



**INFORME GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL I.E.S.
SARRIGUREN, VALLE DE EGÜES (NAVARRA)**

CLIENTE: DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DEL GOBIERNO DE NAVARRA

Pamplona, noviembre 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. METODOLOGÍA	5
3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO	6
3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA	6
3.2. HIDROLOGÍA	7
3.3. SISMICIDAD.....	8
3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN.....	8
4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO.....	11
4.1. SONDEOS MECÁNICOS	12
4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.).....	14
4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014)	15
5. ENSAYOS DE LABORATORIO	19
6. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES.....	20
6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H.	20
6.2. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES N.G. 1	21
6.3. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES EN EL MACIZO ROCOSO	23
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	26
8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN.....	31
8.1. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN	31
8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS	35
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37

ANEXOS

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda

ANEXO 2: Registro y fotografías de los sondeos

ANEXO 3: Ensayos de Penetración Dinámica DPSH

ANEXO 4: Perfiles de correlación

ANEXO 5: Boletines de los ensayos de laboratorio

ANEXO 6: Plano de ubicación de ensayos

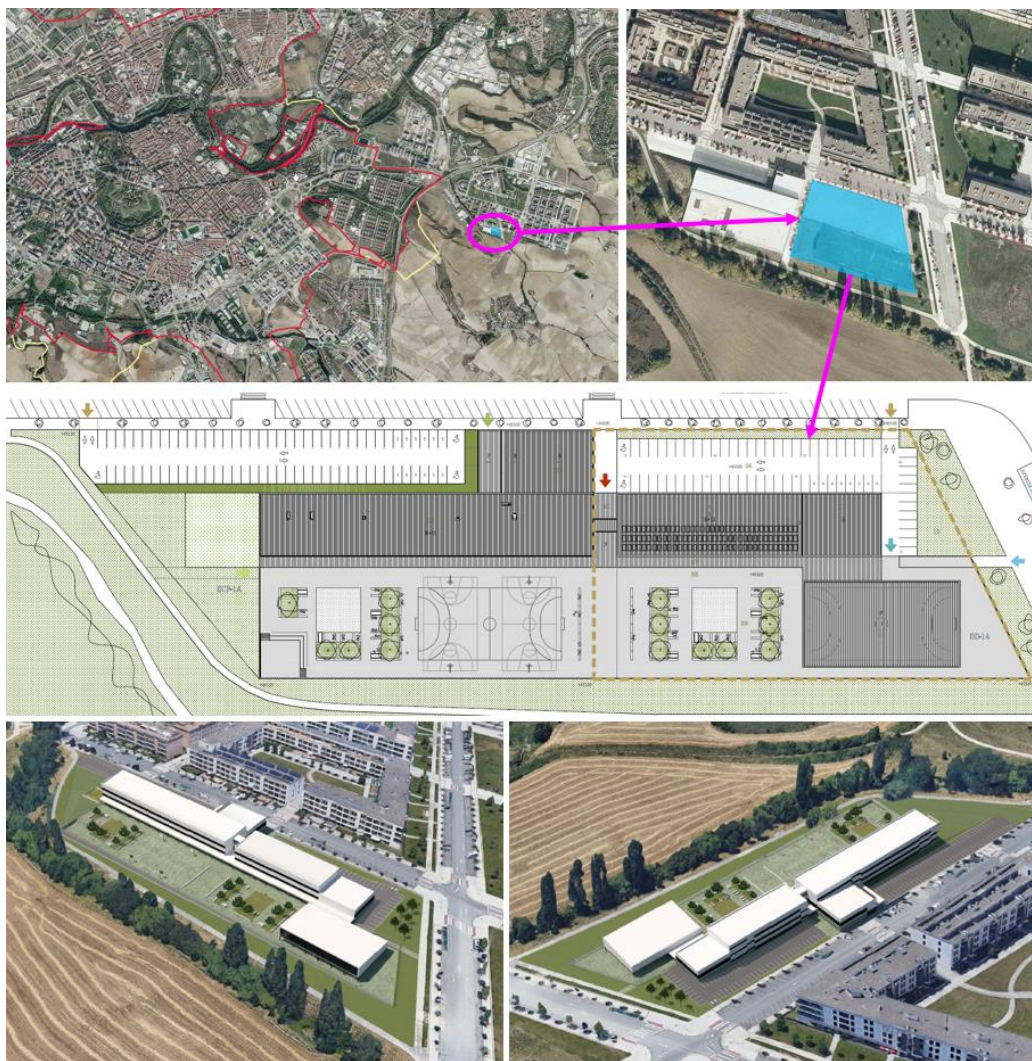
INFORME: IRGE 2205 1021

Revisión	Fecha entrega	Descripción
IRGE 2205 1021.00	04/11/2021	Informe geotécnico a falta resultados laboratorio y anexos
IRGE 2205 1021.01	25/11/2021	Informe geotécnico

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a GEEA Geólogos S.L., a requerimiento del DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DEL GOBIERNO DE NAVARRA, se nos solicita la redacción del Estudio Geológico y Geotécnico para la ampliación de las instalaciones del IES de Sarriguren, Valle de Egües, (Navarra) ubicado en la parcela 379 del Polígono 15 del Valle de Egües.

Dicha ampliación constará de un aulario que contará con una superficie en planta de 17 m x 60 m en Pb + 2, un gimnasio con una superficie en planta de 43 m x 27 m que irá en PB y una pista deportiva cubierta con una superficie de 43 m x 27 m



Ampliación I.E.S. Sarriguren: Ortofoto Sitna 2020 y documentación facilitada por el peticionario.

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

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

Siendo estas cuestiones expuestas en este informe con fecha de noviembre de 2021.

2. METODOLOGÍA

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

Antecedentes del lugar

1. IGME/ Mapa Geológico de España. Hoja 141 (Pamplona), escala 1:50.000.
2. Gobierno de Navarra/ Mapa geológico de Navarra. Hoja 141-II (Pamplona), escala 1:25.000.
3. Gobierno de Navarra/ Mapa Geológico de Navarra, escala 1:200.000.
4. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento CTE

1. Superficie de las distintas estructuras proyectadas: aulario que contará con una superficie en planta de 17 m x 60 m en Pb + 2, gimnasio con una superficie en planta de 43 m x 27 m que irá en PB y una pista deportiva cubierta con una superficie de 43 m x 27 m en PB.
2. Tipo de construcción: construcción: C1 en terreno T3.
3. Nº de ensayos realizados en campo: 3 sondeos mecánicos con extracción continua de testigo y 6 ensayos D.P.S.H. distribuidos tal y como queda reflejado en el croquis de ubicación (anexo 6).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas (anexo 4).
6. Plano de ubicación de ensayos de campo (anexo 6).

Contenidos en informe

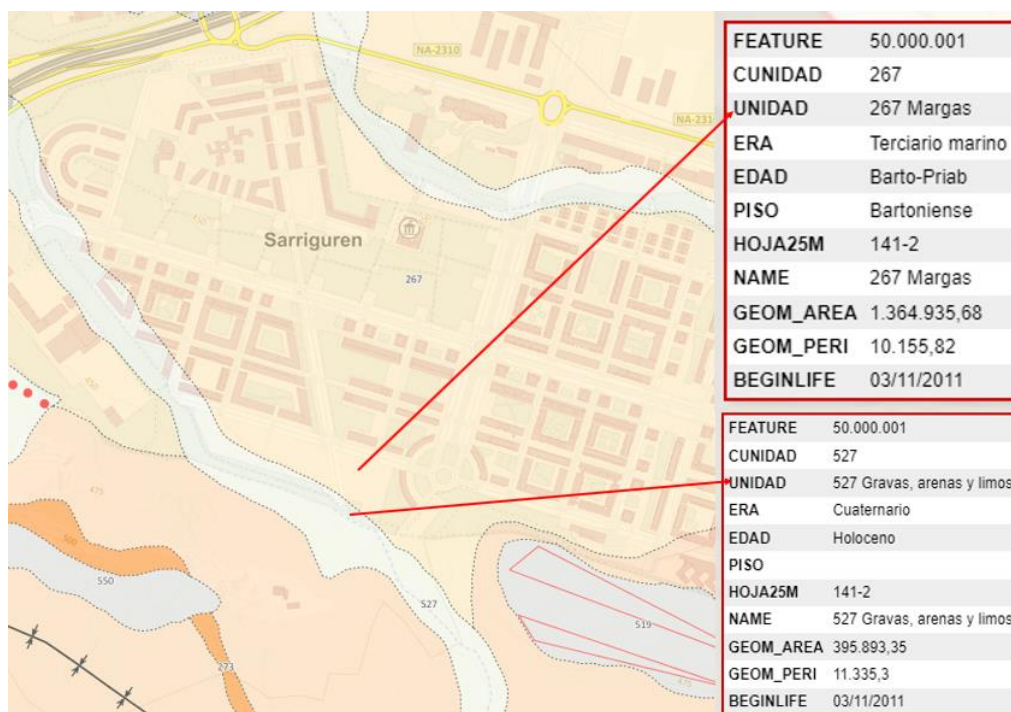
1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Estimación de cargas admisibles (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota y tipología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

3. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

3.1. MARCO GEOLÓGICO. CARTOGRAFÍA

El área estudiada se sitúa, geológicamente, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, dentro del Dominio Pirenaico, en el subdominio Surpirenaico, de dirección Este-Oeste, limitado al oeste por la falla de Estella y extendiéndose al este hacia la zona de Jaca, formando una unidad denominada cuenca de Jaca-Pamplona, con predominio de materiales sedimentarios Paleocenos y Eocenos.

Estratigráficamente, y limitándonos al área de Pamplona aflora una serie de materiales de edad eocena, con la excepción de una serie de afloramientos de arcillas triásicas en facies Keuper de origen diapírico. La serie eocena está compuesta por una serie de depósitos margosos y arcillosos con facies flyschoides, siendo el nivel de referencia una formación de margas nodulosas grises con intercalaciones de niveles calcareníticos conocida como Margas de Pamplona, de edad Bartonense- Priabonense. La potencia de la serie varía entre 400 a 1500-2000 metros.



Recorte mapa geológico 1:25.000 141-II (Pamplona) de IDENA.

Desde un punto de vista tectónico, la cuenca de Jaca-Pamplona pertenece al subdominio surpirenaico, zona en la cual, materiales Mesozoicos y Cenozoicos han sufrido un empuje hacia el sur durante la orogenia alpina que ha desarrollado una serie de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia el sur que se disponen sobre la cuenca terciaria del Ebro. Estos cabalgamientos se han desarrollado a favor de la migración de materiales salinos del Keuper en respuesta a los esfuerzos producidos durante la orogenia alpina, actuando en la mayor parte de los casos como nivel de despegue de los cabalgamientos. Dentro de esta estructura regional la cuenca de Pamplona, se puede considerar como una cuenca de *piggy-back* asociada al cabalgamiento de la Sierra de Alaiz - Puente la Reina. A menor escala, el área de estudio presenta una estructura simple caracterizada por la existencia de pliegues de dirección NO-SE de amplio radio.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con un gran desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Arga y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados en una matriz arenoso-arcillosa; y una serie de coluviones y glaciais de relativa importancia en laderas y piedemontes formados por limos, limos arcillosos y arenas con cantos dispersos, etc.

3.2 HIDROLOGÍA

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

- a. *Los depósitos aluviales cuaternarios*, asociados a los cauces principales, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.
- b. *Formaciones margosas del Terciario*, materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés.

3.3 SISMICIDAD

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

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).

En los edificios en que ha de aplicarse esta Norma se requiere calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 y cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4 de la citada Norma.

La aceleración sísmica básica en la zona objeto de estudio es de 0,04-g, según la Norma Sismorresistente (NCSR-02). Según la misma norma se ha calculado un valor del coeficiente C ponderado del terreno $C = 1,17$ para los 30 primeros metros del perfil geológico. En el caso que nos ocupa se considera que los primeros 8,40 m son de material tipo III, los siguientes 0,50 m son de tipo II y los restantes como tipo I.

ac Aceleración sísmica de cálculo	0,037536	$a_c = S \times \rho \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	0,04	
ρ coeficiente adimensional de riesgo	1	1,0 Normal imp. 1,3 Especial Imp.
S Coeficiente de ampliación del terreno	0,94	Para $\rho \times a_b < 0,1 \text{ g}$ $S = C/1,25$ Para $0,1 \text{ g} < \rho \times a_b < 0,4 \text{ g}$ $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b / \text{g} - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4 \text{ g} < \rho \times a_b$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	1,17	
tipo I: roca compacta $C=1$		
tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro $C=1,3$		
tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme $C=1,6$		
tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando $C=2,0$		

3.4. PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

Zona I

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

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

Zona II

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

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

De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (Apéndice B de la Sección HS6 del CTE), Sarriguren (Navarra) no se encuentra incluida dentro de las áreas de riesgo, por lo que no será necesario tomar ninguna medida adicional con respecto a la exposición frente al radón.

4. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Para establecer las características geotécnicas de la parcela objeto de estudio (T1-C1) se ha realizado un reconocimiento, que ha consistido en la ejecución de 3 sondeos mecánicos con extracción continua de testigo y 6 ensayos D.P.S.H distribuidos tal y como se muestra a continuación.



Ubicación ensayos Idena en ortofoto 2020.

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

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

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.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), testificación de los sondeos y las fotos (anexo 2), ensayos de penetración dinámica (anexo 3), perfiles de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1. SONDEOS MECÁNICOS

Criterios de reconocimiento

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

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

Descripción de los sondeos:

Entre el 27 y 29 de octubre de 20221 se realizaron tres sondeos con un equipo sonda mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo. La sonda está compuesta por una batería con una corona cortante unida al equipo mediante un varillaje que le transmite el movimiento de rotación y empuje ejercido por la máquina de perforación. El testigo se aloja en la batería durante la perforación y es extraído cada cierto tiempo. Las baterías de rotación pueden ser de tubo simple, doble o triple (para una mejor recuperación). Durante la ejecución del sondeo se han realizado 14 ensayos de resistencia “in situ” (SPT).

