

ANEJO N°2

Geología y geotecnia

Índice

1 Introducción	1
1.1 Objetivos y alcance	1
1.2 Metodología	1
1.3 Información utilizada	2
2 Encuadre geológico	3
2.1 Tectónica	4
2.2 Sismicidad	5
2.3 Hidrogeología	5
3 Geología de la zona	6
3.1 Estratigrafía y litología	6
3.1.1 Formación Ereza (ud 82)	6
3.1.2 Recubrimiento Cuaternario	6
3.2 Tectónica	6
3.3 Geomorfología	6
3.4 Hidrogeología	7
3.5 Riesgos geológicos	7
3.5.1 Riesgos geológicos asociados a arroyada y avenidas de agua	7
3.5.2 Riesgos asociados a la sismicidad	7
3.5.3 Agresividad de los suelos por sulfatos	7
4 Características geotécnicas de los materiales	8
4.1 Formación Ereza	8
4.2 Recubrimiento cuaternario	8
4.2.1 Depósitos eluvio-coluviales	8
4.2.2 Rellenos antrópicos (RA)	9
5 Geotecnia de la estructura	10
5.1 Estribo 1	10
5.2 Pila 1	10
5.3 Estribo 2	11

APÉNDICE Nº2.1: PLANOS
APÉNDICE Nº2.2: CAMPAÑA GEOTÉCNICA
APÉNDICE Nº2.3: ENSAYOS DE LABORATORIO
APÉNDICE Nº2.4: ESTUDIOS PREVIOS

1 Introducción

En este anejo describimos las características geológicas para la cimentación de la ampliación del Puente de Santa Ana, entre Bilbo y Basauri, para la construcción de una bicipista sobre el puente actual.



Imagen nº1. Vista de la zona (Norte a la derecha)



Imagen nº2. Vista de la zona (Norte a la izquierda)

Así mismo, el objeto de este anejo es aportar la visión geotécnica sobre las obras a desarrollar y que se definen en el proyecto. En este sentido se lleva a cabo un estudio de los materiales presentes a lo largo del trazado y se estudian las condiciones de cimentación de la nueva estructura proyectada.

1.1 Objetivos y alcance

El objetivo de este anejo es el de determinar las características geológicas de los terrenos por donde discurre la traza, principalmente:

- Litología de los materiales.
- Disposición estructural.
- Análisis y caracterización de discontinuidades.
- Aspectos geomorfológicos generales y aquellos con incidencia en la traza.
- Comportamiento hidrogeológico de los materiales. Formaciones acuíferas. Estimación de niveles freáticos.

En términos geotécnicos se analizan las características geotécnicas de los materiales atravesados y se efectúan recomendaciones acerca de las obras de tierra a ejecutar en este caso exclusivamente desmontes.

1.2 Metodología

Para la realización de este anejo se ha seguido la siguiente metodología:

- Recopilación, análisis y evaluación de la información geológica y geotécnica sobre la zona.
- Reconocimiento geológico en campo de los diversos materiales aflorantes, su litología y disposición estructural, plasmándose en una cartografía geológica a escala 1/500 de una franja alrededor de la traza.
- Características geomorfológicas, con especial atención a aquellas que pueden afectar al trazado. - Reconocimiento de campo y estudio fotogeológico.
- Reconocimiento y delimitación de rellenos antrópicos.
- Hidrogeología de los materiales. Determinación de formaciones acuíferas. Estimaciones de niveles freáticos y afecciones al trazado.

En el apartado geotécnico se presenta la metodología de cálculo empleada para cada uno de los elementos de la obra. A partir de los datos tomados en campo y los reconocimientos geotécnicos efectuados se elaboran los cálculos necesarios para determinar la idoneidad de los elementos diseñados. De la misma forma se han utilizado datos cuyo origen se sitúa en proyectos de infraestructuras cercanas.

proyecto de construcción de la bicipista del
Nerviñ. Tramo: Bolueta (Bilbao) — La
Basconia (Basauri)

Anejo nº2: Geología y Geotecnia

1

1.3 Información utilizada

En primer lugar se ha consultado la información geológica general existente de la zona estudiada, básicamente los estudios realizados por el IGME y el ITGE (Instituto Tecnológico Geominero de España) dentro del plan MAGNA.

- Mapa Geológico del País Vasco 1/25.000. Hoja nº 61-IV “Basauri”. (1993).
- Mapa Geológico de España 1/50.000. Hoja nº 61 “Bilbao”. (1973).
- Proyecto de Construcción de la Bicipista del Nervión. Tramo: Bolueta (Bilbao) – La Basconia (Basauri). FULCRUM 2023.
- Estudio Geológico y Geotécnico para la Construcción de un Edificio de Viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia). GEA 2011. Adjunto en el apéndice 2.4 Estudios previos.

Proyecto de Construcción de la Bicipista del Nervión. Tramo: Bolueta (Bilbao) – La Basconia (Basauri)

Anejo nº2: Geología y Geotecnia

2

2 Encuadre geológico

Desde el punto de vista de la geología regional, la zona objeto de este estudio pertenece a las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco - Cantábrica.

El área estudiada se enmarca dentro del flanco sur del sinclinorio de Bilbao, originado durante la Orogenía Alpina. Concretamente en la unidad tectosedimentaria conocida como “Dominio de la plataforma alavesa”, dentro del sector de Amurrio - Karrantza. Esta Unidad se encuentra limitada al Norte por la Falla de Bilbao, mientras que al Sur el límite viene dado por el sinclinal de Miranda Treviño y su continuación hacia el NO.

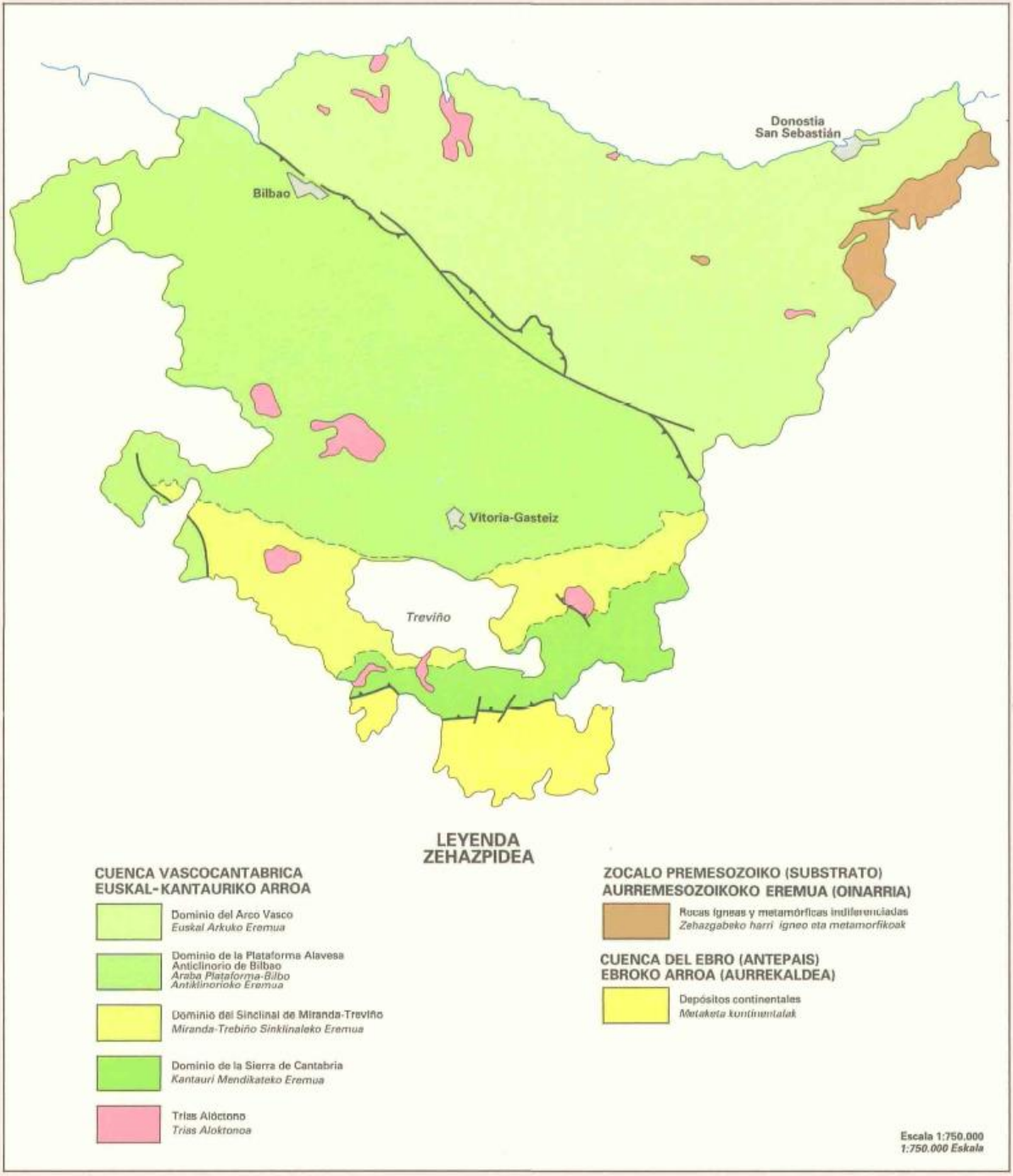


Figura nº1. Esquema estratigráfico del País Vasco y situación del proyecto. (Mapa del EVE, escala 1:1.000.000).

Proyecto de Construcción de la Bici-pista del Nervión. Tramo: Bolueta (Bilbao) — La Basconia (Basauri)

Anejo nº2: Geología y Geotecnia

Los materiales delimitados por estos accidentes tectónicos, de edad Cretácico Inferior (Albiense), pertenecen a la “Plataforma alavesa”, formado, en esta zona, por rocas detríticas del Complejo Supraurgoniano y constituido principalmente por limolitas negras arenosas y areniscas, normalmente carbonatadas.

El ciclo Supraurgoniano representa el episodio terrígeno que cierra el ciclo marino somero arrecifal urgoniano y lo separa de los episodios flyschoides o de la sedimentación carbonatada extensiva en las grandes plataformas del Cretácico superior.

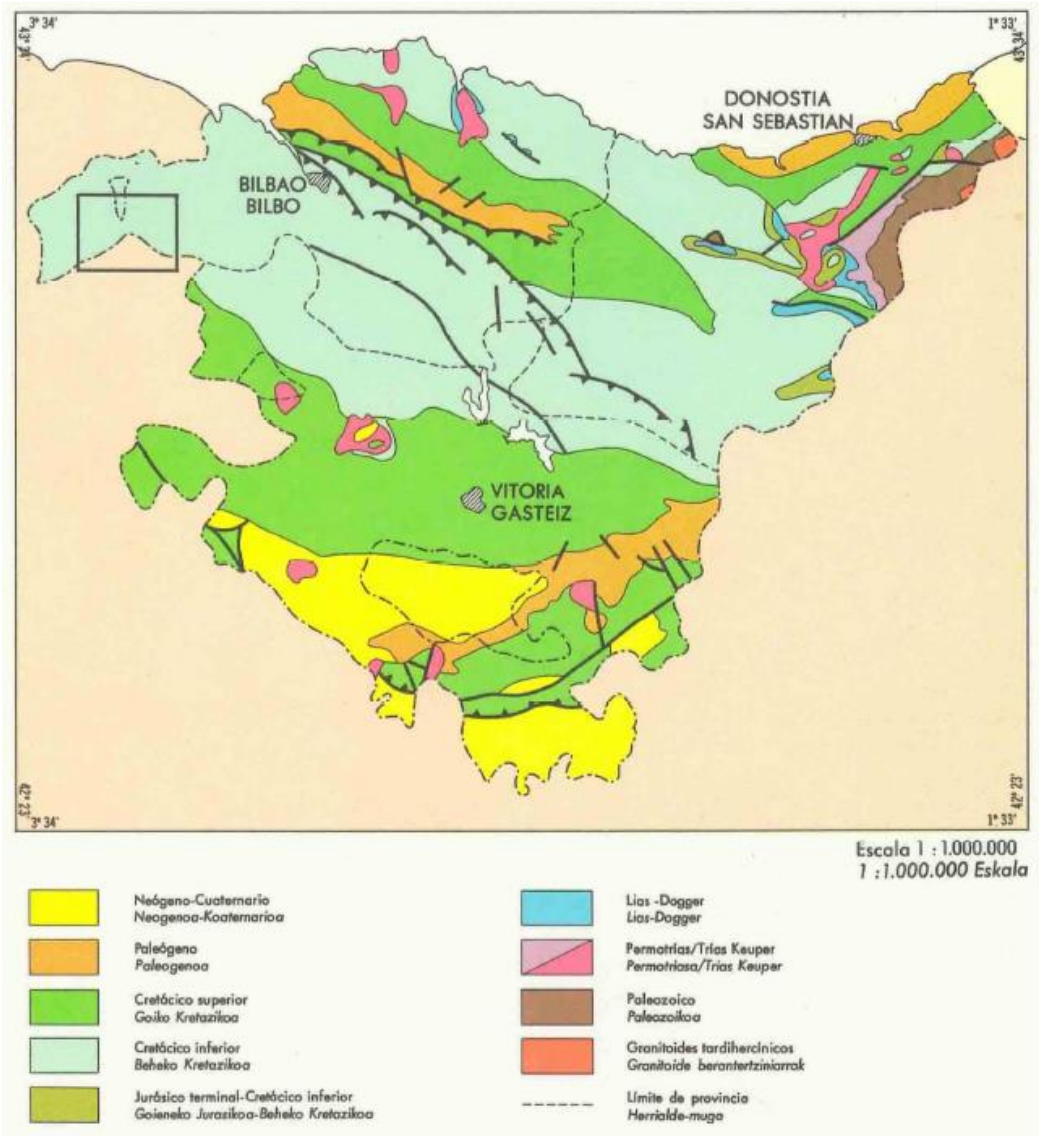


Figura nº2. Esquema geológico regional (Mapa del EVE, escala 1:100.000)

Desde el punto de vista estructural, la Unidad de la plataforma alavesa, al igual que toda la Cuenca Vasco-Cantábrica, se caracteriza por presentar, al menos, tres fases de deformación debidas a los efectos de la Orogenia Alpina. La más importante de ellas, denominada como Fase I en la bibliografía consultada, es la que genera casi la totalidad de las estructuras reconocibles a escala regional, predominando la dirección Noroeste - Sureste, N 120° a 130° E. Posteriormente se desarrollan, durante la Fase III, estructuras de rumbo ortogonal al descrito, N45°E, y que afectan a las directrices de la Fase I.

Sobre el substrato Cretácico, se han desarrollado diversos depósitos cuaternarios, con espesores poco importantes, consistentes en suelos de origen eluvial y por rellenos antropogénicos.

2.1 Tectónica

Estructuralmente, la zona de estudio se engloba dentro del Sector de Durango, enmarcado en la Unidad de Oiz. Las directrices estructurales principales son NO-SE. Al igual que en otras unidades, se contempla la división de esta gran área estructural en sectores que presentan características estructurales comunes y/o están diferenciados por accidentes de importancia. La principal estructura de la Unidad de Oiz, aparte de sus accidentes limitantes, es el Sinclinorio de Bizkaia, plegamiento de directriz NO-SE situado en la franja centro-meridional de esta región estructural.

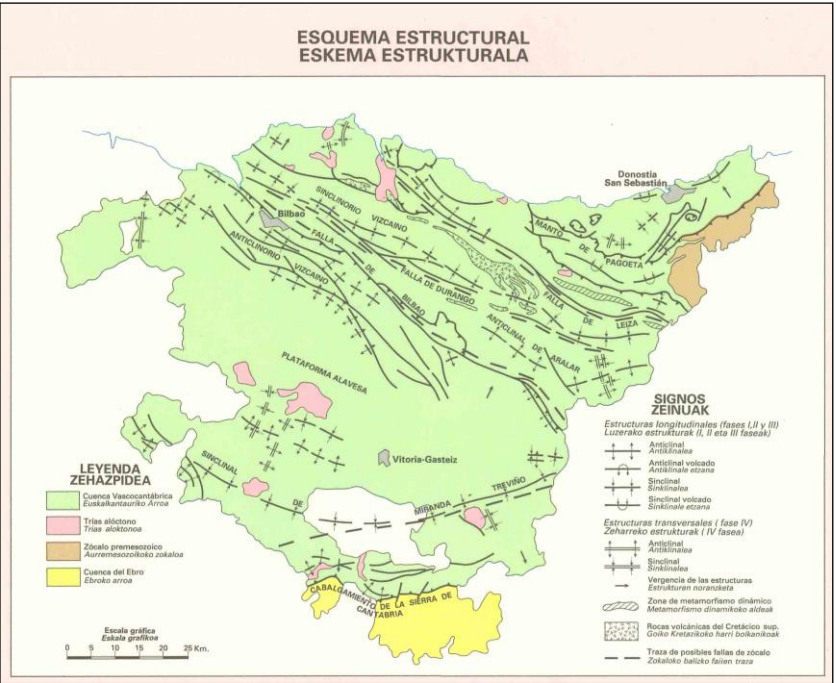


Figura nº3. Esquema estructural del País Vasco (Mapa geológico del EVE, escala 1/1.000.000)

2.2 Sismicidad

En el área estudiada, y de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), Parte General y Edificación, actualmente en vigor, real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, el trazado se desarrolla por zonas de intensidad sísmica calificada como de sismicidad baja, con valores a_b / g inferiores a 0,04, y de K inferiores a 1,0. Siendo a_b la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años.

Por otro lado K es el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia, en la peligrosidad sísmica de cada punto, de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma. Según la norma, no es preceptivo considerar la influencia de los fenómenos sísmicos en las obras y servicios situados en las zonas de dicho grado de sismicidad.



Figura nº4. Mapa Sísmico de España.

2.3 Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico regional, el área de estudio se enmarca dentro de la cuenca Norte, que ocupa la casi totalidad de la cornisa cantábrica. De los diversos sistemas acuíferos localizados dentro del sector vasco de esa cuenca solamente la Unidad Hidrogeológica de Oiz, que se desarrolla sobre materiales detríticos, se localiza próxima a la zona de estudio, aunque sin afectar a las obras previstas.

Desde el punto de vista práctico, las únicas zonas que tienen establecido un nivel piezométrico estable son los depósitos aluviales. Estos materiales son permeables por percolación, presentan un nivel freático sub-superficial. Es probable también, la existencia de cierto flujo en el contacto entre los materiales eluviales situados sobre las laderas y la roca sana durante los periodos de fuertes lluvias.

3 Geología de la zona

3.1 Estratigrafía y litología

A continuación se detallan las características de cada de las unidades reconocidas a lo largo del trazado estudiado:

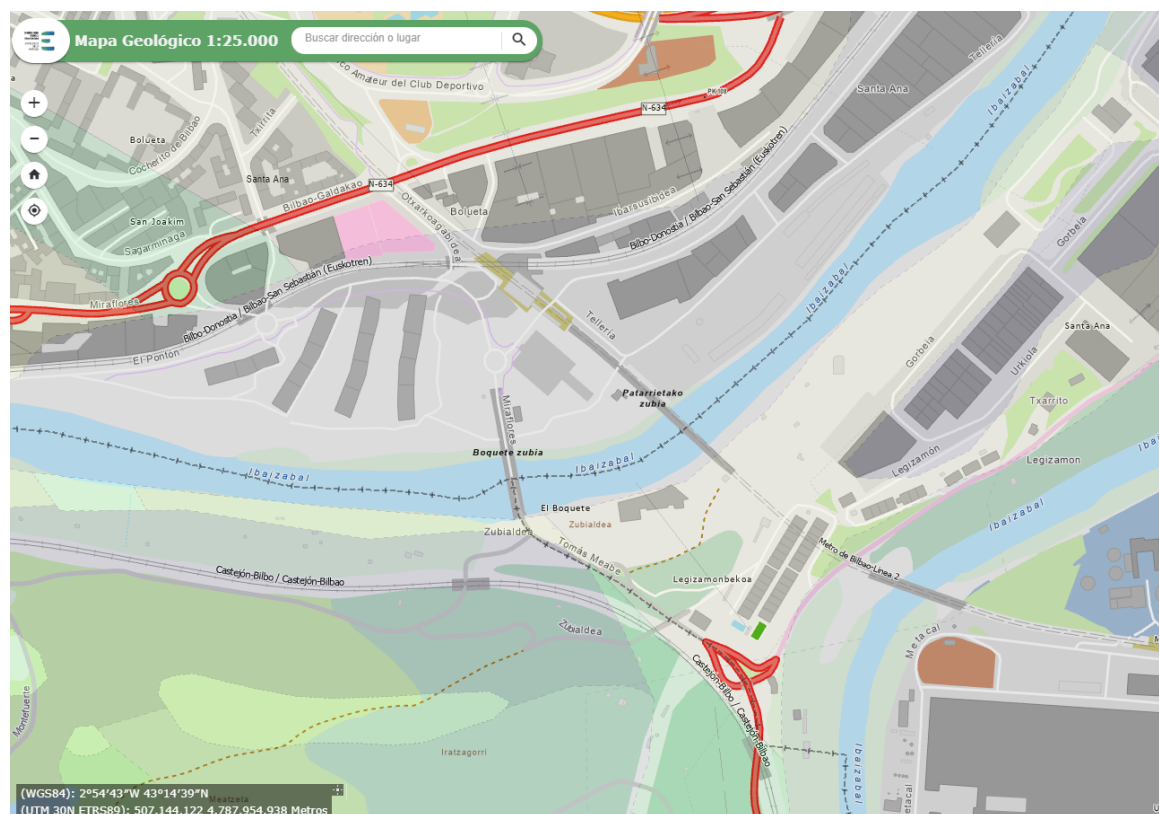


Figura nº5. Extracto de la cartografía geológica digital 1:25.000 del EVE.

