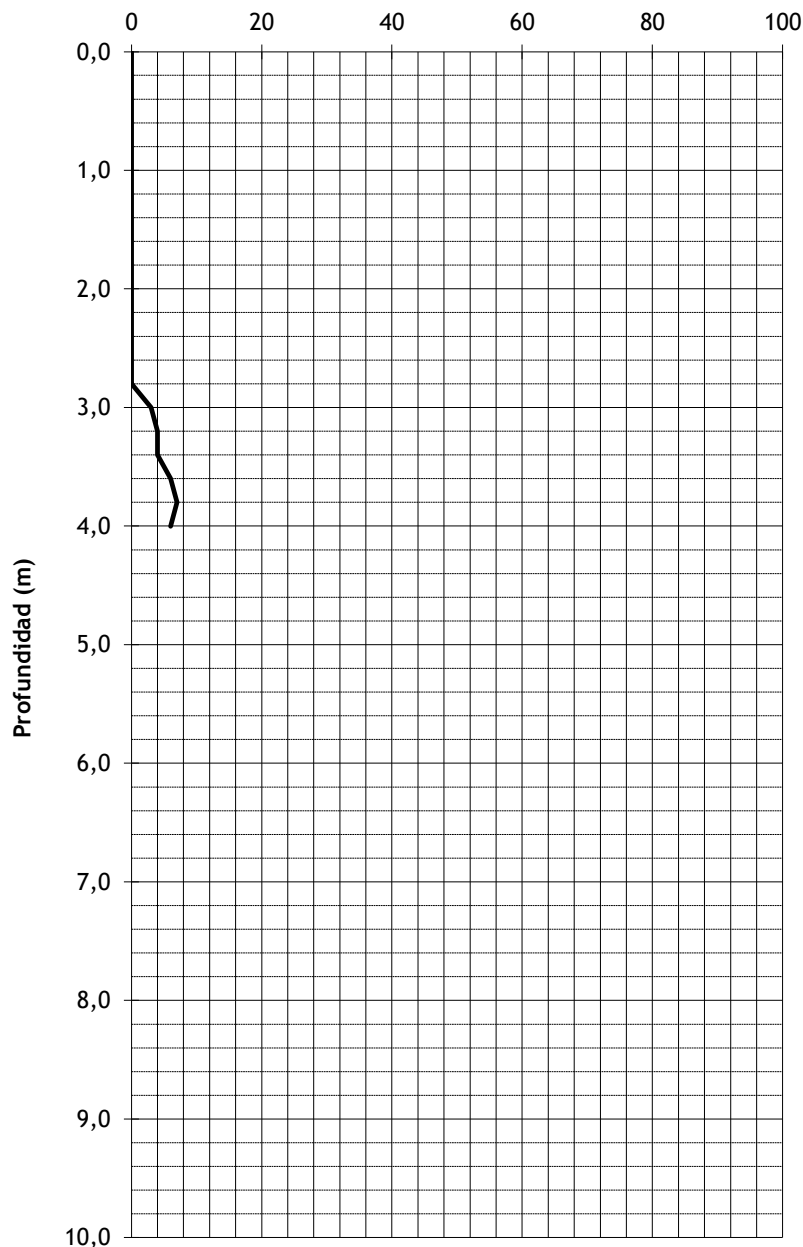
Penetración N°: 2

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	0
0.20-0.40	0
0.40-0.60	0
0.60-0.80	0
0.80-1.00	0
1.00-1.20	0
1.20-1.40	0
1.40-1.60	0
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	0
2.20-2.40	0
2.40-2.60	0
2.60-2.80	0
2.80-3.00	3
3.00-3.20	4
3.20-3.40	4
3.40-3.60	6
3.60-3.80	7
3.80-4.00	6
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.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Ref. Inf.: ES/GE080/0720

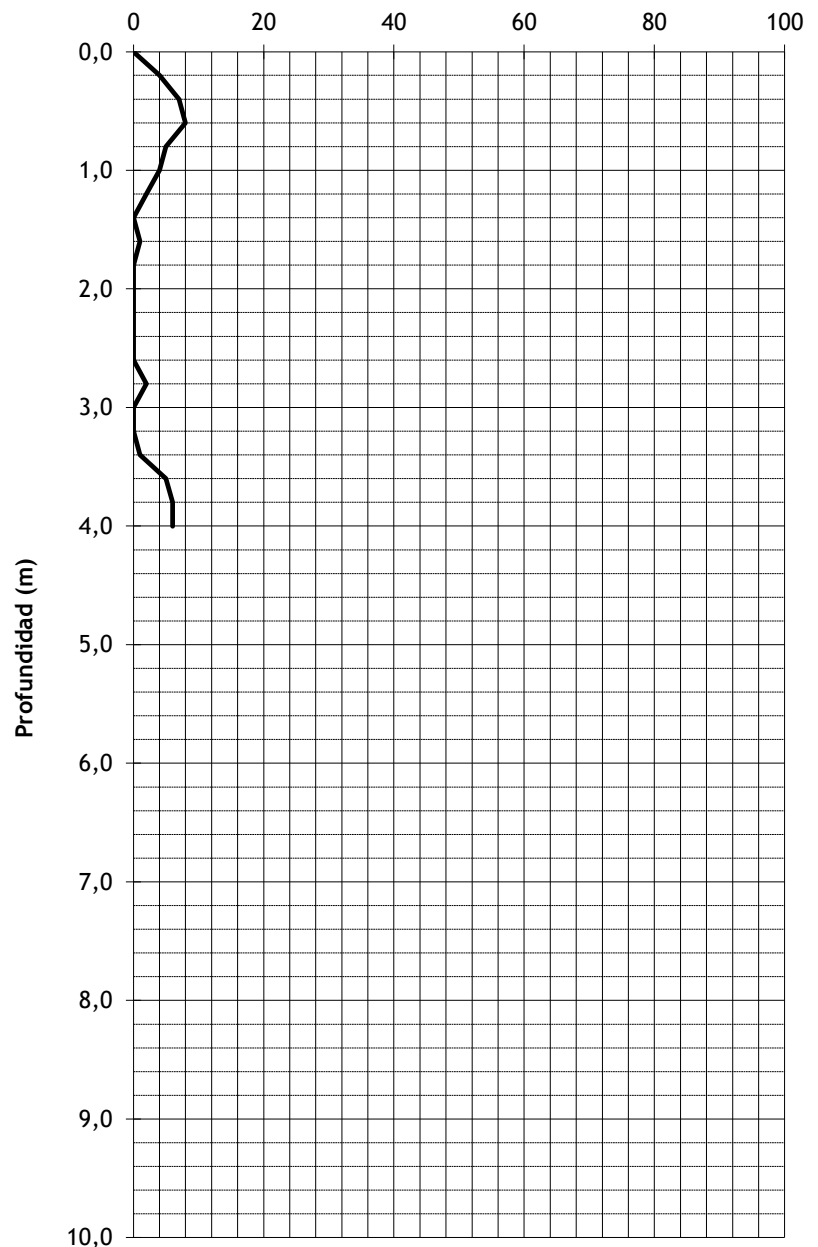
Penetración N°: 3

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	4
0.20-0.40	7
0.40-0.60	8
0.60-0.80	5
0.80-1.00	4
1.00-1.20	2
1.20-1.40	0
1.40-1.60	1
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	0
2.20-2.40	0
2.40-2.60	0
2.60-2.80	2
2.80-3.00	0
3.00-3.20	0
3.20-3.40	1
3.40-3.60	5
3.60-3.80	6
3.80-4.00	6
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.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Ref. Inf.: ES/GE080/0720