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 1,

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 - 3,60 m	0	Rellenos antrópicos de naturaleza heterogénea, arcillosa y margosa principalmente.
3,60 - 3,90 m	1	Depósito Cuaternario formado por arcillas marrones que contienen cantos dispersos.
3,90 - 4,53 m	2	Sustrato rocoso alterado grado III-II formado por unas margas arcillosas y margas grises que han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad.

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 2,

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 - 3,70 m	0	Rellenos heterogéneos de naturaleza arcillosa y margosa principalmente.
3,70 - 7,20 m	1	Depósito Cuaternario formado por arcillas marrones que contienen cantos dispersos y cantos centimétricos de 6,20 m a 7,20 m.
7,20 - 7,90 m	2	Sustrato rocoso alterado grado III-II formado por unas margas arcillosas y margas grises que han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad.
7,90 m	3	Sustrato rocoso, formado por las margas grises de Pamplona.

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO 3,

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 - 3,70 m	0	Rellenos de naturaleza arcillosa principalmente.
3,70 - 8,40 m	1	Depósito Cuaternario formado por arcillas, arcillas limosas, con pasadas arenosas de tonos grises y marrones y cantos dispersos.
8,40 - 8,80 m	2	Sustrato rocoso alterado grado III-II formado por unas margas arcillosas y margas grises que han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad.
8,80 - 10,20 m	3	Sustrato rocoso, formado por las margas grises de Pamplona. Cuenta con fracturas subhorizontales de espaciado cm-dm. RQD 100 %.
5,00 m		Una vez finalizado el sondeo se localiza agua a 5,00 m de profundidad.

4.2. ENSAYOS “In Situ” (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado 14 ensayos de penetración estándar (S.P.T.).

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

Objeto y datos del ensayo

El objeto de este ensayo es estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800. Este ensayo se realiza en el interior de sondeos durante la perforación. Para la ejecución del ensayo, se ha de limpiar la perforación al llegar a la cota deseada para el ensayo, se retira la batería de perforación y en su lugar se instala un tomamuestras de dimensiones estándar. Este tomamuestras se divide en tres elementos: una zapata, un tubo bipartido y la cabeza de acoplamiento al varillaje del equipo sonda. Se hince en el suelo una longitud de 60 cm contando el número de golpes necesario para hincar tramos de 15 cm. El golpeo se realiza con una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre una cabeza de golpeo. Las lecturas del primer y último tramo no se tienen en cuenta por la alteración del suelo provocada por la perforación, en el primer caso, y por la sobrecompactación que pueda producir el golpeo en el segundo caso. Así, con la suma de los valores de los dos tramos centrales se obtiene un valor NSPT, que se correlaciona según unos métodos establecidos para la obtención de la resistencia del terreno. Si el número de golpes para un tramo de 15 cm es superior a 100 se considera como rechazo a la penetración. Si el ensayo se realiza a una cota por debajo del nivel freático, el valor de NSPT se ha de corregir mediante la expresión:

$$N = 15 + (N' - 15)/2.$$

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

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

Sondeo	SPT n°:	Profundidad	Valores SPT, (N ₃₀)	Litología
1	1	1,45-2,05	5-7-8-10 (15)	Rellenos
1	2	2,90-3,50	6-11-11-16 (22)	Rellenos
1	3	4,45-4,53	50(R↓8)	Marga
2	1	1,45-2,05	6-5-5-5 (10)	Rellenos
2	2	3,05-3,65	2-2-1-1 (3)	Rellenos
2	3	4,40-5,00	5-5-7-10 (12)	Arcillas
2	4	6,00-6,60	5-8-5-7 (13)	Arcillas
2	5	7,50-7,72	26-41-50(R↓7)	Marga
3	1	1,45-2,05	8-7-10-15 (17)	Rellenos
3	2	3,00-3,60	2-5-6-9 (11)	Rellenos
3	3	4,60-5,20	0-0-3-2 (3)	Arcillas
3	4	6,00-6,60	3-2-4-4 (6)	Arcillas
3	5	7,45-8,05	13-9-16-39 (25)	Arcillas
3	6	8,40-8,76	26-37-50(R↓6)	Marga

4.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE EN ISO 22476-2:2008/A1:2014)

Se han realizado un total de 6 ensayos de penetración dinámica cuya ubicación queda indicada en el anexo 6 del presente informe.

Objeto y datos del ensayo

El ensayo consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza, con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno.

La hincia en el terreno se logra golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre. Esta maza, que pesa 63,5 Kg, se deja caer desde una altura de 75 cm. La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el número de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno. Este número de golpes se designará en lo sucesivo como N₂₀ y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno. A partir de N₂₀ y con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etcétera.

Realización de ensayo y maquinaria utilizada

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. La puntaza sobresale por su parte inferior y al colocar la meseta horizontal, se clava en el terreno. Si la magnitud que se introduce es

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 (de manera aislada en cada una de ellas), cuando tres valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes o cuando se alcance la profundidad que previamente se haya establecido. 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 de penetración se representa en un gráfico: en ordenadas figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

El ensayo se ha realizado mediante un penetrómetro automático ROLATEC modelo ML-76-A 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

El ensayo de penetración se ha realizado siguiendo la norma DPSH:

- Relación longitud/diámetro de la maza $> \text{ó} = 1$ y $< \text{ó} = 2$.
- 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 metros 1 %.
- Desviación máxima a partir de 5 metros 2 %.
- Sección de la puntaza Cilindro-cónica.
- Área de la puntaza 20,0 cm²
- Angulo de la puntaza 90°
- Cuento de golpes cada N 20,0 cm.

Cálculo de resultados

Sobre la base de los resultados de los ensayos de penetración, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando para ello la fórmula de hinca:

Fórmula dinámica de los holandeses:

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 MEYERHOF 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).

Para el contraste de los resultados se aplica la formulación de Meyerhof (1956) en suelos cohesivos: sobre la base del número de golpes N₂₀ del ensayo de penetración.

para B > 1,22 m

$$Q_{adm} = q_c / 25 \times [(1 + 3,28 B) / (3,28 B)]^2$$

para B < 1,22 m

$$Q_{adm.} = q_c / 15$$

B = ancho de la zapata

q_c = Resistencia por punta.

Según Meyerhof: $q_c = \alpha \times 1,428 \times N_{20}$; $\alpha = 2,3$ a $1,8$ según la dureza de las arcillas.

A partir del valor de la resistencia dinámica R_p es posible estimar la resistencia en punta estática q_c (véase Buisson y otros), mediante unas correlaciones y coeficientes de transformación, éstos dependen fundamentalmente de la naturaleza del terreno y de su estado en el momento de efectuar el ensayo.

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

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

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

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

	S1	S3	S3	Norma
Referencia	N17226	N17232	N17230	
Litología	RELLENO	ARCILLAS	MARGA	
Profundidad (m)	0,40	4,00	9,15	
Compresión simple (kg/cm ²)	--	--	67,30	UNE 22950-1 /90
Humedad natural (%)	--	--	5,42	UNE 103300/93
Densidad húmeda/seca (g/cm ³)	--	--	2,38/2,25	UNE 103301/94
% pasa tamiz 0,08/0,4/2	--	65/99/100	--	UNE 103101/95
Limites de Atterberg (LL/Lp/Ip)	--	45,5/27,0/18,5	--	UNE 103103/94 103104/93
Sulfatos (mg/kg SO ₄ ²⁻)	<100	<100	<100	UNE 83001:2000
Clasificación Casagrande/AASTHO		CL-ML/A-7-6		

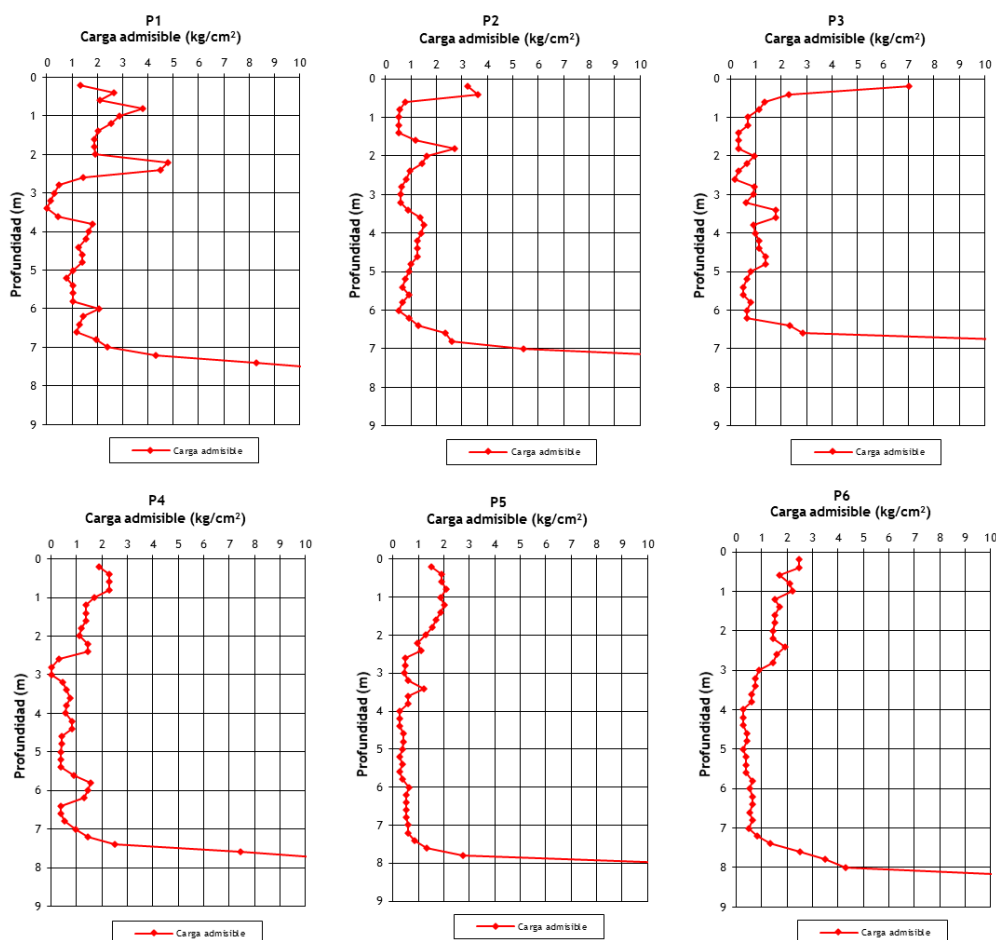
6. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES

6.1. INTERPRETACIÓN ENSAYOS D.P.S.H.

Se han realizado un total de 6 ensayos de penetración dinámica para estimar las cargas admisibles de las litologías atravesadas en los sondeos de reconocimiento, cuya ubicación se incluye en el anexo 6 del presente informe. En el anexo 3 se muestran las gráficas correspondientes a cada ensayo.

A partir de la interpretación de los ensayos por varios métodos, se obtienen valores de carga admisibles para el terreno ensayado. A continuación, se muestran las gráficas en las que queda representado el perfil de cargas admisibles obtenido para cada tramo de 20 cm ensayado hasta la profundidad alcanzada en los ensayos realizados. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir del inicio del ensayo, que se corresponde con la rasante de ejecución de los mismos en el momento de su realización.

A continuación, se incluye las gráficas obtenidas en los ensayos realizados.



A partir de estas gráficas y correlacionándolas con los materiales identificados en los sondeos y calicatas, se estiman las siguientes cargas:

- Nivel geotécnico 0, rellenos antrópicos. No se le asigna carga admisible ya que no es apto para el desplante de la cimentación y deberá ser previamente retirado.
- Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos con cargas admisibles que varían entre 0,50 kg/cm² y 1,00 kg/cm² en la zona del edificio y gimnasio y 0,20 kg/cm² y 0,50 kg/cm² en la zona de la pista cubierta, más cercana a la regata.
- Nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alterado con cargas admisibles que varían entre 2,00 kg/cm² y valores superiores a 3,00 kg/cm² conforme van alcanzando estados más sanos de la roca.
- Nivel geotécnico 4, sustrato rocoso. Se correlaciona la profundidad a la que se obtiene el rechazo al ensayo con el techo del sustrato rocoso sano.

A partir de los sondeos, los ensayos D.P.S.H realizados y las cargas admisibles estimadas para cada horizonte se han elaborado ocho perfiles de correlación que se incluyen en el anexo 4 del presente informe y muestran la estimación de la distribución de los distintos niveles geotécnicos identificados en los sondeos. Es necesario tener en cuenta que los ensayos de campo realizados para la elaboración de la presente memoria, sólo son válidos para los puntos donde se realizan los mismos, por lo que en la extrapolación de resultados debe tenerse en cuenta esta limitación.

Se debe insistir que el perfil de resistencias aportado por los ensayos D.P.S.H. carece de reconocimiento visual de los horizontes, por lo que las estimaciones realizadas pueden no ser representativas de la realidad terreno.

Para la determinación de los parámetros geomecánicos de los materiales consideraremos el N_{30} obtenido en los ensayos SPT y los golpes obtenidos en los ensayos D.P.S.H. ($N_{20} \times 1,50 = N_{30}$), teniendo en cuenta los valores más restrictivos.

- N.G. 0, rellenos, utilizaremos un N_{30} de 15.
- N.G. 1, arcillas con cantos, utilizaremos un N_{30} de 12 para edificio y gimnasio (N.G. 1a) y N_{30} de 5 para pista cubierta (N.G. 1b).
- N.G. 2, sustrato rocoso alterado, utilizaremos un N_{30} de 39.

6.2. CALCULO CARGAS ADMISIBLES N.G. 1

Para verificar la capacidad portante del nivel geotécnico 1a (arcillas con cantos zona edifi-

cio y gimnasio) y 1b (arcillas con cantos en zona de pista deportiva cubierta) contamos los ensayos D.P.S.H. y SPT, que son ensayos de resistencia, a partir del cual contamos con un N_{30} de 12 y 5 respectivamente.

A partir de este valor y usando correlaciones, obtenemos una compresión simple de 1,50 para el N.G.1a y 0,63 kg/cm² para el N.G.1b.

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Por otra parte, la cohesión a emplear se corresponde a la resistencia al corte sin drenaje del terreno cohesivo, la cual y según el criterio de Mohr, es la mitad de la resistencia a compresión simple obtenida, por lo podemos considerar la cohesión 0,75 Kg/cm² para el N.G. 1a y 0,31 Kg/cm² para el N.G. 1b.