3.1.1 Formación Ereza (ud 82)

Se encuentran a ambos estribos del puente, formadas por areniscas de grano fino y limolitas calcáreas de aspecto margoso en ocasiones, grises y marrones en alteración. Presentan abundantes fracturas milimétricas rellenas y selladas químicamente por calcita. Se presentan generalmente en estratos decimétricos y paquetes decimétricos o métricos (cuando se encuentran en profundidad sin estar afectadas por descompresiones del macizo). Son de edad cretácica, dentro del piso: Aptiense inferior.

Se han identificado en el sondeo ejecutado en el estribo sur del puente, así como en los sondeos ejecutados en las proximidades del estribo norte.

3.1.2 Recubrimiento Cuaternario

Atendiendo a su génesis y litología diferenciamos entre:

- 1.- Depósitos eluviales Se encuentran constituidos por materiales limo arcillosos, plásticos de color marrón, en el que ocasionalmente pueden aparecer cantos de diverso tamaño, pertenecientes al sustrato rocoso menos alterado. Conforman el nivel de alteración del sustrato rocoso y su espesor es variable, pero en general suele tener una potencia mínima de 3m.
- 2.- Depósitos aluviales Se sitúan en las márgenes de la ría, por debajo del trazado y no están afectados en las cimentaciones planteadas en el presente proyecto.
- 3.- Rellenos antrópicos. Formados por materiales de variada granulometría constituyen los principales rellenos de la actual plataforma sobre la que se ubicará la senda ciclable, así los viales existentes y zonas anexas.

3.2 Tectónica

La zona del trazado está afectada por dos sistemas de fracturas con dirección N-S y NO-SE. Siguiendo la dirección N-S aparecen de manera local filones de rocas volcánicas próximas al trazado.

A lo largo de la otra dirección predominante NO-SE aparecen fallas de carácter regional, tanto intraformacionales, como fallas que ponen en contacto los materiales del Cretácico Superior con los del Inferior.

Los buzamientos observados en la zona del proyecto son homogéneos con direcciones de buzamiento hacia el suroeste e inclinaciones medias de 50°-60°.

3.3 Geomorfología

La zona se encuentra situada sobre el río Nervión, en una zona de curva suave, estando el estribo sur en lado más erosivo.

3.4 Hidrogeología

A efectos prácticos tanto el macizo rocoso, compuesto por una alternancia de lutitas y niveles de areniscas, como los depósitos eluviales principalmente limo arcillosos pueden considerarse como impermeables.

Solamente, con carácter estacional puede esperarse un cierto flujo de agua en el contacto suelo/roca en el que las discontinuidades pueden encontrarse abiertas y con capacidad transmitiva a favor de la pendiente.

No se espera, dada la escasa entidad de las obras a ejecutar, modificaciones de importancia en el comportamiento hidrogeológico del macizo afectado, no afectándose aprovechamientos actuales

3.5 Riesgos geológicos

3.5.1 Riesgos geológicos asociados a arroyada y avenidas de agua

El cauce del Nervión en esta zona se encuentra en un tramo con poca curvatura, con lo que los procesos erosivos de las márgenes no son acuciados. El principal riesgo geológico está asociado a las crecidas del río que puedan socavar la cimentación del puente existente. Se tiene constancia de que las zonas próximas de la ribera han sido objeto de trabajos de restauración por las riadas del año 1983.

3.5.2 Riesgos asociados a la sismicidad

De acuerdo a lo establecido en la Normativa Sísmica Española (NCSE-02) el tramo a estudiar se encuentra por debajo de una aceleración sísmica de 0.04g y por tanto no sería obligatorio el cumplimiento de la Norma Sismorresistente.

3.5.3 Agresividad de los suelos por sulfatos

Los resultados obtenidos en los análisis químicos de sulfatos indican un bajo porcentaje en los materiales pertenecientes al sustrato rocoso (0.1%) así como en los materiales cuaternarios (0.4%).

4 Características geotécnicas de los materiales

Las características geotécnicas de los materiales se han deducido a partir los ensayos de laboratorio realizados en la campaña geotécnica.

4.1 Formación Ereza

Constituye el substrato rocoso que aflora a ambas márgenes de la ría.

En el estribo sur, detectados en el sondeo S-1, esta unidad se ha detectado a 12,5 de profundidad, bajo un potente nivel de suelos de alteración.

No se han obtenido testigos de roca lo suficientemente largos para realizar ensayos de compresión simple, por lo que se han ejecutado ensayos de carga puntual. Los resultados de los ensayos realizados para esta unidad se incluyen a continuación:

PUNTO RECONCIMIENTO	Muestra	Prof, Superior	Prof. inferior	Long, muestra	Unidad geotécnica	Carga Puntual
		m	m	m		MPa
S-1	TP-1	12.7	12.9	0.2	C1	2.58
S-1	TP-1	12.9	13.1	0.2	C1	2.63

Resultados ensayos de la formación del Cretácico Superior (C1)

Estos valores son más bajos de lo esperado para esta unidad geotécnica y son debidos a la existencia de discontinuidades en la muestra, que actúan de zonas de fractura preferente.

En el estribo norte está formada por margas y margocalizas oscuras. Se encuentran a 5,3m de profundidad en el sondeo S-5 y 5,7m en el sondeo S-6. La caracterización geotécnica, en base a los ensayos realizados se muestra a continuación:

Densidad aparente (g/cm³)	2,70-2,74
Cohesión c (kg/cm²)	7,69
Ángulo de rozamiento interno φ' (°)	26,96
Módulo de elasticidad E (kg/cm²)	8.455,60
Compresión simple (kg/cm²)	178,70
Carga admisible (kg/cm²)	8,52
Resist. fuste pilotes (kg/cm²)	3,07
Resist. punta Pilotes (kg/cm²)	66,00
Resist. fuste micros (kg/cm²)	1,50-4,00*
Resist. punta micros (kg/cm²)	16,50

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

4.2 Recubrimiento cuaternario

4.2.1 Depósitos eluvio-coluviales

Se trata de los materiales resultantes de la alteración del substrato rocoso y están formados por materiales limosos y arcillas de baja a media plasticidad que presentan cantidades variables de arena, ML y CL, según la clasificación de Casagrande.

Aparece localizada bajo el nivel de rellenos antrópicos y recubre el sustrato rocoso subyacente.

En el estribo norte, presentan una potencia muy reducida inferior a 0,4m, mientas que en el estribo sur, su espesor es de 10, sensiblemente mayor.

En función de los ensayos realizados, se le asignan unas características geotécnicas que se detallan en la siguiente tabla:

Peso específico aparente γ (g/cm³)	1,70-2,00
Cohesión c (kg/cm²)	0,00
Ángulo de rozamiento interno φ' (°)	33,75
Módulo de elasticidad E (kg/cm²)	82,00
Carga admisible (kg/cm²)	1,04
Resist. fuste pilotes (kg/cm²)	0,30
Resist. fuste micros (kg/cm²)	0,70-1,75*

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

4.2.2 Rellenos antrópicos (RA)

Se encuentran en la zona superior del emplazamiento de los estribos, fruto de los rellenos de urbanización y viales de la zona. Son materiales heterogéneos formados por arenas limosas y gravas heterométricas y fragmentos de roca (margocalizas y limolitas).

En la zona del estribo norte, presentan un espesor de 5,2 en el sondeo S-5 (el más cercano al estribo) y de 5,7m en el sondeo S-6. En el estribo sur, su espesor es de 2,5m.

En la campaña realizada norte se han obtenido los siguientes valores de caracterización de los rellenos:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,70-1,90
Cohesión c (kg/cm ²)	0,00
Ángulo de rozamiento interno φ' (º)	28,87
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	47,00
Carga admisible (kg/cm ²)	0,48
Resist. fuste pilotes (kg/cm ²)	0,13-0,30
Resist. fuste micros (kg/cm ²)	0,12/0,70-1,00/1,75*

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

5 Geotecnia de la estructura

Se ha diseñado una solución para la vía ciclista con la creación de dos nuevos estribos y una pila adicional en el lado norte del río.

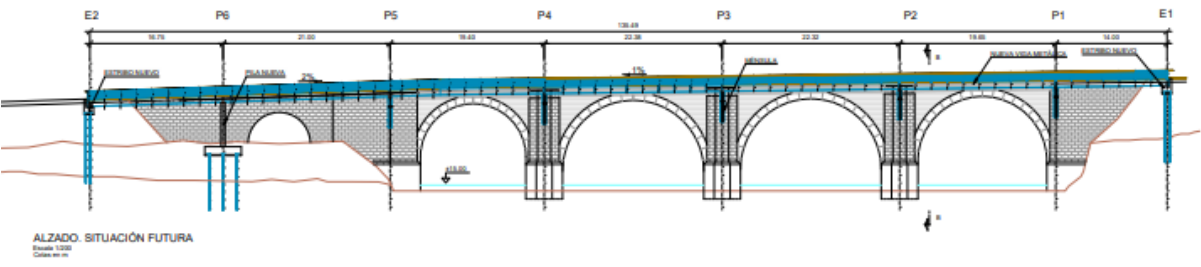


Imagen nº3. erfil longitudinal

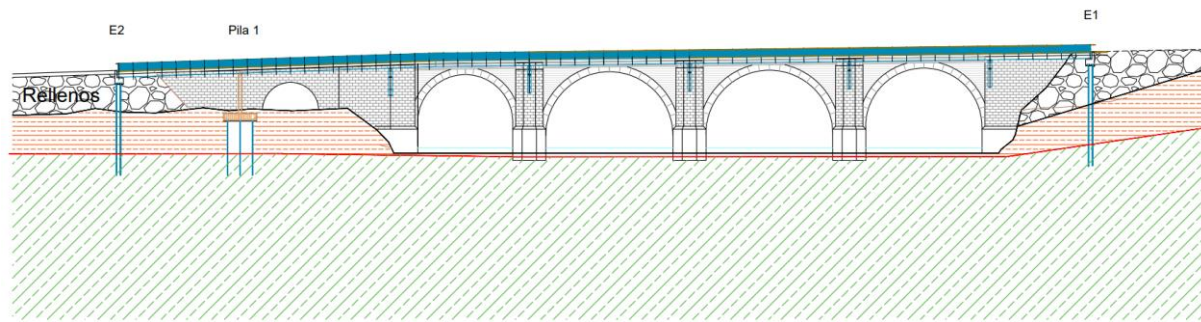


Imagen nº4. Perfil longitudinal geológico

En el Apéndice I del presente anejo, se incluye el perfil geológico longitudinal realizado con la información de los sondeos ejecutados.

La solución óptima dada la profundidad del sustrato rocoso y la proximidad a las infraestructuras existentes, que no permiten la apertura de pozos de cimentación sin establecer medidas de sostenimiento y contención es la adopción de una cimentación profunda mediante micropilotes empotrados en el sustrato rocoso.

Las resistencias unitarias por punta y fuste de los micropilotes en las limolitas y margas de la formación Ereza se determinan según las recomendaciones de la Guía para el Proyecto y la Ejecución de Micropilotes en Obras de Carretera en su apartado 3.3.

Para alcanzar las resistencias unitarias, se considera que el micropilote debe tener un empotramiento mínimo de 6 diámetros nominales en el sustrato rocoso sano ($GM<III$ y $RQD>60\%$).

Micropilotes Resistencia unitaria por punta:

Para que se movilice la resistencia por punta se debe cumplir que el $RQD>60\%$, el grado de meteorización sea igual o inferior a $GM;III$.

Los valores propuestos en dicha guía de micropilotes se recogen en la siguiente tabla

TIPO DE ROCA	$f_{e,d}$ (MPa)	$q_{pe,d}$
Margas y margocalizas	0,15 - 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 - 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 - 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomías	0,40 - 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 - 0,60	$0,10 \cdot q_u$

El valor de la resistencia a compresión simple (q_u) obtenido en los ensayos de laboratorio es $q_u=18MPa$

- $q_p = 0,07 \times q_u = 1,25 MPa$

Micropilotes Resistencia unitaria por fuste:

La resistencia unitaria por fuste será (tomada de la tabla anterior):

- $R_f = 0,30 MPa$

5.1 Estribo 1

Se ha ejecutado el sondeo S-1, donde se ha detectado el sustrato rocoso sano a 13m de profundidad bajo la rasante de la carretera actual. La cota de roca a partir de la cual se puede considerar el empotramiento de los micropilotes es $z=15,5m$.

5.2 Pila 1

En la zona de la pila1 se ha ejecutado el sondeo S-6 (estudios previos), donde se ha detectado la roca a 5,7m desde la boca del sondeo, a cota $z=14$. Dicha cota representa la profundidad mínima para considerar el empotramiento de los micropilotes.

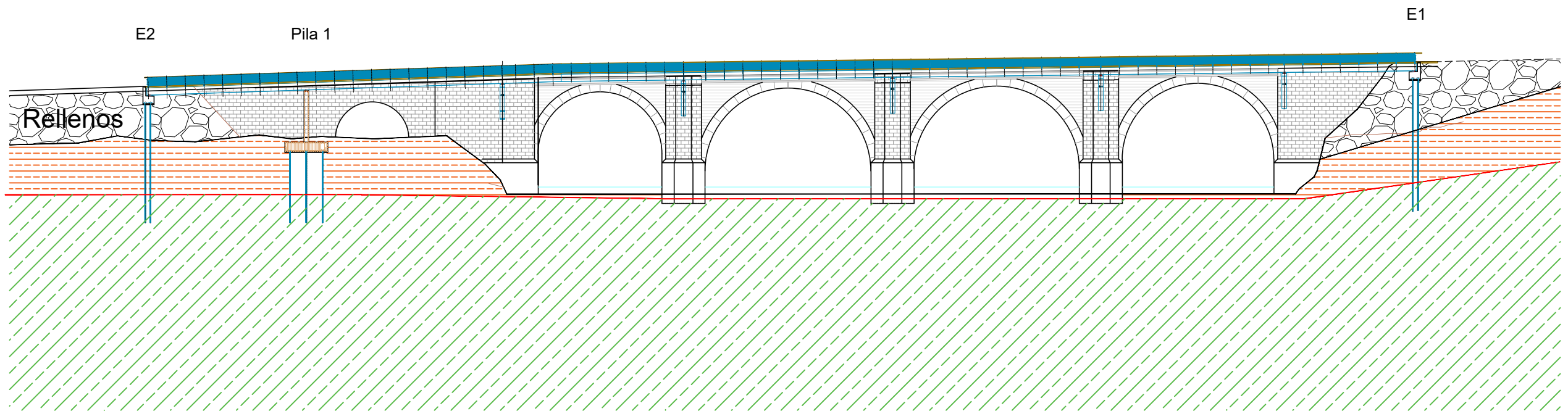
5.3 Estribo 2

En la zona del estribo 2, se dispone de los datos del sondeo S-5 (estudios previos) donde se ha detectado la cota de roca sana a 5,3 de profundidad, desde la boca del sondeo, a una cota aproximada $z=14\text{m}$. Dicha cota marca la profundidad mínima para considerar el empotramiento del micropilote.

APÉNDICE N°2.1

Planos

P:\Proyectos\ivos1\X0000155\X000015500000013\02 Vigentes\05_PC_Puente_Boluetal\Documento_Nº2_PlanosAnejos\A02_Geologia\A02h01_geo.dwg



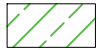
Leyenda



Rellenos



Eluvial



Limolitas Formación Ereza



Contacto normal



Línea de roca

APÉNDICE N°2.2

Campaña geotécnica



Sondeo Pte Santa Ana SITUACIÓN



Emplazamiento



Caja 1 Profundidad: 0-2.4m.



Caja 2 Profundidad: 2.4-4.8m.



Caja 3 Profundidad: 4.8-7.2m.



Caja 4 Profundidad: 7.2-9.6m.



Caja 5 Profundidad: 9.6-12.0m.



Caja 6 Profundidad: 12.0-13.4m.



Arqueta

APÉNDICE N°2.3

Ensayos de laboratorio



GTK Laboratorio Geotécnico, SL

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil
Bº Iseca Vieja, 5. Liendo (39776) - Cantabria
Tfno: 942 64 39 81

info@gtklaboratorio.com

INFORME DE RESULTADOS

INFORME Nº: E290723

REF. GTK: 12164-12168

PETICIONARIO: FULCRUM, S.A.
Aldapa Kalea, 13.
48940 – Leioa (BIZKAIA)

SOLICITUD / OBRA:
Ensayos de suelos y rocas / Puente Santa Ana.

El presente Informe técnico se emite bajo las condiciones siguientes:

- Se prohíbe la reproducción total o parcial de los datos presentados.
- La información contenida en este documento es estrictamente confidencial. GTK Laboratorio Geotécnico no facilitará información relativa a este Informe a terceras personas, salvo autorización escrita del cliente o en los casos previstos por las leyes vigentes.
- Los resultados de ensayos tienen valor únicamente en relación con las muestras referidas en las actas.
- GTK Laboratorio Geotécnico emplea para la realización e interpretación de los ensayos y pruebas, el personal y los medios adecuados en cada caso, no aceptando más responsabilidad ni obligaciones que la repetición gratuita de los ensayos sobre nuevas muestras, en el caso de fallos ajenos a su intención.
- GTK Laboratorio Geotécnico no se responsabiliza de la veracidad de los datos aportados por el cliente.
- Información básica sobre Protección de datos. Responsable: GTK LABORATORIO GEOTÉCNICO, SL. Finalidad: Prestar los servicios solicitados y enviar comunicaciones comerciales vía electrónica. Legitimación: Ejecución de un contrato, interés legítimo del Responsable. Destinatarios: Están previstas cesiones de datos a: Administración Tributaria, Entidades financieras. Derechos: Tiene derecho a acceder, rectificar y suprimir los datos, así como otros derechos, indicados en la información adicional, que puede ejercer dirigiéndose a info@gtklaboratorio.com o barrio Iseca Vieja, 51 -39776- Liendo (Cantabria). Procedencia: El propio interesado. Información adicional: https://www.gtklaboratorio.com/politica-de-privacidad.

El presente informe consta de 18 hojas, incluida ésta.

