

ANEJO N°3

Geología y Geotecnia

Índice

1 Introducción

1

APÉNDICE Nº 3.1: ANEJO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Proyecto de Construcción de Puente peatonal
y ciclable entre Barakaldo y Erandio

Anejo nº3: Geología y Geotecnia

i

1 Introducción

Se recoge a continuación el Anejo de Geología y Geotécnia elaborado por Cesar Monedero relativo al “Proyecto de Construcción de Puente peatonal y ciclable entre Barakaldo y Erandio”.

Proyecto de Construcción de Puente peatonal
y ciclable entre Barakaldo y Erandio

Anejo nº3: Geología y Geotecnia

1

APÉNDICE N°3.1

Anejo de Geología y Geotecnia

**ANEJO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PARA EL PROYECTO
DEL PUENTE PEATONAL BARAKALDO-ERANDIO.**



PARA: DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA

Marzo de 2022



César Monedero Justel
Geólogo
Colegiado 4982
Jardiñeta, 20 bajo-B
20600 Eibar
telf: 620700675
cesar.monedero1@gmail.com



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 INFORMACIÓN UTILIZADA.....	2
1.2 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.....	3
2 TRABAJOS DE CAMPO.....	5
2.1 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA.....	5
2.2 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA.....	5
3 ESTUDIO GEOLÓGICO.....	10
3.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	10
3.2 ESTRATIGRAFÍA.....	10
3.3 TECTÓNICA Y ESTRUCTURA.....	13
3.4 HIDROGEOLOGÍA.....	13
3.5 SISMICIDAD.....	13
3.6 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN.....	14
4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	15
4.1 SUELOS.....	15
4.2 ROCAS.....	26
5 CIMENTACIONES.....	29
5.1 MÉTODOS DE CÁLCULO.....	29
5.2 CIMENTACIONES SUPERFICIALES SOBRE ROCA.....	29
5.3 PILOTES EMPOTRADOS EN ROCA SANA.....	33
5.4 DIMENSIONAMIENTO DE PILOTES A PARTIR DE ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS.....	34
5.5 CIMENTACIONES DEL PUENTE.....	36
6 FIGURAS.....	38
7 APÉNDICE.....	39
7.1 APÉNDICE A-1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS.....	40
7.2 APÉNDICE A-2 CLAVES DE LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS.....	41
7.3 APÉNDICE A-3 ESCALA DE METEORIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO.....	42
7.4 APÉNDICE A-4 REGISTRO DE LOS SONDEOS DE INFORMES CONSULTADOS.....	43
7.5 APÉNDICE A-5 ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS INFORMES CONSULTADOS.....	44
7.6 APÉNDICE A-6 ENSAYOS “IN SITU” DE LOS INFORMES CONSULTADOS.....	45
7.7 RESULTADOS DE LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA.....	46
7.8 APÉNDICE A-8 CÁLCULOS.....	47



1 INTRODUCCIÓN

En este anejo de Geología y Geotecnia se recogen los trabajos de investigación realizados para la caracterización geológica y geotécnica de los terrenos afectados por las obras, los resultados del análisis de la información procedente de dichos trabajos y las conclusiones y recomendaciones que se desprenden de dichos análisis. El anejo se encuadra dentro del Proyecto de Puente Peatonal Barakaldo-Erandio.

El Proyecto consiste en la construcción de un puente que unirá las dos márgenes de la ría a la altura de los municipios de Barakaldo, en la margen izquierda, y Erandio, en la derecha.

El puente consta de 14 apoyos, incluyendo los estribos, que sostienen un tablero de 6 m de anchura útil.

Los cinco primeros vanos tienen una luz de 27 m, el sexto vano tiene una luz de 20 m, la luz del séptimo vano es de 60 m, el octavo vano tiene 20 m de luz, los vanos del nueve al trece vuelven a tener una luz de 27 m.

Para permitir la navegación, los tres vanos centrales son salvados por dos plataformas giratorias con una longitud de 50,45 m cada una. Esto genera un paso principal central, que libera el paso por el canal navegable de 5,5 m de calado mínimo, y dos pasos laterales de 20 m de anchura útil.

1.1 INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la redacción de este anejo se ha consultado la siguiente documentación:

- Mapa Geológico del País Vasco publicado por el EVE, escala 1/25.000, hoja: 61-II Bilbao.
- “Estudio geológico-geotécnico realizado para el Proyecto de Regeneración de los Muelles en la Parcela RES AL-1 Barakaldo”, realizado por Bilbao Ría 2000, en el año 2020.
- “Proyecto de Construcción del Eje de Ballonti Tramo: Carmen – Galindo; Anejo nº 2. Geología y Geotecnia”, realizado por la Diputación Foral de Bizkaia, en el año 2005.
- Datos preliminares del “Proyecto de Bidegorri en la Margen Derecha de la Ría de Bilbao”, que está redactando la Diputación Foral de Bizkaia.
- “Sondeos en Erandio (Campa de los Bueyes)”, realizados por la Autoridad Portuaria de Bilbao, en el año 1942.
- Extractos del “Atlas Geotécnico del Puerto de Bilbao”, realizado por la Autoridad Portuaria de Bilbao.



- Documento Básico SE-C, del Código Técnico de la Edificación, RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- EM 1110-1-2908. ROCK FOUNDATIONS. Department of the Army, U.S. Army Corps of Engineers.
- Foundations & Earth Structures Manual 7.02, Naval Facilities Engineering Command.
- Foundations on Rock. Duncan C. Wyllie, E & FN Spon.
- Fundamentos de Mecánica de Suelos. Roy Whitlow, Compañía Editorial Continental, S.A.
- Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras, Ministerio de Fomento.
- Ingeniería Geológica. Luis I. Gonzalez Vallejo, Prentice Hall.
- Interpretación de los Ensayos Geotécnicos en Suelos. Ignacio Morilla Abad.
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07). Ministerio de Fomento, R. D. 637/2007, de 18 de mayo (BOE 2/6/2007).
- Pile Design and Construction Practice. M.J. Tomlinson, E & FN Spon.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Orden de Fomento 891/04.
- Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Braja M. Das, International Thomson. Editores.
- Soil Mechanics, Design Manual 7.01, Naval Facilities Engineering Command.
- UNE-ENV 1997-2 EUROCÓDIGO 7, Proyecto Geotécnico. Parte 2: Proyecto Asistido por Ensayos de Laboratorio. Elaborada por el comité técnico AEN/CTN 140 Eurocódigos Estructurales.
- UNE-ENV 1997-2 EUROCÓDIGO 7, Proyecto Geotécnico. Parte 3: Proyecto Asistido por Ensayos de Campo. Elaborada por el comité técnico AEN/CTN 140 Eurocódigos Estructurales.

1.2 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Toda la información obtenida en el estudio así como los resultados de su análisis se presentan en cuatro apartados:

- Trabajos de campo.
- Estudio geológico.



- Caracterización geotécnica de los materiales.
- Cimentaciones

Los trabajos realizados para conseguir los datos en los que se basan las conclusiones del estudio se presentan en el apartado 2 Trabajos de Campo; las condiciones geológicas del terreno se describen en el apartado 3 Estudio Geológico; en el apartado 4 caracterización geotécnica se presenta la información relativa a la interacción del terreno con los distintos elementos previstos en el Proyecto; en el apartado 5 Cimentaciones se analizan las condiciones de cimentación de las pilas del puente.

Este anejo se completa con cuatro apéndices que se incluyen al final del documento.

- Apéndice A-1 clasificación unificada de suelos.
- Apéndice A-2 claves de la descripción de suelos.
- Apéndice A-3 escala de meteorización del macizo rocoso.
- Apéndice A-4 registro de los sondeos de los informes consultados.
- Apéndice A-5 ensayos de laboratorio de los informes consultados.
- Apéndice A-6 ensayos “in situ” de los informes consultados.
- Apéndice A-7 resultados de la prospección geofísica.
- Apéndice A-8 cálculos.



2 TRABAJOS DE CAMPO

La investigación geológico-geotécnica se ha estructurado en las siguientes etapas:

- Revisión de toda la bibliografía y documentación existente.
- Análisis y reconocimiento de las distintas litologías definidas en las cartografías existentes. Para este análisis y reconocimiento se ha realizado una cartografía geológica a escala 1/1.000.
- Ejecución de una campaña de prospección geofísica que incluye la realización de cuatro perfiles de tomografía eléctrica transversales al cauce de la ría y una campaña de sísmica de refracción.

Toda esta información se ha empleado para definir el modelo geológico de la zona que se refleja en la cartografía geológica a escala 1/1.000 y en el perfil interpretado del terreno. Partiendo del modelo geológico se ha elaborado el modelo geotécnico.

2.1 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

A la hora de elaborar la cartografía geológica se han seguido criterios geotécnicos, especialmente los que inciden en la cimentación de la estructura, por encima de otros tales como la cronoestratigrafía o la estratigrafía de los materiales atravesados. De esta manera se ha puesto el énfasis en los siguientes aspectos:

- Presencia de suelos y rellenos. Se han cartografiado las acumulaciones de suelos y rellenos de cualquier extensión cuyo espesor sea superior a 2,0 m.
- Espesores de meteorización que presenta el macizo rocoso.
- Condiciones de fracturación de la roca. Especialmente la localización de posibles fallas de gran envergadura que pueden influir en las condiciones de cimentación del puente.
- Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas. Cursos de agua superficiales, presencia de niveles piezométricos.

2.2 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Se han llevado a cabo, hasta la fecha, los siguientes trabajos:

- Una campaña de prospección sísmica de reflexión de alta resolución en la zona de la ría donde va el trazado y un entorno suficientemente “generoso” hacia el norte y hacia el sur del trazado previsto.



- Una campaña de perfiles de tomografía eléctrica sobre la ría de Bilbao a lo largo de un trazado rectilíneo próximo a la zona media del trazado previsto del puente.
- Una campaña de perfiles de tomografía eléctrica en tierra, tanto en la zona de la orilla de Barakaldo como en la de Erandio, situados en las zonas más próximas a las posiciones de las pilas del proyecto previsto.
- Una campaña de perfiles de sísmica de ondas superficiales (sísmica MASW) en tierra, tanto en la zona de la orilla de Barakaldo como en la de Erandio, situados en las zonas más próximas a las posiciones de las pilas del proyecto previsto.

2.2.1 Sísmica de reflexión

La sísmica de reflexión de alta resolución es una técnica muy resolutive, aunque es la más más resolutive, en esta zona de trabajo la señal está más debilitada y oculta entre las “múltiples”, artefacto geofísico anómalo que se registra en las campaña de prospección en agua como que representa una repetición múltiple (de ahí el nombre) y periódica del contacto agua-sedimento, ya que es el que más contraste de impedancia acústica presenta. Esto condiciona que resulte bastante más complicado de lo habitual interpretar el contacto sedimento-sustrato rocoso.

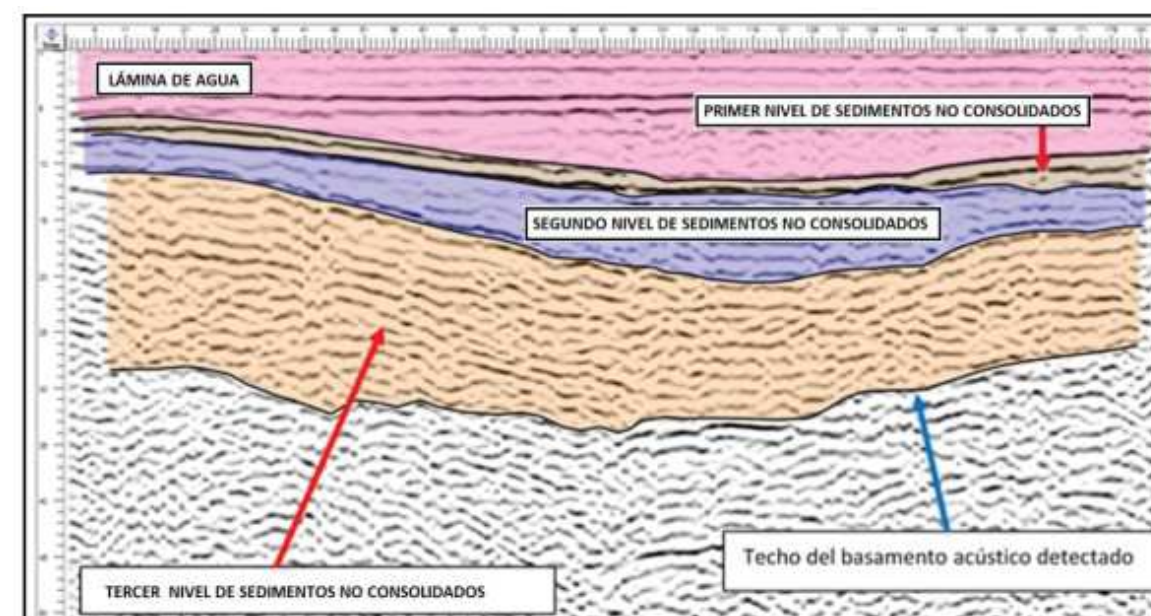
Se indican a continuación las principales características de las capas identificadas dentro del conjunto sedimentario Cuaternario:

- El primer nivel de sedimentos no consolidados, situado en la parte superior de la unidad sedimentaria, está constituido por unas reflexiones de gran amplitud, con unas geometrías subparalelas al fondo de la ría y caracterizadas por una gran continuidad. En base a este carácter de los reflectores, se estima que debe de estar constituido por unos lodos y unos sedimentos de grano muy fino. Generalmente. su espesor se sitúa en el entorno de los 2 metros.
- El segundo nivel de sedimentos no consolidados está constituido por unas reflexiones de pequeña amplitud que presentan una geometría interna subparalela al fondo de la ría. En algunos sectores este segundo nivel de sedimentos no consolidados las reflexiones tienen un marcado carácter “caótico” y una baja frecuencia, lo que podrían corresponder a materiales absorbentes de la energía sísmica, es decir, que posiblemente se trate de niveles de fangos con materia orgánica. Este segundo nivel podría estar constituido, fundamentalmente, por arenas y limos, aunque el carácter “transparente” de algunos sectores indicaría un predominio del carácter limoso. Su espesor medio es de 8 metros.



- El tercer nivel de sedimentos, es decir, el más profundo, muestra unas reflexiones internas que definen el tercer nivel de sedimentos no consolidados, que presentan una estructura plano paralela bastante bien definida, aparecen ordenadas y con unas amplitudes de nivel medio/alto, que podrían interpretarse posiblemente como niveles de limos. Su espesor es bastante variable y suele oscilar entre 12 y 24 metros. Ha habido grandes dificultades a la hora de definir la profundidad a la que se sitúa su base (que define, a su vez, la posición del techo del basamento acústico detectado con los perfiles realizados)

Bajo estos sedimentos se encuentra el “basamento acústico”, término que no significa basamento geológico y que no tiene por qué coincidir con él, sino que corresponde al nivel sísmico más bajo identificado en las secciones sísmicas, por lo que puede o no corresponder a dicho basamento rocoso. En el caso analizado en este trabajo, dado el escaso carácter de las reflexiones que corresponden a este nivel inferior, bien puede corresponder al sustrato rocoso o bien puede corresponder a otro nivel de sedimentario de tamaño de grano más grueso.



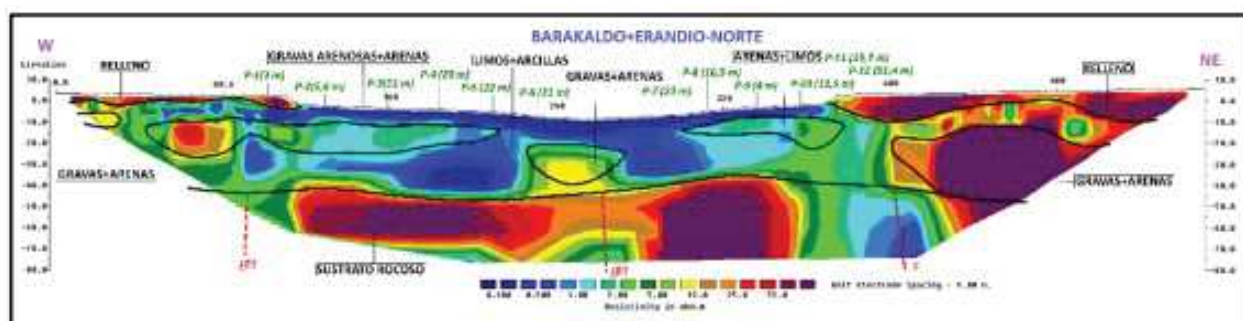
Interpretación resumida del subsuelo de la ría, a partir de la línea sísmica 01072149, donde se ven las capas de sedimentos identificadas.

2.2.2 Tomografía eléctrica

En estos perfiles de tomografía eléctrica se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectricos diferentes: Una unidad de rellenos + sedimentos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.



- Unidad de rellenos + sedimentos: constituye el término más superficial de los perfiles y, geográficamente se localiza en los extremos oriental y occidental, coincidiendo con la zona del parque + ciclovía + pantalán (en el lado de Barakaldo) y con la zona de las calles (en el lado de Erandio). Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre sedimentos fluviales situados tierra adentro. Los espesores de esta unidad son variables según la zona y la orilla. Así, en el lado de Barakaldo varían entre 2 y 5 m mientras que en el lado de Erandio, varían entre 5 y 12 m.
- Unidad de sedimentos fluviales: Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media de los perfiles y, geográficamente se localiza en el sector correspondiente al río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas, que están caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica (debido a la saturación de los poros en agua salobre). Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como arcillas y limos. La capa intermedia, también según esos datos, se ha interpretado como facies más groseras, variando lateralmente entre gravas arenosas, arenas y arenas limosas. Todo este conjunto se dispone sobre el sustrato rocoso. El espesor de estas capas es, de arriba a abajo, de casi 5 m, de unos 10 m y de 10-20 m, es decir, más o menos coincidentes con las capas identificadas con la sismica.
- Unidad de sustrato rocoso: Se encuentra en la zona inferior de los perfiles, bajo la unidad de sedimentos. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter más compacto de la roca, son los más elevados de la zona de estudio. En esta unidad se observan unas zonas anómalas conductoras que interrumpen la continuidad de la unidad rocosa, sobre todo cerca de la orilla de Erandio, que se han interpretado como fracturas y/o discontinuidades.



Perfil de tomografía eléctrica interpretado.



2.2.3 Discontinuidades y fracturas

En cuanto a la identificación de las fracturas o zonas sensibles en la zona de estudio, se han identificado, dentro de la unidad de resistividad eléctrica alta que se ha identificado como sustrato rocoso, unas zonas anómalas conductoras que se han interpretado como posibles fracturas que afectan a la integridad o, al menos, a la continuidad del macizo rocoso. Deben de tener una cierta apertura y una cierta permeabilidad que permite la filtración y el flujo de agua salobre de la ría por ellas, condicionando esos bajos valores de resistividad eléctrica.

Una de las fracturas se identifica de manera bastante clara junto a la orilla de Erandio mientras que la anomalía que se identifica en la orilla de Barakaldo está menos clara y es de menor tamaño (por estar cerca del borde del perfil). Por lo que respecta a la zona central, mejor cubierta por la prospección sísmica define una posible e hipotética fractura cerca de la zona central del río Nervión, y con una dirección aproximada N-S. Al comparar, no obstante, esta posible fractura con los resultados del perfil de tomografía eléctrica norte, procesado de forma conjunta, se observa que la prospección eléctrica también define una zona donde se estrecha el espesor del sustrato rocoso y se adivina una anomalía conductora debajo, lo que hace pensar en la presencia de una posible fractura, lo que reforzaría la posible fractura interpretada en las secciones sísmicas.



3 ESTUDIO GEOLÓGICO

La descripción de las características geológicas de los materiales a nivel regional se basa fundamentalmente en la hoja de Bilbao a escala 1/25.000 relativas al Mapa Geológico del País Vasco publicadas por el EVE.

Esta información general ha sido ampliada y modificada a partir de un pormenorizado reconocimiento de campo realizado en toda la franja de estudio a escala 1/1.000, basado fundamentalmente en la toma de datos geomecánicos del macizo rocoso en los afloramientos existentes, así como la delimitación de zonas con recubrimientos de suelos y rellenos importantes, o zonas inestables.

Toda la información obtenida se refleja en 1 figura en DIN A-3 en la que se presenta la planta geológica a escala 1/1000. En los Apéndices de este Anejo se presentan a su vez el registro de los sondeos disponibles, así como los ensayos de laboratorio que se han llevado a cabo en los informes previos.

3.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

El Proyecto se desarrolla en la planicie aluvial por la que discurre el último tramo del río Nervión. En la margen izquierda de la ría el proyecto linda con la desembocadura del río Galindo.

El trazado es prácticamente perpendicular a la margen izquierda y va describiendo una curva que hace que llegue a ser paralelo a la margen derecha.

Desde el punto de vista geológico, nos situamos en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica. El macizo rocoso que constituye el sustrato geológico de la zona está constituido por materiales del Cretácico Inferior, en concreto de edad Albiense. Las directrices estructurales se alinean según directrices generales N-S, ligeramente giradas respecto a las estructuras regionales mas importantes de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Sobre los materiales del Cretácico descansan los diferentes sedimentos cuaternarios.

3.2 ESTRATIGRAFÍA

Desde el punto de vista estratigráfico se han distinguido dos niveles con edades muy diferentes: el sustrato cretácico y el recubrimiento cuaternario.

Dentro de este apartado de estratigrafía, describiremos en primer lugar los materiales más antiguos pertenecientes al Cretácico. En segundo lugar describiremos los materiales cuaternarios, más modernos.



En la descripción de los materiales cuaternarios seguiremos un orden de los materiales más superficiales a los más profundos. Este orden sigue un criterio puramente ingenieril porque la práctica común en los trabajos de ingeniería es describir los suelos de la superficie hasta encontrar el sustrato geológico.

3.2.1 Cretácico, Albiense

Todo el trazado se desarrolla en materiales de edad Cretácico Inferior, en concreto del Albiense Superior. Los materiales presentes en la zona de estudio pertenecen a la Formación Durango definida por MATHEY (1982) y que es equivalente al "Complejo Supraurgoniano" de RAT (1959).

Está formada por una sucesión esencialmente detrítica con intercalaciones volcánicas, compuesta por lutitas (limolitas) y areniscas, combinándose de tal manera estos materiales, que definen, según su abundancia relativa, un conjunto de elementos diferentes dentro de la sucesión que, aunque integrados dentro de ella, muestran características propias.

En la zona de estudio nos podemos encontrar con los siguientes términos de esta Formación.

- Argilitas y/o limolitas. Este término, que es mayoritario en la sucesión, lo conforman aquellos niveles en los que existe un claro dominio de los materiales limolíticos sobre los areniscosos. Las lutitas se presentan en niveles que alternan con, o incluyen, estratos, generalmente poco potentes, de arenisca y algunos horizontes ferruginosos.
- Alternancia de areniscas y lutitas. Este término se ha definido así puesto que muestra un porcentaje similar de niveles de lutitas y areniscas. Las lutitas están compuestas por materiales detríticos de tamaño de grano fino (limo o arcilla). En corte fresco ofrecen coloraciones oscuras, muy características, debido generalmente a la abundancia de materia orgánica o derivados de la misma, que puede encontrarse dispersa en la roca, o formar niveles milimétricos-centimétricos, ocasionalmente decimétricos. También se aprecian sulfuras dispersos o concentrados en pequeños nódulos que al meteorizarse, y debido a los procesos de oxidación, confieren a la roca tonalidades rojizas, muy peculiares. Los niveles más gruesos presentan disyunción esferoidal.

Esta formación constituye el sustrato rocoso en toda la zona de estudio. Sobre ella descansan los materiales cuaternarios que se describen en los apartados siguientes.



3.2.2 Rellenos

En ambas márgenes hay acumulaciones de materiales de relleno que se dispusieron sobre los suelos aluviales para generar zonas industriales, caso de la margen izquierda; o zonas urbanas, caso de la margen derecha.

- Los **rellenos de la margen izquierda** están constituidos por grava gris con algo de arcilla y algo de arena de compacidad floja. El espesor de rellenos es de 5,5 m.
- Los **rellenos de la margen derecha** están constituidos por grava gris con algo de arena e indicios de arcilla de compacidad floja. El espesor de rellenos es de 3,5 m.

3.2.3 Suelos aluviales

Por debajo de los rellenos, en ambas márgenes, o de la lámina de agua, en el cauce de la ría, se sitúa la secuencia de suelos aluviales. La situación actual es el resultado de la invasión por el mar del tramo final del valle del Nervión a causa de la Transgresión Flandriense. La elevación de la cota de desembocadura del río tuvo el efecto de provocar una sedimentación acelerada en los terrenos situados bajo el nivel del mar. A esta sedimentación se le unían aportaciones de sedimentos marinos en forma de barras de arena. El resultado de esta sedimentación combinada es la colmatación del valle del Nervión creando una zona de marismas y arenales que eran cubiertos por las pleamares. Sobre estos materiales se hicieron los rellenos que dan lugar a las actuales márgenes de la ría.

En esta fase del trabajo sólo se dispone de sondeos en las márgenes de la ría, si bien se prevé la realización de sondeos adicionales, a priori, también en el cauce. La información del cauce es la proporcionada por la prospección geofísica. La información disponible apunta a que hay una continuidad de los distintos niveles de suelos a lo largo de todo el trazado.

Se han distinguido cuatro niveles principales de suelos:

- Limo marrón y gris: es el nivel más superficial situado directamente bajo los rellenos y aflorante en el cauce. Está constituido por limo arenoso marrón y gris de consistencia blanda a moderadamente firme. El espesor de esta capa oscila entre 4,5 m en la margen izquierda y 8,0 m en la margen derecha.
- Arena gris: esta capa está constituida por arena con algo de limo de compacidad floja a muy floja. El espesor de la capa oscila entre 8,3 m en la margen izquierda y 16,5 en la margen derecha.



En la margen derecha, este nivel de arena tiene intercalaciones métricas de limo gris con bastante arena de consistencia moderadamente firme.

- Limo gris: este nivel está constituido por limo con algo de arena moderadamente firme. Dentro del nivel hay zonas con un contenido mayor de arena que pueden llegar a tener la composición de limo arenoso. El espesor de la capa es de 15,0 m en la margen izquierda y de 5,5 m en la margen derecha.
- Grava marrón: es el nivel de base de la secuencia de suelos aluviales, está constituido por bolos y grava marrón con indicios de arena e indicios de arcilla, de compacidad medianamente densa. En la margen izquierda el espesor de grava es de 0,5 m mientras que en la margen derecha se alcanzan espesores de 2,5 m.

En la figura 3 se presenta un perfil interpretado del terreno en el que se ilustra la geometría de los distintos niveles de suelos descritos en el presente apartado.

3.3 TECTÓNICA Y ESTRUCTURA

El principal rasgo estructural de la zona de estudio es la existencia de una serie de fallas de dirección norte sur que siguen el trazado del cauce de la ría. La prospección geofísica permite interpretar cuatro fallas: una que discurre por la margen izquierda, dos en la zona central del cauce y una que discurre por la margen derecha. La falla de la margen izquierda se ha encontrado también en el sondeo S-3 del “Estudio geológico-geotécnico realizado para el Proyecto de Regeneración de los Muelles en la Parcela RES AL-1 Barakaldo”. Se interpreta que las fallas son subverticales o, al menos, que tienen un buzamiento fuerte.

Teniendo en cuenta la información del sondeo y la huella de las fallas en los perfiles geofísicos, interpretamos que las fallas tienen asociadas bandas de roca tectonizada de espesor métrico a decamétrico. Estas bandas son una sucesión de capas paralelas a la falla de brechas, milonitas y roca intensamente fracturada.

3.4 HIDROGEOLOGÍA

En todos los sondeos se detecta la existencia de nivel freático. Asimismo se constata que la posición del nivel freático se corresponde con el nivel de la ría en cada momento del ciclo mareal.

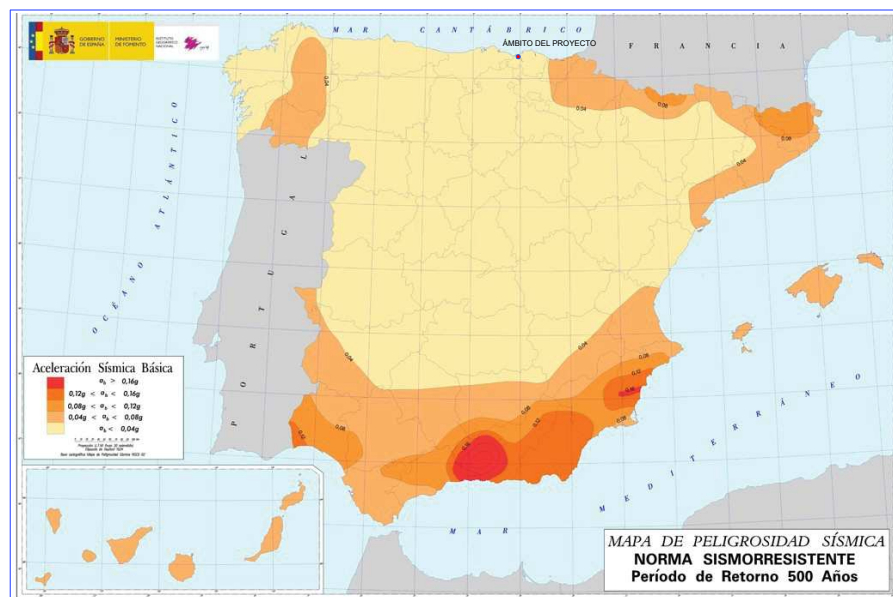
3.5 SISMICIDAD

Dada la naturaleza del Proyecto, es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07).



La estructura está ubicada en los términos municipales de Barakaldo y Erandio, Bizkaia, donde la aceleración básica de cálculo, según el mapa de peligrosidad sísmica que figura en la NCSE-02 es:

$$a_b < 0,04 \text{ g}$$



En el apartado 2,8 Consideración de la Acción Sísmica, de la Norma NCSP, Puentes; se especifica que “no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b , definida en el apartado 3.4 cumpla:

$$a_b < 0,04 \text{ g}$$

donde g es la aceleración de la gravedad”.

3.6 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

No se dispone de muestras de agua para caracterizar la agresividad de los materiales situados por debajo del nivel freático.

Los únicos materiales que quedan emergidos de forma permanente o intermitente son los rellenos. No se dispone de datos de los rellenos de la margen derecha. En lo referente a los rellenos de la margen izquierda, las muestras ensayadas han arrojado unos valores máximos de acidez Baumann-Gully de 220 mg/kg de suelo, mientras que el contenido máximo en sulfatos solubles es de 0 mg/kg de suelo. El terreno en el que se cimentará la estructura presenta una **Clase Específica de Exposición por Química Agresiva: agresividad débil Q_a .**



4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En este apartado se presentan las características geotécnicas de los materiales atravesados por el trazado. Hay que señalar que se ha pretendido caracterizar geotécnicamente los diferentes materiales dando prioridad a los aspectos prácticos que van a condicionar la ejecución de las cimentaciones.

En este sentido se hace referencia a los distintos tipos de suelos, valorando su influencia en la ejecución de las unidades de obra, así como las propiedades y parámetros obtenidos a partir de los ensayos disponibles. El macizo rocoso se describe con el mismo criterio, haciendo hincapié en la variabilidad de sus características geotécnicas en cuanto a su calidad como terreno de cimentación de la estructura, en función de parámetros tales como el grado de fracturación, (RQD) y el grado de meteorización.

4.1 SUELOS

4.1.1 Rellenos de la margen izquierda

Identificación y estado.

En la margen izquierda el nivel de rellenos está constituido por grava gris con algo de limo y algo de arena. Su compacidad es floja, el valor promedio del N_{campo} es 6 golpes/30 cm.

Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: GM grava limosa.

Parámetros geotécnicos.

Se dispone de muy poca información geotécnica respecto a estos materiales. Para el dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad aparente: $\gamma = 2,0 \text{ gr/cm}^3$
- Cohesión efectiva: $c' = 1,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\phi' = 30^\circ$
- Módulo de deformación sin drenaje: $E_u = 7.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,30$.



4.1.2 Rellenos de la margen derecha

Identificación y estado.

En la margen derecha el nivel de rellenos está constituido por grava gris y marrón con indicios de arena e indicios de arcilla. Su compacidad es floja, el valor promedio del N_{campo} es 6 golpes/30 cm.

Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: GP grava mal graduada.

Parámetros geotécnicos.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad aparente: $\gamma = 2,0 \text{ gr/cm}^3$
- Cohesión efectiva: $c' = 1,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\varphi' = 30^\circ$
- Módulo de deformación sin drenaje: $E_u = 7.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,30$.



4.1.3 Suelo aluvial limo gris y marrón

Identificación y estado.

Este nivel está constituido por limo marrón y gris con algo de arena e indicios de grava. Su consistencia es moderadamente firme, el valor promedio de resistencia al corte sin drenaje del nivel es $s_u = 33 \text{ KPa}$.

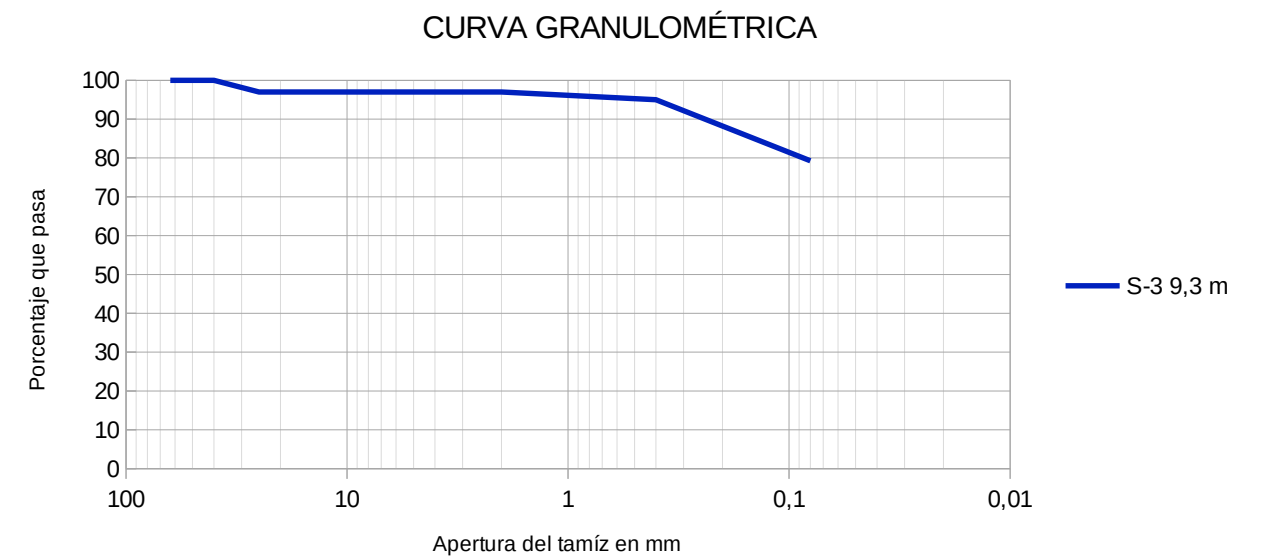
Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: ML limo de baja plasticidad.

En la tabla 4.I. se resumen los ensayos de identificación y estado de este nivel.

TABLA 4.I. ensayos de identificación y estado. Limo marrón y gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Tipo de muestra	Granulometría (%)			Límites de Atterberg		Humedad (%)	Densidad aparente $\gamma \text{ (g/cm}^3\text{)}$
				G	S	C+M	LL	IP		
S-3 (a)	9,0	9,6	MI	3,0	18,0	79,0	31,5	3,7	28,1	1,80

A continuación se presentan las curvas granulométricas de las muestras obtenidas en esta unidad.





A continuación se presenta el gráfico de Casagrande de esta capa.

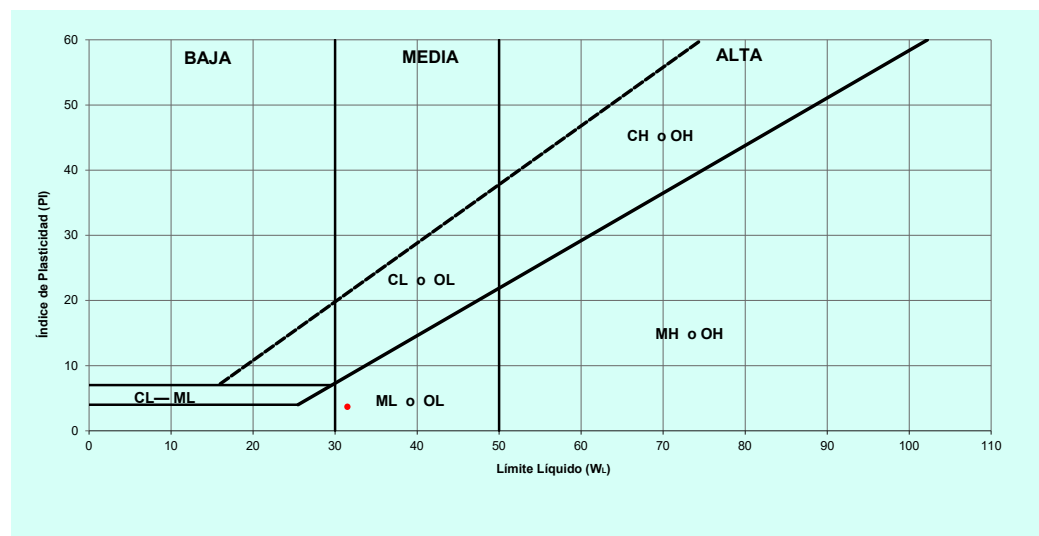


Gráfico de Casagrande

Resistencia y deformabilidad.

A continuación se presenta la tabla 4.II con el resumen de los ensayos de resistencia y deformabilidad realizados sobre muestras de este nivel.

TABLA 4.II. ensayos de resistencia y tensodeformacionales. Limo marrón y gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Resist comp. simple (MPa)	Corte directo (CD)		Edómetro		
				c (Kpa)	ϕ (°)	c _c	c _s	c _v
S-3 (a)	9,0	9,6	0,07	14,00	24,1	0,234	0,048	

Parámetros geotécnicos.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad aparente: $\gamma = 1,8 \text{ gr/cm}^3$

- Cohesión efectiva: $c = 14,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\phi = 24^\circ$
- Resistencia al corte si drenaje $s_u = 33,0 \text{ KPa}$
- Módulo de deformación sin drenaje: $E_u = 13.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de deformación drenado: $E' = 11.500 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,35$.



4.1.4 Suelo aluvial arena gris

Identificación y estado.

Este nivel está constituido por arena gris con algo de limo e indicios de grava. Su compacidad es floja, el valor promedio del N_{campo} es 6 golpes/30 cm.

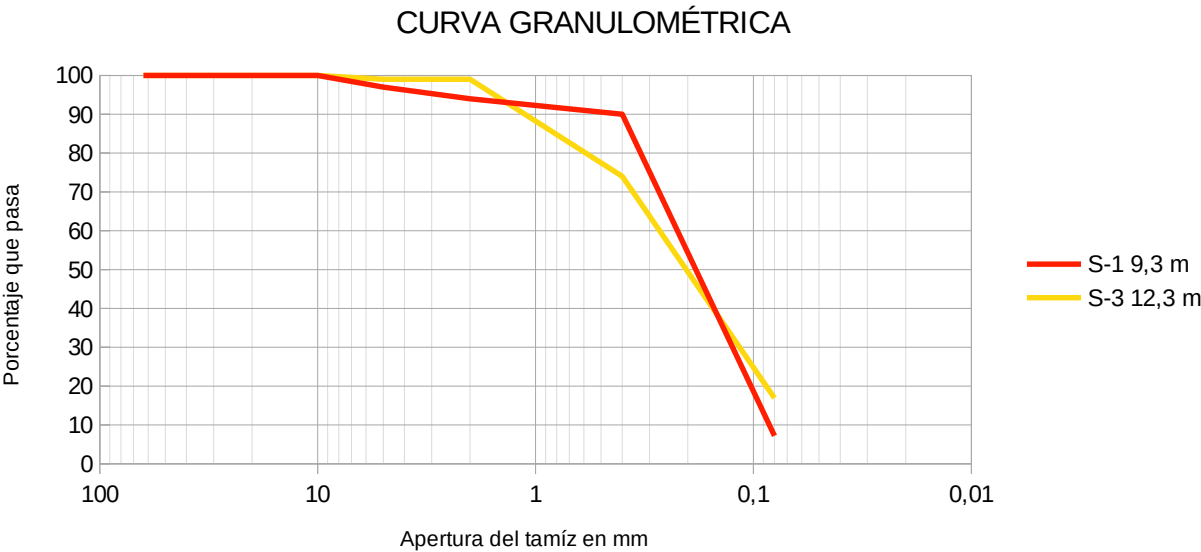
Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: CM arena limosa.

En la tabla 4.III. se resumen los ensayos de identificación y estado de este nivel.

TABLA 4.III ensayos de identificación y estado. Arena gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Tipo de muestra	Granulometría (%)			Límites de Atterberg		Humedad (%)	Densidad aparente γ (g/cm ³)
				G	S	C+M	LL	IP		
S-1 (a)	9,0	9,6	MI	6,0	87,0	7,0	Np	Np	29,5	1,96
S-3 (a)	12,0	12,6	MI	1,0	82,0	17,0	Np	Np	31,9	2,01

A continuación se presentan las curvas granulométricas de las muestras obtenidas en esta unidad.



Resistencia y deformabilidad.

A continuación se presenta la tabla 4.IV con el resumen de los ensayos de resistencia y deformabilidad realizados sobre muestras de este nivel.

TABLA 4.IV. ensayos de resistencia y tensodeformacionales.Arena gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Resist comp. simple (MPa)	Corte directo (CD)		Edómetro		
				c (Kpa)	ϕ (°)	c _c	c _s	c _v
S-1 (a)	9,0	9,6	0,01	3,00	30,3	0,166	0,017	
S-3 (a)	12,0	12,6	0,03	37,00	29,1			

Parámetros geotécnicos.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad aparente: $\gamma = 1,8 \text{ gr/cm}^3$
- Cohesión efectiva: $c = 10,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\phi = 29,5^\circ$
- Módulo de deformación: $E = 7.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,30$.



4.1.5 Suelo aluvial limo gris

Identificación y estado.

Este nivel está constituido por limo gris con indicios de arena. Su consistencia es moderadamente firme, el valor promedio de resistencia al corte sin drenaje del nivel es $s_u = 35$ KPa.

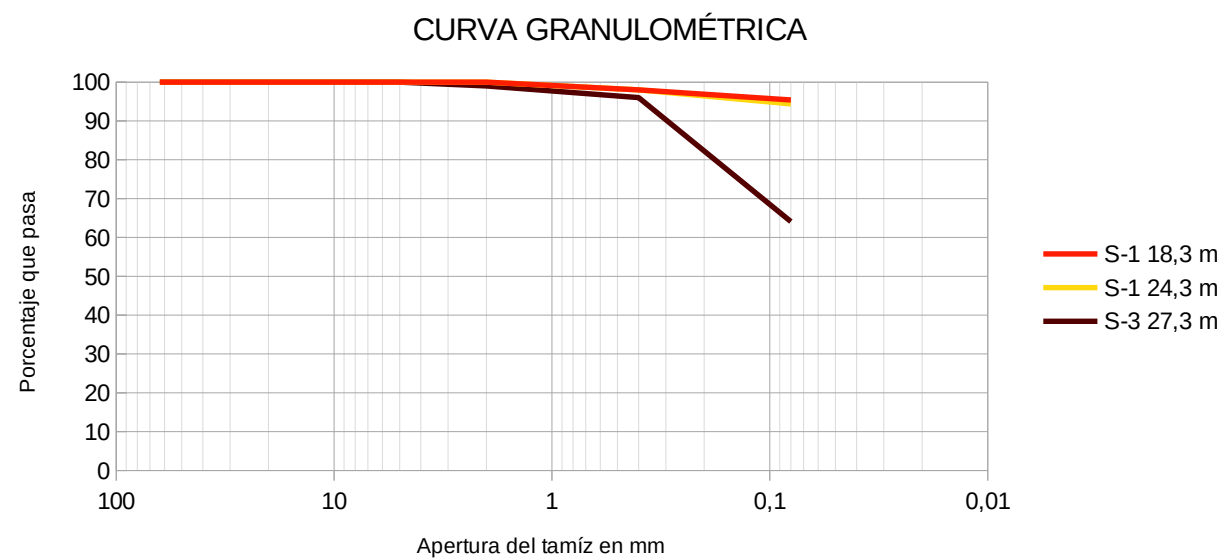
Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: ML limo de baja plasticidad.

En la tabla 4.V. se resumen los ensayos de identificación y estado de este nivel.

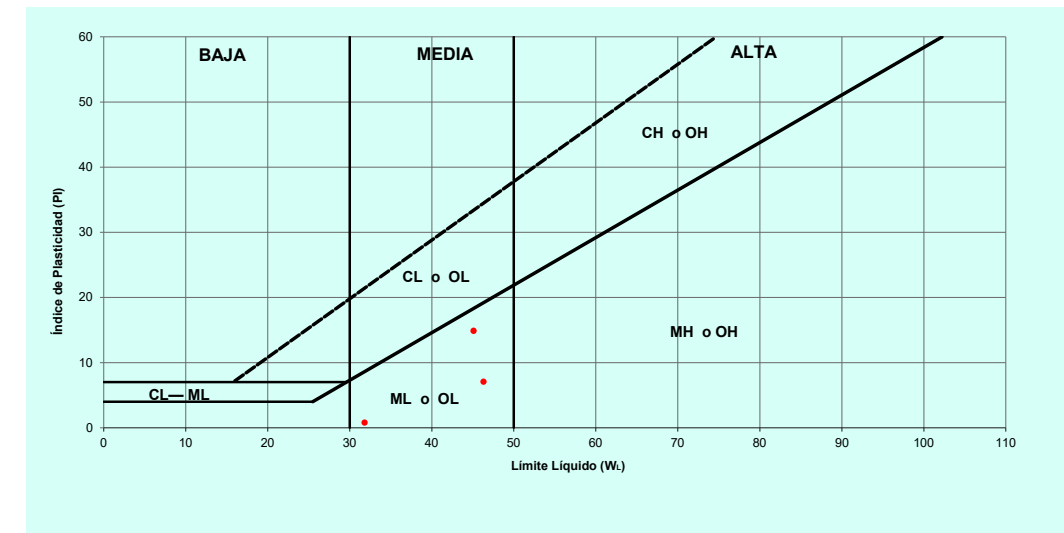
TABLA 4.V. ensayos de identificación y estado. Limo y gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Tipo de muestra	Granulometría (%)			Límites de Atterberg		Humedad (%)	Densidad aparente γ (g/cm ³)
				G	S	C+M	LL	IP		
S-1 (a)	18,0	18,6	MI	0,0	5,0	95,0	45,1	14,9	42,7	1,88
S-1 (a)	24,0	24,6	MI	0,0	6,0	94,0	46,3	7,1	46,3	1,76
S-3 (a)	27,0	27,6	MI	1,0	35,0	64,0	31,8	0,8	44,6	1,78

A continuación se presentan las curvas granulométricas de las muestras obtenidas en esta unidad.



A continuación se presenta el gráfico de Casagrande de esta capa.



Resistencia y deformabilidad.

A continuación se presenta la tabla 4.VI con el resumen de los ensayos de resistencia y deformabilidad realizados sobre muestras de este nivel.

TABLA 4.VI. ensayos de resistencia y tensodeformacionales. Limo gris

Procedencia	Profundidad min (m)	Profundidad max (m)	Resist. comp. simple (MPa)	Corte directo (CD)		Edómetro		
				c (Kpa)	ϕ (°)	c_c	c_s	c_v
S-1 (a)	18,0	18,6	0,12	44,00	4,3			
S-1 (a)	21,0	21,6	0,07			0,261	0,060	
S-1 (a)	24,0	24,6	0,09	6,00	24,7			
S-3 (a)	27,0	27,6	0,06	9,00	28,2			

Parámetros geotécnicos.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:



- Densidad aparente: $\gamma = 1,8 \text{ gr/cm}^3$
- Cohesión efectiva: $c = 10,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\phi = 25^\circ$
- Resistencia al corte si drenaje $s_u = 35,0 \text{ KPa}$
- Módulo de deformación sin drenaje: $E_u = 14.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de deformación drenado: $E' = 12.500 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,35$.



4.1.6 Grava marrón

Identificación y estado.

Este nivel está constituido por bolos y grava marrón con indicios de arena e indicios de arcilla. Su compacidad es floja, el valor promedio del N_{campo} es 20 golpes/30 cm.

Conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), se encuadra en la clase: GP grava mal graduada.

Parámetros geotécnicos.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad aparente: $\gamma = 2,0 \text{ gr/cm}^3$
- Cohesión efectiva: $c' = 1,0 \text{ KPa}$
- Ángulo de fricción interna: efectiva $\phi' = 35^\circ$
- Módulo de deformación sin drenaje: $E_u = 21.000 \text{ KPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,30$.



4.2 ROCAS

A lo largo del trazado es posible definir dos litotipos: Argilitas y/o limolitas con pasadas de arenisca intactas; Argilitas y/o limolitas con pasadas de arenisca tectonizadas.

4.2.1 Argilitas y/o limolitas con pasadas de arenisca intactas

Este litotipo se ha estudiado con el sondeo S-1 (Estudio geológico-geotécnico realizado para el Proyecto de Regeneración de los Muelles en la Parcela RES AL-1 Barakaldo). También con el reconocimiento geológico de los afloramientos de la margen izquierda del río Galindo.

En los sondeos se ha detectado un espesor de roca meteorizada muy pequeño o nulo, por lo que se omite su caracterización al no tener relevancia geotécnica.

4.2.1.1 Matriz rocosa.

En la tabla 4.VII. se presentan los resultados de los ensayos de resistencia y deformabilidad realizados en la roca intacta.

TABLA 4.VII. ensayos de resistencia y deformabilidad de la roca intacta

procedencia	profundidad min (m)	profundidad max (m)	Módulo de Young (MPa)	Módulo de Poisson	R.C.S. (MPa)	Resistencia a tracción (MPa)
S-1 (a)	37,5	38,0	1306,7	0,20	8,30	1,56

Hay que mencionar que en el parte del ensayo se refleja la incidencia de que la probeta rompe siguiendo una discontinuidad. Por lo tanto estos valores se encuentran en el rango bajo de la resistencia de estos materiales.

Parámetros geotécnicos de la matriz rocosa.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones, cuando se considere la roca intacta, se recomienda emplear los siguientes valores:

- Densidad : $\gamma = 2,6 \text{ gr/cm}^3$
- Resistencia a compresión simple: $\sigma_c = 8,7 \text{ MPa}$
- Resistencia a tracción: $\sigma_t = 1,5 \text{ MPa}$



- Módulo de Young: $E = 1.300 \text{ MPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,20$.
- $m_i = 7$.

4.2.1.2 Macizo rocoso.

A la hora de transformar los valores de las propiedades de la matriz rocosa en las propiedades del macizo rocoso, se deberán considerar los siguientes parámetros:

- RQD: 90-100%.
- GSI: 80.
- Disturbance: 0,2.

4.2.2 Argilitas y/o limolitas con pasadas de arenisca tectonizadas

Este litotipo se ha estudiado con el sondeo S-3 (Estudio geológico-geotécnico realizado para el Proyecto de Regeneración de los Muelles en la Parcela RES AL-1 Barakaldo).

4.2.2.1 Matriz rocosa.

En la tabla 4.VIII. se presentan los resultados de los ensayos de resistencia y deformabilidad realizados en la roca tectonizada.

TABLA 4.VIII. ensayos de resistencia y deformabilidad de la roca tectonizada

procedencia	profundidad min (m)	profundidad max (m)	Módulo de Young (MPa)	Módulo de Poisson	R.C.S. (MPa)	Resistencia a tracción (MPa)
S-3 (a)	36,1	36,4			0,40	
S-3 (a)	38,2	38,5	188,2	0,10	1,90	0,36

Parámetros geotécnicos de la matriz rocosa.

Para la realización de los cálculos de dimensionamiento de las cimentaciones, cuando se considere la roca intacta, se recomienda emplear los siguientes valores:



- Densidad : $\gamma = 2,6 \text{ gr/cm}^3$
- Resistencia a compresión simple: $\sigma_c = 1,9 \text{ MPa}$
- Resistencia a tracción: $\sigma_t = 0,36 \text{ MPa}$
- Módulo de Young: $E = 188 \text{ MPa}$.
- Módulo de Poisson: $\nu = 0,20$.
- $m_i = 7$.

4.2.2.2 Macizo rocoso.

A la hora de transformar los valores de las propiedades de la matriz rocosa en las propiedades del macizo rocoso, se deberán considerar los siguientes parámetros:

- RQD: 0-20%.
- GSI: 20-30.
- Disturbance: 0,2.

En este nivel se dispone de un ensayo presiométrico realizado en el sondeo S-3. Los resultados del ensayo son:

- Presión límite: $PI = 4,75 \text{ MPa}$.
- Módulo presiométrico: $Ep = 82,15 \text{ MPa}$.



5 CIMENTACIONES

5.1 MÉTODOS DE CÁLCULO

Los métodos de cálculo de la tensión admisible son los recomendados en la “Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras”, publicada por el Ministerio de Fomento.

En el presente apartado se describen los métodos de cálculo utilizados para cada una de las situaciones de Proyecto.

En primer lugar, se presenta la metodología de cálculo de la tensión admisible para cimentaciones superficiales apoyadas en roca sana. En el Proyecto no se realizarán cimentaciones directas apoyadas en roca sana, sin embargo, este caso de cálculo es la base del método de cálculo de cimentaciones mediante pilotes empotrados en roca sana seguido en el anejo.

En segundo lugar, se describe el método de cálculo de la tensión admisible para pilotes empotrados en roca sana.