Aplicando los parámetros obtenidos a la formulación de Terzaghi, obtenemos que la pre-

sión de hundimiento para el horizonte cohesivo es:

$$\text{Nivel geotécnico 1a: } P_{vh} = 0,75 \times 5,14 = 3,85 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 1b: } P_{vh} = 0,31 \times 5,14 = 1,59 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$\text{Nivel geotécnico 1a, } q_{adm} = P_{vh}/3 = 3,85/3 = 1,28 \text{ Kg/cm}^2 \approx 1,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 1b, } q_{adm} = P_{vh}/3 = 1,59/3 = 0,53 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0,50 \text{ Kg/cm}^2$$

6.3. CÁLCULO CARGAS ADMISIBLES EN EL MACIZO ROCOSO

Para el cálculo de la carga admisible del macizo rocoso seguiremos la metodología de Serrano y Olalla (1993) para macizos rocosos homogéneos e isotropos.

El macizo rocoso está formado por las margas de Pamplona de edad Eoceno (Bartoniense-Priaboniense inferior) que presenta intercalaciones esporádicas de niveles calcareníticos centimétricos. Para el cálculo de la carga admisible q_{adm} se han realizado ensayos de compresión simple tal y como se especifica a continuación: S3 a 9,15 m: 67,30 kg/cm²

Como parámetros de partida para realizar el cálculo, obtenemos el índice RMR (Bieniawski, 1989) que se utiliza para estimar la calidad del macizo rocoso:

Parámetros de clasificación		Ampliación IES Sarriñena
Resistencia de la matriz rocosa (Compresión simple 67 Kg/cm ²)		2
R.Q.D.		20
Separación discontinuidades		8
Características discontinuidades		21
Condiciones hidráulicas		15
Corrección orientación discont.		-7
RMR	Valoración	59
	Clasificación	III Media

La carga de hundimiento se estima a partir de los siguientes parámetros:

i_2 - inclinación de la carga con respecto a la vertical

σ_1 - presión vertical actuante en el contorno situado junto a la cimentación correspondiente a la sobrecarga de tierras por encima de la base de las zapatas.

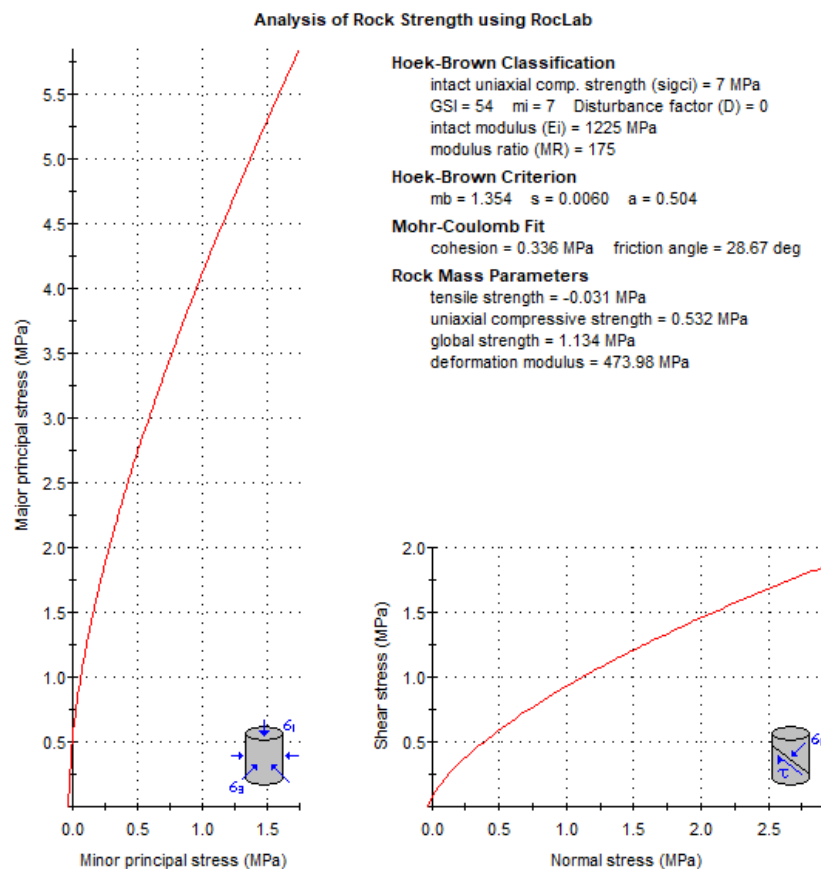
α - inclinación de la superficie del terreno junto a la zapata.

Para nuestros cálculos, consideramos que los valores de i_2 y el de α son iguales a cero, y como valor de σ_1 tomamos 0,81 kg/cm² (para una excavación estimada de 4,50 m, empotramiento de la zapata y una densidad media del terreno excavado de 1,80 Kg/cm³).

La carga de hundimiento P_h se obtiene de la expresión: $P_h = \beta \cdot (N_\beta - \zeta)$

en donde: $\beta = \frac{m \cdot \sigma_{ci}}{8}$ y $\zeta = \frac{8 \cdot s}{m^2}$ siendo m y s los parámetros del criterio de Hoek y

Brown (1980) y σ_{ci} el valor de la resistencia a compresión simple. Los valores de m y s los hemos obtenido a partir del RocLab:



Parámetros	Ampliación IES Sarriguren
m	1,354
s	0,006

Por otra parte, N_β es el coeficiente de carga y se obtiene en función de la inclinación de las cargas (i_2) y de la sobrecarga externa normalizada (σ_{01}) actuando alrededor de la zapa-

ta, que se determina como: $\sigma_{01} = \left(\frac{\sigma_1}{\beta} \right) + \zeta$

El valor del coeficiente N_β se obtiene a partir de un gráfico que relaciona estos dos factores.

Así, para un valor de resistencia a la compresión simple de $\sigma_{ci} = 67 \text{ Kg/cm}^2$, obtenido a partir de los ensayos de compresión simple efectuados a los testigos obtenidos de los sondeos mecánicos:

$$\beta = 11,31$$

$$\zeta = 0,026$$

$$\sigma_{01} = 0,10 \text{ (sobrecarga de tierras } 0,81 \text{ Kg/cm}^2\text{)}$$

$$N_\beta \approx 7,80$$

$$P_h = 87,89 \text{ Kg/cm}^2 \text{ para una excavación hasta el sustrato rocoso de margas}$$

La carga admisible, q_{amd} vendrá determinada por el cociente de la presión de hundimiento por un factor de seguridad (F) determinado en función del valor del RMR y del valor de σ_{ci} .

$F = 20$ (Coeficiente de seguridad para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996))

$$Q_{ad} = 116,85/20 \approx 5,86 = 5,50 \text{ kg/cm}^2$$

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

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

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

Se han diferenciado 4 niveles geotécnicos tal y como se especifica a continuación. Los espesores de los horizontes se estiman por testificación directa en los puntos en los que se han realizado los sondeos y a partir de la interpretación de los golpes en los puntos en los que se han realizado los ensayos de penetración dinámica. Además, se han estimado las cotas de la boca de los ensayos, a partir del proyecto de urbanización de la zona, por lo que se aconseja verificar los datos.

- **Nivel geotécnico 0, rellenos urbanización:** relleno de naturaleza arcillosa principalmente. En la siguiente tabla se indica el espesor de estos materiales localizados en los distintos puntos ensayados:

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 0, rellenos	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	3,60	3,70	3,60	3,60	3,60
Espesor (m)	3,60	3,70	3,60	3,60	3,60

PISTA CUBIERTA				
N.G. 0, rellenos	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	0,00	0,00	0,00	0,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	3,70	3,60	3,80	3,80
Espesor (m)	3,70	3,60	3,80	3,80

Estos materiales no son aptos para el desplante de la cimentación y deberán ser previamente retirados. Para el caso de pantallas, pilotes o micropilotes los valores de resistencia unitaria por fuste deberán considerarse negativos.

*Naturaleza: granular**Compacidad: media**Angulo de rozamiento interno Φ' : 22°-28° (estimado)**Cohesión c' : 0,05-0,10 kg/cm² (estimado)**Micropilotaje (N_{30-15}):**Resistencia unitaria por fuste: 0,75* kg/cm²**Pilotaje (N_{30-15}):**Resistencia unitaria por fuste: 0,38 kg/cm²**Resistencia unitaria por punta: 30,00,00 kg/cm²*

- **Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos.** Horizonte formado por arcillas de tonos marrones y grises que contienen cantos milimétricos de forma dispersa y alguna pasada con mayor concentración de cantos en algunos puntos ensayados. Considerando la diferencia de carga admisible obtenida para estos materiales en los ensayos D.P.S.H: realizados, se han diferenciado dos zonas:

1a. Zona edificio y gimnasio:

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 1, depósito Cuaternario	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,60	3,70	3,60	3,60	3,60
Cota estimada techo N.G. 1	450,80	451,60	450,80	451,20	451,60
Profundidad base (m) referida boca ensayo	3,90	7,20	6,80	6,40	6,20
Espesor (m)	0,30	3,50	3,20	2,80	2,60

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico a partir de los ensayos de resistencia realizados son los siguientes:

*Naturaleza: cohesiva**Consistencia: compacta**Densidad húmeda/seca: 1,80-1,85 T/m³ (bibliográfico)**Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N_{30-12})**Resistencia a la compresión simple, q_u : 1,50 kg/cm² (N_{30-12})**Cohesión sin drenaje c_u : 0,75 kg/cm² (N_{30-12})**Módulo elástico: 102,40 kg/cm² (N_{30-12})**Angulo de rozamiento interno Φ' : 20° (estimado)**Cohesión c' : 0,20 kg/cm² (estimado)**Carga admisible: 1,00 kg/cm²**Módulo balasto: $K_{030} = 3,92$ kg/cm³; $K_{30x30} = 3,32$ kg/cm³ (SPT N_{30-12})**Clasificación Casagrande/AASHTO: CL-ML/A-7-6*

Micropilotaje:*Resistencia unitaria por fuste: 0,80* kg/cm²***Pilotaje:***Resistencia unitaria por fuste: 0,43 kg/cm²**Resistencia unitaria por punta: 6,75 kg/cm²***1b. Zona pista cubierta:**

PISTA CUBIERTA				
N.G. 1, depósito Cuaternario	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,70	3,60	3,80	3,80
Cota estimada techo N.G. 1	449,90	450,80	450,70	450,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	8,40	7,20	7,60	7,20
Espesor (m)	4,70	3,60	3,80	3,40

Los parámetros geotécnicos estimados para este nivel geotécnico a partir de los ensayos de resistencia realizados son los siguientes:

*Naturaleza: cohesiva**Consistencia: media**Densidad húmeda/seca: 1,80-1,85 T/m³ (bibliográfico)**Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N₃₀- 5)**Resistencia a la compresión simple, q_u : 0,63 kg/cm² (N₃₀- 5)**Cohesión sin drenaje c_u : 0,31 kg/cm² (N₃₀- 5)**Módulo elástico: 42,25 kg/cm² (N₃₀- 5)**Angulo de rozamiento interno Φ' : 19° (estimado)**Cohesión c' : 0,10 kg/cm² (estimado)**Carga admisible: se limita a 0,50 kg/cm² para que el bulbo de presiones sea absorbido por el terreno**Módulo balasto: $K_{030} = 1,63 \text{ kg/cm}^3$; $K_{30 \times 30} = 1,38 \text{ kg/cm}^3$ (SPT N₃₀-5)**Clasificación Casagrande/AASHTO: CL-ML/A-7-6***Micropilotaje:***Resistencia unitaria por fuste: 0,45* kg/cm²***Pilotaje:***Resistencia unitaria por fuste: 0,24 kg/cm²**Resistencia unitaria por punta: 2,81 kg/cm²*

- **Nivel geotécnico 2, sustrato rocoso alterado, grado III-II.** Horizonte formado por unas arcillas margosas y margas arcillosas de tonos grises con decoloraciones ocre en la matriz que han perdido su consistencia original y van alcanzando estados más sanos en profundidad. En la siguiente tabla se muestra la profundidad y espesor al que se localiza este horizonte en los puntos muestreados:

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 2, sustrato rocoso alterado	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,90	7,20	6,80	6,40	6,20
Cota estimada techo N.G. 2	450,50	448,10	447,60	448,40	449,00
Profundidad base (m) referida boca ensayo	4,53	7,90	7,60	7,20	6,80
Espesor (m)	0,63	0,70	0,80	0,80	0,60

PISTA CUBIERTA				
N.G. 2, sustrato rocoso alterado	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	8,40	7,20	7,60	7,20
Cota estimada techo N.G. 2	445,20	447,20	446,90	446,60
Profundidad base (m) referida boca ensayo	8,80	7,80	9,00	8,20
Espesor (m)	0,40	0,60	1,40	1,00

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

Naturaleza: cohesiva

Consistencia: dura

Densidad húmeda/seca: 2,00/2,05 T/m³ (estimado)

Angulo de rozamiento interno Φ_u : 0 (N₃₀- 39)

Resistencia a la compresión simple, q_u : 4,88 kg/cm² (N₃₀- 39)

Cohesión sin drenaje c_u : 2,44 kg/cm² (N₃₀- 39)

Módulo elástico: 304,13 kg/cm² (N₃₀- 39)

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

Cohesión c' : 0,40 kg/cm² (estimado)

Carga admisible: 3,00 kg/cm².

Módulo balasto: $K_{\phi 30} = 12,76 \text{ kg/cm}^3$; $K_{30 \times 30} = 10,80 \text{ kg/cm}^3$ (SPT N₃₀- 39)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 1,60 kg/cm²*

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 0,71 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 21,943 kg/cm²

- **Nivel geotécnico 3, sustrato rocoso sano.** Horizonte formado por las Margas grises de Pamplona que cuentan con fracturas s subhorizontales de espaciado centimétrico-decimétrico. En la siguiente tabla se indica la profundidad a la que se localizan estos materiales en los puntos muestreados.