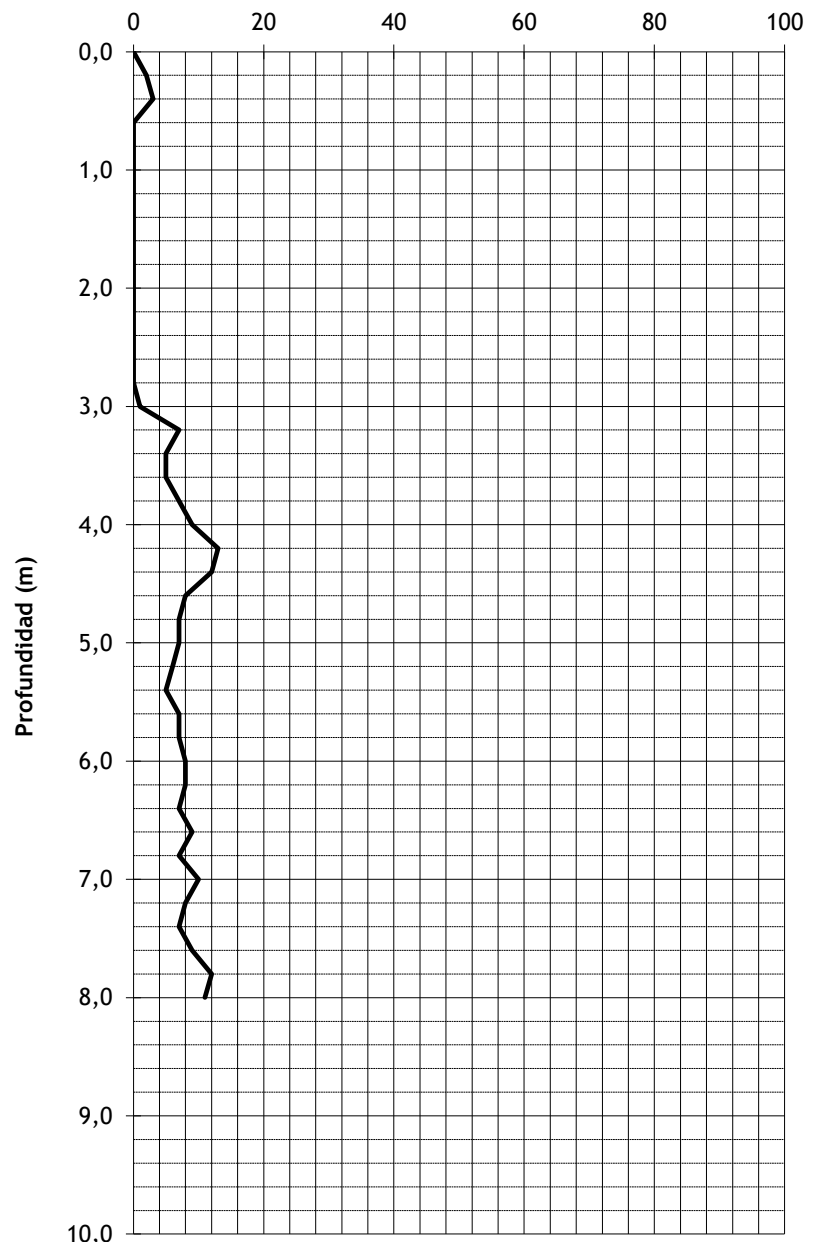
Penetración N°: 4

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	2
0.20-0.40	3
0.40-0.60	0
0.60-0.80	0
0.80-1.00	0
1.00-1.20	0
1.20-1.40	0
1.40-1.60	0
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	0
2.20-2.40	0
2.40-2.60	0
2.60-2.80	0
2.80-3.00	1
3.00-3.20	7
3.20-3.40	5
3.40-3.60	5
3.60-3.80	7
3.80-4.00	9
4.00-4.20	13
4.20-4.40	12
4.40-4.60	8
4.60-4.80	7
4.80-5.00	7
5.00-5.20	6
5.20-5.40	5
5.40-5.60	7
5.60-5.80	7
5.80-6.00	8
6.00-6.20	8
6.20-6.40	7
6.40-6.60	9
6.60-6.80	7
6.80-7.00	10
7.00-7.20	8
7.20-7.40	7
7.40-7.60	9
7.60-7.80	12
7.80-8.00	11
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.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Ref. Inf.: ES/GE080/0720

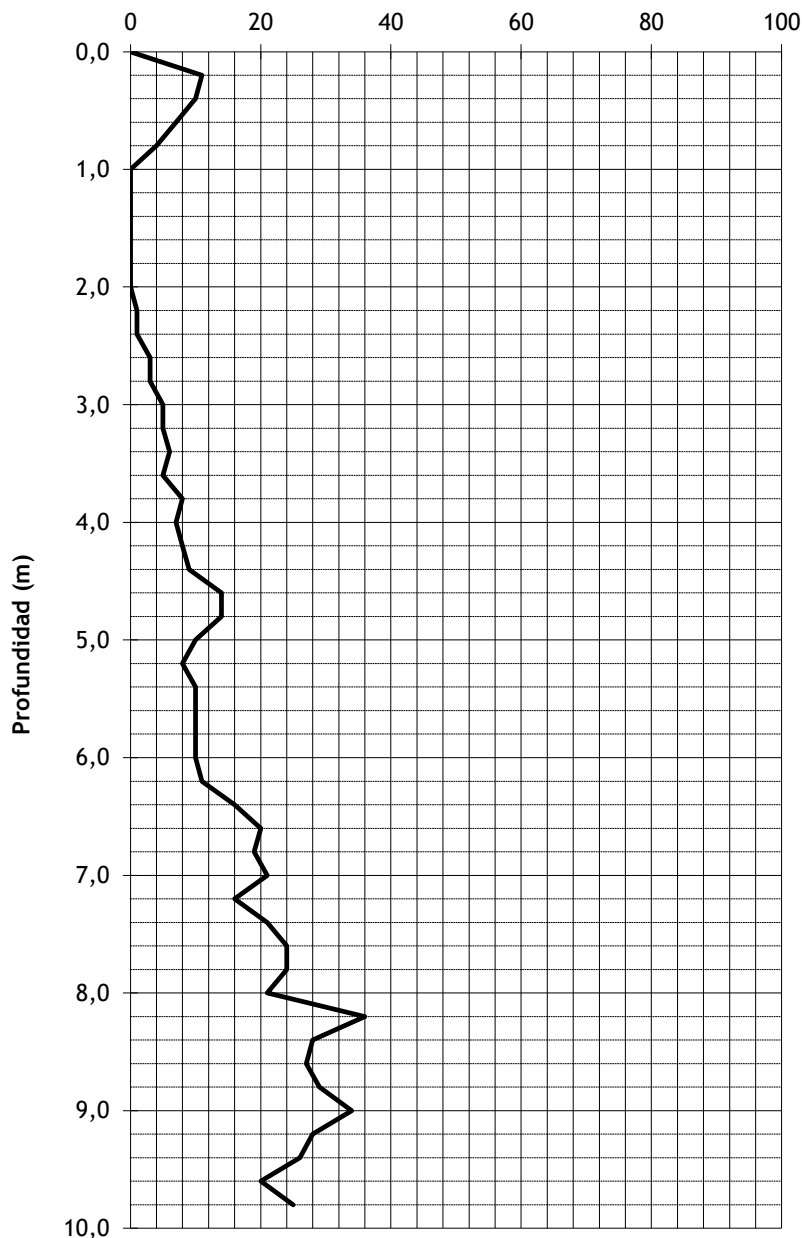
Penetración N°: 5 (1 de 2)

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	11
0.20-0.40	10
0.40-0.60	7
0.60-0.80	4
0.80-1.00	0
1.00-1.20	0
1.20-1.40	0
1.40-1.60	0
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	1
2.20-2.40	1
2.40-2.60	3
2.60-2.80	3
2.80-3.00	5
3.00-3.20	5
3.20-3.40	6
3.40-3.60	5
3.60-3.80	8
3.80-4.00	7
4.00-4.20	8
4.20-4.40	9
4.40-4.60	14
4.60-4.80	14
4.80-5.00	10
5.00-5.20	8
5.20-5.40	10
5.40-5.60	10
5.60-5.80	10
5.80-6.00	10
6.00-6.20	11
6.20-6.40	16
6.40-6.60	20
6.60-6.80	19
6.80-7.00	21
7.00-7.20	16
7.20-7.40	21
7.40-7.60	24
7.60-7.80	24
7.80-8.00	21
8.00-8.20	36
8.20-8.40	28
8.40-8.60	27
8.60-8.80	29
8.80-9.00	34
9.00-9.20	28
9.20-9.40	26
9.40-9.60	20
9.60-9.80	25
9.80-10.00	48





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pº Sandua nº 28, 31012 Pamplona