En Liendo, a 17 de Julio de 2023

Pablo Salvarrey Isequilla
Geólogo Colegiado nº 3974

Director de Laboratorio

Ignacio San José Carrasco
Geólogo Colegiado nº 3972

Director Técnico

		GTK Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil					Hoja 1 de 1
		RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS					
PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Puente Santa Ana		FULCRUM			
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS		12164	12165	12166	12167	12168	
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S1	S1	S1	S1	S1	
	TIPO DE MUESTRA	TP1	TP2	SPT1	SPT2	SPT1y2	
	PROFUNDIDAD (m)	12,70-12,90	12,90-13,10	4,60-5,20	9,00-9,60	Mezcla SPTs	
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.			GC	SC		
	GRANULOM.	GRAVA (%)		33,1	22,1		
		ARENA (%)		22,1	30,2		
		FINOS (%)		44,8	47,7		
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L		35,8	30,3		
		LÍMITE PLÁSTICO W _p		23,4	22,2		
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p		12,4	8,1		
	HUMEDAD NATURAL w (%)			23,3	18,4		
	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)			2,06	2,11		
	DENSIDAD SECA (g/cm³)			1,67	1,78		
ENSAYOS QUÍMICOS	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm³)						
	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (CTE)					28	
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (CTE; mg SO ₄ /kg)						
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (CTE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	ÍNDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)						
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)						
	ÍNDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)						
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)						
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)						
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)		2,58	2,63			
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR (g/cm³)						
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)						
	ÍNDICE C.B.R. 100%						
	ÍNDICE C.B.R. 95%						

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 1 de 1

PETICIONARIO (CLIENTE):					FULCRUM				
OBRA:					Puente Santa Ana				
REALIZADO POR:			MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.		INFORME Nº:		E290723		
REVISADO POR:			PABLO SALVARREY ISEQUILLA		FECHA DE EMISIÓN:		17/07/2023		

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
12164	12,70-12,90	S1	TP1	Positiva	12165	12,90-13,10	S1	TP2	Positiva



Limolita calcarea de color gris



Limolita calcarea de color gris

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
12166	4,60-5,20	S1	SPT1	-	12167	9,00-9,60	S1	SPT2	-



Grava arcillosa de color ocre



Arena arcillosa con grava de color ocre

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
12168	Mezcla SPT's	S1	SPT1y2	-					



Grava, arena y arcilla de color ocre



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Observaciones:



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12164	Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	12,70-12,90 m	
Fecha de Toma:	21/06/2023		
Fecha de Ensayo:	07/07/2023		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):	Puente Santa Ana	FULCRUM	

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	48	52	50	59	33
Diámetro de la probeta W = (W ₁ +W ₂)/2 (mm)	70	70	70	68	52
Carga de rotura P (kN)	13,30	15,18	8,73	7,97	5,34
Diámetro equivalente al cuadrado D _e ² = 4WD/π (mm ²)	4278,07	4634,58	4456,33	5108,23	2184,87
Resistencia a la carga puntual no corregida I _s =P/D _e ²	0,0031	0,0033	0,0020	0,0016	0,0024
Factor de corrección por tamaño F=(D _e /50) ^{0,45}	1,13	1,15	1,14	1,17	0,97
Resistencia a la carga puntual corregida I _{s(50)} =FxI _s	0,0035	0,0038	0,0022	0,0018	0,0024

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	37	31	28	19	42
Diámetro de la probeta W = (W ₁ +W ₂)/2 (mm)	70	70	63	36	64
Carga de rotura P (kN)	4,96	5,98	5,20	4,55	7,88
Diámetro equivalente al cuadrado D _e ² = 4WD/π (mm ²)	3297,68	2762,92	2245,99	870,89	3422,46
Resistencia a la carga puntual no corregida I _s =P/D _e ²	0,0015	0,0022	0,0023	0,0052	0,0023
Factor de corrección por tamaño F=(D _e /50) ^{0,45}	1,06	1,02	0,98	0,79	1,07
Resistencia a la carga puntual corregida I _{s(50)} =FxI _s	0,0016	0,0022	0,0023	0,0041	0,0025

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm²)	0,0026
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	2,58

OBSERVACIONES:

El resultado es válido para esta muestra

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12165	Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	12,90-13,10 m	
Fecha de Toma:	21/06/2023		
Fecha de Ensayo:	07/07/2023		
Tipo de Ensayo:	Fragmentos irregulares	Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):	Puente Santa Ana	FULCRUM	

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	64	61	70	51	48
Diámetro de la probeta W = (W ₁ +W ₂)/2 (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	8,95	9,92	12,57	9,72	8,97
Diámetro equivalente al cuadrado D _e ² = 4WD/Π (mm ²)	5704,10	5436,72	6238,86	4545,45	4278,07
Resistencia a la carga puntual no corregida I _s =P/D _e ²	0,0016	0,0018	0,0020	0,0021	0,0021
Factor de corrección por tamaño F=(D _e /50) ^{0,45}	1,20	1,19	1,23	1,14	1,13
Resistencia a la carga puntual corregida I _{s(50)} =FxI _s	0,0019	0,0022	0,0025	0,0024	0,0024

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	51	45	70	70	70
Diámetro de la probeta W = (W ₁ +W ₂)/2 (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	9,15	12,14	13,02	16,90	18,10
Diámetro equivalente al cuadrado D _e ² = 4WD/Π (mm ²)	4545,45	4010,70	6238,86	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida I _s =P/D _e ²	0,0020	0,0030	0,0021	0,0027	0,0029
Factor de corrección por tamaño F=(D _e /50) ^{0,45}	1,14	1,11	1,23	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida I _{s(50)} =FxI _s	0,0023	0,0034	0,0026	0,0033	0,0036

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm²)	0,0026
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	2,63

OBSERVACIONES:

El resultado es válido para esta muestra



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12166	Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	4,60-5,20 m	
Fecha de Toma:	21/06/2023		
Fecha de Ensayo:	05/07/2023	Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):	Puente Santa Ana	FULCRUM	

Masa del agua	m _w (g)	15,83
Muestra húmeda	m ₁ (g)	144,27
Muestra seca	m ₂ (g)	128,44
Masa del recipiente	m _c (g)	60,48
Masa muestra seca	m _d (g)	67,96
% Humedad	m _w /m _d x 100	23,3

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12166		Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	4,60-5,20 m		
Fecha de Toma:	21/06/2023			
Fecha de Ensayo:	05/07/2023		Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):		Puente Santa Ana		FULCRUM

Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	15,83
Tara+suelo+agua	t+s+a	144,27
Tara+suelo	t+s	128,44
Tara	t	60,48
Suelo	s	67,96
% Humedad	w = a/s x 100	23,3

Masa muestra	m (g)	54,91
Masa muestra con relleno de huecos	m _i (g)	54,91
Masa muestra+parafina	m _c (g)	57,22
Densidad parafina	γ _p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	γ _{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m _s (g)	27,80
Volumen muestra	$V = \frac{[(m_c - m_s) / \gamma_{fl}] - [(m_c - m_i) / \gamma_p]}{10^{-6} (m^3)}$	26,67
Densidad húmeda	γ _{ap} = m / V (Mg/m ³)	2,06
Densidad seca	γ _d = γ _{ap} / [1 + (w / 100)] (Mg/m ³)	1,67

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12166		Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	4,60-5,20 m		
Fecha de Toma:	21/06/2023			
Fecha de Ensayo:	10/07/2023		Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):		Puente Santa Ana		FULCRUM

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	372,60
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _l)	36,08
E	Fracción fina previa al cuarteo	335,20
E	Relac. Masas por el cuarteado	3,06
G	Fracción fina ensayada (m _s)	109,50

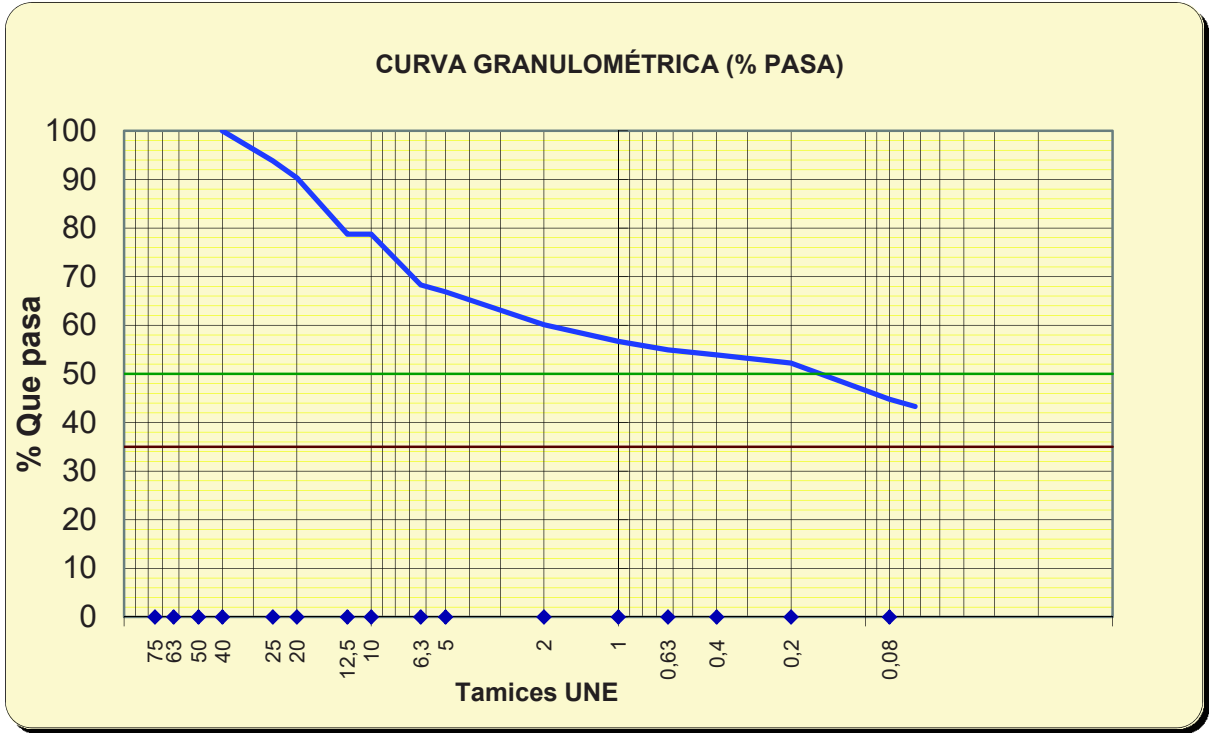
Masa del agua	m _w (g)	0,32
Muestra húmeda	m ₁ (g)	110,60
Muestra seca	m ₂ (g)	110,28
Masa del recipiente	m _c (g)	59,40
Masa muestra seca	m _d (g)	50,88
% Humedad	m _w /m _d x100	0,6

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						372,6	100,0	
75	3"	75,000			0,00	0,00	100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			23,10	0,06	93,8	
20	3/4"	19,100			12,98	0,10	90,3	
12,5	1/2"	12,700	14,09	43,13		0,21	78,7	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,21	78,7	
6,3	1/4"	6,350	12,72	38,94		0,32	68,3	
5	Nº 4	4,750	1,74	5,33		0,33	66,9	
2	Nº 10	2,000	8,22	25,16		0,40	60,1	
1	Nº 18	1,000	4,18	12,80		0,43	56,7	
0,63	Nº 30	0,590	2,11	6,46		0,45	54,9	
0,40	Nº 40	0,420	1,27	3,89		0,46	53,9	
0,20	Nº 80	0,180	2,04	6,24		0,48	52,2	
0,08	Nº 200	0,074	9,07	27,76		0,55	44,8	
0,063	Nº 230	0,063	1,81	5,54		0,57	43,3	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,02					
	Masa total de mat. retenido (m _t)		372,60					
	Diferencia entre m y m _t (%)		0,00					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,70	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 12166



75	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
100,0	100,0	100,0	100,0	93,8	90,3	78,7	78,7	68,3	66,9	60,1	56,7	54,9	53,9	52,2	44,8	43,3

Tamices
% pasa

%	SUCS	CTE
GRAVA	33,1	39,9
ARENA	22,1	16,8
FINOS	44,8	43,3

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

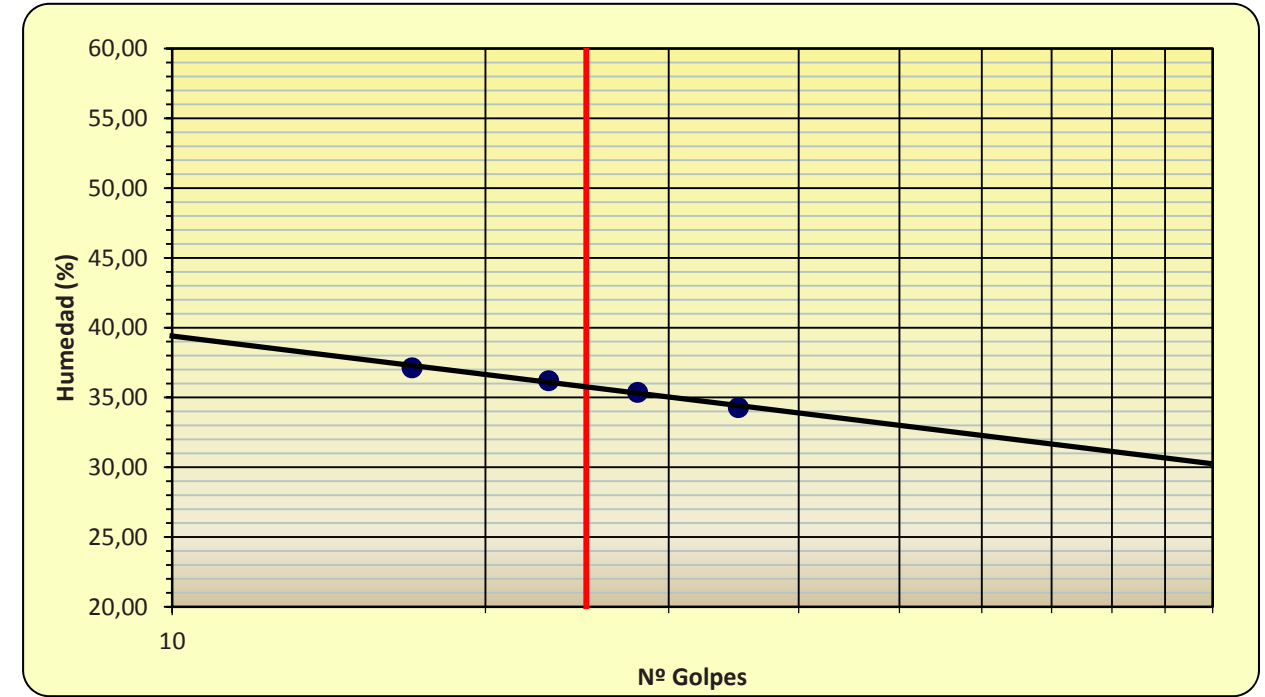
Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12166	Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	4,60-5,20 m	
Fecha de Toma:	21/06/2023	Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Fecha de Ensayo:	12/07/2023		
Procedencia (Obra / Cliente):	Puente Santa Ana	FULCRUM	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	23	28	35
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,14	27,16	27,92	28,91
t+s	Tara+suelo	25,90	25,94	26,82	27,82
t	Tara	22,56	22,57	23,71	24,64
s=(t+s)-t	Suelo	3,34	3,37	3,11	3,18
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,24	1,22	1,10	1,09
w=100x a / s	Humedad (%)	37,13	36,20	35,37	34,28
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		53,9	W (Muestra original):		23,29
			W (Prevía al ensayo):		0,63
		m1 (g)	110,80	mr (g)	51,08
		LÍMITE LÍQUIDO:			35,8

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:	12167		Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	9,00-9,60 m		
Fecha de Toma:	21/06/2023			
Fecha de Ensayo:	05/07/2023		Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):		Puente Santa Ana		FULCRUM

Agua	a = (t+s+a)-(t+s)	10,74
Tara+suelo+agua	t+s+a	140,90
Tara+suelo	t+s	130,16
Tara	t	71,88
Suelo	s	58,28
% Humedad	w = a/s x 100	18,4

Masa muestra	m (g)	61,16
Masa muestra con relleno de huecos	m _i (g)	61,16
Masa muestra+parafina	m _c (g)	63,65
Densidad parafina	γ _p (Mg/m ³)	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	γ _{fl} (Mg/m ³)	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	m _s (g)	31,70
Volumen muestra	$V = \frac{[(m_c - m_s) / \gamma_{fl}] - [(m_c - m_i) / \gamma_p]}{10^{-6} (m^3)}$	28,99
Densidad húmeda	γ _{ap} = m / V (Mg/m ³)	2,11
Densidad seca	γ _d = γ _{ap} / [1 + (w / 100)] (Mg/m ³)	1,78

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12167		Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	9,00-9,60 m		
Fecha de Toma:	21/06/2023			
Fecha de Ensayo:	10/07/2023		Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):		Puente Santa Ana		FULCRUM

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	520,00
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados (m _i)	27,57
E	Fracción fina previa al cuarteo	491,20
E	Relac. Masas por el cuarteado	3,93
G	Fracción fina ensayada (m _s)	124,90

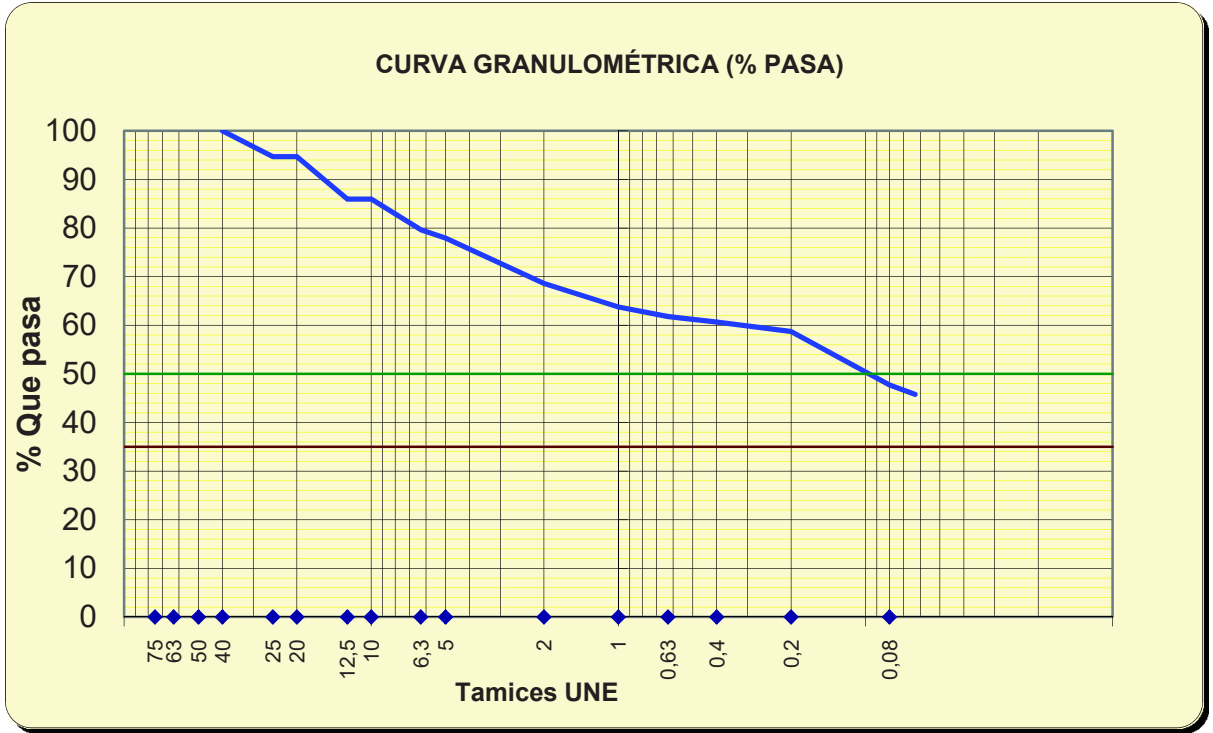
Masa del agua	m _w (g)	0,90
Muestra húmeda	m ₁ (g)	176,80
Muestra seca	m ₂ (g)	175,90
Masa del recipiente	m _c (g)	58,90
Masa muestra seca	m _d (g)	117,00
% Humedad	m _w /m _d x100	0,8

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz n°20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. (m _{sn})	Grs.en la parte fina ajust. (m' _{sn})	Grs.en la muestra total (m' _{ssn})	Porcentaje	% Pasa (f _n)	
	Designación	Abertura mm.						
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
						520,0	100,0	
75	3"	75,000			0,00	0,00	100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			27,57	0,05	94,7	
20	3/4"	19,100			0,00	0,05	94,7	
12,5	1/2"	12,700	11,55	45,42		0,14	86,0	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,14	86,0	
6,3	1/4"	6,350	8,34	32,80		0,20	79,7	
5	Nº 4	4,750	2,28	8,97		0,22	77,9	
2	Nº 10	2,000	12,37	48,65		0,31	68,6	
1	Nº 18	1,000	6,34	24,93		0,36	63,8	
0,63	Nº 30	0,590	2,64	10,38		0,38	61,8	
0,40	Nº 40	0,420	1,47	5,78		0,39	60,7	
0,20	Nº 80	0,180	2,56	10,07		0,41	58,7	
0,08	Nº 200	0,074	14,54	57,18		0,52	47,7	
0,063	Nº 230	0,063	2,59	10,19		0,54	45,8	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) (m _p)		0,04					
	Masa total de mat. retenido (m _i)		520,00					
	Diferencia entre m y m _i (%)		0,00					