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 3, sustrato rocoso	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	4,53	7,90	7,60	7,20	6,80
Cota estimada techo N.G. 3	449,87	447,40	446,80	447,60	448,40
Profundidad (m) alcanzada en sondeo	6,00	7,90	*		

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

PISTA CUBIERTA				
N.G. 3, sustrato rocoso	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	8,80	7,80	9,00	8,20
Cota estimada techo N.G. 3	444,80	446,60	445,50	445,60
Profundidad (m) alcanzada en sondeo	10,20	*		

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

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

Densidad húmeda/seca gr/cm³: 2,38/2,25

Cohesión: 3,36 kg/cm² (Roclab)

Angulo de rozamiento interno: 26,67° (Roclab)

Módulo de elasticidad (E): 4739 (Roclab)

Coefficiente de Poisson (ν): 0,25

Compresión simple (kg/cm²): 67,3 kg/cm²

Carga admisible (q_a): 5,50 kg/cm² según el método de Serrano y Olla de 1993.

Módulo balasto: K₀₃₀ = 30-500 kg/cm³ (rango rocas blandas o alteradas)

Micropilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 2,50-3,50* kg/cm²*

Resistencia unitaria por punta: 4,69 kg/cm²

Pilotaje:

Resistencia unitaria por fuste: 5,18 kg/cm²

Resistencia unitaria por punta: 18,76 kg/cm²

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

8. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

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

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

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

8.1. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN

A partir de los trabajos realizados, los resultados obtenidos en ellos y considerando el espesor de rellenos antrópicos se proponen las siguientes soluciones de cimentación:

1.- Cimentación desplantada en el nivel geotécnico 1

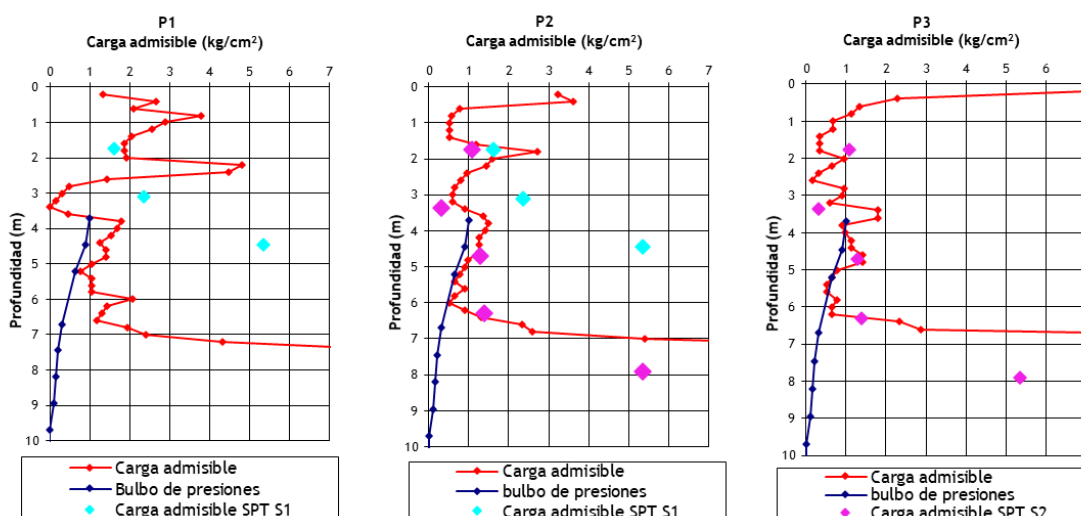
- En este caso se propone la realización de una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas desplantadas sobre pozos o zanjas de cimentación desplantados a su vez las arcillas con cantos (N.G. 1), una vez eliminado el nivel geotécnico 0 (rellenos).

Zona edificio y gimnasio:

- La tensión de diseño será igual o inferior a $1,00 \text{ kg/cm}^2$ para que la carga transmitida por la cimentación sea admisible por el terreno tanto a cota de desplante de cimentación como en profundidad.
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. se estima que el N.G. 1 en esta zona se localiza a las siguientes profundidades en los puntos ensayados:

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 1, depósito Cuaternario	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,60	3,70	3,60	3,60	3,60
Cota estimada techo N.G. 1	450,80	451,60	450,80	451,20	451,60

- En las siguientes gráficas queda representado el bulbo de presiones generado por una zapata de 3,00 m de ancho desplantada a -3,70 m de profundidad con una tensión de diseño de 1,00 kg/cm².

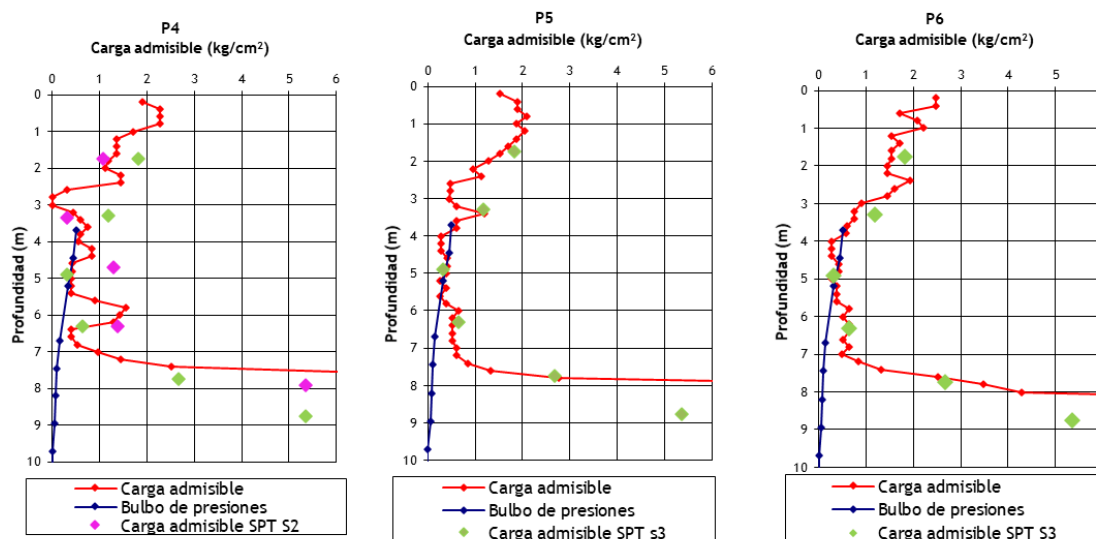


Zona pista cubierta:

- La tensión de diseño será igual o inferior a 0,50 kg/cm² para que la carga transmitida por la cimentación sea admisible por el terreno tanto a cota de desplante de cimentación como en profundidad.
- A partir de la testificación de los sondeos e interpretación del D.P.S.H. se estima que el N.G. 1 en esta zona se localiza a las siguientes profundidades en los puntos ensayados:

PISTA CUBIERTA				
N.G. 1, depósito Cuaternario	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	3,70	3,60	3,80	3,80
Cota estimada techo N.G. 1	449,90	450,80	450,70	450,00

- En las siguientes gráficas queda representado el bulbo de presiones generado por una zapata de 3,00 m de ancho desplantada a -3,70 m de profundidad con una tensión de diseño de 0,50 kg/cm².



2.- Cimentación desplantada en el sustrato rocoso, N.G. 3

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

EDIFICIO Y GIMANSIO					
N.G. 3, sustrato rocoso	S1	S2	P1	P2	P3
Cota estimada boca ensayo	454,40	455,30	454,40	454,80	455,20
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	4,53	7,90	7,60	7,20	6,80
Cota estimada techo N.G. 3	449,87	447,40	446,80	447,60	448,40

PISTA CUBIERTA				
N.G. 3, sustrato rocoso	S3	P4	P5	P6
Cota estimada boca ensayo	453,60	454,40	454,50	453,80
Profundidad techo (m) referida a boca ensayo	8,80	7,80	9,00	8,20
Cota estimada techo N.G. 3	444,80	446,60	445,50	445,60

Tal y como se aprecia en la tabla, la profundidad a la que se localiza el sustrato rocoso varía entre un mínimo de 4,53 m y un máximo de 9,00 m, por lo que la cimentación en este nivel geotécnico variará entre convencional y profunda en función de las distintas zonas.

CIMENTACIÓN CONVENCIONAL:

- En el ensayo S1, se localiza el sustrato rocoso sano a una profundidad (referida a la boca del ensayo) de 4,53 m. En esta zona sería viable la realización de una cimentación semiprofunda mediante zapatas aisladas o zapatas corridas

desplantadas en el sustrato rocoso.

- La tensión de diseño será igual o inferior a **5,50 kg/cm²**.
- El desplante de la zapata deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente.
- Para cimentaciones semiprofundas, los pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas de hormigón armado correspondientes.
- Una vez realizada la excavación de las zapatas, se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza, ya que pueden variar las condiciones geomecánicas de los materiales.

CIMENTACIÓN PROFUNDA:

- La profundidad de la cimentación se definirá en función de las tensiones (compresión, tracción) requeridas por el cálculo estructural.
- Micropilotaje: En cuanto al empotramiento que se debe realizar en el sustrato rocoso por cada micropilote, dependerá de las cargas transmitidas sobre el elemento, el diámetro y el tipo de inyección utilizado. Los parámetros geotécnicos necesarios para la estimación de la resistencia al fuste y en punta de los micropilotes se localizan en el apartado 7 del presente informe.
- Pilotaje: la tensión de diseño del pilotaje dependerá la profundidad, diámetro y empotramiento del mismo en el sustrato rocoso (recomendándose al menos 2 Ø), los parámetros geotécnicos para estimación de las cargas por punta y por fuste se localizan en el apartado 7 del presente informe.
- En cualquier caso, una vez realizada la excavación del pilotaje y previamente al hormigonado del mismo, se deberán achicar las acumulaciones de agua y retirar los materiales desprendidos de la perforación si los hubiese. Posteriormente se deberá proceder continuamente a realizar la cimentación no

permitiendo la variación de las características geotécnicas de estos materiales por fenómenos climáticos o de otra naturaleza.

8.2. ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

8.2.1. Método de SCHMERTMANN para cimentaciones convencionales

La estimación de asientos para el nivel geotécnico 1 (arcillas con cantos) se realiza mediante el método de Schmertmann, que supone que los asientos para zapatas cuadradas o circulares quedan limitados a una profundidad $Z = 2B$,

siendo B el ancho de la zapata. El asiento se calcula por:

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

siendo:

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

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

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

Siendo R_p la resistencia a penetración estática con cono, que se puede correlacionar con el N_{30} obtenido en los ensayos de penetración dinámica a partir del suelo de afectación. Para los materiales que nos ocupan: gravas, dicha relación es igual a 3,50 y sustrato rocoso alterado es de 2,50.

Nivel geotécnico 1a, arcillas con cantos en zona edificio y gimnasio:

Tomando un golpeo N_{30} de 12 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 75 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 105 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 1a (arcillas con cantos en zona de edificio y gimnasio) y una carga aplicada de $1,00 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	4,71	7,07	9,43	11,78	14,14	16,50
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m

Nivel geotécnico 1b, arcillas con cantos zona pista cubierta

Tomando un golpeo N_{30} de 5 obtenemos por lo tanto para una zapata cuadrada, un módulo de deformación $E = 31,25 \text{ kg/cm}^2$ y para una zapata corrida de $E = 43,75 \text{ kg/cm}^2$.

Los asientos estimados para el nivel geotécnico 1b (arcillas con cantos zona pista cubierta) y una carga aplicada de $0,50 \text{ kg/cm}^2$ son los siguientes:

Asiento en mm						
Ancho de zapata	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
Zapata cuadrada	0,51	0,76	1,02	1,27	1,53	1,78
Ancho de zapata	0,60 m	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m
Zapata corrida	0,45	0,60	0,74	0,89	1,04	1,19

8.2.2. Método de ELÁSTICO para sustrato rocoso

Podemos estimar para la formación margosa un asiento por medio de la teoría de la elasticidad que para un suelo homogéneo e isotrópico proporciona como valor de asiento el siguiente, siendo:

S = asiento en mm.

B = ancho de zapata

Q = carga admisible en Kg/cm^2

V = módulo de Poisson

K = coeficiente k

E = módulo de deformación

$$S = \frac{B * q * (1 - \nu^2)}{E} k$$

Para una carga de diseño de $5,50 \text{ kg/cm}^2$, considerando valores del módulo de deformación (E) para el sustrato rocoso de 4739 kg/cm^2 (RocLab para el dato de compresión simple utilizado), un coeficiente de forma (K) de 1,12 y un módulo de Poisson (ν) de 0,20; el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapatas cuadradas es el siguiente:

Asiento en mm						
Ancho de zapata (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
Zapata cuadrada (mm)	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,27

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

TENSIONES ADMISIBLES

Nivel geotécnico 1, arcillas con cantos:

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

$$\text{Nivel geotécnico 1a: } P_{vh} = 0,75 \times 5,14 = 3,85 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 1b: } P_{vh} = 0,31 \times 5,14 = 1,59 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$\text{Nivel geotécnico 1a, } q_{adm} = P_{vh}/3 = 3,85/3 = 1,28 \text{ Kg/cm}^2 \approx 1,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Nivel geotécnico 1b, } q_{adm} = P_{vh}/3 = 1,59/3 = 0,53 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0,50 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso): a partir de los valores de compresión simple obtenido, la presión de diseño será igual o inferior de $\sigma = 5,50 \text{ kg/cm}^2$ siempre que se garantice haber alcanzado la formación sana, ya que la carga de hundimiento del macizo rocoso anisótropo es del orden de 8,78 MPa respectivamente, aplicando el factor de seguridad según el coeficiente para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996) se obtiene una carga admisible para sustrato rocoso Q_{adm} igual o inferior $5,86 \text{ Kg/cm}^2$.

ASIENTOS ADMISIBLES

Método de SCHMERTMANN para las cimentaciones desplantadas en el nivel geotécnicos 1 (arcillas con cantos): los asientos totales estimados para el caso de cimentación convencional desplantada en los niveles geotécnicos 1a y 1b mediante zapatas cuadrada o corridas con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación".

Método elástico, los asientos totales estimados para la cimentación propuestas desplantada en el nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso) con las dimensiones y tensiones indicadas, son admisibles, según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación".

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

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

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

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

Cimentación profunda: Los asientos derivados de la cimentación profunda mediante micropilotes o pilotes es función del diámetro, empotramiento, así como cálculo de tensiones aplicadas a cada elemento, así como el posible efecto grupo, por lo que por el momento se carece de datos para estimarlos.