Por último, se describe el método de cálculo de pilotes basado en ensayos presiométricos.

5.2 CIMENTACIONES SUPERFICIALES SOBRE ROCA

En casos de rocas muy débiles ($q_u < 1 \text{ MPa}$) o que estén fuertemente diaclasadas ($RQD < 10\%$) o que estén bastante o muy meteorizadas (grado de meteorización igual o mayor que IV), el comportamiento de la roca se asimilará al de un suelo.

cuando la calidad de la roca sea superior a la descrita en el párrafo anterior, la presión admisible se determinará a partir de los datos siguientes:

- 1.1.1.1 Resistencia a compresión simple de la roca sana, q_u .
- 1.1.1.2 Tipo de roca.
- 1.1.1.3 Grado de alteración medio.
- 1.1.1.4 Valor del RQD y separaciones de las litoclasas.

Estos parámetros deben ser los representativos del comportamiento del volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad de $1,5 B^*$, medida desde su plano de apoyo.

La presión admisible puede estimarse mediante la siguiente expresión:



$$p_{vadm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

Donde:

- p_{vadm} = Presión admisible.
- p_0 = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.
- q_u = Resistencia a compresión simple de la roca sana.
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ = Parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas, según se indica a continuación.

Influencia del tipo de roca

A igualdad de grado de alteración y de espaciamiento del diaclasado, existen rocas cuya estructura es más proclive a contener planos de debilidad no detectados en los sondeos ni en los ensayos de compresión simple, que a veces se realizan con muestras de pequeño tamaño.

Atendiendo a este aspecto, las rocas pueden clasificarse en varios grupos, partiendo de un primer grupo en el que no se temen fisuras o grietas no detectables por los reconocimientos y terminando en un cuarto grupo en el que el tipo de formación rocosa es proclive a contener otros planos de debilidad aparte de los detectables con los trabajos de censo de litoclasas o con los ensayos de compresión simple realizados en laboratorio a pequeña escala.

El parámetro α_1 puede determinarse en laboratorio ensayando muestras a tracción (o tracción indirecta) para medir la relación que existe entre la resistencia a tracción simple q_t y la resistencia a compresión simple q_u . El valor del parámetro α_1 será:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{10 \cdot q_t}{q_u}}$$

A falta de información específica respecto a este parámetro se puede utilizar el valor que se obtenga de la tabla 5.I.

GRUPO	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS	α_1
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	calizas, dolomías, mármoles puros. calcarenitas de baja porosidad.	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	granitos, cuarcitas. andesitas, riolitas. pizarras, esquistos y gneises (esquist. subhorizontal)	0,8
3	Rocas sedimentarias (**) y al-	calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y	0,6



	gunas metamórficas	conglomerados, pizarras y esquistos (esquist. Verticalizada). yesos.	
4	Rocas poco soldadas	areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados, margas	0,4

(*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.

(**) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.

En todo caso se recomienda que cuando aparezcan varios tipos de roca en un mismo apoyo, o existan dudas en esta clasificación y salvo información específica en otro sentido, se tome como valor de cálculo $\alpha_1 = 0,4$.

Influencia del grado de meteorización.

En la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" el grado de meteorización de la roca se mide conforme a la escala de la ISMR, en el presente anejo el grado de meteorización se mide de acuerdo con la escala de D.G. Moye que se presenta en el apéndice A-3 del presente anejo.

En la tabla 5.II se presenta la equivalencia entre ambos sistemas.

TABLA 5.II equivalencia entre escalas de meteorización

I.S.R.M.	D.G. MOYE.	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO.
I	II	Ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en planos de discontinuidad.
II	III	Signos de decoloración. toda la masa de roca ha podido perder su color y, superficialmente, ser mas débil que la roca sana.
III	III-IV	Menos de la mitad del material esta descompuesto a suelo. aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma continua o en zonas aisladas.

Para caracterizar el grado de meteorización correspondiente a la roca que existe en el entorno de la cimentación, se usará el mayor grado de alteración que pudiera existir hasta alcanzar una profundidad igual a 1,5 B*, medida bajo el plano de apoyo.

Los valores que se recomiendan para establecer el valor del parámetro α_2 son los siguientes:

- Grado de meteorización II (Roca sana o fresca): $\alpha_2 = 1,0$
- Grado de meteorización III (Roca ligeramente meteorizada): $\alpha_2 = 0,7$
- Grado de meteorización III-IV (Roca moderadamente meteorizada): $\alpha_2 = 0,5$
- Cuando el grado de meteorización sea igual o superior al IV, el dimensionamiento de la carga admisible se realizará considerando que el material tiene el comportamiento de un suelo.



Influencia del espaciamiento entre litoclasas

La separación entre litoclasas se puede calcular de dos formas diferentes:

- Mediante censo de litoclasas en afloramientos próximos a la zona de cimentación.
- Midiendo el valor del RQD en los sondeos mecánicos.

En todo caso, la zona de referencia será el volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad igual a 1,5 B*.

Partiendo de estos datos, se calcula el valor de α_3 como el mínimo de los dos valores siguientes:

$$\alpha_3 = \min(\alpha_{3a}, \alpha_{3b}) \quad \alpha_{3a} = \sqrt{\frac{s}{1m}} \quad \alpha_{3b} = \sqrt{\frac{RQD(\%)}{100}}$$

Donde:

- s = Espaciamiento entre las litoclasas expresado en m. Se utilizará el correspondiente a la familia de diaclasas que conduzca a un valor menor.
- 1m = Valor que se utiliza para hacer adimensional la expresión correspondiente.
- RQD = Valor del parámetro «Rock Quality Designation», expresado en tanto por ciento.

Determinación de la resistencia a compresión simple de la roca sana.

Para determinar el valor de q_u , a utilizar en el contexto de estos cálculos, se utilizarán probetas de roca sana y se ensayarán según UNE 22950-1, una vez eliminadas las zonas de posible alteración. Se procurará además que las probetas no tengan grietas o fisuras apreciables a simple vista.

Alternativamente se podrán utilizar otros ensayos para obtener el valor de la resistencia a compresión, mediante correlaciones debidamente contrastadas.

Realizada una serie de ensayos, se debe elegir, como valor de cálculo de la resistencia, aquel que represente de forma razonablemente conservadora el valor medio estimado para la zona de afección. Habitualmente puede pensarse en aquel valor de la resistencia que represente la media indicada con una confianza razonablemente alta, por ejemplo un 95%.

Limitaciones del procedimiento.

El procedimiento de cálculo es válido si se cumplen los siguientes requisitos:

- La cimentación queda establecida en un terreno cuya pendiente no supera el 10%.



- La inclinación de las acciones no supera el 10%, ($\tan \delta < 0,10$). Si la inclinación de las acciones es mayor, la presión admisible debe reducirse multiplicando por el factor $i = (1,1 - \tan \delta)^3$ y, además, realizar cálculos de comprobación de la estabilidad al deslizamiento y al vuelco, cuya seguridad no quedaría garantizada con las comprobaciones precedentes.
- No existe un flujo de agua con gradiente importante ($I \leq 0,2$) en ninguna dirección.
- El área de apoyo es menor que 100 m².
- En cualquier caso, la presión de servicio de una cimentación superficial en roca no superará el valor de 5 MPa, salvo justificación expresa realizada por algún procedimiento alternativo.

5.3 PILOTES EMPOTRADOS EN ROCA SANA

La carga de hundimiento Q_h de los pilotes que se empotran en roca tiene dos componentes esenciales: la resistencia por punta Q_p y la debida a la parte del fuste en contacto con la roca Q_f .

La resistencia por punta puede estimarse como el producto del área de la punta, A_p , por una presión límite de rotura, q_p .

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

En el epígrafe 5.2 se indica un método de cálculo de presiones admisibles en roca para cimentaciones superficiales; en esta ocasión, interesa conocer la carga de hundimiento por punta para el caso de cimentaciones profundas. Para tener en cuenta la diferente situación, las presiones que se indican en 5.2 deben adaptarse al caso (tipo de control posible en las discontinuidades, tipo de limpieza, menores áreas de apoyo, etc.). En consecuencia, se recomienda tomar como carga de hundimiento para pilotes en roca el siguiente valor:

$$q_p = 2 \cdot p_{v adm}$$

Donde:

- $p_{v adm}$ = Presión admisible para una cimentación superficial en roca, según se especifica en el epígrafe 5.2, tomando $B^* = D$ (diámetro real o equivalente del pilote).

Cuando el empotramiento sea importante, se puede utilizar el mismo procedimiento, multiplicando la carga de hundimiento por punta antes obtenida por el factor de empotramiento, d_r , definido por:



$$d_f = 1 + 0,4 \frac{L_r}{D} \leq 2$$

Donde:

- d_f = Factor de empotramiento en roca, de la zona de la punta.
- L_r = Profundidad de empotramiento en roca de la misma o mejor calidad que la existente en la punta.
- D = Diámetro real o equivalente del pilote.

La resistencia por fuste de pilotes en roca será contabilizada, únicamente, dentro del empotramiento en roca sana o con grados de alteración III y II-V, a lo sumo. El aprovechamiento del rozamiento del fuste a lo largo de los suelos o rocas más alteradas, por encima de dicha profundidad, necesita una deformación que, en general, no es compatible con la del empotramiento en roca.

Dentro de la zona de empotramiento en roca se puede considerar, para la evaluación de la capacidad de carga de los pilotes perforados, una resistencia unitaria por fuste, τ_f , igual a:

$$\tau_f = 0,1 \cdot q_p$$

Donde:

- τ_f = Resistencia unitaria por fuste, dentro del empotramiento en roca.
- q_p = Resistencia unitaria por punta que correspondería a dicha roca según se ha determinado en este epígrafe, antes de ser afectada por el factor d_f , en su caso.

En cualquier caso, y salvo justificación expresa en contra, los valores de q_p y τ_f se limitarán a unos valores máximos de 20 MPa y 2 MPa respectivamente.

5.4 DIMENSIONAMIENTO DE PILOTES A PARTIR DE ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

En casos de rocas muy débiles ($q_u < 1$ MPa) o que estén fuertemente diaclasadas (RQD < 10%) o que estén bastante o muy meteorizadas (grado de meteorización igual o mayor que IV), el comportamiento de la roca se asimilará al de un suelo.

Resistencia por punta

La presión límite del ensayo presiométrico, P_l , se ha relacionado, en cualquier tipo de terreno, con la carga unitaria de hundimiento por punta de un pilote, q_p . De manera aproximada, se puede asumir:



$$q_p = K \cdot (p_l - K_o \cdot p_o)$$

Donde:

- q_p = Carga unitaria de hundimiento por punta.
- K = Coeficiente de proporcionalidad que depende de la geometría del cimiento y del tipo de terreno. Puede tomarse igual a 3,2 en suelos granulares e igual a 1,5 en suelos cohesivos.
- P_l = Presión límite del ensayo presiométrico (o dilatométrico).
- p_o = Presión vertical efectiva al nivel de la cimentación en el entorno del apoyo (antes de cargar).
- K_o = Coeficiente de empuje al reposo. Valor usual $K_o = 0,5$.

En cualquier caso, el valor de P_l , a utilizar en dicha expresión debe ser la media de los valores medios correspondientes a la zona de influencia de la punta del pilote. Esta zona de influencia está formada por una zona activa, que se extiende a una distancia de 6 diámetros por encima de la punta del pilote; y una zona pasiva, que se extiende a una distancia de tres diámetros por debajo de la punta del pilote.

Resistencia por fuste.

Como resistencia unitaria por fuste, τ_f , se puede tomar el siguiente valor:

$$\tau_f = \frac{1}{40} q_p$$

Donde q_p tiene el significado especificado en el párrafo precedente.

En cualquier caso, el valor de τ_f debe limitarse en función del tipo de terreno a los siguientes valores:

- $\tau_f \leq 90$ kPa Suelos granulares.
- $\tau_f \leq 70$ kPa Suelos cohesivos.



5.5 CIMENTACIONES DEL PUENTE

El puente consta de catorce apoyos: dos en la margen izquierda, nueve en el cauce de la ría, tres en la margen derecha. Todos los apoyos se sitúan sobre una potente serie de suelos aluviales de baja resistencia. En estas condiciones se prevé la realización de una cimentación mediante pilotes de 1.200 mm de diámetro empotrados en el macizo rocoso, en todos los casos.

La secuencia de suelos y rellenos es la siguiente:

- Rellenos de las márgenes: los terrenos emergidos de las dos márgenes son el resultado de la puesta en obra de rellenos. Los rellenos de las dos márgenes son similares. Están constituidos por grava gris y marrón con indicios a algo de limo e indicios a algo de arena, de compacidad floja.
- Limo gris y marrón: está constituido por limo arenoso marrón y gris de consistencia blanda a moderadamente firme.
- Arena gris: está constituida por arena con algo de limo de compacidad floja a muy floja.
- Limo gris: está constituido por limo con algo de arena moderadamente firme. Dentro del nivel hay zonas con un contenido mayor de arena que pueden llegar a tener la composición de limo arenoso.
- Grava marrón: es el nivel de base de la secuencia de suelos aluviales, está constituido por bolos y grava marrón con indicios de arena e indicios de arcilla, de compacidad medianamente densa.

La secuencia de suelos y rellenos tiene un espesor que oscila entre 35,0 y 48,5 m. Bajo los suelos se sitúa el macizo rocoso. El macizo está constituido por argilitas y/o limolitas con pasadas de arenisca.

El macizo es atravesado por varias zonas tectonizadas de espesor métrico a decamétrico. Estas zonas están constituidas por brechas, milonitas y zonas de roca intensamente fracturada y meteorizada.

En el cálculo de la resistencia por fuste de los distintos pilotes, no se tendrá en cuenta la resistencia de los tramos de fuste en contacto con los suelos y rellenos. La resistencia por fuste de pilotes en roca será contabilizada, únicamente, dentro del empotramiento en roca sana o con grados de alteración III y II-V, a lo sumo. El aprovechamiento del rozamiento del fuste a lo largo de



los suelos o rocas más alteradas, por encima de dicha profundidad, necesita una deformación que, en general, no es compatible con la del empotramiento en roca.

Los pilotes que se empotrarán en roca intacta, se han calculado empleando la formulación de pilotes empotrados en roca sana. Los pilotes que se empotrarán en roca tectonizada se han calculado empleando la formulación basada en ensayos presiométricos.

En la tabla 5.III se recogen los parámetros de cálculo a considerar en cada apoyo de la estructura. Asimismo se recogen los valores de resistencia unitaria admisible, tanto para la punta como para el fuste.

TABLA 5.IIIa. Cimentaciones del puente.

APOYO		E-1	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
Prof roca (m)		35,5	35,0	28,0	40,5	40,5	38,5	36,0
Parámetros roca sana	σ_c	8,7 MPa			8,7 MPa	8,7 MPa	8,7 MPa	
	α_1	0,6			0,6	0,6	0,6	
	α_2	1			1	1	1	
	α_3	1			1	1	1	
Parámetros roca tectoni-zada	PI		4,7 MPa	4,7 MPa				4,7 MPa
	P ₀		0,28 MPa	0,28 MPa				0,28 MPa
Tens adm punta		2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa
Tens adm fuste		0,12 MPa	0,02 MPa	0,02 MPa	0,12 MPa	0,12 MPa	0,12 MPa	0,02 MPa

TABLA 5.IIIb. Cimentaciones del puente.

APOYO		P-7	P-8	P-9	P-10	P11	P-12	E-2
Prof roca (m)		33,0	33,5	34,5	34,0	34,0	37,5	37,0
Parámetros roca sana	σ_c	8,7 MPa	8,7 MPa	8,7 MPa	8,7 MPa			
	α_1	0,6	0,6	0,6	0,6			
	α_2	1	1	1	1			
	α_3	1	1	1	1			
Parámetros roca tectoni-zada	PI					4,7 MPa	4,7 MPa	4,7 MPa
	P ₀					0,28 MPa	0,28 MPa	0,28 MPa
Tens adm punta		2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa	2,3 MPa
Tens adm fuste		0,12 MPa	0,12 MPa	0,12 MPa	0,12 MPa	0,02 MPa	0,02 MPa	0,02 MPa



6 FIGURAS

LEYENDA

SUELOS.



CUATERNARIO: RELLENOS ANTRÓPICOS.

ROCAS.



CRETÁCICO INFERIOR: FORMACIÓN SAN ANTONIO. LIMOLITAS GRISES CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y ARGILITAS.



ZONAS TECTONIZADAS DETECTADAS POR LA GEOFÍSICA.

SBEL-6



SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL PROYECTO DEL BIDEGORRI DE LA MARGEN DERECHA. (FULCRUM 2020).

S-2



SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1. BARAKALDO. (TYPESA 2020).

S-2



SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DEL BALLONTI. TRAMO CARMEN-GALINDO. (FULCRUM 2004).

S-1942-1



SONDEO MECÁNICO REALIZADO POR LA AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO. (1942).

S-6

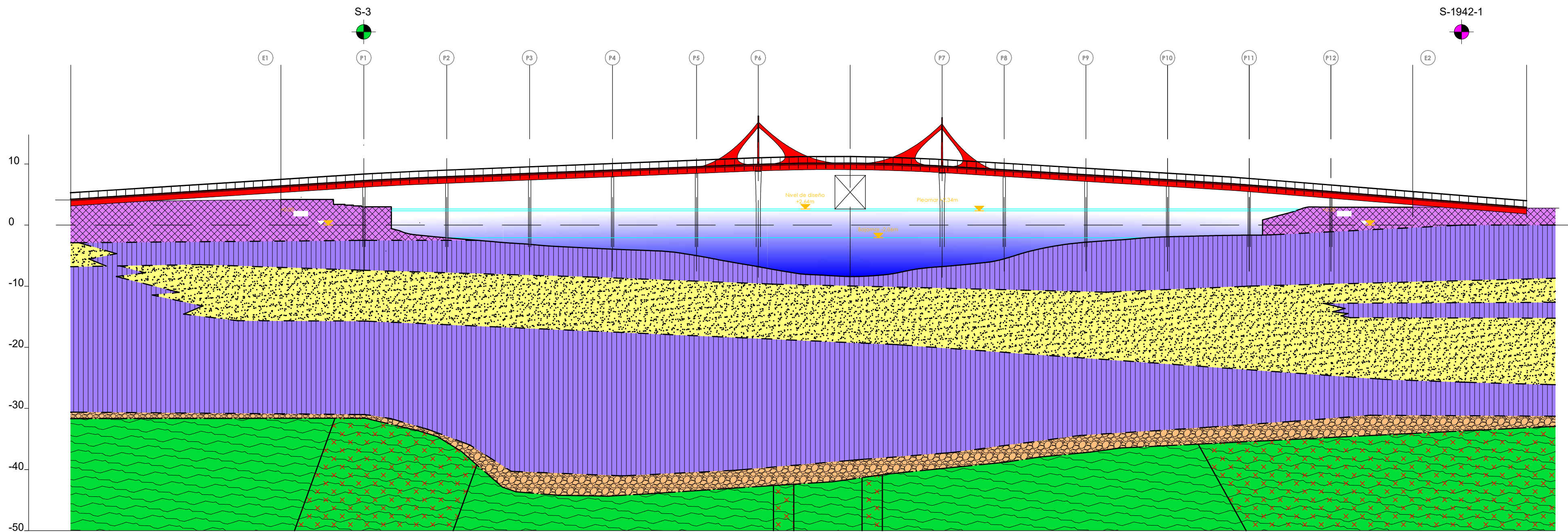


SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL MUELLE DE "LA MUDELA". (IDOM 2013).

S-2



SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL INFORME GEOTÉCNICO, MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE 112 VIVIENDAS, LOCALES Y GARAJES EN AL C/ ANTONIO TRUEBA (MANZANA 18) DE ERANDIO (BIZKAIA). (EUROESTUDIOS 1997).



LEYENDA

- RELLENOS ANTRÓPICOS.
- FACIES LIMOSAS: NIVELES DE LIMO GRIS CON CONTENIDO DE ARENA EN EL RANGO INDICIOS A BASTANTE. CONSISTENCIA BLANDA
- FACIES ARENOSAS. NIVELES DE ARENA GRIS CON CONTENIDO DE LIMO EN EL RANGO BASTANTE A LIMOSAS. COMPACIDAD FLOJA.
- FACIES GRAVOSAS. GRAVAS CON ALGO A BASTANTE ARENA Y ALGO DE LIMO. COMPACIDAD MEDIANAMENTE DENSA.
- ROCA. LIMOLITAS GRISES CON PASADAS DE ARENISCA GRIS CLARA.
- ROCA TECTONIZADA. LIMOLITAS GRISES CON PASADAS DE ARENISCA GRIS CLARA CON UN ÍNDICE DE FRACTURACIÓN ELEVADO Y ATRAVESADA POR PLANOS DE FALLA Y BANDAS DE BRECHAS Y MILONITAS .

- S-2 SONDEO MECÁNICO REALIZADO PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1. BARAKALDO. (TYP SA 2020).
- S-1942-1 SONDEO MECÁNICO REALIZADO POR LA AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO. (1942).
- CONTACTO ENTRE SUELOS DIFERENTES.
- CONTACTO SUELO-ROCA.

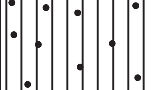
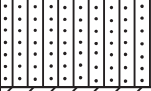
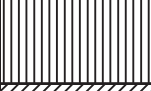
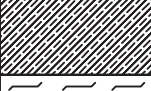
NOTA: los colores asignados a los distintos terrenos se corresponden con los del Atlas Geotécnico del Puerto de Bilbao.



7 APÉNDICE



7.1 APÉNDICE A-1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS

GRUPOS PRINCIPALES			SIMBOLO GRAFICO	SIMBOLO DE LETRAS	DESCRIPCION DEL SUELO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA	GRAVAS LIMPIAS		GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y DE ARENA CON POCOS FINOS O SIN FINOS
				GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y DE ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
		GRAVAS CON FINOS (FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE)		GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA ARENA-ARCILLA
				GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA-ARENA - ARCILLA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN FINOS)		SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA CON POCOS FINOS O SIN FINOS
				SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
		ARENAS CON FINOS (FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE)		SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA - LIMO
				SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA - ARCILLA
SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50		ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS ARCILLOSOS POCO PLASTICOS
				CL	ARCILLAS INORGANICAS POCO PLASTICAS O DE PLASTICIDAD MEDIANA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS
				OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS POCO PLASTICAS
	LIMOS Y ARCILLAS	LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50		MH	LIMOS INORGANICOS CON MICA O ARENA FINA DIATOMACEA O SUELOS LIMOSOS
				CH	ARCILLAS INORGANICAS MUY PLASTICAS ARCILLAS GRASAS
				OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIANA O MUY PLASTICAS, LIMOS ORGANICOS
SUELOS MUY ORGANICOS				PT	TURBA,HUMUS, SUELOS DE PANTANOS CON MUCHA MATERIA ORGANICA

NOTA.- SE UTILIZARAN SIMBOLOS DOBLES PARA CASOS INTERMEDIOS DE CLASIFICACION

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS



7.2 APÉNDICE A-2 CLAVES DE LA DESCRIPCIÓN DE SUELOS

CLASIFICACION DE LAS PARTICULAS DE SUELO POR SU TAMAÑO

DIAMETRO DE LAS PARTICULAS EN MILIMETROS (ASTM)

	0'074	0'42	2	4'75	19'1	100	
ARCILLA O LIMO	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	BOLOS	
	ARENA			GRAVA			
SUELOS DE GRANO FINO	SUELOS DE GRANO GRUESO						

SUELOS DE GRANO GRUESO. DENSIDAD RELATIVA EN FUNCION DEL ENSAYO S.P.T.

DENSIDAD	GOLPEO SPT / 30 cms.
MUY FLOJO	0 a 4
FLOJO	5 a 10
MEDIANAMENTE DENSO	11 a 30
DENSO	31 a 50
MUY DENSO	>50

(ASTM D 2488-06)

SUELOS DE GRANO FINO. RESISTENCIA EN FUNCION DE LA COHESION

RESITENCIA	COHESION (kg/cm².)
MUY BLANDO	<0.125
BLANDO	0.125 a 0.25
MODERADAMENTE FIRME	0.25 a 0.50
FIRME	0.50 a 1
MUY FIRME	1 a 2
DURO	2 a 4
MUY DURO	>4

(ASTM D 2488-06)

FRACCIONES SECUNDARIAS

DESCRIPCION	PROPORCION (%EN PESO)
INDICIOS	0 a 10
ALGO	10 a 20
BASTANTE	20 a 35
SUFIJO OSO/OSA	35 a 40

(ASTM D 2488-06)

CLAVE DE LA DESCRIPCION DE SUELOS EMPLEADA EN LOS SONDEOS Y CALICATAS



7.3 APÉNDICE A-3 ESCALA DE METEORIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

GRADO METEORIZACION	DENOMINACION	CRITERIO 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 ESTAN MANCHADAS DE OXIDO PERO EL BLOQUE UNITARIO ENTRE JUNTAS MANTIENE EL COLOR LUSTROSO DE LA ROCA SANA.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	CLARAMENTE METEORIZADA A TRAVÉS DE LA PETROFÁBRICA, RECONOCIÉNDOSE EL CAMBIO DE COLOR RESPECTO DE LA ROCA SANA. EL CAMBIO DE COLOR PUEDE SER DESDE SIMPLES MANCHAS A VARIACIÓN DE COLOR DE TODA LA MASA, GENERALMENTE A COLORES TÍPICOS DE ÓXIDOS DE HIERRO. LA RESISTENCIA DE LA ROCA PUEDE VARIAR DESDE MUY ANÁLOGA A LA ROCA DE GRADO II HASTA BASTANTE MÁS BAJA, PERO TAL QUE 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, COMPLETAMENTE DESCOMPUESTO POR METEORIZACIÓN "IN SITU", PERO EN EL CUAL SE PUEDE RECONOCER LA ESTRUCTURA DE LA ROCA ORIGINAL.
	SUELO	MATERIAL COMPLETAMENTE DESCOMPUESTO SIN QUE PUEDA RECONOCERSE LA TEXTURA DE LA ROCA.

ESCALA DE METEORIZACION (D.G. MOYE)



7.4 APÉNDICE A-4 REGISTRO DE LOS SONDEOS DE INFORMES CONSULTADOS

**1. Estudio geológico-geotécnico realizado para el Proyecto de
Regeneración de los Muelles en la Parcela RES AL-1 Barakaldo**



APÉNDICE 1. REGISTROS DE LOS SONDEOS



Apéndice 1.1. Sondeos Proyecto, TYPESA junio 2020

COORDENADAS	X:501.479										SONDA TIPO: TECOINSA TP-50										OBSERVACIONES:										INGELUR										SOLICITANTE:										TYPSA										OBRA: CAMPAÑA A DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	Y:4.794.464										EMPRESA DE SONDEOS: INGELUR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Z:3,20										TESTIFICADO POR: DANIEL HORNA																																																																																SONDISTA: IÑAKI MELCHOR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
PERMEABILIDAD PRESIOMETRO	RECUPERACION(%)					METEORIZACIÓN					FRACTURAS (Nº/30cm.)					R.Q.D.					PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	Ø PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREATICO	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

COORDENADAS	X:501.479		SONDA TIPO: TECOINSA TP-50		OBSERVACIONES:				SOLICITANTE:				OBRA: CAMPAA DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA														
	Y:4.794.464		EMPRESA DE SONDEOS: INGELUR																								
	Z:3,20		TESTIFICADO POR: DANIEL HORNA																								
				SONDISTA: IÑAKI MELCHOR																							
PERMEABILIDAD PRESIOMETRO	RECUPERACION(%)	METEORIZACIÓN		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.		PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	Ø PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA LITOLÓGICA	METODO DE PERFORACION:												
															REFERENCIA: L034_2020												
														DIBUJADO: AIM		COTEJO: 		FECHA: 04/06/2020		SONDEO: S-1		HOJA: 3 de 7					
DESCRIPCIÓN																											
		100																								13.70-27.60 LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									
		100																									



Emplazamiento



Caja 1 : Profundidad de 0.00-2.10m.



Caja 2 : Profundidad de 2.10-4.50m.



Caja 3 : Profundidad de 4.50-8.00m.



Caja 4 : Profundidad de 8.00-10.70m.



Caja 5 : Profundidad de 10.70-13.20m.



SOLICITANTE:



OBRA:
CAMPAA DE GEOTECNICA
DE LA REGENERACI N DE LOS MUELLES
DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA

REFERENCIA:
L034_2020

DIBUJADO:
AIM

COTEJO:

FECHA:
04/06/2020

SONDEO:
S-1

HOJA:
6 de 7



Caja 6 : Profundidad de 13.20-15.60m.



Caja 7 : Profundidad de 15.60-18.00m.



Caja 8 : Profundidad de 18.60-20.40m.



Caja 9 : Profundidad de 20.40-22.80m.



Caja 10 : Profundidad de 22.80-25.20m.



Caja 11 : Profundidad de 25.20-27.60m.

	SOLICITANTE:				
	REFERENCIA: L034_2020		DIBUJADO: AIM	COTEJO:	
OBRA: CAMPAA DE GEOTECNICA DE LA REGENERACI N DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA			FECHA: 04/06/2020	SONDEO: S-1	HOJA: 7 de 7



Caja 12 : Profundidad de 27.60-30.00m.



Caja 13 : Profundidad de 30.00-32.40m.



Caja 14 : Profundidad de 32.40-35.20m.



Caja 15 : Profundidad de 35.20-37.50m.



Caja 16 : Profundidad de 37.50-39.40m.

[illegible]

COORDENADAS		X:501.595										SONDA TIPO: TECOINSA TP-50										OBSERVACIONES:																				SOLICITANTE:																				OBRA: CAMPAA DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		Y:4.794.414										EMPRESA DE SONDEOS: INGELUR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Z:3,32										TESTIFICADO POR: DANIEL HORNA																																																																																SONDISTA: IÑAKI MELCHOR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
PERMEABILIDAD PRESIOMETRO		RECUPERACION(%)		METEORIZACIÓN					FRACTURAS (Nº/30cm.)					R.Q.D.					PROFUNDIDAD(m.)		TIPO		ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.		Ø PERFORACION (mm.)		TIPO DE CORONA		NIVEL FREÁTICO		COLUMNA LITOLÓGICA		METODO DE PERFORACION:										REFERENCIA: L034_2020										DIBUJADO: AIM										COTEJO: 										FECHA: 10/06/2020										SONDEO: S-3										HOJA: 4 de 7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																																	DESCRIPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
36.50																			36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									



Emplazamiento



Caja 1 : Profundidad de 0.00-2.20m.



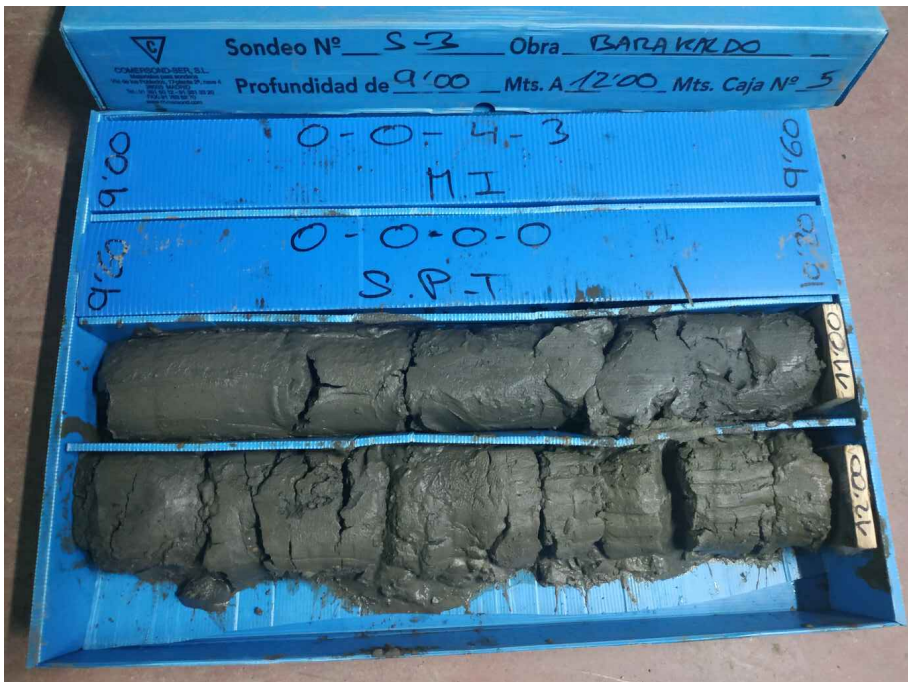
Caja 2 : Profundidad de 2.20-4.20m.



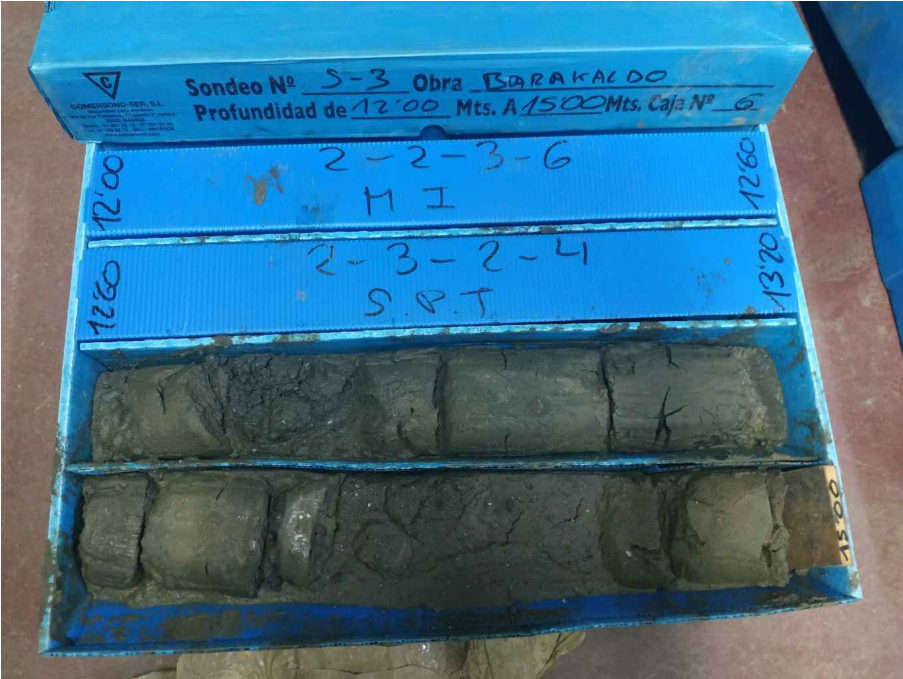
Caja 3 : Profundidad de 4.20-6.60m.



Caja 4 : Profundidad de 6.60-9.00m.



Caja 5 : Profundidad de 9.00-12.00m.



Caja 6 : Profundidad de 12.00-15.00m.



Caja 7 : Profundidad de 15.00-18.60m.



Caja 8 : Profundidad de 17.60-21.00m.



Caja 9 : Profundidad de 21.00-23.40m.



Caja 10 : Profundidad de 23.40-25.80m.



Caja 11 : Profundidad de 25.80-28.20m.



SOLICITANTE:



OBRA: CAMPAÑA DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA

REFERENCIA: L034_2020

DIBUJADO: AIM

COTEJO:

FECHA: 10/06/2020

SONDEO: S-3

HOJA: 7 de 7



Caja 12 : Profundidad de 28.20-30.60m.



Caja 13 : Profundidad de 30.60-33.00m.



Caja 14 : Profundidad de 33.00-35.15m.



Caja 15 : Profundidad de 35.15-37.50m.



Caja 16 : Profundidad de 37.50-38.50m.

COORDENADAS	X:501.608					SONDA TIPO: TECOINSA TP-50					OBSERVACIONES:							SOLICITANTE:				OBRA: CAMPAA DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA											
	Y:4.794.262					EMPRESA DE SONDEOS: INGELUR																											
	Z:3,40					TESTIFICADO POR: DANIEL HORNA																											
					SONDISTA: IÑAKI MELCHOR																												
PERMEABILIDAD PRESIOMETRO	RECUPERACION(%)	METEORIZACIÓN					FRACTURAS (Nº/30cm.)					R.Q.D.					PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	Ø PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN									
		1	2	3	4	5	1	4	16	64	80	60	40	20																			
	100													24																			
	100																	101	W														
	100																																
	100																																
28.20	100																																
P	100																																
29.50																																	
	90																																
	90																																

		SOLICITANTE: 	OBRA: CAMPAÑA DE GEOTÉCNICA DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO, BIZKAIA		
REFERENCIA: L034_2020	DIBUJADO: AIM	COTEJO: 	FECHA: 16/06/2020	SONDEO: S-6	HOJA: 5 de 8



Emplazamiento



Caja 1 : Profundidad de 0.00-2.20m.



Caja 2 : Profundidad de 2.20-3.30m.



Caja 3 : Profundidad de 3.30-5.00m.



Caja 4 : Profundidad de 5.00-7.60m.



Caja 5 : Profundidad de 7.60-10.00m.



SOLICITANTE:



OBRA:

CAMPAÑA DE GEOTÉCNICA
DE LA REGENERACIÓN DE LOS MUELLES
DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO, BIZKAIA

REFERENCIA:
L034_2020

DIBUJADO:
AIM

COTEJO:

FECHA:
16/06/2020

SONDEO:
S-6

HOJA:
6 de 8



Caja 6 : Profundidad de 10.00-12.60m.



Caja 7 : Profundidad de 12.60-15.00m.



Caja 8 : Profundidad de 15.00-18.00m.



Caja 9 : Profundidad de 18.00-20.40m.



Caja 10 : Profundidad de 20.40-22.80m.



Caja 11 : Profundidad de 22.80-25.20m.



Caja 12 : Profundidad de 25.20-27.60m.



Caja 13 : Profundidad de 27.60-30.70m.



Caja 14 : Profundidad de 30.70-33.30m.



Caja 15 : Profundidad de 33.30-36.00m.



Caja 16 : Profundidad de 36.00-38.00m.



Caja 17 : Profundidad de 38.00-40.20m.



SOLICITANTE:



OBRA:
CAMPAA DE GEOTECNICA
DE LA REGENERACIÖ N DE LOS MUELLES
DE LA PARCELA RES AL-1 EN BARAKALDO. BIZKAIA

REFERENCIA:
L034_2020

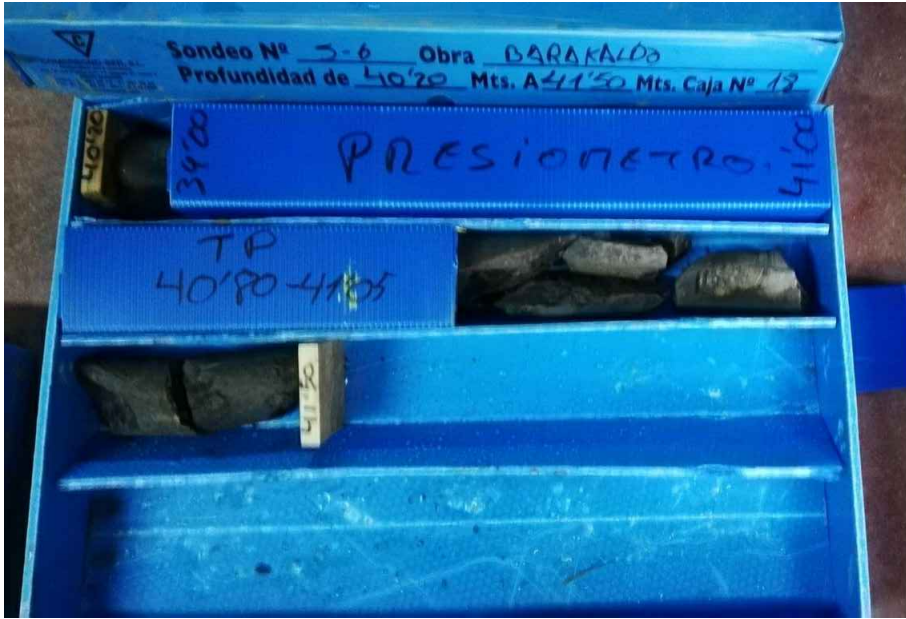
DIBUJADO:
AIM

COTEJO:

FECHA:
16/06/2020

SONDEO:
S-6

HOJA:
8 de 8



Caja 18 : Profundidad de 40.20-41.50m.



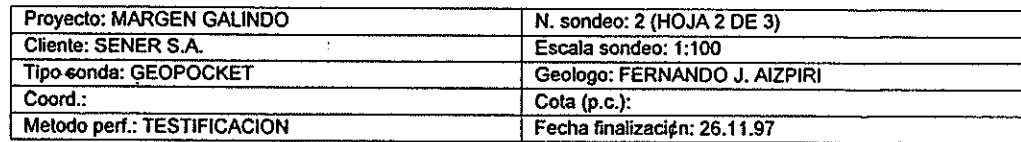
Apéndice 1.2. Sondeo “Relleno Dársena de Portu”, SENER noviembre 1997

Proyecto: MARGEN GALINDO	N. sondeo: 2 (HOJA 1 DE 3)
Cliente: SENER S.A.	Escala sondeo: 1:100
Tipo-sonda: GEOPOCKET	Geologo: FERNANDO J. AIZPURI
Coord.:	Cota (p.c.):
Metodo perf.: TESTIFICACION	Fecha finalización: 26.11.97

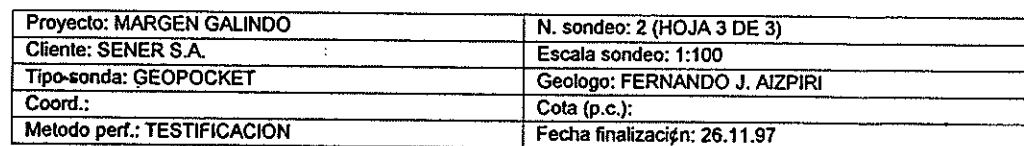
Escala 1:100	Diam. sondeo	Entubación	Profundidad	Cota	Potencia	Estratigrafía	Descripción	Recuperación	Muestras	n(SPT)	Vane Test	Torvane	Geotester	Freatico	Piezometro
1	101.00		0.10	-1.10	0.10		Solera de hormigón Entubación colgada desde el muelle para alcanzar el lecho de la ría	20							
2					3.90										
3															
4			4.00	-4.00	0.30		Hormigón, probablemente una viga riostra entre zapatas			4.80 4/3/R 5.40					
5	98.000		4.30	-4.30			Reellenos formados por gravas y cantos de naturaleza margosa que pasa en profundidad a gravas en matriz de arcillas rojas. El relleno se realizó vertiendo inicialmente todo-uno con abundante fracción arcillosa y posteriormente cantos y bloques								
6					3.20										
7															
8			7.50	-7.50			Arenas de grano medio y fino, de color gris. No plásticas. No cohesivas.								
9	86.00														
10									9.00 MI-0 9.60						
11										10.00 2/3/3/4 10.60					
12					12.50										
13									12.40 MI-0 13.00			0.30	1.20		
14										13.20 2/2/3/4 13.80					
15															

Las muestras señaladas como MI-0 son muestras en las que no se consiguió recuperación en el tubo Shelby
Freatico mareal a la misma cota que la lámina de agua en la ría. No se instaló piezometro

Valores de las columnas Vanetest, Torvane y Geotester en kg/cm2



Escala 1:100	Diam. sondeo	Entubacion	Profundidad	Cota	Potencia	Estratigrafia	Descripcion	Recuperacion				Muestras	n(SPT)	Vane Test	Torvane	Geotester	Freatico	Piezometro	
16	88.00	98.000	20.00	-20.00	12.50		Arenas de grano medio y fino, de color gris. No plásticas. No cohesivas.	25	26	28	30	15.00 MI-1 15.80	15.80 3/4/4/6 16.40	0.24	0.25	0.70			
17												17.00 MI-2 17.60							17.80 2/3/4/7 18.40
18												18.80 MI-3 19.20							18.40
19												20.00 MI-4 20.80							
20			21.50 MI-5 22.10	0.27															
21			23.00 MI-0 23.80	24.00 3/3/4/6 24.60	0.20	0.25	0.70												
22																			
23																			
24																			
25			23.00	-23.00	2.50		Arenas finas limosas pasando transicionalmente a limos arenosos. Puede interpretarse como un lentejón limoso intercalado en el nivel de arenas	29	30	25.50 MI-6 26.10									
26																			
27																			
28																			
29			25.50	-25.50	5.50		Limos negros muy blandos, plásticos, con elevada cohesión.	31	32	27.00 MI-7 27.70		0.20	0.00						
30										28.90 MI-8 29.10		0.15	0.70						

[illegible]

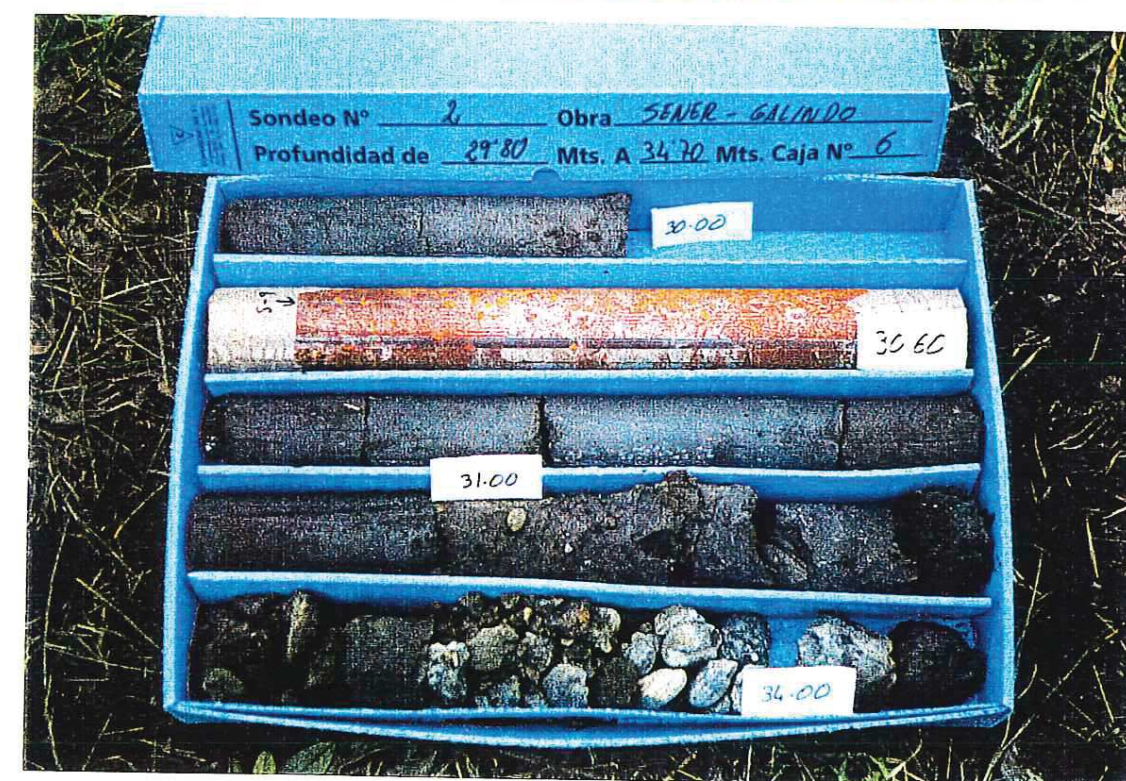
SONDEO 2.- MUELLE DE LA DARSENA DE PORTU



SONDEO 2.- MUELLE DE LA DARSENA DE PORTU



SONDEO 2.- MUELLE DE LA DARSENA DE PORTU



**2. Proyecto de Construcción del Eje de Ballonti Tramo: Carmen –
Galindo; Anejo nº 2. Geología y Geotecnia**

FECHA: MAYO/04

SITUACIÓN (P.K.): 0+180 RAMAL RIO GALINDO

DISTANCIA A EJE: 9 m IZDA

COORDENADAS

X:

Y:

Z: 8,00 m

SUPERVISOR GEMA MORENO

EMPRESA GEODECAN

TIPO Sonda ROLATEC RL-400

SONDISTA TEODOSIO SERRANO

GOLPEO AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %

DENSIDAD SECA T/m³

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA

% GRAVA

% ARENA

% FINOS

ENSAYO VANIE kPa/cm²

OTROS ENSAYOS

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

0

100

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

1200

1300

1400

1500

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

0

100

100

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

1200

1300

1400

1500

DESCRIPCIÓN

PAVIMENTO HORMIGONADO

RELLENO ANTRÓPICO:

GM.- GRAVA CON BASTANTE ARENA Y ALGO DE LIMO GRIS OSCURO Y MARRÓN (FLOJA). FRAGMENTOS DE LIMOLITA GRIS TAMAÑO GRAVA Y ARENA

NIVEL DE 20 cm DE ESCORIAS, ARENA NEGRA CON ALGO DE GRAVA Y LIMO (FLOJA)

GC.- GRAVA CON BASTANTE ARCILLA GRIS OSCURO Y ALGO DE ARENA OCRE (FLOJA)

PRESENTA FRAGMENTOS TAMAÑO GRAVA DE LIMOLITA GRIS, ARENISCA OCRE, CON INDICIOS DE ESCORIAS

DESAPARECEN LAS ESCORIAS

BOLO DE ARENISCA GRIS

PASA A REGISTRO DE ROCA

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION

TIEMPO EN DÍAS

PROFUNDIDAD m.

MAREA

+1

+2

+3

+4

+5

+14

+21

ENSAYOS DE LABORATORIO

COMPRESIÓN SIMPLE kg / cm²

OTROS ENSAYOS

DATOS GEOMECÁNICOS

R.Q.D

FRACTURAS Nº / 30 cm.

GRADO DE METEORIZACIÓN

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

DESCRIPCIÓN

VIENE DEL REGISTRO DE SUELO

Fm. SAN FRANCISCO:

ARENISCA GRIS CLARO Y OCRE DE GRANO MEDIO A GRUESO PRESENTA ESTRATIFICACIÓN REPLEGADA, MAL DEFINIDA

NIVEL DE 20 cm MUY FRACTURADO CON RELLENO DE ARENA ARCILLOSA GRIS

PRESENTA JUNTAS OXIDADAS CON PÁLINAS mm DE ARCILLA OCRE Y GRIS CLARO

LIMOLITA GRIS OSCURO CON INTERCALACIONES cm DE ARENISCA GRIS Y OCRE

LIMOLITA MUY FRACTURADA, GRAVA CON BASTANTE LIMO GRIS OSCURO CON TONOS OCRES (MUY DENSE)

LIMOLITA GRIS OSCURO CON INTERCALACIONES mm-cm DE ARENISCA GRIS CLARO

PRESENTA JUNTAS OXIDADAS

FINAL DEL SONDEO A 15,50 m

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACION

TIEMPO EN DÍAS

PROFUNDIDAD m.

MAREA

+1

+2

+3

+4

+5

+14

+21

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

FECHA: MAYO/04

SITUACIÓN (P.K.): 0+280 RAMAL RIO GALINDO

DISTANCIA A EJE: 15 m IZDA

COORDENADAS

X:

Y:

Z: 3.50 m

SUPERVISOR: GEMA MORENO

EMPRESA: GEODECAN

TIPO SONDA: ROLATEC RL-400

SONDISTA: TEODOSIO SERRANO

GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %

DENSIDAD SECA T/m³

L.L.

I.P.

% ARENA

% FINOS

R.C.S. kp/cm²

ENSAYO VANE LAB. kp/cm²

ENSAYO VANE CAMPO kp/cm²

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

DESCRIPCIÓN

RELLENO ANTRÓPICO

SM.- ARENA MARRÓN GRISÁCEA CON ALGO DE LIMO E INDICIOS DE GRAVA Y ESCORIAS (MED. DENSA)

BLOQUE DE HORMIGÓN DE UNOS 30 cm

GM.- GRAVA CON INDICIOS DE ARENA Y LIMO NEGRO DE TONOS ROJIZOS PROCEDENTES DE ESCORIAS DE FUNDICIÓN (MED DENSA)

A 1.20 m AUMENTA CONTENIDO EN ARENA (BASTANTE)

PRESENTA ALGÚN FRAGMENTO TAMAÑO GRAVA DE LIMOLITA Y ARENISCA AISLADO

DISMINUYE LA COMPACIDAD (FLOJA)

DISMINUYE CONTENIDO EN ARENA (ALGO)

CAMBIA COLOR A MARRÓN GRISÁCEO

AUMENTA LA COMPACIDAD (MED. DENSA)

DEPÓSITO DE ORIGEN ALUVIAL-ESTUARIO:

SM.- ARENA GRIS OSCURO CON BASTANTE LIMO (FLOJA)

ML/CL.- LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ALGO DE ARENA (BLANDO - MOD. FIRME). LA ARENA SE PRESENTA EN INTERCALACIONES mm-cm

PRESENTA ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CONCHAS Y RESTOS VEGETALES MARRONES Y NEGRUZCOS

SM.- ARENA GRIS CON INDICIOS A ALGO DE LIMO (FLOJA)

PRESENTA RESTOS DE CONCHAS FRAGMENTADAS

ML/CL.- LIMO ARCILLOSO GRIS CON INDICIOS DE ARENA (BLANDO - MOD. FIRME).

PRESENTA ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CONCHAS Y RESTOS VEGETALES MARRONES Y NEGRUZCOS

ARENA MICACEA DE GRANO FINO

AUMENTA CONTENIDO EN ARENA (BASTANTE)

AUMENTA LA CONSISTENCIA (MOD. FIRME)

DISMINUYE CONTENIDO EN ARENA (INDICIOS)

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACIÓN

TIEMPO EN DIAS	+1	+4	+5	+7	+10	+14	+21
PROFUNDIDAD m.	1.60	2.20	2.20	2.30			
MAREA	ALTA	BAJA	BAJA	BAJA			

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %

DENSIDAD SECA T/m³

L.L.

I.P.

