

3. ERANSKINA.- GEOLOGIA ETA GEOTEKNIA

ANEJO 3.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



LURTEK
CONSULTORES GEOTÉCNICOS



ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

PASARELA PEATONAL SOBRE LAS VÍAS DE ETS EN EUBA (BIZKAIA)

REFERENCIA

CLIENTE

FECHA

EG-191766


sestra
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

MAYO 2019

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

3.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1.- Geología General del entorno

3.2.- Características del subsuelo

4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

5.- APÉNDICES

5.1.- Clave de descripción de suelos

5.2.- Sistema unificado de clasificación de suelos

5.3.- Escala de meteorización del macizo rocoso

5.4.- Registro de caracteres geomecánicos

5.5.- Registro de sondeo

5.6.- Ensayos in situ mediante esclerómetro de Schmidt

5.7.- Ensayos de laboratorio

1.- INTRODUCCIÓN

Se desea construir una pasarela peatonal sobre las vías del ferrocarril de ETS, en el barrio de Euba, en la localidad de Amorebieta-Etxano (Bizkaia).



En concreto, se trata de una zona ubicada entre los núcleos urbanos de las localidades de Durango y Amorebieta-Etxano.



En la actualidad, en la zona objeto de estudio, existe un paso a nivel, tanto para los peatones como para los vehículos.



En la zona objeto de estudio, se contempla la remodelación del trazado de la carretera, así como la construcción de unas escaleras y un paso peatonal sobre las vías del tren. En este estudio geotécnico se analiza el proyecto de construcción de las escaleras y el paso superior de peatones.



El paso superior, presentará una luz entre apoyos de unos 20 metros de longitud. Al Este de las vías del tren, se proyectan las escaleras y los pilares de apoyo para la pasarela, mientras

que hacia el oeste, el apoyo de la pasarela se realizará junto a una escollera hormigonada, proyectada con objeto de habilitar un futuro camino peatonal.



La escollera hormigonada se proyecta al pie del talud rocoso existente actualmente al borde de la carretera.



Con este estudio geotécnico, se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para dar las condiciones de cimentación del paso de peatones proyectado. El movimiento de tierras proyectado, resultará prácticamente nulo.

El estudio ha sido encargado por el **Sestra Ingeniería y Arquitectura**, tras la aprobación de la oferta de LURTEK OF-173246, con fecha 2 de junio de 2.017.

2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En este apartado se describen los objetivos cubiertos con este estudio, así como la metodología utilizada para conseguir los mismos.

Objetivos

- Definición del marco geológico general de la zona, y en particular de las características del terreno en el subsuelo de la zona de estudio, tanto desde el punto de vista geológico, como geotécnico e hidrológico.
- Definición de las características del terreno y los parámetros geotécnicos de las diferentes capas del terreno (densidad, cohesión, ángulo de fricción, resistencia a compresión simple, etc.), con objeto de determinar la capacidad de carga de las cimentaciones proyectadas.
- Recomendaciones acerca del tipo de cimentación adecuado, con su profundidad, tipología, carga admisible, etc., estudiándose la posibilidad de producirse asientos.
- Grado de agresividad del terreno al hormigón-

Metodología

- Recopilación y estudio de los datos geológicos y geotécnicos preexistentes de la zona a investigar.

En esta fase de estudio, se ha contado con el ***“Informe Geológico-geotécnico: Movimiento de tierras y cimentación del nuevo paso a nivel de Bernabeitia de Amorebieta”***, redactado LURTEK en febrero de 2011 con referencia EG-111079, así como con el Estudio Geotécnico referente al ***“Proyecto de construcción de un viaducto para la supresión del paso a nivel de Euba, (PK 25+387 Línea Bilbao-Donostia”***, redactado por Geología y Geotécnica Larrea, en diciembre de 2018 con referencia 1550.

- Realización de una cartografía geológica-geotécnica, a escala 1/500, sobre topografía obtenida, en la que se ha reflejado las características superficiales del terreno, con la

naturaleza del subsuelo, litología, estructura y grado de meteorización de la roca, así como la investigación efectuada para este estudio.

- La investigación del subsuelo ha consistido en la realización de 1 sondeo geotécnico, con extracción continua de testigo, de 9.00 metros de profundidad.



El sondeo se ha perforado en la única zona donde ha sido posible emplazar máquina y no afectar a los servicios soterrados existentes.

El sondeo perforado ha sido supervisado permanentemente por un geólogo de LURTEK, con amplia experiencia en este tipo de trabajos, con el fin de garantizar que la toma de muestras y los resultados de los ensayos efectuados “in situ” fueran totalmente fiables.

En los suelos cohesivos, se han realizado ensayos mediante penetrómetro de bolsillo, con objeto de obtener su resistencia a compresión simple. También se han medido las humedades de estas capas, mediante un higrómetro específico.

En roca sana se ha utilizado un esclerómetro de Schmidt, de bajo impacto, obteniéndose su resistencia a la compresión simple.

- Sobre una muestra inalterada de suelos y una muestra parafinada de roca sana, se han realizado en laboratorio, ensayos de identificación consistentes en la apertura y descripción de la muestra, determinación de su humedad, densidad, granulometría y Límites de Atterberg, contenido en sulfatos y grado de acidez Baumman-Gully (muestra inalterada), y un ensayo de determinación de la densidad y resistencia a compresión simple de la roca (muestra parafinada).
- Los datos de campo obtenidos, han servido para completar la Planta Geotécnica, elaborándose una sección interpretada del terreno a escala E= 1/200, longitudinal a la pasarela. En esta sección, se ha reflejado la naturaleza del subsuelo, la investigación efectuada y la pasarela proyectada.
- Tras el análisis de los datos de campo, laboratorio y los cálculos efectuados, se ha elaborado este Informe, donde se recogen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

3.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

A continuación se describen las características del terreno, tanto a nivel geológico general, como en particular del subsuelo del sector investigado. En primer lugar se describe la geología general del entorno y a continuación las características del terreno en el subsuelo de la zona donde se proyecta el paso superior y las escaleras.

3.1.- GEOLOGIA GENERAL DEL ENTORNO

El área investigada se sitúa, desde el punto de vista regional, en el flanco SW del denominado “Anticlinorio de Bizkaia”, una estructura de grandes dimensiones cuyo plano axial atraviesa toda la provincia de NW a SE.

En la zona entre Amorebieta y Durango afloran materiales de edades comprendidas entre el Cretácico inferior (Albiense superior) y el Terciario (Paleoceno).

Por orden cronológico, de más antiguos a más jóvenes, se han diferenciado las siguientes formaciones litológicas:

Cretácico inferior (Albiense superior)

Está formada por una secuencia esencialmente detrítica, constituida por lutitas y areniscas mostrando bancadas que se disponen en bancos alternantes con un porcentaje similar.

Estos materiales son los que se han podido observar en el área de investigación.

Dentro de esta formación se diferencian tramos areniscosos, constituidos esencialmente de areniscas de potencias decimétricas e incluso métricas de tamaño de grano fino a medio, mientras que los tramos lutíticos son milimétricos-decimétricos. También se diferencian tramos argiliticos y limolíticos, donde se presentan niveles poco potentes de areniscas y algunos horizontes ferruginosos.

Las proporciones entre las diferentes litologías de la serie urgoniana son muy variables, aunque en general las areniscas son mayoritarias. Las lutitas y limolitas normalmente son minoritarias en la serie, encontrándose muy bien estratificadas.

Cretácico superior (Cenomaniense - Maastrichtiense)

Esta formación está constituida por una alternancia de margas y margocalizas con coladas de rocas microgranudas y cuerpos de rocas volcánicas y volcanoclásticas de carácter básico. En los tramos carbonatados se presentan niveles interestratificados de areniscas, lutitas, margocalizas e incluso micrita, así como algunos niveles de brechas intraformacionales.

La secuencia da paso a facies con mayor aporte detrítico, definiendo un nuevo termino de carácter flyschoide constituido por una alternancia de areniscas calcáreas, lutitas y margas. El término va perdiendo su carácter arenoso hacia el norte, encontrando pasadas carbonatadas.

A techo de la serie anterior y manteniendo las características flyschoides se sitúa una alternancia de calcarenitas, margas y areniscas calcáreas en niveles centimétricos.

Terciario (Paleoceno)

Consta de dos términos constituidos por margocalizas, margas y calizas grises de niveles micríticos de color gris claro; y margas y margocalizas rojas, todo ello fuertemente tectonizado.

Cuaternario

Han de reseñarse, por otra parte, los principales recubrimientos cuaternarios de suelos aluviales, suelos coluviales y rellenos.

Suelos aluviales

Se depositan en las márgenes de los principales ríos y regatas que circulan por la zona. Cabe destacar los depósitos aluviales situados en los márgenes del Río Ibaizabal y en las regatas que hacia él convergen.

Los suelos aluviales, de origen fluvial, presentan habitualmente un nivel inferior de gravas sobre el que descansan niveles de limos, arenas y arcillas.

Suelos coluviales

Los suelos coluviales, son depósitos gravitacionales, que normalmente se disponen en vaguadas y en la parte inferior de laderas, por erosión y deslizamiento del macizo rocoso

Están constituidos generalmente por arcillas que presentan cantidades variables de arena y grava, ésta última de contornos angulosos.

Este tipo de suelos suele dar lugar frecuentemente a fenómenos de reptación y deslizamiento.

Rellenos

Corresponden a los vertidos realizados tanto para escombreras como los rellenos efectuados para alcanzar las cotas de urbanización necesarias.

Este último tipo de acumulaciones está muy extendido en todo el casco urbano de Euba-Amorebieta, así como en los polígonos industriales y urbanizaciones situadas a las afueras del casco urbano.

ESTRUCTURA

La estructura regional de la zona está marcada por el Sinclinorio de Vizcaya, existiendo diversas fracturas tanto paralelas como perpendiculares. En general los materiales adquieren la disposición general de la zona; es decir, rumbos WNW-ESE, con buzamientos en torno a 50-60 grados hacia el Norte.