Densidad de partículas sólidas	G; Mg/m ³	2,70	(Valor supuesto)
--------------------------------	----------------------	------	------------------

Nº Referencia Muestra: 12167



75	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
100,0	100,0	100,0	100,0	94,7	94,7	86,0	86,0	79,7	77,9	68,6	63,8	61,8	60,7	58,7	47,7	45,8

Tamices
% pasa

%	SUCS	CTE
GRAVA	22,1	31,4
ARENA	30,2	22,8
FINOS	47,7	45,8

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José
Director Técnico

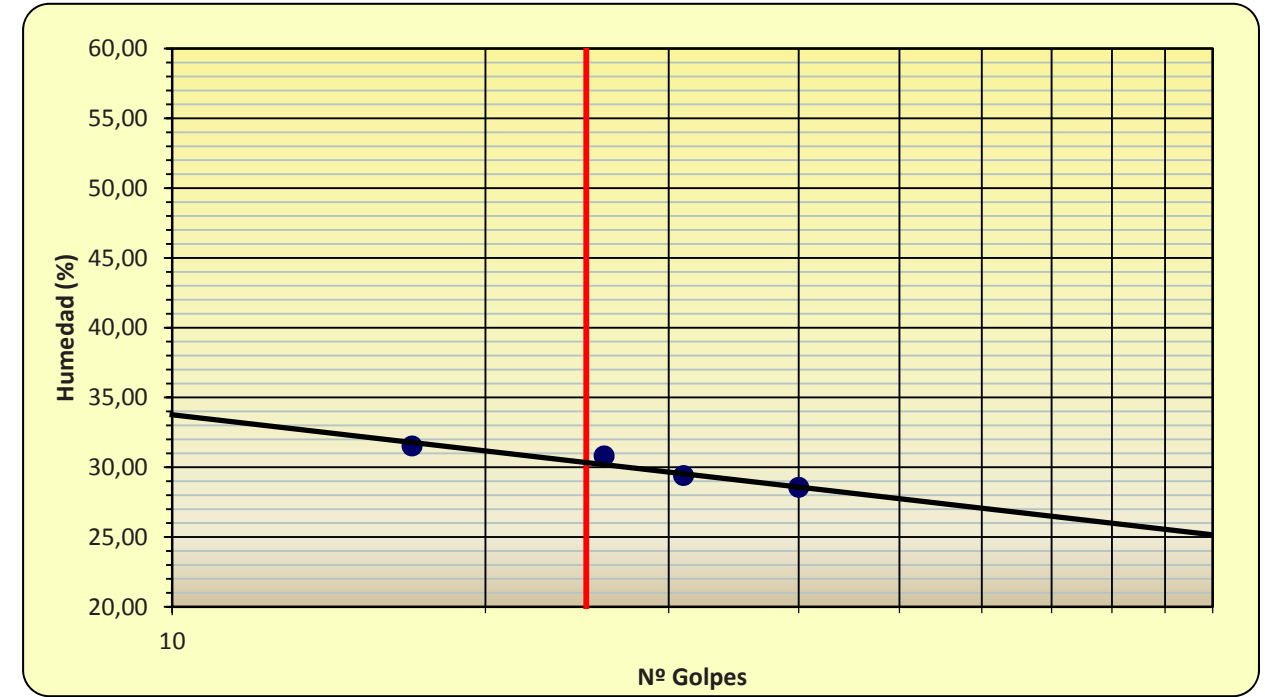
Nº Referencia Muestra:	12167	Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	9,00-9,60 m	
Fecha de Toma:	21/06/2023	Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Fecha de Ensayo:	13/07/2023		
Procedencia (Obra / Cliente):	Puente Santa Ana	FULCRUM	

Método empleado:			
Cono de caída:	NO	Tipo de Cono empleado:	-
Cuchara de Casagrande:	SI	Método de un punto:	-

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	26	31	40	
	Referencia tara	1	2	3	4	
t+s+a	Tara+suelo+agua	29,31	28,45	29,04	27,49	
t+s	Tara+suelo	28,26	27,43	28,04	26,65	
t	Tara	24,93	24,12	24,64	23,71	
s=(t+s)-t	Suelo	3,33	3,31	3,40	2,94	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,05	1,02	1,00	0,84	
w=100x a / s	Humedad (%)	31,53	30,82	29,41	28,57	
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50°)		60,7	W (Muestra original):		18,43	
			W (Prevía al ensayo):		0,77	
			m1 (g)	117,43	mr (g)	46,18
			LÍMITE LÍQUIDO:		30,3	

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C

Suelo secado en estufa a no más de 50 ° C



Nº Referencia Muestra:

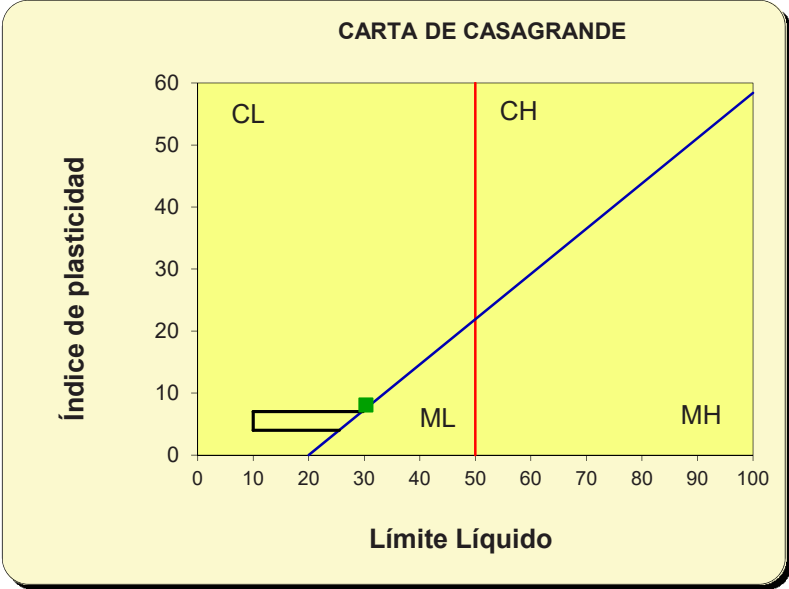
12167

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,60	27,93
t+s	Tara+suelo	26,70	26,94
t	Tara	22,58	22,56
s=(t+s)-t	Suelo	4,12	4,38
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,90	0,99
w=100x a / s	Humedad (%)	21,84	22,60

LÍMITE PLÁSTICO

22,2

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	22,1
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	47,7
LÍMITE LÍQUIDO, LL	30,3
LÍMITE PLÁSTICO, LP	22,2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	8,1
CLASIFICACIÓN SUCS	SC
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arena arcillosa	
ÍNDICE DE LIQUEDEZ, I _L	-0,5
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I _c	-3,1
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I _a	-



Método de preparación:

Tamizado para romper la estructura del suelo y ajustando la consistencia de la pasta remoldeada al rango requerido en el ensayo.

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey

Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José

Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	12168		Informe Nº:	E290723
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	Mezcla de dos muestras		
Fecha de Toma:	21/06/2023			
Fecha de Ensayo:	05/07/2023		Fecha de emisión del Informe:	17/07/2023
Procedencia (Obra / Cliente):		Puente Santa Ana	FULCRUM	

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	0,7
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	28

Peso de suelo analizado: M (kg)	-
Tara del crisol: C (g)	-
Peso del filtro calcinado: F (g)	-
C + F + Precipitado (g)	-
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	-
mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	-
Contenido en ión SO ₄ ²⁻ (%) (UNE 83963)	-

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (XA1)	Medio (XA2)	Fuerte (XA3)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	28	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	-	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón por acidez Baumann-Gully

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey

Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José

Director Técnico

APÉNDICE N°2.4

Estudios Previos



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN
EDIFICIO DE VIVIENDAS EN BOLUETA, BILBAO (BIZKAIA).**

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF. INFORME: ES/GE139/1220

ESTELLA, MARZO 2021

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Metodología	2
3	Características del terreno	3
3.1	Marco geológico, cartografía	3
3.2	Hidrogeología	4
3.3	Sismicidad	5
4	Trabajos de campo.....	7
4.1	Descripción de los sondeos.....	8
4.1.1	Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)	10
5	Cálculo de tensiones	12
5.1	Estimación de la presión vertical admisible de servicio a partir del ensayo SPT	12
5.2	Estimación de las cargas admisibles del macizo rocoso	13
6	Ensayos de laboratorio	15
6.1	Resumen de trabajos realizados	17
7	Características geotécnicas de los materiales	19
8	Soluciones de cimentación.....	22
9	Estabilidad de taludes y ripabilidad	26
9.1	Estabilidad de taludes	26
9.2	Excavabilidad	27
10	Estimación del grado de permeabilidad de los horizontes	28
11	Protección frente a exposición al radón	30
12	Conclusiones y recomendaciones	32

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Columnas de sondeos y fotografías.

ANEXO 3: Perfil de correlación.

ANEXO 4: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 5: Plano de ubicación de pruebas de campo.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA GEÓLOGOS S.L.**, a requerimiento de **VELAZQUEZ ARQUITECTOS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la construcción de un edificio de viviendas en el Barrio de Bolueta en Bilbao (Bizkaia), que constará de tres plantas de sótano, planta baja y nueve alturas.

En relación a la caracterización de la construcción proyectada y la zona en la que se emplaza respecto a la nomenclatura utilizada por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-C, consideramos un tipo de construcción C-3. El terreno es del grupo T-1.

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

Los geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según consta en el real decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones del geólogo. Los ensayos de laboratorio han sido realizados por GEEA Geólogos S.L., laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos. Las conclusiones de unos y otros ensayos obtenidas por los geólogos que firman el informe, han permitido la realización del mismo, que se encuentra avalado por la misma ley anteriormente comentada y por el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha 3 de marzo de 2021.

2 METODOLOGÍA

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

Antecedentes del lugar.

- 1. IGME// Mapa geológico de España, hoja 61 (Bilbao), escala 1:50.000
- 2. EVE// Mapa geológico de Euskadi, hoja 61-IV (Basauri), escala 1:25.000
- 3. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento del CTE

- 1. Superficie construida >300 m².
- 2. Tipo de construcción C3, grupo de terreno T1.
- 3. Ensayos de campo: Seis sondeos mecánicos (anexo 2).
- 4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 4).
- 5. Secciones geotécnicas (anexo 3).
- 6. Plano de ubicación de los ensayos de campo (anexo 5).

Contenidos en informe.

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

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

La zona de estudio comprende una región montañosa, de alturas no muy elevadas, pero con relieve muy accidentado. Las cotas máximas están próximas a los 1.000 m y abundan las que sobrepasan los 500 m y bajan hasta el nivel del mar.

El clima es húmedo. Abundantes lluvias durante todo el año, con máximas en otoño y primavera. Las de invierno en forma de nieve en las cumbres de los montes más altos.

Los ríos, como todos los cantábricos, son de curso corto y rápido.

Dadas las condiciones climáticas de humedad y temperaturas suaves la vegetación abunda extraordinariamente.

Estratigráficamente esta zona se caracteriza por la intensa fracturación y plegamiento de los materiales, dominada en la zona por un gran anticlinal cuyo eje, con dirección NO-SE, atraviesa la región. El flanco norte de este anticlinal da paso en la parte Noreste al sinclinorio de Vizcaya.

Concretamente la zona de estudio se localiza sobre los materiales del cretácico superior de edad Apítense (y concretamente Gargasiense), materiales que afloran en los flancos del gran anticlinal que recorre la zona, pertenecientes al Complejo Urgoniano. Estos materiales están formados por margas finamente arenosas de color gris oscuro, azuladas, compactas, que aparecen a veces tabulares o bien hojosas, con un espesor aparentemente de hasta 500 metros.

Estas margas dan paso lateralmente a margas arenosas y a areniscas de grano medio a fino, de color grises y amarillentas, lajosas y fáciles de descomponer.

Estos materiales son muy ricos en restos orgánicos, que disminuyen en cantidad cuando el contenido arenoso aumenta, hasta quedar totalmente ausentes en las areniscas puras. Partículas carbonosas y micas son frecuentes en toda la formación.

Sobre este conjunto, se ha encajado la actual red de drenaje, representada en la zona por la Ría de Bilbao y los ríos que desembocan en ella, como el río Cadagua en el caso de la vertiente izquierda de la ría.

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

En concreto, la parcela objeto de estudio se sitúa sobre margas y margocalizas, de color gris oscuro, dispuestas buzando aproximadamente 40-50º, en estratos decimétricos y métricos.

Este sustrato se ha observado en los sondeos muy compacto y masivo, con algunas zonas con mayor fisuración, pero con valores de RQD siempre elevados. Ocasionalmente se ha observado alguna zona más fracturada en alguno de los sondeos, si bien de forma muy puntual.

Estos materiales se encuentran cubiertos por limos arcillosos aluviales y por un importante paquete de rellenos antrópicos, que hacen que el sustrato rocoso aparezca a partir de profundidades de en torno a los 5,20 a 7,40 metros de profundidad.

No se ha definido un perfil de meteorización del sustrato como tal, ya que la roca aparece en estado sano de forma directa en todos los sondeos excepto en dos de ellos, en donde sí se interpreta la aparición de un perfil de alteración, con un espesor máximo de 80 cm.

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

3.2 HIDROGEOLOGÍA

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

- Rellenos antrópicos formados por arenas y arcillas con cantos y bolos de roca, y depósitos aluviales cuaternarios formados por limos arcillosos. Materiales considerados como permeables por porosidad, menor cuanto mayor sea su contenido en finos, a través del cual podrían circular aguas subsuperficiales.
- *Formaciones margosas del cretácico*, materiales de baja permeabilidad en estado sano, pero elevada por fisuración. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés.

Durante la realización de los sondeos se ha observado la presencia del nivel freático en los sondeos S5 y S6, a 5,20 y 5,80 metros de profundidad respectivamente. En ambos casos, se ha observado en la base de los rellenos, justo en el paso al sustrato rocoso, el cual es considerado como impermeable en estado sano. En las zonas en las que la roca aparezca más fracturada, el macizo presentará una permeabilidad mayor por fisuración.

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

Los sondeos S5 y S6 están situados en el extremo sur del edificio, en la zona más cercana al río. Cabe la posibilidad de que el nivel freático observado esté relacionado con la lámina de agua del río, lo que significa que es posible que se produzcan elevaciones y descensos de ese nivel en el tiempo en función de las lluvias.

También es posible la aparición de flujo de aguas circulantes a favor de gradiente topográfico hacia el sur, a través de los rellenos y los depósitos aluviales, por encima del sustrato rocoso impermeable.

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. nº244 de 11 de octubre de 2002).

La zona de estudio, **Bilbao (Bizkaia)**, presenta unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de **a_b<0,04g**, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución **K_v=1**.

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

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

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en los casos de construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad, como es el caso que nos ocupa.

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

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

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

Siendo:

a_b Aceleración sísmica básica (para a_b≥0,04g)

ρ coeficiente adimensional de riesgo

S Coeficiente de ampliación del terreno

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la ejecución de seis sondeos mecánicos mediante rotación con extracción de testigo continuo.

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

Los sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo nos permiten reconocer la naturaleza del terreno hasta la profundidad requerida, pudiendo recoger muestras inalteradas del material perforado a cualquier profundidad. También es posible la ejecución de ensayos de penetración estándar SPT a cualquier profundidad para analizar la resistencia del material perforado.

Los sondeos se emplazaron dentro del área a ocupar por el edificio, condicionado por las instalaciones y materiales acopiados en la parcela debido a los trabajos de construcción del bloque de viviendas situado al oeste de la parcela objeto de proyecto.

En la siguiente tabla aparecen las coordenadas U.T.M. de los ensayos de campo realizados.

ENSAYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
Sondeo S1	507.697	4.788.444
Sondeo S2	507.687	4.788.425
Sondeo S3	507.704	4.788.413
Sondeo S4	507.690	4.788.381
Sondeo S5	507.710	4.788.354
Sondeo S6	507.702	4.788.338

En el momento de ejecución de los sondeos, la superficie de la parcela se encuentra irregular, formando varias plataformas en descenso hacia el sur.

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), las columnas de los sondeos y fotografías (anexo 2), perfil de correlación (anexo 3), ensayos de laboratorio (anexo 4) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 5).

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS

Los sondeos se llevaron a cabo entre los días 14 y 21 de enero de 2021, alcanzándose una profundidad de investigación máxima de 20,00 metros, habiéndose realizado un total de 111,10 metros de perforación. Para su realización se empleó una máquina de rotación, tipo RL48L montada sobre orugas, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 116 mm. Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras, fueron colocados en cajas plastificadas que, debidamente organizadas (ver anexo 2), fueron examinadas por personal técnico especializado.

Para la descripción de los materiales extraídos en los sondeos se han seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

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

La columna litológica reconocida en dichos sondeos está compuesta por los siguientes niveles litológicos:

Sondeo S1	Perfil litológico
0,00-7,10	Rellenos antrópicos. Arenas y arcillas con fragmentos y bolos de roca margocaliza. Se observa un bloque de hormigón de 6,50 a 7,10 metros.
7,10-19,90	Margocalizas de color gris oscuro. Sustrato rocoso sano. Cretácico.

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

Sondeo S2	Perfil litológico
0,00-3,00	Rellenos antrópicos. Arenas limosas y arcillosas con cantos. Colores variables.
3,00-6,60	Arcillas limosas ocre con tonos grises, con algún canto disperso. Posible depósito aluvial cuaternario.
6,60-7,10	Margas grises fracturadas y alteradas. Perfil de meteorización con alteración III-II.
7,10-17,20	Margocalizas de color gris oscuro. Sustrato rocoso sano. Cretácico.

Sondeo S3	Perfil litológico
0,00-4,50	Rellenos antrópicos. Hormigón y asfaltos a techo, y arcillas ocre anaranjadas y grises, que pasan a arcillas limosas oscuras a base.
4,50-7,40	Limos arcillosos ocre con tonos grises, con cantos disperso a base. Depósito aluvial cuaternario.
7,40-8,20	Margas grises. Perfil de meteorización con alteración VI-III.
8,20-20,00	Margocalizas de color gris. Sustrato rocoso sano.

Sondeo S4	Perfil litológico
0,00-3,60	Rellenos antrópicos. Arenas grises y negras con cantos y bolos dispersos de marga.
3,60-7,30	Arcillas limosas de color ocre anaranjado con tonos grises y oscuros. Cantos dispersos. Depósito aluvial cuaternario.
7,30-20,00	Margocalizas de color gris. Sustrato rocoso sano.

Sondeo S5	Perfil litológico
0,00-4,90	Rellenos antrópicos. Arenas arcillosas con cantos y fragmentos de roca hasta tamaño bolo, restos de ladrillos y maderas dispersos.
4,90-5,20	Arcillas arenosas con cantos subredondeados de tamaño variable. Depósito aluvial cuaternario.
5,20-17,00	Margocalizas de color gris. Sustrato rocoso sano.

Sondeo S6	Perfil litológico
0,00-5,70	Rellenos antrópicos. Arenas y limos de color oscuro con fragmentos de roca y bolos de tamaño variable de margocaliza negra.
5,70-17,00	Margocalizas de color gris. Sustrato rocoso sano.

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

Únicamente se observó **entrada de agua en los sondeos S5 y S6, a 5,20 y 5,80 metros de profundidad**, cota coincidente con la base de los rellenos y el techo del sustrato rocoso margoso, el cual funciona como base impermeable.

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

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

El ensayo de penetración estándar (S.P.T.), se realiza con objeto de estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un toma-muestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-800.