% ARENA

% FINOS

R.C.S. kp/cm²

ENSAYO VANE LAB. kp/cm²

ENSAYO VANE CAMPO kp/cm²

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

DESCRIPCIÓN

ML/CL.- LIMO ARCILLOSO GRIS CON INDICIOS DE ARENA (MOD. FIRME).

PRESENTA ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CONCHAS Y RESTOS VEGETALES MARRONES Y NEGRUZCOS

PRESENCIA DE INTERCALACIONES mm DE ARENA MICACEA DE GRANO FINO

PASA A REGISTRO DE ROCA

MUESTRA INALTERADA

S.P.T.

MUESTRA PARAFINADA

MUESTRA INALTERADA VACIA

C.G.A.,S.L.
I.S.R., S.A.



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE BALLONTI
TRAMO: CARMEN - GALINDO
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-1

FECHA: MAYO/04

SITUACIÓN (P.K.): 0+280 RAMAL RIO GALINDO

DISTANCIA A EJE: 15 m IZDA

COORDENADAS

X:

Y:

Z: 3.50 m

SUPERVISOR: GEMA MORENO

EMPRESA: GEODECAN

TIPO DE SONDA: ROLATEC RL-400

SONDISTA: TEODOSIO SERRANO

GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

R.C.S. kpcm²

OTROS ENSAYOS

DATOS GEOMECÁNICOS

R.Q.D.

FRACTURAS Nº / 30 cm.

GRADO DE METEORIZACIÓN

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

SONDEO SE-2

DESCRIPCIÓN

DATOS ESTRUCTURALES

BUZAMIENTO DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL

BUZAMIENTO (°) DE OTRAS DISCONTINUIDADES

AZIMUT

ENSAYOS DE LABORATORIO

R.C.S. kpcm²

OTROS ENSAYOS

DATOS GEOMECÁNICOS

R.Q.D.

FRACTURAS Nº / 30 cm.

GRADO DE METEORIZACIÓN

RECUPERACIÓN %

MUESTRA Nº

GOLPES / 30 cm.

SÍMBOLO GRÁFICO

SONDEO SE-2

DESCRIPCIÓN

DATOS ESTRUCTURALES

BUZAMIENTO DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL

BUZAMIENTO (°) DE OTRAS DISCONTINUIDADES

AZIMUT

LECTURAS DEL NIVEL FREÁTICO DESPUES DE TERMINADA LA PERFORACIÓN

TIEMPO EN DÍAS	+1	+4	+5	+7	+10	+14	+21			
PROFUNDIDAD m.	1,60	2,20	2,20	2,30						
MAREA	ALTA	BAJA	BAJA	BAJA						

C.G.A., S.L.

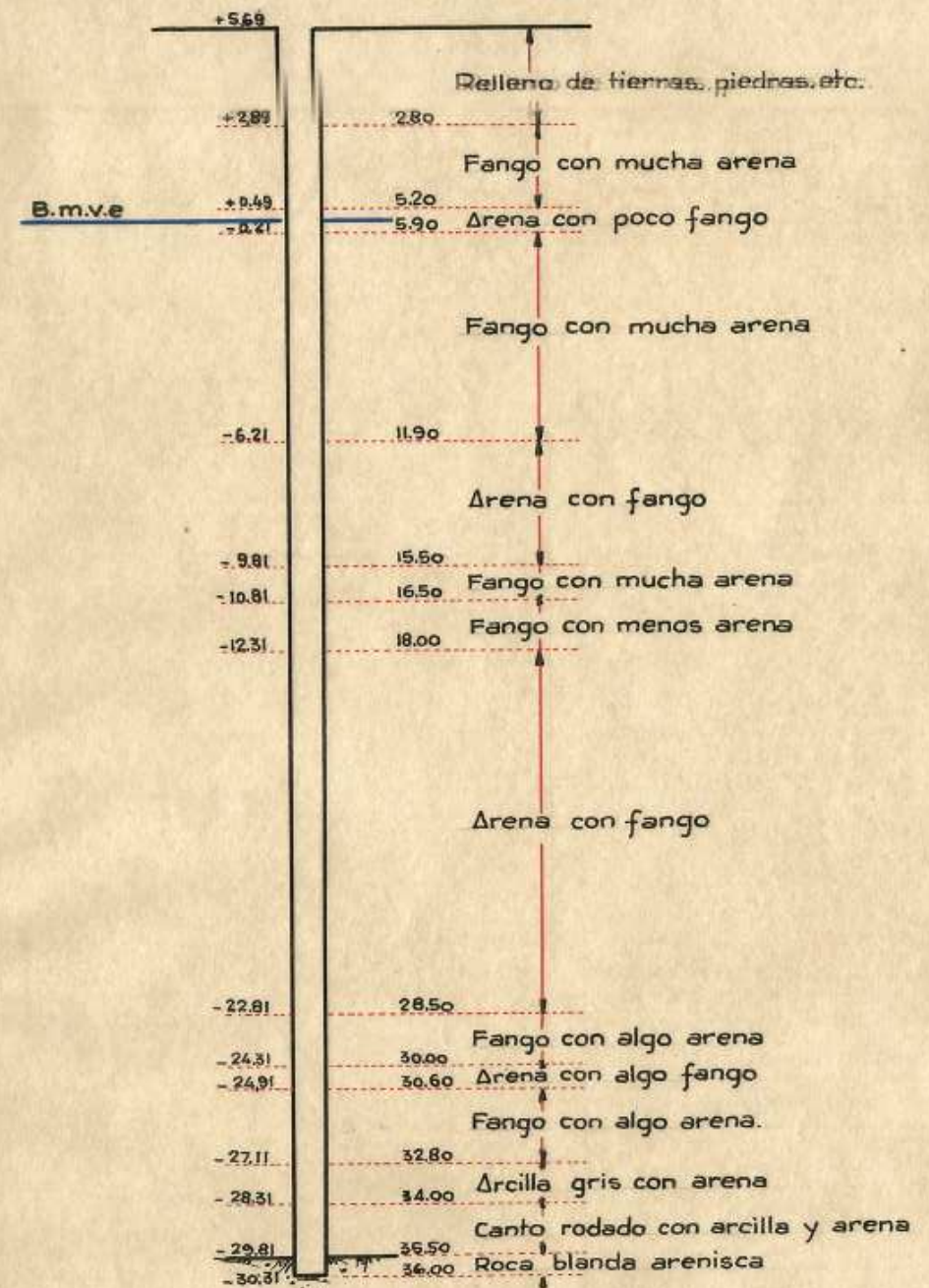
I.S.R., S.A.



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE BALLONTI
TRAMO: CARMEN - GALINDO
FOTOGRAFÍAS DEL SONDEO SE-2**

3. Sondeos en Erandio (Campa de los Bueyes)

SONDA N° 1.





7.5 APÉNDICE A-5 ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS INFORMES CONSULTADOS



APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO



Apéndice 4.1. Resumen ensayos de laboratorio

RESUMEN DE ENSAYOS. MUESTRAS DE SONDEOS

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1 BARAKALDO

REFERENCIAS						IDENTIFICACIÓN									RESISTENCIA						EDÓMETRO			QUÍMICOS		Clasif. USCS	
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			TIPO TERRENO	FORMACIÓN	DENSIDAD		HN w (%)	LIMITES ATTERBERG			GRANULOMETRIA			COMPR ESIÓN SIMPLE q _u (MPa)	Tracción σ _t (Mpa)	Mod Young E Mpa	Coef Poisson μ	CORTE DIRECTO (CD)		Índice poros inicial eo	Índice compresión, Cc	Índice hinchamiento, Cs	Contenido en ión sulfato (mg/kg)		Índice de acidez Baumann Gully (ml/kg)
		DE	A	MEDIA			Seca (t/m ³)	Aparente (t/m ³)		LL	LP	IP	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)					Cohesión (kPa)	Fricción (°)						
S-1	MI-1	9,00	9,60	9,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas, de color gris, con restos de conchas y materia orgánica. Nota: El contenido en limo en este nivel es ligeramente variable	Q Aluvial (Arenas)	1,511	1,957	29,50	NP	NP	NP	6,00	87,00	7,00	0,01				3,00	30,30	0,754	0,166	0,0170	762,00	0,00	SW-SM
S-1	MI-2	12,00	12,60	12,30	LIMOS muy blandos a blandos, de color gris oscuro-marrón, con abundante materia orgánica. Son muy plásticos.	Q Aluvial (Limos)										0,07											
S-1	MI-4	18,00	18,60	18,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)	1,316	1,878	42,70	45,1	30,2	14,9	0,0	5,00	95,0	0,12				44,00	4,30					ML	
S-1	MI-5	21,00	21,60	21,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)										0,07					0,927	0,261	0,0600	1325,00	4,00		
S-1	MI-6	24,00	24,60	24,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)	1,200	1,755	46,30	39,9	32,9	7,1	0,0	6,0	94,0	0,09				6,00	24,70					ML	
S-1	TP-1	37,50	38,00	37,75	MARGAS CON PASADAS ARENISCOSAS blandas, de color gris, ligeramente meteorizadas a sanas, de calidad excelente. Las maniobras salen completas. Se intuye una estratificación con 6~70°	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)										8,30	1,56	1306,73	0,20								
S-3	MI-1	9,00	9,60	9,30	LIMOS ARENOSOS sueltos, de color gris oscuro, con abundante materia orgánica (restos de conchas). El % de arena en este nivel es ligeramente variable.	Q Aluvial (Arenas)	1,405	1,800	28,10	31,5	27,8	3,7	3,0	18,0	79,0	0,07				14,00	24,10	0,802	0,234	0,0480	412,00	0,00	ML
S-3	MI-2	12,00	12,60	12,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas a medianamente densas, de color gris-marrón, con abundantes conchas y restos de materia orgánica.	Q Aluvial (Arenas)	1,530	2,018	31,90	NP	NP	NP	1,0	82,0	17,0	0,03				37,00	29,10						SM
S-3	MI-3	15,00	15,60	15,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas a medianamente densas, de color gris-marrón, con abundantes conchas y restos de materia orgánica.	Q Aluvial (Arenas)															1,014	0,176	0,0250	1248,00	0,00		
S-3	MI-4	27,00	27,60	27,30	LIMOS ALGO ARCILLOSOS Y/O ARENOSOS blandos, de color gris-marrón, con restos de conchas y abundante materia orgánica.	Q Aluvial (Limos)	1,228	1,775	44,60	31,8	31,0	0,8	1,0	35,0	64,0	0,06				9,00	28,20					ML	
S-3	TP-1	36,10	36,40	36,25	MARGAS Y/O LIMOLITAS muy blandas a blandas de color negro, bastante a ligeramente meteorizadas, con juntas muy cerradas, de calidad muy mala. Es posible que nos encontremos en una zona de fractura.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)										0,40											
S-3	TP-2	38,20	38,50	38,35	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente a bastante meteorizadas, con juntas muy cerradas, de calidad muy mala.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)										1,90	0,36	188,19	0,10								
S-6	MI-1	12,00	12,60	12,30	ARENAS CON ALGO DE LIMO de color gris, medianamente densas, con materia orgánica y conchas.	Q Aluvial (Arenas)	1,425	1,889	32,60	NP	NP	NP	1,0	27,0	29,0	0,05				47,00	27,70	0,862	0,173	0,0290	725,00	0,00	SM
S-6	MI-2	21,00	21,60	21,30	LIMOS ARCILLOSOS (fuerte olor a materia orgánica) CON TRAZAS DE ARENA sueltos y/o muy blandos, de color gris oscuro, con abundante materia orgánica.	Q Aluvial (Limos)	1,307	1,808	38,30	33,2	28,5	4,7	0,0	11,0	89,0	0,03				46,00	3,30	0,942	0,209	0,0440	322,00	0,00	ML
S-6	MI-3	27,00	27,60	27,30	LIMOS CON ALGO DE ARENA Y TRAZAS DE ARCILLA (abundante materia orgánica) medianamente densos, de color gris oscuro.	Q Aluvial (Limos)	1,274	1,788	40,30	NP	NP	NP	9,0	40,0	51,0	0,11				3,00	28,20					ML	
S-6	TP-1	39,10	39,40	39,25	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente meteorizadas, con juntas algo cerradas.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)										2,50											
S-6	TP-2	40,80	41,05	40,93	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente meteorizadas, con juntas algo cerradas.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)										62,80	6,66	#####	0,23								
CT-4	MA-1	1,30	1,30	1,30	RELLENOS HETEROGÉNEOS. Arenas de fundición y arenas sueltas a medianamente densas con gravas	RelLENos Antrópicos	1,326	1,539	16,10	39,4	26,0	13,4	37,0	3,0	60,0								0,00	81,00		ML	
CT-5	MA-1	0,90	0,90	0,90	RELLENOS. Arenas de fundición, medianamente densas, de color negro, con residuos sólidos urbanos, también hay bolos de naturaleza poligénica.	RelLENos Antrópicos	1,125	1,379	22,60	46,8	34,7	12,1	17,0	6,0	81,0								0,00	220,00		ML	

RESUMEN DE ENSAYOS. MUESTRAS NIVEL 1. RELLENOS ANTRÓPICOS

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1 BARAKALDO

REFERENCIAS						IDENTIFICACIÓN							RESISTENCIA						EDÓMETRO			QUÍMICOS				
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			TIPO TERRENO	FORMACIÓN	DENSIDAD		HN w (%)	LIMITES ATTERBERG			GRANULOMETRIA			COMPR ESIÓN SIMPLE q _u (MPa)	Tracción σ _t (Mpa)	Mod Young E Mpa	Coef Poisson μ	CORTE DIRECTO (CD)		Índice poros inicial e _o	Índice compresión , C _c	Índice hinchamien to, C _s	Contenido en ión sulfato (mg/kg)	Índice de acidez Baumann Gully (ml/kg)
		DE	A	MEDIA			Seca (t/m³)	Aparente (t/m³)		LL	LP	IP	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)					Cohesión (kPa)	Friccción (°)					
CT-4	MA-1	1,30	1,30	1,30	RELLENOS HETEROGÉNEOS. Arenas de fundición y arenas sueltas a medianamente densas con gravas	Rellenos Antrópicos	1,326	1,539	16,10	39,4	26,0	13,4	37,0	3,0	60,0									0,00	81,00	
CT-5	MA-1	0,90	0,90	0,90	RELLENOS. Arenas de fundición, medianamente densas, de color negro, con residuos sólidos urbanos, también hay bolos de naturaleza poligénica.	Rellenos Antrópicos	1,125	1,379	22,60	46,8	34,7	12,1	17,0	6,0	81,0									0,00	220,00	

RESUMEN DE ENSAYOS. MUESTRAS NIVEL 2.1. ARENAS

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1 BARAKALDO

REFERENCIAS						IDENTIFICACIÓN									RESISTENCIA						EDÓMETRO			QUÍMICOS			
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD			TIPO TERRENO	FORMACIÓN	DENSIDAD		HN	LIMITES ATTERBERG			GRANULOMETRIA			COMPR ESIÓN SIMPLE	Tracción	Mod Young	Coef Poisson	CORTE DIRECTO (CD)		Índice poros inicial eo	Índice compresión , Cc	Índice hinchamien to, Cs	Contenido en ión sulfato (mg/kg)	Índice de acidez Baumann Gully (ml/kg)	
		DE	A	MEDIA			Seca (t/m³)	Aparente (t/m³)		w (%)	LL	LP	IP	Grava (%)	Arena (%)					Finos (%)	Cohesión (kPa)						Fricción (°)
									q _u (MPa)							σ _t (Mpa)	E Mpa	μ	Cohesión (kPa)								
S-1	MI-1	9,00	9,60	9,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas, de color gris, con restos de conchas y materia orgánica. Nota: El contenido en limo en este nivel es ligeramente variable	Q Aluvial (Arenas)	1,511	1,957	29,50	NP	NP	NP	6,00	87,00	7,00	0,01					3,00	30,30	0,754	0,166	0,0170	762,00	0,00
S-3	MI-1	9,00	9,60	9,30	LIMOS ARENOSOS sueltos, de color gris oscuro, con abundante materia orgánica (restos de conchas). El % de arena en este nivel es ligeramente variable.	Q Aluvial (Arenas)	1,405	1,800	28,10	31,5	27,8	3,7	3,0	18,0	79,0	0,07					14,00	24,10	0,802	0,234	0,0480	412,00	0,00
S-3	MI-2	12,00	12,60	12,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas a medianamente densas, de color gris-marrón, con abundantes conchas y restos de materia orgánica.	Q Aluvial (Arenas)	1,530	2,018	31,90	NP	NP	NP	1,0	82,0	17,0	0,03					37,00	29,10					
S-3	MI-3	15,00	15,60	15,30	ARENAS ALGO LIMOSAS sueltas a medianamente densas, de color gris-marrón, con abundantes conchas y restos de materia orgánica.	Q Aluvial (Arenas)																1,014	0,176	0,0250	1248,00	0,00	
S-6	MI-1	12,00	12,60	12,30	ARENAS CON ALGO DE LIMO de color gris, medianamente densas, con materia orgánica y conchas.	Q Aluvial (Arenas)	1,425	1,889	32,60	NP	NP	NP	1,0	27,0	29,0	0,05					47,00	27,70	0,862	0,173	0,0290	725,00	0,00

RESUMEN DE ENSAYOS. MUESTRAS NIVEL 2.2. LIMOS

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1 BARAKALDO

REFERENCIAS						IDENTIFICACIÓN										RESISTENCIA						EDÓMETRO			QUÍMICOS	
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			TIPO TERRENO	FORMACIÓN	DENSIDAD		HN w (%)	LIMITES ATTERBERG			GRANULOMETRIA			COMPR ESIÓN SIMPLE q _u (MPa)	Tracción σ (Mpa)	Mod Young E Mpa	Coef Poisson μ	CORTE DIRECTO (CD)		Índice poros inicial eo	Índice compresión , Cc	Índice hinchamien to, Cs	Contenido en ión sulfato (mg/kg)	Índice de acidez Baumann Gully (ml/kg)
		DE	A	MEDIA			Seca (t/m ³)	Aparente (t/m ³)		LL	LP	IP	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)					Cohesión (kPa)	Fricción (°)					
S-1	MI-2	12,00	12,60	12,30	LIMOS muy blandos a blandos, de color gris oscuro-marrón, con abundante materia orgánica. Son muy plásticos.	Q Aluvial (Limos)									0,07											
S-1	MI-4	18,00	18,60	18,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)	1,316	1,878	42,70	45,1	30,2	14,9	0,0	5,00	95,0	0,12				44,00	4,30					
S-1	MI-5	21,00	21,60	21,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)										0,07						0,927	0,261	0,0600	1325,00	4,00
S-1	MI-6	24,00	24,60	24,30	LIMOS algo arcillosos y algo arenosos, muy blandos, de color gris-marrón oscuro, con abundante materia orgánica y restos de conchas.	Q Aluvial (Limos)	1,200	1,755	46,30	39,9	32,9	7,1	0,0	6,0	94,0	0,09				6,00	24,70					
S-3	MI-4	27,00	27,60	27,30	LIMOS ALGO ARCILLOSOS Y/O ARENOSOS blandos, de color gris-marrón, con restos de conchas y abundante materia orgánica.	Q Aluvial (Limos)	1,228	1,775	44,60	31,8	31,0	0,8	1,0	35,0	64,0	0,06				9,00	28,20					
S-6	MI-2	21,00	21,60	21,30	LIMOS ARCILLOSOS (fuerte olor a materia orgánica) CON TRAZAS DE ARENA sueltos y/o muy blandos, de color gris oscuro, con abundante materia orgánica.	Q Aluvial (Limos)	1,307	1,808	38,30	33,2	28,5	4,7	0,0	11,0	89,0	0,03				46,00	3,30	0,942	0,209	0,0440	322,00	0,00
S-6	MI-3	27,00	27,60	27,30	LIMOS CON ALGO DE ARENA Y TRAZAS DE ARCILLA (abundante materia orgánica) medianamente densos, de color gris oscuro.	Q Aluvial (Limos)	1,274	1,788	40,30	NP	NP	NP	9,0	40,0	51,0	0,11				3,00	28,20					

RESUMEN DE ENSAYOS. MUESTRAS NIVEL 3. ROCA GM II

INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA EL PROYECTO DE REGENERACIÓN MUELLES PARCELA RES AL-1 BARAKALDO

REFERENCIAS						IDENTIFICACIÓN								RESISTENCIA						EDÓMETRO			QUÍMICOS		Clasif. USCS		
SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			TIPO TERRENO	FORMACIÓN	DENSIDAD		HN w (%)	LÍMITES ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			COMPRESIÓN SIMPLE	TRACCIÓN	Mod Young	Coef Poisson	CORTE DIRECTO (CD)		Índice poros inicial eo	Índice compresión, Cc	Índice hinchamiento, Cs		Contenido en ión sulfato (mg/kg)	Índice de acidez Baumann Gully (ml/kg)
		DE	A	MEDIA			Seca (t/m³)	Aparente (t/m³)		LL	LP	IP	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	q _u (MPa)	σ (Mpa)	E Mpa	μ	Cohesión (kPa)	Fricción (°)						
		S-1	TP-1	37,50			38,00	37,75	MARGAS CON PASADAS ARENISCOSAS blandas, de color gris, ligeramente meteozizadas a sanas, de calidad excelente. Las maniobras salen completas. Se intuye una estratificación con 6-70°	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)									8,30	1,56	1306,73						
S-3	TP-1	36,10	36,40	36,25	MARGAS Y/O LIMOLITAS muy blandas a blandas de color negro, bastante a ligeramente meteorizadas, con juntas muy cerradas, de calidad muy mala. Es posible que nos encontremos en una zona de fractura.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)									0,40												
S-3	TP-2	38,20	38,50	38,35	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente a bastante meteorizadas, con juntas muy cerradas, de calidad muy mala.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)									1,90	0,36	188,19	0,10									
S-6	TP-1	39,10	39,40	39,25	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente meteorizadas, con juntas algo cerradas.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)									2,50												
S-6	TP-2	40,80	41,05	40,93	MARGAS Y/O LIMOLITAS blandas de color gris, ligeramente meteorizadas, con juntas algo cerradas.	Cretácico Inferior (Margas con pasadas areniscosas y limolitas)									62,80	6,66	18712,75	0,23									



Apéndice 4.2. Resultados actas ensayos de laboratorio



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8749	19	58875	S .2020/626	29/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 9.00 a 9.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

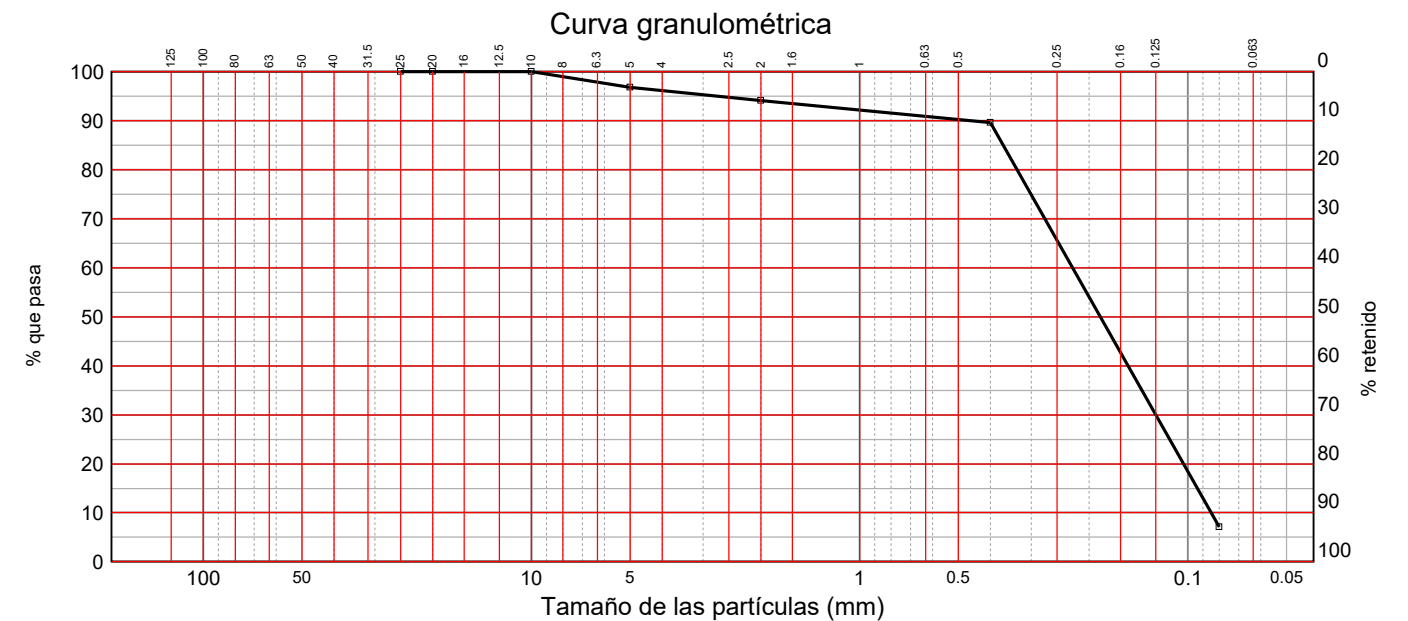
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8749	19	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	97	94	90	7,2



LÍMITES DE ATTERBERG

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido -----
Límite plástico -----
Índice de plasticidad **No plástico**

HUMEDAD

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%) **29,5**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.

Densidad húmeda	g/cm³	1,957
Humedad	%	29,5
Densidad seca	g/cm³	1,511

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8749	19	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	0
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	762
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		NO AGRESIVO

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	71,0
Altura	mm	83,2
Sección	cm²	39,59
Volumen	cm³	329,4
Peso húmedo	g	637,4
Humedad	%	29,5
Densidad húmeda	Mg/m³	1,935
Densidad seca	Mg/m³	1,494
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,25
Carga máxima	kg	5
Deformación máxima	mm	8,0
Sección corregida	cm²	39,97
Tensión máxima	kg/cm²	0,13
Tensión máxima	kPa	13
Deformación en rotura	%	9,6

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8749	19	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,25	28,15	28,11
L ₉₀	mm	27,65	28,07	28,02
t ₉₀	min	2,50	0,98	1,10
L ₅₀	mm	27,91	28,10	28,06
L ₁₀₀	mm	27,58	28,06	28,01
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,09	0,90	0,94
Coefficiente de Consolidación		0,40	0,69	0,68
Tiempo máximo al corte	min	29,48	11,56	12,97
Velocidad máxima	mm/min	0,17	0,43	0,39
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	29,5		
Humedad final	%	33,5	33,0	33,4
Densidad aparente	g/cm³	1,800	1,778	1,763
Densidad seca inicial	g/cm³	1,390	1,373	1,361
Índice de huecos inicial		0,871	0,894	0,910
Grado de saturación inicial	%	88,1	85,8	84,3
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,788		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,820		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,818		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	57	128	174
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	30,3		
Cohesión	KPa	3		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

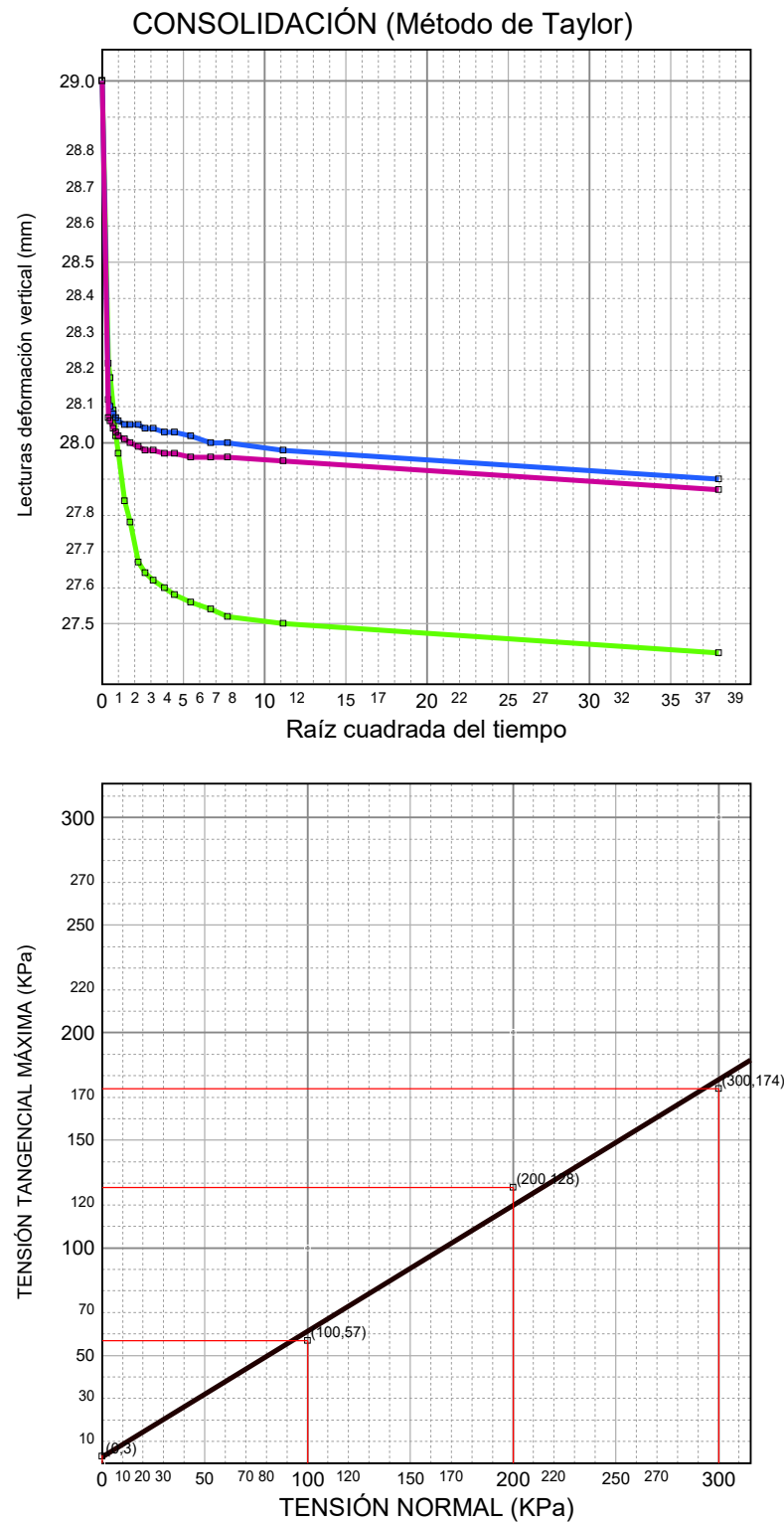


LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8749	19	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8750	20	58875	S .2020/626	29/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 9.00 a 9.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8750	20	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94	
DATOS INICIALES	
Lectura inicial	mm 5,000

LECTURAS DE CARGA						
Tiempo / Presiones	25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s	mm 4,788	4,666	4,489	4,132	3,550	2,956
15 s	mm 4,780	4,660	4,484	4,100	3,521	2,922
30 s	mm 4,776	4,655	4,480	4,082	3,500	2,902
1 min	mm 4,770	4,650	4,477	4,056	3,462	2,888
2 min	mm 4,765	4,646	4,474	4,030	3,444	2,871
3 min	mm 4,763	4,642	4,470	4,022	3,432	2,855
5 min	mm 4,760	4,638	4,468	4,015	3,418	2,826
7 min	mm 4,758	4,635	4,464	3,995	3,405	2,811
10 min	mm 4,756	4,632	4,460	3,990	3,396	2,805
15 min	mm 4,754	4,630	4,456	3,982	3,380	2,796
20 min	mm 4,750	4,628	4,453	3,975	3,372	2,780
30 min	mm 4,748	4,627	4,450	3,970	3,366	2,767
45 min	mm 4,747	4,626	4,440	3,968	3,360	2,740
1 h	mm 4,745	4,625	4,435	3,965	3,352	2,732
2 h	mm 4,742	4,622	4,433	3,960	3,342	2,720
1 día	mm 4,740	4,610	4,420	3,951	3,328	2,708

LECTURAS DE DESCARGA			
Presiones	KPa	200	50
Lecturas	mm	2,812	2,930

RESULTADOS DE ENSAYO							
Humedad inicial	%	29,5					
Humedad final	%	32,8					
Densidad seca inicial	g/cm³	1,483					
Densidad relativa de partículas sólidas	g/cm³	2,600					
Índice de poros inicial; e ₀		0,754					
Grado de saturación inicial	%	100,0					
Altura de sólido; H _s	cm	1,141					
CICLO DE CARGA	KPa	25	50	100	200	400	800
Altura de la probeta; H	cm	1,974	1,961	1,942	1,895	1,833	1,771
Índice de poros; e		0,731	0,719	0,703	0,662	0,607	0,553
CICLO DE DESCARGA	KPa	200		50		0	
Altura de la probeta; H	cm	1,781		1,793		1,835	
Índice de poros; e		0,562		0,572		0,609	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



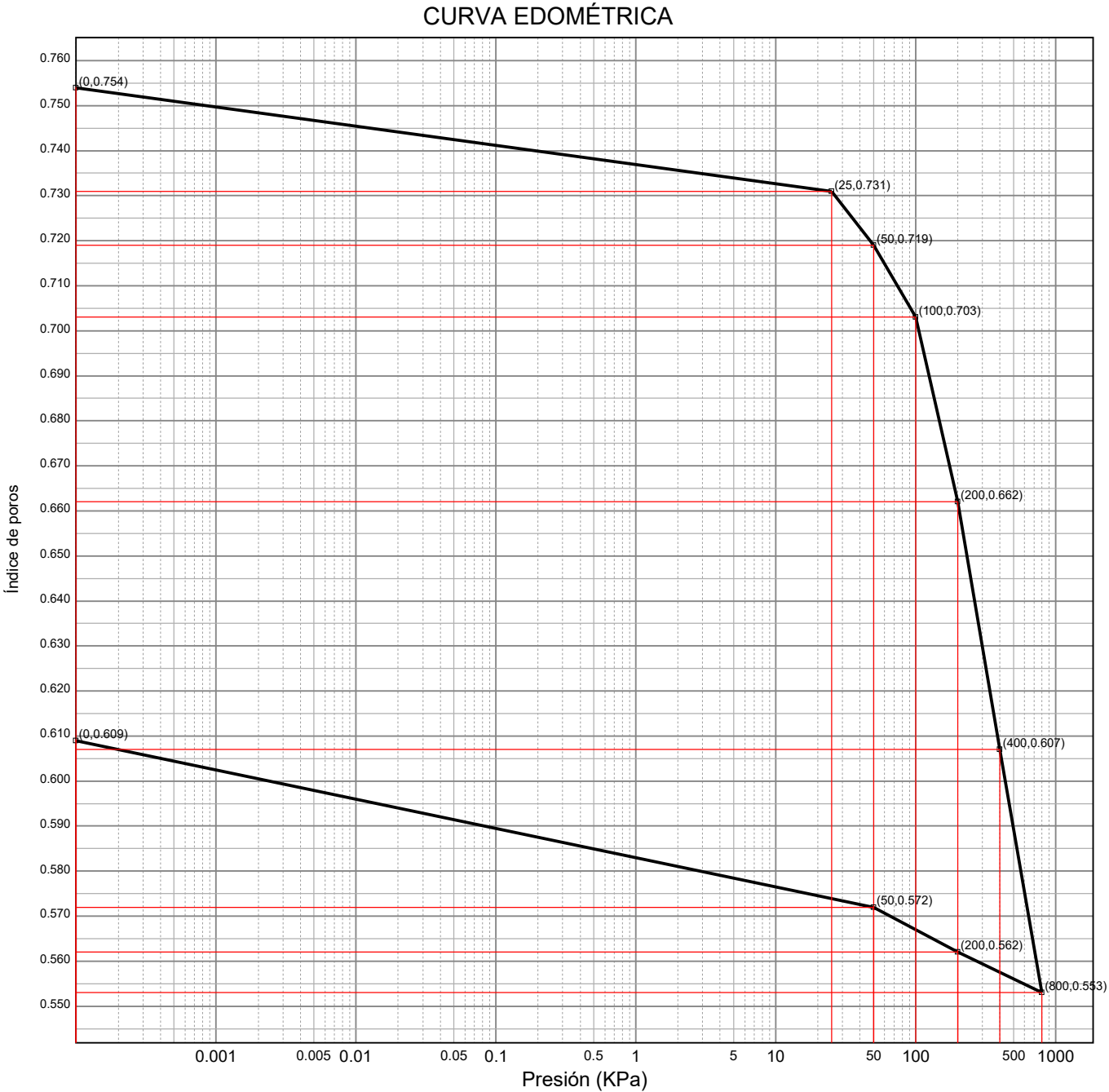
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8750	20	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
Índice de compresión	Cc	0,166
Índice de hinchamiento	Cs	0,017



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8750	20	58875	S .2020/626	29/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8541	10	58879	S .2020/623	27/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 18.00 a 18.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

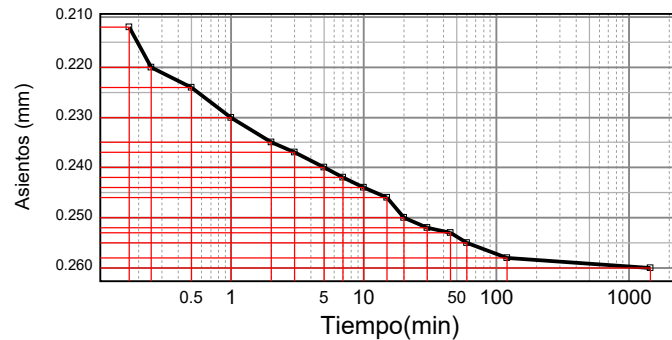
ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

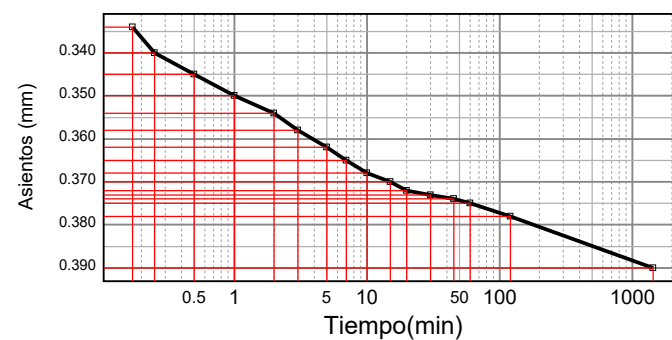
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

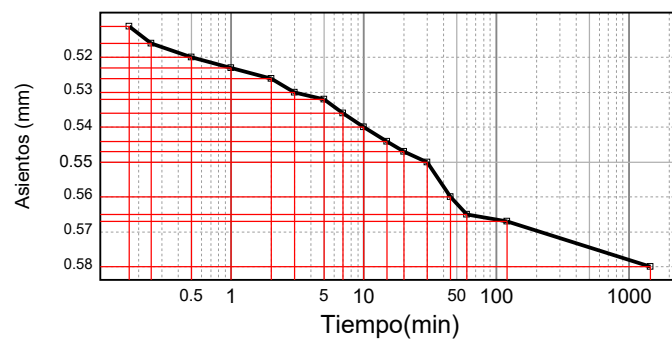
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 25 KPa



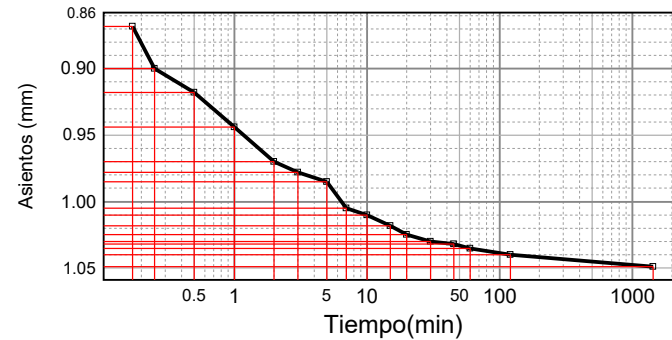
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 50 KPa



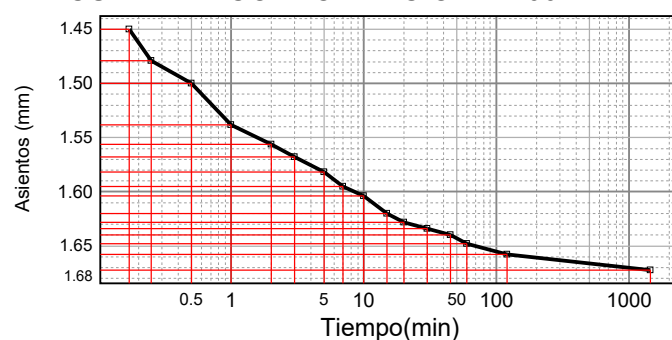
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 100 KPa



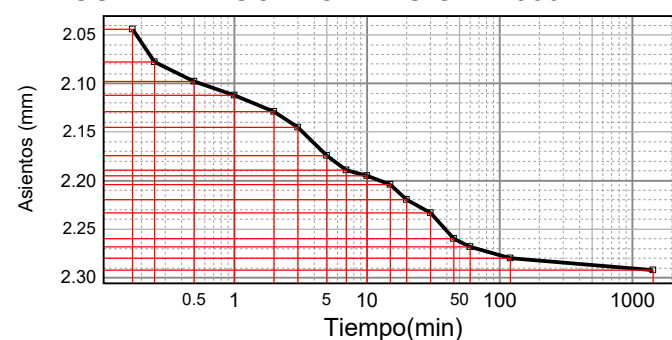
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 200 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 400 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 800 KPa



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



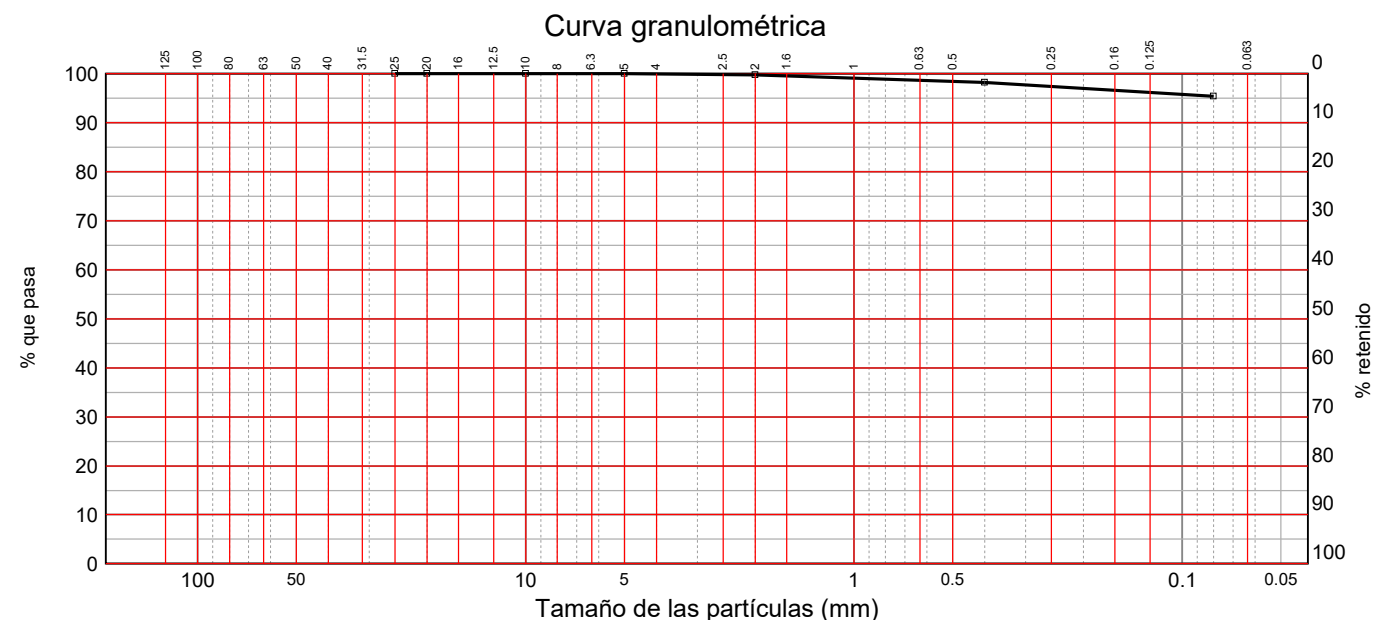
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8541	10	58879	S .2020/623	27/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	98	95,4



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	45,1
Límite plástico	30,2
Índice de plasticidad	14,9

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	42,7

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	1,878
Humedad	%	42,7
Densidad seca	g/cm³	1,316

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8541	10	58879	S .2020/623	27/07/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	69,0
Altura	mm	143,0
Sección	cm²	37,39
Volumen	cm³	534,7
Peso húmedo	g	1034,2
Humedad	%	42,7
Densidad húmeda	Mg/m³	1,934
Densidad seca	Mg/m³	1,355
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,14
Carga máxima	kg	45
Deformación máxima	mm	21,0
Sección corregida	cm²	37,95
Tensión máxima	kg/cm²	1,19
Tensión máxima	kPa	117
Deformación en rotura	%	14,7

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8541	10	58879	S .2020/623	27/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



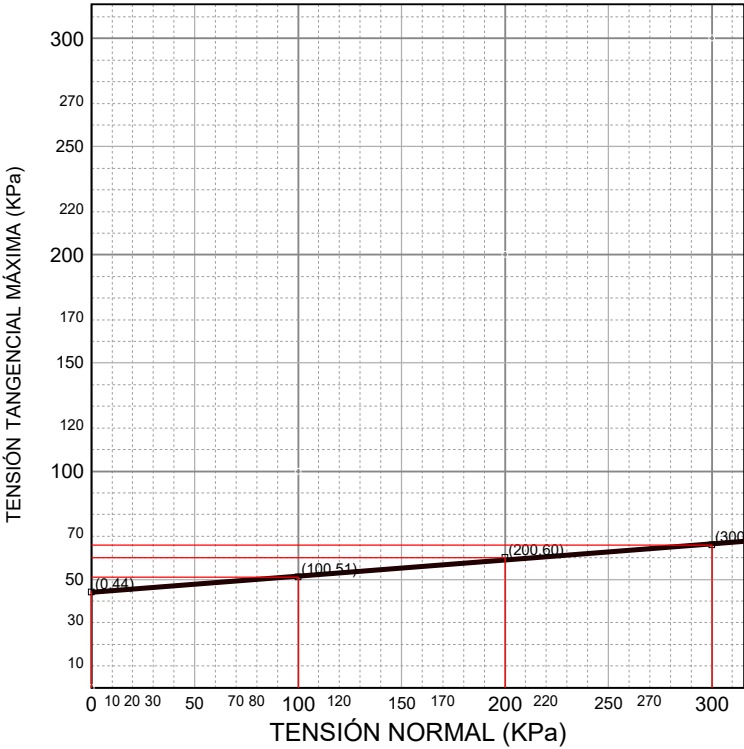
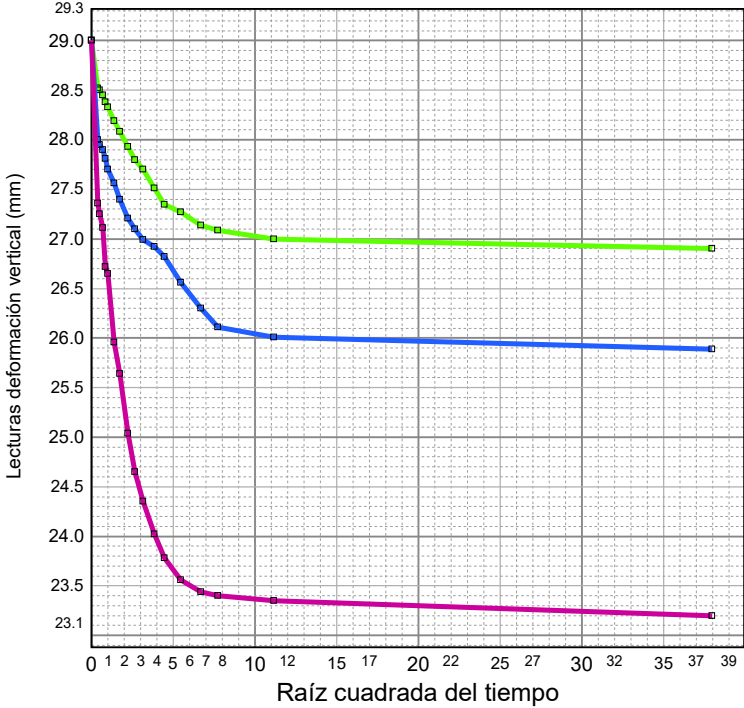
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8541	10	58879	S .2020/623	27/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,75	28,31	27,78
L ₉₀	mm	27,50	27,08	24,25
t ₉₀	min	3,98	2,80	3,25
L ₅₀	mm	28,05	27,63	25,82
L ₁₀₀	mm	27,36	26,94	23,86
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	0,95	1,38	3,18
Coefficiente de Consolidación		0,19	0,57	2,64
Tiempo máximo al corte	min	46,93	33,02	38,33
Velocidad máxima	mm/min	0,11	0,15	0,13
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	42,7		
Humedad final	%	42,0	41,5	41,8
Densidad aparente	g/cm³	1,848	1,838	1,816
Densidad seca inicial	g/cm³	1,295	1,288	1,273
Índice de huecos inicial		1,008	1,019	1,043
Grado de saturación inicial	%	110,1	109,0	106,5
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,877		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,806		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,619		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	51	60	66
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	4,3		
Cohesión	KPa	44		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8475	3	58880	GE.2020/59	24/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 21.00 a 21.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8475	3	58880	GE.2020/59	24/07/2020

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	4
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	1325
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad	NO AGRESIVO	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8476	4	58880	GE.2020/59	24/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 21.00 a 21.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8476	4	58880	GE.2020/59	24/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94	
DATOS INICIALES	
Lectura inicial	mm 5,000

LECTURAS DE CARGA							
Tiempo / Presiones		25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s	mm	4,876	4,520	4,170	3,780	3,160	2,186
15 s	mm	4,868	4,515	4,162	3,759	3,120	2,167
30 s	mm	4,850	4,504	4,147	3,720	3,070	2,120
1 min	mm	4,816	4,490	4,124	3,678	3,006	2,056
2 min	mm	4,785	4,471	4,095	3,625	2,932	1,960
3 min	mm	4,764	4,458	4,076	3,573	2,886	1,896
5 min	mm	4,741	4,440	4,050	3,526	2,822	1,810
7 min	mm	4,721	4,427	4,032	3,500	2,773	1,758
10 min	mm	4,700	4,414	4,012	3,463	2,714	1,710
15 min	mm	4,676	4,397	3,992	3,433	2,663	1,660
20 min	mm	4,661	4,385	3,978	3,415	2,631	1,630
30 min	mm	4,638	4,367	3,961	3,385	2,594	1,600
45 min	mm	4,624	4,339	3,942	3,368	2,559	1,565
1 h	mm	4,616	4,334	3,934	3,346	2,537	1,548
2 h	mm	4,601	4,317	3,912	3,318	2,490	1,500
1 día	mm	4,569	4,282	3,880	3,248	2,303	1,432

LECTURAS DE DESCARGA				
Presiones	KPa	200	50	0
Lecturas	mm	1,628	2,001	2,665

RESULTADOS DE ENSAYO							
Humedad inicial	%	37,0					
Humedad final	%	28,0					
Densidad seca inicial	g/cm³	1,350					
Densidad relativa de partículas sólidas	g/cm³	2,600					
Índice de poros inicial; e ₀		0,927					
Grado de saturación inicial	%	100,0					
Altura de sólido; Hs	cm	1,038					
CICLO DE CARGA	KPa	25	50	100	200	400	800
Altura de la probeta; H	cm	1,957	1,928	1,888	1,825	1,730	1,643
Índice de poros; e		0,885	0,857	0,819	0,758	0,667	0,583
CICLO DE DESCARGA	KPa	200		50		0	
Altura de la probeta; H	cm	1,663		1,700		1,767	
Índice de poros; e		0,602		0,638		0,702	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



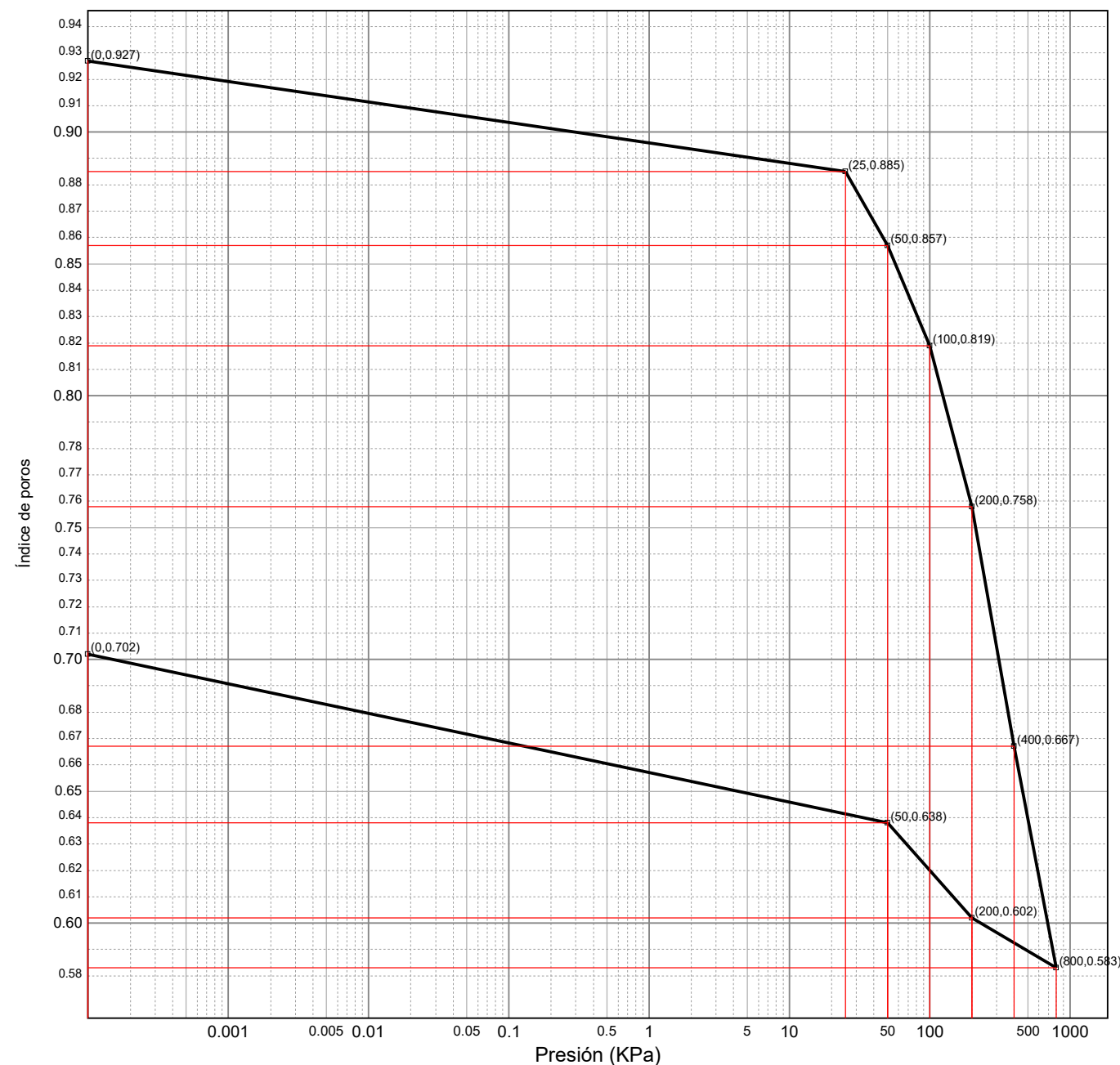
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8476	4	58880	GE.2020/59	24/07/2020