SISMOLOGÍA

Desde el punto de vista sísmológico, las localidades de Euba-Amorebieta y Durango presenta los siguientes valores de aceleración sísmica básica, a_b y del coeficiente de contribución K:

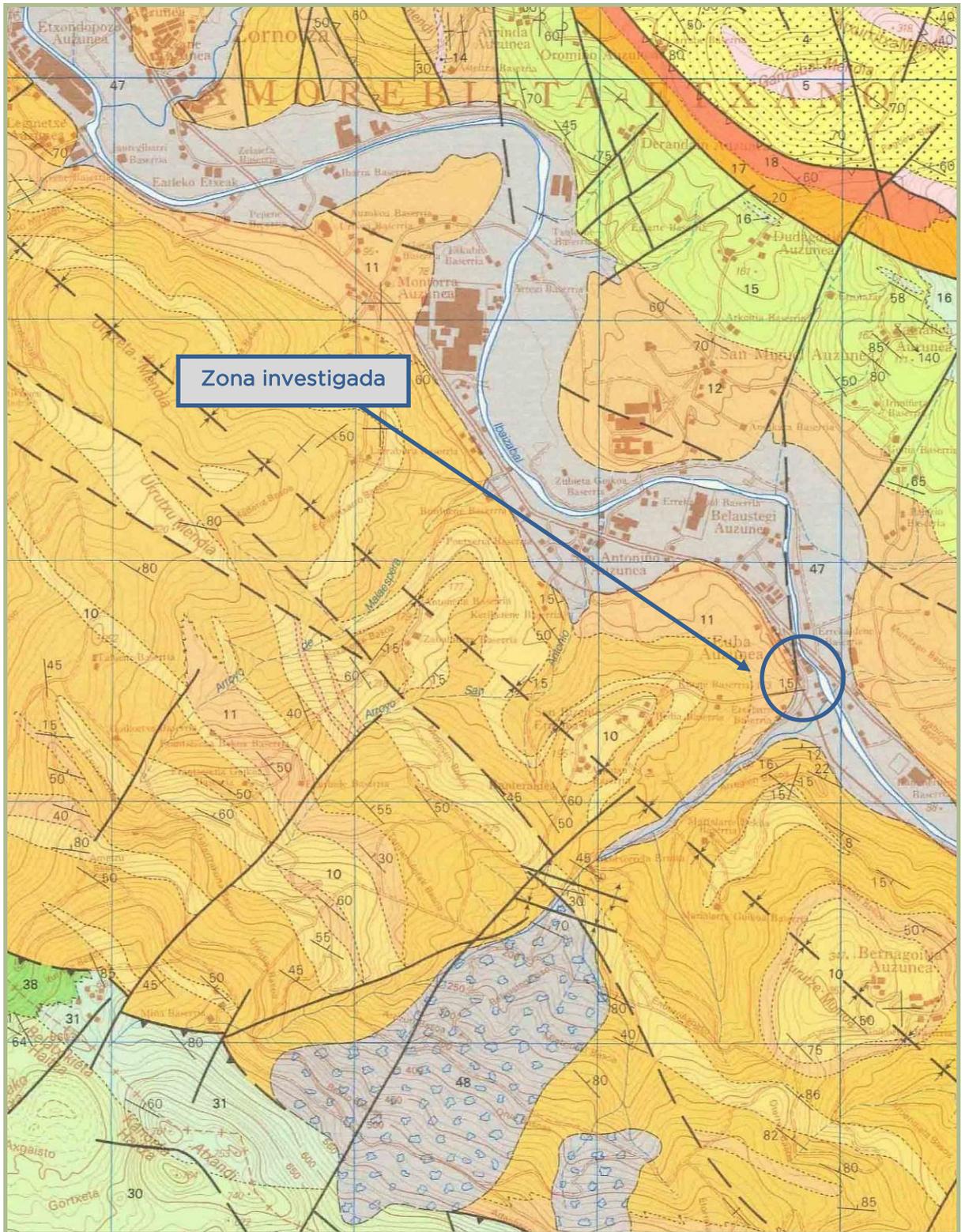
- $a_b = 0.04 \text{ g}$
- $K = 1.00$

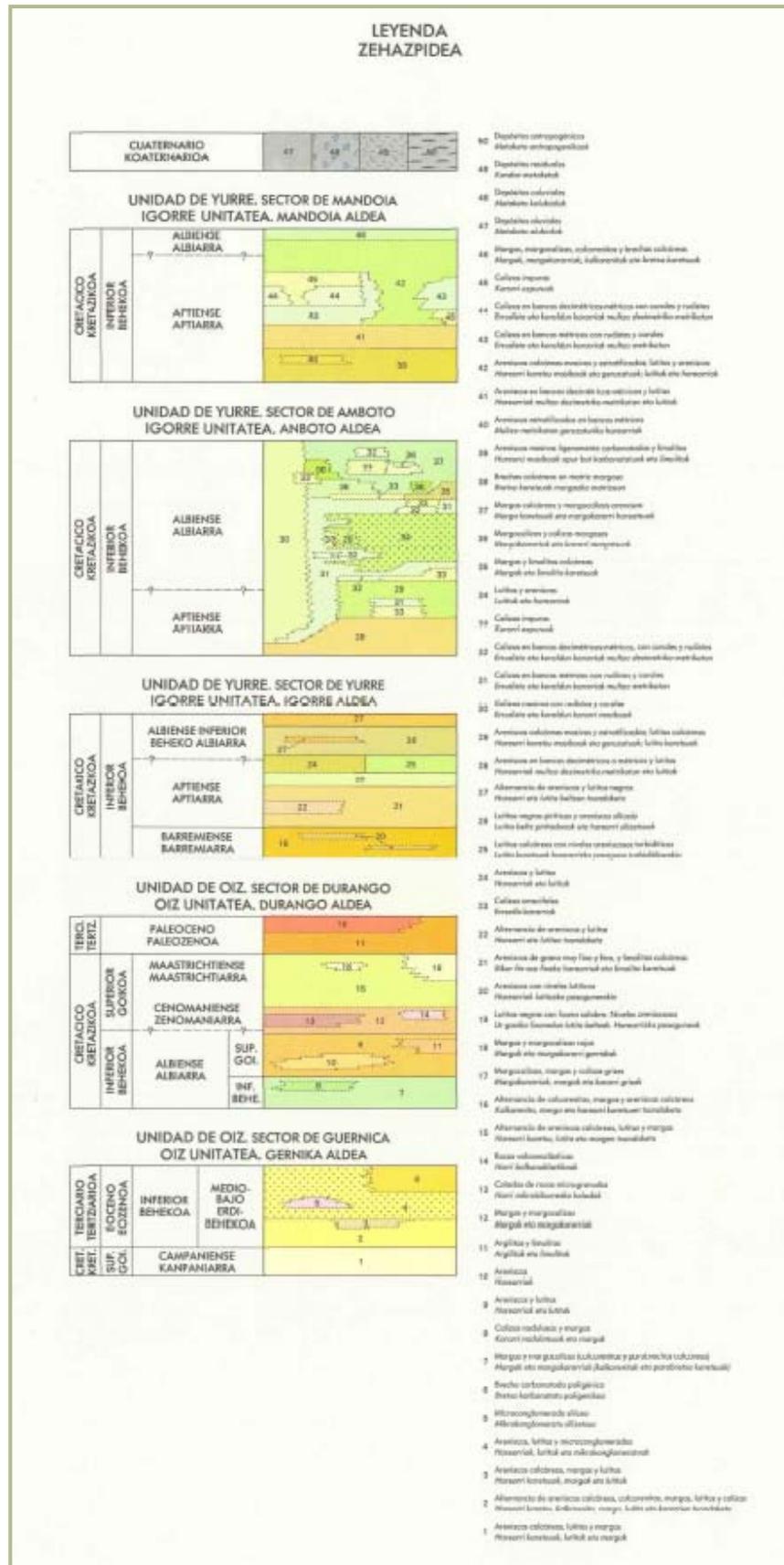
Estos valores se han obtenido de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), del Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, BOE 11 de Octubre de 2.002, num. 244/2002.

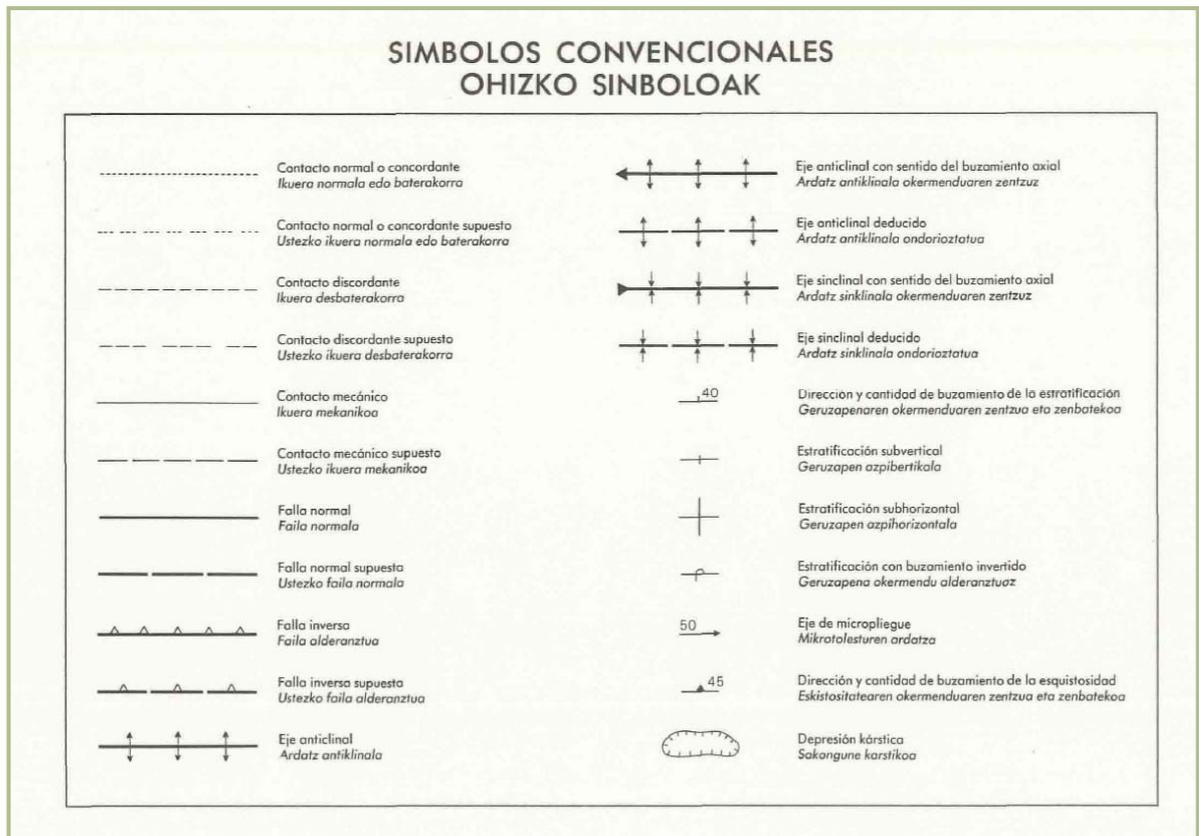


A continuación, se presenta una reproducción de la **Hoja 62-III GALDAKAO**, escala 1/25.000 correspondientes al mapa geológico del EVE.