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 Huarte Pamplona

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

T: 941 509 482, M: 695 363 336

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

Obra: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

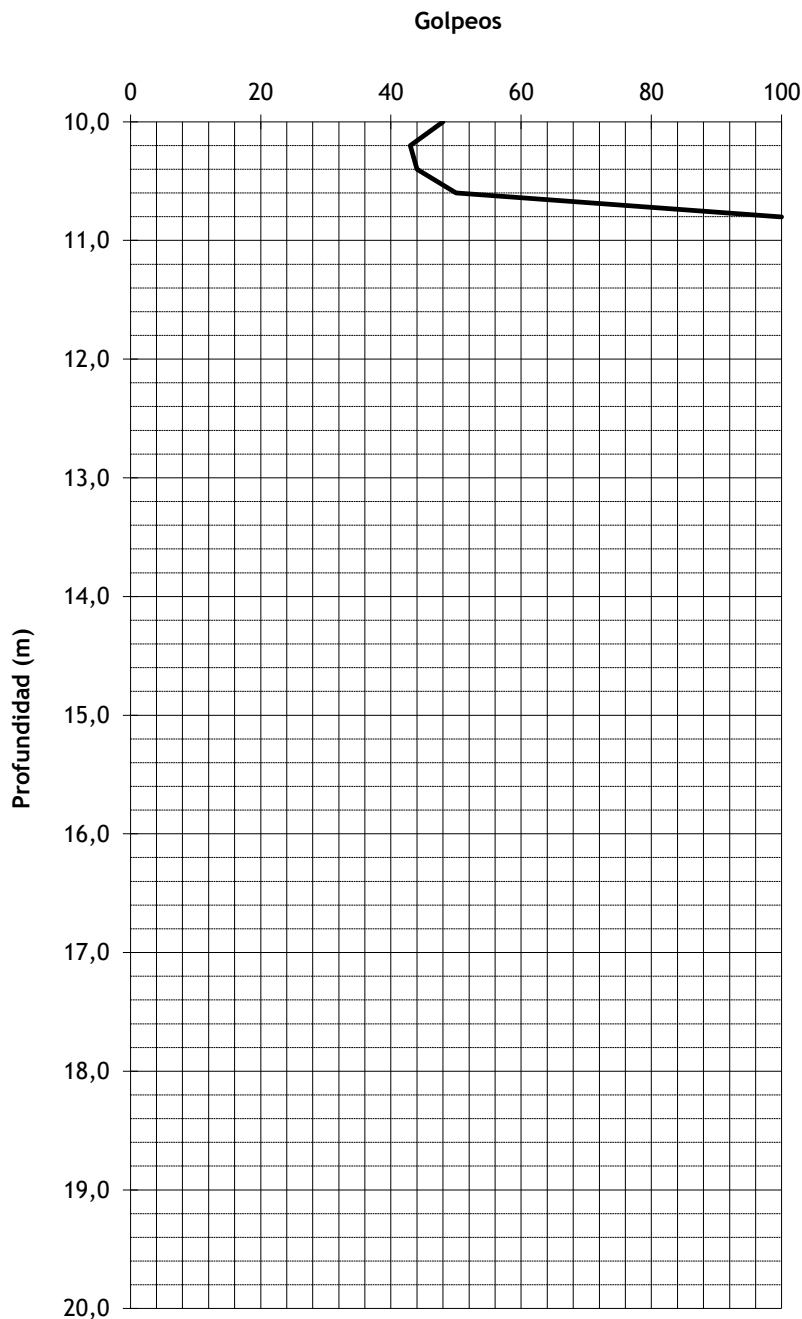
Ref. Inf.: ES/GE080/0720

Penetración N°: 5 (2 de 2)

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
10.00-10.20	43
10.20-10.40	44
10.40-10.60	50
10.60-10.80	RECHAZO
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	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 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: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Ref. Inf.: ES/GE080/0720

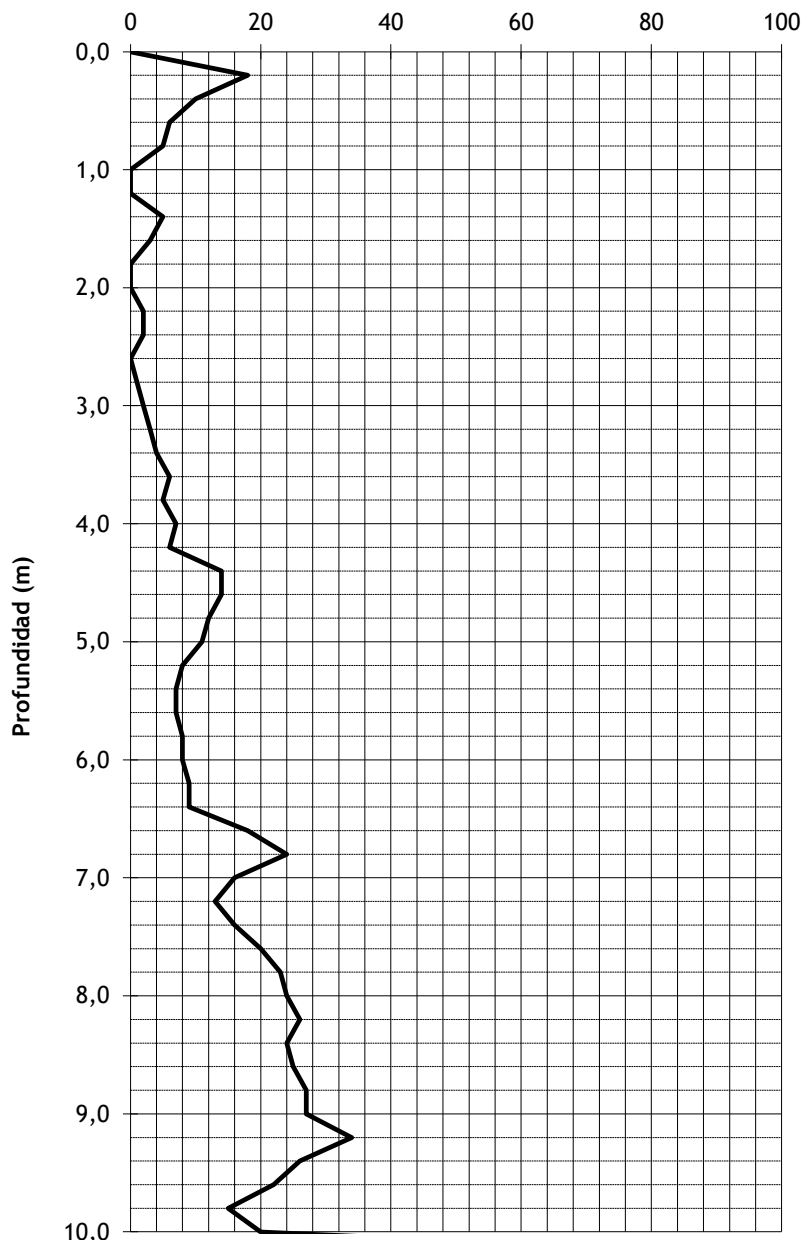
Penetración Nº: 6 (1 de 2)

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	18
0.20-0.40	10
0.40-0.60	6
0.60-0.80	5
0.80-1.00	0
1.00-1.20	0
1.20-1.40	5
1.40-1.60	3
1.60-1.80	0
1.80-2.00	0
2.00-2.20	2
2.20-2.40	2
2.40-2.60	0
2.60-2.80	1
2.80-3.00	2
3.00-3.20	3
3.20-3.40	4
3.40-3.60	6
3.60-3.80	5
3.80-4.00	7
4.00-4.20	6
4.20-4.40	14
4.40-4.60	14
4.60-4.80	12
4.80-5.00	11
5.00-5.20	8
5.20-5.40	7
5.40-5.60	7
5.60-5.80	8
5.80-6.00	8
6.00-6.20	9
6.20-6.40	9
6.40-6.60	18
6.60-6.80	24
6.80-7.00	16
7.00-7.20	13
7.20-7.40	16
7.40-7.60	20
7.60-7.80	23
7.80-8.00	24
8.00-8.20	26
8.20-8.40	24
8.40-8.60	25
8.60-8.80	27
8.80-9.00	27
9.00-9.20	34
9.20-9.40	26
9.40-9.60	22
9.60-9.80	15
9.80-10.00	20





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pº Sandua nº 28, 31012 Pamplona

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 Huarte Pamplona

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

T: 941 509 482, M: 695 363 336

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

Obra: Campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).