R-08-8

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Índice de compresión	Cc	0,261
Índice de hinchamiento	Cs	0,060

CURVA EDOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

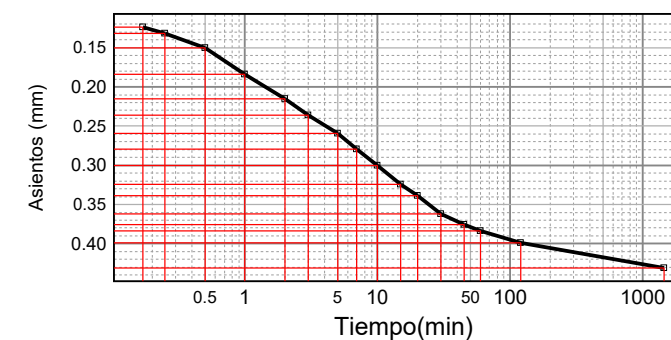
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



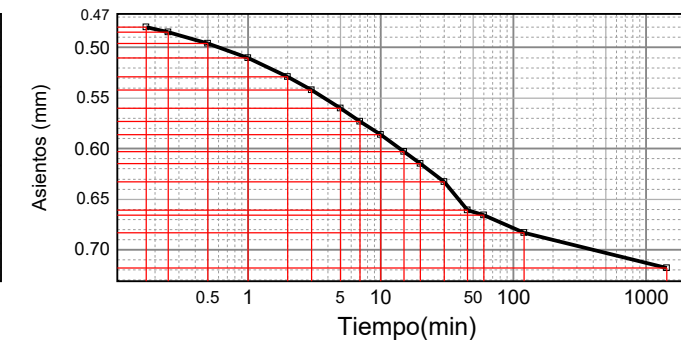
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8476	4	58880	GE.2020/59	24/07/2020

R-08-8

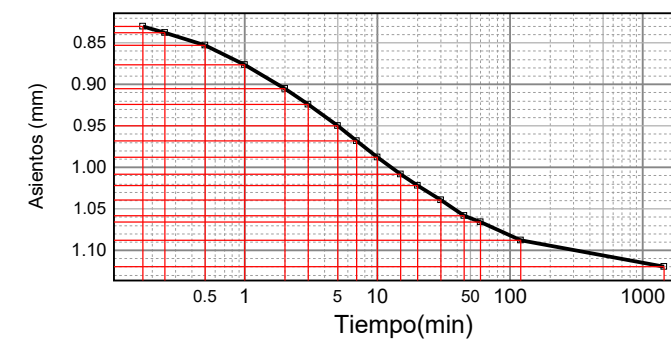
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 25 KPa



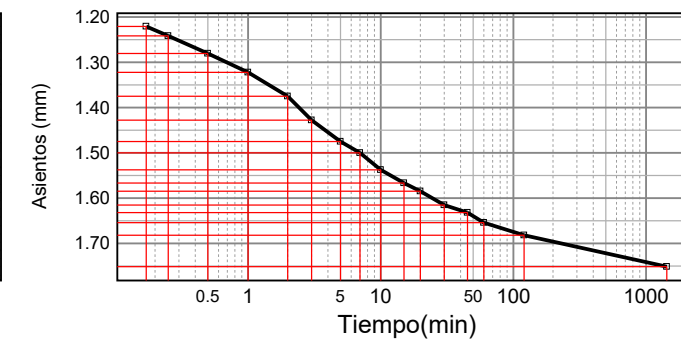
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 50 KPa



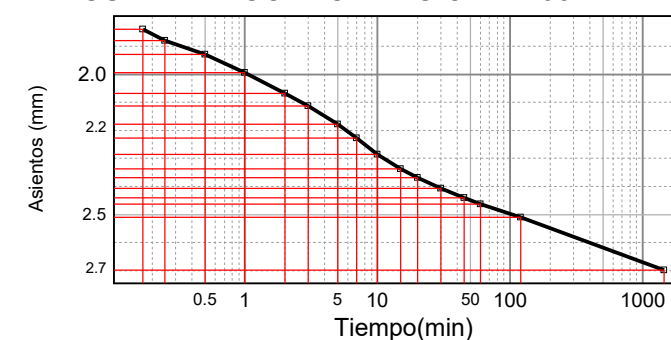
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 100 KPa



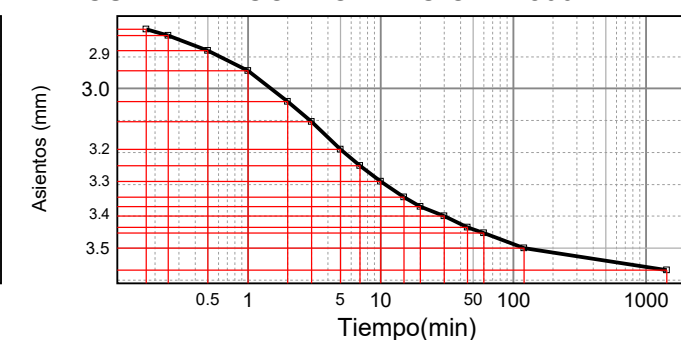
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 200 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 400 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 800 KPa



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8600	14	58878	S .2020/624	28/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 24.00 a 24.60 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

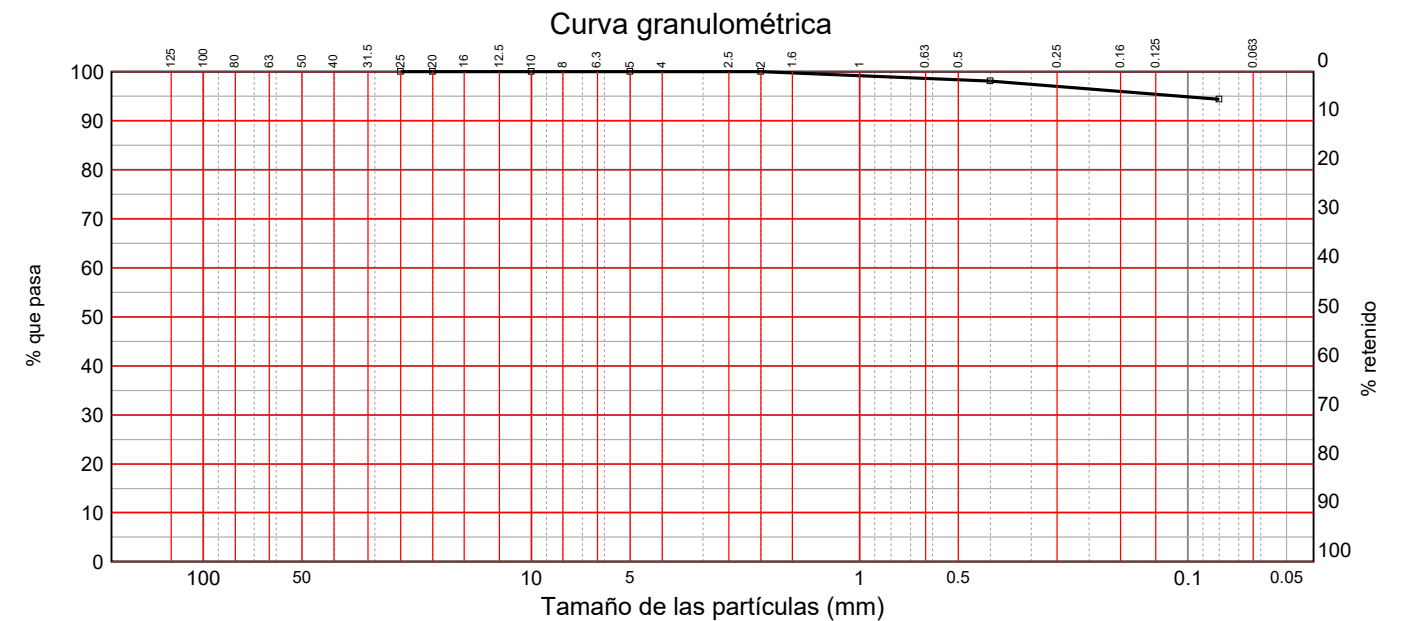
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8600	14	58878	S .2020/624	28/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	98	94,4



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido **39,9**
Límite plástico **32,9**
Índice de plasticidad **7,1**

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%) **46,3**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.

Densidad húmeda	g/cm³	1,755
Humedad	%	46,3
Densidad seca	g/cm³	1,200

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8600	14	58878	S .2020/624	28/07/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	70,0
Altura	mm	147,3
Sección	cm²	38,48
Volumen	cm³	566,8
Peso húmedo	g	1039,7
Humedad	%	46,3
Densidad húmeda	Mg/m³	1,834
Densidad seca	Mg/m³	1,254
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,21
Carga máxima	kg	37
Deformación máxima	mm	16,0
Sección corregida	cm²	38,90
Tensión máxima	kg/cm²	0,95
Tensión máxima	kPa	93
Deformación en rotura	%	10,9

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

LACOTEC
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

LACOTEC
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8600	14	58878	S .2020/624	28/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,40	27,15	27,50
L ₉₀	mm	27,31	26,78	25,58
t ₉₀	min	4,98	3,55	3,86
L ₅₀	mm	27,80	26,95	26,44
L ₁₀₀	mm	27,19	26,74	25,37
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,20	2,05	2,56
Coeficiente de Consolidación		0,25	1,01	1,45
Tiempo máximo al corte	min	58,73	41,86	45,52
Velocidad máxima	mm/min	0,09	0,12	0,11
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	46,3		
Humedad final	%	42,5	42,0	43,0
Densidad aparente	g/cm³	1,830	1,826	1,825
Densidad seca inicial	g/cm³	1,251	1,248	1,247
Índice de huecos inicial		1,079	1,083	1,085
Grado de saturación inicial	%	111,6	111,1	111,0
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,942		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,883		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,782		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	53	98	145
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	24,7		
Cohesión	KPa	6		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

LACOTEC
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

LACOTEC
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



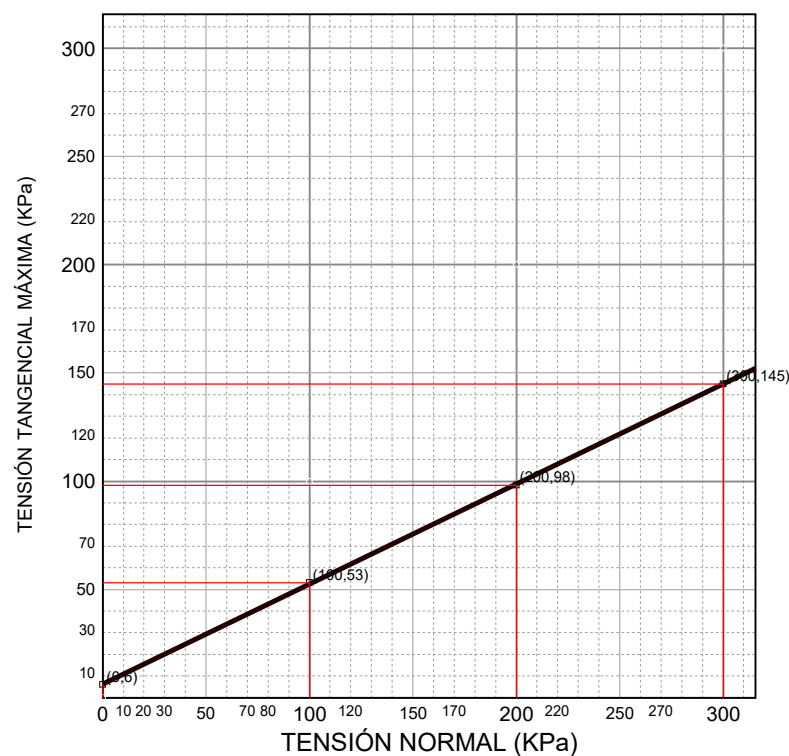
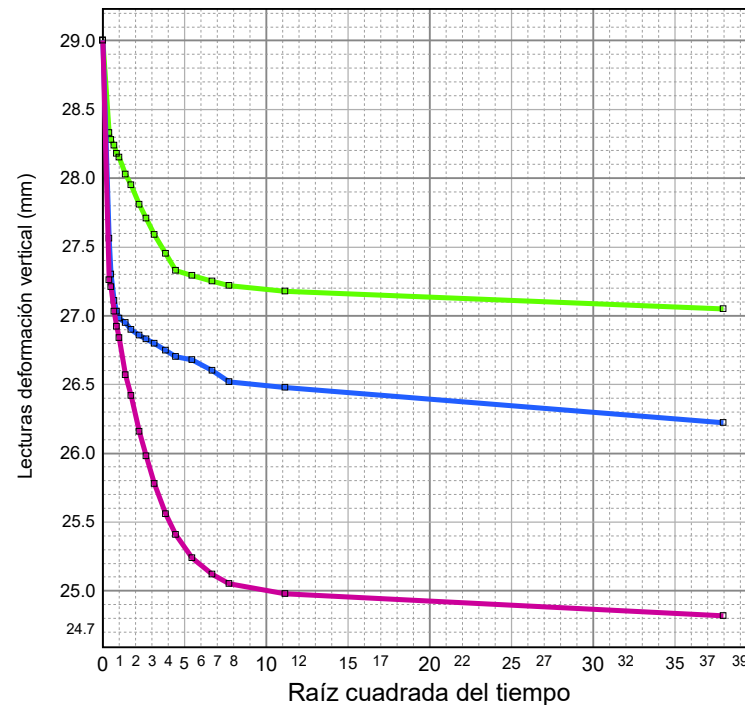
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8600	14	58878	S .2020/624	28/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8540	9	58881	GE.2020/60	27/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP (De 37.50 a 38.00 m)

PROCEDENCIA: S-1

FECHA DE MUESTREO: 03/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Resistencia a la tracción indirecta de una muestra de roca (Ensayo Brasileño), según la norma UNE 22950-2:1990 y Erratum 2003.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8540	9	58881	GE.2020/60	27/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

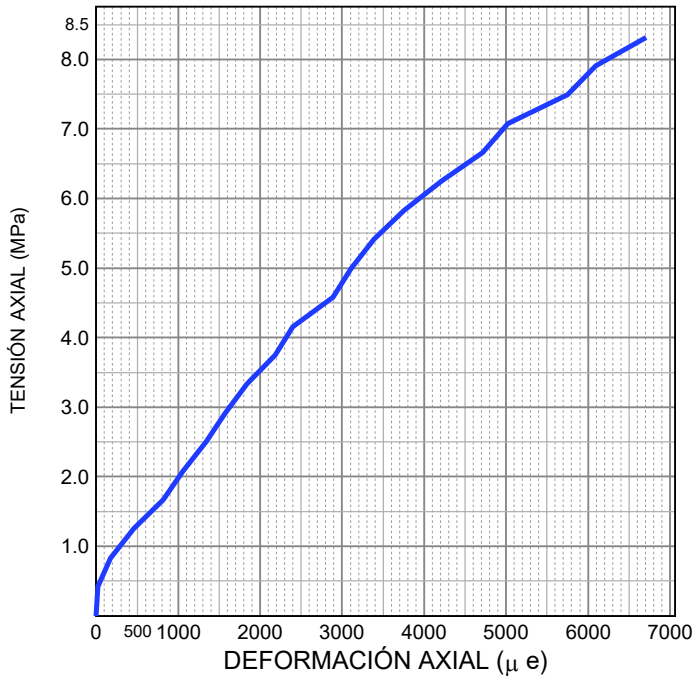
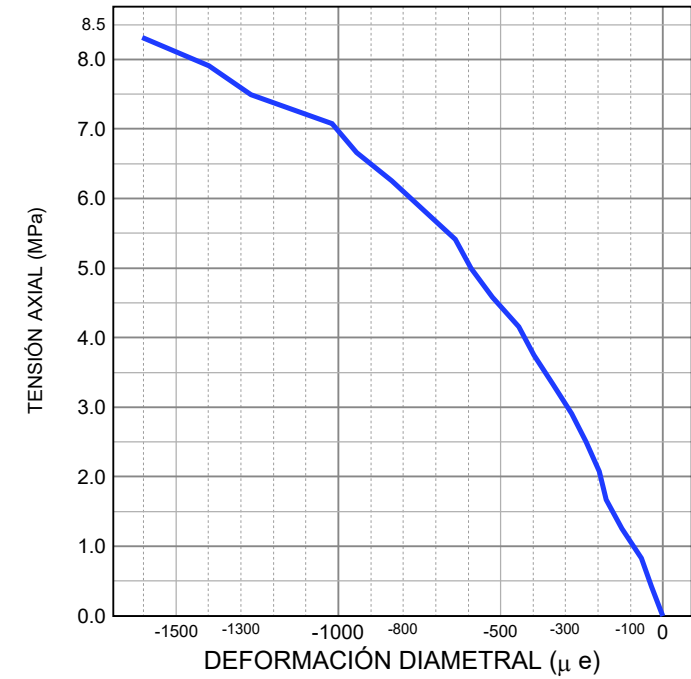


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8540	9	58881	GE.2020/60	27/07/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.			
DATOS DE LA PROBETA			
Orientación del eje de carga		Laminación 20º con de eje de carga	
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)	
Diámetro	mm	83,5	
Altura	mm	215,2	
Forma de rotura		A favor de discontinuidades	
Desviaciones respecto a la Norma		No	
RESULTADOS DE ENSAYO			
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	8,3	
Módulo medio de Young	MPa	1306,73	
Coeficiente de Poisson		0,20	

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (ENSAYO BRASILEÑO). Según norma UNE 22-950-90 Parte 2.			
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo	
Número de probetas ensayadas		3	
Diámetro	mm	83,5	83,6
Altura (espesor)	mm	43,5	43,7
Tipo de rotura		Según eje de carga	
Carga de rotura	N	6997	8193
Resistencia a la tracción	MPa	1,23	1,43
Resistencia a la tracción de la muestra	MPa	1,56	
Desviaciones respecto a la Norma		Nº de probetas	

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 Kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández Geólogo

Laudelino Orviz González Ingeniero T. Industrial

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández Geólogo

Laudelino Orviz González Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8754	24	58994	S .2020/670	30/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 9.00 a 9.60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

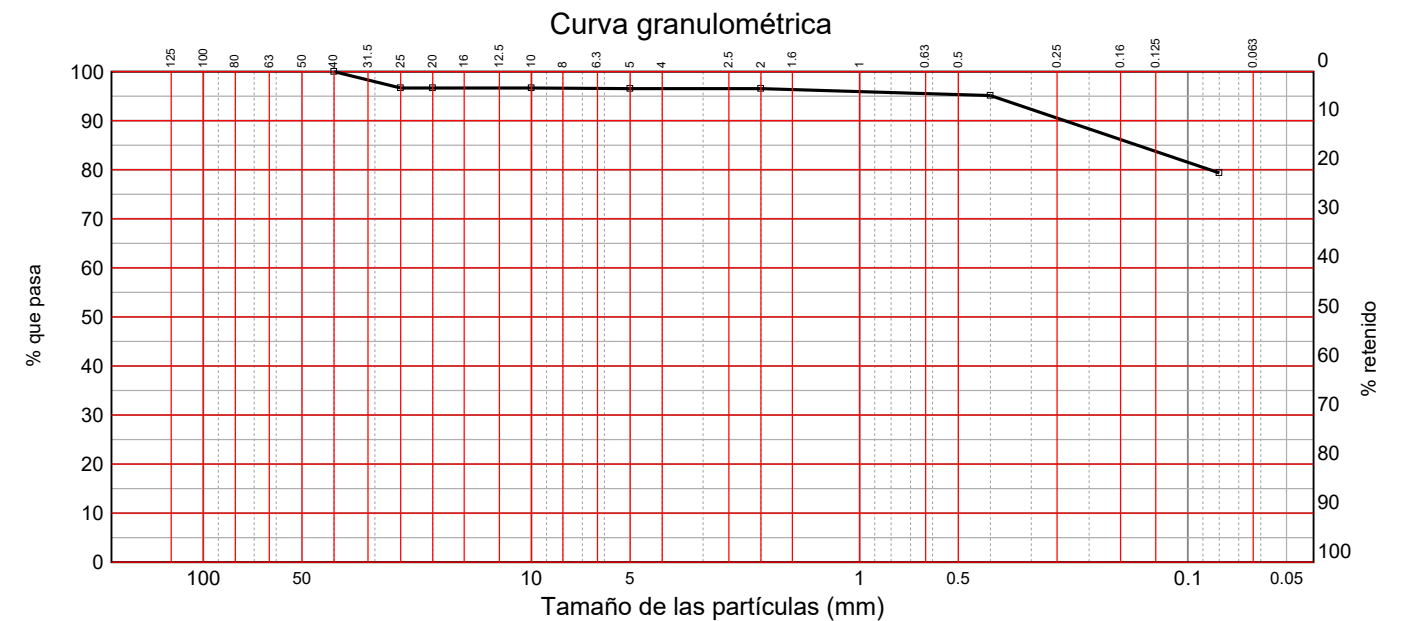
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8754	24	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	97	97	97	97	97	95	79,3



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	31,5
Límite plástico	27,8
Índice de plasticidad	3,7

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	28,1
-------------	------

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.

Densidad húmeda	g/cm³	1,800
Humedad	%	28,1
Densidad seca	g/cm³	1,405

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8754	24	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



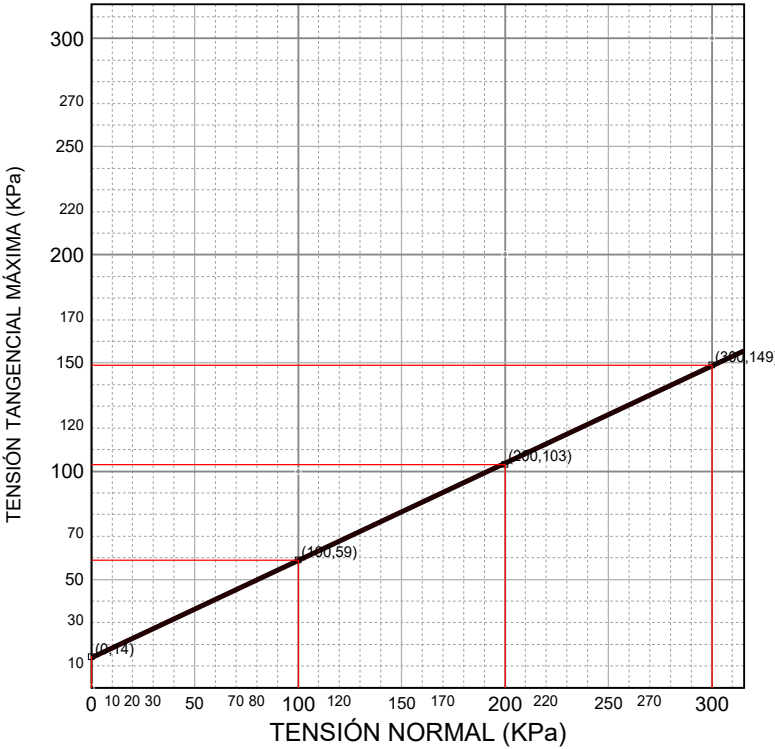
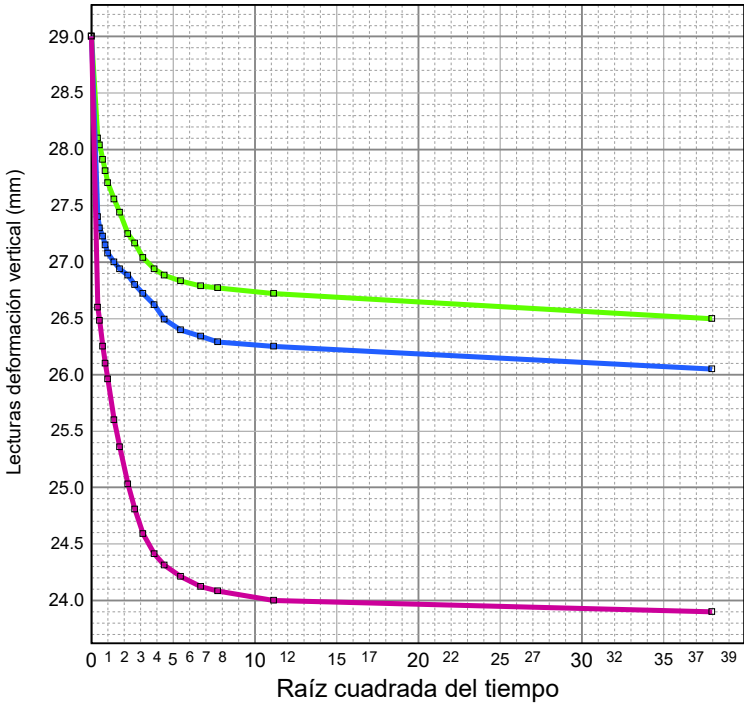
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8754	24	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,25	26,86	26,88
L ₉₀	mm	27,25	27,50	24,65
t ₉₀	min	2,34	2,00	2,94
L ₅₀	mm	27,70	27,22	25,64
L ₁₀₀	mm	27,14	27,57	24,40
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,30	1,79	3,36
Coefficiente de Consolidación		0,62	1,35	3,26
Tiempo máximo al corte	min	27,59	23,58	34,67
Velocidad máxima	mm/min	0,18	0,21	0,14
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	28,1		
Humedad final	%	25,2	25,0	24,8
Densidad aparente	g/cm³	1,814	1,778	1,733
Densidad seca inicial	g/cm³	1,416	1,388	1,353
Índice de huecos inicial		0,836	0,873	0,922
Grado de saturación inicial	%	87,4	83,7	79,3
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,715		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,686		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,547		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	59	103	149
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	24,1		
Cohesión	KPa	14		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8754	24	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	0
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	412
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		NO AGRESIVO

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	71,0
Altura	mm	115,0
Sección	cm²	39,59
Volumen	cm³	455,3
Peso húmedo	g	835,7
Humedad	%	28,1
Densidad húmeda	Mg/m³	1,835
Densidad seca	Mg/m³	1,433
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,72
Carga máxima	kg	27
Deformación máxima	mm	10
Sección corregida	cm²	39,94
Tensión máxima	kg/cm²	0,68
Tensión máxima	kPa	67
Deformación en rotura	%	8,7

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8755	25	58994	S .2020/670	30/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 9.00 a 9.60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8755	25	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94	
DATOS INICIALES	
Lectura inicial	mm 5,000

LECTURAS DE CARGA						
Tiempo / Presiones	25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s	mm 4,866	4,537	4,215	3,730	3,140	2,080
15 s	mm 4,852	4,531	4,200	3,705	3,110	2,070
30 s	mm 4,819	4,513	4,166	3,633	3,034	2,063
1 min	mm 4,780	4,493	4,127	3,595	2,951	1,983
2 min	mm 4,730	4,478	4,090	3,588	2,856	1,890
3 min	mm 4,706	4,465	4,067	3,567	2,800	1,825
5 min	mm 4,681	4,452	4,043	3,536	2,735	1,783
7 min	mm 4,668	4,443	4,032	3,521	2,700	1,756
10 min	mm 4,659	4,435	4,018	3,503	2,671	1,728
15 min	mm 4,651	4,427	4,008	3,486	2,642	1,700
20 min	mm 4,647	4,421	4,001	3,474	2,625	1,676
30 min	mm 4,638	4,417	3,990	3,456	2,602	1,657
45 min	mm 4,632	4,409	3,979	3,442	2,581	1,634
1 h	mm 4,629	4,401	3,971	3,434	2,566	1,614
2 h	mm 4,620	4,388	3,954	3,408	2,535	1,576
1 día	mm 4,592	4,320	3,876	3,342	2,446	1,530

LECTURAS DE DESCARGA			
Presiones	KPa	200	50
Lecturas	mm	1,698	2,016

RESULTADOS DE ENSAYO							
Humedad inicial	%	28,1					
Humedad final	%	24,0					
Densidad seca inicial	g/cm³	1,443					
Densidad relativa de partículas sólidas	g/cm³	2,600					
Índice de poros inicial; e ₀		0,802					
Grado de saturación inicial	%	91,1					
Altura de sólido; Hs	cm	1,110					
CICLO DE CARGA	KPa	25	50	100	200	400	800
Altura de la probeta; H	cm	1,959	1,932	1,888	1,834	1,745	1,653
Índice de poros; e		0,765	0,740	0,700	0,652	0,571	0,489
CICLO DE DESCARGA	KPa	200		50		0	
Altura de la probeta; H	cm	1,670		1,702		1,781	
Índice de poros; e		0,504		0,533		0,605	
Índice de compresión	Cc	0,234					
Índice de hinchamiento	Cs	0,048					

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

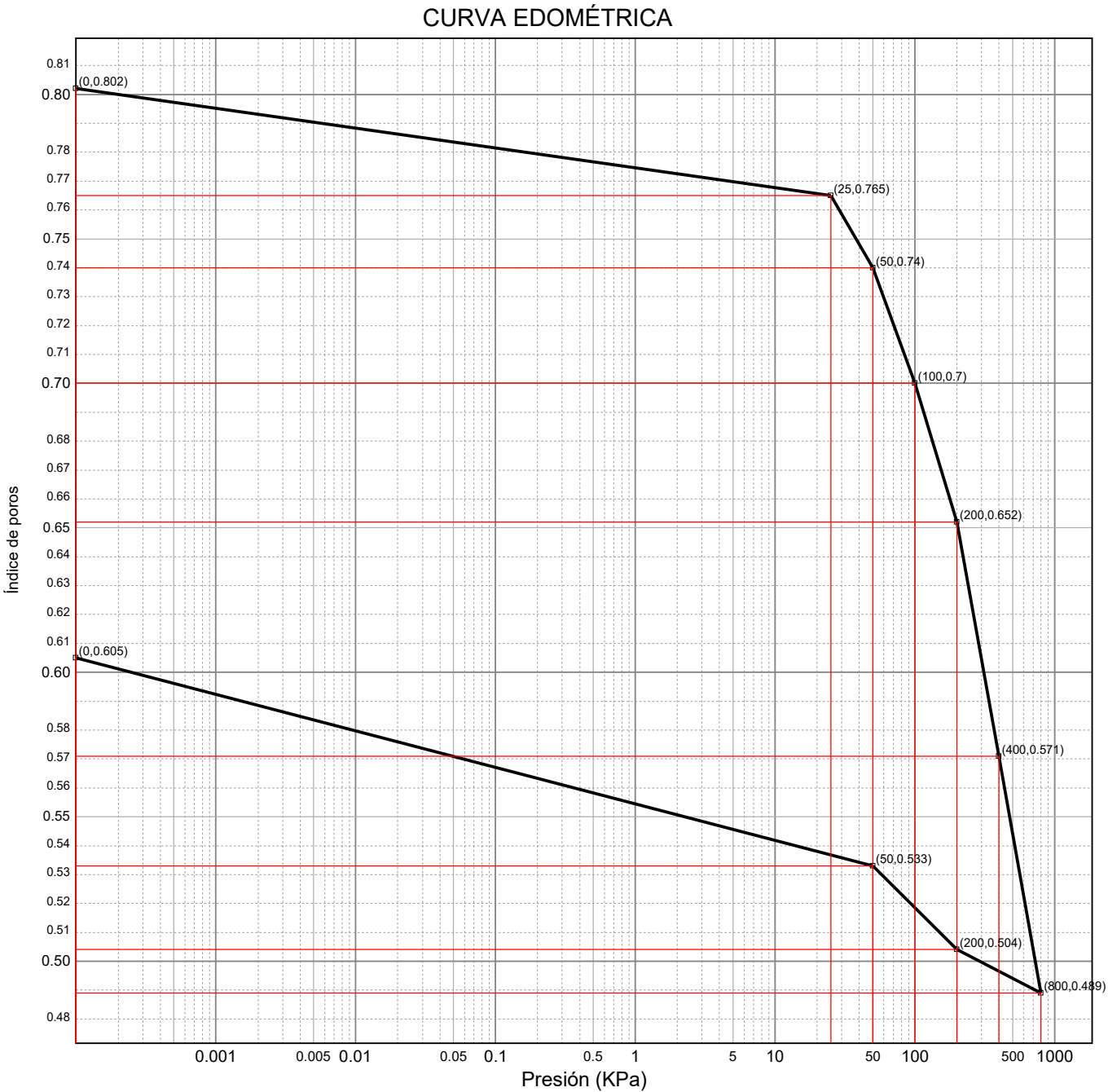


LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8755	25	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8755	25	58994	S .2020/670	30/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8542	11	58993	S .2020/671	27/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 12,00 a 12,60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

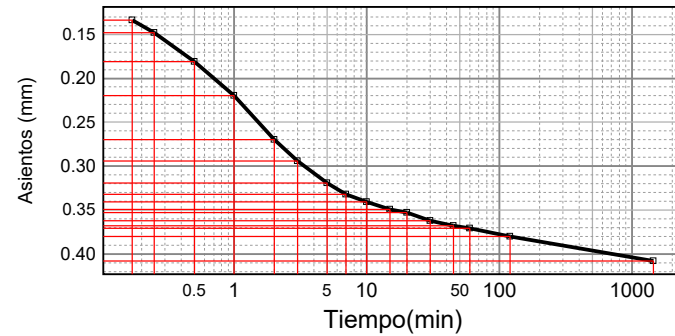
ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

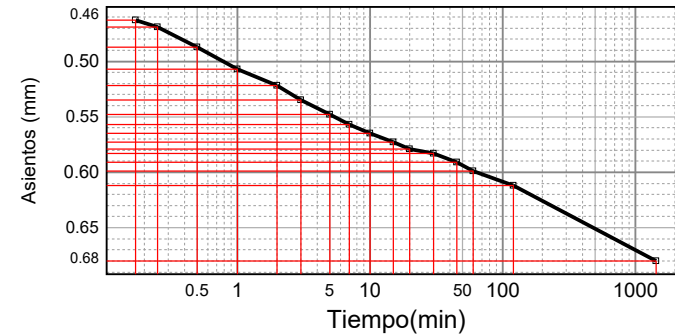
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

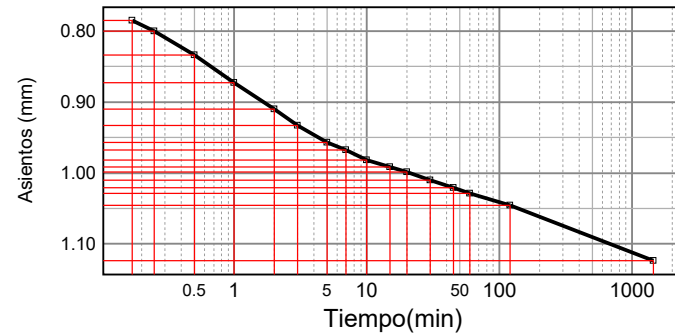
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 25 KPa



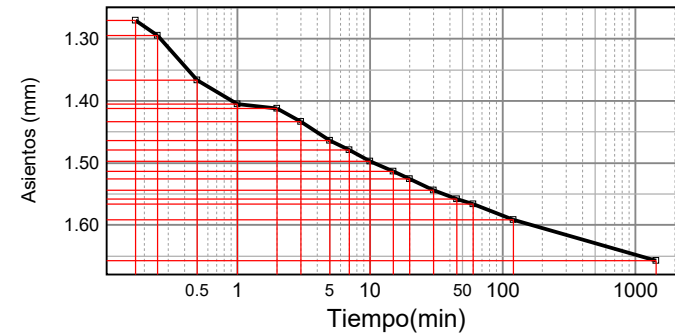
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 50 KPa



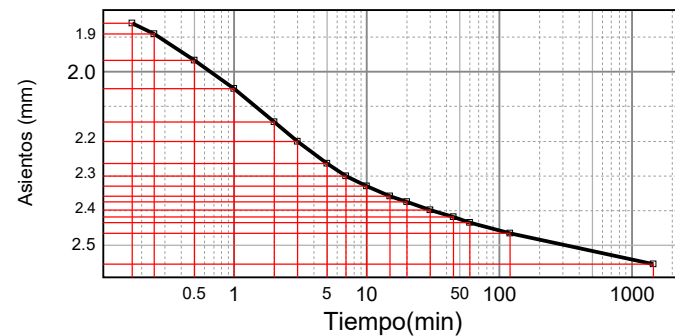
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 100 KPa



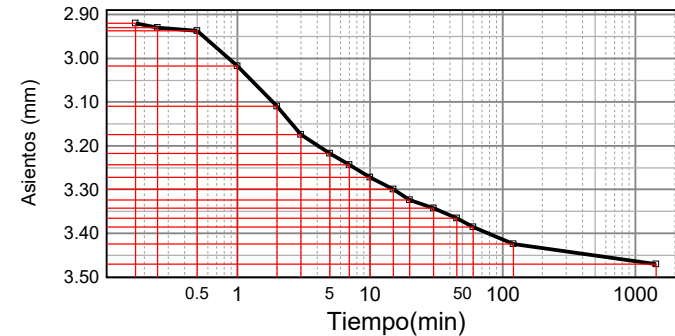
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 200 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 400 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 800 KPa



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



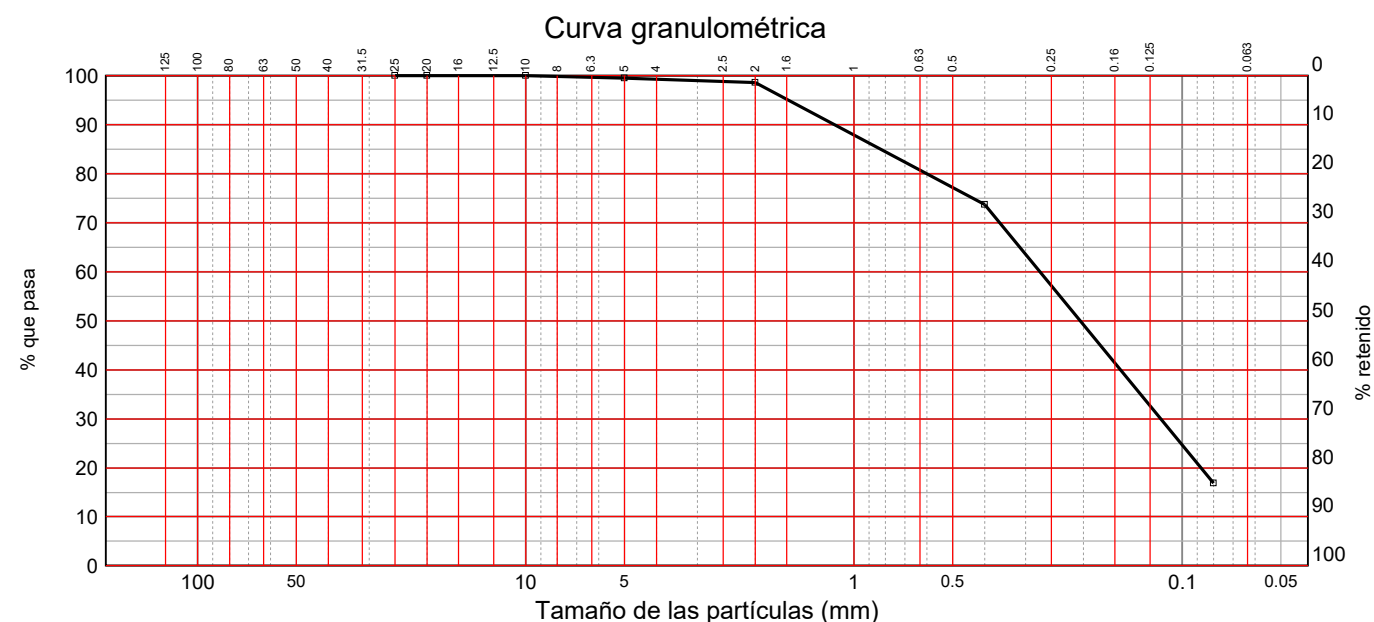
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8542	11	58993	S .2020/671	27/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	99	99	74	16,9



LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	No plástico

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	31,9

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	2,018
Humedad	%	31,9
Densidad seca	g/cm³	1,530

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8542	11	58993	S .2020/671	27/07/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	71,0
Altura	mm	80,0
Sección	cm²	39,59
Volumen	cm³	316,7
Peso húmedo	g	508,3
Humedad	%	31,9
Densidad húmeda	Mg/m³	1,605
Densidad seca	Mg/m³	1,217
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,20
Carga máxima	kg	12
Deformación máxima	mm	8
Sección corregida	cm²	39,99
Tensión máxima	kg/cm²	0,30
Tensión máxima	kPa	29
Deformación en rotura	%	10,0

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8542	11	58993	S .2020/671	27/07/2020

R-08-8



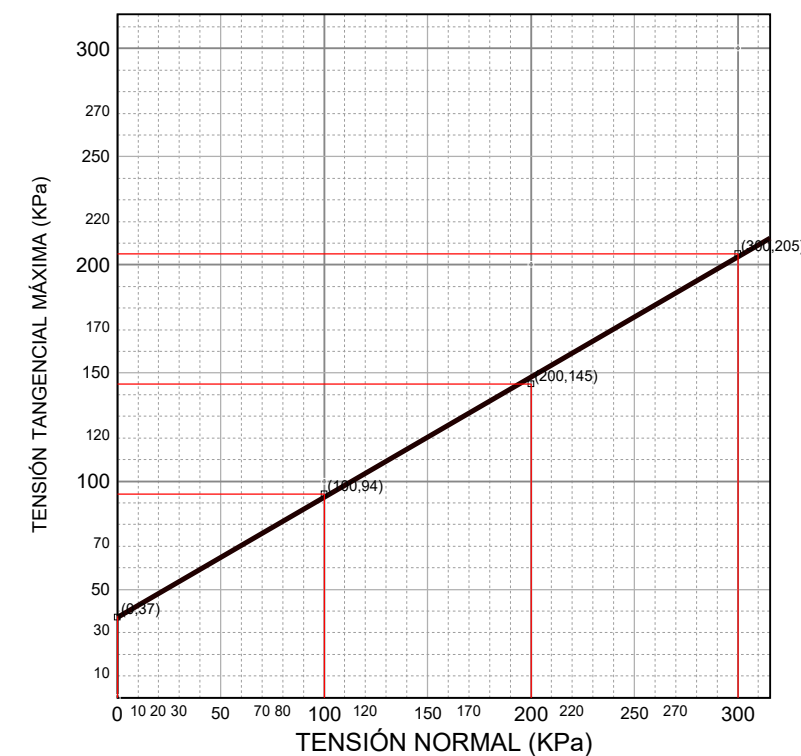
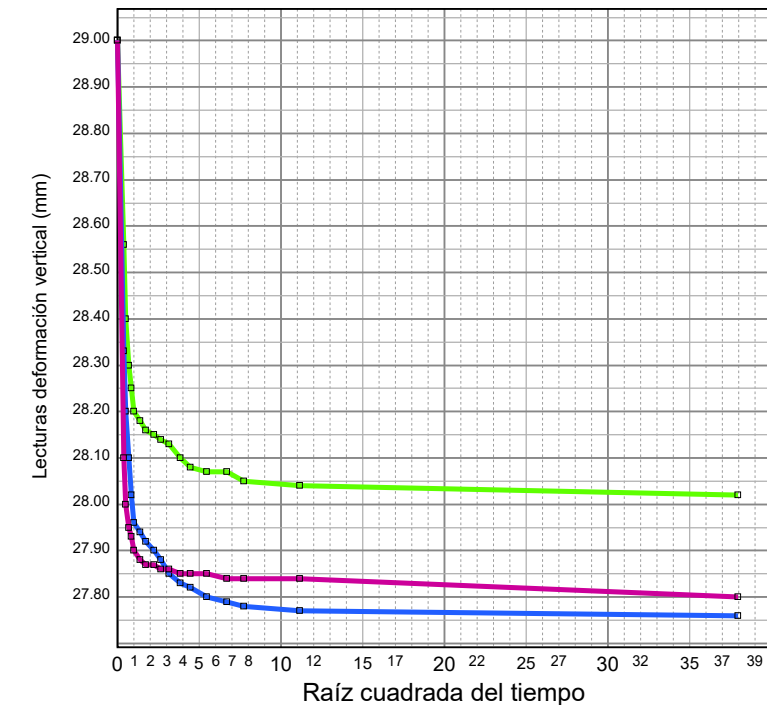
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8542	11	58993	S .2020/671	27/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,47	28,37	28,10
L ₉₀	mm	28,17	28,92	27,86
t ₉₀	min	1,50	1,48	1,30
L ₅₀	mm	28,30	28,68	27,96
L ₁₀₀	mm	28,14	28,98	27,83
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	0,70	0,32	1,04
Coefficiente de Consolidación		0,27	0,06	0,70
Tiempo máximo al corte	min	17,69	17,45	15,33
Velocidad máxima	mm/min	0,28	0,29	0,33
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	31,9		
Humedad final	%	36,2	36,0	34,8
Densidad aparente	g/cm³	1,910	1,902	1,910
Densidad seca inicial	g/cm³	1,448	1,442	1,448
Índice de huecos inicial		0,796	0,803	0,795
Grado de saturación inicial	%	104,2	103,3	104,3
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,737		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,721		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,724		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	94	145	205
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	29,1		
Cohesión	KPa	37		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8473	1	58978	S .2020/659	24/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 15,00 a 15,60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8473	1	58978	S .2020/659	24/07/2020

R-08-8

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	0
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	1248
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad	NO AGRESIVO	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8474	2	58978	S .2020/659	24/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 15,00 a 15,60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8474	2	58978	S .2020/659	24/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94

DATOS INICIALES

Lectura inicial mm 5,000

LECTURAS DE CARGA

Tiempo / Presiones	25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s mm	4,860	4,743	4,590	4,272	3,808	3,135
15 s mm	4,859	4,743	4,586	4,268	3,800	3,125
30 s mm	4,859	4,743	4,580	4,260	3,786	3,105
1 min mm	4,859	4,742	4,570	4,252	3,775	3,086
2 min mm	4,858	4,741	4,569	4,244	3,743	3,066
3 min mm	4,856	4,741	4,565	4,240	3,733	3,054
5 min mm	4,856	4,740	4,561	4,231	3,725	3,041
7 min mm	4,856	4,739	4,558	4,228	3,718	3,021
10 min mm	4,854	4,738	4,548	4,213	3,713	3,013
15 min mm	4,853	4,736	4,546	4,210	3,706	3,004
20 min mm	4,853	4,735	4,544	4,209	3,704	2,998
30 min mm	4,851	4,733	4,542	4,207	3,694	2,988
45 min mm	4,850	4,732	4,539	4,200	3,689	2,980
1 h mm	4,849	4,731	4,537	4,195	3,683	2,973
2 h mm	4,846	4,730	4,529	4,179	3,674	2,956
1 día mm	4,841	4,718	4,474	4,164	3,656	2,900

LECTURAS DE DESCARGA

Presiones KPa	200	50	0
Lecturas mm	2,986	3,137	3,502

RESULTADOS DE ENSAYO

Humedad inicial %	39,9					
Humedad final %	40,0					
Densidad seca inicial g/cm ³	1,291					
Densidad relativa de partículas sólidas g/cm ³	2,600					
Índice de poros inicial; e ₀	1,014					
Grado de saturación inicial %	100,0					
Altura de sólido; Hs cm	0,993					
CICLO DE CARGA KPa	25	50	100	200	400	800
Altura de la probeta; H cm	1,984	1,972	1,947	1,916	1,866	1,790
Índice de poros; e	0,998	0,986	0,961	0,930	0,879	0,803
CICLO DE DESCARGA KPa	200		50		0	
Altura de la probeta; H cm	1,799		1,814		1,850	
Índice de poros; e	0,812		0,827		0,863	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

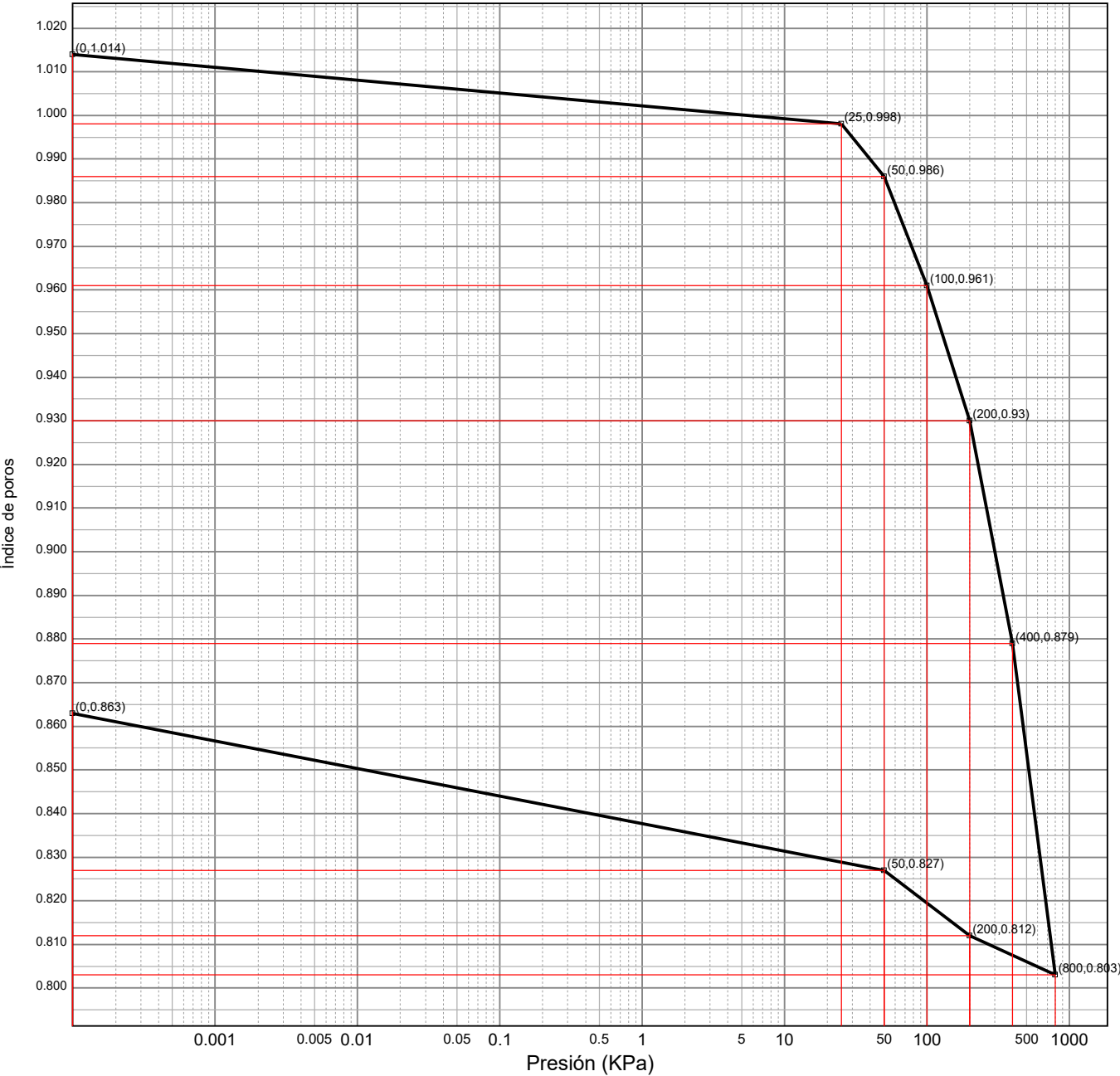


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8474	2	58978	S .2020/659	24/07/2020

R-08-8

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
Índice de compresión	Cc	0,176
Índice de hinchamiento	Cs	0,025

CURVA EDOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

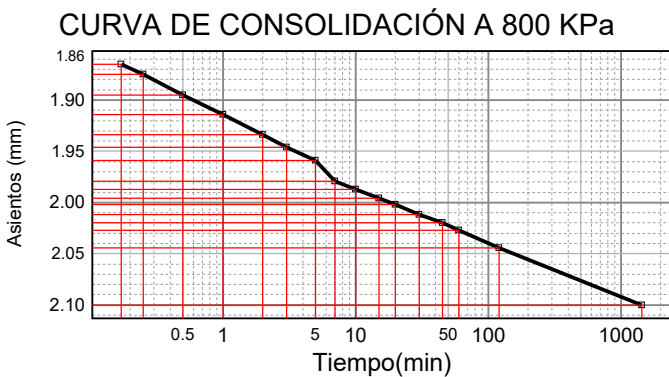
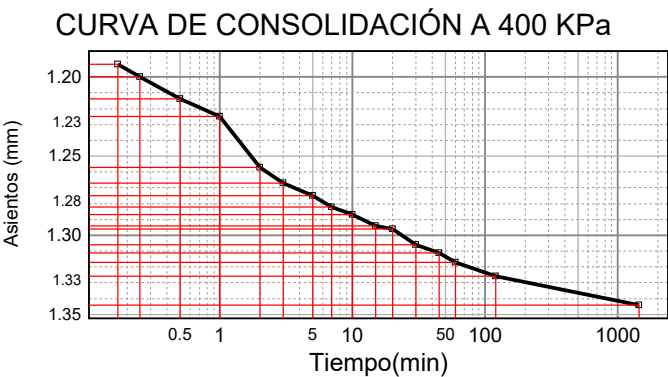
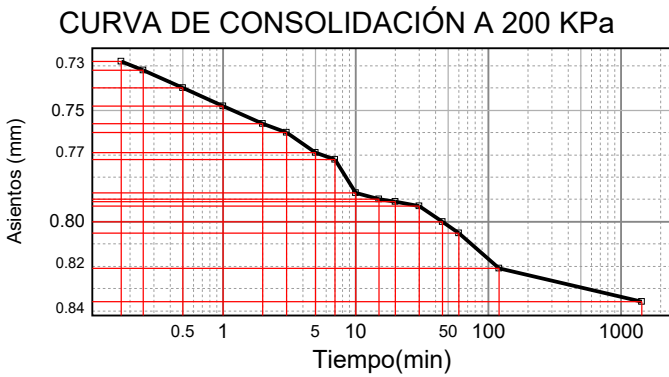
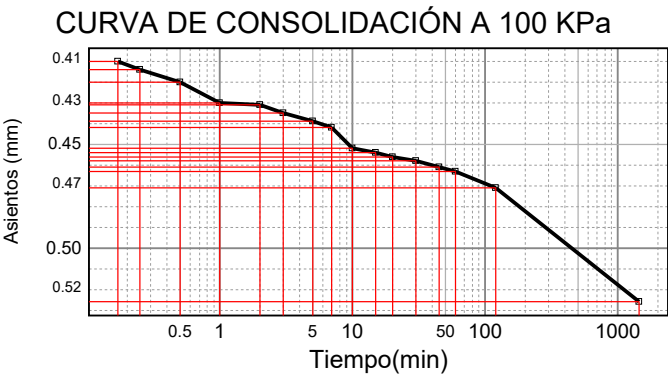
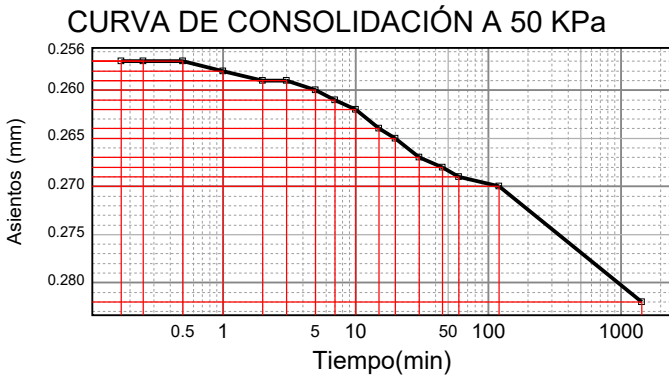
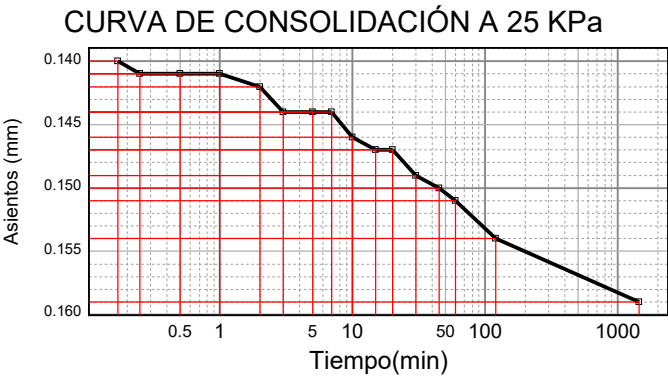


LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8474	2	58978	S .2020/659	24/07/2020

R-08-8



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8680	17	58992	S .2020/672	29/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI (De 27.00 a 27.60 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

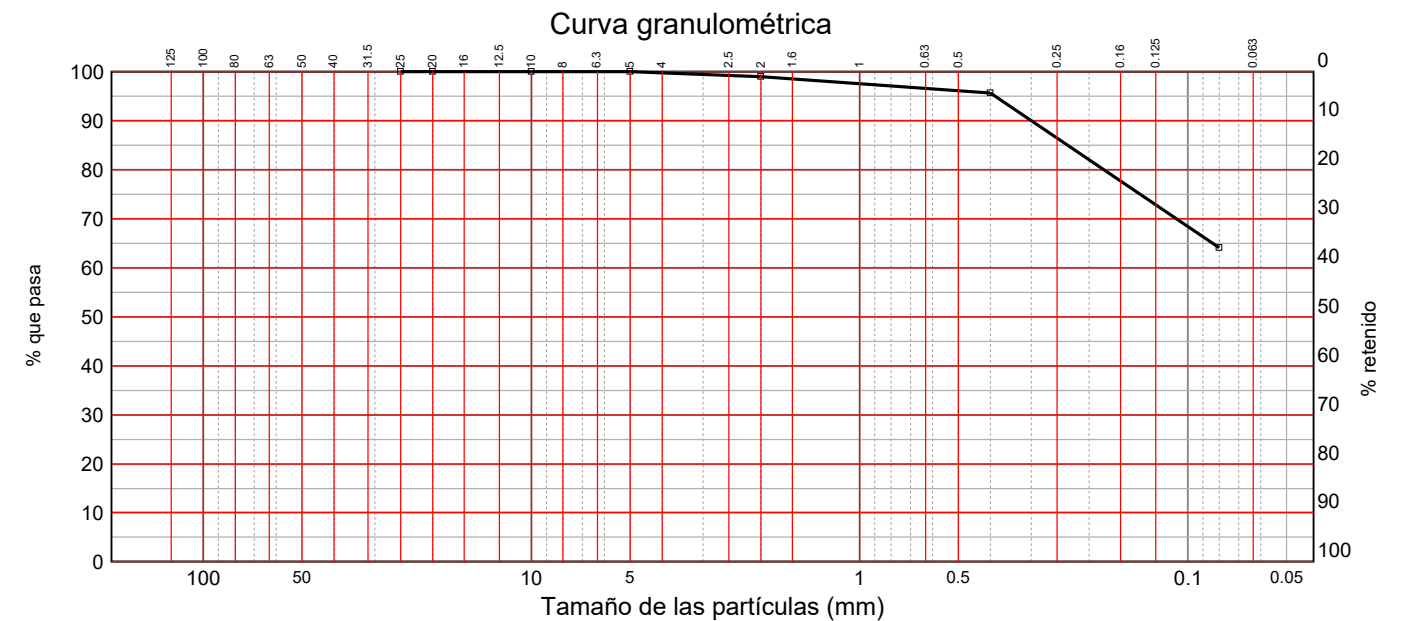
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8680	17	58992	S .2020/672	29/07/2020

R-08-8

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	99	96	64,1



LÍMITES DE ATTERBERG

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido **31,8**
Límite plástico **31,0**
Índice de plasticidad **0,8**

HUMEDAD

SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%) **44,6**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.