Planta Geológica del EVE. Escala 1/25.000. Hoja 62-III (GALDAKAO)







3.2. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

La zona estudiada corresponde al paso a nivel de las vías de ETS, ubicado al SW del núcleo urbano del barrio de Euba.

Se trata de una zona donde se proyecta la construcción de una pasarela sobre las vías del tren. La remodelación de la carretera que pasa en ese mismo punto sobre las vías, está contemplada en otra fase o proyecto.

La pasarela se proyecta en la zona baja de una ladera, junto a una llanura aluvial. Se trata de un entorno urbanizado con las carreteras y las vías del tren en la mitad Este. En la zona Oeste en cambio, existe una ladera excavada, que actualmente se encuentra cubierta de vegetación arbustiva.



Para el estudio del subsuelo, en primer lugar se ha realizado una cartografía geotécnica de la zona, determinándose las características superficiales del subsuelo, litología, estructura y grado de meteorización de la roca en los afloramientos, etc.

Posteriormente, se ha perforado un sondeo geotécnico, con extracción continua de testigo, de 9 metros de profundidad. Este sondeo, se ha perforado en la única zona posible, libre de conducciones, en la trasera de un muro cuya base se encuentra en la llanura aluvial del río Ibaizabal

Durante las labores de perforación del sondeo, se han realizado “in situ” ensayos para caracterizar las diferentes capas del terreno (penetrómetro de bolsillo y esclerómetro de Schmidt).

A partir de la investigación efectuada, se puede concluir que en toda la zona, el macizo rocoso se presenta directamente en la zona de ladera (al Oeste de las vías del tren), y bajo una capa de rellenos y una terraza de suelos aluviales en la zona donde se ha perforado el sondeo (al Este de las vías del tren). En el sondeo perforado, los rellenos presentan un espesor de 4 metros, y la roca se presenta a una profundidad de 7 metros.

En la Planta Geotécnica, a escala 1/500, que se adjunta al final de este apartado se han representado en tonos grises, las zonas donde los rellenos presentan espesores superiores a

1.00 metro; en tonos amarillos, las zonas donde los suelos aluviales presentan un espesor superior a 1.00 metro; en tono verde suave, las zonas donde el macizo rocoso se presenta bajo una cobertera de rellenos y/o suelos aluviales de espesor inferior a 1.00 metro y en tono verde fuerte, los afloramientos de roca.

También se ha representado la profundidad de aparición de la roca, en el sondeo perforado.

En los apartados 5.1, 5.2 y 5.3, se presentan respectivamente, una clave de descripción de suelos, el sistema unificado de clasificación de suelos, y la escala de meteorización de la roca; indispensables para comprender la terminología empleada en la descripción del terreno. En el apartado 5.4, se presenta los registros geomecánicos del macizo rocoso y en el apartado 5.5, el registro del sondeo perforado para este estudio.

A continuación, se describen las características geotécnicas de cada una de las capas que se han observado en el subsuelo de la zona investigada, comenzando por la más superficial.

Relleno

En el sondeo perforado, se han diferenciado dos capas de rellenos; una más superficial, y otra que aparece bajo lo que puede corresponder a la zapata del muro de hormigón.

Relleno superficial

En el sondeo perforado, se ha observado una primera capa de rellenos, de unos 3 metros de espesor, formada por gravas arenosas de color marrón y gris con indicios a algo de arcilla, de densidad floja.



En esta capa se ha realizado un ensayo SPT, donde se ha obtenido un valor N=8 en 30 centímetros de ensayo.

El relleno corresponde a material procedente de excavaciones en roca.

A 3.00 metros, se ha observado la presencia de un trozo de hormigón armado, que puede corresponder a la zapata del muro.

Relleno basal

Bajo el trozo de hormigón armado, aparece la segunda capa de rellenos, de 0.80 metros de espesor, definida como bolos y gravas grises, de densidad media.



Al perforar el sondeo, con el agua se han lavado los materiales más finos de esta capa.

Suelos aluviales

Bajo el recubrimiento de rellenos aparece una capa de suelos aluviales. Esta capa, que presenta 3 metros de espesor en el sondeo perforado, se ha definido como un limo arenoso gris verdoso de consistencia firme a muy firme, si bien, con la profundidad pasa a consistencias blandas y muy blandas.



Es probable que el espesor de suelos aluviales aumente hacia el Este, zona donde se ubica el cauce del río Ibaizabal.

Los ensayos realizados mediante penetrómetro de bolsillo en la capa de limos aluviales, indica valores de resistencia a compresión simple variables entre 1.50 y 2.50 Kg/cm²., hasta los 5 metros; a partir de los 5.00 metros, zona donde se encuentra el nivel freático, presenta valores de resistencia a compresión simple variables entre 0.50 y 0.75 Kg/cm².

Esta capa presenta humedades variables entre el 15% y 18%, según las mediciones realizadas in situ mediante sonda específica.

Sobre una muestra inalterada de esta capa obtenida en el sondeo, a una profundidad de 4.40-5.00 metros, se han realizado el laboratorio, ensayos de identificación consistentes en la apertura y descripción de la muestra, determinación de su humedad, densidad, granulometría y Límites de Atterberg, contenido en sulfatos y grado de acidez Baumman-Gully.

Los resultados se adjuntan en el apartado 5.7. Se han obtenido los siguientes valores:

| Descripción | | Fango gris claro sin carbonatos | | | |
|-------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------|------|------|
| Humedad | Densidad | Finos | Límites de Atterberg | | |
| | | | L.L. | L.P. | I.P. |
| 30.03 % | 1.506 g/cm ³ | 87.93 % | 38.6 | 25.8 | 12.8 |

| Sulfatos | Acidez Baumman-Gully |
|----------------------------|----------------------|
| 252 mg SO ₄ /Kg | 23 ml/kg |

Roca

Directamente en la zona de ladera, bajo rellenos en la zona de vías del tren, y bajo los rellenos y suelos aluviales hacia el Este, se presenta el macizo rocoso.

El macizo rocoso, corresponde a areniscas y lutitas, de edad Cretácico inferior (Albiense superior).

La roca se presenta directamente en estado sano (Grado II de la escala de meteorización adjuntada en el apartado 5.3.

Ocasionalmente, se ha observado la presencia de nódulos, asociados a los niveles de lutitas.

En general, la fracturación de la roca en estado sano presenta valores medios en torno a 1/4 fracturas por cada 30 cm, y un RQD variable entre el 65% y el 100%.

Sobre un testigo de roca sana, se ha realizado un ensayo mediante esclerómetro de Schmidt de bajo impacto (Tipo L), con objeto de estimar la resistencia a compresión simple de la roca en estado sano.

Los resultados de dichos ensayos se adjuntan en el apartado 5.6. En este ensayo, se ha obtenido valores de resistencia a compresión simple de 540 Kg/cm².

Sobre una muestra de roca sana parafinada, se han realizado en laboratorio, ensayos para determinar su densidad aparente, y su resistencia a compresión simple. Los resultados de dichos ensayos se adjuntan en el apartado 5.7. Se han obtenido los siguientes resultados:

| Densidad aparente | Resistencia a compresion simple |
|------------------------|---------------------------------|
| 2.55 g/cm ³ | 319 Kg/cm ² |

En cuanto a la estructura del macizo rocoso, se han tomado numerosas medidas en los afloramientos existentes, habiéndose detectado para la estratificación rumbos según la dirección NW-SE con buzamientos variables entre 30° y 60°. La totalidad de los caracteres geomecánicos obtenidos se adjuntan en el apartado 5.4.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A continuación se presenta un cuadro con los parámetros geotécnicos estimados de los ensayos de campo efectuados, así como de la bibliografía existente, para las diferentes capas del terreno:

| TIPO DE TERRENO | DENSIDAD (T/m ³) | COHESION (T/m ²) | ANGULO DE FRICCIÓN (°) | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/sg) |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Relleno | 2.00-2.10 | 0.00 | 28°-32° | 1 x 10 ⁻⁴ |
| Suelos aluviales | 1.90-2.00 | 0.50-1.00 | 25°-27° | 1 x 10 ⁻⁵ |
| Roca Grado II | 2.50-2.60 | 10.0-100.0 | 25°-35° | 1 x 10 ⁻⁶ |

En cuanto al grado de expansividad y colapso de estos materiales, se consideran despreciables.

HIDROLOGÍA

Respecto a la hidrología de la zona, durante la investigación de campo, se ha observado la presencia de nivel freático en el subsuelo, dentro de la capa de suelos aluviales cohesivos.

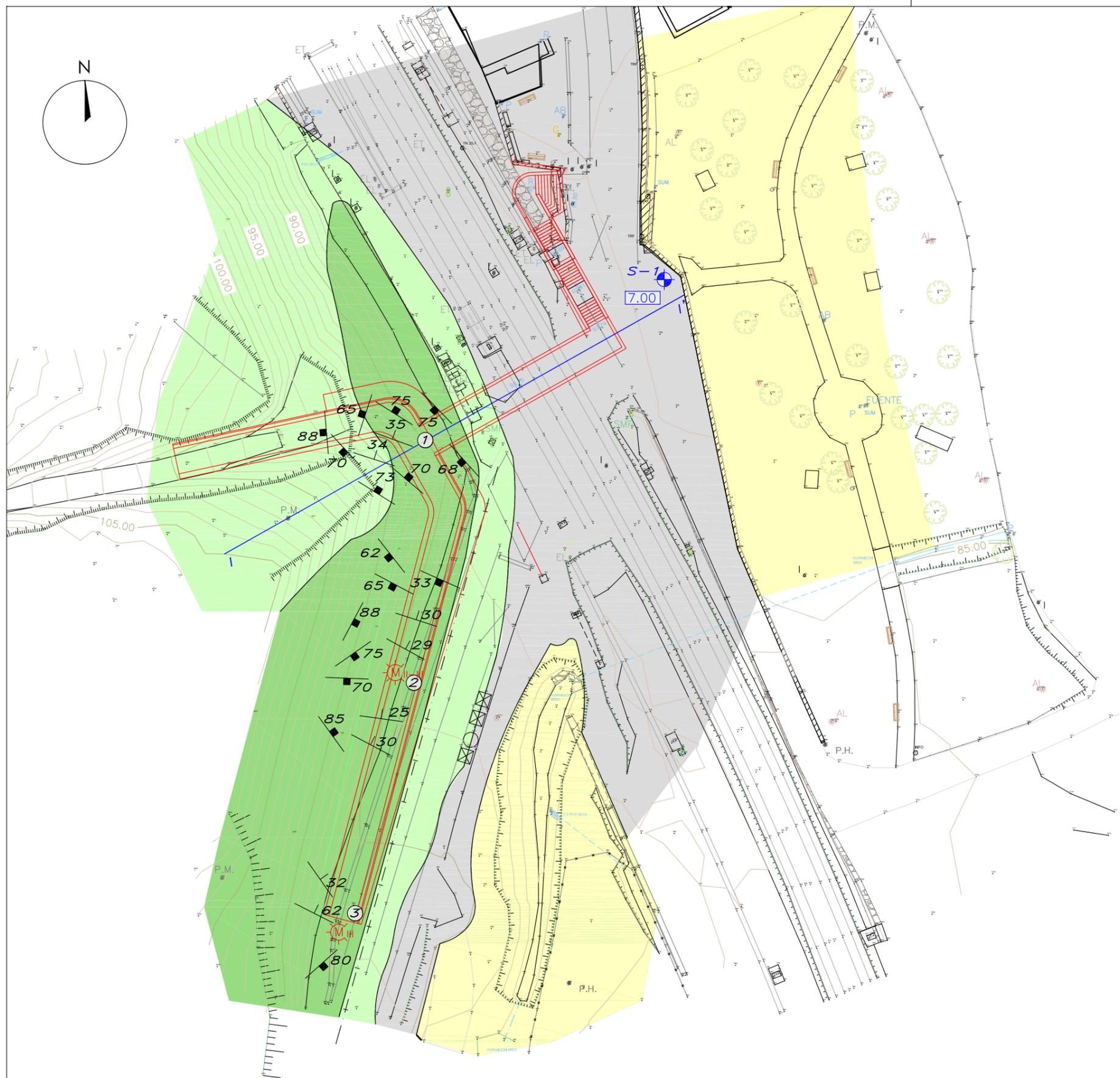
En concreto, en el sondeo perforado el nivel freático se sitúa a una profundidad de unos 5.25 metros.