Cliente: AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

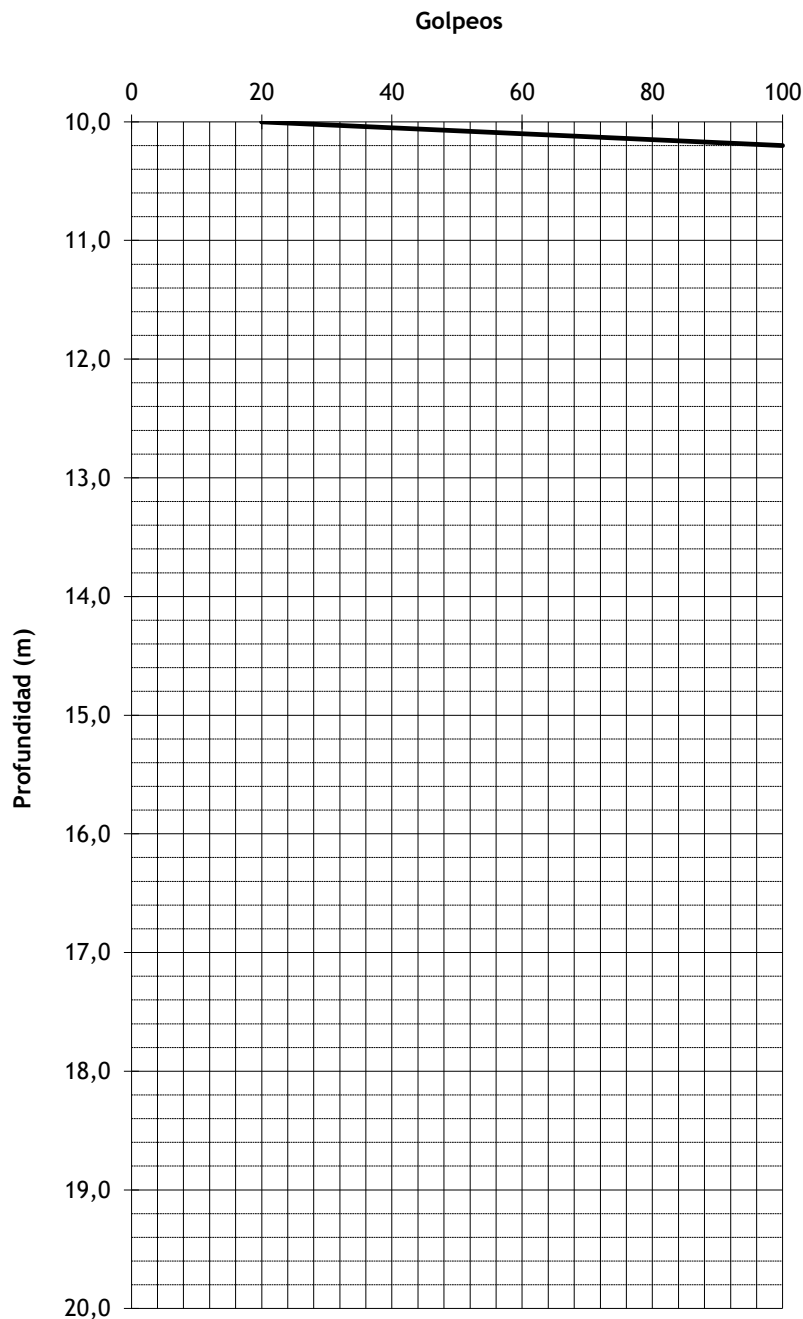
Ref. Inf.: ES/GE080/0720

Penetración N°: 6 (2 de 2)

Referencia: G12767

Fecha: 3 de agosto de 2020

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
10.00-10.20	100
10.20-10.40	
10.40-10.60	
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	



ANEXO N.º 4

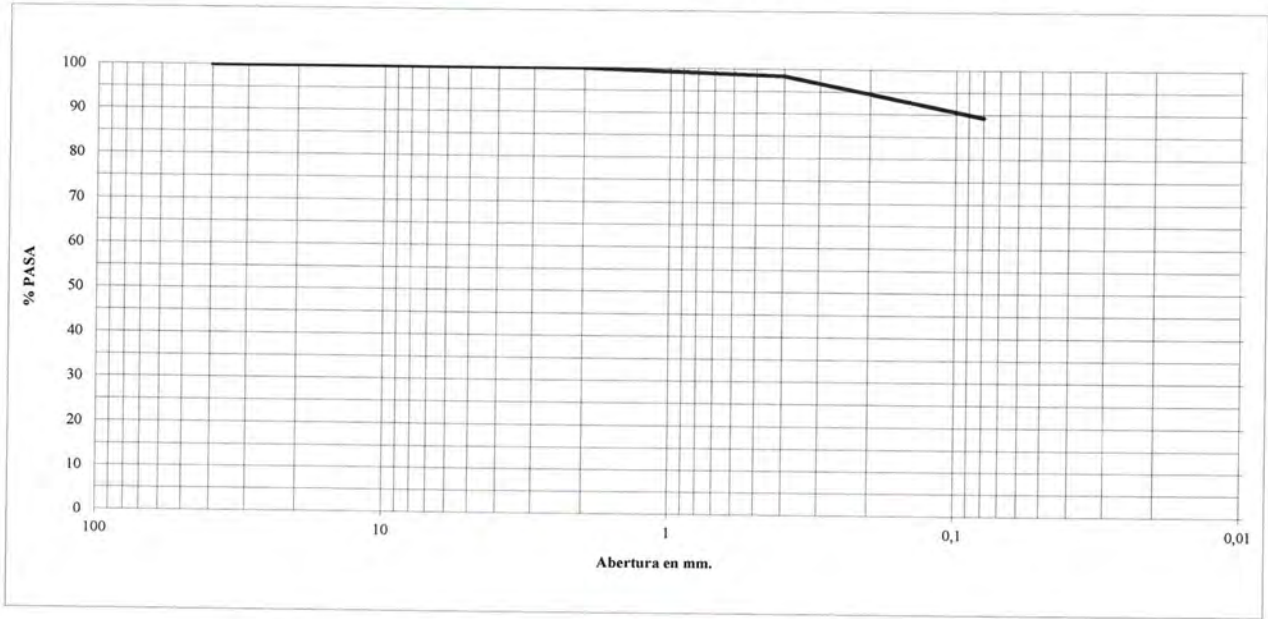
BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN051105	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra.... N15573	Referencia Informe..... EN-463
PROCEDENCIA CATA	REF. CLIENTE M1
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA 30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA ARGUEDAS

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	127,6
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	127,5
$D = (B + C)$	Muestra total seca	127,5
E	Frac. fina ensayada seca al aire	127,6
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	127,5
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	
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			127,5	100
0,4	40	1,9	1,9	125,6	99
0,08	200	11,6	11,6	114,0	89



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



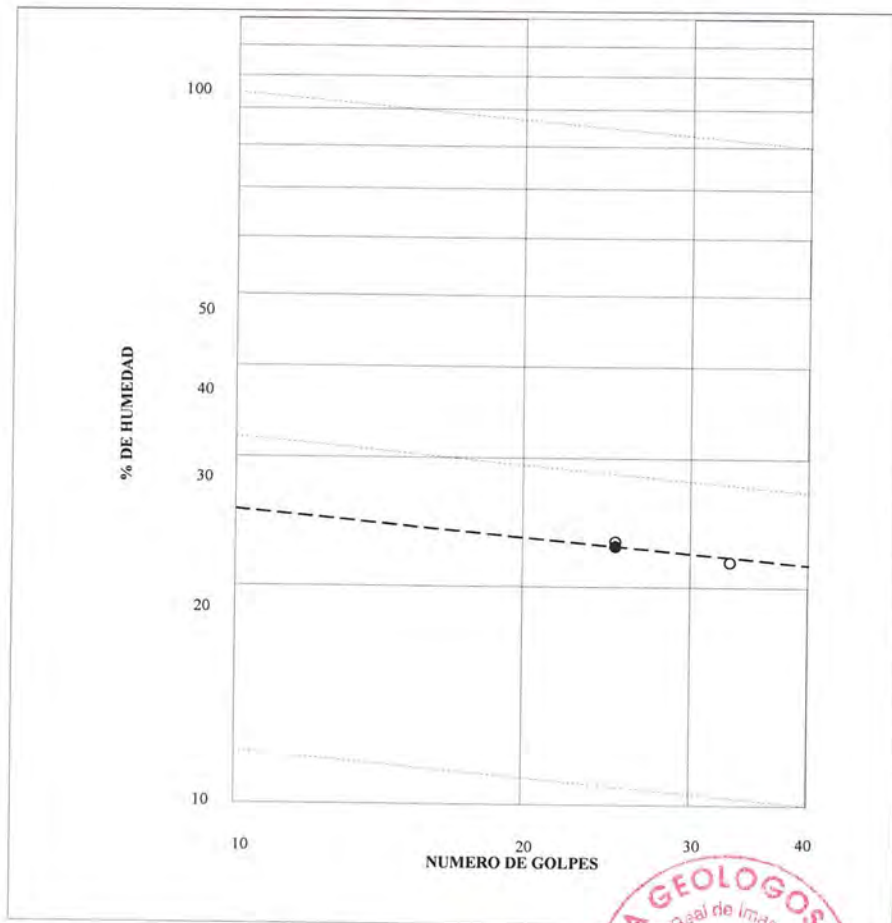

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 103103/94 103104/93
			Acta n° AN051106	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