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

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

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

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

Ensayo	Sondeo	Profundidad	Valores SPT	(N ₃₀)	Nivel
1	S1	1,75-2,35	4-4-7-19	11	NG 0
2		3,00-3,60	16-10-12-17	22	NG 0
3		4,55-5,12	4-4-5-50R↓12	9-R	NG 0
4		6,00-6,37	4-3-50R↓7	R	NG 0
5	S2	1,50-2,10	2-2-3-4	5	NG 0
6		3,00-3,60	1-4-6-9	10	NG I
7		4,45-5,05	13-10-17-11	27	NG I
8		6,00-6,60	13-4-4-14	8	NG I

9		7,00-7,08	50 R↓8	R	NG II
10	S3	1,50-2,10	3-3-4-3	7	NG 0
11		3,00-3,60	3-5-7-8	12	NG 0
12		4,50-5,10	3-3-5-7	8	NG i
13		6,00-6,60	4-5-7-8	12	NG I
14		7,50-7,64	50 R↓14	R	NG II
15		11,85-11,91	50 R↓6	R	NG II
16	S4	1,80-2,40	4-5-2-4	7	NG 0
17		3,10-3,70	11-9-5-6	14	NG 0
18		4,50-5,10	4-5-7-8	12	NG I
19		6,00-6,60	3-3-5-6	8	NG I
20	S5	1,55-2,15	4-2-8-4	10	NG 0
21		3,00-3,60	5-5-5-4	10	NG 0
22		4,90-5,23	4-17-50R↓3	R	NG I-II
23	S6	1,60-2,10	4-8-10-9	18	NG 0
24		3,00-3,60	11-8-12-43	20	NG 0
25		4,55-5,15	23-6-4-18	10	NG 0
26		5,85-5,91	50R↓6	R	NG II

(*) R = Rechazo

Los ensayos realizados sobre los rellenos superficiales registraron valores de N₃₀ variables, de entre 5 y 22, alcanzando en dos de ellos el rechazo en el sondeo S1. Esta variabilidad es debida a la heterogeneidad del material, donde las litologías más finas, como limos y arcillas, dan valores más bajos, alcanzándose el rechazo cuando el ensayo toca alguno de los bolos de margocaliza existentes.

Sobre los limos arcillosos interpretados como depósitos aluviales cuaternarios, NG I, se han realizado siete ensayos, registrando valores de N₃₀ de entre 8 y 27, con un valor medio de 12.

Respecto al sustrato rocoso, todos los ensayos realizados sobre él o sobre su perfil de meteorización han alcanzado el rechazo, de forma rápida. El ensayo N.º 22 (último del sondeo S5), alcanzó el rechazo en su tercer tramo ya que los dos tramos anteriores se realizaron sobre un nivel aluvial superior.

5 CÁLCULO DE TENSIONES

5.1 ESTIMACIÓN DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO A PARTIR DEL ENSAYO SPT

Para obtener la capacidad portante de los materiales atravesados utilizamos los ensayos SPT, que son también ensayos de resistencia (Desing Manual DM-7).

En tal caso la presión de hundimiento del terreno 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 residencia 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 cimient
- N_c, N_q, N_γ, los factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno del material.

De cara al cálculo de la carga admisible de los limos arcillosos aluviales observados en algunos de los sondeos (S2-S3-S4 y S5), los consideraremos como un material granular fino.

Así, para el caso de suelos granulares, 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 la cohesión del material es nula.

Considerando el valor medio de N₃₀ obtenido a partir de los ensayos SPT sobre los limos arcillosos, de 12, se obtiene un valor de ángulo de rozamiento de 33,75 °, con el cual, aplicando la formulación de Terzaghi, se obtiene una carga admisible de 1,04 kg/cm².

5.2 ESTIMACIÓN DE LAS CARGAS ADMISIBLES DEL MACIZO ROCOSO

La estimación de las cargas admisibles asignables al sustrato rocoso formado por margas y margocalizas grises cretácicas, se realiza siguiendo la metodología de Serrano y Olalla (1993) para macizos rocosos homogéneos e isótropos.

El macizo rocoso lo componen los materiales margocalizos cretácicos, sobre los que se han realizado varios ensayos de resistencia a la compresión simple obteniéndose un valor más desfavorable de 178,70 kg/cm², y un valor medio de 235,71 kg/cm².

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 la ejecución de los cálculos se considera que los valores de i_2 y α son iguales a cero, y el valor de σ_1 es igual a 1,26 Kg/cm² (para un espesor medio de 7,00 metros, con una densidad estimada de 1,80 gr/cm³).

La carga de hundimiento P_h se obtiene de la expresión:

$$P_h = \beta(N_\beta - \zeta) \quad \text{En donde:}$$

$$\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8}$$

$$\zeta = \frac{8s}{m2}$$

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 que se obtienen a partir del programa *RockLab 1.0* son iguales a:

m	1,093
s	0,0031

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 zapata, 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.

El valor medio de los obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión simple realizados sobre las muestras es de 235,71 kg/cm². Para dicho valor consideramos:

$$B = 32,20 \qquad N_B = 6,80$$

$$\zeta = 0,021 \qquad \sigma_{01} = 0,06$$

$$P_h = 218,32 \text{ Kg/cm}^2$$

La carga admisible del sustrato rocoso formado por las margas y margocalizas cretácicas (q_{adm}), vendrá determinada por el cociente de la presión de hundimiento por un factor de seguridad (F_s) determinado en función del valor de RMR y del valor de σ_{ci} . Para el caso que nos ocupa, consideraremos un valor de $F_s = 20$. Considerando dicho factor, se obtiene una carga admisible para la roca igual a 10,92 kg/cm².

Por otro lado, considerando para el cálculo el valor más desfavorable de los obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión simple realizados, de 178,70 kg/cm², los valores anteriores quedan de la siguiente forma:

$$B = 24,41 \qquad N_B = 7,00$$

$$\zeta = 0,021 \qquad \sigma_{01} = 0,07$$

$$P_h = 170,40 \text{ Kg/cm}^2$$

Considerando un factor de seguridad de 20, se obtiene para este caso un valor de carga admisible de **8,52 kg/cm²**.

De cara a la seguridad, se aconseja utilizar este valor de carga de trabajo, el cual está más ajustado a los valores inferiores de rotura a compresión obtenidos.

6 ENSAYOS DE LABORATORIO

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

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

Sobre la base del perfil litológico, obtenido del análisis de las pruebas de reconocimiento, se seleccionaron varias muestras representativas de los tipos de terreno reconocido, para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. La procedencia de las muestras y los ensayos que se realizaron se especifican a continuación.

Sondeo	Profundidad	Nº Referencia	Ensayos
S1	9,30-9,60	N16148	Compresión simple y sulfatos.
S2	11,20-11,40	N16149	Compresión simple.
S3	5,40-5,60	N16152	Límites de Atterberg y sulfatos.
S3	9,25-9,60	N16150	Compresión simple, densidad, humedad y sulfatos.
S4	5,40-6,00	N16153	Granulometría, límites de Atterberg, sulfatos, corte directo y presión de hinchamiento.
S4	8,60-9,00	N16151	Compresión simple.
S5	2,80-3,00	N16134	Sulfatos.
S5	6,60-6,90	N16132	Compresión simple, densidad, humedad y sulfatos.
S5	9,25-9,60	N16133	Compresión simple, densidad y humedad.
S6	6,60-6,90	N16131	Compresión simple, densidad y humedad.

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

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Resistencia compresión simple	UNE 22950/90	7
Humedad natural	UNE 103300/93	4
Densidad	UNE 103301/94	4
Contenido en sulfatos	UNE 83001/00	6
Granulometría por tamizado	UNE 103101/95	1
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	2
Corte directo	UNE 103401/98	1

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

6.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anexo 4, adjunto al final de la presente memoria.

	S1	S2	S3	S3	S4
N.º referencia	N16148	N16149	N16152	N16150	N16153
Profundidad (m)	9,30-9,60	11,20-11,40	5,40-5,60	9,25-9,60	5,40-6,00
Tensión de rotura (kg/cm²)	210,60	178,70	--	186,00	--
Humedad natural (%)	--	--	--	0,68	--
Densidad húmeda/seca (gr/cm³)	--	--	--	2,74/2,72	--
Pasante 0,4-0,08 UNE (%)	--	--	--	--	99-75
Límite líquido	--	--	36,0	--	26,2
Límite plástico	--	--	26,5	--	21,6
Índice de plasticidad	--	--	9,5	--	4,6
Cohesión (kPa)	--	--	--	--	25,88
Ángulo rozamiento interno (º)	--	--	--	--	26,76
Presión de hinchamiento (kg/cm²)	--	--	--	--	0,10
Sulfatos (mg/kg)	<100	--	<100	<100	<100
Nivel geotécnico	NG II	NG II	NG I	NG II	NG I

	S4	S5	S5	S5	S6
N.º referencia	N16151	N16134	N16132	N16133	N16131
Profundidad (m)	8,60-9,00	2,80-3,00	6,60-6,90	9,25-9,60	6,60-6,90
Tensión de rotura (kg/cm²)	233,10	--	215,60	261,80	364,20
Humedad natural (%)	--	--	1,46	0,98	0,68
Densidad húmeda/seca (gr/cm³)	--	--	2,71/2,67	2,71/2,68	2,74/2,73
Sulfatos (mg/kg)	--	<100	<100	--	--
Nivel geotécnico	NG II	NG 0	NG II	NG II	NG II

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

Los ensayos de granulometría y límites de Atterberg definen a los materiales ensayados pertenecientes a los depósitos aluviales cuaternarios como limos inorgánicos según la clasificación de Casagrande y como suelo limoso según la clasificación AASTHO para el caso de la muestra N16152, y como arcillas y limos inorgánicos según Casagrande y suelo limoso según AASTHO para el caso de la muestra N16153.

En este último caso, se realizó un ensayo de corte directo sobre esa muestra, obteniéndose un valor de cohesión de 0,25 kg/cm² y de rozamiento interno de 26,76 º, propios de un limo con cierto carácter arcilloso.

7 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

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

Los diferentes niveles geotécnicos definidos sobre la base de los horizontes litológicos observados y su resistencia, tienen unas características geotécnicas, que son los siguientes:

- Rellenos antrópicos** (nivel geotécnico 0) observados en la zona superficial de la parcela, formados por arenas y arcillas con cantos y fragmentos de roca margocaliza hasta tamaño bolo. La potencia máxima observada de este horizonte es de 7,10 metros en el sondeo S1, y la potencia mínima de 4,90 metros en el S5. La variabilidad en la litología y la existencia de bolos de roca margocaliza hace que los ensayos de penetración SPT realizados hayan registrado valores de N₃₀ variables entre 5 y el rechazo. Este horizonte no se considera apto para su uso como nivel de apoyo de las estructuras proyectadas, y será eliminado a la hora de ejecutar la excavación de los sótanos proyectados. La heterogeneidad de los materiales que forman el relleno hace imposible la definición de unos parámetros geotécnicos representativos para el conjunto, aunque de forma orientativa, podemos dar los siguientes valores calculados a partir del valor de N₃₀ más desfavorable de los registrados.

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,70-1,90
Cohesión c (kg/cm ²)	0,00
Ángulo de rozamiento interno ϕ' (°)	28,87
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	47,00
Carga admisible (kg/cm ²)	0,48
Resist. fuste pilotes (kg/cm ²)	0,13-0,30
Resist. fuste micros (kg/cm ²)	0,12/0,70-1,00/1,75*

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

- Limos arcillosos de color ocre con tonos grises** (Nivel geotécnico I), con cantos dispersos, correspondientes a depósitos aluviales cuaternarios de baja energía. Este nivel se ha interpretado en los sondeos S2, S3, S4 y S5, con espesores variables de entre 0,30 metros (S5) y 3,70 metros (S4), alcanzando una profundidad máxima de 7,30 metros en el sondeo S4. Estos materiales se clasi-

fican como ML y CL-ML (arcillas y limos inorgánicos) según Casagrande, y como A-4 (suelo limoso) según la clasificación de AASTHO. Los ensayos de penetración estándar SPT realizados han registrado valores de N₃₀ variables de entre 8 y 12, con un valor discordante al alza de 27, y un valor medio de 12. Los parámetros geotécnicos que se asocian a estos materiales, considerando dicho valor son:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,70-2,00
Cohesión c (kg/cm ²)	0,00
Ángulo de rozamiento interno ϕ' (°)	33,75
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	82,00
Carga admisible (kg/cm ²)	1,04
Resist. fuste pilotes (kg/cm ²)	0,30
Resist. fuste micros (kg/cm ²)	0,70-1,75*

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

- Margas y margocalizas grises oscuras** sanas, correspondientes a los materiales que forman el sustrato cretácico de la zona. Su techo se observa variable, apareciendo en los sondeos a partir de profundidades de entre 5,20 y 7,40 metros, situándose su techo más elevado en la zona norte de la parcela, y profundizándose gradualmente hacia el sur. Sobre esta roca sana, se ha observado en los sondeos S2 y S3, un pequeño nivel de roca alterada y fracturada interpretada como un posible perfil de meteorización del sustrato, con un espesor máximo de 0,80 metros en el S3. En el resto de los sondeos, la aparición del sustrato se produce de forma nítida. La roca se ha observado en todos los sondeos de forma masiva y en general poco fracturada, con fisuras inclinadas entre 20 y 60°, en ocasiones rellenas de calcita, pero sin zonas altamente fracturadas. Los RQD estimados han sido elevados en todos los sondeos. Se han realizado siete roturas a compresión sobre testigos de la roca, obteniéndose valores de tensión de rotura de entre 178,70 y 364,20 kg/cm², con un valor medio de 235,71 kg/cm². Los parámetros geotécnicos que se asocian a este macizo rocoso, considerando el valor de rotura más desfavorable son:

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

Densidad aparente (g/cm³)	2,70-2,74
Cohesión c (kg/cm²)	7,69
Ángulo de rozamiento interno φ' (º)	26,96
Módulo de elasticidad E (kg/cm²)	8.455,60
Compresión simple (kg/cm²)	178,70
Carga admisible (kg/cm²)	8,52
Resist. fuste pilotes (kg/cm²)	3,07
Resist. punta Pilotes (kg/cm²)	66,00
Resist. fuste micros (kg/cm²)	1,50-4,00*
Resist. punta micros (kg/cm²)	16,50

(*) Valores variables en función del tipo de inyección del micropilote (IU-IRS)

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

8 SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

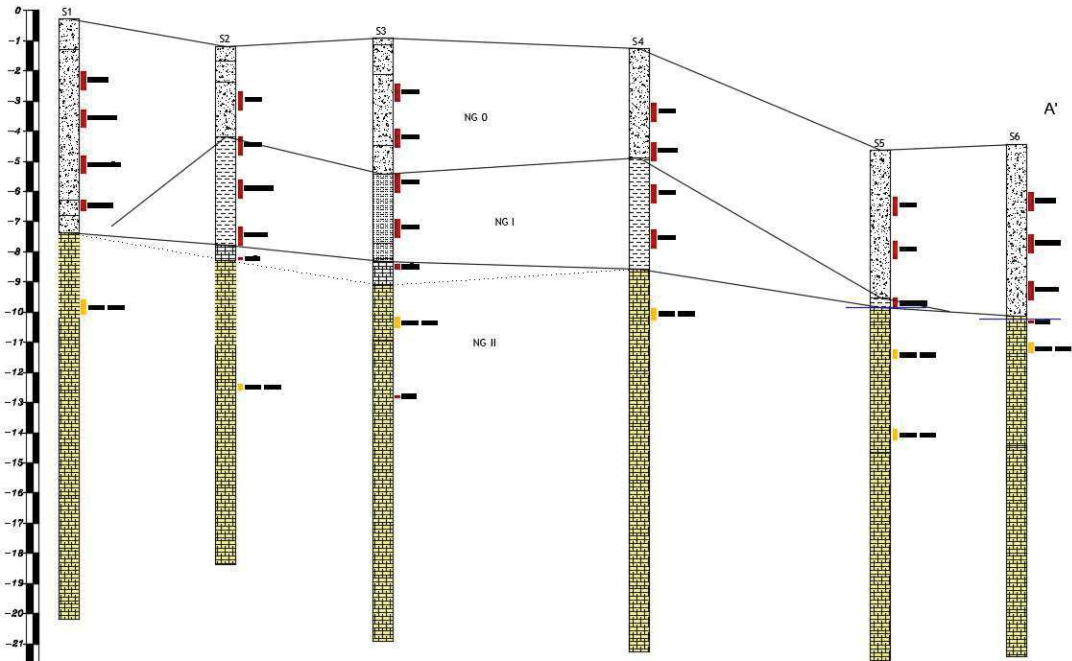
A continuación, se expone el desarrollo de las posibles soluciones que se consideran co-
mo válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones. La elección de la más adecuada es
potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros factores además de
los estrictamente geotécnicos.

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

Está prevista la construcción de un edificio de viviendas que constará de tres sótanos,
planta baja y nueve alturas.

El subsuelo de la zona está formado, según los datos obtenidos de la campaña de campo
realizada, por margas y margocalizas grises oscuras (cretácico inferior (Gargasiense)), sobre
las que aparece un pequeño perfil de meteorización del propio sustrato con una potencia va-
riable no superior a 0,80 metros observados. Sobre este sustrato se ha observado la presencia
de un depósito aluvial formado por limos arcillosos y un nivel superficial de rellenos, que ha-
cen que el sustrato rocoso aparezca a partir de profundidades variables de entre 5,20 y 7,40
metros desde la boca de los sondeos.

El perfil geotécnico interpretado para la parcela de proyecto de acuerdo con los son-
deos realizados es el siguiente:



GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

Teniendo en cuenta la cota 0 tomada para referenciar los sondeos en la vertical, en la acera de la Avenida Miraflores a la altura del punto medio de la entrada a la parcela, el sustrato rocoso aparece a profundidades variables de entre -7,38 y -10,14 metros, desde el S1 al S6, de forma gradual.

Si consideramos una excavación orientativa de 9 metros para la realización de las tres plantas de sótano desde el punto 0 de referencia, el fondo de dicha excavación quedará sobre las margocalizas grises en la zona norte y central de la parcela, mientras que quedará sobre los rellenos antrópicos en el extremo sur. En el sondeo S6 es donde más elevada se quedaría la cota respecto al techo del sustrato, quedando a 1,14 metros por encima del techo del nivel NG II.

Por lo tanto, de acuerdo con lo anteriormente comentado, se considera como opción más conveniente la ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas** apoyadas sobre el nivel de **margas y margocalizas grises sanas (nivel geotécnico II)**, una vez alcanzada la cota de excavación de los sótanos, con una **tensión de trabajo admisible no superior a 8,52 kg/cm²**.

El apoyo de la cimentación deberá realizarse desde una planta geomecánicamente homogénea, por lo que se deberán alcanzar en todos los puntos de apoyo los mismos o similares materiales que así lo garanticen. En caso de detectar humedades y/o blandones que puedan afectar a alguno de los puntos de apoyo, estos deberán ser saneados y corregidos definitivamente mediante la realización de obras de drenaje que así lo garanticen durante el período de vida de la edificación construida.

Los ensayos químicos realizados sobre las distintas muestras analizadas clasifican a los suelos como no agresivos al hormigón.

Se ha observado entrada de agua en los sondeos únicamente en el S5 y S6, entre la base de los rellenos y el techo del sustrato rocoso. Dicho sustrato se considera impermeable en estado sano, mientras que los materiales superficiales son permeables, por lo que no se descarta la posible aparición de aguas subsuperficiales, circulantes a favor de gradiente topográfico hacia el sur, a través de los rellenos y los depósitos aluviales sobre la base impermeable, especialmente en época de intensas lluvias. Así mismo, la cercanía al río hace pensar en que las crecidas podrían hacer elevarse el nivel freático desde la cota observada en los sondeos. Por ello aconsejamos la correcta impermeabilización de los muros de sótano, de cara a garantizar que no aparezcan humedades durante la vida útil del edificio.

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

Si subiese el nivel freático, y se ha realizado una correcta impermeabilización, podrían surgir problemas de subpresión, al menos en la zona más cercana al río. Esto también se deberá tener en cuenta, sobre todo para el cálculo de la solera de sótano más bajo.

Cálculo de asientos

A priori, una cimentación sobre roca sana no generará asientos, no obstante, de cara a la seguridad, realizamos una estimación de los mismos.

Los asientos previsibles estimados, se determinan a través de la expresión de modelos elásticos isotropos, donde:

$$S = \frac{KBq(1-\nu^2)}{E}$$

Siendo:

- S= Asiento total.
- K = Coeficiente.
- B = Ancho de zapata.
- q = Carga aplicada.
- ν = Coeficiente de Poisson.
- E = Módulo de elasticidad.

Para una carga admisible de 8,52 kg/cm², considerando valores de E para el nivel geotécnico II de 8.455,60 kg/cm², el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapatas son los siguientes:

Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,09	0,14	0,19	0,24

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

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

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

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

9 ESTABILIDAD DE TALUDES Y RIPABILIDAD

9.1 ESTABILIDAD DE TALUDES

En la parcela objeto de estudio se prevé la excavación de tres plantas de sótano bajo la rasante actual del terreno de la Avenida Miraflores. Los taludes que se abran durante esta fase de excavación afectarán a los niveles NG 0, NG I y NG II.