Densidad húmeda	g/cm³	1,775
Humedad	%	44,6
Densidad seca	g/cm³	1,228

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8680	17	58992	S .2020/672	29/07/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	71
Altura	mm	108
Sección	cm²	39,59
Volumen	cm³	427,6
Peso húmedo	g	737,3
Humedad	%	44,6
Densidad húmeda	Mg/m³	1,724
Densidad seca	Mg/m³	1,192
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,62
Carga máxima	kg	24
Deformación máxima	mm	9
Sección corregida	cm²	39,92
Tensión máxima	kg/cm²	0,60
Tensión máxima	kPa	59
Deformación en rotura	%	8,3

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8680	17	58992	S .2020/672	29/07/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L ₀	mm	28,15	27,50	27,25
L ₉₀	mm	27,1	26,91	25,42
t ₉₀	min	3,48	1,34	3,25
L ₅₀	mm	27,56	27,17	26,23
L ₁₀₀	mm	26,98	26,84	25,22
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,44	1,83	2,77
Coeficiente de Consolidación		0,50	2,12	1,99
Tiempo máximo al corte	min	41,04	15,80	38,33
Velocidad máxima	mm/min	0,12	0,32	0,13
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	44,6		
Humedad final	%	42,8	42,8	42,0
Densidad aparente	g/cm³	1,890	1,892	1,901
Densidad seca inicial	g/cm³	1,307	1,309	1,315
Índice de huecos inicial		0,989	0,987	0,978
Grado de saturación inicial	%	117,3	117,5	118,6
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,813		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,797		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,704		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	63	117	170
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	28,2		
Cohesión	KPa	9		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



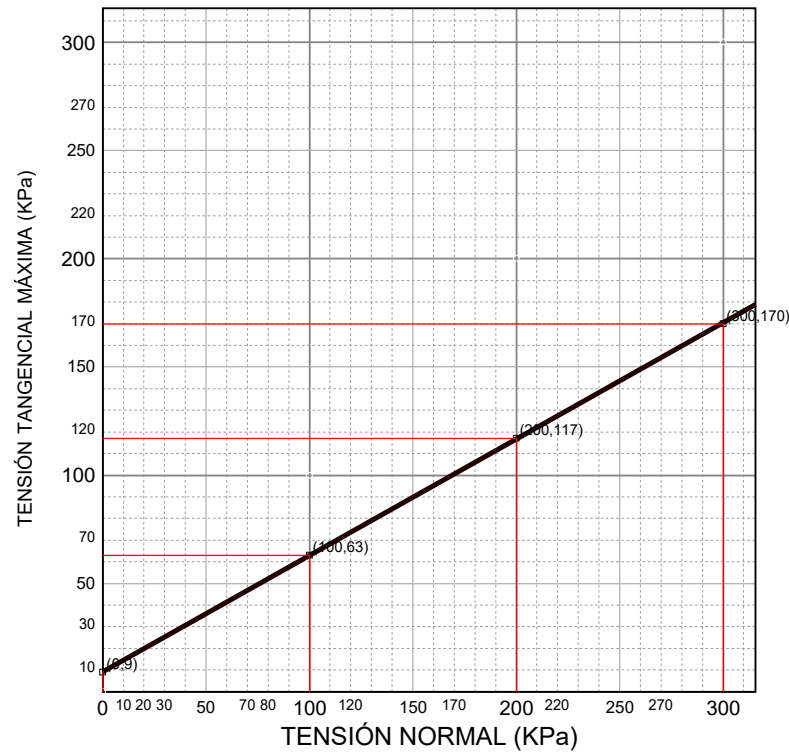
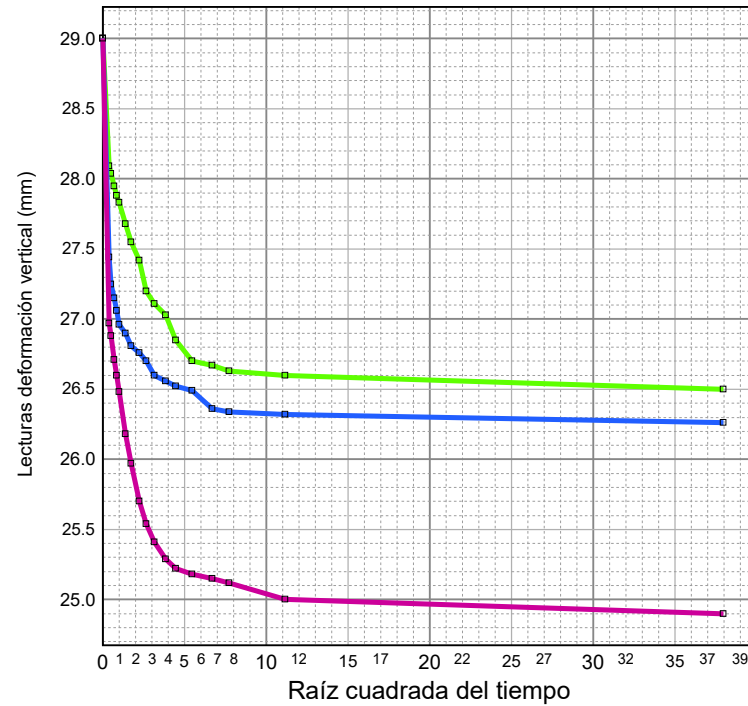
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8680	17	58992	S .2020/672	29/07/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÁREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8539	8	58996	S .2020/668	27/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP (De 36.10 a 36,40 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8539	8	58996	S .2020/668	27/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8751	21	58995	S .2020/669	29/07/2020

ACTA DE RESULTADOS

DESTINATARIO

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 3079 / 9961/ 117620

3079: Bilbao Ría 2000, S.A., Jose Mª Olabarri, 4, Planta C, 48001-(Bilbao) - Vizcaya, Bizkaia
ESA48530356

Campaña Geotécnica Regeneración Muelles Parcela RES AL-1 de Barakaldo

Vizcaya

Bilbao Ría 2000, S.A.
Jose Mª Olabarri, 4, Planta C
48001-(Bilbao) - Vizcaya
Bizkaia

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP (De 38.20 a 38.50 m)

PROCEDENCIA: S-3

FECHA DE MUESTREO: 15/07/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.
Resistencia a la tracción indirecta de una muestra de roca (Ensayo Brasileño), según la norma UNE 22950-2:1990 y Erratum 2003.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8751	21	58995	S .2020/669	29/07/2020

R-08-8



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

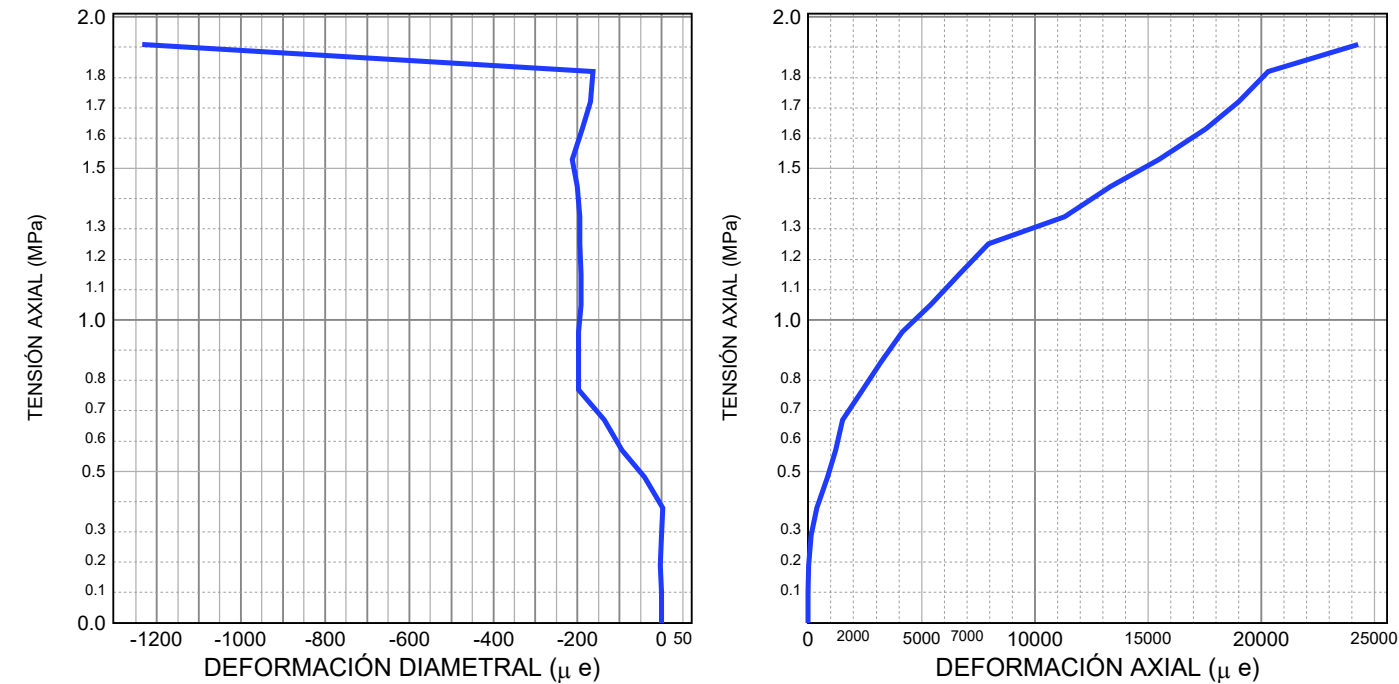


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/8751	21	58995	S .2020/669	29/07/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.			
DATOS DE LA PROBETA			
Orientación del eje de carga		Pizarrosidad a 45º con eje de carga	
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)	
Diámetro	mm	61,0	
Altura	mm	127,8	
Forma de rotura		A favor de discontinuidades	
Desviaciones respecto a la Norma		Altura / diámetro < 2,5	
RESULTADOS DE ENSAYO			
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	1,9	
Módulo medio de Young	MPa	188,19	
Coeficiente de Poisson		0,10	

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (ENSAYO BRASILEÑO). Según norma UNE 22-950-90 Parte 2.			
Orientación del eje de carga		Oblicuo a pizarrosidad	
Número de probetas ensayadas		2	
Diámetro	mm	61,3	61,1
Altura (espesor)	mm	39,0	31,5
Tipo de rotura		A favor de discontinuidades	
Carga de rotura	N	1999	617
Resistencia a la tracción	MPa	0,53	0,20
Resistencia a la tracción de la muestra	MPa	0,36	
Desviaciones respecto a la Norma		Nº de probetas	

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial



7.6 APÉNDICE A-6 ENSAYOS “IN SITU” DE LOS INFORMES CONSULTADOS



APÉNDICE 3. ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

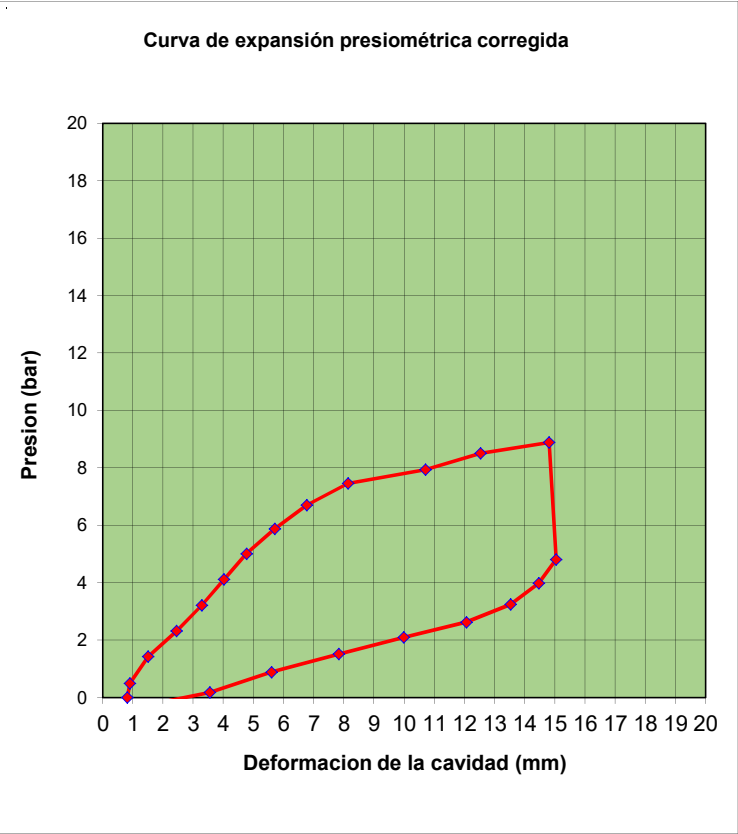
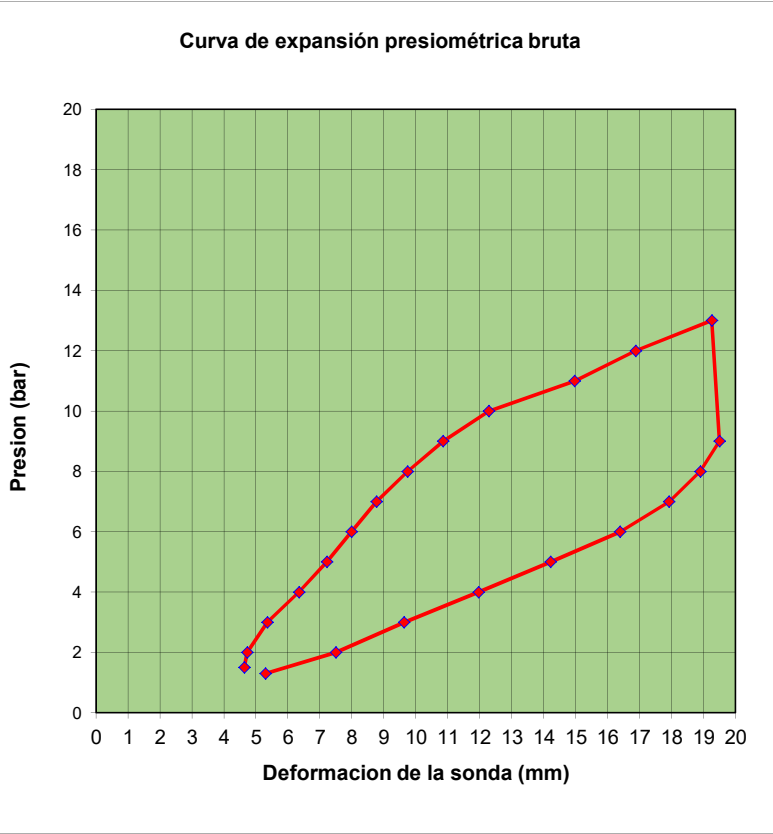
FECHA ENSAYO:	11/06/2020	BARAKALDO
PETICIONARIO:	BILBAO RIA2000	
Nº TRABAJO:	L034-2020	
		ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719



SONDEO	S-3
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	24,40-25,00
LITOLOGÍA	Limos con algo de arena
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,3
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

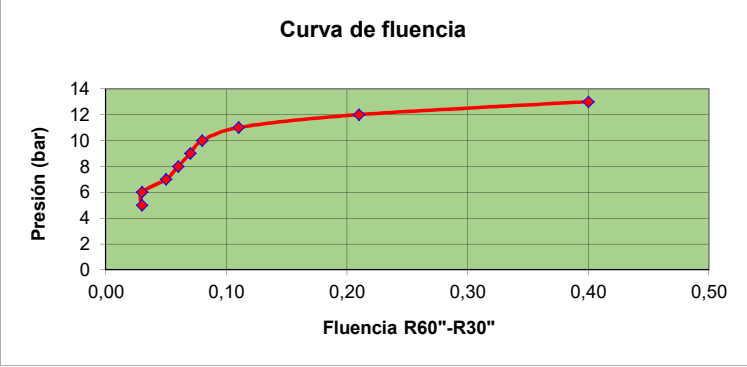
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA					
Presion reaccion=b1*m1 ^R		Diferencial Radio=b2+m2R		Diferencial Radio=a+bR	
b1=	1,0829658	b2=	3,11071429	a=	0,514755982
m1=	1,07184763	m2=	0,00142857	b=	0,041260802

Medidas Brutas						Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,5000	4,6400				1,4943	3,1173	0,7062	0,0057	0,8165
3	2,0000	4,7300				1,5036	3,1175	0,7099	0,4964	0,9026
4	3,0000	5,3600				1,5708	3,1184	0,7359	1,4292	1,5057
5	4,0000	6,3500				1,6825	3,1198	0,7768	2,3175	2,4535
6	5,0000	7,2200	3,3500	3,3800	0,0300	1,7872	3,1210	0,8127	3,2128	3,2863
7	6,0000	7,9900	4,1800	4,2100	0,0300	1,8853	3,1221	0,8444	4,1147	4,0234
8	7,0000	8,7700	4,9900	5,0400	0,0500	1,9901	3,1232	0,8766	5,0099	4,7701
9	8,0000	9,7500	5,9300	5,9900	0,0600	2,1302	3,1246	0,9170	5,8698	5,7083
10	9,0000	10,8600	7,2000	7,2700	0,0700	2,3007	3,1262	0,9628	6,6993	6,7709
11	10,0000	12,2900	8,8800	8,9600	0,0800	2,5407	3,1283	1,0219	7,4593	8,1399
12	11,0000	14,9700	11,3900	11,5000	0,1100	3,0599	3,1321	1,1324	7,9401	10,7055
13	12,0000	16,8800	13,3200	13,5300	0,2100	3,4935	3,1348	1,2112	8,5065	12,5339
14	13,0000	19,2600	15,9000	16,3000	0,4000	4,1208	3,1382	1,3094	8,8792	14,8123
15	9,0000	19,5000				4,1900	3,1386	1,3193	4,8100	15,0421
16	8,0000	18,9000				4,0191	3,1377	1,2946	3,9809	14,4677
17	7,0000	17,9200				3,7549	3,1363	1,2541	3,2451	13,5295
18	6,0000	16,3900				3,3767	3,1341	1,1910	2,6233	12,0649
19	5,0000	14,2200				2,9047	3,1310	1,1015	2,0953	9,9875
20	4,0000	11,9700				2,4849	3,1278	1,0086	1,5151	7,8335
21	3,0000	9,6400				2,1140	3,1245	0,9125	0,8860	5,6030
22	2,0000	7,5000				1,8223	3,1214	0,8242	0,1777	3,5544
23	1,3000	5,3000				1,5643	3,1183	0,7334	-0,2643	1,4483



Radio inicial de la cavidad ρ_0 =	37,5057 mm	ε_1 =	0
Radio de la cavidad ρ_1 =	37,5057 mm		
Presion en la cavidad P_1 =	1,4292 bar		
Radio de la cavidad ρ_2 =	41,7083 mm	ε_2 =	0,112052301
Presion en la cavidad P_2 =	5,8698 bar		

Presión límite:	> 8,88 bar
Presión de fluencia:	5,87 bar
Módulo de corte G=	1,98 Mpa
Módulo de def. Ep=	5,15 Mpa



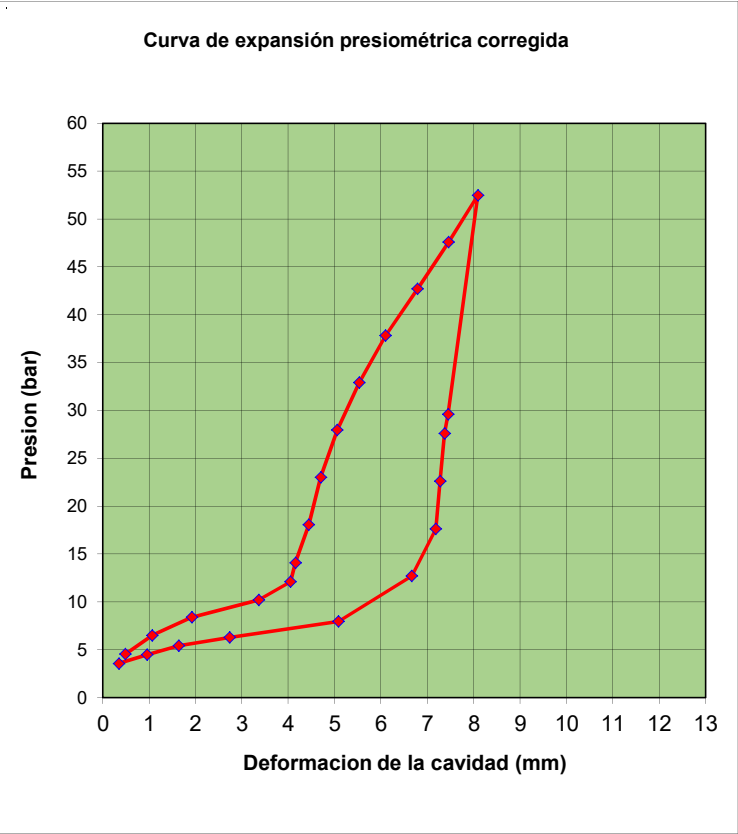
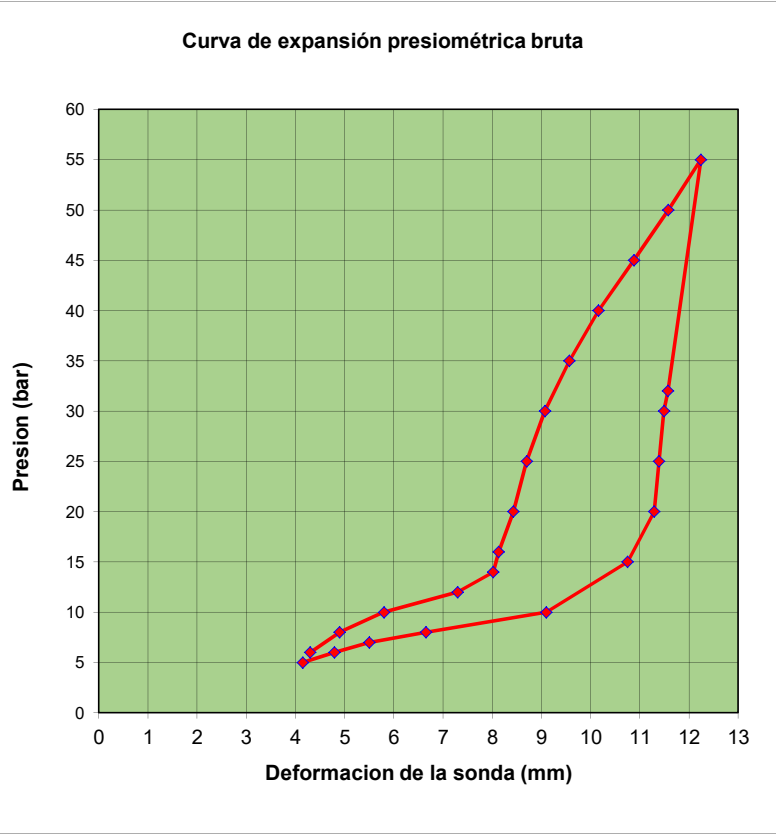
FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO		
$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$	$E = 2G(1 + \nu)$

FECHA ENSAYO:	12/06/2020	BARAKALDO	
PETICIONARIO:	BILBAO RIA2000		
Nº TRABAJO:	L034-2020	ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719	

SONDEO	S-3
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	36,50-37,10
LITOLOGÍA	Margas G.II.III
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,3
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

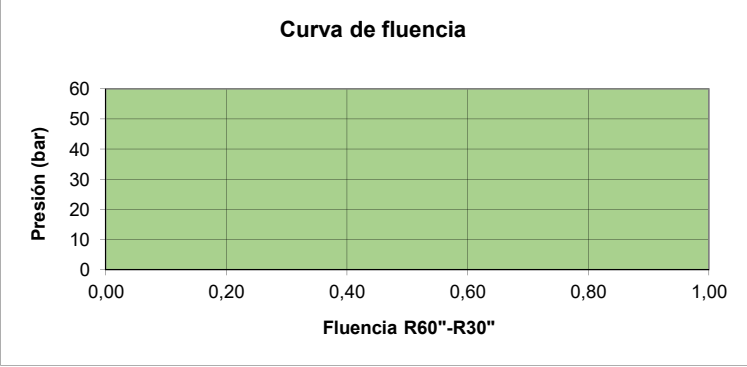
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA					
Presion reaccíón=b1*m1 ^R		Diferencial Radio=b2+m2R		Diferencial Radio=a+bR	
b1=	1,0829658	b2=	3,11071429	a=	0,514755982
m1=	1,07184763	m2=	0,00142857	b=	0,041260802

Medidas Brutas						Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	6,0000	4,3000				1,4594	3,1169	0,6922	4,5406	0,4910
3	8,0000	4,9000				1,5215	3,1177	0,7169	6,4785	1,0654
4	10,0000	5,8000				1,6195	3,1190	0,7541	8,3805	1,9269
5	12,0000	7,3000				1,7972	3,1211	0,8160	10,2028	3,3629
6	14,0000	8,0200				1,8892	3,1222	0,8457	12,1108	4,0522
7	16,0000	8,1300				1,9037	3,1223	0,8502	14,0963	4,1575
8	20,0000	8,4300				1,9437	3,1228	0,8626	18,0563	4,4447
9	25,0000	8,7000				1,9805	3,1231	0,8737	23,0195	4,7031
10	30,0000	9,0700				2,0320	3,1237	0,8890	27,9680	5,0573
11	35,0000	9,5700				2,1037	3,1244	0,9096	32,8963	5,5360
12	40,0000	10,1600				2,1916	3,1252	0,9340	37,8084	6,1008
13	45,0000	10,8800				2,3039	3,1263	0,9637	42,6961	6,7901
14	50,0000	11,5800				2,4186	3,1273	0,9926	47,5814	7,4602
15	55,0000	12,2400				2,5319	3,1282	1,0198	52,4681	8,0920
16	32,0000	11,5700				2,4169	3,1272	0,9921	29,5831	7,4506
17	30,0000	11,4900				2,4035	3,1271	0,9888	27,5965	7,3740
18	25,0000	11,3900				2,3869	3,1270	0,9847	22,6131	7,2783
19	20,0000	11,2900				2,3704	3,1268	0,9806	17,6296	7,1826
20	15,0000	10,7500				2,2832	3,1261	0,9583	12,7168	6,6656
21	10,0000	9,1000				2,0362	3,1237	0,8902	7,9638	5,0861
22	8,0000	6,6500				1,7179	3,1202	0,7891	6,2821	2,7406
23	7,0000	5,5000				1,5862	3,1186	0,7417	5,4138	1,6397
24	6,0000	4,7900				1,5099	3,1176	0,7124	4,4901	0,9600
25	5,0000	4,1500				1,4443	3,1166	0,6860	3,5557	0,3474



Radio inicial de la cavidad ρ_0 =	40,0522 mm	ε_1 =	0
Radio de la cavidad ρ_1 =	40,0522 mm		
Presion en la cavidad P_1 =	12,1108 bar		
Radio de la cavidad ρ_2 =	41,0573 mm	ε_2 =	0,025094751
Presion en la cavidad P_2 =	27,968 bar		

Presión límite:	> 47,58 bar
Presión de fluencia:	27,97 bar
Módulo de corte G=	31,59 Mpa
Módulo de def. Ep=	82,15 Mpa



FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO		
$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$	$E = 2G(1 + \nu)$

Operador :Daniel Horna
Interpretación: P.Pardo



7.7 RESULTADOS DE LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA



**CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE
SÍSMICA DE REFLEXIÓN Y TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA
LA CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO EN UN SECTOR
DEL RÍO NERVIÓN ENTRE BARAKALDO Y ERANDIO
(BILBAO, BIZKAIA).**

JULIO 2021



ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	2
2. MARCO GEOLÓGICO	3
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4. EQUIPOS UTILIZADOS	9
5. TRABAJOS REALIZADOS	11
6. RESULTADOS	17
7. VALORACIÓN CONJUNTA DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES	37

ANEXOS:

ANEXO I:	MAPAS DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS
ANEXO II:	PERFILES TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA
ANEXO III:	MAPAS DE RESULTADOS
ANEXO IV:	FOTOGRAFÍAS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL SUBSUELO, S.L. (AGS) ha realizado la “CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN Y TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO DE UN SECTOR DEL RÍO NERVIÓN ENTRE BARAKALDO Y ERANDIO (BILBAO, BIZKAIA)” con el fin de conocer cómo es el contacto agua-sedimentos y su profundidad, así como la profundidad a la que se encuentra la unidad de basamento formada por el sustrato rocoso y, además, la identificación de sectores más resistentes y sectores más debilitados en el sustrato rocoso.

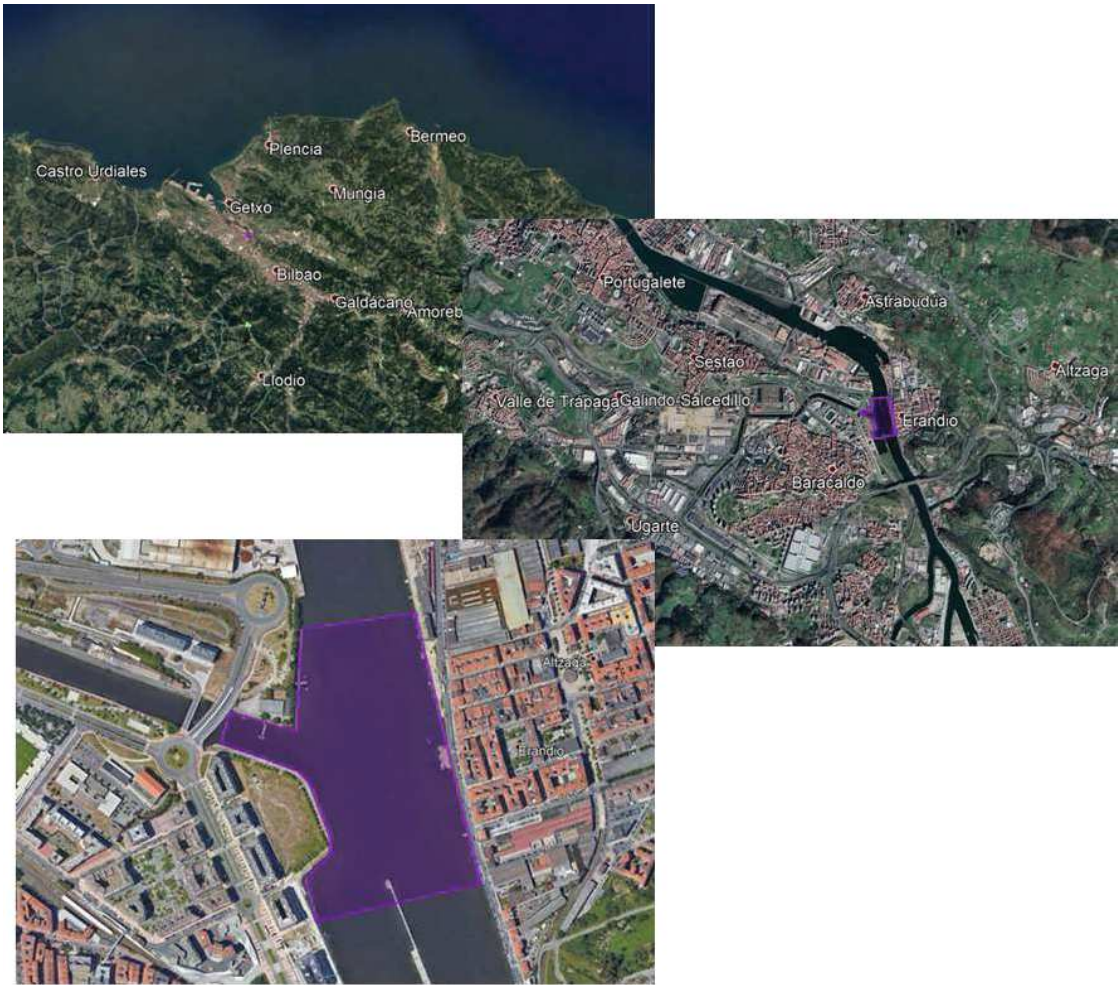


Figura 1: Foto aérea de la zona de estudio (círculo amarillo).

Este trabajo ha consistido en la realización de un estudio geofísico mediante sísmica de reflexión de alta resolución y dos perfiles de tomografía eléctrica en la zona de estudio y las áreas adyacentes para la caracterización de las estructuras sedimentarias y geológicas del subsuelo y determinar los sectores donde el sustrato geológico pudiera estar fracturado y donde se encuentra más compacto.

La información que se presenta en este informe comprende la descripción de los trabajos realizados, la explicación de la metodología desarrollada y la valoración de los principales resultados que se han obtenido de la campaña de prospección geofísica.

2. MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa en la llamada Cuenca Vasco Cantábrica, en el Arco Vasco, que funcionó como una gran cuenca sedimentaria durante el Cretácico.

Los materiales donde se asienta la ría y toda la ciudad de Bilbao son de edad Cretácica, pero don de destacar los depósitos de aluviones cuaternarios, de gran potencia, que se extienden por gran parte de la ciudad y alrededores.

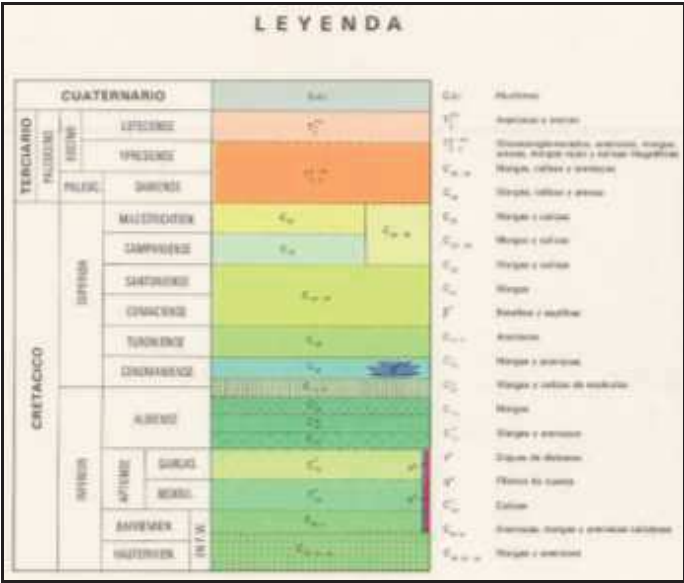
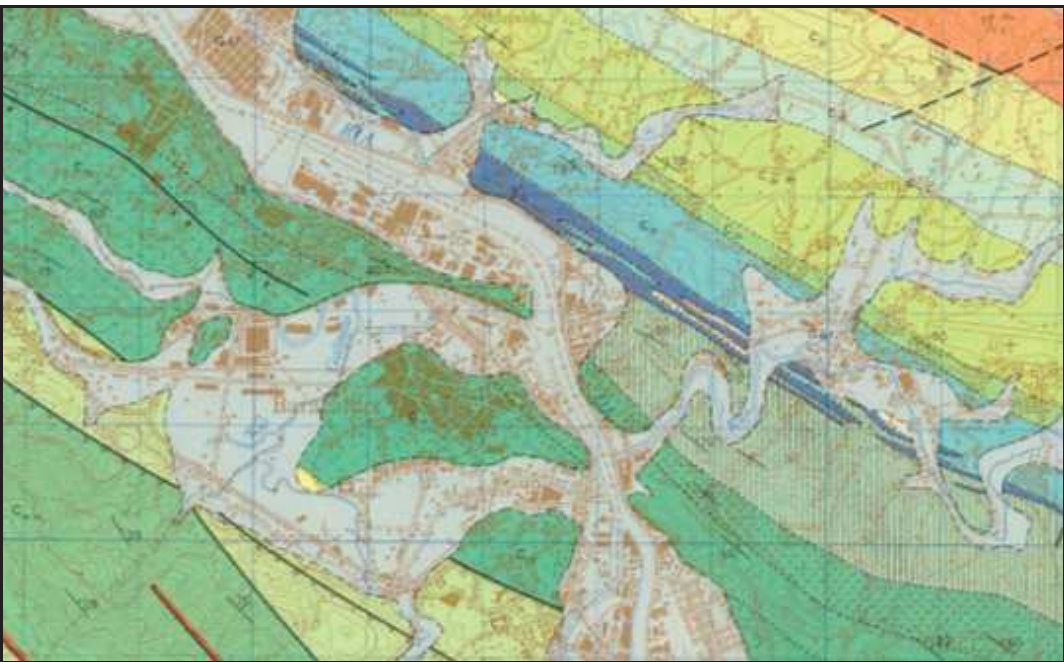


Figura 2: Marco geológico de la zona de estudio.

Durante el periodo Cretácico inferior (Albiense) y el Cretácico superior (Cenomaniense) se produjo la sedimentación de los materiales que afloran hoy día. Ligeros movimientos tectónicos hacían vascular la cuenca, variando el ambiente sedimentario de un contexto marino a mareal y costero. Se depositaron margas, calizas y areniscas. Durante el Cenomaniense extruyeron, junto a las margas, rocas volcánicas, creando coladas subacuáticas.

Más adelante durante la Orogenia Alpina, los materiales anteriormente descritos, fueron plegados y fracturados mediante los esfuerzos tectónicos ejercidos de NE-SW. Esto creó estructuras con alineaciones NW-SE, como la falla de Bilbao y un gran anticlinal descrito por Adán de Yarza, una de las estructuras que define el Arco Vasco. En su flanco norte se emplaza la ciudad de Bilbao.

La intensa erosión y sedimentación provocada por la ría, ha dejado importantes depósitos de materiales limosos y arenosos por todo el cauce y gran parte de la ciudad se asienta sobre estos terrenos.

En abril de 2021 se realizó, por parte de la Dirección General de Desarrollo Territorial (Departamento de Infraestructuras y Desarrollo Territorial), el estudio denominado “Plan de movilidad sostenible metropolitana. Conectividad peatonal ciclable. Tramo: pasarela Barakaldo-Erandio”. Un resumen de dicha información se muestra en la figura 3.

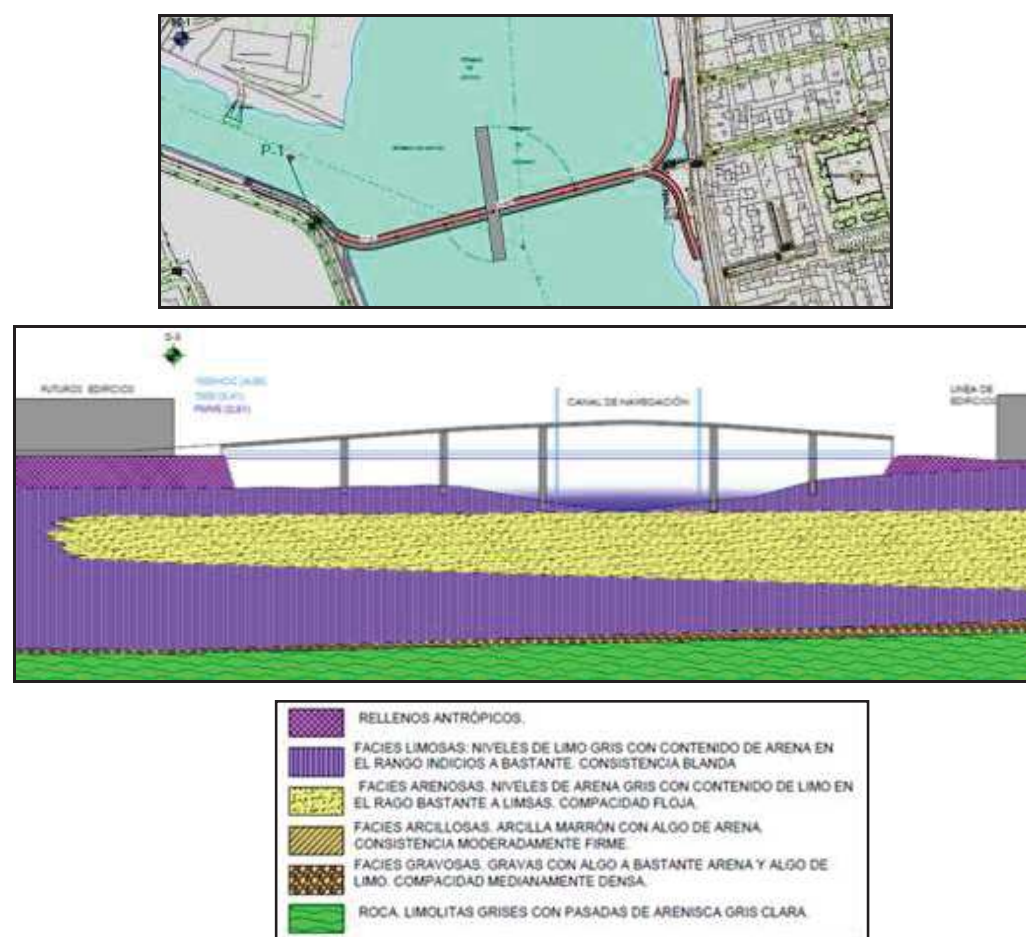


Figura 3: Corte geológico y leyenda de la zona de estudio.

3. METODOLOGÍA

Los métodos geofísicos empleados en este proyecto para investigación de las características del subsuelo son la sísmica de reflexión de alta resolución y la tomografía eléctrica, en ambos casos en sus respectivas variantes par trabajar sobre el agua.

3.1. SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Se ha realizado un estudio geofísico mediante *Boomer* + Perfilador en la zona planteada, ampliando la zona de estudio para asegurar los datos y determinar mejor las estructuras sedimentarias y geológicas de la zona.

La sísmica de reflexión en el agua emplea como elemento de medida las ondas acústicas (Trabant, 1984). Esta técnica se basa en la emisión de breves impulsos elásticos en forma de pulsos sonoros desde un barco en movimiento, transmitiéndose por toda la columna de agua hasta que son reflejados al llegar al fondo y a las distintas capas que componen el subsuelo. Posteriormente los ecos de retorno son recogidos y registrados.

Sabiendo el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción, y la velocidad de propagación de las ondas sísmicas por el medio acuático y dichas capas, se puede calcular la profundidad a la que se encuentran los diferentes substratos geológicos.

Con la recogida de estos pulsos, se genera el perfil sísmico, gráfico donde queda representada la disposición geométrica del fondo y los reflectores del subsuelo, en forma continua siguiendo un perfil, asimilable a lo que sería un corte geológico (Trabant, 1984; Ayala *et al.*, 1985; Díaz-del-Río, 1989; Rey, 1990; Abarzuza, 1991; Hernández Molina, 1993; Lobo, 1995).

Los sistemas sísmicos operan según el principio por el cual la energía sismo-acústica transmitida incide en una interfase acústica, reflejándose parcialmente por esta superficie. Una interfase acústica es aquella zona del subsuelo a través de la cual, existe algún contraste en la impedancia acústica, definida como el producto de la densidad del medio por la velocidad de propagación de las ondas sónicas compresionales (ondas P). La reflexión se obtiene por una variación de la impedancia acústica que es una medida del contraste acústico de los materiales a cada lado de la interfase.

Las interfases acústicas quedan representadas gráficamente por cada uno de los sistemas sísmicos, y son llamados ‘reflectores sísmicos’. Estos últimos son superficies de contacto entre dos materiales que presentan distinta impedancia acústica y que se comportan frente a los pulsos acústicos como espejos, reflejando (y refractando) parte de la energía acústica emitida. Estos reflectores no tienen por qué coincidir con los “estratos”, “capas”, “niveles” geológicos, aunque pueden corresponder a interfases físicas como planos de estratificación, discontinuidades, fallas, superficies de erosión, zonas con gas, etc. (Bouyé, 1983; Trabant, 1984; Hernández-Molina, 1993).

Existen dos propiedades que caracterizan a todo sistema sísmico. Por una parte, el grado de penetración, y por otro lado la capacidad de diferenciar, conocida como la resolución; ambas propiedades se relacionan inversamente:

- a) **Penetración:** es la profundidad máxima a la que puede detectarse un reflector. Depende básicamente de la potencia y frecuencia de la señal emitida; a una menor frecuencia le corresponde una mayor longitud de onda y una mayor penetración. En cada interfase la cantidad de energía que se transmite a la siguiente se ve disminuida en una cantidad igual a la que ha sido reflejada (Trabant, 1984).
- b) **Resolución:** es la distancia mínima a la que se pueden identificar dos reflectores consecutivos para una señal de frecuencia determinada. A mayor frecuencia obtenemos una mayor resolución. Se puede considerar una resolución horizontal al producirse cambios en la respuesta acústica en la horizontal (Bouyé, 1983).

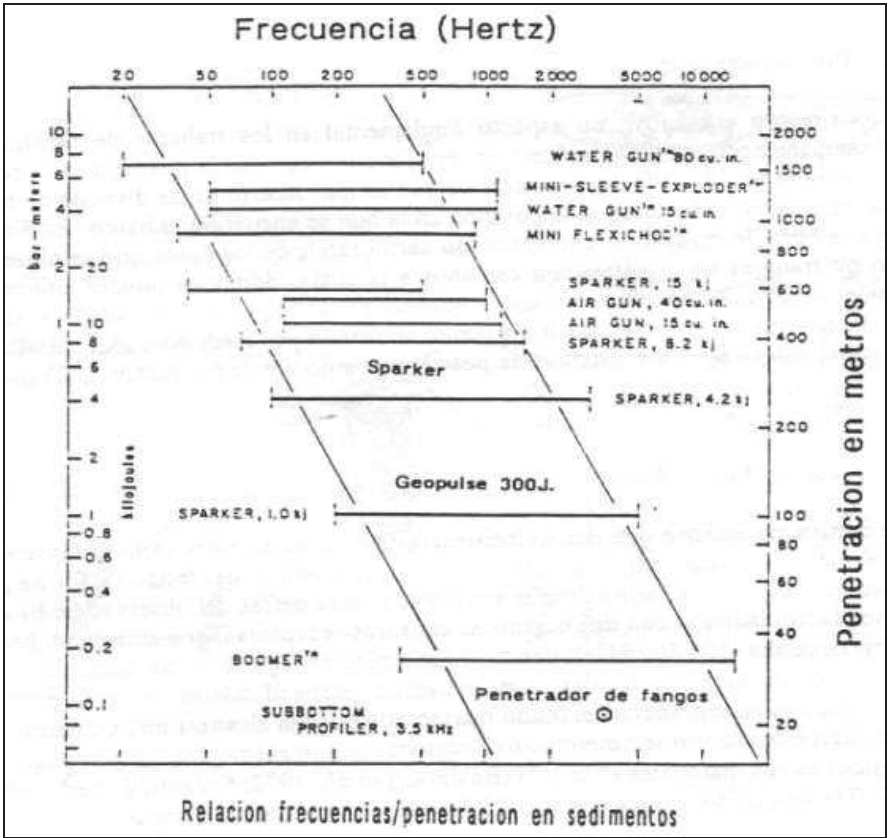


Figura 4 Esquema gráfico donde se establece la relación entre frecuencia y penetración en sedimentos (Trabant, 1984).