Además, son de prever humedades y fluencias de agua, en épocas de lluvias, en los contactos entre los diferentes tipos de terrenos descritos.



A continuación se presenta una Planta Geotécnica, a escala 1/500, donde se pueden observar las características superficiales del subsuelo, con las zonas de rellenos y suelos aluviales, la litología, estructura y grado de meteorización de la roca, la investigación efectuada, y la ubicación de la pasarela proyectada.

También se presenta la interpretación geológica de la sección I-I', a escala 1/200, longitudinal a la pasarela, donde se puede observar las características del terreno en profundidad, con los contactos entre los diferentes materiales, la situación del nivel freático, la investigación efectuada, etc.



LEYENDA

-  RELLENO HETEROGÉNEO DE ESPESOR SUPERIOR A 1,00m
- CUATERNARIO
-  SUELOS ALUVIALES DE ESPESOR SUPERIOR A 1,00m
- CRETÁCICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)
-  ARENISCAS Y LUTITAS EN AFLORAMIENTO

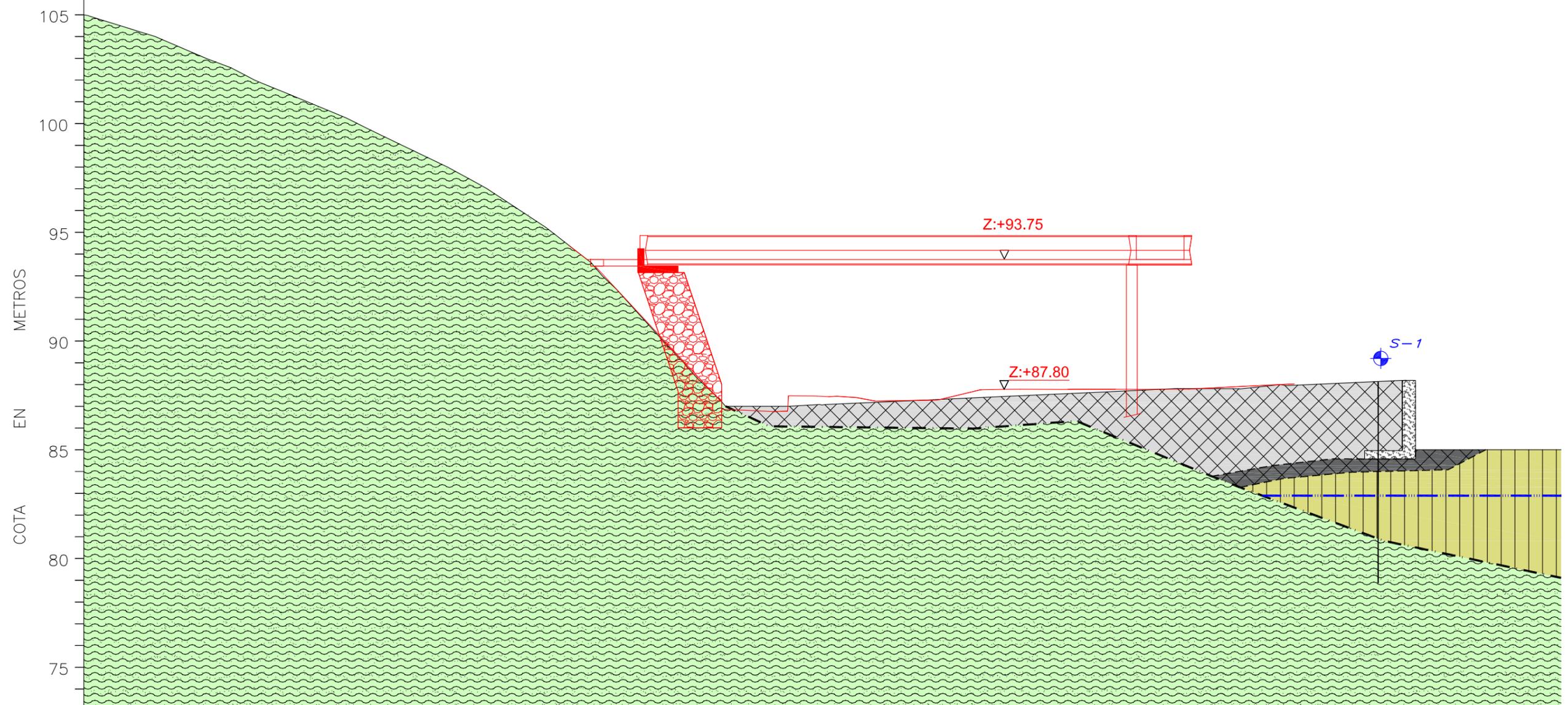
NOTA.-
 LOS TONOS FUERTES CORRESPONDEN A AFLORAMIENTOS DE ROCA, Y LOS DÉBILES A UN RECUBRIMIENTO DE RELLENOS SOBRE EL MACIZO ROCOSO INFERIOR A 1,50m.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

-  CONTACTO RELLENO – ROCA
-  PUNTO DE OBSERVACIÓN
-  RUMBO Y BUZAMIENTO DE LA ESTRATIFICACIÓN
-  RUMBO Y BUZAMIENTO DE JUNTAS
-  SITUACIÓN DE SONDEO
-  PROFUNDIDAD DE APARICIÓN DEL MACIZO ROCOSO (EN METROS)
-  SECCIÓN INTERPRETADA
-  PASARELA PROYECTADA

| REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA | CLIENTE/BEZEROA | TITULO/IZENBURUA | ESCALA/ESKALA | PLANO/PLANOA |
|-----------------------------|--|---|---------------|-------------------|
| EG-191766 MAYO 2019 |  INGENIERIA Y ARQUITECTURA | PASARELA SOBRE ETS EN EUBA (BIZKAIA) | 1/500 | PLANTA GEOTÉCNICA |





I-I'

LEYENDA

RELLENO

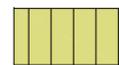


GRAVA ARENOSA MARRÓN Y GRIS CON INDICIOS A ALGO DE ARCILLA. FLOJA.



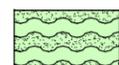
BOLOS Y GRAVAS GRISES. MEDIANAMENTE DENSOS.

CUATERNARIO
SUELOS ALUVIALES



(ML) LIMO ARENOSO GRIS VERDOSO. FIRME A MUY FIRME.

CRETÁCICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)



ARENISCAS Y LUTITAS EN ESTADO SANO.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES



CONTACTO RELLENO - SUELOS Y ENTRE DIFERENTES TIPOS DE RELLENOS



CONTACTO RELLENO-ROCA Y SUELOS- ROCA



SITUACIÓN DE NIVEL FREÁTICO



SITUACIÓN DE SONDEO



PROFUNDIDAD INVESTIGADA



PASARELA PROYECTADA

NOTAS.-

- LA TOPOGRAFÍA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.
- LA SITUACIÓN DE LA SECCIÓN SE PRESENTA EN LA PLANTA GEOTÉCNICA.
- EL TERRENO SOLO SE CONOCE EN LOS PUNTOS DONDE SE HA PERFORADO EL SONDEO. LA INTERPRETACIÓN DE ESTA SECCIÓN ES LA MAS RAZONABLE EN FUNCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS.

| REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA | CLIENTE/BEZEROA | TITULO/IZENBURUA | ESCALA/ESKALA | PLANO/PLANOA |
|-----------------------------|-----------------|---|---------------|--|
| EG-191766 MAYO 2019 | | PASARELA SOBRE ETS EN EUBA (BIZKAIA) | 1/200 | INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LA SECCIÓN I-I' |



4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

Se desean conocer las características geológicas, geotécnicas e hidrológicas de una zona en el barrio de Euba de la localidad de Amorebieta-Etxano, donde existe un paso a nivel para atravesar las vías de ETS.

En la zona objeto de estudio, se proyecta la construcción de un nuevo paso para peatones, sobre las vías del tren. Se contempla la remodelación del trazado de la carretera, en otra fase o proyecto.

El paso superior proyectado, presentará una luz entre apoyos de unos 20 metros de longitud. En la zona NE de la carretera actual, se proyectan las escaleras y los apoyos para la pasarela, mientras que hacia el SW, el paso superior se apoyará sobre una escollera hormigonada construida bajo un futuro camino peatonal.

La escollera hormigonada se proyecta al pie del talud rocoso existente actualmente al borde de la carretera.

Con este estudio geotécnico, se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para dar las condiciones de cimentación del paso de peatones proyectado. El movimiento de tierras proyectado, resultará prácticamente nulo.

A partir de la investigación efectuada, se puede concluir que hacia el W de las vías del tren, el macizo rocoso se presenta prácticamente desde superficie, o directamente bajo los escasos rellenos realizados para las vías del tren.

Hacia el E en cambio, el macizo rocoso se presenta bajo una capa de rellenos y una terraza de suelos aluviales, de espesor creciente hacia el Este.