Para los taludes de excavación en suelos (rellenos y limos arcillosos aluviales), se recomiendan taludes provisionales máximos 2H:3V (54°), aunque los rellenos de antrópicos en caso de no presentar cohesión pueden requerir la ejecución de taludes más tendidos 2H:1V (27°).

Factores que pueden incidir en la desestabilización de los taludes son: los agentes atmosféricos, las surgencias de aguas freáticas, las sobrecargas, o conducciones subterráneas paralelas a la excavación, aspectos que se deberán controlar en el momento de realización de la obra.

Una vez alcanzado el sustrato rocoso se podrán realizar inicialmente taludes verticalizados, aunque se deberían comprobar in situ las orientaciones del diaclasado durante la excavación para comprobar las posibles inestabilidades en función de las distintas orientaciones de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso, en caso de considerarse inestable, se recomendarían las preceptivas soluciones de contención y estabilización.

En el caso de que para la excavación se requieran taludes verticales desde la superficie, se deberá tener en cuenta la toma de acciones de sostenimiento del terreno previa a la excavación, tales como ejecución de muros pantalla, muros de pilotes o micropilotes. En estos supuestos, dichos muros deberán ir apoyados siempre en el sustrato rocoso, nivel II.

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.

Se considera aconsejable la impermeabilización de los muros de sótano, y la ejecución de drenajes que evacúen el posible flujo de aguas subsuperficiales que pudieran aparecer a través de los rellenos y los depósitos aluviales por encima del sustrato rocoso, en épocas lluviosas.

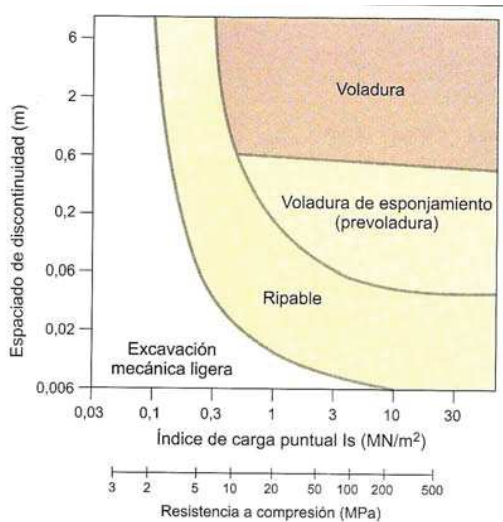
9.2 EXCAVABILIDAD

Los movimientos de tierras previstos para la excavación de las plantas de sótano, afectará a los niveles geotécnicos 0, I y II.

La excavación de los niveles 0 y I podrá realizarse con medios mecánicos convencionales tipo retroexcavadora.

En cuanto al sustrato rocoso (NG II), la facilidad o dificultad al arranque que presente el macizo rocoso frente a los distintos métodos de perforación, y las propiedades que definen la excavabilidad son las siguientes:

- Resistencia de la matriz rocosa
- Dureza y abrasividad
- Fracturación
- Índices de calidad geomecánica



En el caso concreto de la parcela objeto de estudio, se tendrá en cuenta un valor medio de la resistencia de la matriz rocosa de 235,71 kg/cm² y un espaciado de las discontinuidades estimado a partir de los sondeos en torno a 0,40 a 1,00 metro.

A partir de los datos obtenidos, y según la clasificación de rocas para su excavabilidad de Franklin, 1974, el material se clasifica como ripable, si bien se requerirá la utilización de martillo neumático para su excavación.

10 ESTIMACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS HORIZONTES

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

MUROS:

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

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

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

SUELOS:

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

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

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a suelos

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

- a) baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático;
- b) 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;
- c) alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

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

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

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

Nivel geotécnico 0. Rellenos. De K= 1 a 10⁻² cm/s.

Nivel geotécnico I. Limos arcillosos. De K= 10⁻³ a 10⁻⁵ cm/s.

Nivel geotécnico II. Roca Margosa sana. De K < 10⁻⁶ cm/s.

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

11 PROTECCIÓN FRENTE A EXPOSICIÓN AL RADÓN

El radón es un gas radioactivo y cancerígeno que se genera por la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelo. El radón se genera en el subsuelo y asciende entre los poros del terreno hasta alcanzar la superficie. Una vez ha alcanzado la superficie, podrá diluirse entre los gases de la atmósfera o penetrar en el interior de los edificios, ya sean viviendas o lugares de trabajo, a través de los materiales de construcción como las soleras de hormigón, los muros de carga o directamente por las fisuras. Al penetrar en un espacio cerrado como los sótanos o plantas bajas, el gas se va acumulando y va aumentando su concentración de manera imperceptible, ya que es un gas inodoro, incoloro e inerte.

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

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

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

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

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

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

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

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), Bilbao (Bizkaia) se encuentra dentro de la Zona I, por lo que se deberá tener en cuenta lo estipulado al respecto en el momento del diseño de la estructura del edificio proyectado.

GEEA Geólogos		
Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se solicita a IGT-GEEA Geólogos S.L., a requerimiento de **V ARQUITECTOS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la construcción de un edificio de viviendas en el Barrio de Bolueta en Bilbao (Bizkaia), que constará de tres plantas de sótano, planta baja y nueve alturas.
- El perfil litológico obtenido a partir de los sondeos de reconocimiento permite definir los siguientes niveles geotécnicos:
 - **Rellenos antrópicos** (nivel geotécnico 0) observados en la zona superficial de la parcela, formados por arenas y arcillas con cantos y fragmentos de roca margocaliza hasta tamaño bolo. La potencia máxima observada de este horizonte es de 7,10 metros en el sondeo S1, y la potencia mínima de 4,90 metros en el S5. Este horizonte será eliminado a la hora de ejecutar la excavación de los sótanos proyectados.
 - **Limos arcillosos de color ocre con tonos grises** (Nivel geotécnico I), con cantos dispersos, correspondientes a depósitos aluviales cuaternarios de baja energía. Este nivel se ha interpretado en los sondeos S2, S3, S4 y S5, con espesores variables de entre 0,30 metros (S5) y 3,70 metros (S4), alcanzando una profundidad máxima de 7,30 metros en el sondeo S4.
 - **Margas y margocalizas grises oscuras** sanas, correspondientes a los materiales que forman el sustrato cretácico de la zona. Su techo se observa variable, apareciendo en los sondeos a partir de profundidades de entre 5,20 y 7,40 metros, situándose su techo más elevado en la zona norte de la parcela, y profundizándose gradualmente hacia el sur. Sobre esta roca sana, se ha observado en los sondeos S2 y S3, un pequeño nivel de roca alterada y fracturada interpretada como un posible perfil de meteorización del sustrato, con un espesor máximo de 0,80 metros en el S3. En el resto de los sondeos, la aparición del sustrato se produce de forma nítida. La roca se ha observado en todos los sondeos de forma masiva y en general poco fracturada, con RQD elevados.
- Durante la realización de los sondeos se ha observado la presencia del nivel freático en los sondeos S5 y S6 a 5,20 y 5,80 metros de profundidad respectivamente.
- No se descarta la posibilidad de que aparezcan flujos de agua circulantes a través de los rellenos y los depósitos aluviales en dirección hacia el sur, funcionando el sustrato rocoso

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---

como base impermeable. En este sentido, se aconseja la ejecución de drenes en el trasdós de los muros y la impermeabilización de éstos de cara a evitar la aparición de humedades.

- Se considera como opción más conveniente la ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas aisladas y/o corridas** apoyadas sobre el nivel de **margas y margocalizas grises sanas (nivel geotécnico IV)**, una vez alcanzada la cota de excavación de sótanos, con una **tensión de trabajo admisible no superior a 8,52 kg/cm²**.
- Los asentos calculados se consideran dentro de lo admisible por la Norma Tecnológica de la Edificación para este tipo de edificación.
- El contenido en sulfatos de las muestras analizadas, permiten clasificar a los suelos superficiales y al sustrato rocoso como no agresivos al hormigón.
- Para los taludes de excavación en suelos (rellenos y limos arcillosos aluviales), se recomiendan taludes provisionales máximos 2H:3V (54º), aunque los rellenos de antrópicos en caso de no presentar cohesión pueden requerir la ejecución de taludes más tendidos 2H:1V (27º). La estabilidad del nivel II se regirá por procesos de inestabilidad en roca. Debido a la inexistencia de afloramientos en la parcela, se considera necesario el análisis del macizo rocoso una vez iniciada la excavación de los sótanos.
- En el caso de que para la excavación se requieran taludes verticales desde la superficie, se deberá tener en cuenta la toma de acciones de sostenimiento del terreno previa a la excavación, tales como ejecución de muros pantalla, muros de pilotes o micropilotes. En estos supuestos, dichos muros deberán ir apoyados siempre en el sustrato rocoso, nivel II.
- Los materiales definidos como niveles geotécnicos 0 y I son considerados como excavables mediante máquina retroexcavadora convencional. El nivel II se considera no excavable con ese tipo de maquinaria, requiriendo el uso de martillo picador.
- De acuerdo con la clasificación de municipios en función del potencial de radón, **Bilbao (Bizkaia)** se encuentra dentro de la **Zona I**, por lo que se deberá tener en cuenta lo estipulado al respecto en el momento del diseño de la estructura del edificio proyectado.
- Quedamos a disposición del peticionario para cualquier duda que pueda surgir en relación a lo expuesto en el presente informe.

Pamplona Irumuga 45, Pol. Ind. Areta, Huarte, 31620, T: 948.382.975, M: 696.435.907	Estella. Cañada Real de Imas, nave 12, 31240, Ayegui, T: 948.554.811, M: 606.507.335	Logroño Baltasar Gracián 11, 1º Oficina 5, 26006, T: 941.509.482, M: 695 363.336
--	---	---



Estella, 3 de marzo de 2021.

Fdo.:
JAVIER ARNEDILLO RUIZ-AGUIRRE
GEÓLOGO Col. Nº 3.078

Fdo.:
GUILLERMO ERICE LACABE
GEÓLOGO Col. Nº 2.577.

Fdo.:
EDUARDO ARANA RICO
GEÓLOGO Col. Nº 3.461

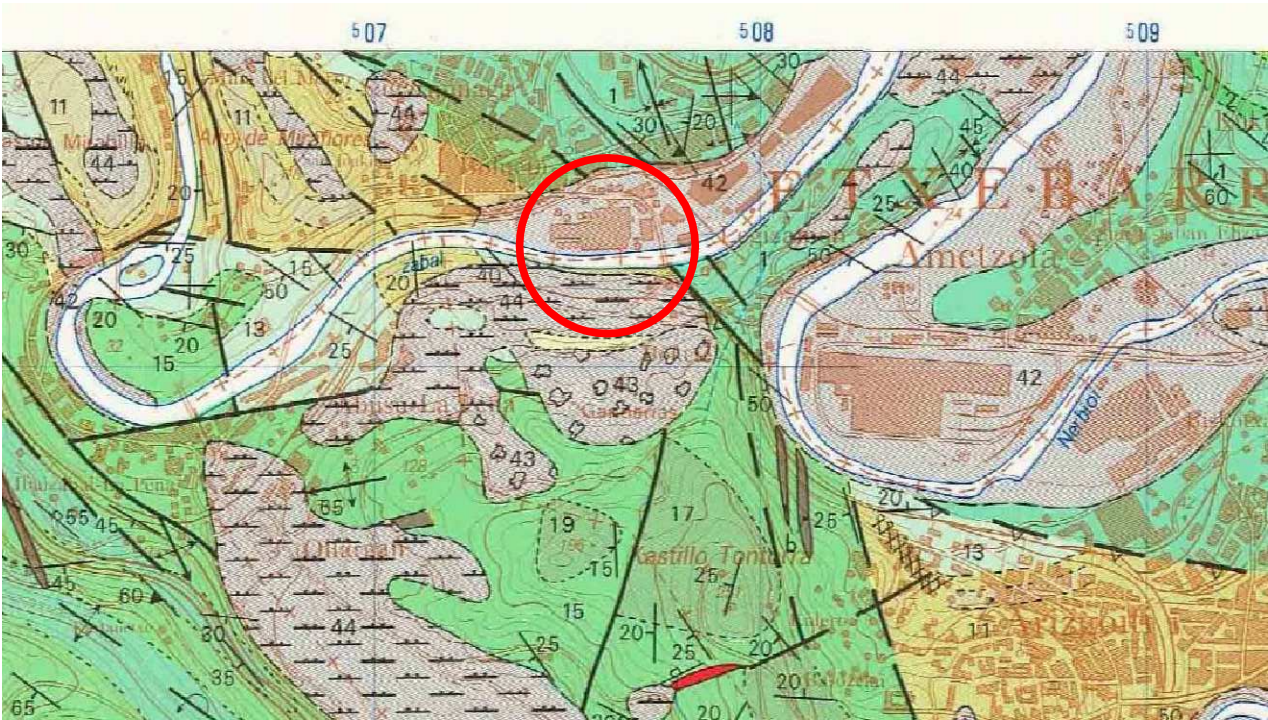
ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **COLUMNAS DE SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS.**
- **PERFIL DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO.**

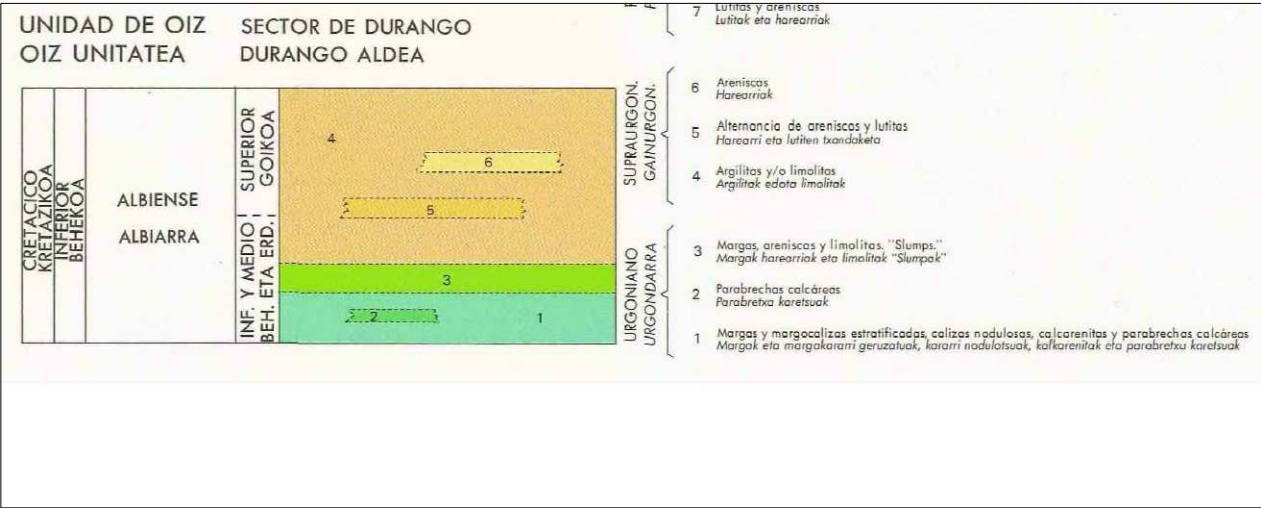
ANEXO N° 1

MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA

Lugar: Bolueta, Bilbao (Bizkaia).
Referencia informe: ES/GE139/1220
Hoja: EVE//Mapa geológico de Euskadi, hoja Basauri (61-IV), 1:25.000



Hoja: IGME//Mapa geológico de España, hoja Bilbao (61), 1:50.000

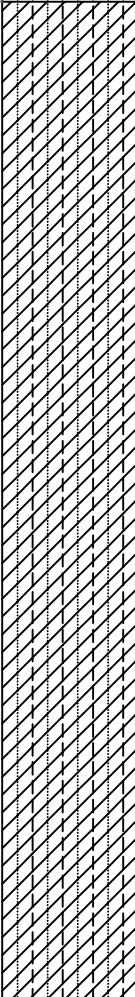
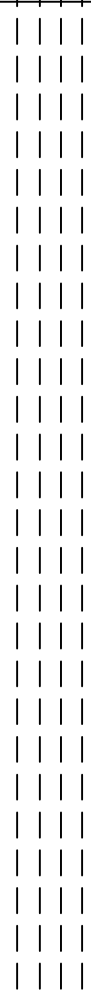


CUATERNARIO					QAI	QAI	Aluviones		
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	LUTECIENSE		T ^{Ab} ₂		T ^{Ab} ₂	Areniscas y arenas	
			YPRESIENSE		T ^{As} _{11 2}		T ^{As} _{11 2}	Microconglomerados, areniscas, margas, arenas, margas rojas y calizas litográficas	
	PALEOC.	DANIENSE		T ^{As} _{11 2}		C _{26 - 26}	C _{26 - 26}	Margas, calizas y areniscas	
CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIEN.		C ₂₀	C _{26 - 26}	C ₂₆	C ₂₆	Margas y calizas	
		CAMPANIENSE		C ₂₀		C _{23 - 24}	C _{23 - 24}	Margas y calizas	
		SANTONIENSE		C _{23 - 24}			C ₂₂	C ₂₂	Margas y calizas
		CONIACIENSE		C _{23 - 24}			C ₂₁	C ₂₁	Margas
		TURONIENSE		C ₂₂			β ^s	β ^s	Basaltos y espilitas
		CENOMANIENSE		C ₂₁			C _{16 21}	C _{16 21}	Areniscas
	INFERIOR	ALBIENSE		C _{16 21}	C _{16 21}	C ₁₄	C ₁₄	Margas y areniscas	
				C ₁₅	C ₁₅	C ₁₀	C ₁₀	Margas y calizas de espículas	
				C ₁₄	C ₁₄	C ₁₀	C ₁₀	Margas	
				C ₁₃	C ₁₃	C ₇	C ₇	Margas y areniscas	
		APTENSE	GARGAS.	C ₁₃	C ₁₃	ε ^s	ε ^s	Diques de diabasas	
			BEDOUL.	C ₁₃	C ₁₃	q ^s	q ^s	Filones de cuarzo	
		BARREMIEN.		EN F.W.	C _{W 14}	C _{W 14}	C ₁₃	C ₁₃	Calizas
HAUTERIVIEN.		C _{W 13 14}	C _{W 13 14}		C _{W 14}	C _{W 13 - 14}	Areniscas, margas y areniscas calcáreas		
					C _{W 13 - 14}	C _{W 13 - 14}	Margas y areniscas		

ANEXO N° 2

COLUMNAS DE SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS

 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLOGICOS GFA Delegación ESTELLA Cañada Real de Ima, nave 12 31240 Ayegui - Navarra T: 948 534 811 F: 948 111 131	PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO			SONDEO: S-1	COORDENADAS UTM X: -- Y: -- Z: --
	OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).		FECHA: 21 de enero de 2021		
	CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS	REF.: G13471	REF. INFORME: ES/GE139/1220		

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg L _{ip}	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.	
				20			40	60	80	VI	V		IV	III	II							N ₁₅
DT	101	11			Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																	
		12																				
		13																				
		14																				
		15																				
		16																				
		17																				
		18																				
		19																				
		20																				
		21			FIN DE SONDEO																	

Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanettest, 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

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 20 de enero de 2021

S-2

X: --
Y: --
Z: --

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF.: G13472

REF. INFORME: ES/GE139/1220

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N ₁₅	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm ²	Humedad %	Límites Atterberg L _{ip}	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
WB	116	116	0,50		Asfalto.																
		101	0,50		Arenas limosas con cantos. Rellenos.																
		1	0,70																		
		1,20			Arcillas limosas ocre con tonos grises, con algunos cantos dispersos. Rellenos.								1,50-2,10	2-2-3-4							
		2	1,80																		
		3											3,00-3,60	1-4-6-9							
		4			Arcillas limosas ocre con tonos grises, con algunos cantos dispersos. Posible aluvial cuaternario.																
		5	3,60										4,45-5,05	13-10-17-11							
		6																			
		6,60											6,00-6,60	13-4-4-14							
DT	101	7	0,50		Margas grises meteorizadas con alteración III-II.								7,00-7,08	50R18							
		7,10			Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico. Se observa la roca algo alterada de 9,20 a 9,40 metros y de 11,00 a 11,30 metros.																
		8																			
		9																			
		10,10																			
		10																			
		11																			



Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanettest, 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

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

S-2

```
X: --
Y: --
Z: --
```

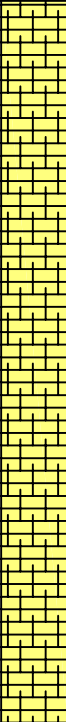
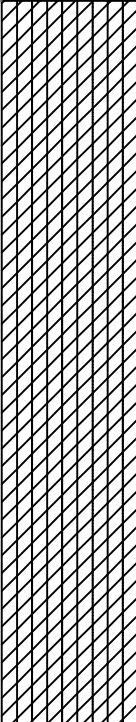
OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 20 de enero de 2021