En la interpretación de un perfil sísmico también es necesario tener en cuenta dos factores que intervienen en la realización de un registro:

- a) **Difracción:** las reflexiones de mayor calidad tienen lugar sobre medios horizontales; cuando existe alguna irregularidad, por ejemplo, una falla, al llegar la onda a la irregularidad, ésta se comporta como un emisor y produce unos frentes de onda esféricos; las reflexiones hiperbólicas que se forman reciben el nombre de difracciones (Bouyé, 1983; Trabant, 1984). La migración consiste en desplazar un punto perteneciente a un reflector inclinado a su posición real, y para ello se aplica la hipérbole de difracción.

- b) **Absorción:** Consiste en la transformación de la energía elástica en otras formas de energía, principalmente calor. Esta transformación depende del coeficiente de absorción. El coeficiente está relacionado con la frecuencia de emisión, de forma que las altas frecuencias favorecen la absorción en las capas más superficiales (Bouyé, 1983).

3.2. TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

La metodología utilizada para la prospección geofísica mediante perfiles de tomografía eléctrica, se basa en los conceptos teóricos de la resistividad eléctrica de las rocas, que depende fundamentalmente de cuatro factores:

- De la proporción de volumen de poros frente a volumen total de la roca. A mayor porosidad suele obtenerse una menor resistividad, siempre y cuando la porosidad tenga un relleno (agua, arcilla, etc.). Si no es así, como es el caso de cuevas o galerías con aire, la resistividad suele ser muy alta debido al carácter dieléctrico del aire.
- De la disposición geométrica de dichos poros (denominado factor de formación). A mayor conexión de poros, si están rellenos de agua, implica una menor resistividad ya que la movilidad de fluidos y de iones es más fácil. Si tienen una morfología poco alargada o su disposición condiciona que estén desconectados, la resistividad será, por el contrario, mayor.
- De la proporción de poros rellenos de agua frente a poros secos. A mayor proporción de poros rellenos de agua, la resistividad va a ser menor pues el agua permite una mayor circulación de la corriente eléctrica que el aire, que es un dieléctrico.
- De la resistividad o conductividad de dicha agua. A mayor conductividad del agua, menor será la resistividad de la formación que la contiene.

Los diferentes factores que afectan a la resistividad de una roca se agrupan en la siguiente fórmula de Heiland:

$$R = \frac{F}{V} \times R_w \times \frac{1}{F_s}$$

Donde

- R es la resistividad de la roca.
R_w es la resistividad del agua contenida en los poros de la roca.
V es el volumen de huecos (porosidad).
F factor de formación (depende de la forma y distribución de los poros).
F_s factor de saturación (depende de la proporción de poros rellenos de agua).

En medio acuático los fundamentos de la técnica se basan en los conceptos teóricos explicados anteriormente, pero la implantación del perfil se realiza de forma ligeramente diferente a la tomografía eléctrica realizada en medio terrestre. La disposición se realiza mediante un resistímetro conectado a un tipo de cable multiconductor específico para medio acuático, con electrodos de grafito incorporados al mismo (ver figura 5).

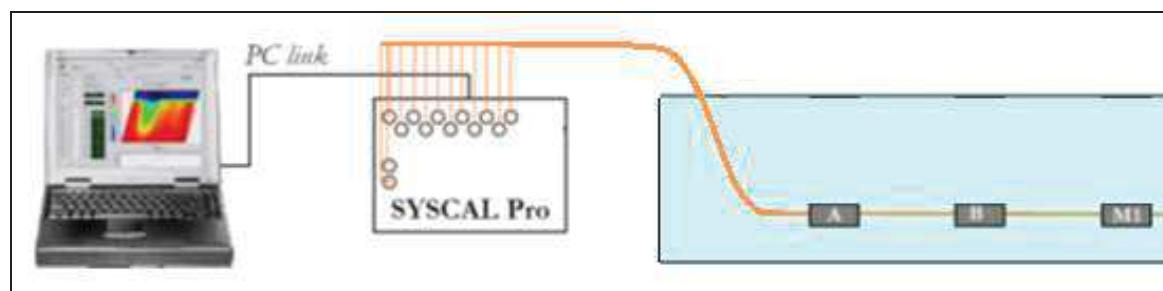


Figura 5: Esquema de implantación de un perfil de tomografía eléctrica en medio acuático.

El resultado final es una sección del subsuelo en la que se representan los valores de resistividad con distintos colores para que se puedan apreciar mejor las variaciones de este parámetro, donde se puede identificar también el contacto agua-sedimento (ver figura 6).

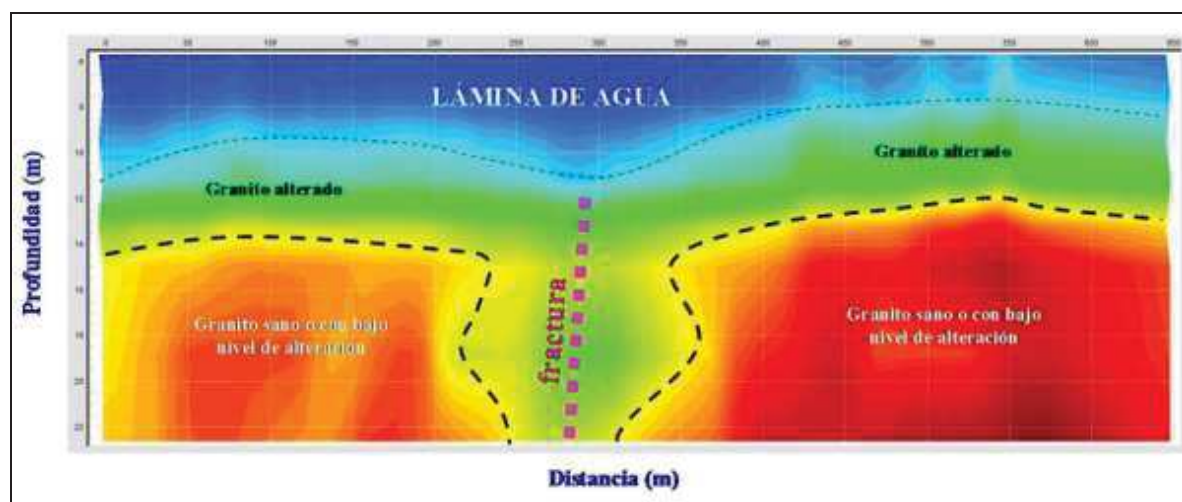


Figura 6: Ejemplo de un perfil de tomografía eléctrica 2D en medio acuático realizado con cables flotantes, dispuestos en la superficie de la lámina de agua.

4. EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Para la realización de los trabajos de sísmica de reflexión y batimetría multihaz fueron utilizados los siguientes equipos:

- Sistemas de posicionamiento GPS Diferencial RTK funcionando en modo ROVER+Ntrip desde la red GNSS GeoEuskadi. Esta red dispone de una estación muy próxima a la zona de trabajo, la estación de Igeldo situada a menos de 10km, por lo que se asegura una precisión centimétrica en toda la zona.
- Ecosonda multihaz modelo 8125T de Reson que genera 240 haces muy estrechos sobre un sector de 120° transversal al avance del barco, con una cadencia máxima de 40 disparos por segundo, y una resolución angular de 0.5° en el sentido transversal y 1° en el de avance. Se compone de dos elementos (ver figura 7): un transductor y una unidad de cubierta (Sonar Processor).

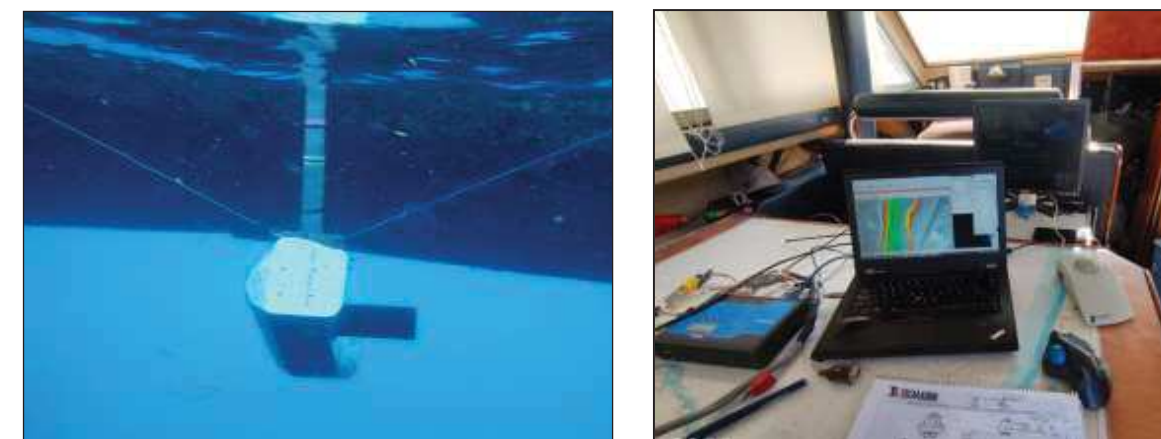


Figura 7. Transductor del ecosonda instalado en el mástil (izquierda) y Sonar Processor de la Ecosonda y ordenador de control (derecha).

- Sistema sísmico Geopulse basado en Boomer de diseño avanzado que emite un pulso acústico. Para ello se ha utilizado una fuente de energía modelo CSP300, un catamarán modelo CAT200 con emisor acústico Geoacustics 5813B y un hidrófono receptor modelo AAE-8 (Streamer).
- Procesador digital de señal modelo Octopus 360 con compensador electrónico de oleaje.
- Embarcación profesional de lista 5ª de la zona con experiencia en este tipo de trabajos.

Para la realización de los trabajos de tomografía eléctrica se emplearon los siguientes equipos:

Resistivímetro multielectrónico de última generación SYSCAL 72 Pro (ver figura 8), con 72 conexiones para mediciones simultáneas de electrodos, fabricado por IRIS INSTRUMENTS (Orléans, Francia). El equipo dispone de un procesador de 10 canales para poder realizar perfiles con un mayor número de medidas y con una mayor velocidad de registro.



Figura 8: Equipo de prospección eléctrica



Figura 9. Cable multielectródico sumergible para prospección geoelectrónica. Detalle de una de las 18 conexiones de acero especial de que dispone el cable para la toma de datos.

5. TRABAJOS REALIZADOS

5.1. SÍSMICA DE REFLEXIÓN

La zona de estudio se localiza en la Ría de Bilbao, entre las localidades de Erandio y Baracaldo, al norte de puente de Róntegui. Concretamente a la altura donde se emplaza el actual embarcadero de Erandio. El estudio cubre todo el ancho de la ría y parte del río Galindo, afluente al oeste, hasta el puente Kaiku, con un área de unas 12.6 hectáreas y una longitud máxima de 870 m a lo largo de la ría. Se creó una malla haciendo varias pasadas para tener la máxima cobertura.

El sistema emisor fue colocado a estribor, en el mismo catamarán que soporta el receptor de 3.5Khz., con un offset de 12 metros a popa de la antena de GPS y a unos 1.5 metros del centro del barco para navegar en aguas no afectadas por la estela del barco. El hidrófono (*streamer*) receptor de la señal de banda ancha se ha remolcado con un offset a popa de la antena de GPSD también de 12 metros y apartado unos 4 metros del centro del barco para evitar ruidos y la reducción de señal que pudiera introducir la estela del barco.

La cadencia de disparo ha sido de 2.5 pps (400mseg) y la potencia de 200 J, para garantizar al máximo la penetración del sistema recogiendo la mayor cantidad de información posible. Para ello se ha navegado a una velocidad inferior a 4 nudos.

El trabajo de campo se ha realizado el día 1 de Julio de 2021 en los horarios establecidos de acuerdo con la carta de mareas. Antes de comenzar el trabajo se ajustaron todos los equipos para adecuar la señal y evitar interferencias tanto eléctricas como acústicas (filtrados para ruido de motores, etc). También se procedió a la navegación en la zona para buscar la configuración más adecuada de los diferentes sistemas para que aporten la mejor información de los niveles sedimentarios del fondo.

Se realizó una navegación siguiendo líneas planificadas previamente en función del estado de la marea debido al escaso calado en la zona. Con ello se han realizado las siguientes líneas:

- 12 líneas paralelas a la ría, con una separación media entre ellas de unos 20 m y unos 470 m de longitud cada una de ellas.
- 14 líneas perpendiculares a la ría, con longitudes de unos 200 m por línea y separaciones medias de unos 20-30 m dependiendo de la zona.
- Además, se han realizado varias pasadas siguiendo el trazado previsto del futuro puente.

En total se han recorrido unos 17 km de perfiles sísmicos durante los trabajos de adquisición de datos geofísicos, que fueron obtenidos de forma simultánea con los dos equipos sísmicos anteriormente descritos.

La disposición del proyecto de líneas de exploración se planteó conformando una malla, con mayor densidad en la zona próxima al trazado del puente, donde los perfiles sísmicos se proyectaron de forma paralela y perpendicular entre sí, cubriendo un área total de unas 14 Has. En la figura 10 se muestran las líneas de navegación realizadas, así como los *fixes* que conforman cada una de las líneas de navegación. En este sentido, conviene indicar que se trata de los datos reales de navegación, sobre los que se les realiza un filtrado para subsanar aquellos datos erróneos sucedidos por saltos de GPS durante la adquisición de los datos.

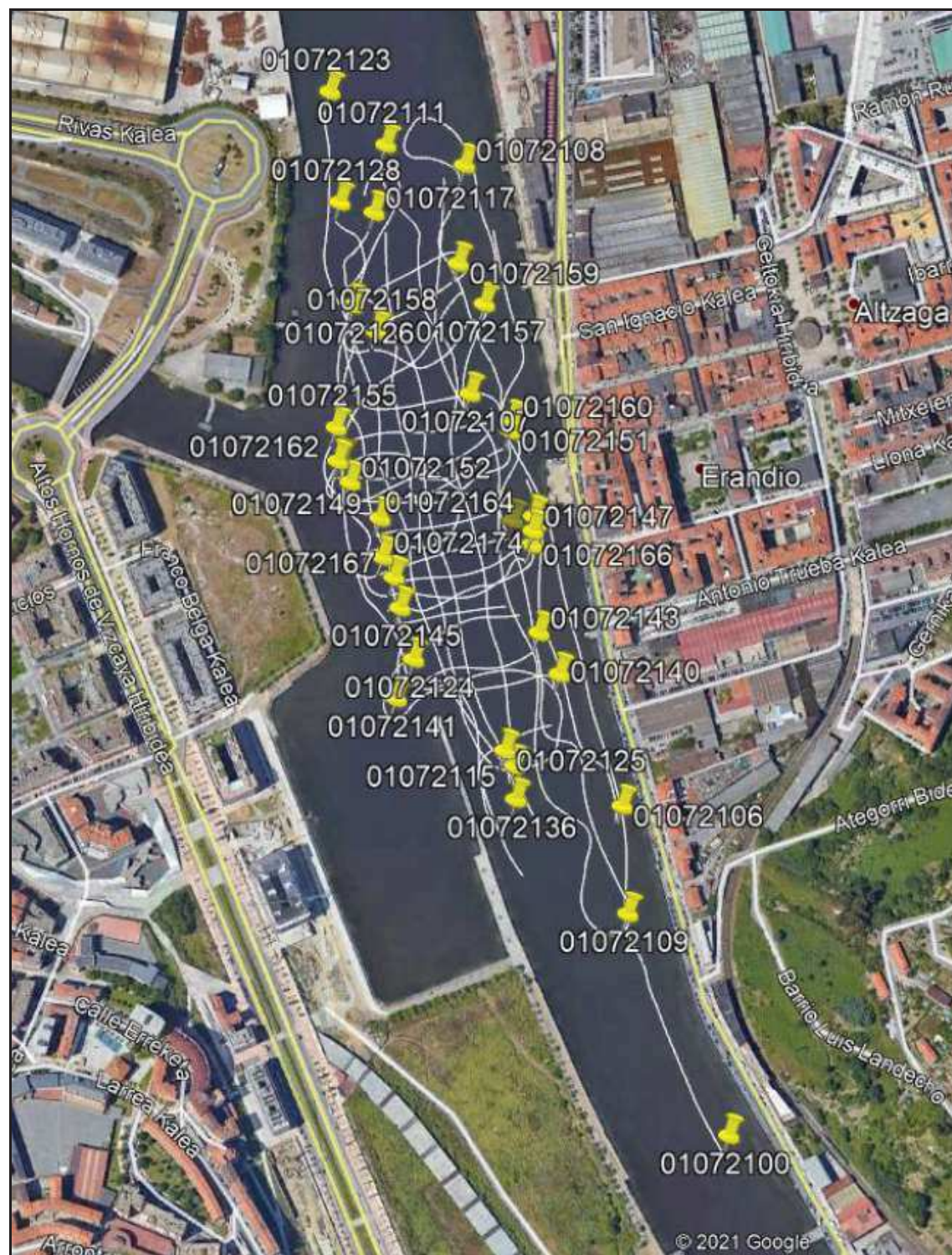


Figura 10: Líneas de navegación para la realización de la batimetría.

Durante la adquisición, la embarcación se quedó varada en varias ocasiones debido al escaso calado de la zona. Por ello a partir de la batimetría facilitada por el cliente, se realizó un plano de fondo resaltando las zonas de menor calado (figura 11).

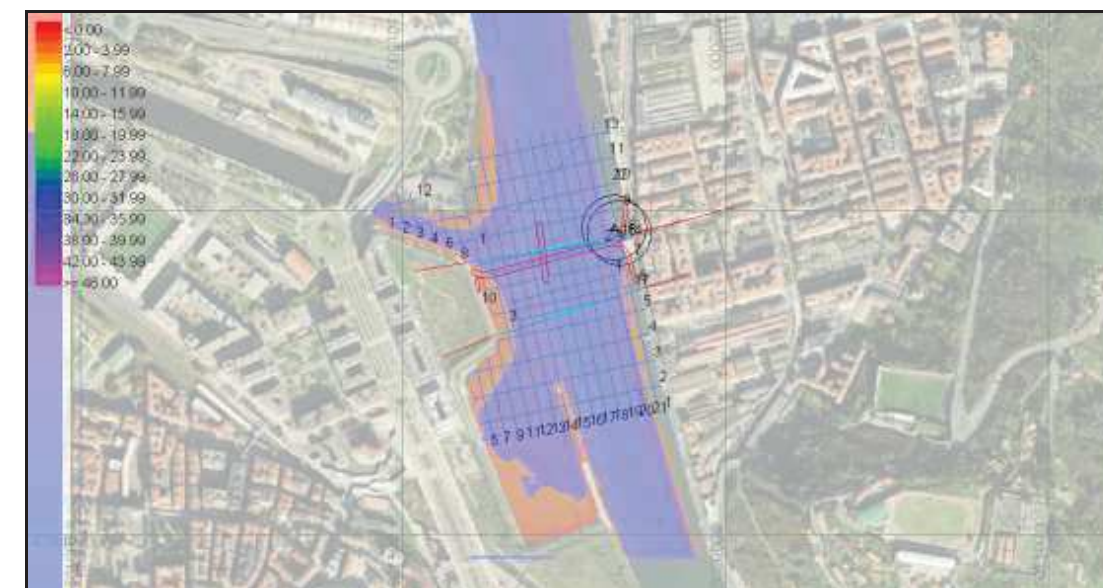


Figura 11: Zonas de menor calado resaltadas para la navegación.

El sistema emisor se ha colocado a estribor, en el mismo catamarán que soporta el receptor de 3.5Khz., con un offset de 12 metros a popa de la antena de GPS y a unos 1.5 metros del centro del barco para que navegara en aguas no afectadas por la estela del barco. El hidrófono (*streamer*) receptor de la señal de banda ancha se ha remolcado con un offset a popa de la antena de GPSD también de 12 metros y apartado unos 4 metros del centro del barco para evitar también los ruidos y reducción de señal que pudiera introducir la estela del barco.

La cadencia de disparo ha sido de 2.5 pps (400 milisegundos) y la potencia de 200 J, para garantizar al máximo la penetración del sistema recogiendo la mayor cantidad de información posible. Para ello se ha navegado a una velocidad inferior a 4 nudos.

Igualmente, la recogida de los datos sísmicos se ha hecho de forma simultánea en dos procesadores digitales que en tiempo real almacenan la señal. Además de ha realizado una adquisición en paralelo mediante un registrador de señal asociado al programa de navegación.

Se ha llevado a cabo en todo momento un control de calidad de los datos, y el ajuste de los sistemas se ha controlado en todo momento para tener una señal equilibrada que facilite la interpretación.

Al ser un equipo remolcado se ha generado en el sistema de navegación un mensaje NMEA específico para determinar las coordenadas del sistema en función del cable largado. Este mensaje se ha aplicado continuamente a todos los datos grabados por los procesadores digitales para su georreferenciación y para su posterior interpretación digital.

5.2. TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

Los trabajos de tomografía eléctrica se han realizado concretando las mediciones en dos perfiles longitudinales situados sobre las dos opciones iniciales que se preveía como más factibles a la hora

de llevar a cabo el proyecto de construcción del puente: Uno al norte, aguas abajo, y otro al Sur, aguas arriba. Cada uno de estos dos perfiles se llevó a cabo implantando electrodos tanto en tierra como en agua con el fin de alcanzar mayores profundidades de investigación y, al mismo tiempo, para analizar con el mayor detalle posible ambos bordes del cauce.

Cada uno de los dos perfiles principales (Norte y Sur) está formado por dos perfiles individuales (ver figura 12) ya que las longitudes de los cables y los electrodos no son infinitos, sino que están limitados a un máximo de 72 electrodos/conexiones por cada perfil individual:

- El perfil Norte (o perfil aguas abajo) está formado por el Perfil Barakaldo Norte + Perfil Erandio Norte.
- El perfil Sur (o perfil aguas arriba) está formado por el Perfil Barakaldo Sur + Perfil Erandio Sur.



Figura 12: Perfiles de tomografía eléctrica.

En la figura 12 se puede apreciar, en cada uno de los dos perfiles, la parte correspondiente a los electrodos situados sobre tierra (sección de cada perfil en color rojo) y la parte correspondiente a los electrodos o conexiones situadas en el agua (en color azul). Los perfiles Barakaldo Norte, Barakaldo Sur y Erandio Sur miden 270 m de los que 180 m están en agua y 90 m en tierra. En perfil Erandio Norte, sin embargo, mide 360 m ya que en ese caso era más factible y se podían tender 180 m en tierra.

En la figura 13, por ejemplo, se presenta una fotografía de uno de los perfiles de tomografía eléctrica, en este caso se trata del Perfil Barakaldo Sur. Se puede observar que se coloca el equipo de medida SYSCAL 72 Pro junto a la orilla, en el pantalán y, a desde el equipo, se “lanza” el cable multielectrónico sumergible de 180 metros hacia el agua (cable de color naranja claro) y, desde el mismo punto, se tiende el cable multielectrónico de 90 metros tierra adentro (cable de color naranja oscuro).



Figura 13: Perfil de tomografía eléctrica Barakaldo Sur. El equipo de medida se sitúa en la orilla y “lanza” el cable de 180 m hacia el agua (cable de color naranja claro) y el cable de 90 m tierra adentro (cable de color naranja oscuro).

En la figura 14 se presenta una fotografía de otro de los perfiles de tomografía eléctrica, en este caso se trata del Perfil Erandio Norte. Se puede observar el cable multielectrónico de 90 metros tierra adentro (cable de color naranja oscuro) con algunos de los electrodos conectados al terreno

aprovechando juntas entre baldosas, entre adoquines o en alcorques de árboles.



Figura 14: Perfil de tomografía eléctrica Erandio Norte. Se observa en la parte inferior derecha de la fotografía el cable de 90 m tierra adentro (cable de color naranja oscuro) con alguno de los electrodos conectados al terreno (indicados con flechas amarillas).

6. RESULTADOS

Se presentan a continuación los principales resultados obtenidos en cada una de las dos técnicas de prospección geofísica empleadas, los mapas (y algún perfil) generados a partir de la sísmica de reflexión y los perfiles de tomografía eléctrica.

6.1. SÍSMICA DE REFLEXIÓN

La zona de estudio en la Ría de Bilbao tiene un calado pequeño lo que ha provocado que las secciones sísmicas estén afectadas por unos “artefactos” geofísicos, las múltiples, que dificultan el análisis de las características del subsuelo. Por ello ha habido que intensificar la fase de procesamiento de datos con el fin de obtener unos resultados más sólidos.

6.1.1. Procesado.

El efecto denominado “múltiple” se produce cuando se emite una onda sísmica desde una fuente de energía situada en la superficie del agua. Dicha onda sísmica se transmite en los materiales que conforman el fondo marino, pero también se refleja en el fondo marino, reflejándose hacia la superficie del agua y volviendo a reflejarse nuevamente hacia el fondo marino. De ahí su nombre de “reflexión múltiple” o, simplemente, “múltiple”.

Esta reflexión presenta el inconveniente, fundamentalmente en aguas de poco calado (someras), de que dichas reflexiones múltiples pueden enmascarar las reflexiones primarias, es decir, las reflexiones que se producen en el subsuelo cada vez que la onda sísmica alcanza un estrato geológico que supone un cambio de impedancia acústica (cambio en el valor de densidad x velocidad sísmica).

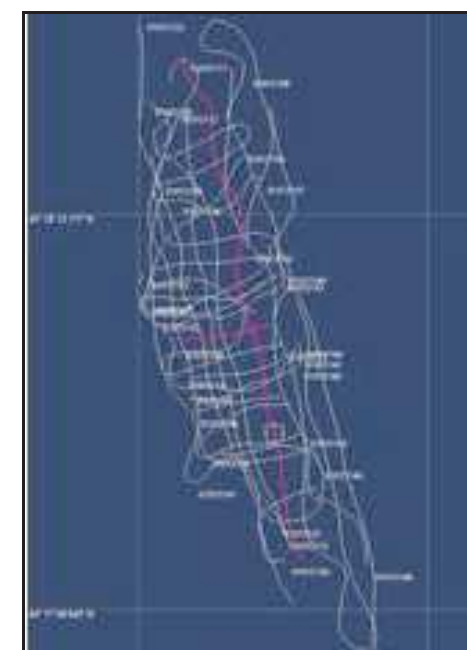


Figura 15:1 Posición de las líneas 01072111 y 01072149, resaltadas en color rojo.

Este fenómeno de las múltiples de alta intensidad se ha producido en este trabajo con una intensidad mayor de la normal. En las imágenes siguientes se muestra un ejemplo de dicha múltiple en dos líneas realizadas en este trabajo (ver figura 15): La línea 01072111, de dirección aproximada N-S y en un trazado aproximadamente a lo largo del eje de la ría (figura 16), y la línea 01072149, de dirección aproximada E-W y en un trazado aproximadamente por el centro de la zona de estudio (figura 17).

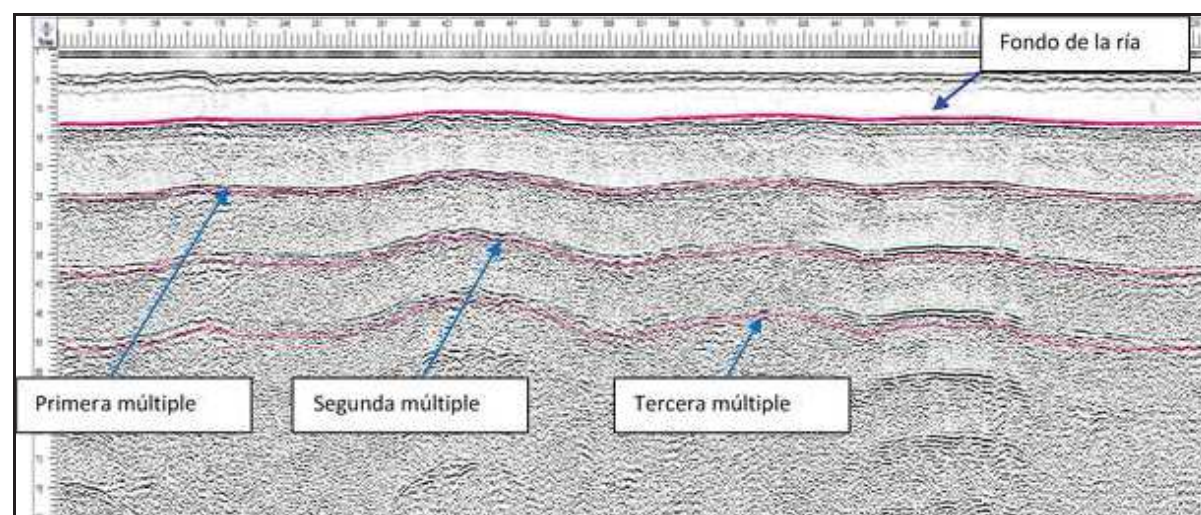


Figura 16: Observación de las múltiples en la línea 01072111

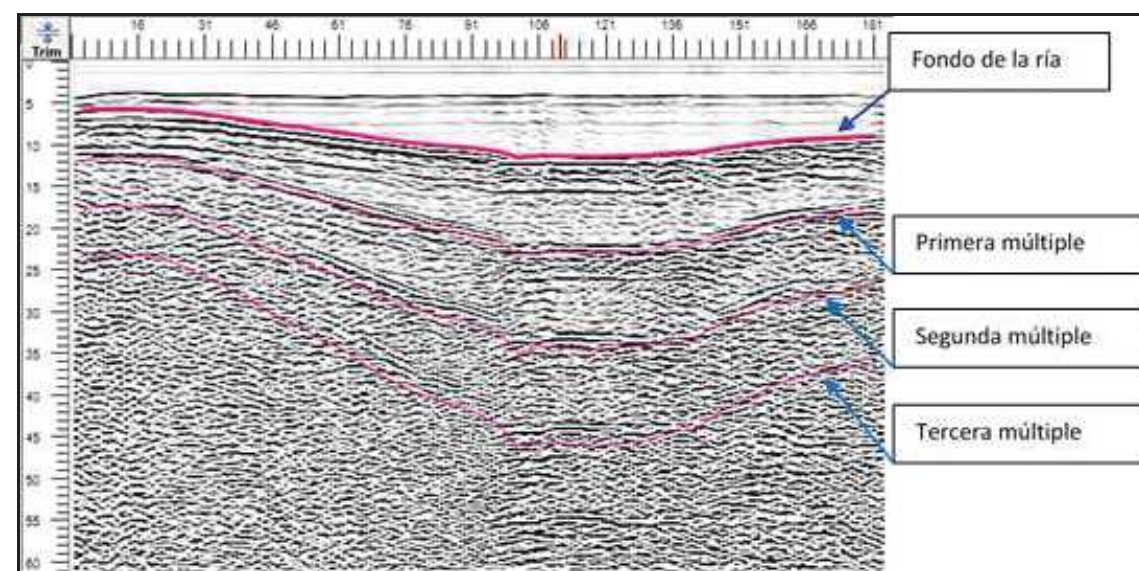


Figura 17: Observación de las múltiples en la línea 01072149

Con objeto de minimizar el efecto de la presencia de las múltiples en los registros y así poder realizar una interpretación más correcta, a los registros se les aplicó un proceso denominado deconvolución predictiva, fase cero. De esta manera, después de numerosos procesados se conseguía mejorar la calidad de las líneas y los resultados obtenidos se pueden ver en el ejemplo representado en la figura 18.

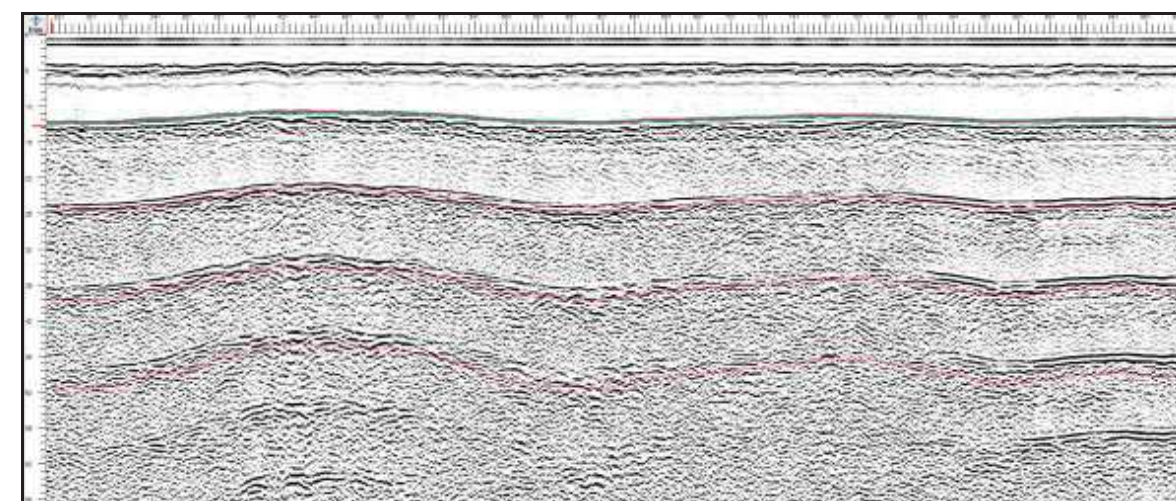


Figura 18a:2 Línea 01072111, parte del registro original.

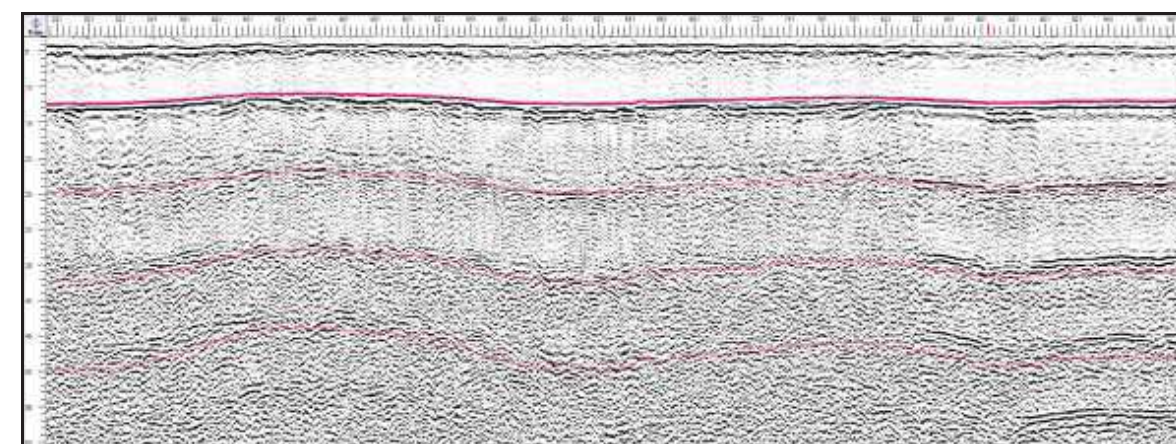


Figura 18b:3 Parte del registro de la misma línea 01072111 después de aplicar la deconvolución predictiva.

Como se puede observar, al aplicar la deconvolución predictiva, la múltiple no se anula completamente, pero sí queda muy atenuada y en algunos tramos hasta desaparece. A la vista de este resultado se procedió a realizar la deconvolución a todos los registros obtenidos mediante el programa GeoSuite Allworks, de la casa Geo Marine Survey Systems.

A dichos registros se les ha aplicado el siguiente procesado:

1. Filtro pasabanda con cortes en diferentes paquetes de frecuencias,
2. Aplicación de una ganancia (Automatic Gain Control), con una ventana de aplicación de 31 ms y un 80% de incremento,
3. Una ganancia variable en el tiempo, con un factor de divergencia esférica del 2%.

Esto ha permitido obtener registros sísmicos más limpios e interpretables, como, por ejemplo, las líneas nº 01072111 y nº 01072149, que se muestran en las figuras 19 y 20.

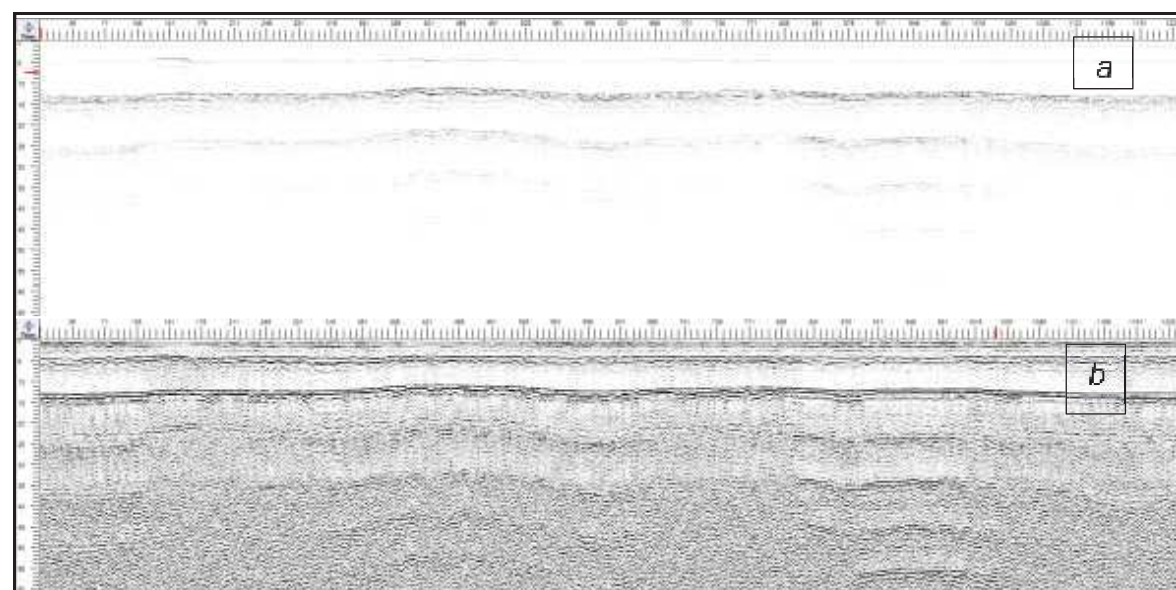


Figura 19: Registros de la línea 01072111, a) Bruto, b) Procesado. El Norte está a la izquierda y el Sur a la derecha

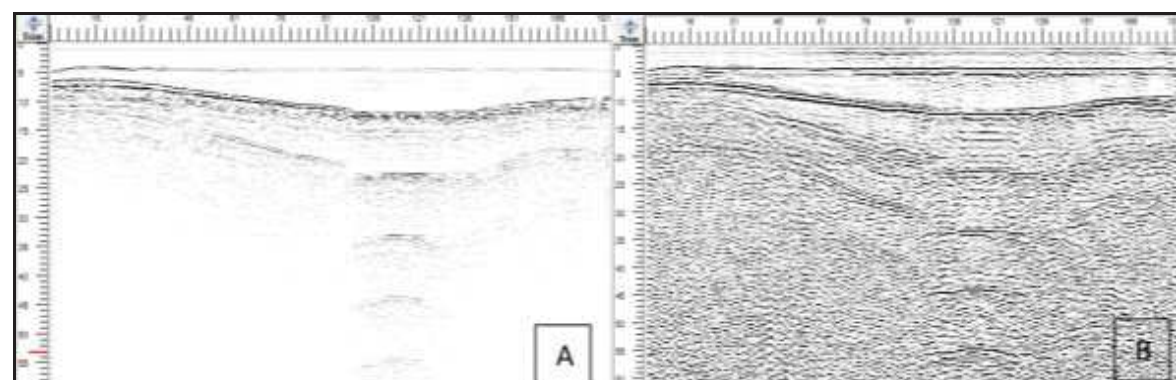


Figura 20: Registros de la línea 01072149, a) Bruto, b) Procesado. El Oeste está a la izquierda y el Este a la derecha.

Los registros sísmicos obtenidos presentan un elevado nivel de ruido que no ha podido ser eliminado.

Al realizarse la deconvolución de los perfiles, éstos han sufrido una pérdida de “carácter sísmico” lo que ha complicado la discriminación de los niveles sismo-acústicos detectados. Además, dada la estructura geológica de la zona estudiada y el nivel de ruido, han sido los perfiles transversales a la ría los que han proporcionado un mayor grado de información.

6.1.2. Interpretación.

Los registros obtenidos con el receptor alternativo 3.5 KHz no se han utilizado dado su escasa penetración. A partir de los perfiles obtenidos con Geopulse se ha procedido a caracterizar los materiales que se han podido diferenciar. Para ello se ha utilizado, de forma especial, la intensidad de la respuesta acústica de las unidades sísmicas superficiales que informa, indirectamente, de la naturaleza y

textura del material que lo compone. Junto con esta propiedad, otros criterios que se utilizan para este análisis de ecos son: la configuración del reflector superficial, la presencia y disposición de reflectores internos identificados dentro de cada unidad diferenciada, etc.

A partir de estos criterios, del estudio de la geología de la zona y de la interpretación de los registros sísmicos obtenidos con el Geopulse, se ha podido determinar que en el subsuelo el área de estudio hay tres capas de sedimentos no consolidados y un basamento acústico.

Estas sismofacies detectadas se detallan a continuación:

Primera y segunda capa de sedimentos no consolidados.

Las dos primeras capas de sedimentos no consolidados que se han diferenciado se muestran en la figura 21.

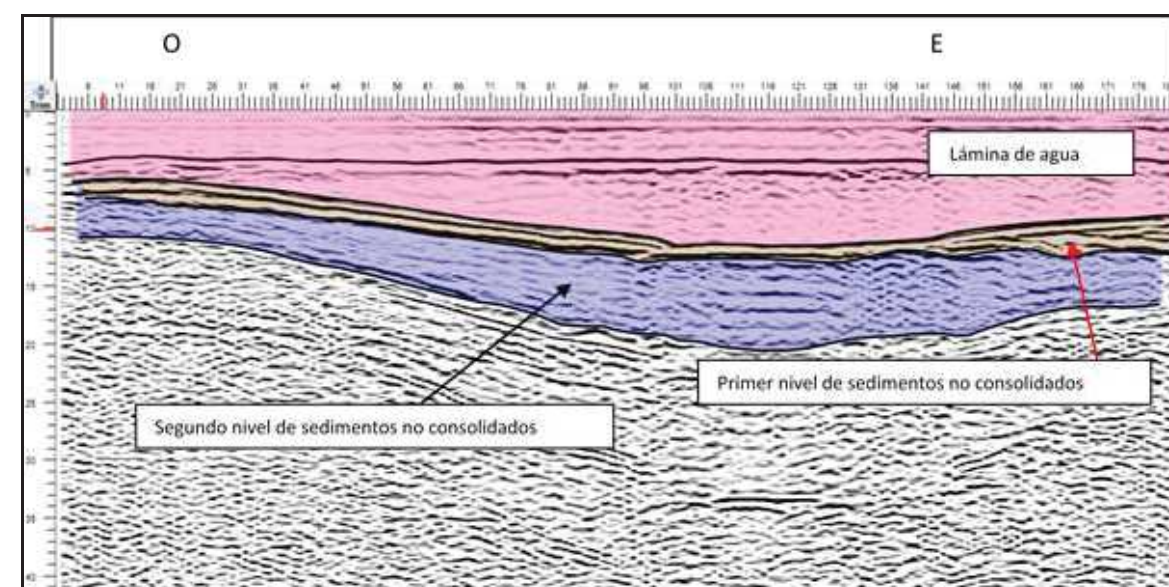


Figura 21: Interpretación de la línea 01072149.

El primer nivel de sedimentos no consolidados, sombreado en color marrón en la figura 21, está constituido por unas reflexiones de gran amplitud, con unas geometrías subparalelas al fondo de la ría y caracterizadas por una gran continuidad. Este primer nivel debe de estar constituido por unos lodos y unos sedimentos de grano muy fino.

El segundo nivel de sedimentos no consolidados, sombreado en color azul en la figura 21, está constituido por unas reflexiones de pequeña amplitud que presentan una geometría interna subparalela al fondo de la ría. En algunos tramos este segundo nivel de sedimentos no consolidados presenta zonas donde las reflexiones tienen un marcado carácter “caótico” (señalada en la figura 22 con un recuadro amarillo) y zonas de baja frecuencia (marcadas con un recuadro naranja en la figura 22) que podrían corresponder a materiales absorbentes de la energía sísmica (¿tramos de fangos con materia orgánica?).

Este segundo nivel podría estar constituido, fundamentalmente, por arenas y limos.

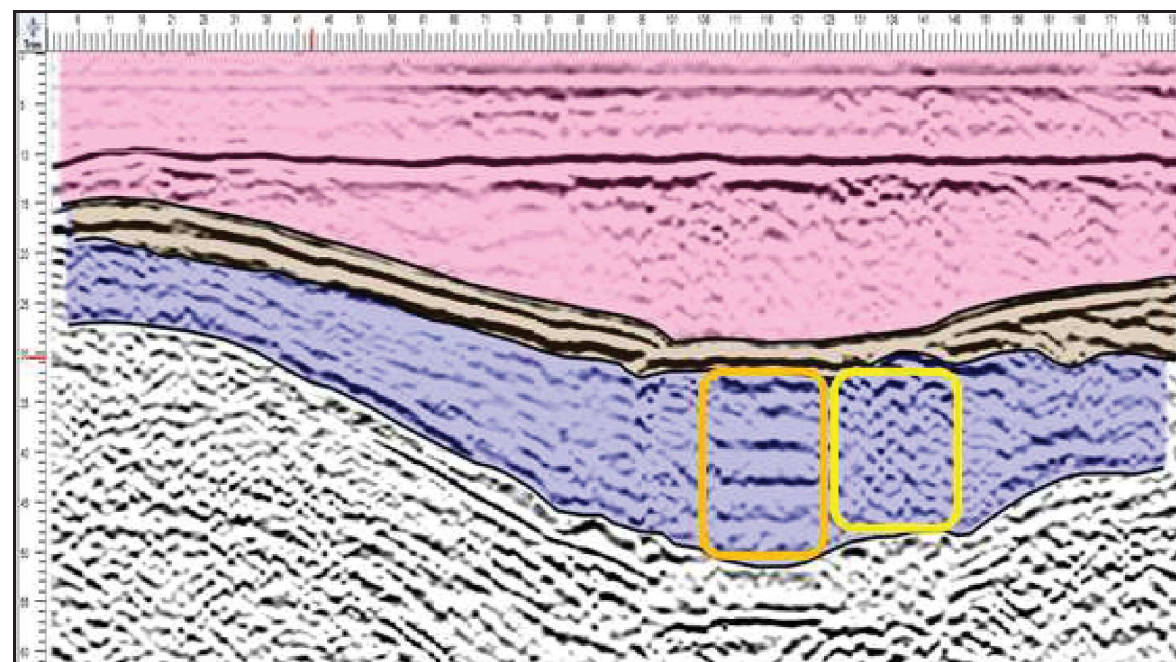


Figura 22: Zona de reflexiones de carácter “caótico” (recuadro amarillo) y zonas de baja frecuencia (marcadas con un recuadro naranja)

Bajo este segundo nivel de sedimentos no consolidados (nivel azul en la figura 22) se observaba que existía un tercer nivel de sedimentos no consolidados del que había que detectar su base.

Tercera capa de sedimentos no consolidados y Basamento acústico.

En párrafos anteriores se ha comentado el problema de la múltiple originada por el poco calado de la zona de trabajo. Pero hay que tener presente que en los registros sísmicos las múltiples se generan además en cada uno de los horizontes geosísmicos que se encuentra a su paso la onda sísmica emitida.

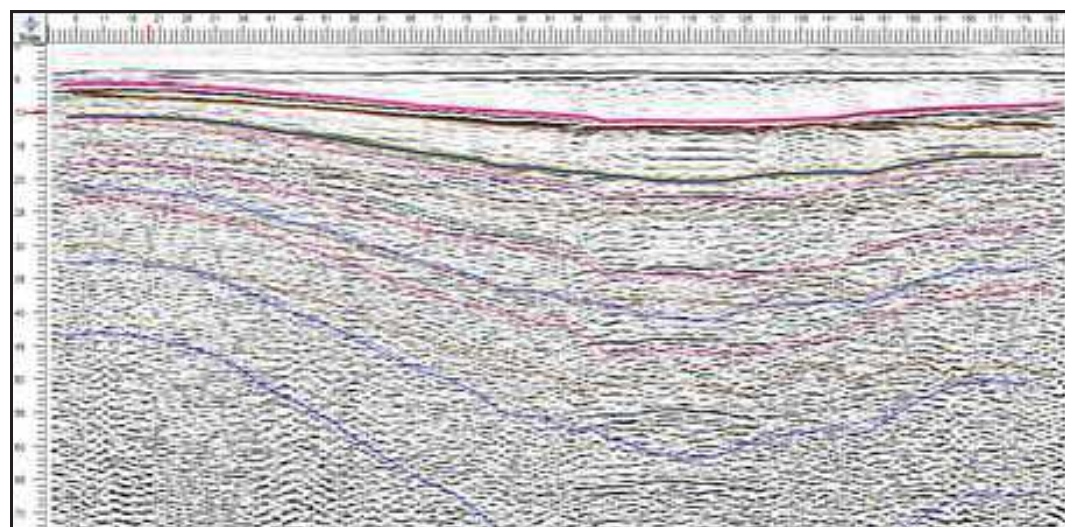


Figura 23: Ejemplo, en la Línea 01072149 de las otras múltiples. Dirección Oeste-Este.

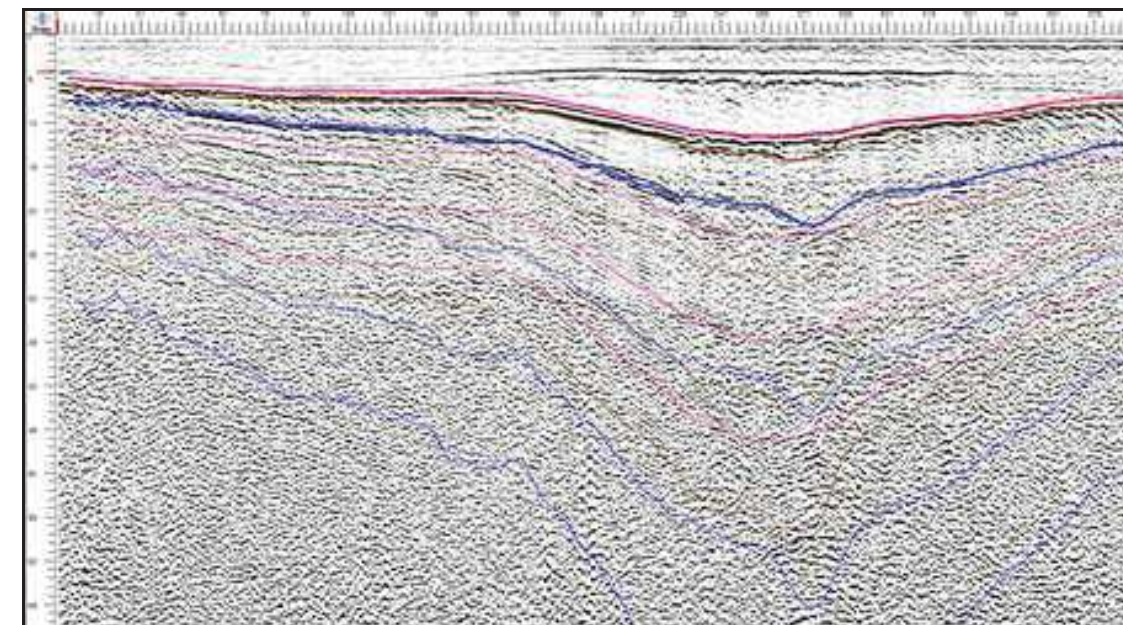


Figura 23: Ejemplo, en la Línea 01072155 de las otras múltiples. Dirección Oeste-Este.

Debido a estos problemas, unidos a la dificultad en el seguimiento del muro del tercer nivel de sedimentos no consolidados bajo el área de estudio, se concentró el estudio en la zona de mayor interés, es decir, la zona más cercana al proyecto del futuro puente sobre la ría (figura 24)



Figura 24: Zona inicialmente proyectada para la construcción

En esta zona se ha podido cartografiar, con alguna pequeña duda, el muro de la tercera capa de sedimentos no consolidados. Este muro define, a su vez, la posición del techo del basamento acústico detectado con los perfiles realizados.

Bajo estos sedimentos se encuentra el basamento acústico, término que no significa basamento geológico, sino que corresponde al nivel sísmico más bajo identificado en una sección (o conjunto de secciones) sísmica(s), por lo que puede o no corresponder a dicho basamento rocoso. En el caso analizado en este trabajo el basamento acústico podría coincidir con el basamento rocoso. Sin embargo, dado el escaso carácter de las reflexiones que lo conforman, poco se puede precisar de su posible naturaleza geológica, por lo que, o bien puede corresponder a un nivel de roca (limolitas grises con pasadas de arenisca gris clara, según la geología de la zona), o bien puede corresponder a otro nivel de sedimentario, pero con diferente proporción de elementos de mayor tamaño de grano, como arenas, gravas y bolos. La interpretación realizada se muestra en la figura 25.