El macizo rocoso, corresponde a areniscas y lutitas, de edad Cretácico inferior (Albiense superior). La roca se presenta directamente en estado sano, tanto en el sondeo perforado, como en los afloramientos de roca cartografiados.

Respecto a la hidrología de la zona, durante la investigación de campo se ha observado la presencia de nivel freático en el subsuelo, dentro de la terraza de suelos aluviales.

Además, son de prever humedades y fluencias de agua, en épocas de lluvias, en los contactos entre las diferentes capas del terreno.

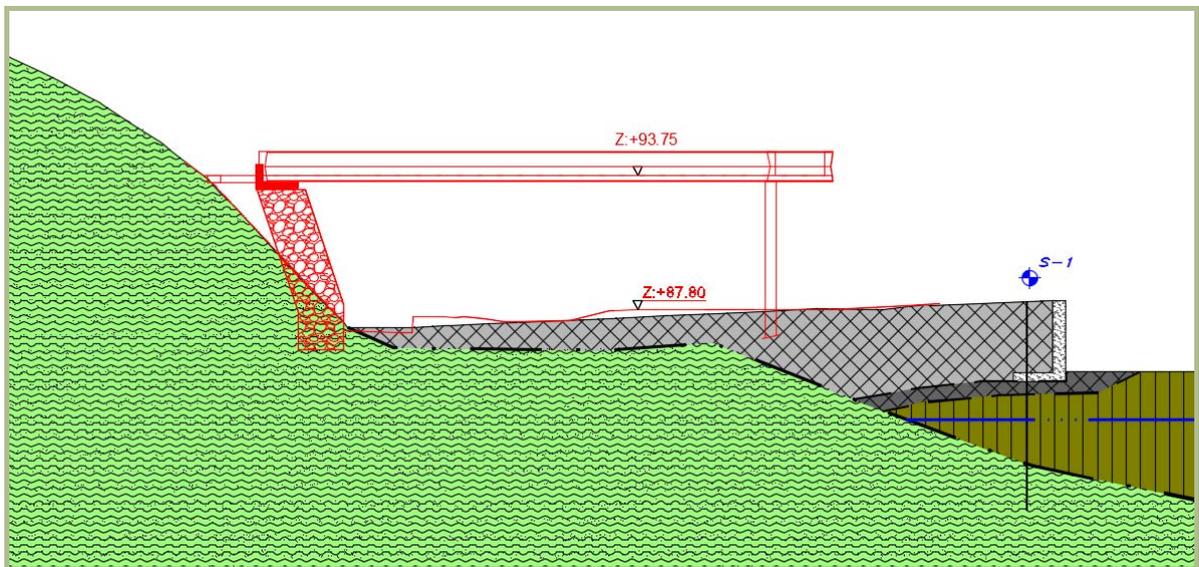
En el apartado anterior, se han descrito detalladamente las características del terreno. A continuación se describen las recomendaciones para la cimentación de la pasarela. Tal y como se ha mencionado anteriormente, el movimiento de tierras proyectado resulta prácticamente nulo

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

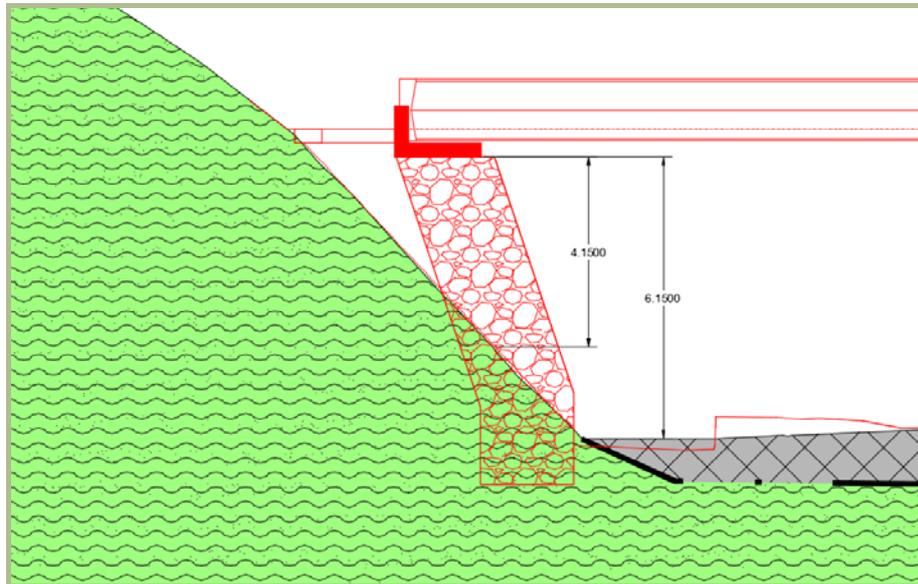
En este subapartado se dan las recomendaciones para la cimentación de la nueva pasarela proyectada.

Tal y como se ha citado anteriormente, el terreno al Oeste de las vías del tren, el subsuelo se caracteriza por presentarse el macizo rocoso directamente, o bajo una escasa cobertera de rellenos.

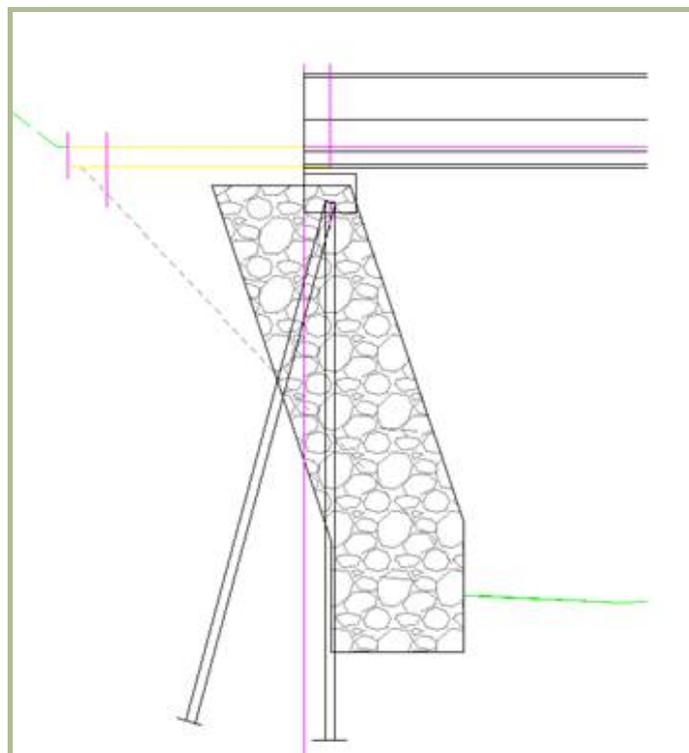
Al Este de las vías del tren, en la zona donde se proyectan los pilares de apoyo de la pasarela, el subsuelo se caracteriza por presentar una acumulación de rellenos, de profundidad estimada ligeramente superior a 2.50 metros.



No obstante, en el extremo Oeste, la pasarela se colocará en una zona donde se proyecta la construcción de una escollera hormigonada, a unos 6 metros de altura sobre la plataforma inferior, y a unos 4 metros de altura respecto a la cota del terreno actual.



Para esta zona, la empresa proyectista ha diseñado una cimentación mediante micropilotes, trabajando por fuste, atravesando la escollera y empotrados en roca.



No se aconseja la cimentación de los dos apoyos en diferentes tipos de terreno, por lo que, a la vista de las características del terreno, y para que no se produzcan asientos diferenciales,

se aconseja la cimentación de los diferentes elementos estructurales sobre el macizo rocoso sano.

La profundidad a la que se presenta la roca sana en ambos estribos es muy diferente y por ello, se podrá optar por dos soluciones de cimentación.

Apoyos en zona Este

En esta zona, se podrá optar por la cimentación de los pilares proyectados sobre el macizo rocoso sano. Este, se presentará a profundidades cercanas a 2.50 metros.

Por lo tanto, se recomienda optar por una cimentación de los pilares mediante zapatas aisladas, apoyadas sobre el macizo rocoso sano, mediante pozos de cimentación y pedestales de hormigón o ciclópeo.

A la hora de determinar la tensión admisible de la roca, normalmente se adopta un porcentaje del valor de la resistencia a compresión simple. Según el Código americano este porcentaje correspondería al 20%; según el Código inglés, el 50%; y según Parsons & Teng (1.965), entre el 12 y el 20%.

El macizo rocoso sano, presenta una resistencia a compresión simple de 540 Kg/cm², según el ensayo realizado in situ mediante esclerómetro de Schmidt, y una resistencia a compresión simple de 319 Kg/cm² obtenida en laboratorio.

Con estos valores de R.C.S., se obtendrían según estos códigos, tensiones admisibles mínimas de 38 Kg/cm², que lógicamente superan las necesidades de carga previstas en Proyecto.

Por otra parte, los criterios mencionados son de aplicación en roca intacta, es decir, sin tener en cuenta las discontinuidades que afectan al macizo rocoso. Estos planos condicionan, en gran medida, la resistencia de la roca.

Por ello, se recomienda para un empotramiento de medio metro de la cara inferior de las zapatas en la roca sana, una carga admisible de $q_{adm} = 6.00 \text{ kg/cm}^2$. Estos cálculos, se han efectuado de manera que los asientos que se puedan producir sean inferiores a los asientos máximos admisibles.

Las excavaciones para la ejecución de los pozos de cimentación se tendrán que efectuar mediante puntero en roca sana y mediante medios mecánicos convencionales en rellenos.

Los taludes de los pozos podrán excavarse con inclinación 2(V):1(H), debiendo tenderse a 1(V):1(H) si van a permanecer abiertos durante largo tiempo o si se observa la presencia de caídas.

En las zonas donde la cota de cimentación recomendada resulte elevada para zapatas, se podrán efectuar pedestales de hormigón pobre o ciclópeo bajo las zapatas, con las mismas condiciones de empotramiento, que a la vez sirvan para uniformizar la cota de cimentación.

Apoyo en zona Oeste

Tal y como se ha mencionado anteriormente, para el apoyo proyectado al Oeste de las vías del tren, se contempla la posibilidad de utilizar micropilotes.

La escollera hormigonada proyectada para esta zona, no estará calculada para la sobrecarga que suponga el apoyo de la pasarela.

Para el diseño de los micropilotes, a continuación se presenta una tabla con los diferentes parámetros necesarios.

| Tipo de terreno | Densidad (T/m ³) | Cohesión (T/m ²) | Ángulo de fricción (°) | Coefficiente de balasto horizontal (Kg/cm ³) | Módulo de Deformación (Kp/cm ²) | Resistencia por fuste límite (MPa) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|--|---|------------------------------------|
| Roca sana | 2.60 | 30.0 | 25 | 40 | 3000 | IU- 0.60 IR-0.70 IRS-0.80 |

Nota: I.U.= Inyección única. I.R.= Inyección repetitiva. I.R.S.= Inyección repetitiva sistemática.