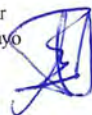
Referencia Muestra....	N15573	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	25	33	-	Referencia tara	L3	L8
-	Referencia tara	L20	L14	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,98	1,63
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,01	2,50	t+s+a	Tara + suelo + agua	23,46	21,11
t+s+a	Tara + suelo + agua	25,40	23,45	t+s	Tara + suelo	21,48	19,48
t+s	Tara + suelo	22,39	20,95	t	Tara	9,30	9,42
t	Tara	9,37	9,42	s=(t+s)-t	Suelo	12,18	10,06
s=(t+s)-t	Suelo	13,02	11,53	w=100*(a/s)	% Humedad	16,3	16,2
w=100*(a/s)	% Humedad	23,1	21,7				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	22,8
LIMITE PLASTICO =	16,2
INDICE PLASTICIDAD =	6,6

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 2 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS	
	<i>Norma</i> UNE 103204/93	
	<i>Acta nº</i> AN051106	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUED

Referencia Muestra....	N15573	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO			
-	Referencia tara	M - 1	M - 2
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100	100
f	Factor de normalidad Permanganato	1,0000	1,0000
g	Total muestra ensayada (gr)	0,2630	0,2588
V	Volumen Permanganato Potásico valoración (cm ³)	0,30	0,30

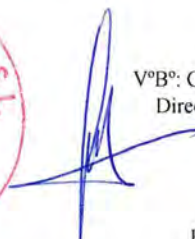
RESULTADO ENSAYO
$\% \text{ mat org (f < 2 UNE)} = [[0,1032 * V * f] / g]$
Mat. orgánica referida fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) = 0,12

RESULTADO ENSAYO
$\% \text{ mat org} = [[0,1032 * V * f] / g] * \% \text{pasa}$
Mat. orgánica referida al total de muestra (%) = 0,12

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 3 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	<i>Norma</i>	UNE 83001:2000
	<i>Acta nº</i> AN051107	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15573	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	8145,11

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 4 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS	
	<i>Norma</i> NLT 114/99	
	<i>Acta n°</i> AN051108	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15573	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M1
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	SS - 7
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100
g	Muestra ensayada (gr)	50,1862
T	Tara crisol (gr)	105,8550
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (gr)	105,9520
Pp=(T+R)-T	Residuo seco en estufa (gr)	0,0970
v	Volumen de solución analizada (cm³)	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm³)	500,00

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido a la fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100$	
Sales Solubles referido a fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) (%)	1,0

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido al total de la muestra = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100$ % pasa	
Sales Solubles referido al total de la muestra (%)	1,0

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

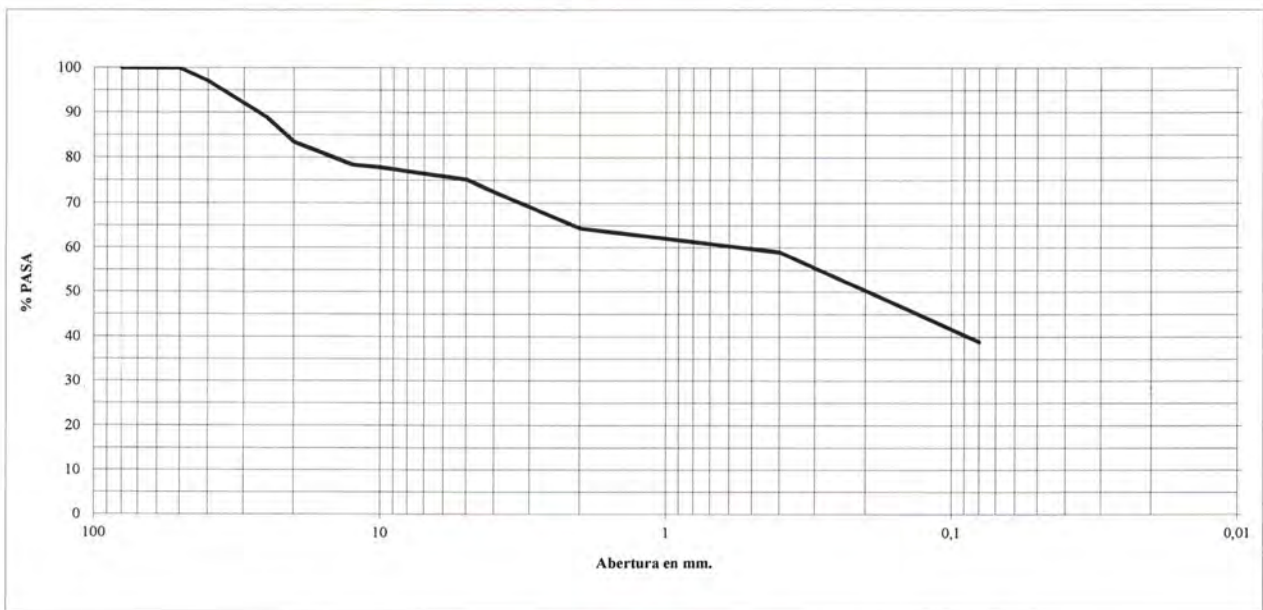
HOJA 5 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Norma UNE 103101/95	
	Acta n° AN051110	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra.... N15574	Referencia Informe..... EN-463
PROCEDENCIA CATA	REF. CLIENTE M2
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA 30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA ARGUEDAS

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	3258,0
B	Gruesos lavados	1159,5
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	2097,6
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3257,1
E	Frac. fina ensayada seca al aire	145,2
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	145,1
C/F		14,5

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			3257,1	100
40	1,5		94,2	3162,9	97
25	1		264,4	2898,5	89
20	3/4		179,1	2719,4	83
12,5	1/2		164,3	2555,1	78
10	3/8		19,8	2535,3	78
5	4		86,9	2448,4	75
2	10		350,8	2097,6	64
0,4	40	12,1	175,0	1922,6	59
0,08	200	45,4	656,2	1266,4	39



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



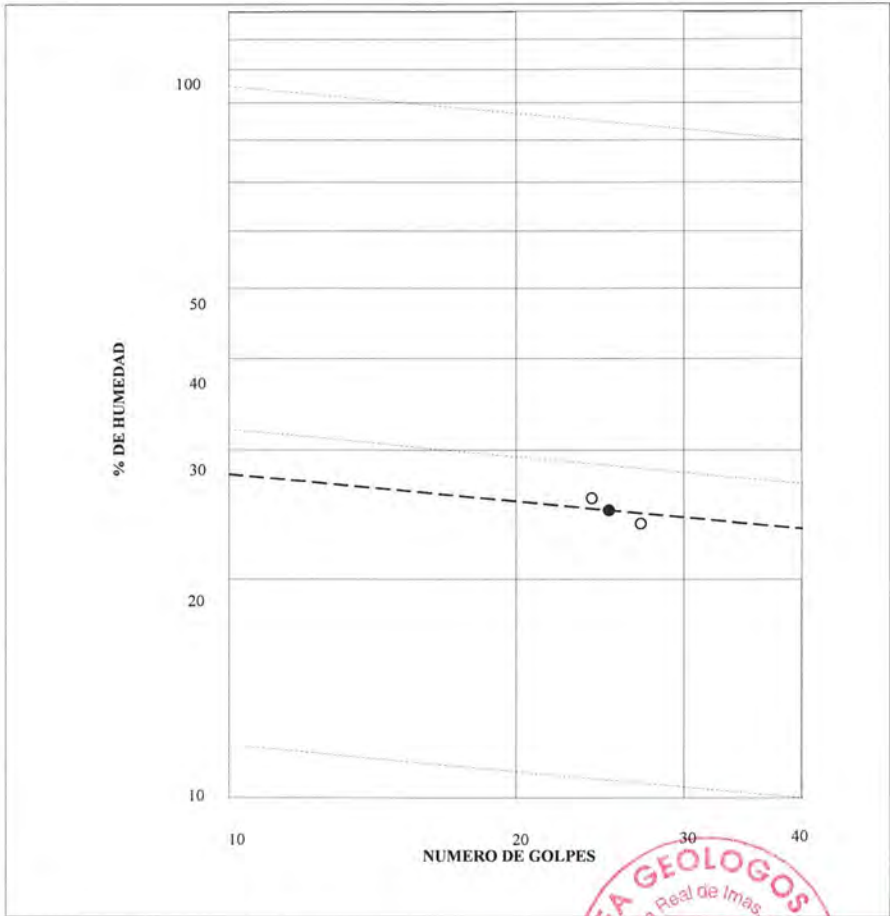
Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 1 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 103103/94 103104/93
			Acta nº AN051111	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra.... N15574		Referencia Informe..... EN-463	
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M2
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	24	27	-	Referencia tara	NQ18	NQ46
-	Referencia tara	NQ2	NQ27	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,48	1,87
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,80	3,07	t+s+a	Tara + suelo + agua	22,68	26,49
t+s+a	Tara + suelo + agua	22,01	23,59	t+s	Tara + suelo	20,20	24,62
t+s	Tara + suelo	19,21	20,52	t	Tara	6,81	14,08
t	Tara	8,36	7,64	s=(t+s)-t	Suelo	13,39	10,54
s=(t+s)-t	Suelo	10,85	12,88	w=100*(a/s)	% Humedad	18,5	17,7
w=100*(a/s)	% Humedad	25,8	23,8				