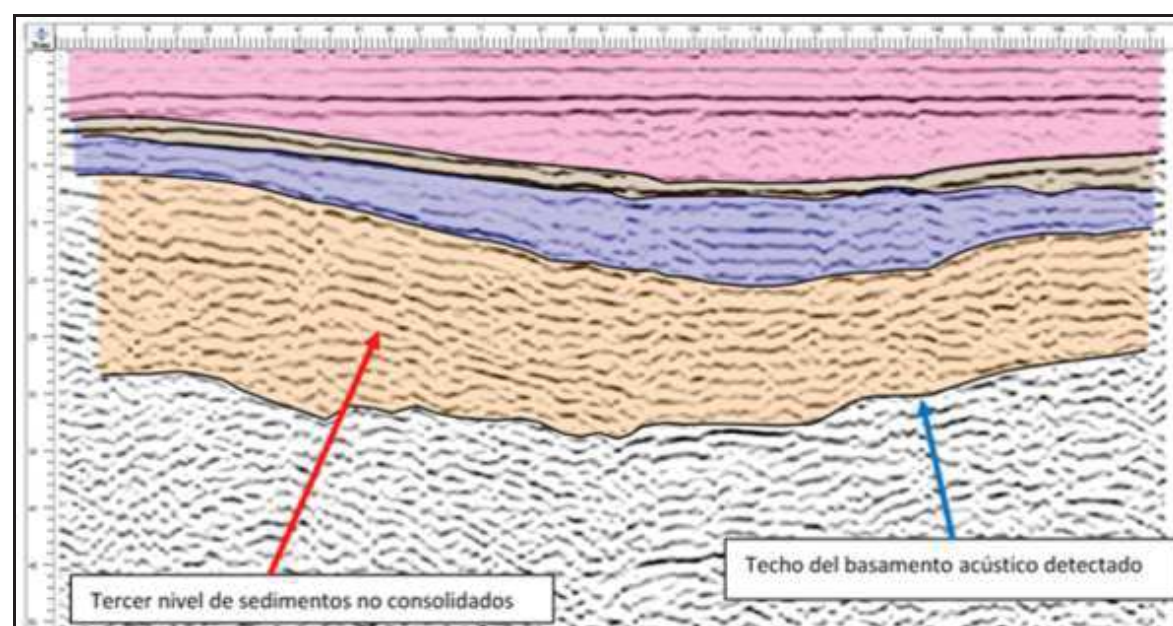


Figura 25: Interpretación de la Línea sísmica 01072149

Como puede observarse en la figura 25:

- Las reflexiones internas que definen el tercer nivel de sedimentos no consolidados presentan una estructura plano paralela entre ellas bastante bien definida, aparecen ordenadas y con unas amplitudes de nivel medio/alto.
- Las reflexiones que conforman este substrato parecen presentar, en algunos tramos del perfil, una disposición ligeramente discordante con respecto a las reflexiones internas que conforman la tercera capa de sedimentos no consolidados y un carácter/distribución algo caótico. Estos rasgos son los que han permitido determinar la presencia de ese contacto y diferenciar la tercera capa de sedimentos de la subyacente capa, identificada como basamento acústico.

A partir del análisis de las líneas transversales utilizadas para definir el muro del tercer nivel de sedimentos no consolidados, o lo que es lo mismo, el techo del basamento acústico, que muy

probablemente corresponda el nivel de roca, parecería intuirse que podría existir una zona de falla. Esta posible falla se representa en la figura 26, aparece representada con una línea de trazos de color rojo y se ha incluido en el plano de isopacas de sedimentos no consolidados hasta el techo del basamento acústico.

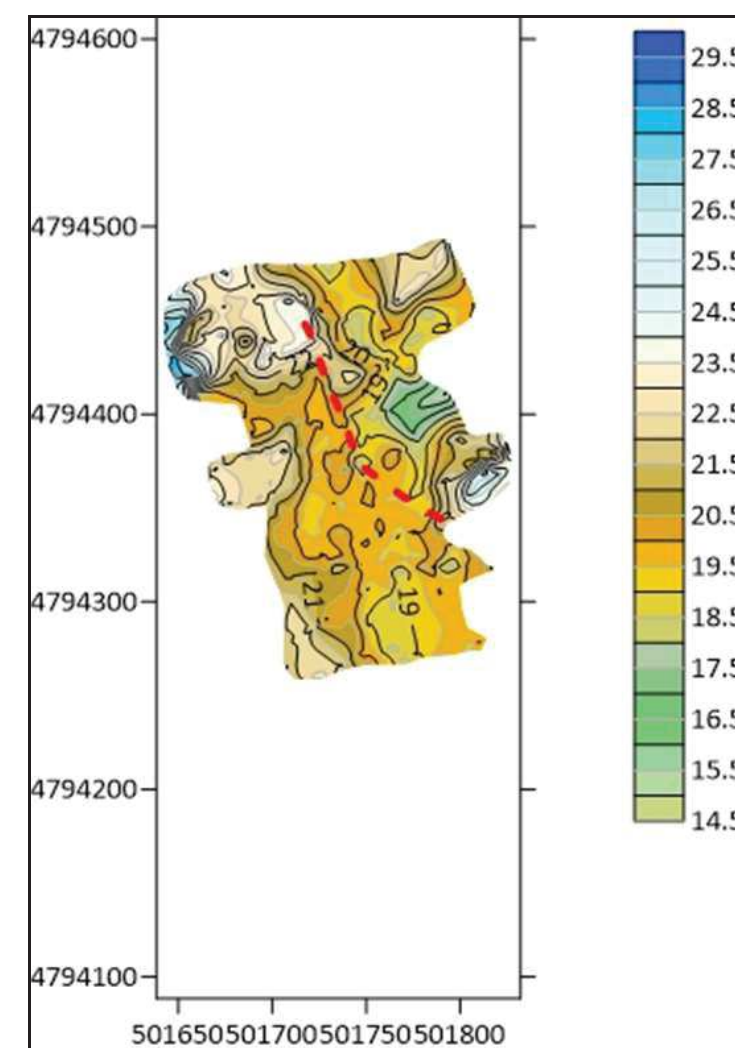


Figura 26: Posible zona de falla

Descripción de las isopacas de sedimentos no consolidados.

Para obtener los espesores de los niveles de sedimentos no consolidados se han utilizado las siguientes velocidades de Onda P:

- Primer nivel de sedimentos no consolidados: 1.550 m/s
- Segundo nivel de sedimentos no consolidados: 1.675 m/s
- Tercer nivel de sedimentos no consolidados: 1.800 m/s

En base a estas velocidades se ha realizado la transformación de las isócronas (tiempos), a isobatas (metros). De esta manera se han generado los siguientes mapas de isopacas:

Primer nivel de sedimentos, con espesores comprendidos entre 0.2 y 2.5 metros.

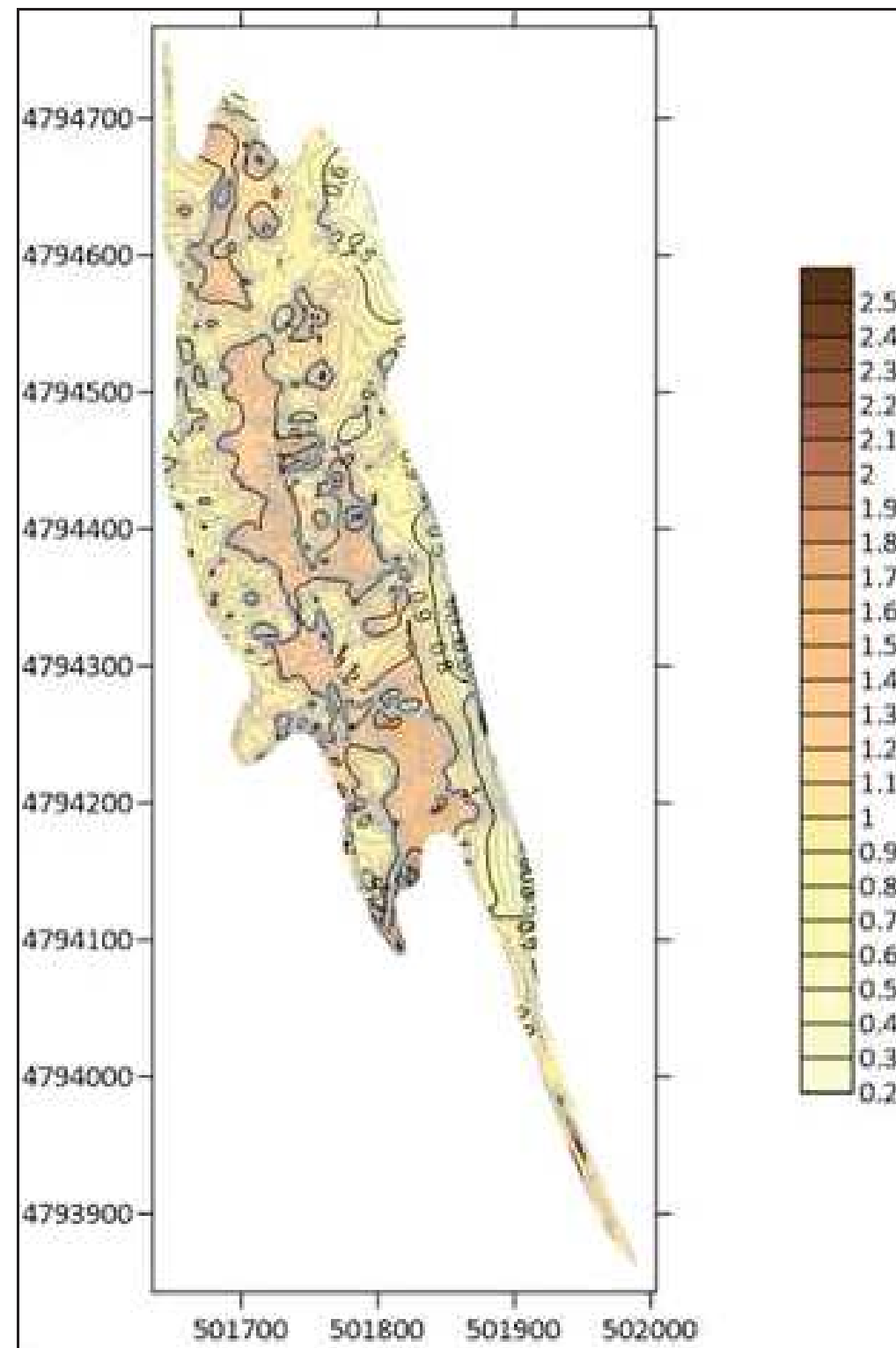


Figura 27: Espesor del primer nivel de sedimentos no consolidados. V_p : 1.550 m/s.

Segundo nivel de sedimentos, con espesores comprendidos entre 1 y 8 metros.

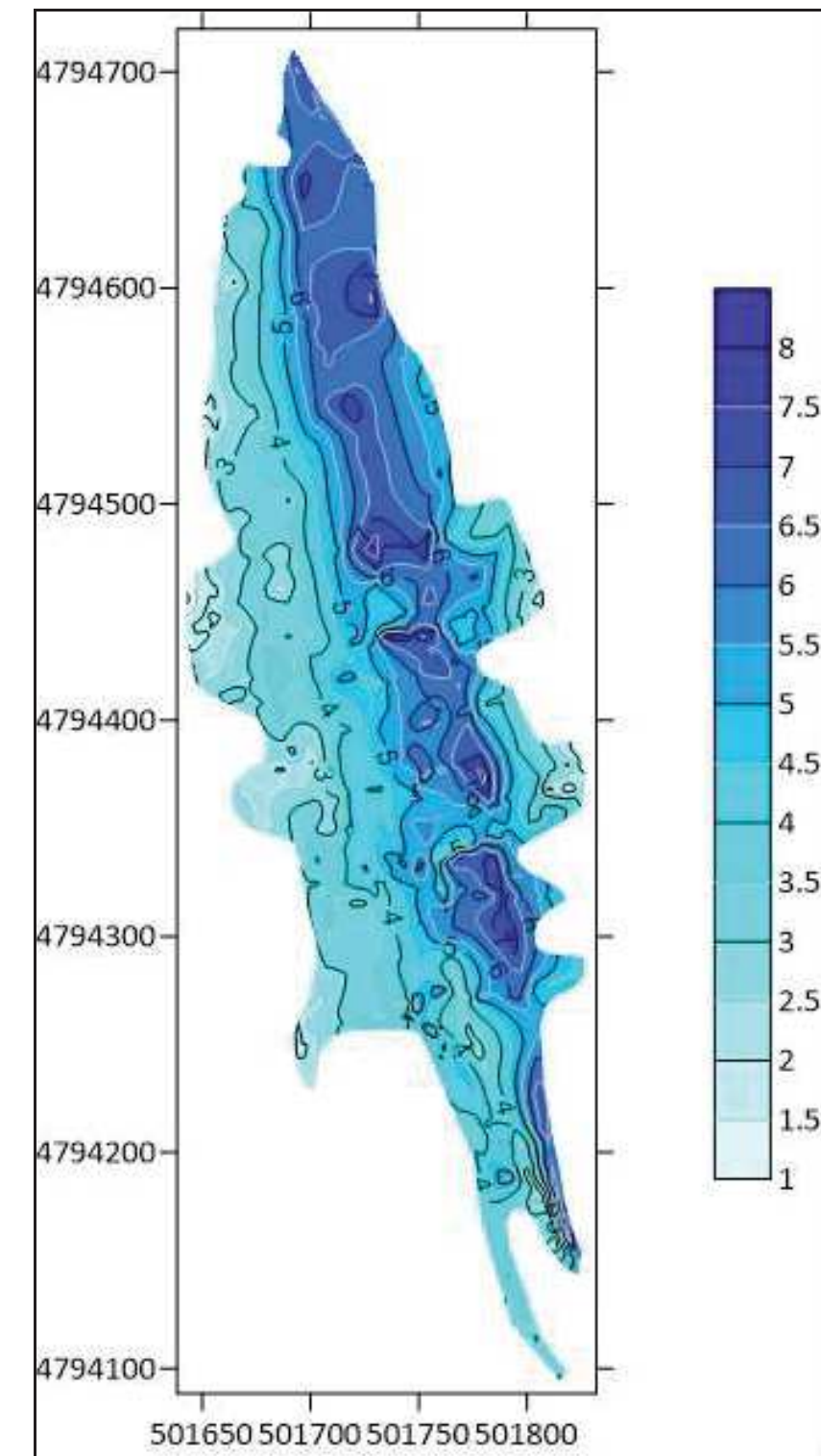


Figura 28: Espesor del segundo nivel de sedimentos no consolidados. V_p : 1.675 m/s.

Tercer nivel de sedimentos, con espesores comprendidos entre 8 y 27 metros.

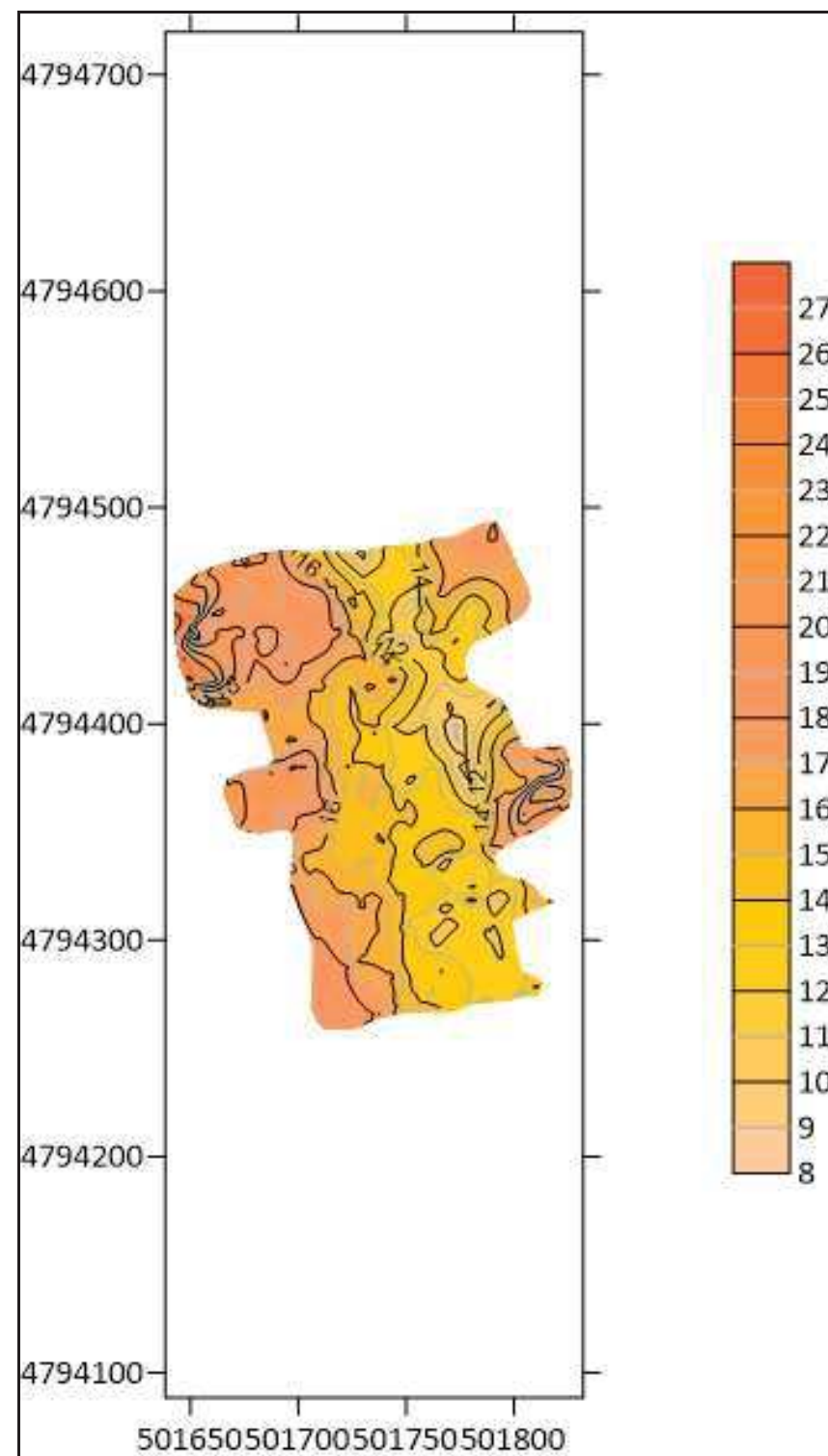


Figura 29: Espesor del tercer nivel de sedimentos no consolidados. V_p : 1.800 m/s.

Finalmente, si se calcula el espesor conjunto de los tres niveles de sedimentos no consolidados, con sus respectivas velocidades, se alcanza el siguiente mapa de isopacas de los sedimentos no consolidados hasta el techo del basamento, cuyos espesores varían entre 14.5 y 29.5 metros.

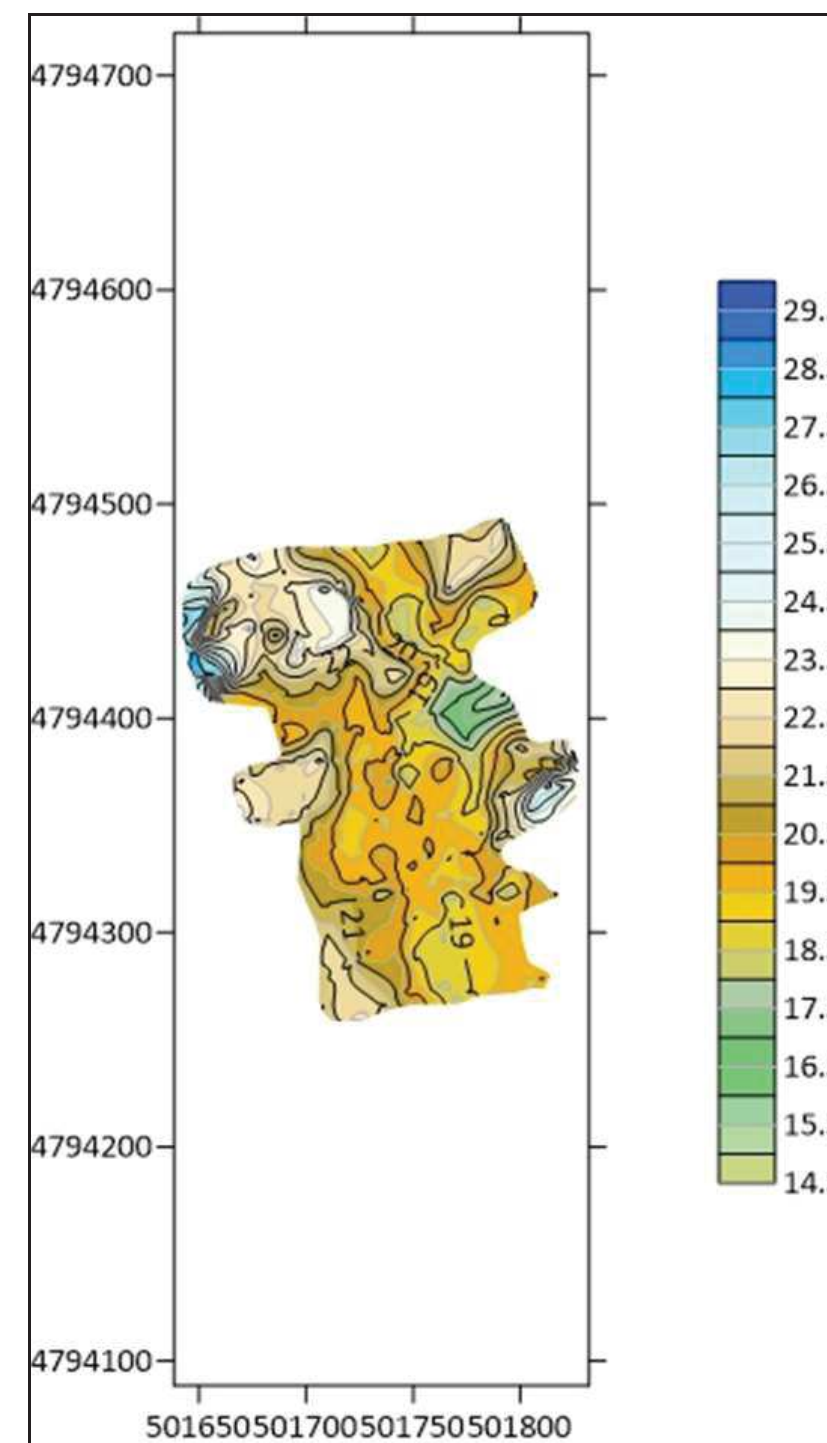


Figura 30: Espesor del conjunto de los tres niveles de sedimentos no consolidados hasta el techo del basamento acústico. Obtenido a partir de las velocidades supuestas para cada uno de los tres niveles.

Si el basamento acústico definido en la parte baja de las secciones sísmicas correspondiera finalmente al sustrato rocoso en lugar de un nuevo nivel sedimentario, las difracciones que se observan en el interior de ese basamento acústico podrían corresponder a los efectos de la presencia de una falla. De confirmarse que se trata de basamento rocoso y falla, la posición de esta posible falla sería la que aparece representada en la figura 31.

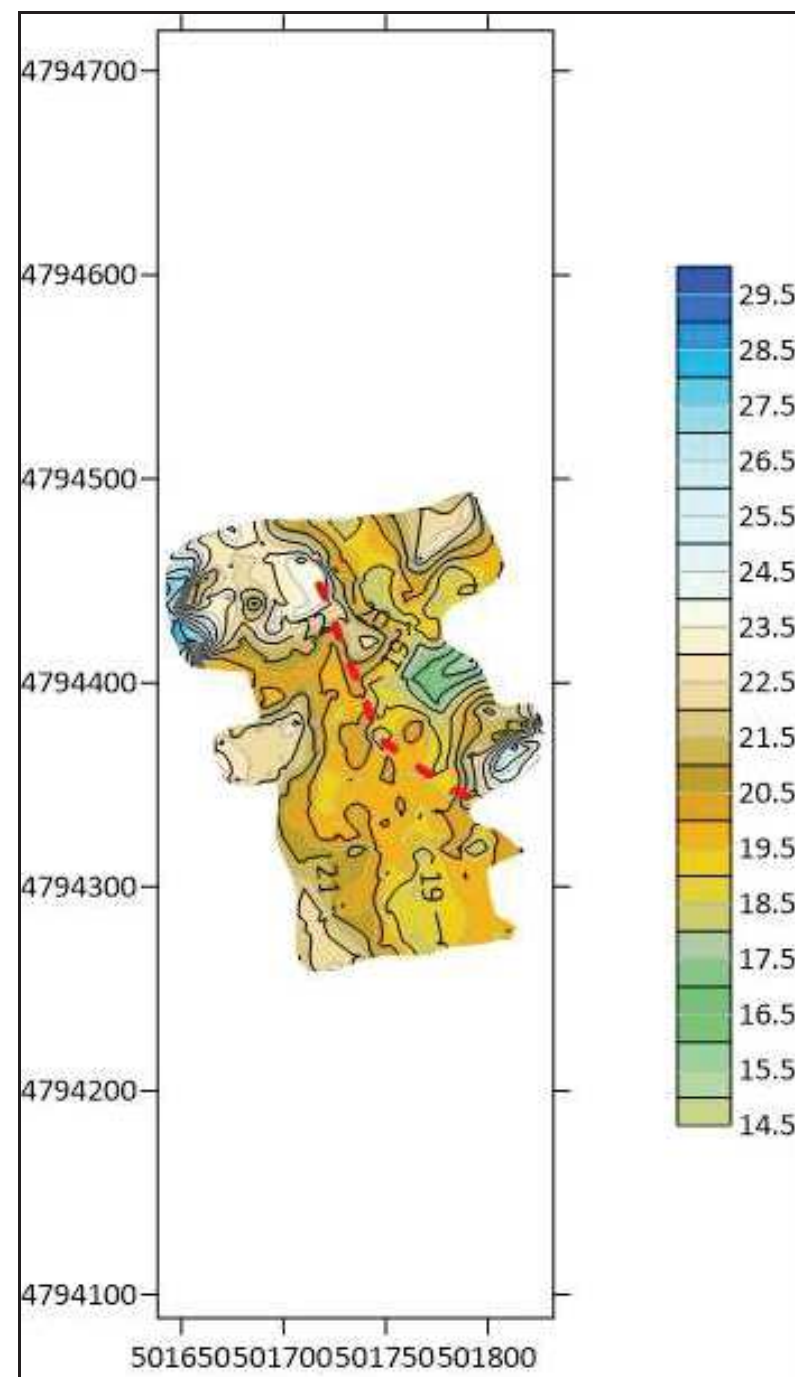


Figura 31: Posición de una hipotética falla (línea discontinua de color rojo) en base a las difracciones identificadas en el basamento acústico.

A partir de estos resultados generados con la prospección sísmica de reflexión se ha generado un perfil de posición del basamento acústico a lo largo de la línea que se estima podría ser la dirección preferente del proyecto constructivo "casi" definitivo (ver línea amarilla de la figura 32).



Figura 32: Posición de línea por donde se ha realizado la reconstrucción del perfil de profundidad del basamento acústico, y de las diferentes capas de sedimentos, en los mapas generados a partir de la prospección sísmica.

Según esta reconstrucción, se puede apreciar en la figura 33 la sección estimada del subsuelo en la zona de estudio, desde el Oeste (pantalán de Barakaldo) hacia el Este (embarcadero de Erandio). La profundidad del basamento acústico muestra una tendencia al hundimiento desde el Este (desde la orilla de Erandio), donde se ha identificado a unos 20 m de profundidad, hacia el Oeste (hacia la orilla de Barakaldo), donde se han registrado profundidades de 30 m (ver tendencia de la línea gruesa negra en la figura 33).

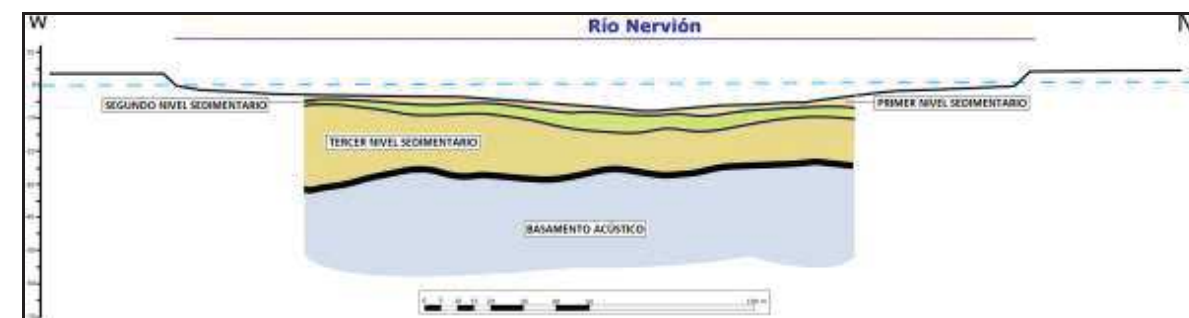


Figura 33: Profundidad a la que se encuentra el techo del basamento acústico a partir de la prospección sísmica a lo largo del perfil amarillo de la figura 32.

6.2. TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

Los trabajos de tomografía eléctrica se han realizado, como ya se ha indicado en el capítulo de trabajos realizados, a lo largo de dos perfiles longitudinales situados sobre las dos opciones iniciales que se preveía como más factibles a la hora de llevar a cabo el proyecto de construcción del puente: Uno al norte, aguas abajo, y otro al Sur, aguas arriba. Cada uno de ellos (Perfil Norte y Perfil Sur) está formado por dos perfiles individuales:

- El Perfil Norte (o perfil aguas abajo) está formado por el Perfil Barakaldo Norte + Perfil Erandio Norte.
- El Perfil Sur (o perfil aguas arriba) está formado por el Perfil Barakaldo Sur + Perfil Erandio Sur.

Los resultados de estos perfiles se describen a continuación, individualizados por cada uno de los cuatro perfiles individuales realizados, si bien luego se resumirán los datos principales en el Perfil Norte, o perfil aguas abajo, ya que por su trazado es por el que se prevé que vaya a pasar el trazado del proyecto constructivo.

6.2.1. Perfil Barakaldo-Norte

Se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectrónicos diferentes: Una unidad de rellenos + sedimentos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.

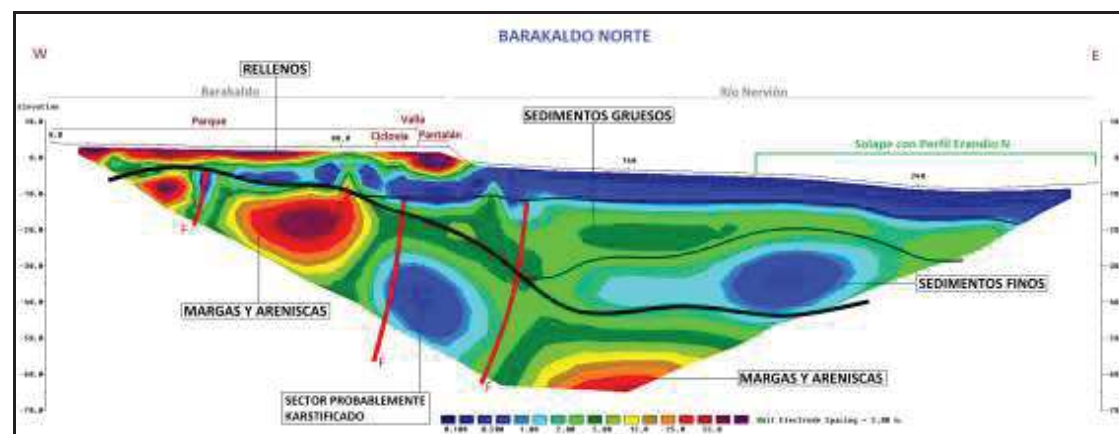


Figura 34: Perfil Barakaldo-Norte.

- **Unidad de rellenos + sedimentos:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial del perfil y, geográficamente se localiza en la parte Oeste, coincidiendo con la zona del parque + ciclovía + pantalán. Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre sedimentos fluviales limosos que disminuyen de espesor desde el río hacia el Oeste, tierra adentro.
- **Unidad de sedimentos fluviales:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media del perfil y, geográficamente se localiza en la parte central y parte Este, coincidiendo con la zona del río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas (similar al

número de capas identificadas en la prospección sísmica) caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica. Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como facies limosas. La capa intermedia, también según esos datos, se ha interpretado como facies arenosas. Se disponen sobre el sustrato rocoso. El espesor de cada una de estas capas es de unos 10 m.

- **Unidad de sustrato rocoso:** Topográficamente se encuentra situada en la zona inferior del perfil y, geográficamente se observa más claramente en la parte Oeste y en la parte central del perfil, siempre bajo los sedimentos. En la parte Este del perfil se pierde su identificación por la menor profundidad de investigación en esa zona del perfil. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter más compacto de la roca, son los más elevados del perfil. Muestra unas zonas anómalas conductoras, que interrumpen la continuidad de la unidad rocosa, que se han interpretado como fracturas y/o discontinuidades. Una de ellas se identifica bajo la zona del parque, otra bajo la posición de la ciclovía y otra ya en la ría, pero cerca de la orilla donde se encuentra el pantalán (ver figura 34).

6.2.2. Perfil Erandio-Norte

Se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectrónicos diferentes: Una unidad de rellenos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.

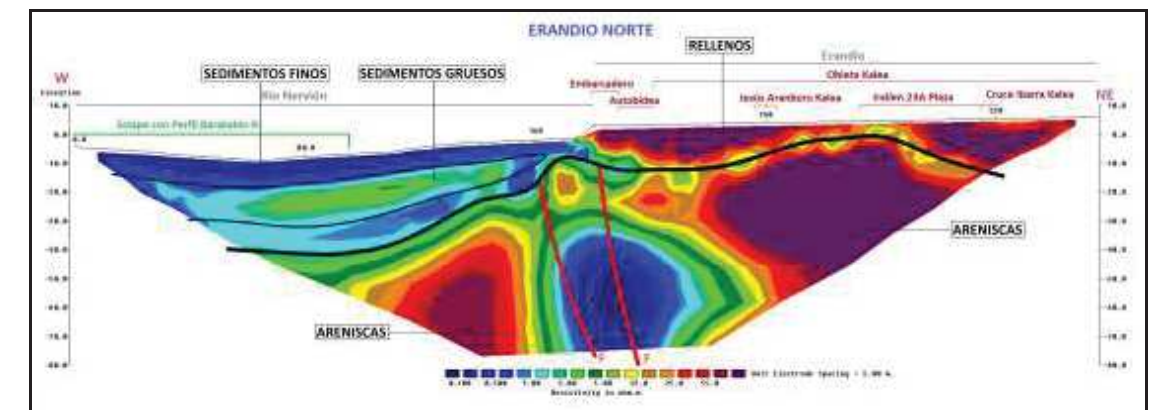


Figura 35: Perfil Erandio-Norte.

- **Unidad de rellenos + sedimentos:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial del perfil y, geográficamente se localiza en la parte Este, coincidiendo con la zona Obieta Kalea. Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre el sustrato rocoso.
- **Unidad de sedimentos fluviales:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media del perfil y, geográficamente se localiza en la mitad Oeste del perfil, coincidiendo con la zona del río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas (similar al número de capas identificadas en la prospección sísmica) caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica. Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como facies limosas. La capa intermedia, también según esos

datos, se ha interpretado como facies arenosas. Se disponen sobre el sustrato rocoso. El espesor de cada una de estas capas es de unos 6-8 m.

- **Unidad de sustrato rocoso:** Topográficamente se encuentra situada en la zona inferior del perfil y, geográficamente se localiza en todo el perfil, aunque predomina en la parte central y parte Este. En la parte Oeste del perfil se pierde su identificación por la menor profundidad de investigación en esa zona del perfil. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter más compacto de la roca, son los más elevados del perfil. Muestra una zona anómala conductora, que interrumpe la continuidad de la unidad rocosa, que se ha interpretado como efecto de la presencia de dos fracturas, situadas bajo la zona del embarcadero de Erandio (ver figura 35).

6.2.3. Perfil Barakaldo-Sur

Se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectrónicos diferentes: Una unidad de rellenos + sedimentos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.

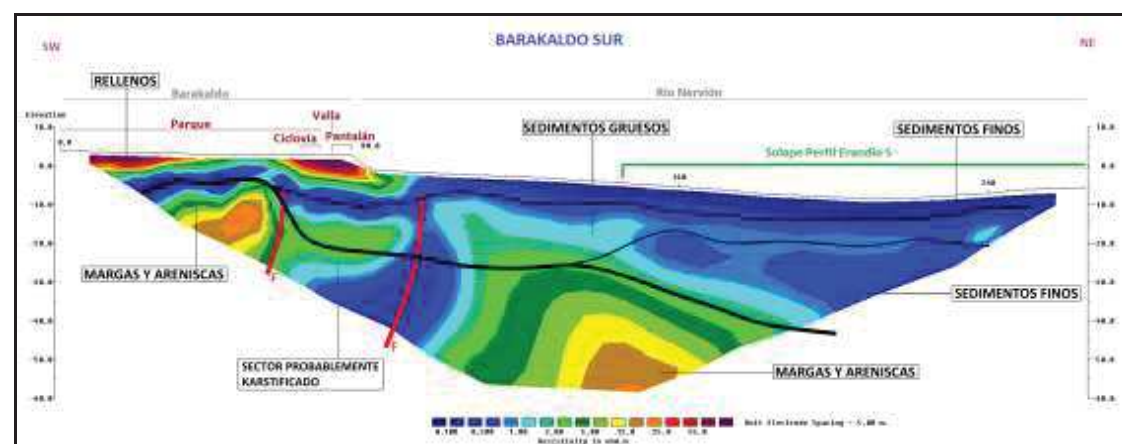


Figura 36: Perfil Barakaldo-Sur.

- **Unidad de rellenos + sedimentos:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial del perfil y, geográficamente se localiza en la parte Oeste, coincidiendo con la zona del parque + ciclovía + pantalán. Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre sedimentos fluviales limosos que disminuyen ligeramente de espesor desde el río hacia el Oeste, tierra adentro. Las potencias de esta unidad son, por lo general, menores en este perfil que en el Perfil Barakaldo-Norte.
- **Unidad de sedimentos fluviales:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media del perfil y, geográficamente se localiza en la parte central y parte Este, coincidiendo con la zona del río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas (similar al número de capas identificadas en la prospección sísmica) caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica. Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como facies limosas. La capa intermedia, también según esos datos, se ha interpretado como facies arenosas. Se disponen sobre el sustrato rocoso. El espesor de estas capas varía entre unos 5 y unos 10 m.

- **Unidad de sustrato rocoso:** Topográficamente se encuentra situada en la zona inferior del perfil y, geográficamente se observa más claramente en la parte Oeste y en la parte central del perfil, siempre bajo los sedimentos. En la parte Este del perfil se pierde su identificación por la menor profundidad de investigación en esa zona del perfil. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter más compacto de la roca, son los más elevados del perfil. Muestra unas zonas anómalas conductoras, que interrumpen la continuidad de la unidad rocosa, que se han interpretado como fracturas y/o discontinuidades. Una de ellas se identifica cerca de la posición entre la ciclovía y el parque y otra ya en la ría, pero cerca de la orilla donde se encuentra el pantalán (ver figura 36).

6.2.4. Perfil Erandio-Sur

Se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectrónicos diferentes: Una unidad de rellenos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.

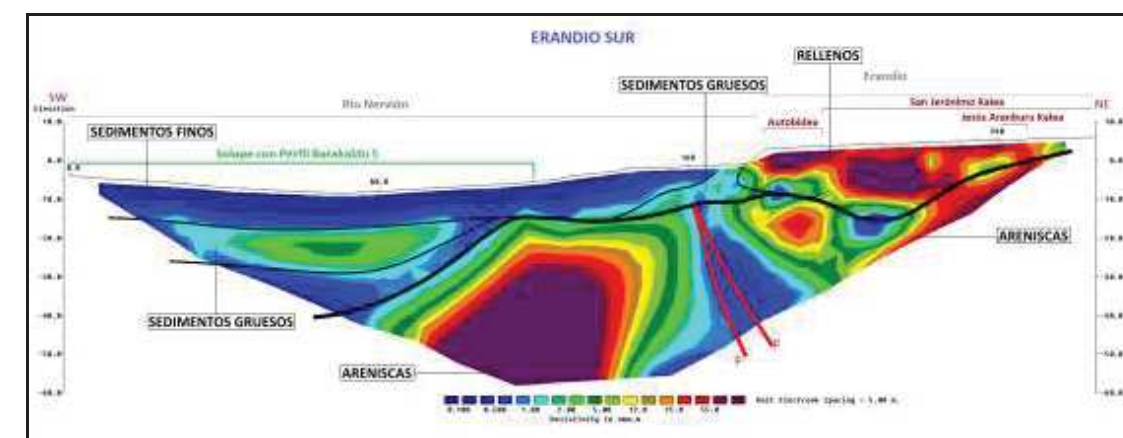


Figura 37: Perfil Erandio-Sur.

- **Unidad de rellenos + sedimentos:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial del perfil y, geográficamente se localiza en la parte Este, coincidiendo con la zona Obieta Kalea. Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre el sustrato rocoso.
- **Unidad de sedimentos fluviales:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media del perfil y, geográficamente se localiza en la tercio Oeste y tercio central del perfil, coincidiendo con la zona del río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas (similar al número de capas identificadas en la prospección sísmica) caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica. Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como facies limosas. La capa intermedia, también según esos datos, se ha interpretado como facies arenosas. Se disponen sobre el sustrato rocoso. El espesor de cada una de estas capas es de unos 10 m.
- **Unidad de sustrato rocoso:** Topográficamente se encuentra situada en la zona inferior del perfil y, geográficamente se localiza en todo el perfil, aunque predomina en la parte central y parte Este. En la parte Oeste del perfil se pierde su identificación por la menor profundidad de investigación en esa zona del perfil. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter

más compacto de la roca, son los más elevados del perfil. Muestra una zona anómala conductora, que interrumpe la continuidad de la unidad rocosa, que se ha interpretado como efecto de la presencia de dos fracturas, situadas cerca de la orilla de Erandio (ver figura 37).

A partir de estos resultados obtenidos con la prospección eléctrica se ha generado un perfil en el que se reconstruyen las características del subsuelo a lo largo de la línea por la que se presupone que podría ser la dirección preferente del proyecto constructivo “casi” definitivo (ver línea amarilla de la figura 32), que coincide aproximadamente con el trazado del conjunto de perfiles Barakaldo-Norte + Erando-Norte.

Según esta reconstrucción, se puede apreciar en la figura 38 la sección estimada del subsuelo en la zona de estudio, desde el Oeste (pantán de Barakaldo) hacia el Este (embarcadero de Erandio). La profundidad del basamento rocoso muestra una tendencia al hundimiento desde el Este (desde la orilla de Erandio), donde se ha identificado a unos 20 m de profundidad, hacia el Oeste (hacia la orilla de Barakaldo), donde se han registrado profundidades de casi 40 m (ver tendencia de la línea gruesa negra en la figura 38).

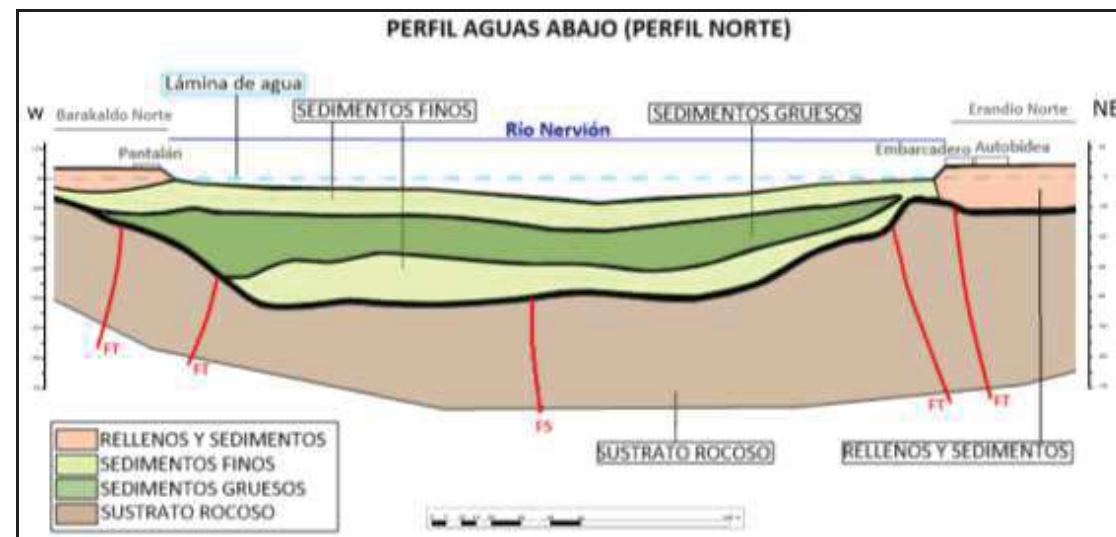


Figura 38: Reconstrucción de las características del subsuelo a partir de la prospección eléctrica a lo largo del perfil amarillo de la figura 33.

7. VALORACIÓN CONJUNTA DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan y valoran de forma conjunta los resultados obtenidos después de contrastar los resultados de la prospección sísmica con los resultados de la prospección eléctrica, que fueron determinados según los trabajos realizados por dos equipos distintos para no influir entre los resultados de las dos técnicas utilizadas. A partir de este análisis conjunto se han extraído las siguientes valoraciones y conclusiones:

- La sísmica de reflexión de alta resolución es una técnica muy resolutive, se puede afirmar que la más resolutive, pero en esta zona de trabajo se ha notado que la señal está más debilitada y oculta entre las múltiples. Esto tiene el inconveniente de que, a la hora de interpretar el contacto sedimento-sustrato rocoso, resulta bastante más complicado de lo habitual.
- Con la sísmica se han identificado tres capas de sedimentos en función de la velocidad de las ondas P y de la disposición de los reflectores:
 - El primer nivel de sedimentos no consolidados está constituido por unas reflexiones de gran amplitud, con unas geometrías subparalelas al fondo de la ría y caracterizadas por una gran continuidad. Este primer nivel debe de estar constituido por unos lodos y unos sedimentos de grano muy fino.
 - El segundo nivel de sedimentos no consolidados está constituido por unas reflexiones de pequeña amplitud que presentan una geometría interna subparalela al fondo de la ría. En algunos tramos este segundo nivel de sedimentos no consolidados presenta zonas donde las reflexiones tienen un marcado carácter “caótico” y zonas de baja frecuencia que podrían corresponder a materiales absorbentes de la energía sísmica (¿tramos de fangos con materia orgánica?). Este segundo nivel podría estar constituido, fundamentalmente, por arenas y limos, aunque el carácter “transparente” de algunos sectores indicaría un predominio del carácter limoso.
 - El tercer nivel de sedimentos presenta algunas dificultades para identificar su muro (que define, a su vez, la posición del techo del basamento acústico detectado con los perfiles realizados). Muestra unas reflexiones internas que definen el tercer nivel de sedimentos no consolidados, que presentan una estructura plano paralela bastante bien definida, aparecen ordenadas y con unas amplitudes de nivel medio/alto.
- Bajo estos sedimentos se encuentra el “basamento acústico”, término que no significa basamento geológico, sino que corresponde al nivel sísmico más bajo identificado en una sección (o conjunto de secciones) sísmica(s), por lo que puede o no corresponder a dicho basamento rocoso. En el caso analizado en este trabajo, dado el escaso carácter de las reflexiones que lo conforman, poco se puede precisar de su posible naturaleza geológica, por lo que, o bien puede corresponder a un nivel de roca (limolitas grises con pasadas de arenisca gris clara, según la geología de la zona), o bien puede corresponder a otro nivel de sedimentario, pero, en este caso, con diferente proporción de elementos de mayor tamaño de grano, como arenas, gravas y bolos.
- Se estima en un primer análisis que, de ambas opciones (o bien que se trate del basamento rocoso o bien que se trate de un nuevo nivel sedimentario) podría ser más factible la primera, es decir, que corresponda al basamento rocoso ya que las reflexiones que conforman este sustrato parecen presentar, en algunos tramos del perfil, una disposición ligeramente

discordante con respecto a las reflexiones internas que conforman la tercera capa de sedimentos no consolidados y un carácter/distribución algo caótico. Estos rasgos son los que han permitido determinar la presencia de ese contacto y diferenciar la tercera capa de sedimentos de la subyacente capa, identificada como basamento acústico.

- A partir del análisis de las líneas transversales utilizadas para definir el techo del basamento acústico, parece intuirse que podría existir una fractura o una zona de falla. Esta posible fractura transcurre casi paralela a la ría y cerca de su centro.

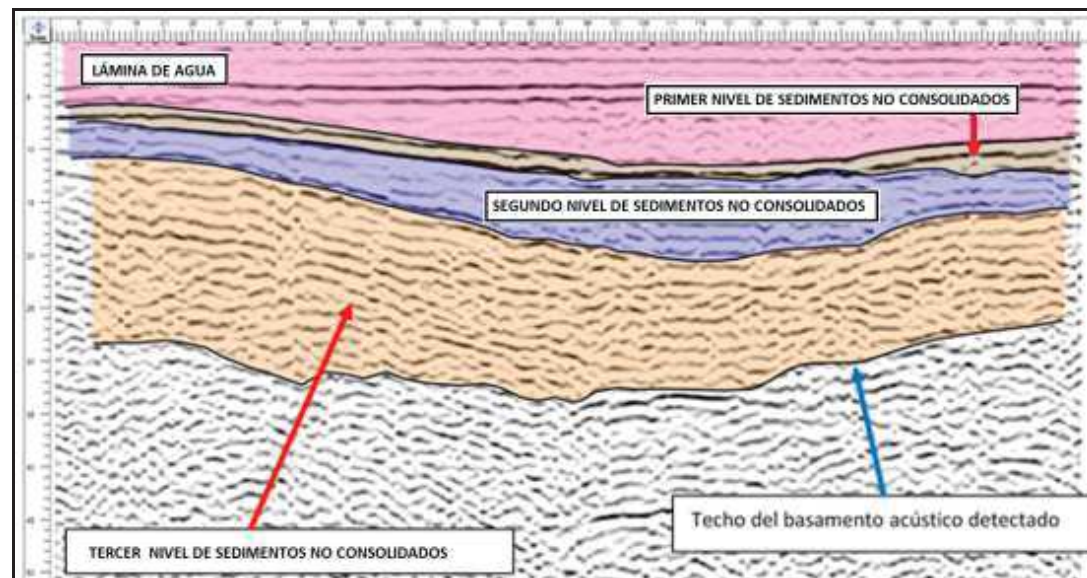


Figura 39: Interpretación resumida del subsuelo a partir de la línea sísmica 01072149

- La tomografía eléctrica, al contrario de la sísmica de reflexión marina, en el caso de esta zona de estudio, ha conseguido penetrar más o, al menos, los niveles más profundos no se ven afectados por artefactos geofísicos como es el caso de las múltiples en la prospección sísmica. Al mismo tiempo, al poder hacer una medición continua entre zona de tierra y zona acuática, da una información más clara sobre los contactos y, sobre todo, de las fracturas identificadas en la zona de contacto de la ría y las zonas de las orillas.
- En los perfiles de tomografía eléctrica se identifican tres unidades geológicas principales, caracterizadas cada una de ellas por unos valores geoelectricos diferentes: Una unidad de rellenos + sedimentos, una unidad de sedimentos fluviales y una unidad de sustrato rocoso.
 - **Unidad de rellenos + sedimentos:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial de los perfiles y, geográficamente se localiza en los extremos oriental y occidental, coincidiendo con la zona del parque + ciclovía + pantalán (en el lado de Barakaldo) y con la zona de las calles (en el lado de Erandio). Los rellenos, caracterizados por valores de resistividad eléctrica elevados, se disponen sobre sedimentos fluviales situados tierra adentro.
 - **Unidad de sedimentos fluviales:** Topográficamente se encuentra situada en la zona superficial y media de los perfiles y, geográficamente se localiza en el sector

correspondiente al río Nervión. Los sedimentos se disponen en tres capas (similar al número de capas identificadas en la prospección sísmica) caracterizadas por valores bajos y moderados de resistividad eléctrica. Las capas superior e inferior muestran valores de resistividad eléctrica bajos y se han interpretado, en base a los datos de la cartografía geológica y datos de sondeos, como facies limosas. La capa intermedia, también según esos datos, se ha interpretado como facies arenosas. Se disponen sobre el sustrato rocoso. El espesor de cada una de estas capas es de unos 5-10 m, identificándose potencias menores en el lado de Erandio y mayores hacia la orilla opuesta, la de Barakaldo.

- **Unidad de sustrato rocoso:** Topográficamente se encuentra situada en la zona inferior de los perfiles, siempre bajo los sedimentos. Los valores de resistividad eléctrica, dado el carácter más compacto de la roca, son los más elevados de la zona de estudio. En esta unidad se observan unas zonas anómalas conductoras que interrumpen la continuidad de la unidad rocosa, que se han interpretado como fracturas y/o discontinuidades. Estas fracturas se identifican hacia ambos márgenes del río Nervión, o bien bajo la zona del parque y la ciclovía (en el caso de Barakaldo) o bien cerca de la orilla donde se encuentra el pantalán de Erandio (ver figura 38).
- Al comparar los resultados de las dos técnicas (ver figura 40 en la que se han “solapado” los contactos observados con ambas prospecciones) se observa que el contacto entre el sedimento y el sustrato rocoso está, en la tomografía eléctrica (línea negra gruesa), a más profundidad que el contacto entre el sedimento y el basamento acústico (línea verde gruesa) identificado en las secciones sísmicas. Esto permite deducir que el basamento acústico identificado a partir de la prospección sísmica marina es realmente la base de la capa de sedimentos arenosos, por lo que se encontraría unos metros más abajo el contacto de los sedimentos con la roca.