AGUAS FREÁTICAS

En el momento de realización de los ensayos, octubre de 2021, se localizó presencia de agua a los 5,00 m de profundidad en la zona de S3.

Debido a la proximidad de la regata Karrobide, que discurre paralela a la parcela objeto de estudio, la recarga de estos materiales va estar influenciada por la dinámica fluvial-nival, con lo que el nivel freático puede manifestar oscilaciones ligadas al régimen fluvial que puedan afectar puntualmente a la edificación proyectada.

Si se opta por la cimentación desplantada en el N.G. 1, y teniendo en cuenta que el nivel freático queda por debajo de la cota de desplante de estas cimentaciones no es necesario tomar ninguna medida al respecto.

No obstante, cabe destacar la posibilidad de localizar agua en el momento de la excavación de la parcela (en función de la época del año en la que se lleve a cabo la excavación) en el contacto rellenos-arcillas o contacto arcillas-sustrato rocoso o bien sustrato rocoso alterado-sustrato rocoso.

En cualquier caso, en caso de localizar niveles saturados durante la excavación de las zapatas (bien sea para cimentación desplantada en las arcillas como en caso de optar caso de optar por la cimentación desplantada en el sustrato rocos,) se debe contemplar la necesidad del drenaje del mismo. Además, en caso de no prever drenes laterales en los trasdoses de los muros y la evacuación de estas aguas fuera del ámbito del edificio, se deberá considerar la posible acumulación de agua entre el vaciado y la construcción, y por ende, se deberán considerar las preceptivas soluciones de impermeabilización, las presiones hidrostáticas sobre muros-estructura y subpresión sobre cimentación-soleras.

EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Excavabilidad:

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

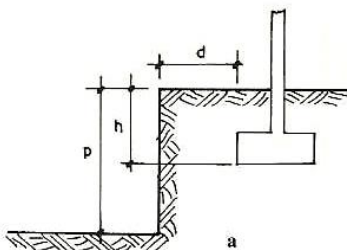
La excavación de estos niveles geotécnicos podrá realizarse con medios mecánicos convencionales tipo retroexcavadora.

Estabilidad:

POZOS DE CIMENTACIÓN: se considera que para las alturas de los taludes previstos (pozos de cimentación) en este tipo de materiales los taludes pueden mantenerse verticalizados a corto plazo. En caso de detectarse derrumbes en las excavaciones (presencia del nivel freático), será necesaria la contención de los pozos.

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

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



$$P \leq h + \frac{d}{2}$$

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

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

ESTIMACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS HORIZONTES

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

MUROS:

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

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

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

SUELOS:

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

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

	Baja	2	1
--	------	---	---

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a suelos

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

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

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

De $K = 10^{-3}$ a $K = 10^{-5}$ cm/s Nivel geotécnico 1. Arcillas con cantos.

De $K = 10^{-6}$ a $K = 10^{-8}$ cm/s Nivel geotécnico 2. Sustrato rocoso alterado

De $K = 10^{-4}$ a $K = 10^{-9}$ cm/s Nivel geotécnico 3. Sustrato rocoso

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)

ANÁLITICA DE LABORATORIO

Expansividad. El resultado de los Límites de Atterberg indica que el grado de expansividad de las arcillas se encuentra entre Baja a Media (grado II).

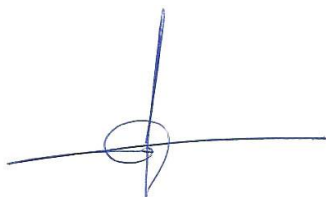
GRADOS DE EXPANSIVIDAD Y VALORES MEDIOS DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS						
GRADO	EXPANSIVIDAD	FINOS(%)	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE LAMBE(KPA)	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (KPA)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)
I	BAJA	<30	<35	<80	<25	<1
II	BAJA A MEDIA	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	MEDIA A ALTA	60-95	50-65	1250-230	125-300	4-10
IV	MUY ALTA	>95	>65	>230	>300	>10

Luisl. Gonzalez de Vallejo

Considerando que la cimentación sobre estos niveles, en el caso de realizarse sobre ellos, se situaría por debajo del límite activo se considera que los cambios de humedad no serán significativos y por ende no afectaran a la expansividad del N.G.1.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, indican que el contenido de sulfatos solubles en suelos ($\text{mg SO}_4^{2-}/\text{Kg}$) según UNE 83001:2000 es de <100 en todos los materiales localizados en la parcela objeto de estudio, por lo que no será necesario el uso de cementos sulforresistivos.

Pamplona, noviembre 2021



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



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

ANEXO 1

Mapa geológico y Leyenda



GEEA GEÓLOGOS, S.L.

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

Estella: P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, 31200 Estella

Logroño: Baltasar Gracián nº 11, 1º of. 5, 26.006

Lugar: Sarriguren (Navarra)

Ref. informe: IRGE 2209 10221

Hojas: Gob. de Navarra 1:25.000 Pamplona (hoja 141-II).

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO	62		
			61	60	59
NEOGENO	BURDI-GALIENSE	ARAGO-NIENSE	57	58	56
			54	53	52
	AQUITA-NIENSE	AGE-NIENSE	51	49	48
			50	47	46
	CHA-TIENSE	ARVER-NIENSE	40	43	42
			41	44	45
	STAM-PIENSE	SUEVIENSE	37	39	38
			36	35	34
	SANNONIS.	PRIABONIENSE	32	33	31
			29	30	28
TERCIARIO	BARTONIENSE	BARTONIENSE	27	28	27
			24	25	26
	BARTONIENSE	BARTONIENSE	21	22	23
			17	16	15
PALEOGENO	EOCENO	BARTONIENSE	14	15	19
			20	21	22

- 62.- Depósitos antrópicos.
- 61.- Arcillas y limos. Depósitos endorreicos.
- 60.- Limos, arenas y gravas. Llanura de inundación.
- 59.- Limos, arcillas y gravas. Cauces abandonados.
- 58.- Arcillas, arenas, gravas y bloques. Coluviones.
- 57.- Cantos, gravas y arenas. Conos de deyección.
- 56.- Arenas, arcillas y gravas. Aluvial-coluvial.
- 55.- Arcillas, arenas, cantos y gravas. Aluvial.
- 54,53,52,51,50.- Gravas, arenas y arcillas. Terrazas.
- 49.- Calizas travertínicas.
- 48.- Bloques, gravas, cantos, arenas y arcillas. Piedemonte.
- 47.- Gravas, arenas y arcillas. Glacis.
- 46.- Arcillas de descalcificación.
- CICLO ARAGONIENSE
- 45.- Areniscas pardas.
- 44.- Arcillas, limos y areniscas.
- 43.- Calizas pulverulentas.
- 42.- Areniscas rojas.
- 41.- Arcillas, limos y areniscas.
- 40.- Conglomerados (Conglomerados Superiores del Perdón).
- CICLO AGENIENSE
- 39.- Calizas blancas.
- 38.- Areniscas.
- 37.- Arcillas, limos, areniscas y calizas.
- 36.- Conglomerados (Conglomerados Inferiores del Perdón).
- CICLO ARVERNIENSE
- 35.- Limolitas, arcillas y margas con capas de arenisca.
- 34.- Areniscas de grano grueso y microconglomerados, alternado con limos y arcillas.
- CICLO SUEVIENSE SUPERIOR
- 33.- Limolitas y arcillas con láminas de areniscas de "ripple marks" y localmente niveles de yesos y calizas arenosas.
- 32.- Areniscas, limolitas y arcillas rojas. Localmente conglomerados de cantos yesíferos.
- CICLO SUEVIENSE INFERIOR
- 31.- Yesos (Yesos de Puente la Reina).
- 30.- Arcillas y yesos (Yesos de Undiano).
- 29.- Arcillas y areniscas.
- CICLO PRIABONIENSE SUPERIOR
- 28.- Arenas y areniscas (Areniscas de Galar).
- 27.- Margas y lutitas (Margas Fajeadas).
- CICLO PRIABONIENSE INFERIOR-MEDIO
- 26.- Calcarentitas nodulosas y calizas bioclásticas.
- 25.- Margas con intercalaciones de areniscas (Margas de Iruñea).
- 24.- Alternancia de areniscas calcáreas y margas (Turbitas de Tolosa).
- CICLO BARTONIENSE-PRIABONIENSE INFERIOR
- 23.- Calcarentitas y areniscas (Calcarentitas de Gazolaz).
- 22.- Margas (Margas de Pamplona).

ANEXO 2

Registros y fotografías de los sondeos

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

SM-1

X: -
Y: -
Z: -

OBRA: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egües (Navarra)

FECHA: 28 de octubre de 2021

CLIENTE: DEP. EDUCACION, GDN

REF.: G14466

REF. INFORME: IRGE 2209 1021

[illegible]

ESTUDIOS
GEOTÉCNICOS,
GEOFÍSICOS E
HIDROGEOLOGICOS

GIFA

GEÓLOGOS S.L.

Delegación PAMPLONA
Pol. ind. Areta, c/ Iruñuga 45
31620 HUARTE - PAMPLONA
T: 948 382 975 F: 948 382 319

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

OBRA: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egües (Navarra)

FECHA: 28 de octubre de 2021

CLIENTE: DEP. EDUCACION, GDN

REF.: G14467

REF. INFORME: IRGE 2209 1021

SONDEO:

COORDENADAS UTM

SM-2

X: -
Y: -
Z: -

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N15	PLT Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg LpIp	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	V	IV	III	II	I							
BW	116	1	3,70		Rellenos antrópicos heterogéneos.								1,45-2,05	6-5-5-5								
		2																				
		3																				
		3,70	3,50		Arcillas marrones con cantos dispersos. Entre 6,20-7,20 m, cantos centimétricos.								3,05-3,65	2-2-1-1								
		4																				
		5																				
		6	0,70		Sustrato rocoso alterado grado III-II, arcillas margosas y margas arcillosas.								4,40-5,00	5-7-7-10								
		7																				
		7,20																				
		7,90			FIN DE SONDEO								7,50-7,72	26-41-50(R 7)								
		8																				
		9																				
		10																				
		11																				

Tipo de Sonda TP-30

M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLOGICOS Delegación PAMPLONA Pol. ind. Areta, c/ Irurunga 45 31620 HUARTE - PAMPLONA Tf: 948 382 975 Fx: 948 382 319					PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO												SONDEO:		COORDENADAS UTM			
OBRA: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egües (Navarra)												FECHA: 28 de octubre de 2021		SM-3		X: - Y: - Z: -						
CLIENTE: DEP. EDUCACION, GDN						REF.: G14468		REF. INFORME: IRGE 2209 1021														
Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	PLT	C.S.	Densidad hum/seca g/cm³	Humedad %	Límites Atterberg Lp	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	V	IV	III	II	I							
BW	116	1	3,70		Rellenos antrópicos heterogéneos.																	
		2																				
		3																				
		3,70																				
		4			Arcillas limosas con pasadas arenosas de tonos grises y marrones y cantos dispersos.																	
		5				5,00																
		6																				
		7																				
		8																				
BW	86	8,40	0,40		Sustrato rocoso alterado grado III-II, arcillas margosas y margas arcillosas.																	
		8,80																				
		9			Sustrato rocoso sano, margas grises. Presentan fracturas subhorizontales de espaciado cm a dm.																	
TD	86	1,40																				
		10																				
		10,20																				
		11			FIN DE SONDEO																	

Sondeo N°

Obra

Profundidad de

Mts. A

Mts. C

Mts. D

Tipo de Sonda TP-30

M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

E.:1/75

ANEXO 3

**Ensayos de penetración dinámica tipo
D.P.S.H.**



www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

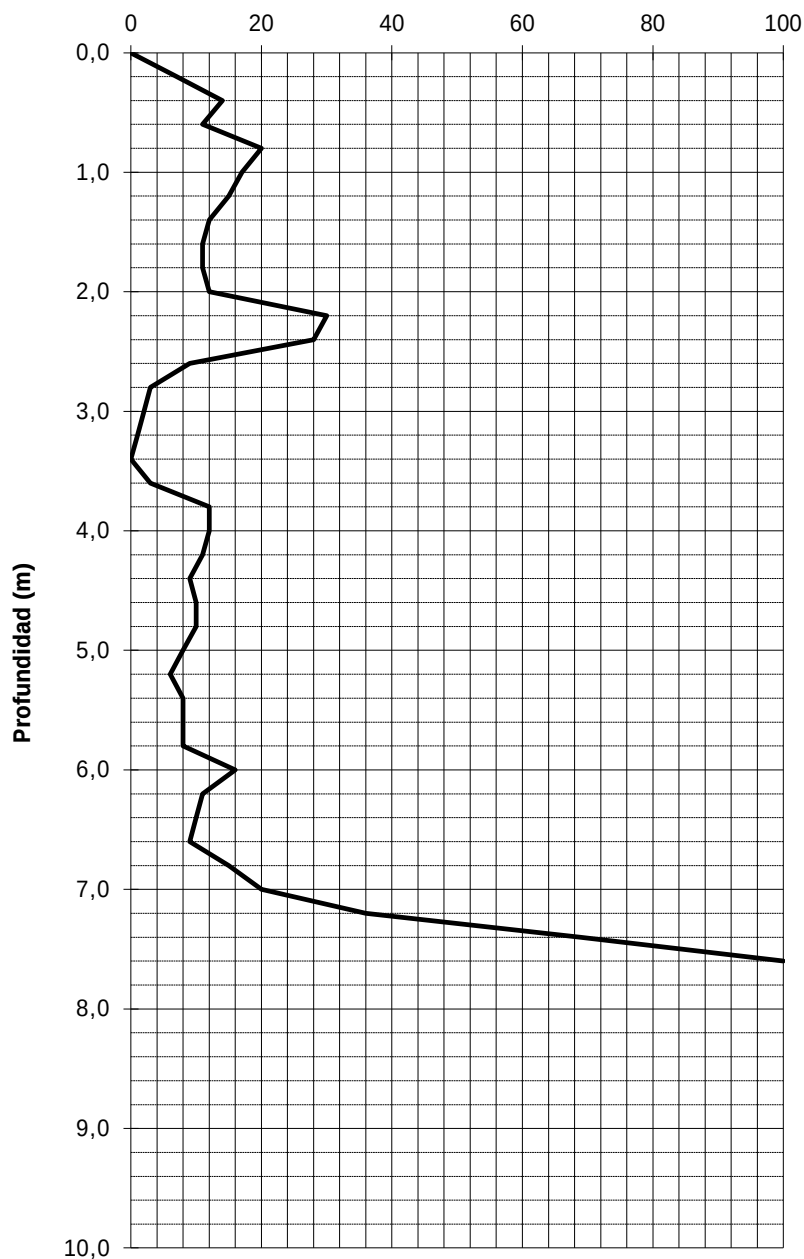
Penetración N°: P-1

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	7
0.20-0.40	14
0.40-0.60	11
0.60-0.80	20
0.80-1.00	17
1.00-1.20	15
1.20-1.40	12
1.40-1.60	11
1.60-1.80	11
1.80-2.00	12
2.00-2.20	30
2.20-2.40	28
2.40-2.60	9
2.60-2.80	3
2.80-3.00	2
3.00-3.20	1
3.20-3.40	0
3.40-3.60	3
3.60-3.80	12
3.80-4.00	12
4.00-4.20	11
4.20-4.40	9
4.40-4.60	10
4.60-4.80	10
4.80-5.00	8
5.00-5.20	6
5.20-5.40	8
5.40-5.60	8
5.60-5.80	8
5.80-6.00	16
6.00-6.20	11
6.20-6.40	10
6.40-6.60	9
6.60-6.80	15
6.80-7.00	20
7.00-7.20	36
7.20-7.40	69
7.40-7.60	RECHAZO
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	