La resistencia por fuste presentada en esta tabla corresponde a la resistencia por fuste límite. A esta tensión habrá que aplicar el factor de seguridad deseado.

El coeficiente de rozamiento entre la base inferior de los encepados micropilotados y el terreno, necesario para conocer el efecto de las cargas laterales sobre las cimentaciones de pilares será de 2/3 la tangente entre la fricción del hormigón con el terreno. Esta fricción se estima en torno a 23 grados y por lo tanto, el coeficiente de fricción se estima en torno a 0.28.

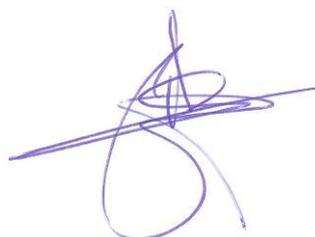
Limitaciones del estudio

Finalmente, hay que señalar que aunque este estudio proporciona una buena base para la realización del Proyecto, se considera **completamente necesaria** la contratación de una asistencia geotécnica, con objeto de que se realice una supervisión de las obras, a cargo de personal especialista en geotecnia.

La asistencia geotécnica debería comprobar las condiciones de cimentación de los diferentes apoyos, comprobando que el material de apoyo de las estructuras coincide con el material especificado.

Por último, la asistencia geotécnica deberá comprobar la totalidad de las recomendaciones indicadas en este anexo, e introducir en su caso, las modificaciones necesarias.

En Donostia-San Sebastián, a 27 de mayo de 2.019.



Fdo: Patxi Aguirregomezcorta Larrea
Geólogo (Colegiado nº 2175)



Fdo: Igor Rebollo Loinaz
Geólogo (Colegiado nº 4010)

5. APÉNDICES

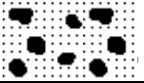
5.1. CLAVE DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

CLAVE DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

| CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE SUELO SEGÚN SU TAMAÑO | | |
|--|--------------------------------|-------------------------------|
| TIPO DE SUELO | DENOMINACIÓN | DIÁMETRO DE PARTÍCULAS EN mm. |
| GRANO FINO | ARCILLA | < 0,002 |
| | LIMO | 0,002 a 0,074 |
| GRANO GRUESO | ARENA FINA | 0,074 a 0,420 |
| | ARENA MEDIA | 0,420 a 2,000 |
| | ARENA GRUESA | 2,000 a 4,750 |
| | GRAVA FINA | 4,750 a 19,100 |
| | GRAVA GRUESA | 19,100 a 100,000 |
| | BOLOS | 100,000 a 300,000 |
| | BLOQUES | > 300,000 |
| SUELOS DE GRANO GRUESO DENSIDAD RELATIVA SEGÚN ENSAYO S.P.T. | | |
| DENSIDAD | GOLPEO S.P.T./30 cm. | |
| MUY FLOJO | < 5 | |
| FLOJO | 5 a 10 | |
| MEDIANAMENTE DENSO | 11 a 30 | |
| DENSO | 31 a 50 | |
| MUY DENSO | >50 | |
| SUELOS DE GRANO FINO RESISTENCIA SEGÚN COHESIÓN | | |
| RESISTENCIA | COHESIÓN (Kg/cm ²) | |
| MUY BLANDO | < 0,125 | |
| BLANDO | 0,125 a 0,250 | |
| MODERADAMENTE FIRME | 0,250 a 0,500 | |
| FIRME | 0,500 a 1,000 | |
| MUY FIRME | 1,000 a 2,000 | |
| DURO | > 2,000 | |
| FRACCIONES SECUNDARIAS | | |
| DESCRIPCIÓN | PROPORCIÓN (% EN PESO) | |
| INDICIOS | 5 a 10 | |
| ALGO | 10 a 20 | |
| BASTANTE | 20 a 35 | |
| SUFIJO OSO/OSA | 35 a 50 | |

5.2. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

| GRUPOS PRINCIPALES | | | SÍMBOLO GRAFICO | SÍMBOLO DE LETRAS | DESCRIPCIÓN DEL SUELO | |
|------------------------|--|---|---|---|--|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO | GRAVA Y SUELOS CON GRAVA | GRAVA LIMPIA |  | GW | GRAVAS BIEN GRADADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS | |
| | | MAS DEL 50% DE LA FRACCIÓN GRUESA QUEDA RETENIDA POR EL TAMIZ Nº4 | GRAVA CON FINOS |  | GP | GRAVAS MAL GRADADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS |
| | | | (FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE) |  | GM | GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO |
| | ARENA Y SUELOS ARENOSOS | ARENA LIMPIA |  | SW | ARENAS BIEN GRADADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS | |
| | | MAS DEL 50% DEL MATERIAL QUEDA RETENIDO POR EL TAMIZ Nº200 | ARENA CON FINOS |  | SP | ARENAS MAL GRADADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS |
| | | | (FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE) |  | SM | ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO |
| SUELOS DE GRANO FINO | LIMO Y ARCILLA LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50 | |  | ML | LIMOS INORGÁNICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS ARCILLOSOS POCO PLÁSTICOS | |
| | | |  | CL | ARCILLAS INORGÁNICAS POCO PLÁSTICAS O DE PLASTICIDAD MEDIANA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS | |
| | | |  | OL | LIMOS ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGÁNICAS POCO PLÁSTICAS | |
| | MAS DEL 50% DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ Nº200 | LIMO Y ARCILLA LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50 | |  | MH | LIMOS INORGÁNICOS CON MICA O ARENA FINA DE DIATOMEAS, O SUELOS LIMOSOS |
| | | | |  | CH | ARCILLAS INORGÁNICAS MUY PLÁSTICAS, ARCILLAS GRASAS |
| | | | |  | OH | ARCILLAS ORGÁNICAS DE PLASTICIDAD MEDIANA O MUY PLÁSTICAS, LIMOS INORGÁNICOS |
| SUELOS MUY ORGÁNICOS | | |  | PT | TURBA, HUMUS, SUELOS DE PANTANO CON MUCHA MATERIA ORGÁNICA | |

NOTA: SE UTILIZARAN SÍMBOLOS DOBLES PARA CASOS INTERMEDIOS DE CLASIFICACIÓN 5.2.

5.3. ESCALA DE METEORIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

ESCALA DE METEORIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

| GRADO DE METEORIZACIÓN | DENOMINACIÓN | CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO |
|------------------------|----------------------------------|--|
| I | SANA | ROCA NO METEORIZADA. CONSERVA EL COLOR LUSTROSO EN TODA LA MASA |
| II | SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE OXIDO | LAS CARAS DE LAS JUNTAS ESTÁN MANCHADAS DE OXIDO, PERO EL BLOQUE UNITARIO ENTRE JUNTAS MANTIENE EL COLOR LUSTROSO DE LA ROCA |
| III | MODERADAMENTE METEORIZADA | CLARAMENTE METEORIZADA A TRAVÉS DE LA PETROFÁBRICA RECONOCIÉNDOSE EL CAMBIO DE COLOR RESPECTO DE LA ROCA SANA. TROZOS DE 25 cm ² DE SECCIÓN NO PUEDEN ROMPERSE A MANO. |
| IV | MUY METEORIZADA | ROCA INTENSAMENTE METEORIZADA, QUE PUEDE DESMENUZARSE A MANO Y ROMPERSE |
| V | COMPLETAMENTE METEORIZADA | MATERIAL CON ASPECTO DE SUELO DESCOMPUESTO, PERO CON ESTRUCTURA ORIGINAL RECONOCIBLE |

5.4. REGISTRO DE CARACTERES GEOMECÁNICOS

CARACTERES GEOMECÁNICOS DEL MACIZO ROCOSO

FECHA: 29/04/2019

| SITUACIÓN | DISCONTINUIDAD | ORIENTACIÓN | | CONTINUIDAD (METROS) | | CARACTERÍSTICAS DE LAS DISCONTINUIDADES | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------------|------------|----------------------|------------------|---|----------|----------|-----------|------------|-------|--------------------|-----------------|-----------|---------------|--------------------------|--------|
| | | RUMBO | BUZAMIENTO | SEGÚN RUMBO | SEGÚN BUZAMIENTO | ESPACIADO (METROS) | LONGITUD | APERTURA | RUGOSIDAD | ONDULACIÓN | COLOR | ESPESOR DE RELLENO | TIPO DE RELLENO | LITOLOGÍA | METEORIZACIÓN | CONDICIONES HIDROLÓGICAS | R.C.S. |
| 1 | E | 020 | 35 | | | | | | | | | | | Li | II | | |
| | E | 018 | 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 265 | 88 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 288 | 65 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 032 | 75 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 226 | 75 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 228 | 68 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 040 | 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 032 | 73 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 227 | 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | E | 008 | 25 | | | | | | | | | | | Li | II | | |
| | E | 028 | 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 029 | 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | 018 | 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 145 | 75 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 182 | 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 118 | 88 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 208 | 65 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 204 | 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 054 | 85 | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | 232 | 62 | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Li: Areniscas y limolitas. Edad: Cretácico inferior (Albiense superior)

5.5. REGISTRO DE SONDEO

ESTUDIO: PASARELA PEATONAL SOBRE LAS VÍAS DE ETS EN EUBA (BIZKAIA)

FECHA: 29/04/2019

SONDEO: S-1

| COTA (EN METROS) | RECUPERACIÓN (%) | MUESTRA | GOLPEO | PERDIDA AGUA (%) | METEORIZACIÓN | R.Q.D. (%) | FRACTURACIÓN / 30 cm | DEFINICIÓN | COLUMNA | Clasificación SUCS | Nivel Freático | ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO | | | | | | | ESTRUCTURA | | | | | | | |
|------------------|------------------|---------|-------------|------------------|---------------|------------|----------------------|--|---------|--------------------|----------------|--|-------------------------------------|-----------|----------------|-----------------|--------------------|---------|------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | R.C.S.D. ENSAYO VANE (kg/cm ²) | Densidad seca (gr/cm ³) | HUMEDAD % | LÍMITE LÍQUIDO | LÍMITE PLÁSTICO | ÍNDICE PLÁSTICIDAD | % FINOS | | R.C.S. (Kp/cm ²) | | | | | | |
| 0 | 100 | | | | | | | 0.00m RELLENO: GRAVA ARENOSA MARRÓN Y GRIS CON INDICIOS A ALGO DE ARCILLA. FLOJA. - La grava está compuesta mayormente por trozos de roca. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 60 | ↓ | 5 5 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 100 | | | | | | | - A 3.00m zapata del muro de hormigón armado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 100 | | | | | | | 3.20m RELLENO: BOLOS Y GRAVAS GRISES MEDIANAMENTE DENSAS - La arena y la arcilla han sido lavadas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 100 | ■ | 6 6 7 | | | | | 4.00m ALUVIAL: LIMO ARENOSO GRIS VERDOSO. FIRME A MUY FIRME. - Presencia de niveles milimétricos donde el contenido de arena pasa a algo. | | ML | | | 15.10 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 100 | | | | | | | - A 5.00m la consistencia pasa a blanda. - A 5.50m la consistencia pasa a muy blanda. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 100 | ■ | | | II | 65 | | 7.00m ROCA: ARENISCAS Y LUTITAS. GRADO II. - Edad: Cretácico Inferior (Albiense Superior). - La roca presenta ocasional presencia de nódulos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 100 | ■ | | | | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | -FIN DE SONDEO A 9.00m EN ROCA GRADO II CON INTERCALACIONES GRADO III. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