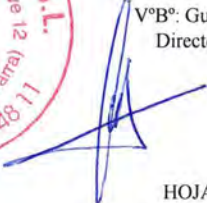


RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	24,9
LIMITE PLASTICO =	18,1
INDICE PLASTICIDAD =	6,8

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS	
		<i>Ensayo</i>	UNE 103204/93
		<i>Norma</i> <i>Acta nº</i> AN051111	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

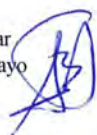
Referencia Muestra....	N15574	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M2
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO			
-	Referencia tara	M - 1	M - 2
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100	100
f	Factor de normalidad Permanganato	1,0000	1,0000
g	Total muestra ensayada (gr)	0,2788	0,2698
V	Volumen Permanganato Potásico valoración (cm ³)	0,40	0,30

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org } (f < 2 \text{ UNE}) = [0,1032 \cdot V \cdot f] / g$	
Mat. orgánica referida fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) =	0,13

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org } = [0,1032 \cdot V \cdot f] / g \cdot \% \text{pasa}$	
Mat. orgánica referida al total de muestra (%) =	0,13

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

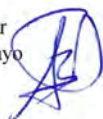
HOJA 3 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	CONTENIDO DE	
	SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	<i>Ensayo</i>	UNE 83001:2000
<i>Norma</i>		<i>Nº Copia</i>
<i>Acta nº</i>		
AN051112		Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

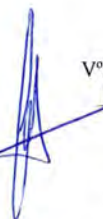
Referencia Muestra....	N15574	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M2
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	1579,71

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 4 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	NLT 114/99
			<i>Acta n°</i> AN051113	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15574	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M2
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	SS - 7
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	64
g	Muestra ensayada (gr)	50,0000
T	Tara crisol (gr)	109,2565
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (gr)	109,2800
Pp=(T+R)-T	Residuo seco en estufa (gr)	0,0235
v	Volumen de solución analizada (cm ³)	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm ³)	500,00

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido a la fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) = $\left[\frac{(Pp \cdot V)}{(g \cdot v)}\right] \cdot 100$	
Sales Solubles referido a fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) (%)	0,2

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido al total de la muestra = $\left[\frac{(Pp \cdot V)}{(g \cdot v)}\right] \cdot 100 \cdot \% \text{ pasa}$	
Sales Solubles referido al total de la muestra (%)	0,2

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 5 DE 5

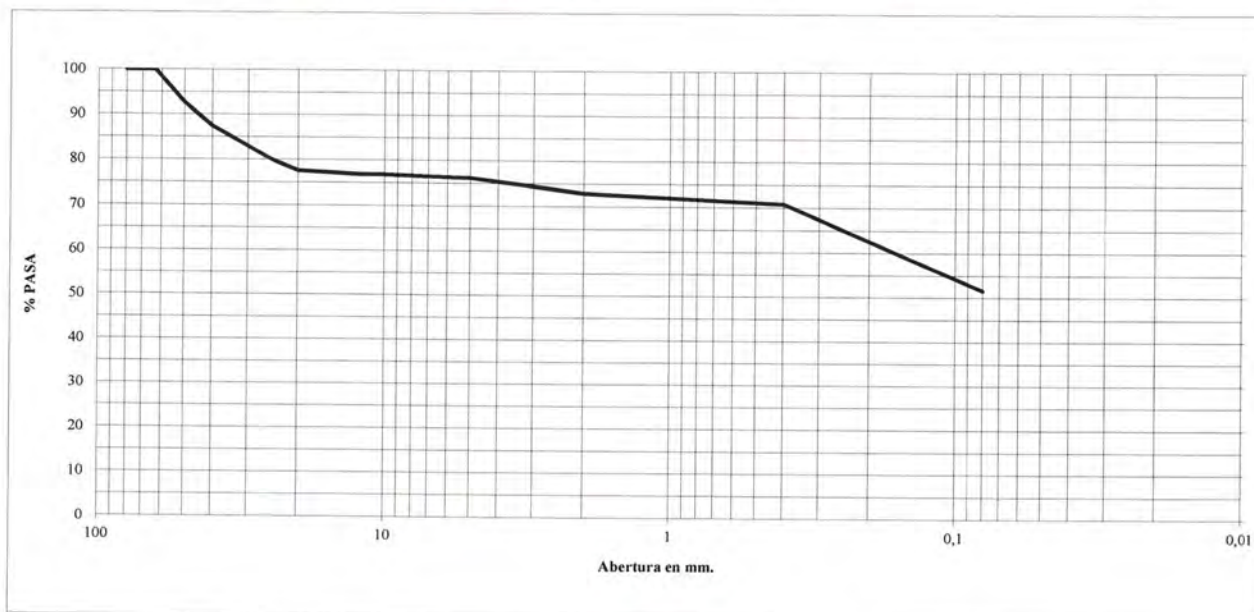
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control 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	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Norma	UNE 103101/95
		Acta nº	Nº Copia
		AN051115	Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15575	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M3
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	3055,0
B	Gruesos lavados	824,2
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	2229,9
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3054,0
E	Frac. fina ensayada seca al aire	120,3
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	120,2
C/F		18,5

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			3054,0	100
50	2		220,5	2833,5	93
40	1,5		162,8	2670,7	87
25	1		223,4	2447,3	80
20	3/4		75,8	2371,5	78
12,5	1/2		22,4	2349,1	77
10	3/8		3,2	2345,9	77
5	4		18,8	2327,1	76
2	10		97,2	2229,9	73
0,4	40	3,5	64,3	2165,5	71
0,08	200	31,8	588,8	1576,7	52