Golpes





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

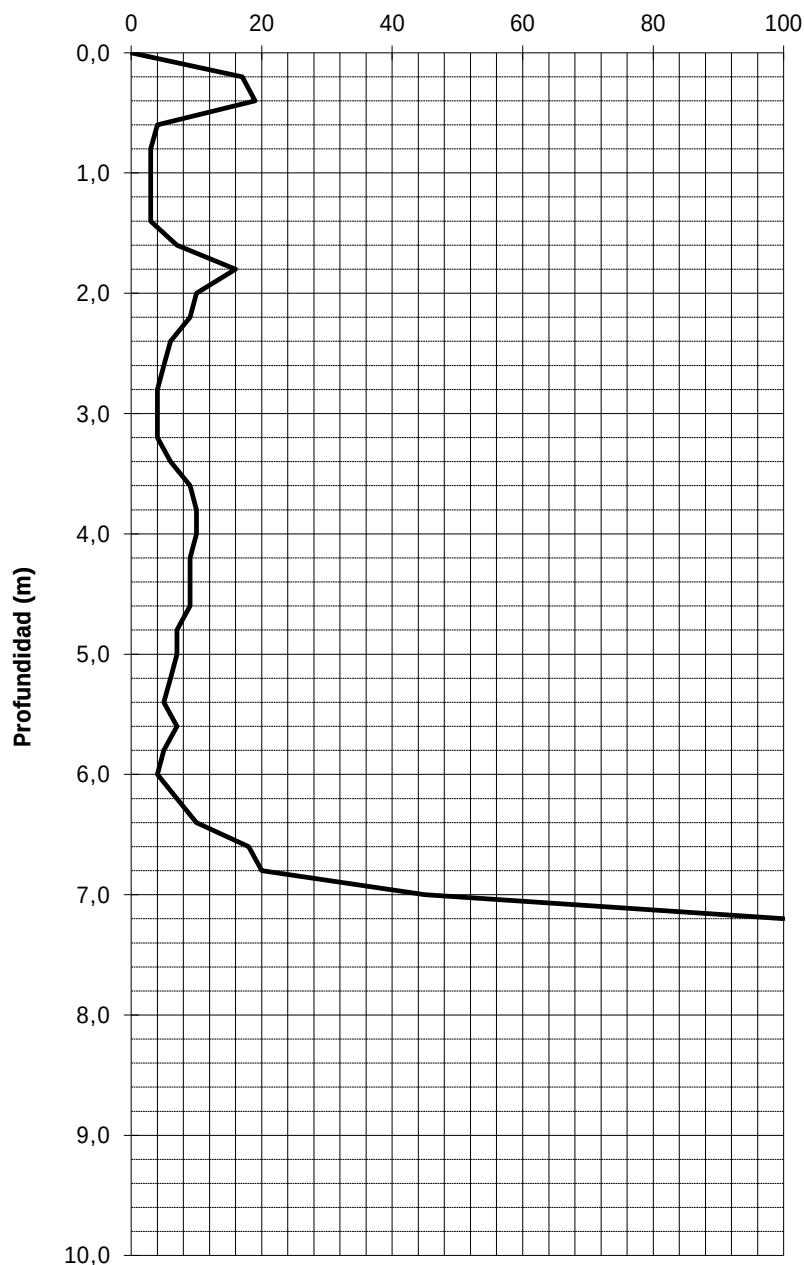
Penetración N°: P-2

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	17
0.20-0.40	19
0.40-0.60	4
0.60-0.80	3
0.80-1.00	3
1.00-1.20	3
1.20-1.40	3
1.40-1.60	7
1.60-1.80	16
1.80-2.00	10
2.00-2.20	9
2.20-2.40	6
2.40-2.60	5
2.60-2.80	4
2.80-3.00	4
3.00-3.20	4
3.20-3.40	6
3.40-3.60	9
3.60-3.80	10
3.80-4.00	10
4.00-4.20	9
4.20-4.40	9
4.40-4.60	9
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	5
5.80-6.00	4
6.00-6.20	7
6.20-6.40	10
6.40-6.60	18
6.60-6.80	20
6.80-7.00	45
7.00-7.20	RECHAZO
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





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

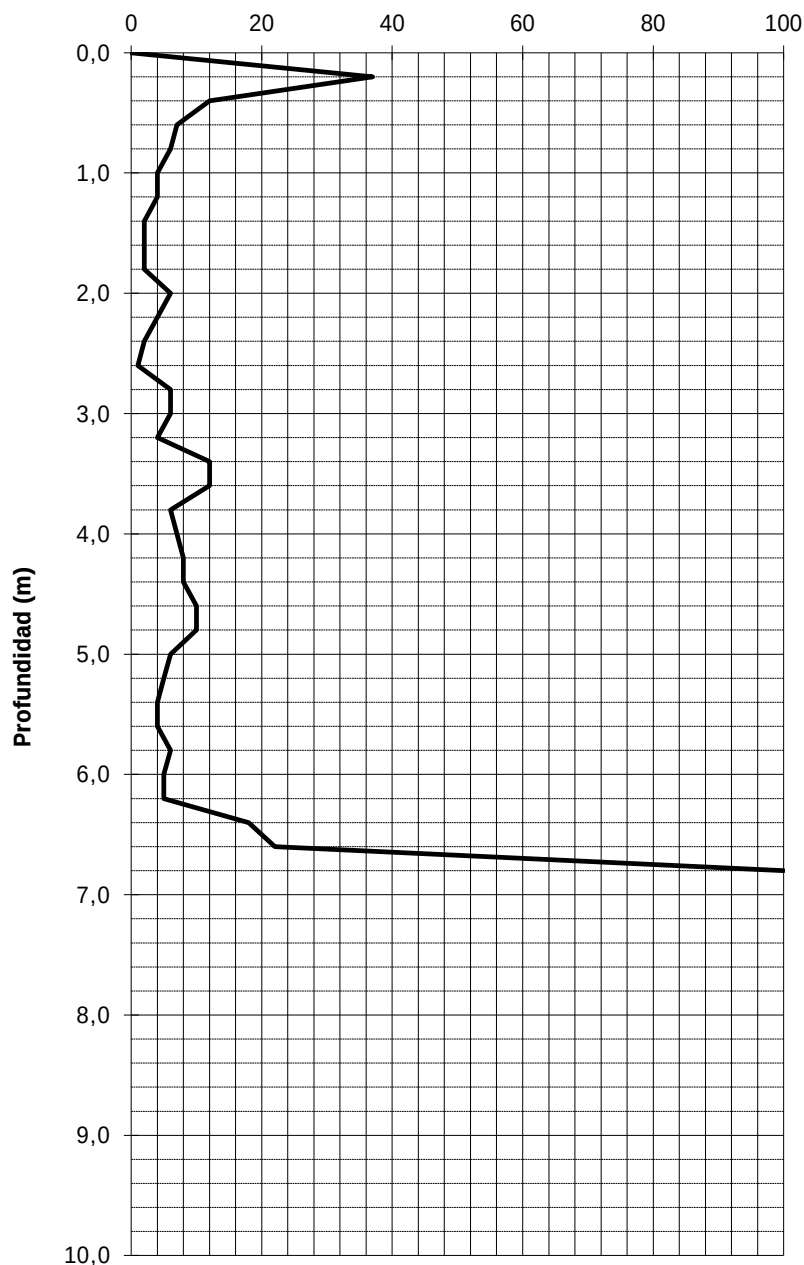
Penetración N°: P-3

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	37
0.20-0.40	12
0.40-0.60	7
0.60-0.80	6
0.80-1.00	4
1.00-1.20	4
1.20-1.40	2
1.40-1.60	2
1.60-1.80	2
1.80-2.00	6
2.00-2.20	4
2.20-2.40	2
2.40-2.60	1
2.60-2.80	6
2.80-3.00	6
3.00-3.20	4
3.20-3.40	12
3.40-3.60	12
3.60-3.80	6
3.80-4.00	7
4.00-4.20	8
4.20-4.40	8
4.40-4.60	10
4.60-4.80	10
4.80-5.00	6
5.00-5.20	5
5.20-5.40	4
5.40-5.60	4
5.60-5.80	6
5.80-6.00	5
6.00-6.20	5
6.20-6.40	18
6.40-6.60	22
6.60-6.80	RECHAZO
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





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

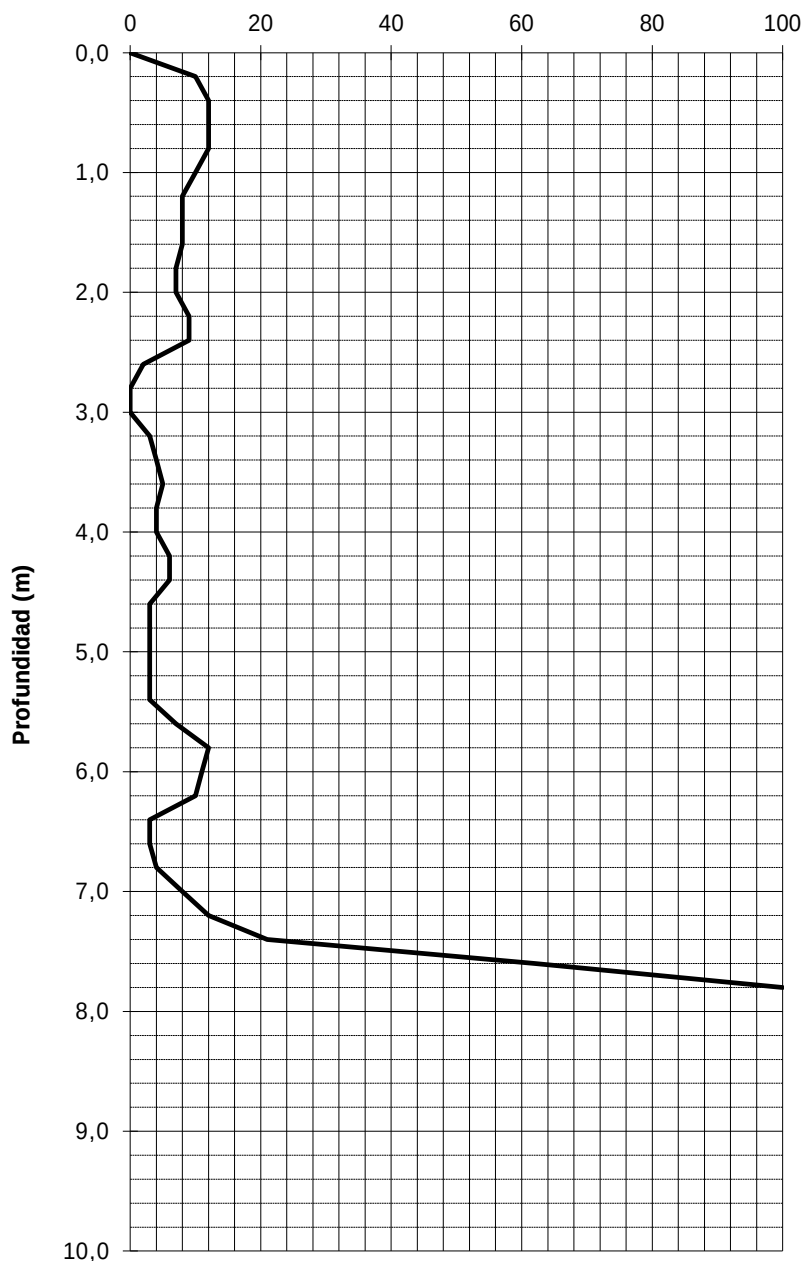
Penetración N°: P-4

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	10
0.20-0.40	12
0.40-0.60	12
0.60-0.80	12
0.80-1.00	10
1.00-1.20	8
1.20-1.40	8
1.40-1.60	8
1.60-1.80	7
1.80-2.00	7
2.00-2.20	9
2.20-2.40	9
2.40-2.60	2
2.60-2.80	0
2.80-3.00	0
3.00-3.20	3
3.20-3.40	4
3.40-3.60	5
3.60-3.80	4
3.80-4.00	4
4.00-4.20	6
4.20-4.40	6
4.40-4.60	3
4.60-4.80	3
4.80-5.00	3
5.00-5.20	3
5.20-5.40	3
5.40-5.60	7
5.60-5.80	12
5.80-6.00	11
6.00-6.20	10
6.20-6.40	3
6.40-6.60	3
6.60-6.80	4
6.80-7.00	8
7.00-7.20	12
7.20-7.40	21
7.40-7.60	62
7.60-7.80	RECHAZO
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