EMPLAZAMIENTO



REGISTRO FOTOGRÁFICO



SÍMBOLOS: ENSAYO S.P.T. MUESTRA INALTERADA TESTIGO PARAFINADO



5.6. ENSAYOS IN SITU MEDIANTE ESCLERÓMETRO DE SCHMIDT

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE ESTIMADA
MEDIANTE MARTILLO DE SCHMIDT
(TIPO L - ESCLERÓMETRO DE BAJO IMPACTO)**

LUGAR: AMOREBIETA

FECHA: 29/04/2019

REF: EG-191766

TITULO: PASARELA PEATONAL SOBRE LAS VÍAS DE ETS EN EUBA (BIZKAIA)

LITOLÓGÍA:

ARENISCAS Y LUTITAS EN AFLORAMIENTO
Edad: Cretácico Inferior (Albiense Superior)

Prof: 7.60m

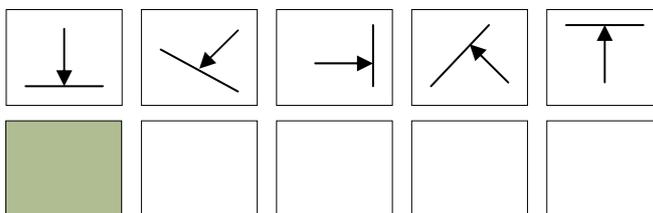
CALICATA

SONDEO S-1

AFLORAMIENTO

ENSAYO DE DUREZA DE SCHMIDT

ORIENTACIÓN DEL IMPACTO



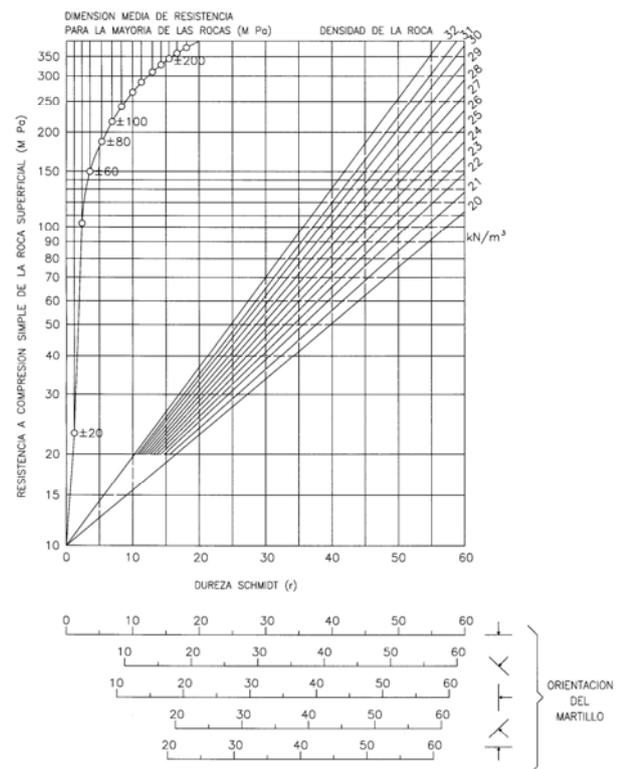
DUREZA DE SCHMIDT (r)

35/30/32/32/33
31/30/31/32/37

DENSIDAD (KN/m³): 26

VALOR DE REFERENCIA: 32.3

RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa): 54.0



RELACION ENTRE EL VALOR OBTENIDO MEDIANTE EL
MARTILLO DE SCHMIDT Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN
SIMPLE DE LA ROCA (DEERE Y MILLER, 1968)

5.7. ENSAYOS DE LABORATORIO



HUMEDAD (UNE-103.300)
DENSIDAD (UNE-103.301)

CLIENTE: LURTEK, S.L.L
TRABAJO: EUBA. BIZKAIA
INDICATIVO: 19135
FECHA: 14/05/19

Resultados de los ensayos

| MUESTRA | HUMEDAD (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|------------------|--------------------|---|
| S-1 MI 4.40-5.00 | 30,03 | 1,506 |



DENSIDAD APARENTE (UNE-103.301)

CLIENTE: LURTEK, S.L.L
TRABAJO: 19135
INDICATIVO: EUBA. BIZKAIA
FECHA: 14/05/19

Resultados de los ensayos

| MUESTRA | DENSIDAD APARENTE (g/cm ³) |
|------------------|--|
| S-1 TP 8.30-8.55 | 2,558 |



DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

| | |
|--------------------|---------------|
| CLIENTE: | LURTEK, S.L.L |
| TRABAJO: | EUBA. BIZKAIA |
| INDICATIVO: | 19135 |
| FECHA: | 14/05/19 |

Resultados de los ensayos

S-1 MI 4.40-5.00

Fango gris claro sin carbonatos.



GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

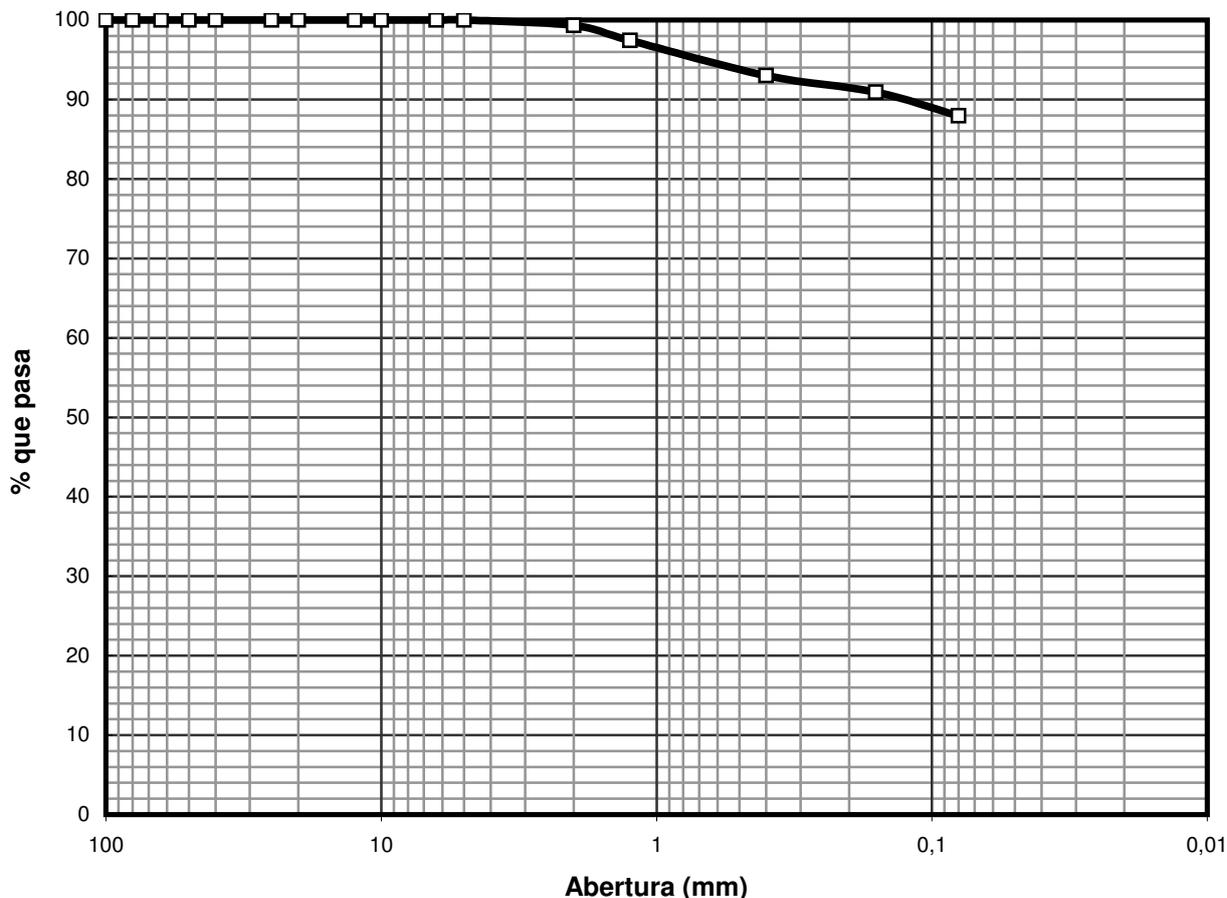
CLIENTE: LURTEK, S.L.L.
TRABAJO: EUBA. BIZKAIA
INDICATIVO: 19135 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: S-1 MI 4,40-5,00 **FECHA:** 09/05/19 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

| Humedad higroscópica | |
|----------------------|------|
| T+S+A (g): | 0 |
| T+S (g): | 0,00 |
| T (g): | 0,00 |
| A (g): | 0,00 |
| S (g): | 0,00 |
| Humedad (%): | 0,00 |

| Tamiz (mm) | Ret. Par. Acum.(g) | Ret. Tot. Acum.(g) | Pasa total (g) | Pasa total (%) | Observaciones |
|------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|---------------|
| 100 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 80 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 63 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 50 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 40 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 25 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 20 | | | 126,05 | 100,00 | |
| 12,5 | | 0,00 | 126,05 | 100,00 | |
| 10 | | 0,00 | 126,05 | 100,00 | |
| 6,3 | | 0,00 | 126,05 | 100,00 | |
| 5 | | 0,00 | 126,05 | 100,00 | |
| 2 | 0,88 | 0,88 | 125,17 | 99,30 | |
| 1,25 | 2,35 | 3,23 | 122,82 | 97,44 | |
| 0,4 | 7,95 | 8,83 | 117,22 | 92,99 | |
| 0,16 | 10,54 | 11,42 | 114,63 | 90,94 | |
| 0,08 | 14,33 | 15,21 | 110,84 | 87,93 | |

Representación gráfica



Observaciones:



ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

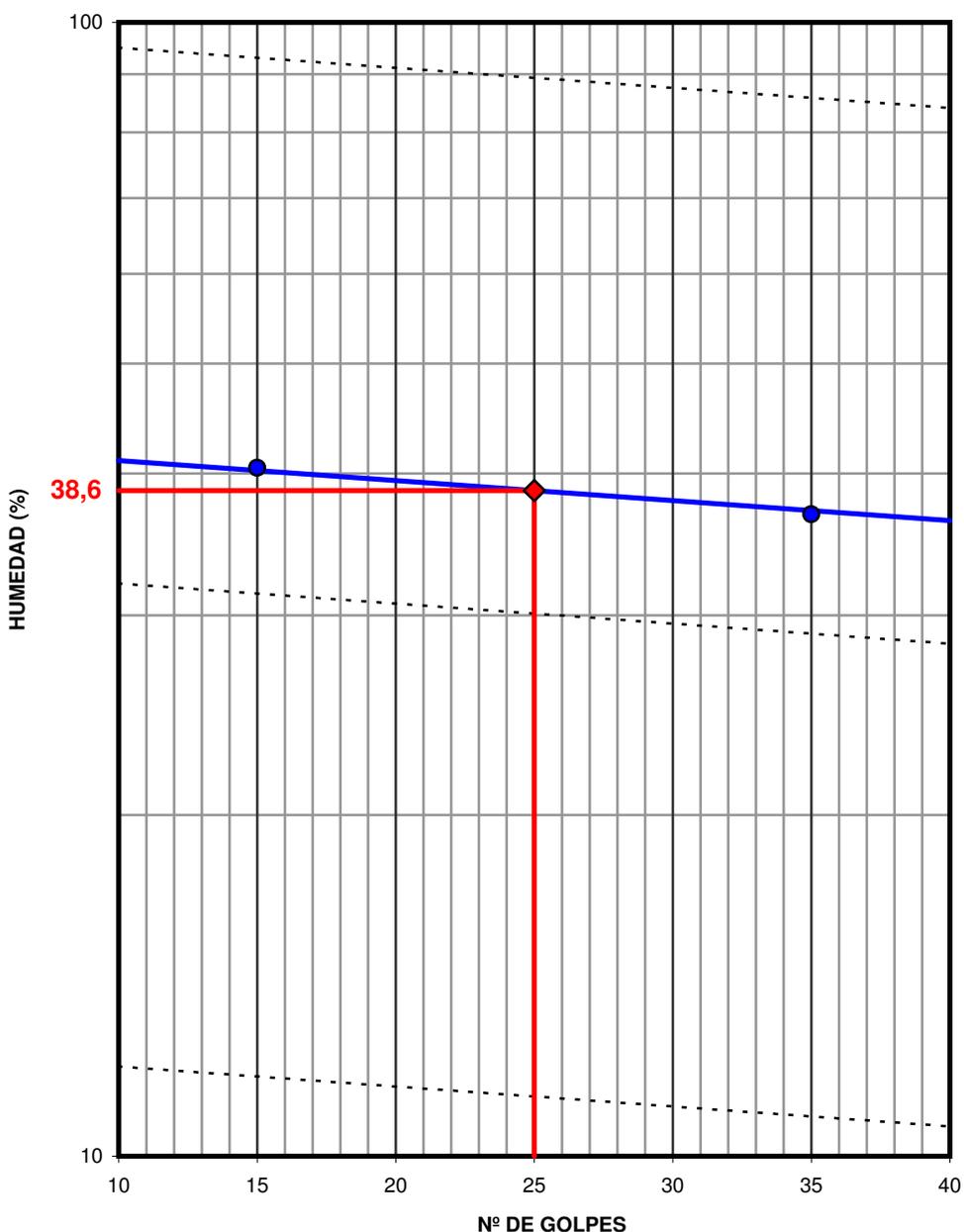
(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: LURTEK, S.L.L.
TRABAJO: EUBA. BIZKAIA
INDICATIVO: 19135 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: S-1 MI 4,40-5,00 **FECHA:** 09/05/19 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyLA (20040625)

| L. Líquido | Ens. 1 | Ens. 2 | L. Plástico | Ens. 1 | Ens. 2 | Media | Resultados |
|---------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|-----------------|
| Nº de golpes: | 35 | 15 | T+S+A (g): | 24,41 | 23,00 | | LL: 38,6 |
| T+S+A (g): | 26,84 | 26,91 | T+S (g): | 22,62 | 21,20 | | LP: 25,8 |
| T+S (g): | 22,02 | 21,73 | T (g): | 15,71 | 14,22 | | IP: 12,8 |
| T (g): | 8,93 | 8,93 | A (g): | 1,79 | 1,80 | | |
| A (g): | 4,82 | 5,18 | S (g): | 6,91 | 6,98 | | |
| S (g): | 13,09 | 12,80 | Humedad (%): | 25,90 | 25,79 | 25,85 | |
| Humedad (%): | 36,82 | 40,47 | | | | | |

Representación gráfica



Observaciones:



**DETERMINACIÓN DE SULFATOS EN SUELOS
UNE 83963**

CLIENTE: LURTEK

TRABAJO: EUBA. BIZKAIA

INDICATIVO: 19135

FECHA: 13/05/19

Resultados de los ensayos

| REFERENCIA MUESTRA | CONTENIDO EN SULFATOS (mg/Kg) |
|--------------------|----------------------------------|
| S-1 MI 4.40-5.00 | 252 |



**ACIDEZ DE BAUMANN- GULLY
UNE 83962**

CLIENTE: LURTEK

TRABAJO: EUBA. BIZKAIA

INDICATIVO: 19135

FECHA: 13/05/19

Resultados de los ensayos

| MUESTRA | Acidez Baumman-Gully (ml/kg) |
|------------------|---|
| S-1 MI 4.40-5.00 | 23 |



COMPRESIÓN SIMPLE

(Norma UNE-22.950-1)

CLIENTE: LURTEK, S.L.L

TRABAJO: EUBA. BIZKAIA

INDICATIVO: 19135 LABORANTE: Elena Buitrago

MUESTRA: S-1 TP 8,30-8,55

FECHA: 08/05/19

Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyCSR (20060101)

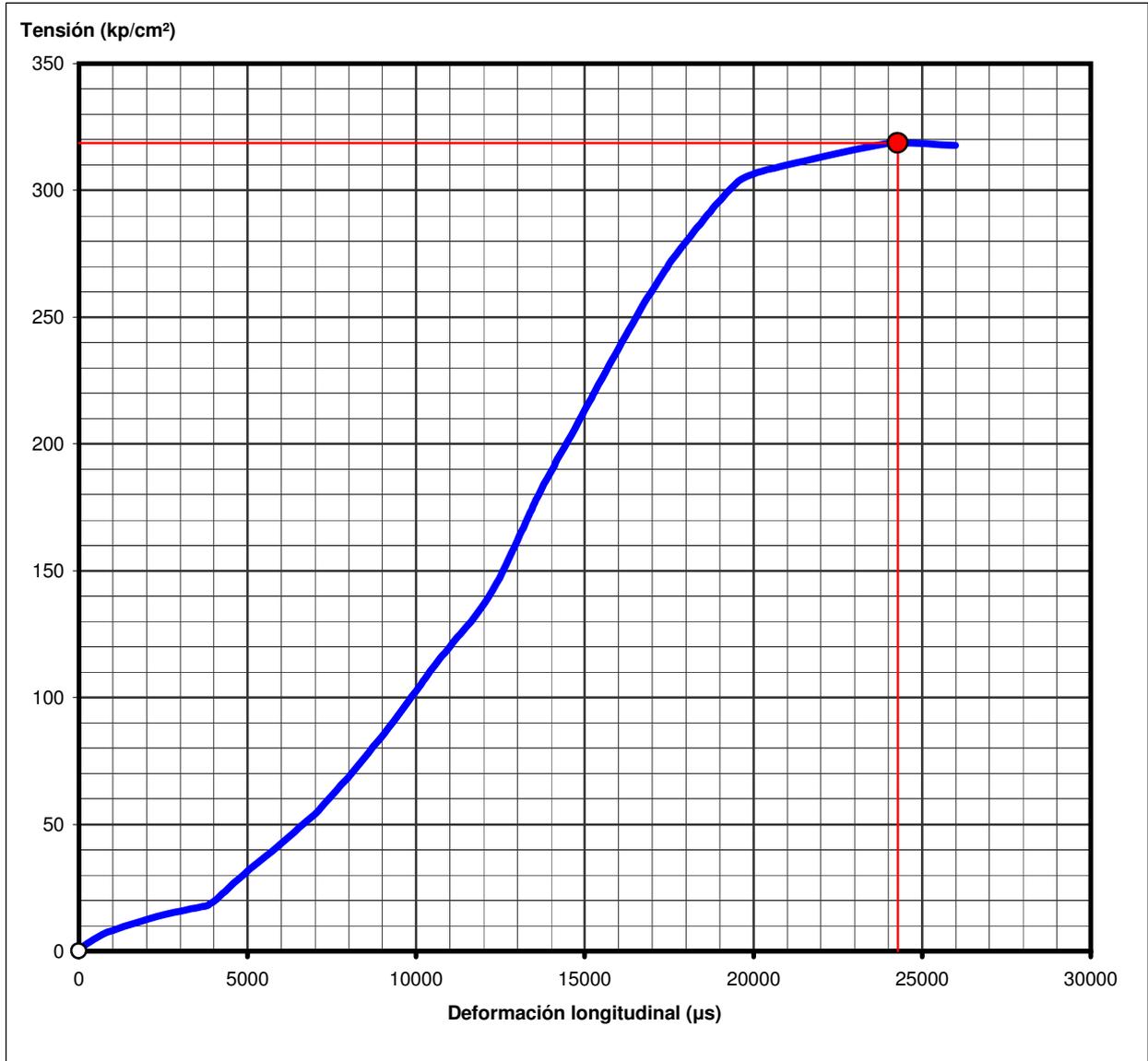
Datos del ensayo

Humedad (%):
Densidad natural (g/cm³): 2,511
Densidad seca (g/cm³):
Diámetro (cm): 7,16
Altura probeta (cm): 12,01
Área (cm²): 40,26
Volumen (cm³): 483,57

Resultados

Resistencia máxima (kp/cm²): 319
Deformación (microstrain): 24288

Curva completa del ensayo



Observaciones



LURTEK

CONSULTORES GEOTÉCNICOS

LURTEK CONSULTORES, S.L.U. C/ Extremadura, 11 - Bajo 20015 DONOSTIA - SAN SEBASTIAN (Gipuzkoa)
☎ 943 293312 Fax 943 275028 lurtek@lurtek.com www.lurtek.com