CLIENTE: VELAZQUEZ AROU|TECTOS

REF.: G13472

REF. INFORME: ES/GE139/1220

Batería	Díámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg L _{lp}	Granulometría % Pasa 0-4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.	
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II							
DT	101	11	10,10		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																	
		12																				
		13																				
		14																				
		15																				
		16																				
		17																				
		17,20																				
		18																				
		19																				
20																						
21																						

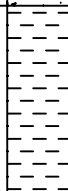
Tipo de Sonda RL48-L M.l.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetest, C.S.: Ensayo de compresión simple. B: Bateria simple; T: Bateria doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS Delegación ESTELLA Cañada Real de Iruas, nave 12 31240 Ayegui - Navarra T: 948 554 811 F: 948 111 131	PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO			SONDEO: S-3	COORDENADAS UTM X: -- Y: -- Z: --
	OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).		FECHA: 19 de enero de 2021		
	CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS	REF.: G13473	REF. INFORME: ES/GE139/1220		

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	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Humedad %	Límites Atterberg U/Ip	Granulometría % pasa 0.425.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
WB	116	0,20	0,20		Hormigón.																
		1,00	1,00		Asfalto y fragmentos de piedra sin matriz.																
		1,20			Arcillas ocre anaranjadas con tonos grises. Rellenos.								1,50-2,10	3-3-4-3							
		2,35																			
		3,00											3,00-3,60	3-5-7-8							
		3,55			Arcillas limosas de color oscuro. Rellenos.																
		4,50																			
		5,10	0,95		Limos arcillosos ocre con tonos grises. Posible terreno aluvial natural.								4,50-5,10	3-3-5-7							
		6,80																			
		7,40	2,30										6,00-6,80	4-5-7-8							
DT	101	7,40	0,50		Limos grises. Depósitos aluviales cuaternarios.																
		7,40	0,10		Limos con cantos dispersos.																
		8,20	0,80		Margocalizas grises con alteración III-II. Perfil de meteorización.							7,50-7,64	50R/14								
		8,20			Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico. Zonas algo alteradas de 11,60 a 12,00 metros y de 15,80 a 16,20 metros. Se observan fracturas con inclinación 20-70°, algunas rellenas de calcita.																
		11,80																			
		11,80																			

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLOGICOS G.T.F.A. GEÓLOGOS S.L. Delegación ESTELLA Cañada Real de Iruas, nave 12 31240 Ayegui - Navarra T.: 948 554 811 F.: 948 111 131	PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO			SONDEO:	COORDENADAS UTM
	OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).		FECHA: 19 de enero de 2021	S-3	X: -- Y: -- Z: --
	CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS	REF.: G13473	REF. INFORME: ES/GE139/1220		

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg	Granulometría	Sulfatos	Clasificación	FOTOGRAFÍAS SONDEO.		
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II			Is (50) Mpa	kg/cm²		Casagrande/AASHTO		
DT	101	11	11,80		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																		
		12																					
		13																					
		14																					
		15																					
		16																					
		17																					
		18																					
		19																					
		20																					
21																							

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T.	C.D.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg	L _{ip}	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.																										
							20	40	60	80													VI	V	IV	III	II																					
WB	116	1	3,60		Arenas grises negruzcas con cantos y bolos dispersos de marga.																																											
		2																						1,80-2,40	4-5-2-4																							
		3																																														
	101	4	3,60																				Arcillas limosas de color ocre anaranjado, con tonos grises y oscuros. Cantos dispersos.																									
		5																																							4,50-5,10	4-5-7-8						
		6	3,70																																								25,88 kPa 26,76°		26,2/4,6	99-75	<100	CL-ML/A-4
DT	7			Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																																												
	8	7,30																																														
	9																																															
10	12,70																																															
11																																																

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 18 de enero de 2021

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF.: G13474

REF. INFORME: ES/GE139/1220

S-4

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.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg L/Ip	Granulometría % pasa 0,425 mm	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
DT 101		11	12,70		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																
		12																			
		13																			
		14																			
		15																			
		16																			
		17																			
		18																			
		19																			
		20																			
		21			FIN DE SONDEO																

Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetest, 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

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 14 de enero de 2021

S-5

X: --
Y: --
Z: --

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF.: G13475

REF. INFORME: ES/GE139/1220

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N ₁₅	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm ²	Humedad %	Límites Atterberg L _{ip}	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
WB	116	1			Arenas arcillosas con cantos y fragmentos de roca de tamaño variable hasta bolo, restos de ladrillo y maderas.																
		2										1,55-2,15	4-2-8-4								
		3	4,90									3,00-3,60	5-5-5-4						<100		
		4																			
		5	4,90																		
		5	0,30		Arcillas arenosas con cantos.	5,20						4,90-5,23	4-17-50R13								
DT	101	6	5,20		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico. Se observan fracturas a 60-70° por las que rompen los testigos, sin relleno y con un espaciado variable entre 20-30 cm.																
		7																			
		8																			
		9																			
		10																			
		11	11,80																		

Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanettest, 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

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 14 de enero de 2021

S-5

X: --
Y: --
Z: --

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF.: G13475

REF. INFORME: ES/GE139/1220

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	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm²	Humedad %	Límites Atterberg L/Ip	Granulometría % Pasa 0.425	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
DT 101		11			Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																
		12																			
		13																			
		14	11,80																		
		15																			
		16																			
		17																			
		18																			
		19																			
		20																			
		21			FIN DE SONDEO																

Tipo de Sonda RL48-L M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetst, 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

 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS Delegación ESTELLA Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Avegui - Navarra T.: 948 554 811 F.: 948 111 131	PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO			SONDEO:	COORDENADAS UTM X: -- Y: -- Z: --
	OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).		FECHA: 15 de enero de 2021	S-6	
	CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS	REF.: G13476	REF. INFORME: ES/GE139/1220		

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N ₁₅	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm ²	Humedad %	Límites Atterberg LpIp	Granulometría % pasas 0.4-4.0mm	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	III	II							
WB	116	1	5,70		Arenas y limos de color oscuro, con fragmentos de roca y bolos de tamaño variable, de margocalizas negras. Rellenos.																
		2											1,60-2,10	4-8-10-9							
		3											3,00-3,60	11-8-12-43							
		4																			
		5											4,55-5,15	23-6-4-18							
DT	101	5,70	11,30		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico. Presentan prequeñas fisuras con inclinación variable entre 20 y 60°, en ocasiones rellenas de calcita, con apertura inferior a 1 mm, y espaciado en torno a 30 cm. A 10,60 metros se observa una fractura por la que se ha alterado el material.	5,80															
		6											5,85-5,91	50R16							
		7													364,20	0,68					
		8																			
		9																			
		10																			

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

OBRA: Edificio de viviendas en Bolueta, Bilbao (Bizkaia).

FECHA: 15 de enero de 2021

CLIENTE: VELAZQUEZ ARQUITECTOS

REF.: G13476

REF. INFORME: ES/GE139/1220

SONDEO:

S-6

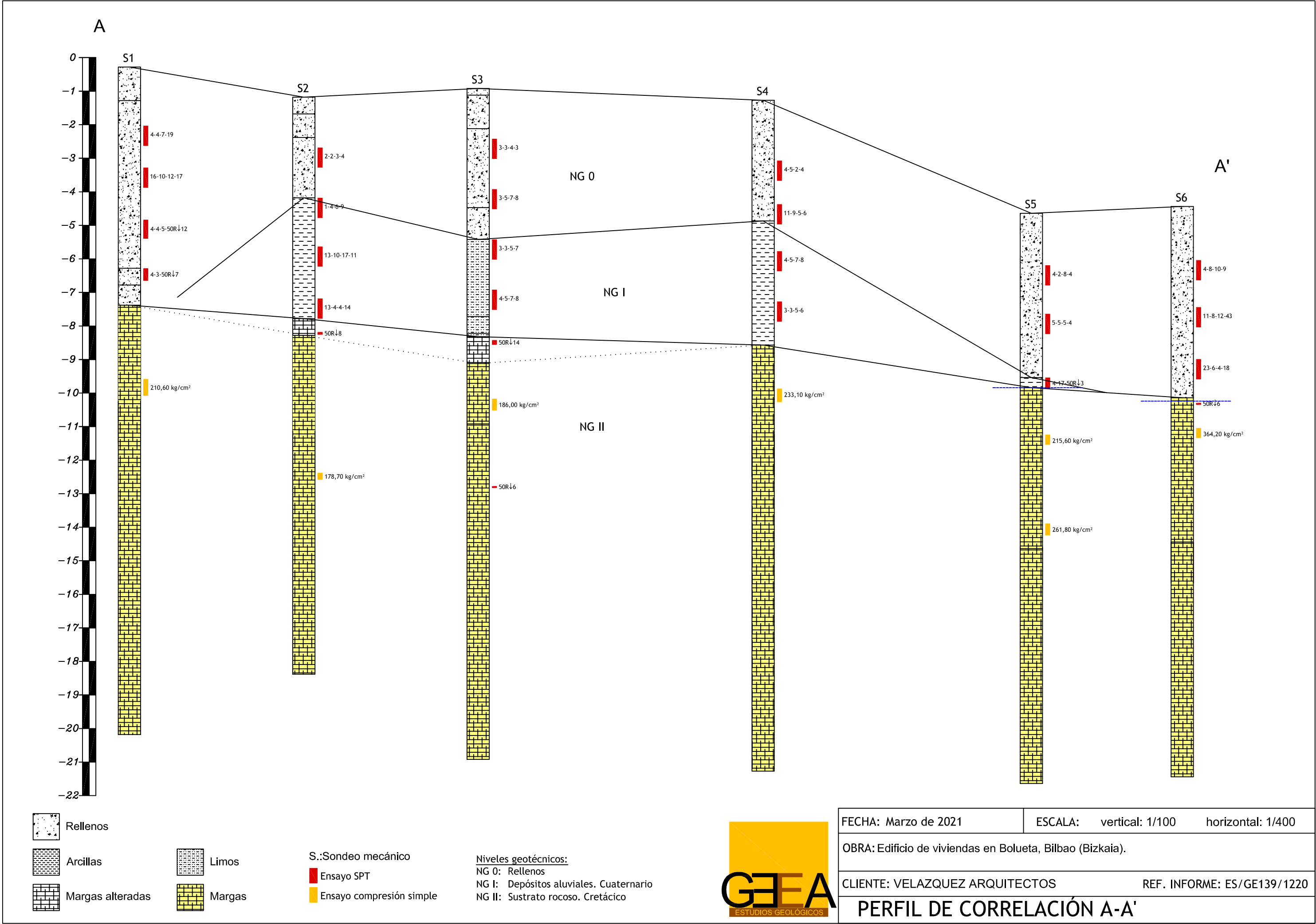
COORDENADAS UTM

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.	P.L.T.	C.S.	Humedad %	Límites Atterberg U _{lp}	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.																
							20	40	60	80	VI	V		IV	III	II							N ₁₅	Is (50) Mpa	kg/cm ²													
DT 101		11	11,30		Margocalizas de color gris oscuro, sanas. Sustrato rocoso cretácico.																																	
		12																																				
		13																																				
		14																																				
		15																																				
		16																																				
		17																																				
		18			FIN DE SONDEO																																	
		19																																				
		20																																				
		21																																				

ANEXO N.º 3

PERFIL DE CORRELACIÓN



ANEXO N.º 4

BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		<i>Ensayo</i>	TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 22950/90
			<i>Acta nº</i> AN053518	<i>Nº Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16148	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M1 DE 9,3 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2414,88	SUP. BASE (cm ²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm ³)	892,75
ALTURA (mm)	165,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,70

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	11,40
ESBELTEZ	1,99
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	11,40
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	210,6

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 1 DE 2

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.		<i>Ensayo</i>	CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		<i>Norma</i>	UNE 83001:2000
			<i>Acta nº</i> AN053519	<i>Nº Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16148	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S1 M1 DE 9,3 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

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

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 2 DE 2

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma UNE 22950-1/90	
			<i>Acta n°</i> AN053520	<i>N° Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16149	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 M1 DE 11,2 A 11,4 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2384,05	SUP. BASE (cm ²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm ³)	881,93
ALTURA (mm)	163,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,70

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	9,69
ESBELTEZ	1,96
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	9,67
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	178,7

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

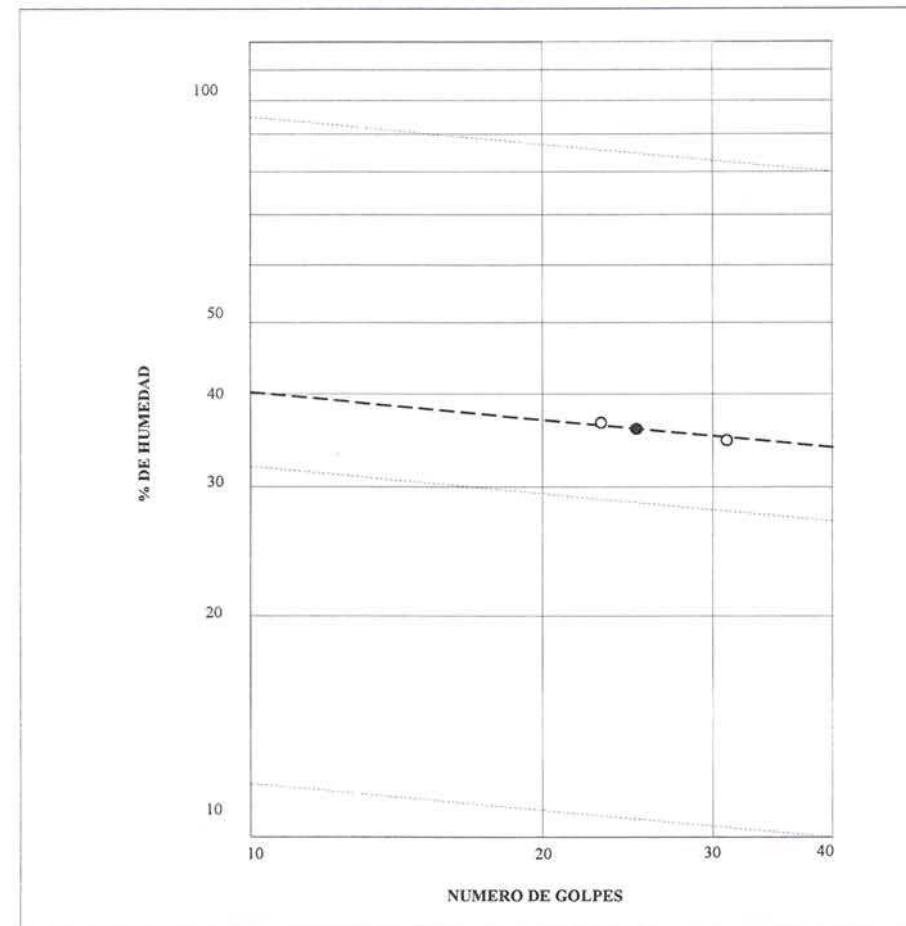
HOJA 1 DE 1

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma UNE 103103/94 103104/93	
			<i>Acta n°</i> AN053659	<i>N° Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16152	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M1 DE 5,4 A 5,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	23	31	-	Referencia tara	J15	J1
-	Referencia tara	J10	J30	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,95	0,78
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	5,58	5,23	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,72	13,03
t+s+a	Tara + suelo + agua	29,89	29,78	t+s	Tara + suelo	12,77	12,25
t+s	Tara + suelo	24,31	24,55	t	Tara	9,17	9,31
t	Tara	9,09	9,49	s=(t+s)-t	Suelo	3,60	2,94
s=(t+s)-t	Suelo	15,22	15,06	w=100*(a/s)	% Humedad	26,4	26,5
w=100*(a/s)	% Humedad	36,7	34,7				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	36,0
LIMITE PLASTICO =	26,5
INDICE PLASTICIDAD =	9,5

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 1 DE 2

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
		<i>Norma</i> UNE 83001:2000	
		<i>Acta nº</i> AN053660	<i>Nº Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16152	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M1 DE 5,4 A 5,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

<i>RESULTADO ENSAYO</i>	
$SO_4^{=}$ (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

Ayegui, 21 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 2 DE 2

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
		<i>Norma</i> UNE 103300/93	
		<i>Acta nº</i> AN053521	<i>Nº Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16150	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M2 DE 9,25 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (gr) =	1868,07
TARA + SUELO (gr) =	1859,00
TARA (gr) =	527,00

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	0,68

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 1 DE 4

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 103301/94
			Acta nº	Nº Copia
			AN053522	Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16150	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M2 DE 9,25 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr) =	105,20
PESO CON PARAFINA (gr) =	126,30
PESO SUMERGIDO (gr) =	64,50
HUMEDAD (%)=	0,68

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3) =	2,74
DENSIDAD SECA (gr/cm3) =	2,72

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 4 DE FEBRERO 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.		Ensayo	TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 22950/90
			Acta nº	Nº Copia
			AN053523	Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16150	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M2 DE 9,25 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2434,23	SUP. BASE (cm²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm³)	887,34
ALTURA (mm)	164,00	DENS. PROB. (gr/cm³)	2,74

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	10,08
ESBELTEZ	1,98
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	10,06
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	186,0

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 3 DE 4

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 83001:2000	
			Acta n°	N° Copia	
		AN053524	Copia 1. V ARQUITECTOS		

Referencia Muestra....	N16150	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S3 M2 DE 9,25 A 9,6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

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

HOJA 4 DE 4

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

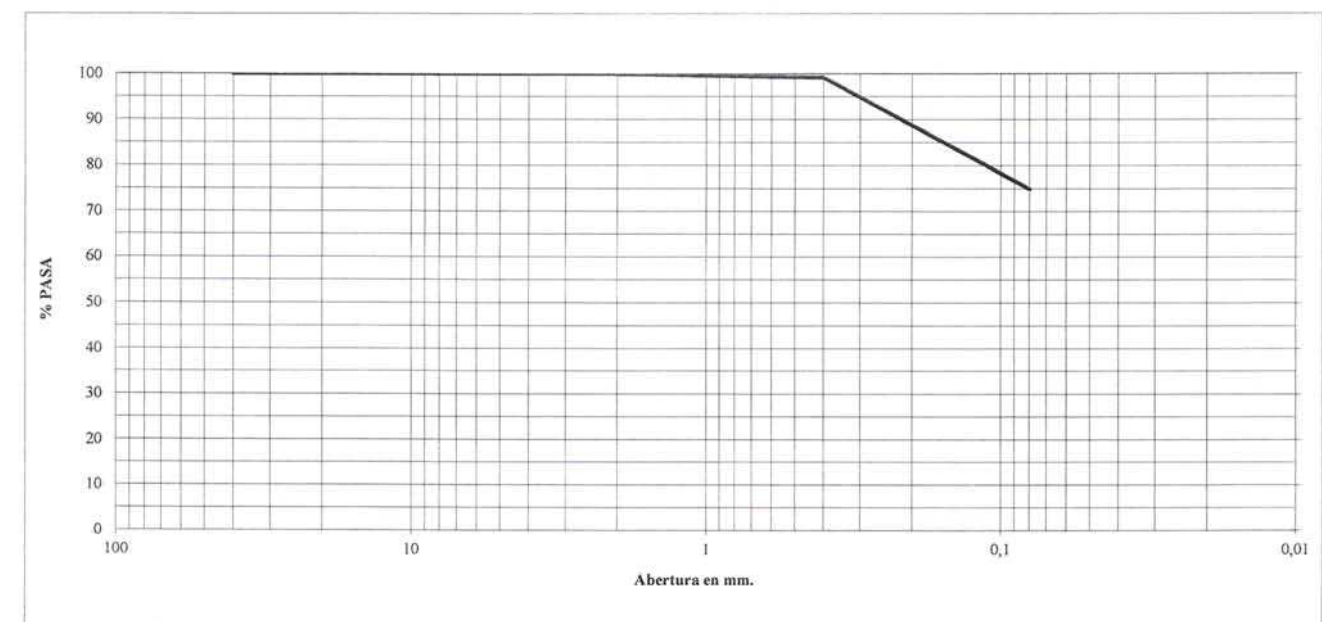
Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan sólo en el caso de muestras tomadas en obra por su personal.
Se prohíbe la reproducción del acta sin autorización expresa del Laboratorio.
Laboratorio inscrito en la lista de "Laboratorios de Control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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 103101/95	
			Acta n°	N° Copia	
		AN053704	Copia 1 V ARQUITECTOS		