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



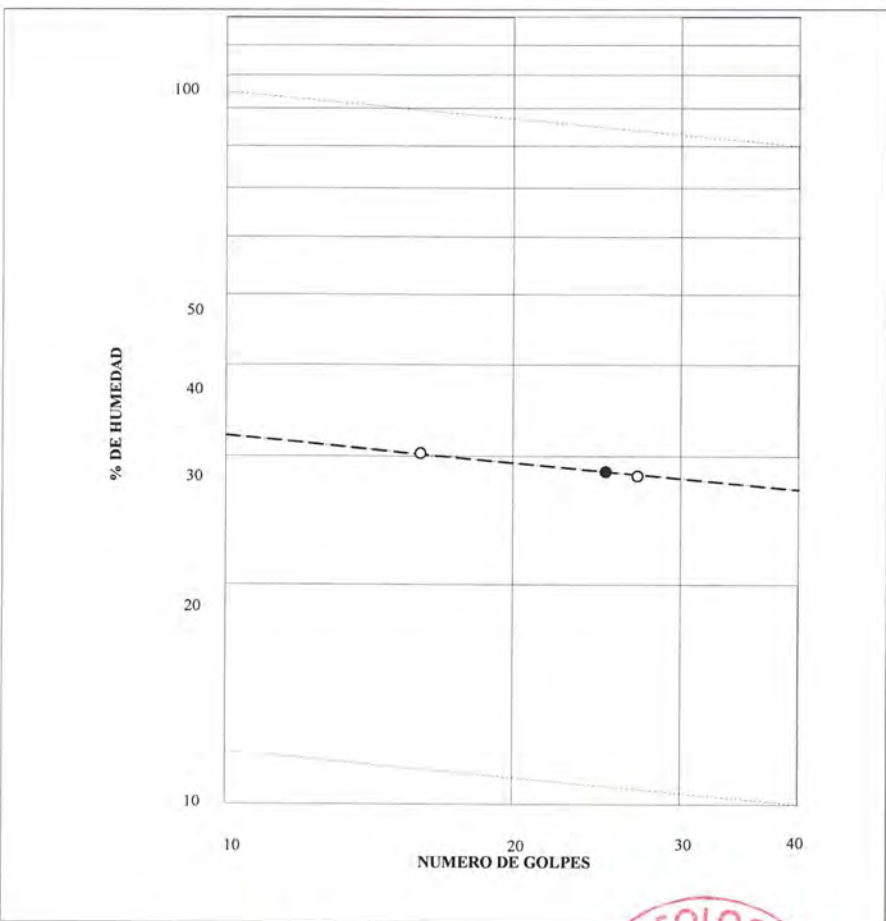
Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 1 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 103103/94 103104/93
			<i>Acta nº</i> AN051116	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15575	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M3
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	16	27	-	Referencia tara	NQ30	NQ12
-	Referencia tara	NQ31	NQ1	$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,61	2,97
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,89	3,69	$t+s+a$	Tara + suelo + agua	23,43	24,94
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	19,78	24,96	$t+s$	Tara + suelo	20,82	21,97
$t+s$	Tara + suelo	16,89	21,27	t	Tara	7,91	7,14
t	Tara	7,36	8,20	$s=(t+s)-t$	Suelo	12,91	14,83
$s=(t+s)-t$	Suelo	9,53	13,07	$w=100*(a/s)$	% Humedad	20,2	20,0
$w=100*(a/s)$	% Humedad	30,3	28,2				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	28,6
LIMITE PLASTICO =	20,1
INDICE PLASTICIDAD =	8,5

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 2 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i>	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS
	<i>Norma</i>	UNE 103204/93
	<i>Acta nº</i> AN051116	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS

Referencia Muestra....	N15575	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M3
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO			
-	Referencia tara	M - 1	M - 2
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	73	73
f	Factor de normalidad Permanganato	1,0000	1,0000
g	Total muestra ensayada (gr)	0,2455	0,2366
V	Volumen Permanganato Potásico valoración (cm ³)	0,30	0,20

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org (f < 2 UNE)} = [[0,1032 \cdot V \cdot f] / g]$	
Mat. orgánica referida fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) =	0,10

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org} = [[0,1032 \cdot V \cdot f] / g] \cdot \% \text{pasa}$	
Mat. orgánica referida al total de muestra (%) =	< 0,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

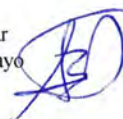
HOJA 3 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
		<i>Norma</i> UNE 83001:2000	
		<i>Acta n°</i> AN051117	<i>N° Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15575	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M3
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	1498,00

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui,

17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 4 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i>	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS
		<i>Norma</i>	NLT 114/99
		<i>Acta nº</i> AN051118	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15575	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M3
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	SS - 7
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	73
g	Muestra ensayada (gr)	50,0000
T	Tara crisol (gr)	155,2500
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (gr)	155,2702
Pp=(T+R)-T	Residuo seco en estufa (gr)	0,0202
v	Volumen de solución analizada (cm ³)	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm ³)	500,00

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido a la fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100$	
Sales Solubles referido a fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) (%)	0,2

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido al total de la muestra = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100$ % pasa	
Sales Solubles referido al total de la muestra (%)	0,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

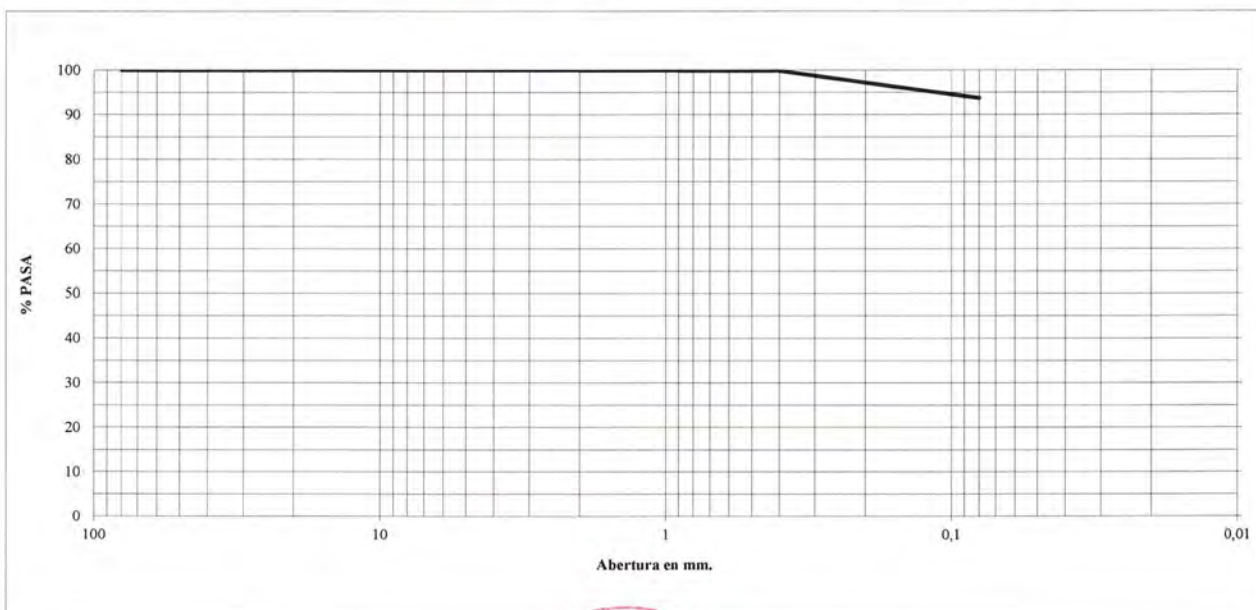
HOJA 5 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
		Norma UNE 103101/95	
		Acta nº AN051120	Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15576	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M4
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	119,4
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	119,3
$D = (B + C)$	Muestra total seca	119,3
E	Frac. fina ensayada seca al aire	119,4
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	119,3
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			119,3	100
0,4	40	0,2	0,2	119,1	100
0,08	200	7,2	7,2	111,9	94



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



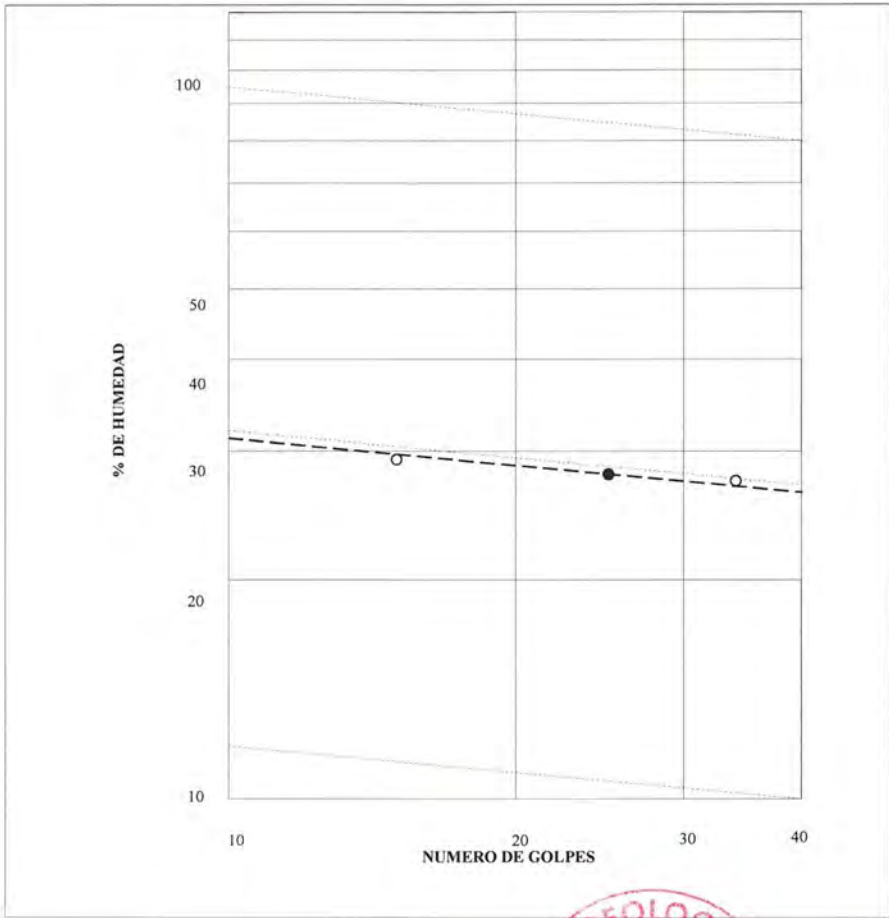
Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 1 DE 5