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

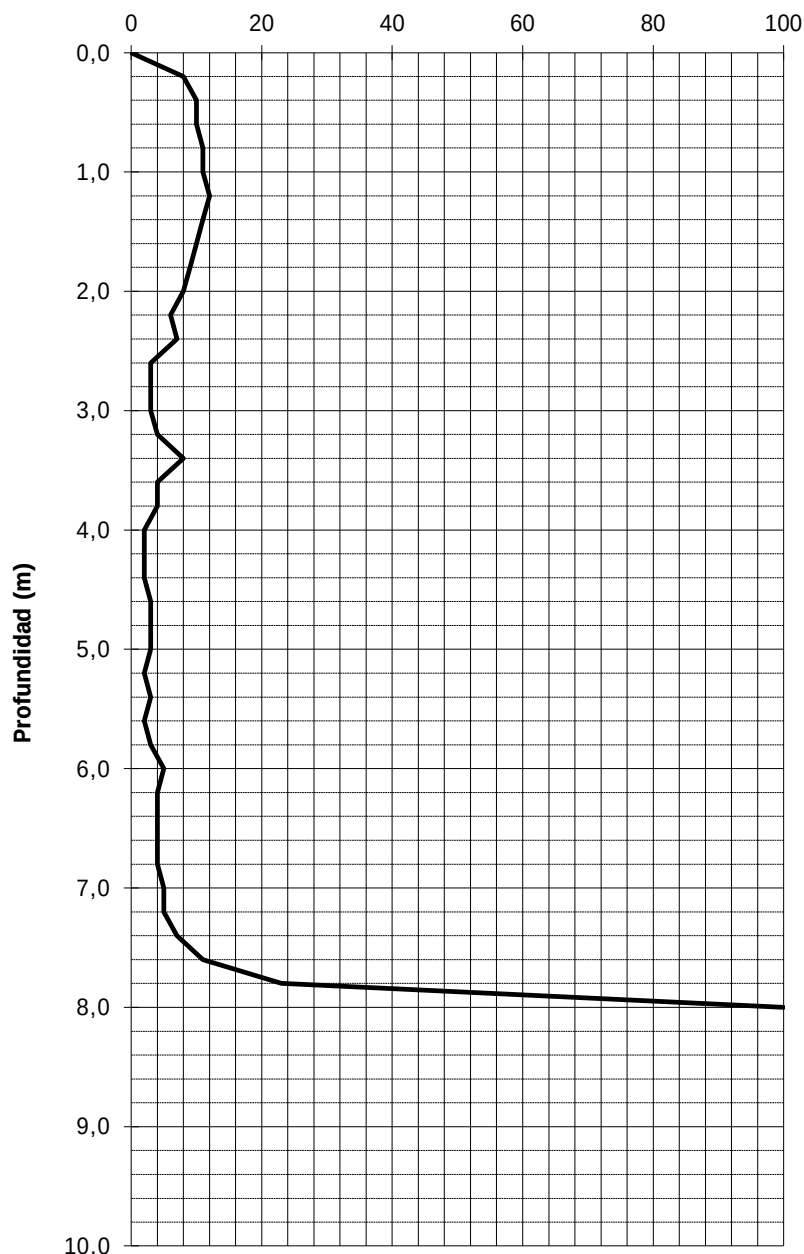
Penetración N°: P-5

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	8
0.20-0.40	10
0.40-0.60	10
0.60-0.80	11
0.80-1.00	11
1.00-1.20	12
1.20-1.40	11
1.40-1.60	10
1.60-1.80	9
1.80-2.00	8
2.00-2.20	6
2.20-2.40	7
2.40-2.60	3
2.60-2.80	3
2.80-3.00	3
3.00-3.20	4
3.20-3.40	8
3.40-3.60	4
3.60-3.80	4
3.80-4.00	2
4.00-4.20	2
4.20-4.40	2
4.40-4.60	3
4.60-4.80	3
4.80-5.00	3
5.00-5.20	2
5.20-5.40	3
5.40-5.60	2
5.60-5.80	3
5.80-6.00	5
6.00-6.20	4
6.20-6.40	4
6.40-6.60	4
6.60-6.80	4
6.80-7.00	5
7.00-7.20	5
7.20-7.40	7
7.40-7.60	11
7.60-7.80	23
7.80-8.00	RECHAZO
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





GEEA GEÓLOGOS, S.L.

P.I. Miguel de Eguía, c/Zarapuz 2, **31200 Estella**

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

P. I. Areta, c/ Irumuga 45, 31620 **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: Ampliación IES de Sarriguren, Valle de Egues (Navarra)

Cliente: DEP. EDUCACION, GDN

Ref. Inf.: IRGE 2209 1021

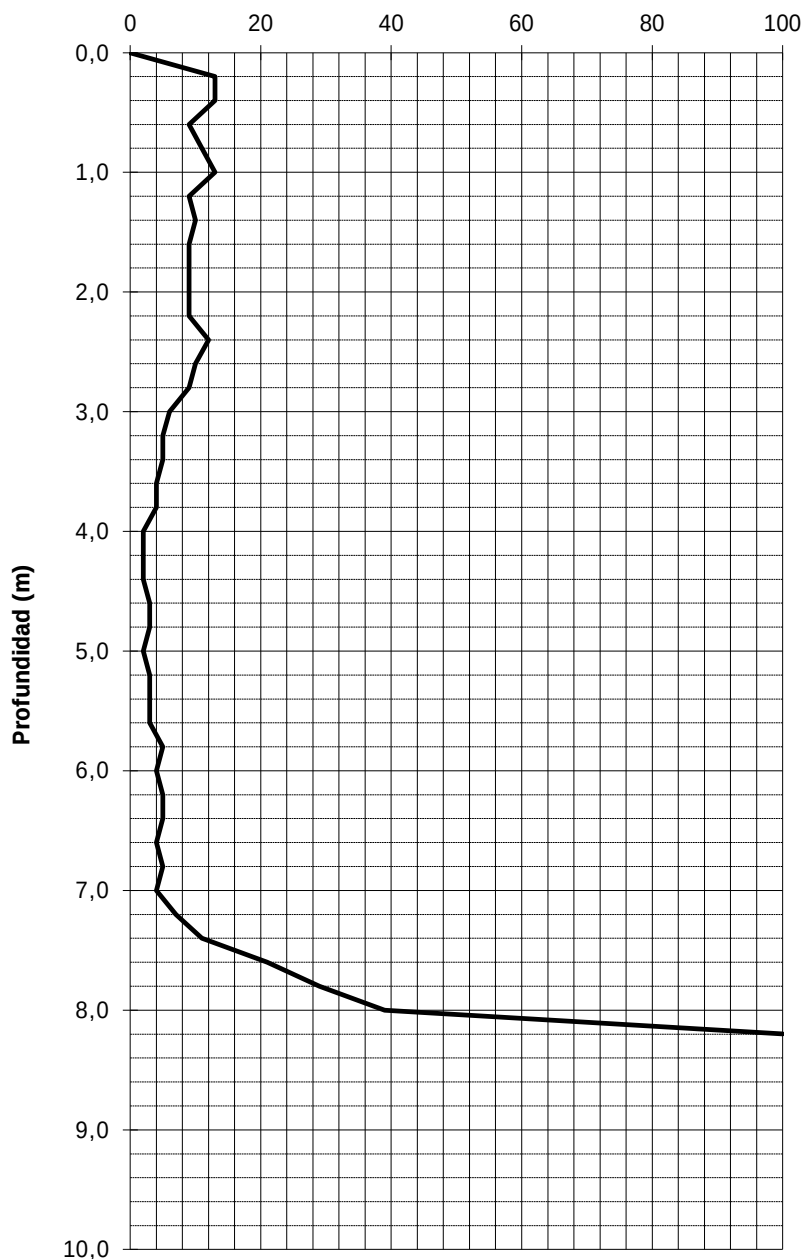
Penetración N°: P-6

Referencia: G14437

Fecha: 26 de octubre de 2021

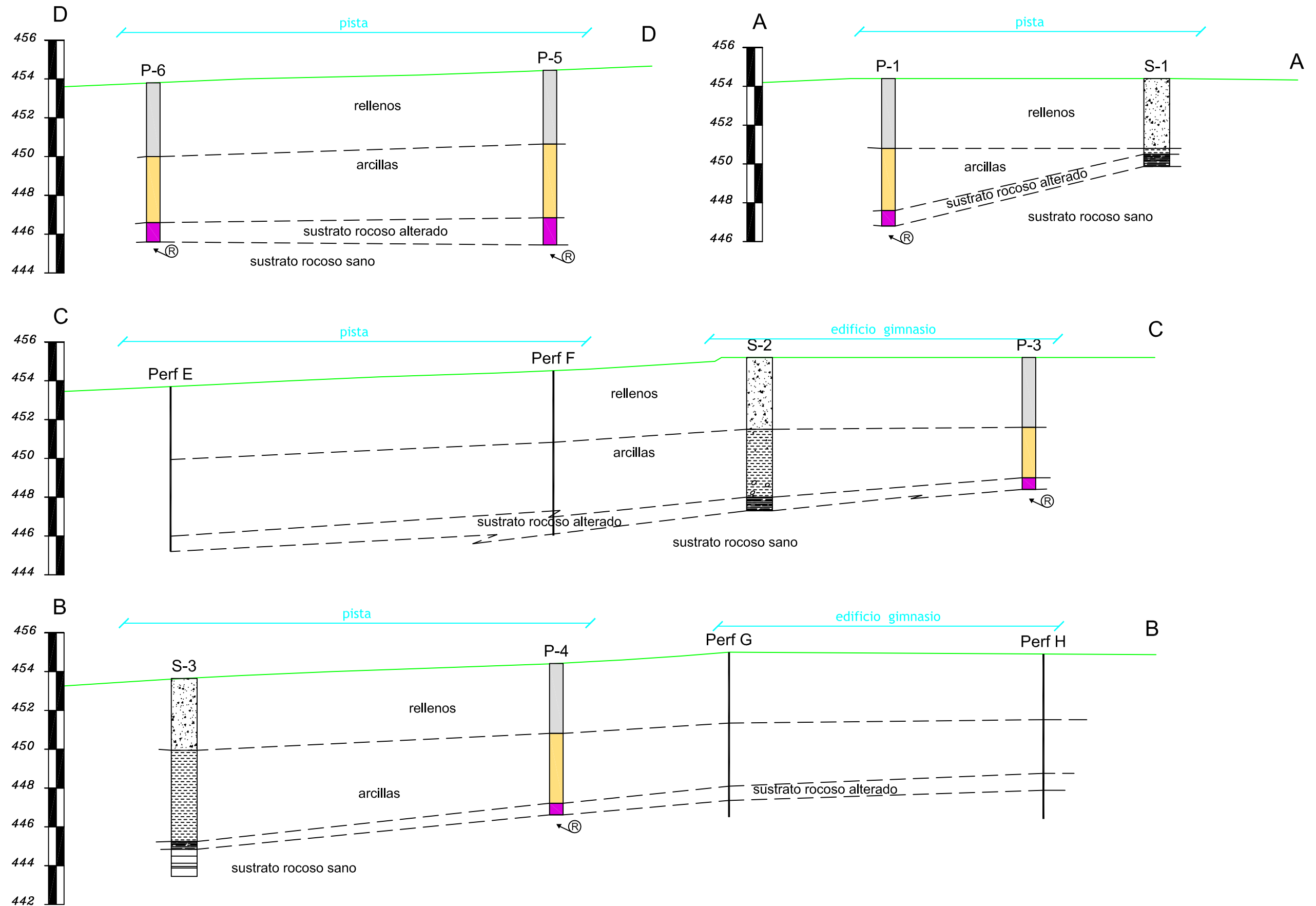
Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	13
0.20-0.40	13
0.40-0.60	9
0.60-0.80	11
0.80-1.00	13
1.00-1.20	9
1.20-1.40	10
1.40-1.60	9
1.60-1.80	9
1.80-2.00	9
2.00-2.20	9
2.20-2.40	12
2.40-2.60	10
2.60-2.80	9
2.80-3.00	6
3.00-3.20	5
3.20-3.40	5
3.40-3.60	4
3.60-3.80	4
3.80-4.00	2
4.00-4.20	2
4.20-4.40	2
4.40-4.60	3
4.60-4.80	3
4.80-5.00	2
5.00-5.20	3
5.20-5.40	3
5.40-5.60	3
5.60-5.80	5
5.80-6.00	4
6.00-6.20	5
6.20-6.40	5
6.40-6.60	4
6.60-6.80	5
6.80-7.00	4
7.00-7.20	7
7.20-7.40	11
7.40-7.60	21
7.60-7.80	29
7.80-8.00	39
8.00-8.20	RECHAZO
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	