Referencia Muestra....	N16153	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	140,9
B	Gruesos lavados	0,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	140,9
$D = (B + C)$	Muestra total seca	140,9
E	Frac. fina ensayada seca al aire	140,9
$F = E * f$	Frac. fina ensayada seca	140,9
C/F		1,0

CALCULO CURVA GRANULOMETRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		Grs. en parte fina ensayada	Grs. en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4			0,0	
80	3			0,0	
63	2,5			0,0	
50	2			0,0	
40	1,5			0,0	100
25	1			0,0	100
20	3/4			0,0	100
12,5	1/2			0,0	100
10	3/8			0,0	100
5	4			0,0	100
2	10			140,9	100
0,4	40	1,1	1,1	139,8	99
0,08	200	34,1	34,1	105,7	75



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 1 DE 5

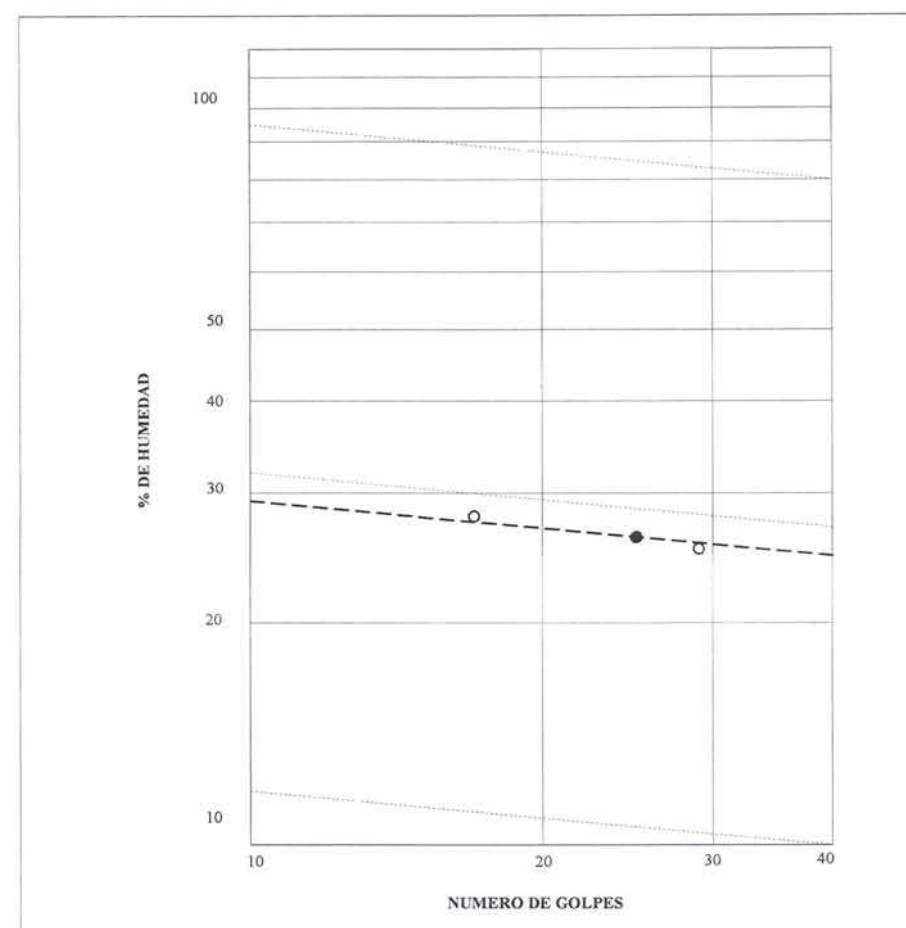
Ayegui, 21 DE FEBRERO DE 2021

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Norma UNE 103103/94 103104/93	
	Acta n° AN053705	N° Copia Copia 1 V ARQUITECTOS

Referencia Muestra.... N16153	Referencia Informe..... EN-488
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA 25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA BILBAO

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	17	29	-	Referencia tara	119	127
-	Referencia tara	125	120	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,78	0,64
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	4,25	3,62	t+s+a	Tara + suelo + agua	13,91	12,73
t+s+a	Tara + suelo + agua	28,73	27,42	t+s	Tara + suelo	13,13	12,09
t+s	Tara + suelo	24,48	23,80	t	Tara	9,41	9,20
t	Tara	9,26	9,46	s=(t+s)-t	Suelo	3,72	2,89
s=(t+s)-t	Suelo	15,22	14,34	w=100*(a/s)	% Humedad	21,1	22,1
w=100*(a/s)	% Humedad	27,9	25,2				



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO =	26,2
LIMITE PLASTICO =	21,6
INDICE PLASTICIDAD =	4,6

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 2 DE 5

Ayegui, 21 DE FEBRERO DE 2021

 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	Norma UNE 83001:2000	
	Acta n° AN053706	N° Copia Copia 1 V ARQUITECTOS

Referencia Muestra.... N16153	Referencia Informe..... EN-488
PROCEDENCIA SONDEO	REF. CLIENTE S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS
TIPO DE MUESTRA ALTERADA	PETICIONARIO V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA 25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA BILBAO

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

HOJA 3 DE 5

Ayegui, 10 DE FEBRERO DE 2011

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

ESTUDIOS GEOLÓGICOS

GEEA GEÓLOGOS S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS

Norma

UNE 103401/98

(hoja 1 de 2)

Acta nº

Nº Copia

AN053707

Copia 1 V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....

N16153

PROCEDENCIA

SONDEO

TIPO DE MUESTRA

ALTERADA

FECHA ENTRADA

25 DE ENERO DE 2021

Referencia Informe.....

EN-488

REF. CLIENTE

S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS

PETICIONARIO

V ARQUITECTOS

DEN. OBRA

BILBAO

TIPO DE ENSAYO

VELOCIDAD CORTE

CONSOLIDADO DRENADO

0,06 mm/min

DIAMETRO ANILLO (mm)

ALTURA ANILLO (mm)

AREA ANILLO (cm²)

49,70

19,0

19,40

DATOS PROBETA			
CARGA AXIAL PROBETA			
	100 kPa	200 kPa	300 kPa
Altura inicial de la probeta (en mm)	19,00	19,00	19,00
Altura final de la probeta (en mm)	18,42	18,30	18,10
Referencia de Tara nº 1	Anillo 1	Anillo 1	Anillo 1
Peso Tara 1 (en g)	80,50	80,50	80,50
Tara 1 + Peso húmedo inicial (en g)	159,30	159,60	159,80
Tara 1 + Peso seco inicial (en g)	147,16	147,59	147,97
Referencia de Tara nº 2	A	B	C
Peso Tara 2 (en g)	541,00	541,00	544,82
Tara 2 + Peso húmedo final (en g)	618,70	618,60	621,60
Tara 2 + Peso probeta seca (en g)	605,83	606,13	610,23

RESULTADOS PROBETA			
CARGA AXIAL PROBETA			
	100 kPa	200 kPa	300 kPa
Dens. aparente inicial (en g/cm³)	p	2,14	2,15
Dens. húmeda final (en g/cm³)	γf	2,24	2,25
Dens. seca inicial (en g/cm³)	ρs	1,81	1,82
Dens. seca final (en g/cm³)	ρsf	1,87	1,89
Humedad inicial (en %)	Wl	18,22	17,90
Humedad final (en %)	Wf	19,85	19,15

RESULTADOS FASE CORTE					
Sh (mm)	τ _{max} (KPa)	Sh (mm)	τ _{max} (KPa)	Sh (mm)	τ _{max} (KPa)
3,648	70,96	5,654	137,40	4,798	171,80

RESULTADOS DEL ENSAYO	
COHESIÓN en kPa	25,88
ANGULO ROZAMIENTO INTERNO en °	26,76

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, a 21 DE FEBRERO DE 2021

HOJA 4 DE 5

Los resultados hacen referencia a la muestra ensayada. GEEA Geólogos se hace responsable de los mismos tan solo 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

ESTUDIOS GEOLÓGICOS

GEEA GEÓLOGOS S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS

Norma

UNE 103401/98

(hoja 2 de 2)

Acta nº

Nº Copia

AN053707

Copia 1 V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....

N16153

PROCEDENCIA

SONDEO

TIPO DE MUESTRA

ALTERADA

FECHA ENTRADA

25 DE ENERO DE 2021

Referencia Informe.....

EN-488

REF. CLIENTE

S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS

PETICIONARIO

V ARQUITECTOS

DEN. OBRA

BILBAO

PROBETA I (100 kPa)

PROBETA II (200 kPa)

PROBETA III (300 kPa)

τ Tang (kPa)

Desplazamiento H (mm)

τ Tang (kPa)

Desplazamiento H (mm)

τ Tang (kPa)

Desplazamiento H (mm)

τ Tang (kPa)	Desplazamiento H (mm)	τ Tang (kPa)	Desplazamiento H (mm)	τ Tang (kPa)	Desplazamiento H (mm)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,243	0,000	1,222	0,005	10,700	0,003
6,050	0,008	2,473	0,012	14,950	0,010
9,444	0,022	3,728	0,019	19,880	0,018
12,360	0,037	4,962	0,025	25,210	0,033
14,160	0,057	7,200	0,033	29,910	0,054
16,180	0,074	9,956	0,044	33,680	0,076
17,550	0,090	13,680	0,064	37,330	0,098
19,250	0,111	17,100	0,082	39,830	0,120
19,940	0,133	19,580	0,103	42,300	0,143
21,150	0,154	21,700	0,125	44,590	0,165
22,390	0,176	23,770	0,150	46,070	0,189
23,290	0,198	26,100	0,174	47,950	0,213
23,690	0,219	27,460	0,197	49,790	0,235
24,890	0,240	29,860	0,220	51,270	0,260
25,430	0,262	31,880	0,243	53,210	0,283
26,140	0,282	33,600	0,267	54,760	0,305
26,740	0,305	34,930	0,291	56,280	0,328
27,380	0,327	37,280	0,316	57,480	0,350
27,730	0,350	37,360	0,340	58,650	0,373
28,630	0,372	38,600	0,365	60,070	0,396
29,110	0,394	39,830	0,390	60,990	0,420
29,860	0,415	40,200	0,413	62,240	0,442
29,880	0,438	41,080	0,440	63,490	0,466
30,350	0,460	42,270	0,464	64,750	0,488
30,980	0,484	43,210	0,490	65,990	0,512
31,110	0,507	43,900	0,514	67,230	0,534
31,520	0,530	44,880	0,538	68,490	0,557
32,360	0,553	46,130	0,561	69,720	0,579
32,620	0,575	47,280	0,587	70,960	0,599
33,600	0,593	48,330	0,612	72,210	0,624
37,330	0,731	53,460	0,759	77,930	0,758
39,860	0,872	58,240	0,900	82,980	0,884
42,840	1,011	61,000	1,035	88,430	1,025
45,560	1,134	64,800	1,154	93,450	1,138
47,450	1,258	66,860	1,270	99,610	1,254
49,800	1,385	68,510	1,388	104,600	1,366
52,300	1,512	72,200	1,505	108,300	1,484
54,220	1,638	74,690	1,621	112,700	1,602
56,030	1,765	78,260	1,735	118,000	1,719
57,270	1,887	79,670	1,853	121,500	1,838
58,840	2,009	83,390	1,973	127,000	1,956
60,750	2,130	85,890	2,090	130,700	2,074
61,870	2,243	88,450	2,208	135,300	2,193
63,060	2,359	92,120	2,326	139,500	2,310
63,520	2,475	94,490	2,445	142,100	2,431
64,740	2,588	95,940	2,566	145,600	2,553
65,970	2,702	98,340	2,686	149,300	2,674
67,210	2,818	100,900	2,806	151,700	2,796
67,280	2,934	103,900	2,926	153,300	2,915
68,490	3,052	106,200	3,049	155,600	3,039
68,710	3,169	108,500	3,173	157,800	3,160
69,690	3,287	110,800	3,292	159,600	3,276
69,740	3,406	112,100	3,417	161,300	3,396
70,860	3,527	115,800	3,538	161,900	3,514
70,960	3,648	117,100	3,660	163,000	3,632
70,940	3,769	119,500	3,781	164,300	3,747
70,850	3,886	120,800	3,902	165,500	3,862
70,500	4,010	123,300	4,023	166,800	3,979
69,770	4,131	124,500	4,141	166,800	4,097
		125,800	4,256	168,100	4,214
		127,000	4,369	169,100	4,331
		128,300	4,483	169,300	4,445
		130,700	4,598	170,600	4,564
		131,800	4,714	171,300	4,683
		133,200	4,826	171,800	4,798
		133,300	4,943	171,800	4,917
		134,500	5,060	171,800	5,037
		135,700	5,178	171,700	5,154
		136,800	5,298		
		137,000	5,417		
		137,000	5,534		
		137,400	5,654		

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 103602/96 Pag 1/1	
			Acta n°	N° Copia	
		AN053708	Copia 1 V ARQUITECTOS		

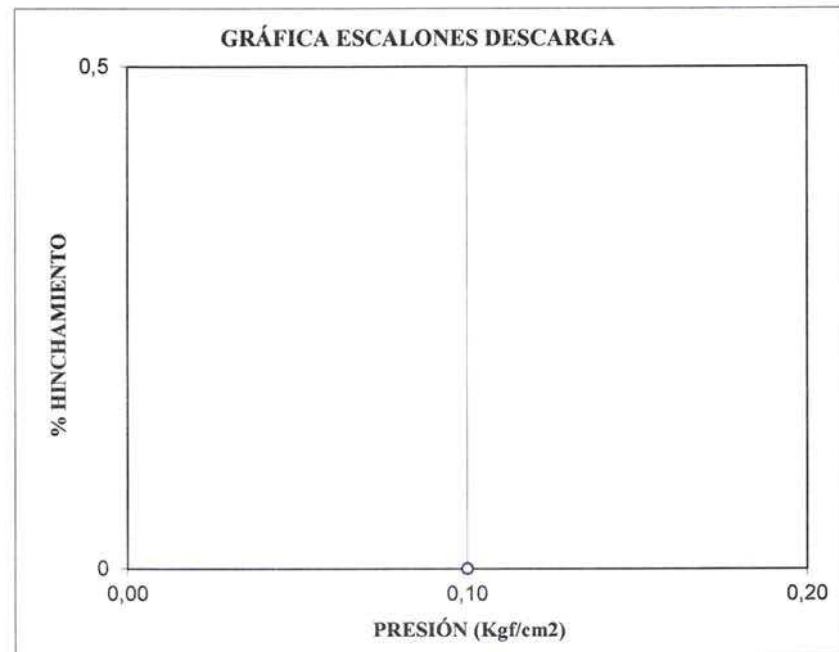
Referencia Muestra....	N16153	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S4 M1 DE 5,4 A 6 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

Cálculo de humedad	
Peso anillo (gr)	82,00
Peso anillo + muestra + agua (gr)	170,63
Peso tara (gr)	532,34
Peso tara + muestra + agua (gr)	621,23
Peso tara + muestra (gr)	607,60
Humedad antes ensayo (%)	17,77
Humedad después ensayo (%)	18,11

Célula	
Tipo de célula	Cilíndrica
Diámetro (cm)	5
Área (cm²)	19,63
Altura (cm)	2
Volumen (cm³)	39,27

Cálculo densidad	
Densidad seca (gr/cm³)	1,92

PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (Kgf/cm²) 0,1



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

Ayegui, a 21 DE FEBRERO DE 2021

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 5 DE 5

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma	UNE 22950-1/90	
			Acta n°	N° Copia	
		AN053525	Copia 1. V ARQUITECTOS		

Referencia Muestra....	N16151	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S4 M2 DE 8,6 A 9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	25 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2441,15	SUP. BASE (cm²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm³)	892,75
ALTURA (mm)	165,00	DENS. PROB. (gr/cm³)	2,73

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	12,62
ESBELTEZ	1,99
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	12,61
TENSIÓN DE ROTURA (Kgf/cm²)	233,1

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

Ayegui, 4 DE FEBRERO DE 2021

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 1 DE 1

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. Cañada Real de lmas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
		<i>Norma</i> UNE 83001:2000	
		<i>Acta n°</i> AN053693	<i>N° Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16134	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 2,8 A 3 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE NEERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de lmas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
		<i>Norma</i> UNE 103300/93	
		<i>Acta n°</i> AN053377	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16132	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (gr) =	2168,30
TARA + SUELO (gr) =	2144,88
TARA (gr) =	541,30

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

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	1,46

Ayegui, 21 DE FEBRERO DE 2021

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 1 DE 1



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>))

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo

VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

HOJA 1 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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- 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> AN053378	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16132	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr) =	99,52
PESO CON PARAFINA (gr) =	119,85
PESO SUMERGIDO (gr) =	60,52
HUMEDAD (%)=	1,46

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3) =	2,71
DENSIDAD SECA (gr/cm3) =	2,67

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO 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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
		<i>Norma</i> UNE 22950/90	
		<i>Acta n°</i> AN053379	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16132	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2438,96	SUP. BASE (cm ²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm ³)	898,16
ALTURA (mm)	166,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,72

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	11,67
ESBELTEZ	2,00
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	11,67
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm ²)	215,6

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 3 DE 4

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
		<i>Ensayo</i>	<i>Norma</i>
		<i>Acta n°</i> AN053380	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16132	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

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

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
		<i>Ensayo</i>	<i>Norma</i>
		<i>Acta n°</i> AN053382	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16133	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 9,25 A 9,60 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (gr) =	1558,33
TARA + SUELO (gr) =	1548,50
TARA (gr) =	544,15

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	0,98

Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo
 Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021



VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico
 HOJA 4 DE 4

Fdo: Ana Quintanar
 Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
 Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 1 DE 3

	GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO	
		Norma	UNE 103301/94	
		Acta n°	N° Copia	
		AN053383	Copia 1. VELZAEZ ARQUITECTOS	

Referencia Muestra....	N16133	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 9,25 A 9,60 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELZAEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr) =	85,54
PESO CON PARAFINA (gr) =	110,20
PESO SUMERGIDO (gr) =	51,25
HUMEDAD (%)=	0,98

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3) =	2,71
DENSIDAD SECA (gr/cm3) =	2,68

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 2 DE 3

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo	TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
		Norma	UNE 22950/90	
		Acta n°	N° Copia	
		AN053384	Copia 1. VELZAEZ ARQUITECTOS	

Referencia Muestra....	N16133	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S5 DE 9,25 A 9,60 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELZAEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2379,74	SUP. BASE (cm²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm³)	876,52
ALTURA (mm)	162,00	DENS. PROB. (gr/cm³)	2,71

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	14,21
ESBELTEZ	1,95
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	14,16
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	261,8

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 3 DE 3

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
		Norma UNE 103300/93	
		Acta n° AN053374	N° Copia Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra.... N16131		Referencia Informe..... EN-488	
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S6 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
TARA + SUELO + AGUA (gr) =	1388,11
TARA + SUELO (gr) =	1382,37
TARA (gr) =	536,55

RESULTADO DEL ENSAYO	
HUMEDAD NATURAL (%)	0,68

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 1 DE 3

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	Ensayo DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO	
		Norma UNE 103301/94	
		Acta n° AN053375	N° Copia Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra.... N16131		Referencia Informe..... EN-488	
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S6 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS ENSAYO	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr) =	125,80
PESO CON PARAFINA (gr) =	152,30
PESO SUMERGIDO (gr) =	77,02
HUMEDAD (%)=	0,68

RESULTADO DEL ENSAYO	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3) =	2,74
DENSIDAD SECA (gr/cm3) =	2,73

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 2 DE 3

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. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA	
	<i>Norma</i> UNE 22950/90	
	<i>Acta n°</i> AN053376	<i>N° Copia</i> Copia 1. VELAZQUEZ ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N16131	Referencia Informe.....	EN-488
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S6 DE 6,6 A 6,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	VELAZQUEZ ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	18 DE ENERO DE 2021	DEN. OBRA	BILBAO

DATOS PROBETA			
PESO (gr)	2432,90	SUP. BASE (cm ²)	54,11
DIAMETRO. (mm)	83,00	VOL. PROBETA (cm ³)	887,34
ALTURA (mm)	164,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,74

RESULTADO DEL ENSAYO	
LECTURA PRENSA (Tm)	19,73
ESBELTEZ	1,98
COEFICIENTE (K)	1,00
CARGA ROTURA CORREGIDA	19,70
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	364,2

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 21 DE ENERO DE 2021

HOJA 3 DE 3

ANEXO N.º 5

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