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 103103/94 103104/93
			<i>Acta nº</i> AN051121	<i>Nº Copia</i> Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15576	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M4
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	15	34	-	Referencia tara	L2	L7
-	Referencia tara	L16	L5	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,09	2,04
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,46	2,79	t+s+a	Tara + suelo + agua	22,54	22,59
t+s+a	Tara + suelo + agua	24,68	22,31	t+s	Tara + suelo	20,45	20,55
t+s	Tara + suelo	21,22	19,52	t	Tara	9,21	9,40
t	Tara	9,39	9,31	s=(t+s)-t	Suelo	11,24	11,15
s=(t+s)-t	Suelo	11,83	10,21	w=100*(a/s)	% Humedad	18,6	18,3
w=100*(a/s)	% Humedad	29,2	27,3				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	27,9
LIMITE PLASTICO =	18,4
INDICE PLASTICIDAD =	9,5

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS	
	Ensayo	UNE 103204/93
	Norma	Acta nº AN051121 Nº Copia copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUED

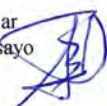
Referencia Muestra....	N15576	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M4
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO			
-	Referencia tara	M - 1	M - 2
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100	100
f	Factor de normalidad Permanganato	1,0000	1,0000
g	Total muestra ensayada (gr)	0,2996	0,2789
V	Volumen Permanganato Potásico valoración (cm ³)	0,40	0,30

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org (f < 2 UNE) } = [0,1032 * V * f] / g$	
Mat. orgánica referida fracción ensayada (f < 2 UNE) (%) =	0,12

RESULTADO ENSAYO	
$\% \text{ mat org } = [0,1032 * V * f] / g * \% \text{pasa}$	
Mat. orgánica referida al total de muestra (%) =	0,12

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui,

17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 3 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	Norma Acta nº AN051122	UNE 83001:2000 Nº Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15576	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M4
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{--}(\text{mg/kg de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{--} \text{ (mg/kg de suelo seco)}$	6535,30

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 4 DE 5

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS	
	Norma NLT 114/99	
	Acta n° AN051123	N° Copia Copia 1. AYUNTAMIENTO DE ARGUEDA

Referencia Muestra....	N15576	Referencia Informe.....	EN-463
PROCEDENCIA	CATA	REF. CLIENTE	M4
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	AYUNTAMIENTO DE ARGUEDAS
FECHA ENTRADA	30 DE JULIO DE 2020	DEN. OBRA	ARGUEDAS

DATOS ENSAYO		
-	Referencia tara	SS - 7
% pasa	% suelo pasa tamiz 2 UNE	100
g	Muestra ensayada (gr)	50,0000
T	Tara crisol (gr)	109,6330
T+R	Tara Crisol + Peso residuo (gr)	109,7125
Pp=(T+R)-T	Residuo seco en estufa (gr)	0,0795
v	Volumen de solución analizada (cm³)	100,00
V	Volumen Agua desmineralizada en frasco (cm³)	500,00

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido a la fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100$	
Sales Solubles referido a fracción ensayada ($f < 2 \text{ UNE}$) (%)	0,8

RESULTADO ENSAYO	
Sales solubles referido al total de la muestra = $[(Pp \cdot V)/(g \cdot v)] \cdot 100 \cdot \% \text{ pasa}$	
Sales Solubles referido al total de la muestra (%)	0,8

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui,

17 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 5 DE 5

Referencia Muestra.... **N15661**

Referencia Informe..... **EN-463**

PROCEDENCIA ALTERADA
TIPO DE MUESTRA ALTERADA
FECHA ENTRADA 30 DE JULIO DE 2020

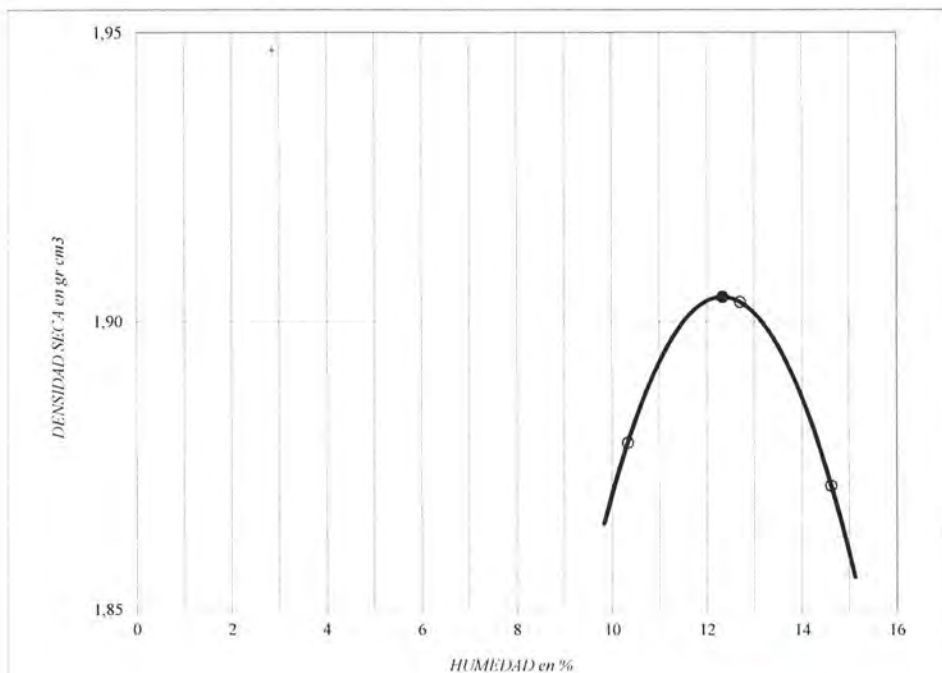
REF. CLIENTE MEZCLA MATERIALES
PETICIONARIO AYUNTAMIENTO
DEN. OBRA ARGUEDAS

DENSIDAD

	Punto n°	A	B	C	D	E	F
	% agua añadida	10,00	12,00	8,00			
t+s+a	Molde+suelo+agua	11708,00	11708,00	11541,00			
t	Molde	6731,00	6731,00	6731,00			
s+a=(t+s+a)-t	Suelo+agua	4977,00	4977,00	4810,00			
$s = [(s+a) \cdot 100] / (100+h)$	Suelo	4416,13	4342,40	4359,71			
$D = s/v$	Densidad (gr/cm³)	1,90	1,87	1,88			

HUMEDAD

	Punto n°	A	B	C	D	E	F
	Referencia tara						
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	47,73	119,70	78,00			
t+s+a	Tara+suelo+agua	964,97	1485,20	1369,20			
t+s	Tara+suelo	917,24	1365,50	1291,20			
t	Tara	541,43	546,42	536,01			
s=(t+s)-t	Suelo	375,81	819,08	755,19			
$h = (a \cdot 100) / s$	Humedad (%)	12,70	14,61	10,33			



CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Volumen del Molde (cm ³):	2320
Peso de la Maza (gr):	4540
Altura de caída (cm):	457
Número de capas:	5
Número de golpes:	60

RESULTADOS COMPACTACION

Dens máxima (Tm/m³)	1,90
Humedad óptima (%)	12,33

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 19 DE AGOSTO DE 2020

HOJA 1 DE 1

ANEXO N.º 5

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS REALIZADAS

Obra: Construcción de un campo de hierba artificial en Arguedas (Navarra).
Referencia: ES/GE080/0720



Sin escala



Escala 1/1000