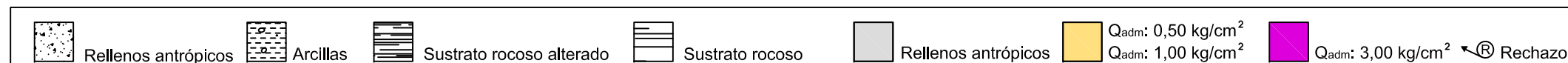


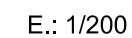
ANEXO 4

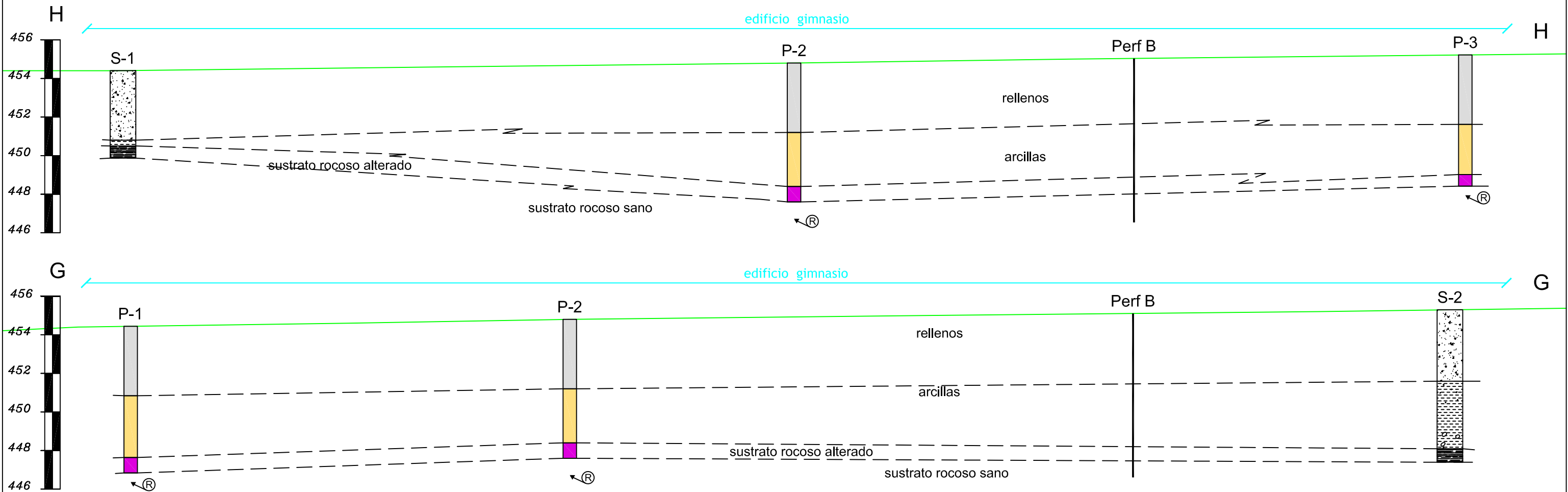
Perfiles de correlación



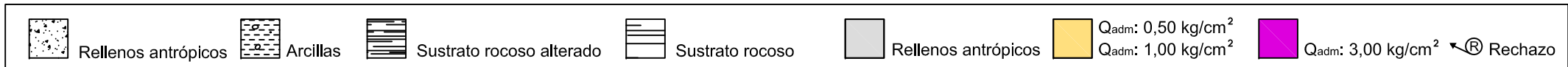
LEYENDA SONDEOS Y PENETRÓMETROS







LEYENDA SONDEOS Y PENETRÓMETROS



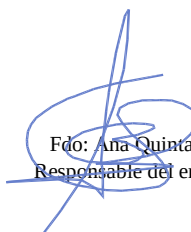
ANEXO 5

Boletines de los ensayos de laboratorio

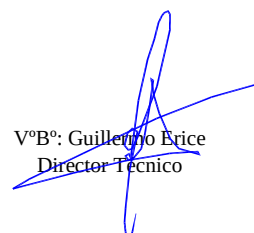
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		CONTENIDO DE	
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
			<i>Ensayo</i>	
			<i>Norma</i>	UNE 83001:2000
			<i>Acta n°</i>	<i>N° Copia</i>
			AN058382	Copia 1. EDPTO EDUCACION

Referencia Muestra....	N17226	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	SONDEO A 0,4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	EDPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco) = $(0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	<100


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 18 D ENOVIEMBRE DE 2021

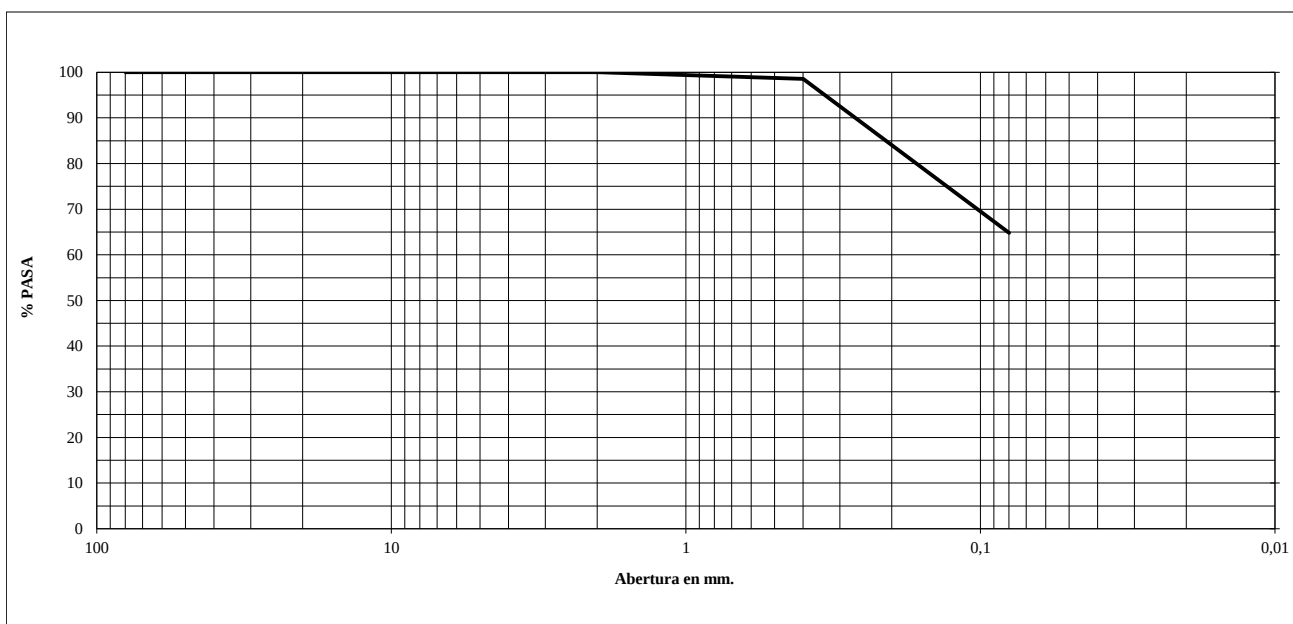
HOJA 1 DE 1

	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 AN058394	Nº Copia Copia 1. DPTO EDUCACION

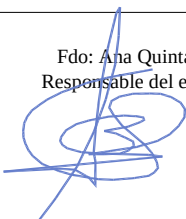
Referencia Muestra....	N17232	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 4 A 4,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	130,7
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	130,7
$D = (B + C)$	Muestra total seca	130,7
E	Frac. fina ensayada seca al aire	130,7
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	130,7
C/F		1,0

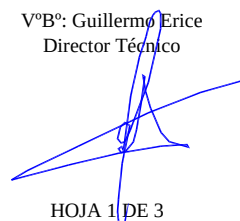
CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		gs. en parte fina ensayada	gs. en Muestra total	gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	100
63	2,5			0,0	100
50	2			0,0	100
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			130,7	100
0,4	40	1,9	1,9	128,8	99
0,08	200	44,0	44,0	84,7	65



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



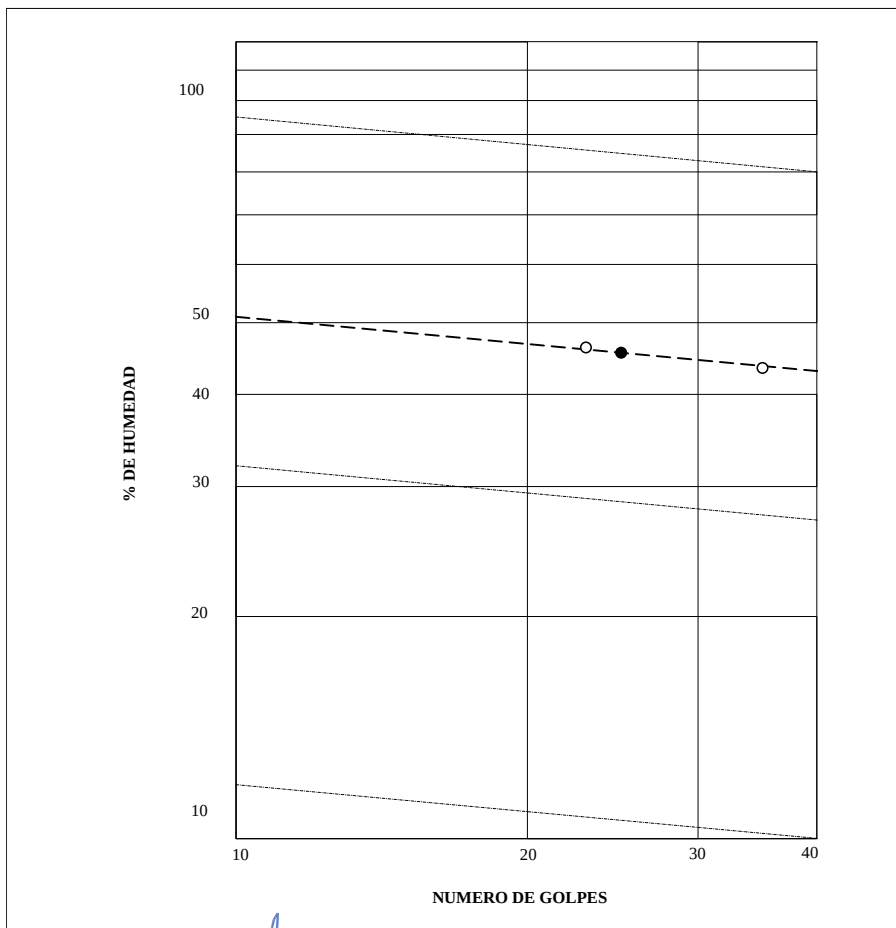
Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2021

HOJA 1 DE 3

 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 AN058395	Nº Copia Copia 1. DPTO EDUCACION

Referencia Muestra.... N17232	Referencia Informe..... EN-488
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S3 DE 4 A 4,6 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA 2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA SARRIGUREN

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	23	35	-	Referencia tara	J13	J10
-	Referencia tara	J26	J14	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,90	0,86
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,79	3,07	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,77	13,19
t+s+a	Tara + suelo + agua	17,98	19,60	t+s	Tara + suelo	12,87	12,33
t+s	Tara + suelo	15,19	16,53	t	Tara	9,59	9,09
t	Tara	9,16	9,46	s=(t+s)-t	Suelo	3,28	3,24
s=(t+s)-t	Suelo	6,03	7,07	w=100*(a/s)	% Humedad	27,4	26,5
w=100*(a/s)	% Humedad	46,3	43,4				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	45,5
LIMITE PLASTICO =	27,0
INDICE PLASTICIDAD =	18,5

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella,

18 DE NOVIEMBRE DE 2021



HOJA 2 DE 3

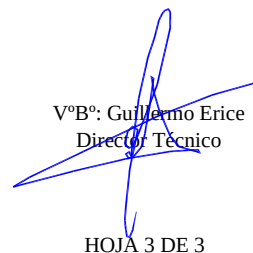
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	CONTENIDO DE
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS
			<i>Acta n°</i> AN058396	UNE 83001:2000 <i>N° Copia</i> Copia 1. DPTO EDUCACION

Referencia Muestra....	N17232	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 DE 4 A 4,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco) = $(0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	<100


 Edo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico
 HOJA 3 DE 3

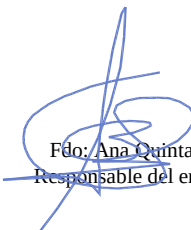
Estella, 18 DE NOVIEMBRE DE 2021

	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 LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO
			Norma UNE 103300/93
			Acta n° AN058389
		N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION	

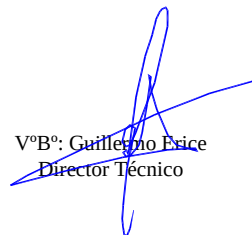
Referencia Muestra....	N17230	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 9,15 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (g) =	998,50
TARA + SUELO (g) =	975,20
TARA (g) =	545,50

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	5,42


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



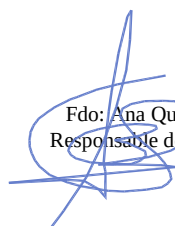

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO	
	<i>Norma</i> UNE 103301/94	
	<i>Acta n°</i> AN058390	<i>Nº Copia</i> Copia 1. DPTO EDUCACION

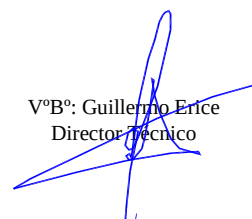
Referencia Muestra....	N17230	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 9,15 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (g) =	105,60
PESO CON PARAFINA (g) =	135,80
PESO SUMERGIDO (g) =	57,80
HUMEDAD (%)=	5,42

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm3) =	2,38
DENSIDAD SECA (g/cm3) =	2,25


Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 28 D EOVIEMBRE DE 2021

HOJA 2 DE 4

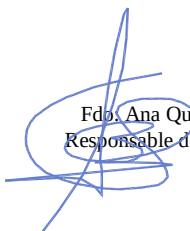
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control para la Calidad de la Edificación y Obra Pública" de Gobierno de Navarra ((<http://www.cfnavarra.es/obraspublicas/obras/labora.htm>))

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		Ensayo TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA
			Norma UNE 22950/90
			Acta n° AN058391
		N° Copia Copia 1. DPTO EDUCACION	

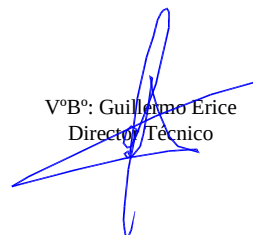
Referencia Muestra....	N17230	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 9,15 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

DATOS PROBETA			
PESO (g)	1519,80	SUP. BASE (cm ²)	39,59
DIAMETRO. (mm)	71,00	VOL. PROBETA (cm ³)	641,39
ALTURA (mm)	162,00	DENS. PROB. (g/cm3)	2,37

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	2,63
ESBELTEZ	2,28
COEFICIENTE (K)	0,99
CARGA ROTURA CORREGIDA	2,66
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	67,3


Edo. Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Estella, 28 D EOVEMBRE DE 2021

HOJA 3 DE 4

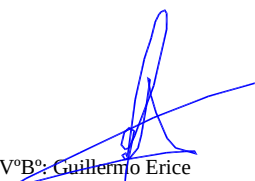
	GEEA GEÓLOGOS S.L.		CONTENIDO DE	
	Calle Zaraputz 2 Pol.Ind. Miguel de Eguia 31200 Estella, Navarra T. y F. 948 55 48 11		SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
			<i>Ensayo</i>	
			<i>Norma</i>	UNE 83001:2000
			<i>Acta n°</i>	<i>Nº Copia</i>
			AN058392	Copia 1. DPTO EDUCACION

Referencia Muestra....	N17230	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 9,15 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	DPTO EDUCACION
FECHA ENTRADA	2 DE NOVIEMBRE DE 2021	DEN. OBRA	SARRIGUREN

RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco})=(0,416*((T+R) - T))/M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	<100


 Edo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo




 VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Estella, 28 D EOVEMBRE DE 2021

HOJA 4 DE 4

ANEXO 6

Plano de ubicación de los ensayos