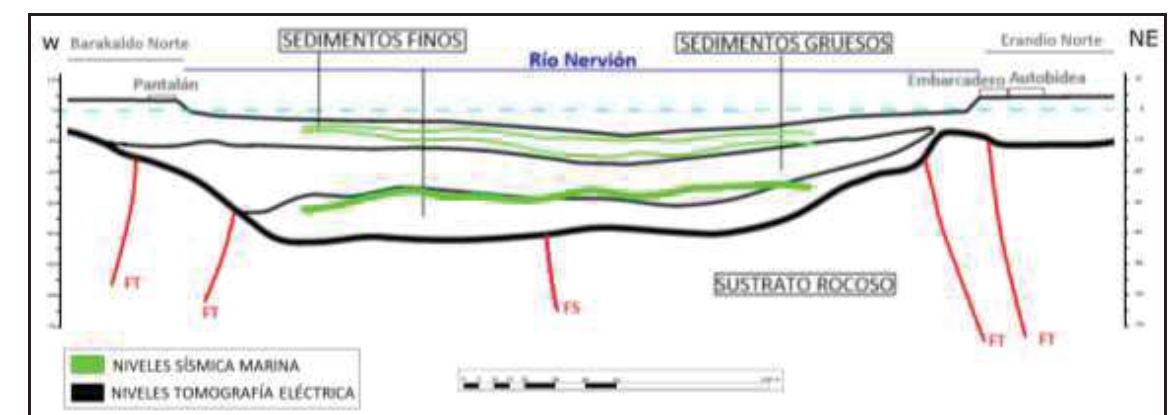


Figura 40: Interpretación conjunta del subsuelo a partir de la prospección sísmica (contactos con líneas de color verde) y la prospección eléctrica (contactos con líneas de color negro).

- También se aprecia claramente, al comparar los resultados de las dos técnicas (figura 40), que la tercera capa sedimentaria de la prospección sísmica es coincidente con la capa de sedimentos predominantemente arenosos mientras que las dos capas sedimentarias superiores (primera y segunda capas) corresponden a la capa superior de sedimentos limosos.

- En cuanto a la identificación de las fracturas o zonas sensibles en la zona de estudio, se han identificado, dentro de la unidad de resistividad eléctrica alta que se ha identificado como sustrato rocoso, unas zonas anómalas conductoras en todos los perfiles de tomografía eléctrica. Estas zonas conductoras se han interpretado como posibles fracturas que afectan a la integridad o, al menos, a la continuidad del macizo rocoso. Deben de tener una cierta apertura y una cierta permeabilidad que permite la filtración y el flujo de agua salobre de la ría por ellas, condicionando esos bajos valores de resistividad eléctrica.
- Estas fracturas se identifican hacia ambos márgenes del río Nervión, o bien bajo la zona del parque y la ciclovía (en el caso de Barakaldo) o bien cerca de la orilla donde se encuentra el pantalán de Erandio. La definición de estas fracturas se ha establecido en base a los resultados de la prospección eléctrica ya que es la que tiene mayor cobertura y definición en esos sectores de los márgenes (líneas amarillas en la figura 41). Sin embargo, la zona central, mejor cubierta por la prospección sísmica, define una posible e hipotética fractura cerca de la zona central del río Nervión, y con una dirección aproximada a la dirección de este (línea naranja en la figura 41). Pero esta posible fractura se basa, por un lado, en la idea de que el basamento acústico sea realmente el basamento rocoso (cosa que, por la comparación con la prospección eléctrica, no parece ser así) y, por otro lado, en la previsión de que una serie de difracciones identificadas en ese basamento acústico pudieran corresponder a una fractura. Al comparar, no obstante, esta posible fractura con los resultados de los perfiles de tomografía eléctrica, se observa que la prospección eléctrica no la define de manera clara, bien porque la posición está cerca de los extremos de los perfiles y tiene menor cobertura o bien porque realmente no se trata de una fractura. Sin embargo, las respuestas observadas en esos extremos de los perfiles geoelectricos, con las curvaturas de las isolíneas de resistividad, indican que no debería descartarse su presencia (penúltima figura del Anexo III).

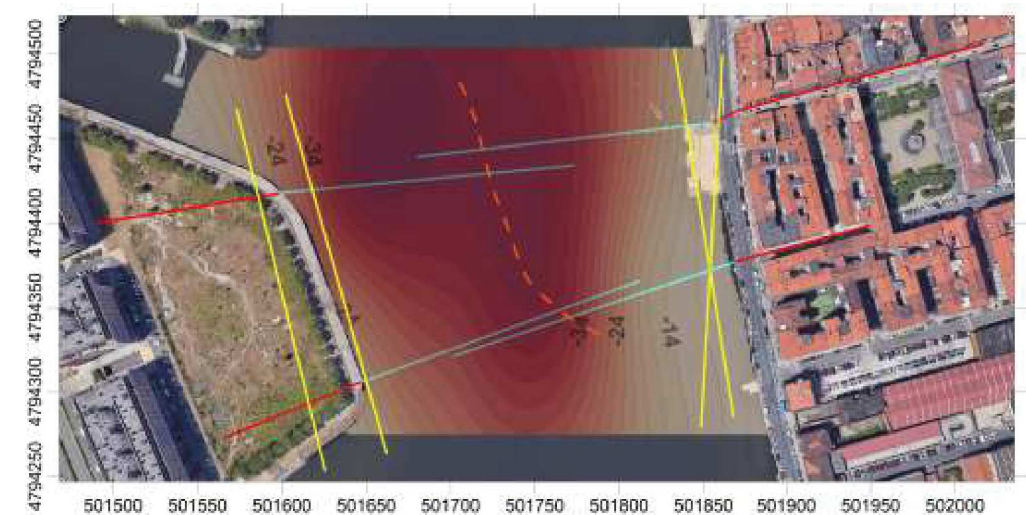


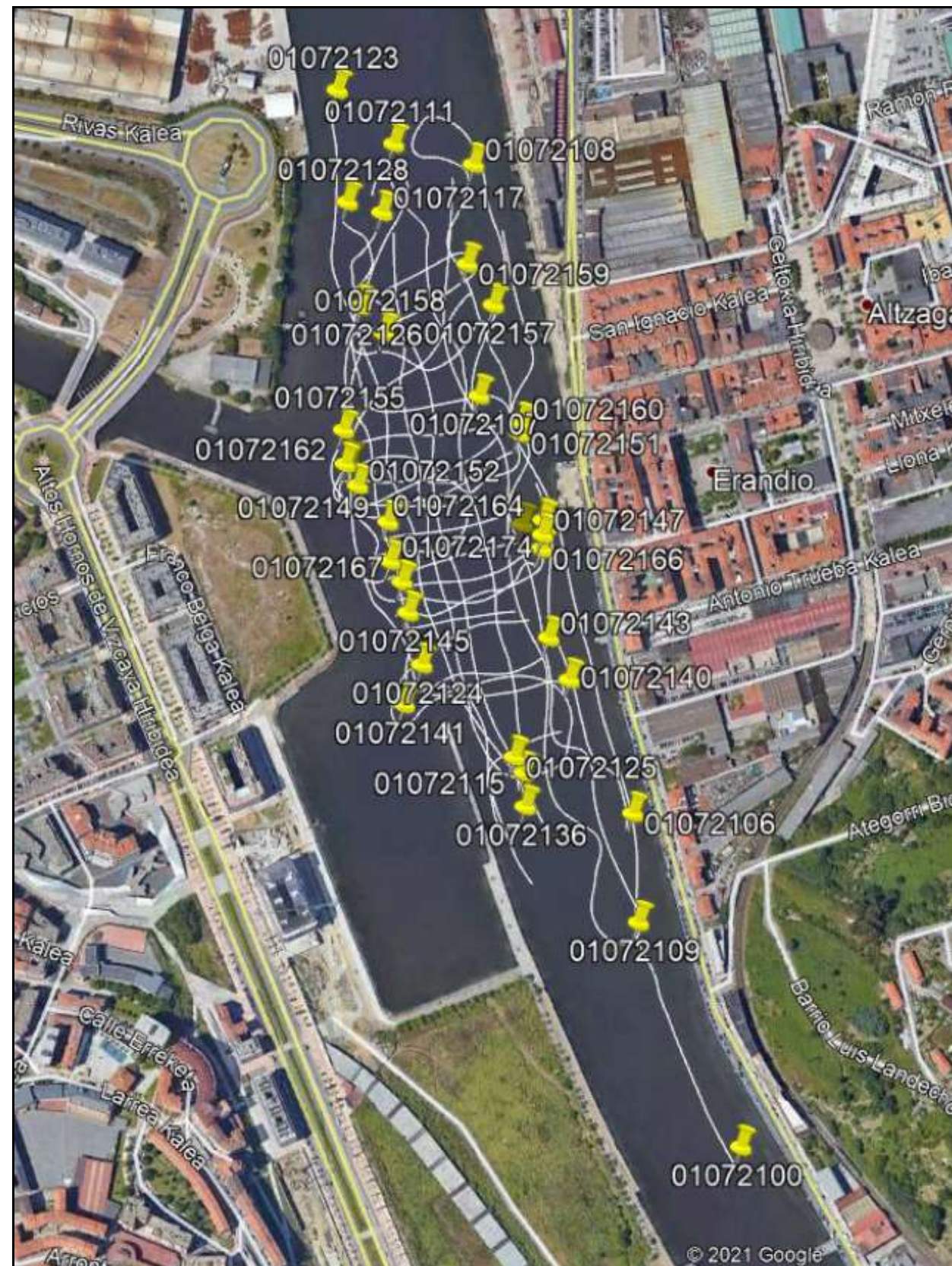
Figura 41: Posición de las posibles fracturas identificadas a partir de la prospección sísmica (línea discontinua naranja) y la prospección eléctrica (líneas continuas amarillas).

ANEXOS

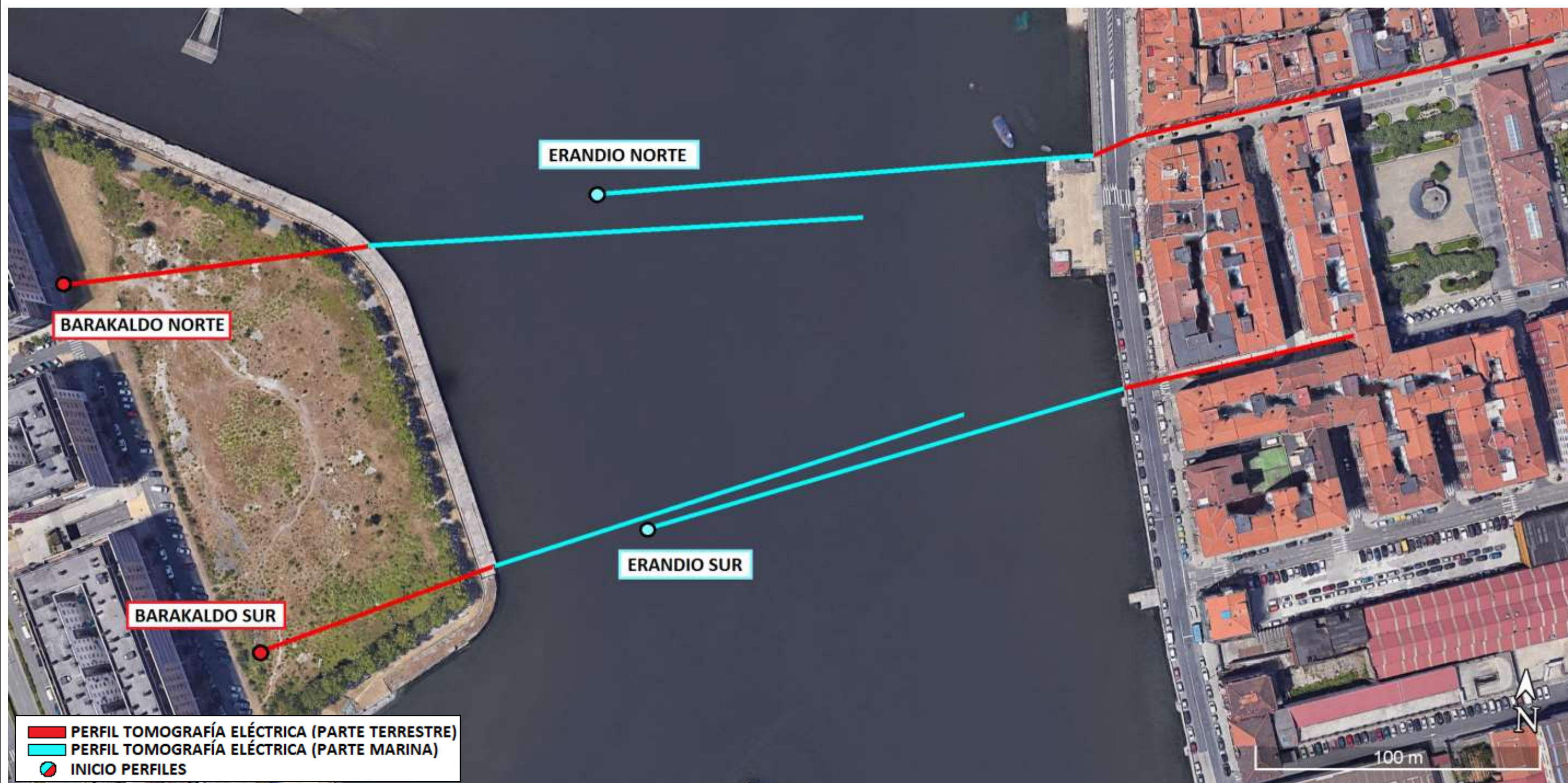
ANEXO I

MAPAS DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

LÍNEAS SÍSMICA DE REFLEXIÓN

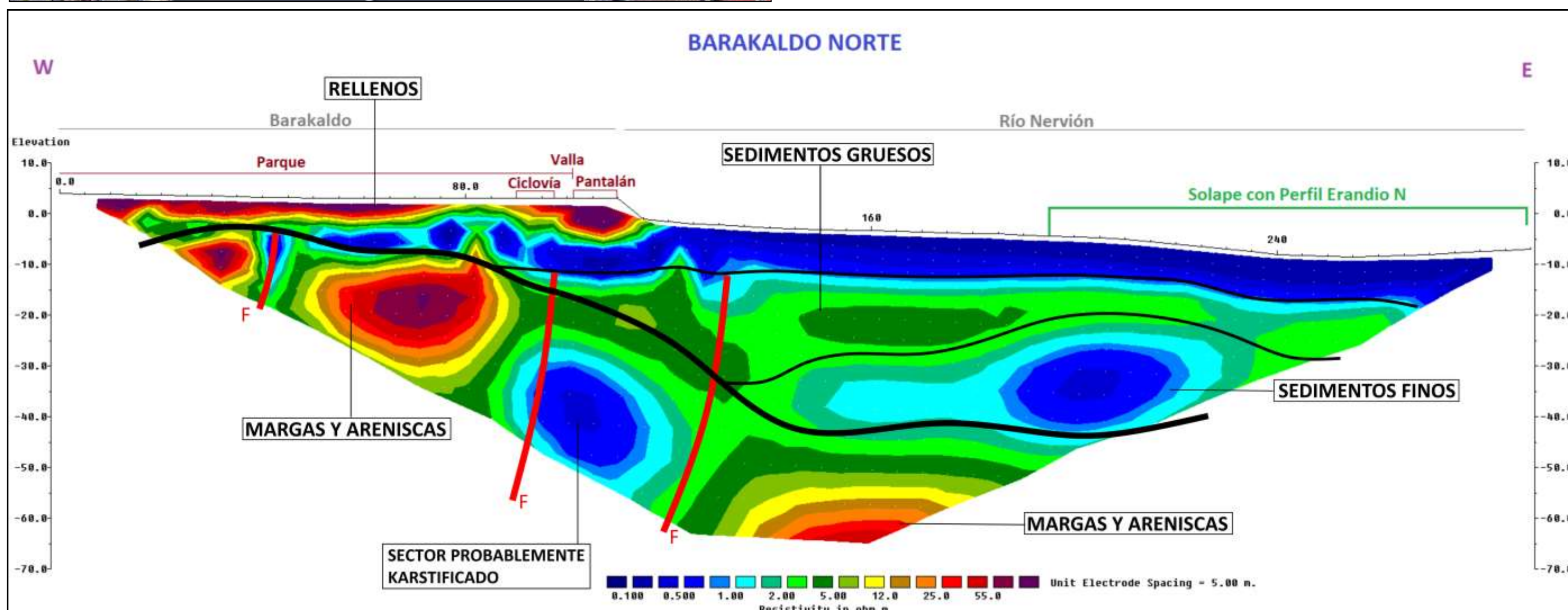


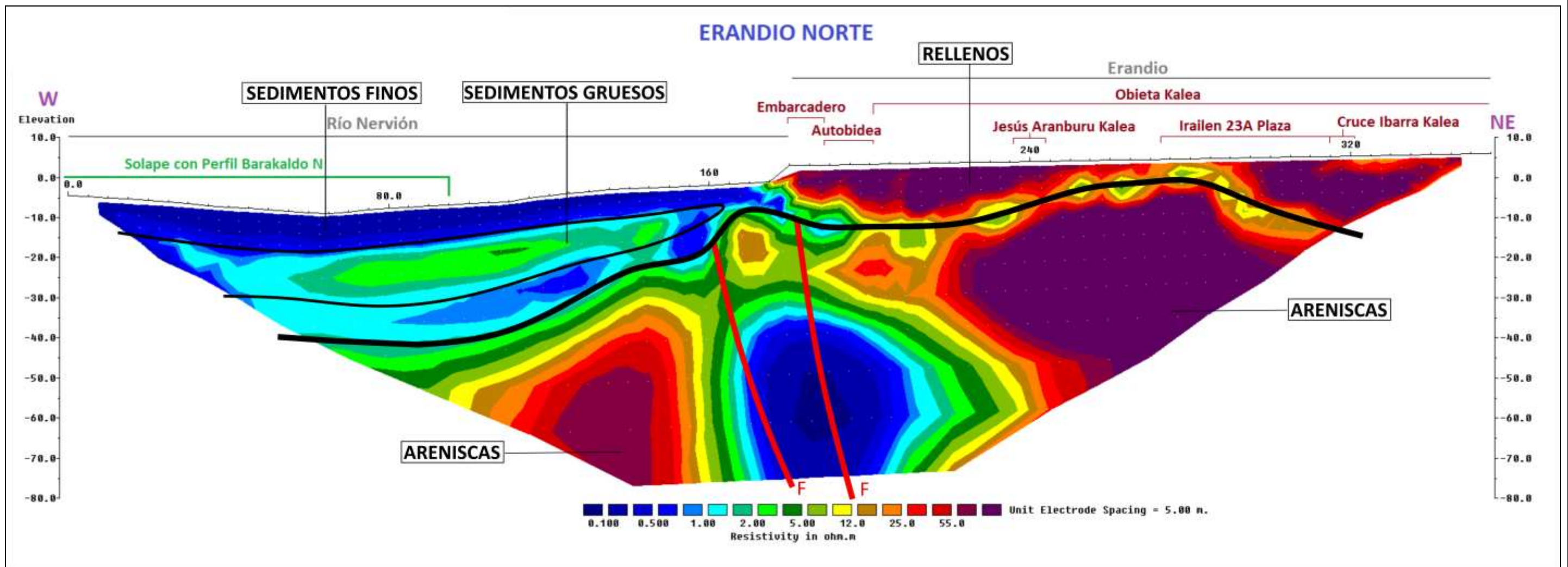
PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

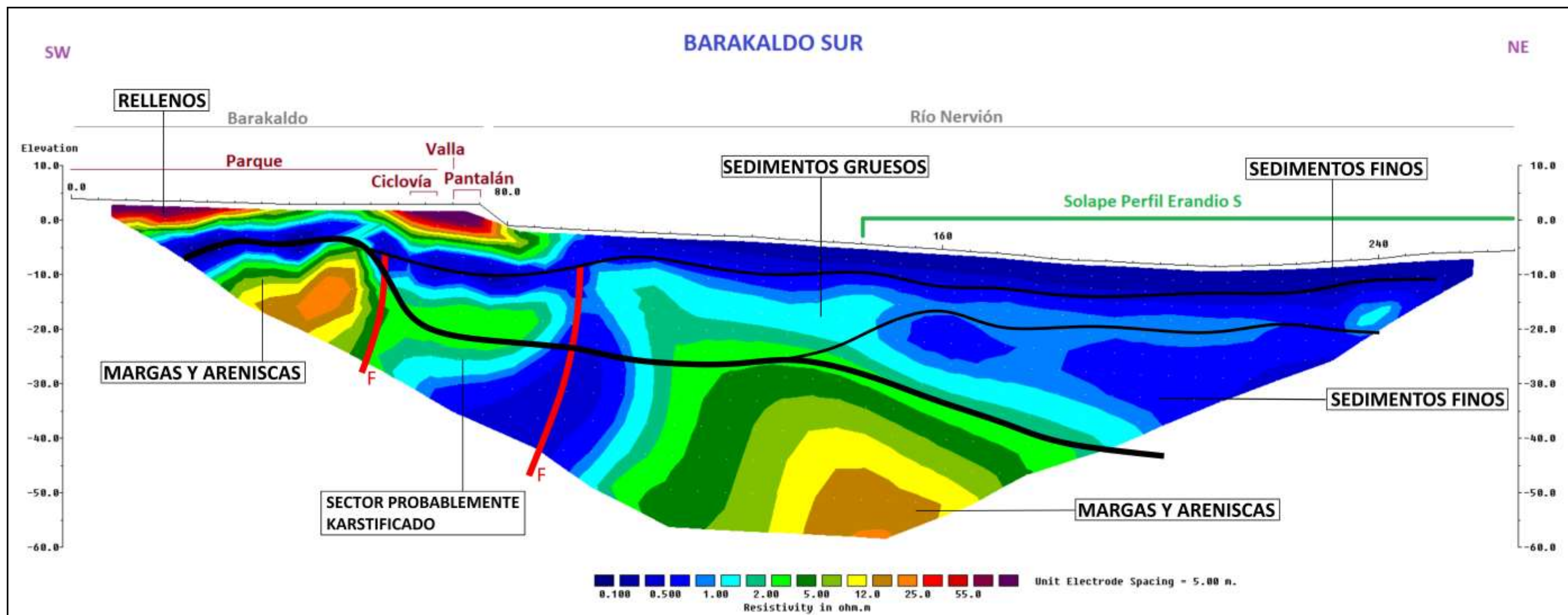


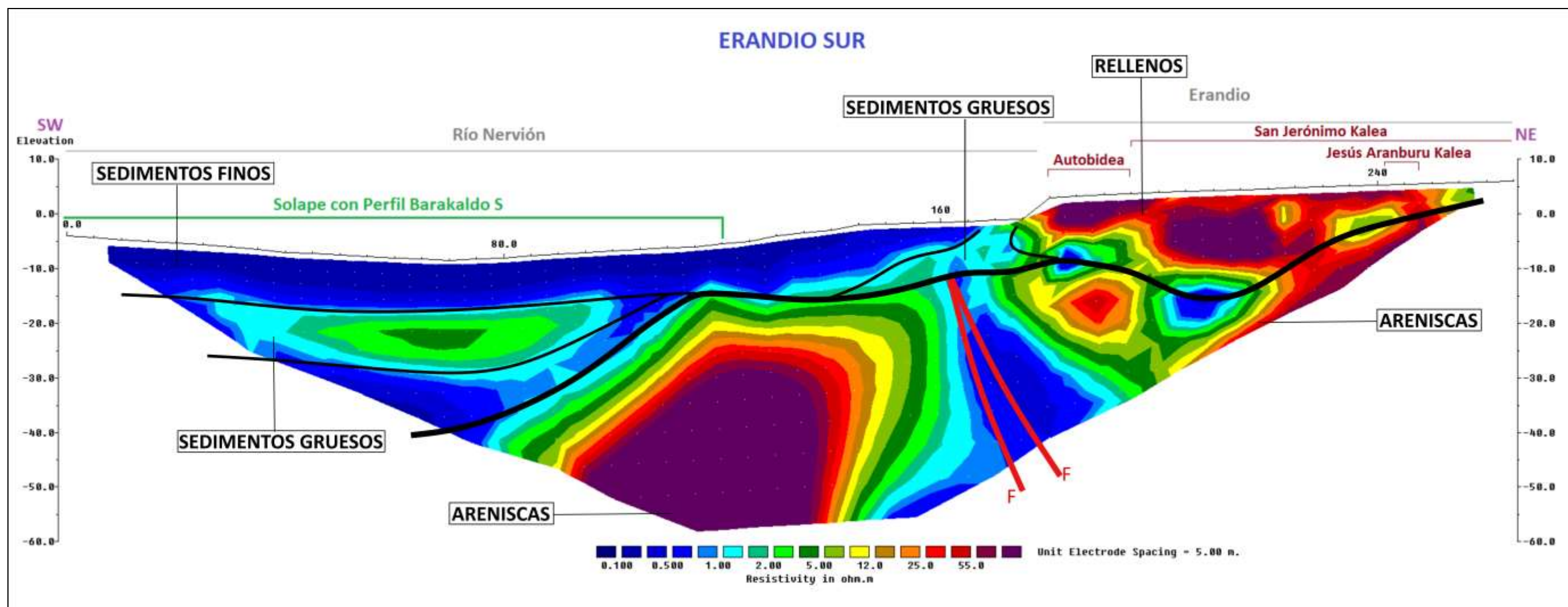
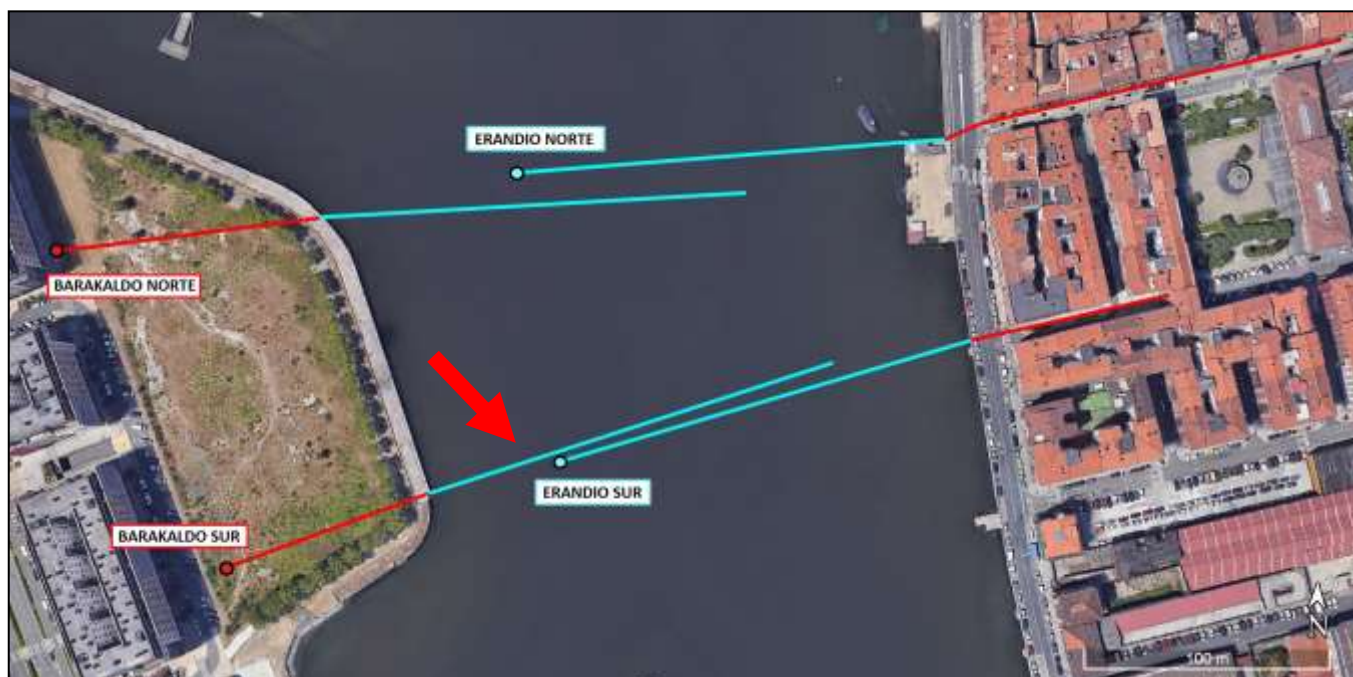
ANEXO II

PERFILES TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA





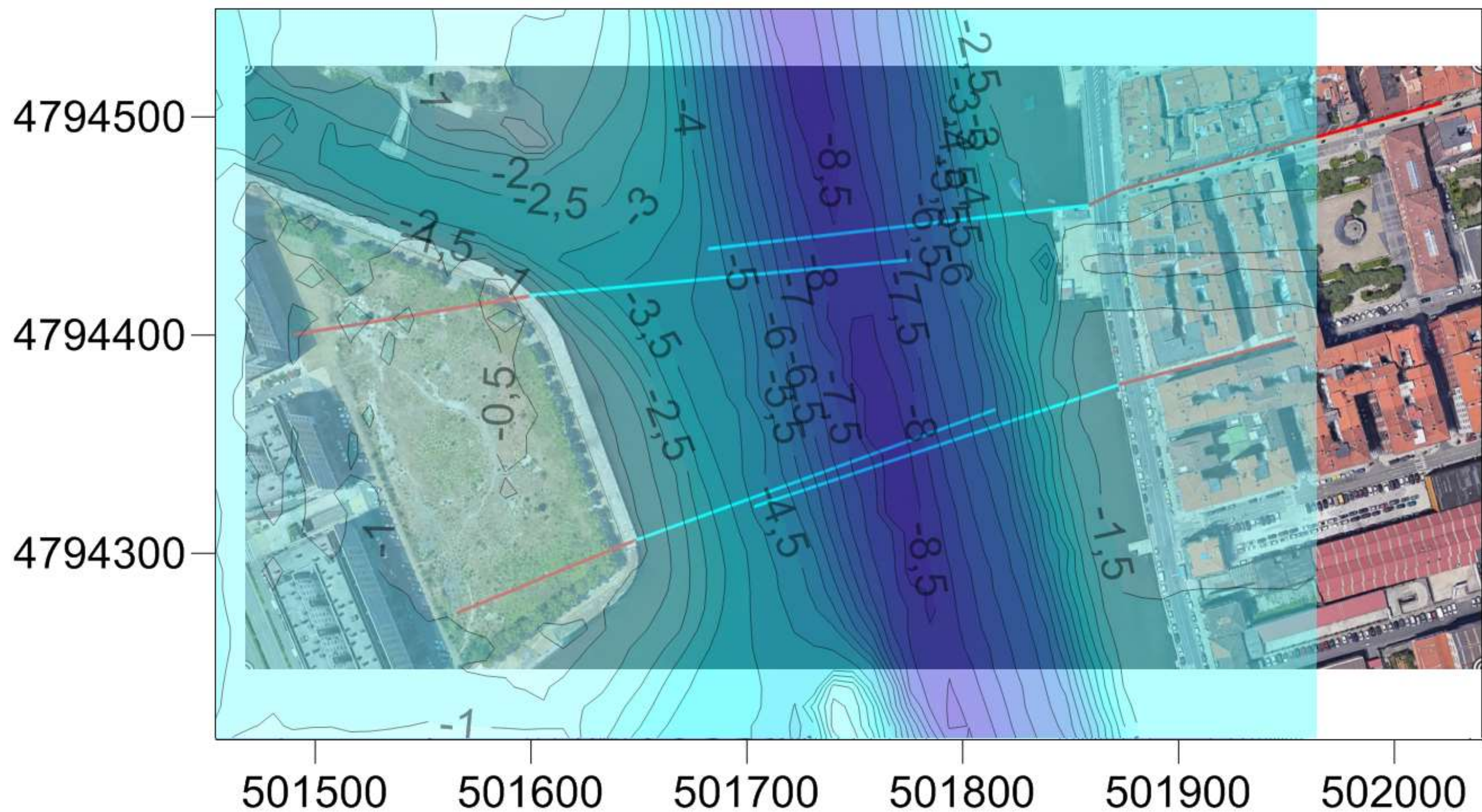




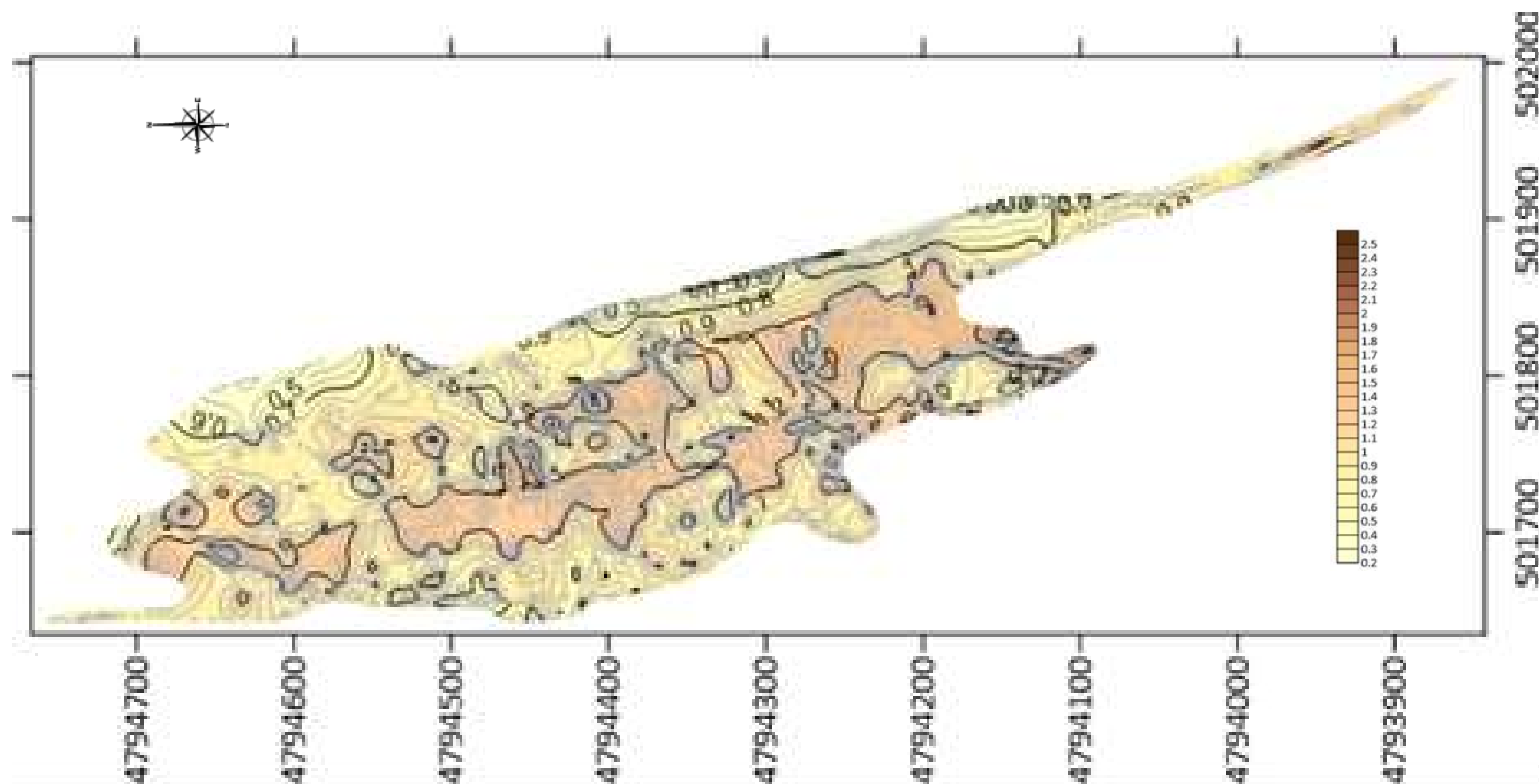
ANEXO III

MAPAS DE RESULTADOS

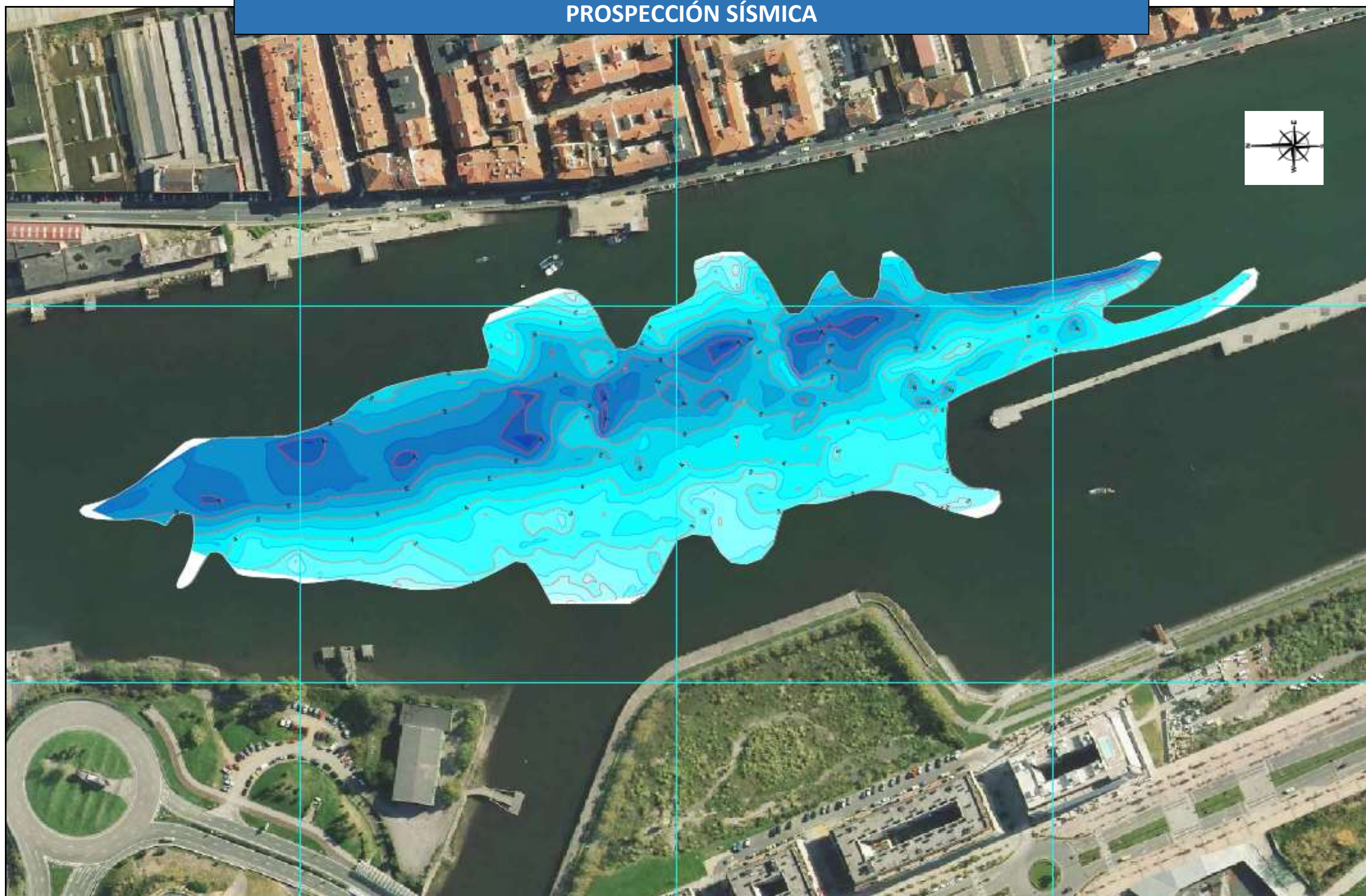
BATIMETRÍA SOBRE POSICIÓN DE PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA



MAPA DE ISOPACAS DEL PRIMER NIVEL DE SEDIMENTOS A PARTIR DE PROSPECCIÓN SÍSMICA



MAPA DE ISOPACAS DEL SEGUNDO NIVEL DE SEDIMENTOS A PARTIR DE PROSPECCIÓN SÍSMICA



Cliente:



Proyecto:

CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL SUBSUELO EN LA RIA DE BILBAO ENTRE ERANDIO Y BARAKALDO (BIZKAIA).

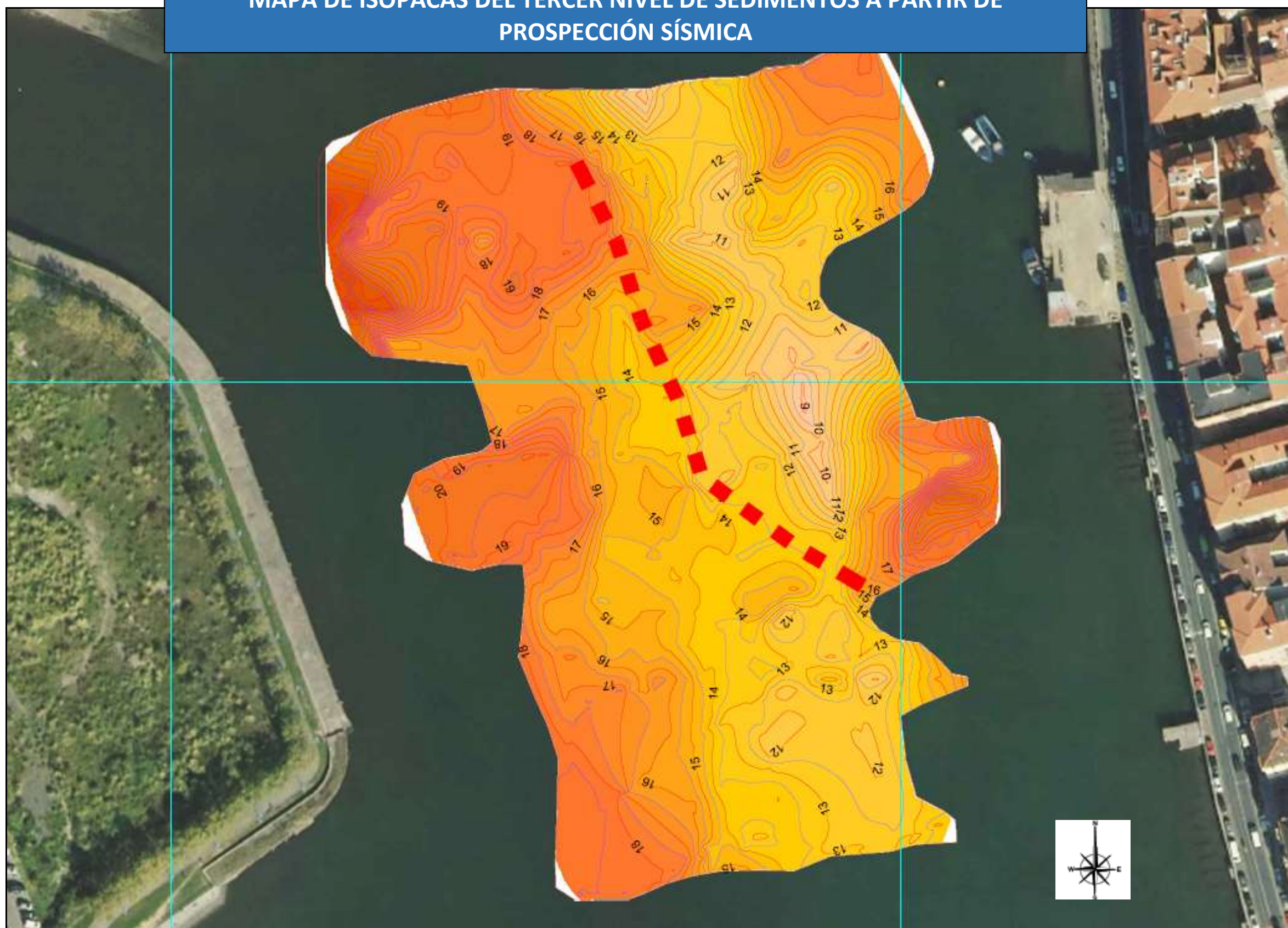
Ejecución:



RESULTADOS

Agosto 2021

MAPA DE ISOPACAS DEL TERCER NIVEL DE SEDIMENTOS A PARTIR DE PROSPECCIÓN SÍSMICA



Cliente:



Proyecto:

CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL SUBSUELO EN LA RIA DE BILBAO ENTRE ERANDIO Y BARAKALDO (BIZKAIA).

Ejecución:



RESULTADOS

Agosto 2021

MAPA DE ISOPACAS DEL CONJUNTO DE UNIDADES SEDIMENTARIAS HASTA EL BASAMENTO ACÚSTICO A PARTIR DE PROSPECCIÓN SÍSMICA



Cliente:



Proyecto:

CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN
GEOLÓGICA DEL SUBSUELO EN LA RÍA DE BILBAO ENTRE ERANDIO Y BARAKALDO (BIZKAIA).

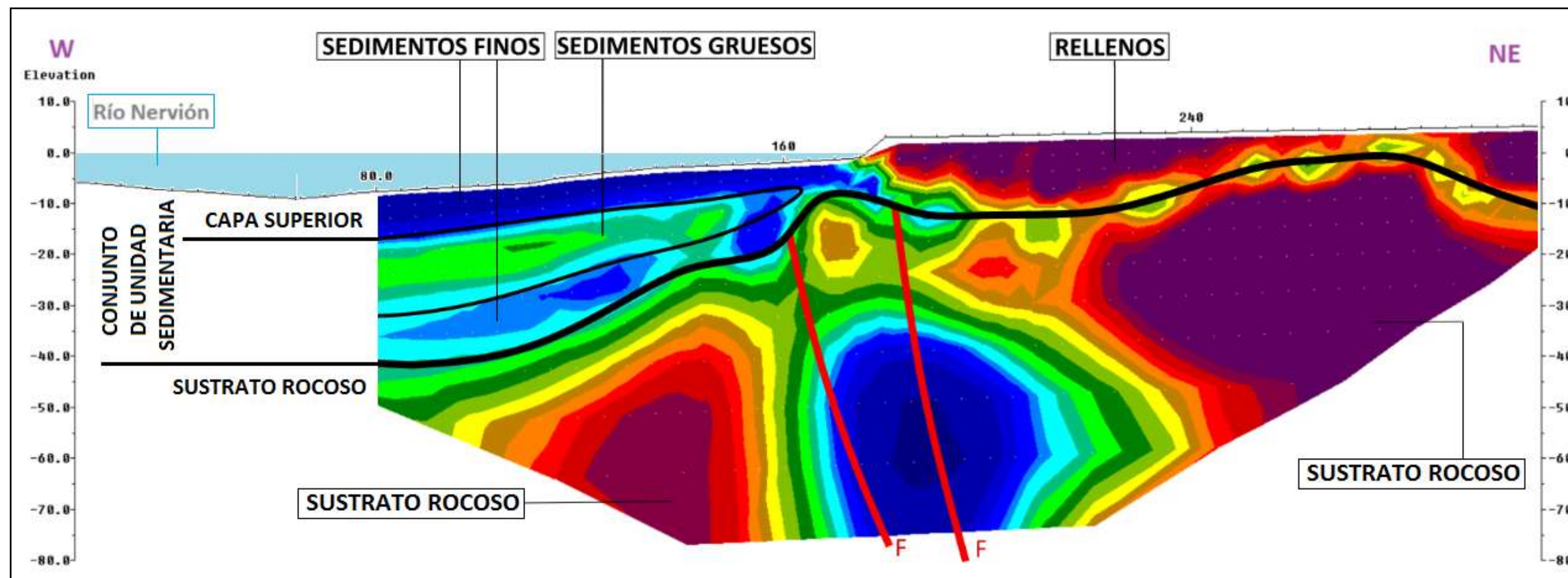
Ejecución:



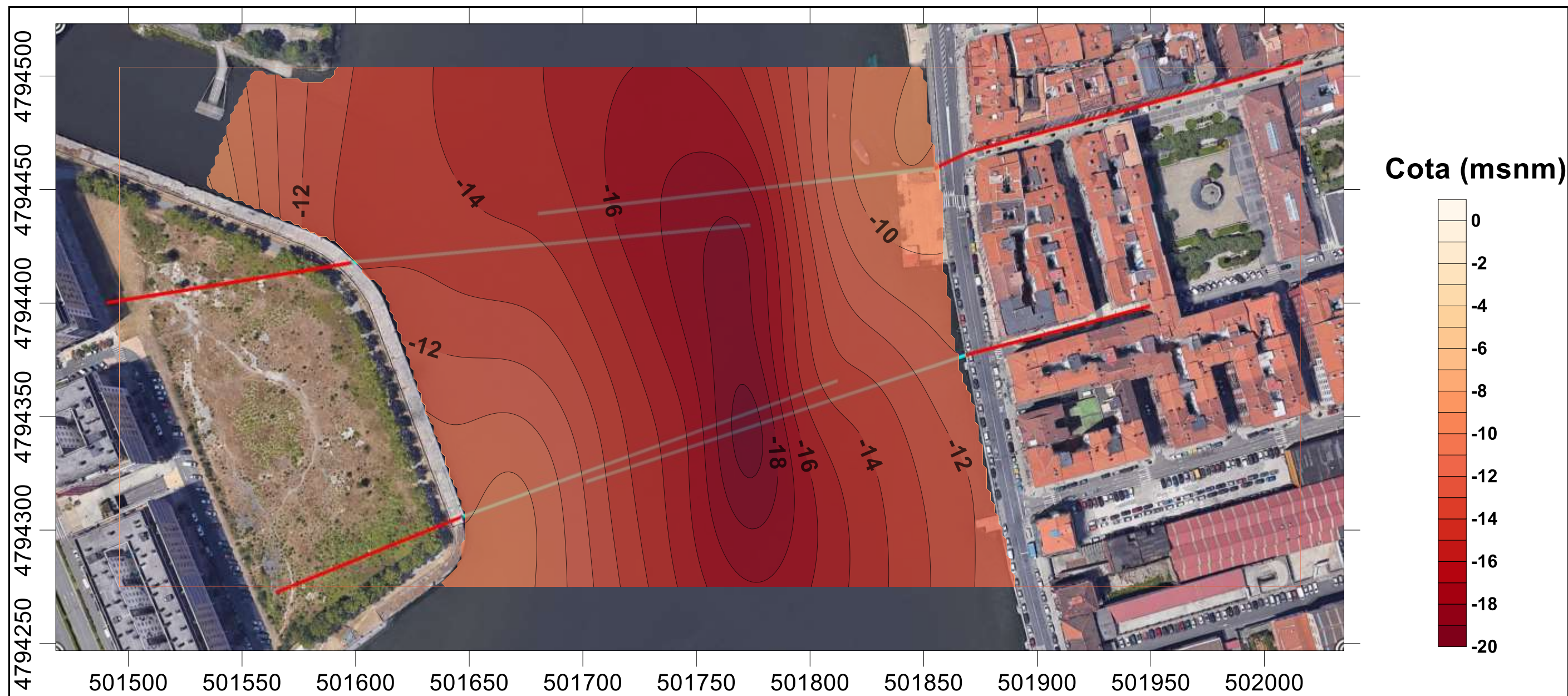
RESULTADOS

Agosto 2021

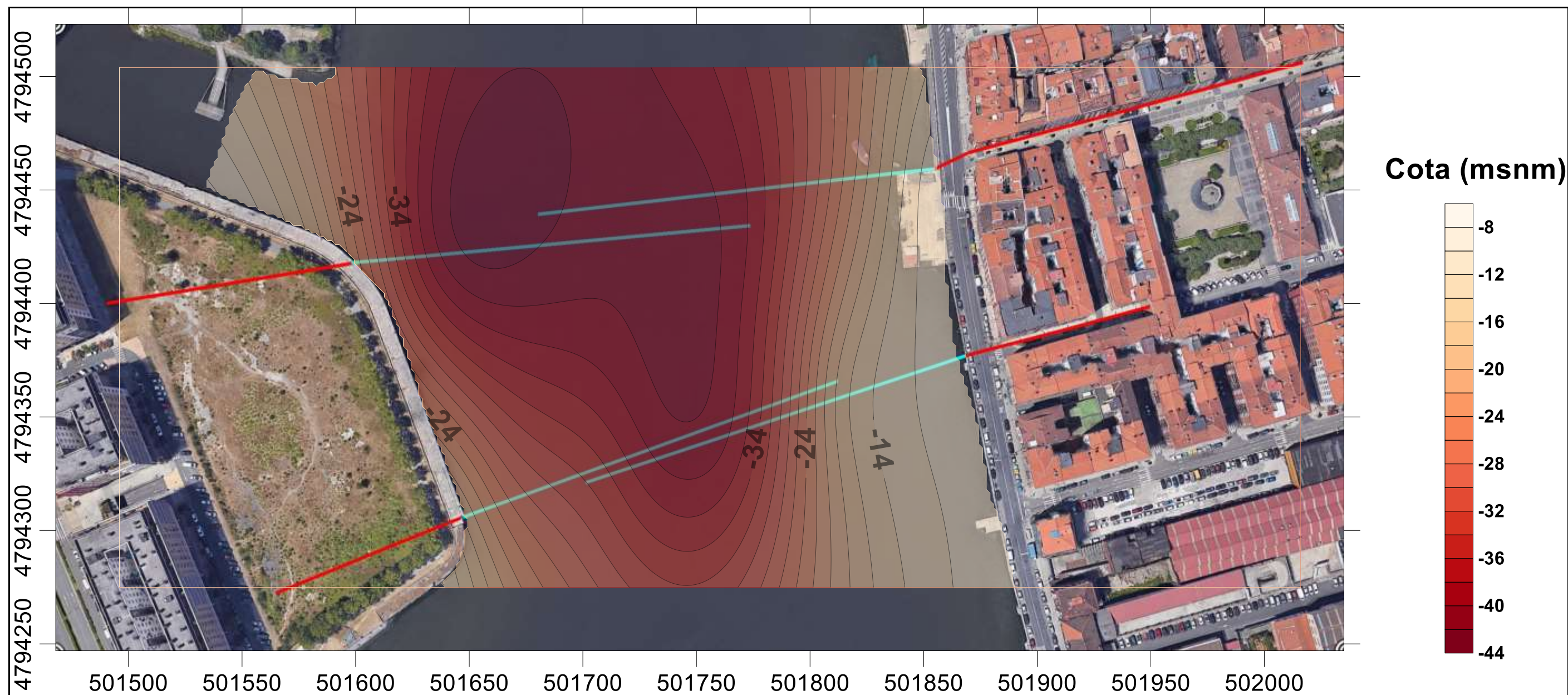
LEYENDA DE UNIDADES EMPLEADAS PARA LOS MAPAS



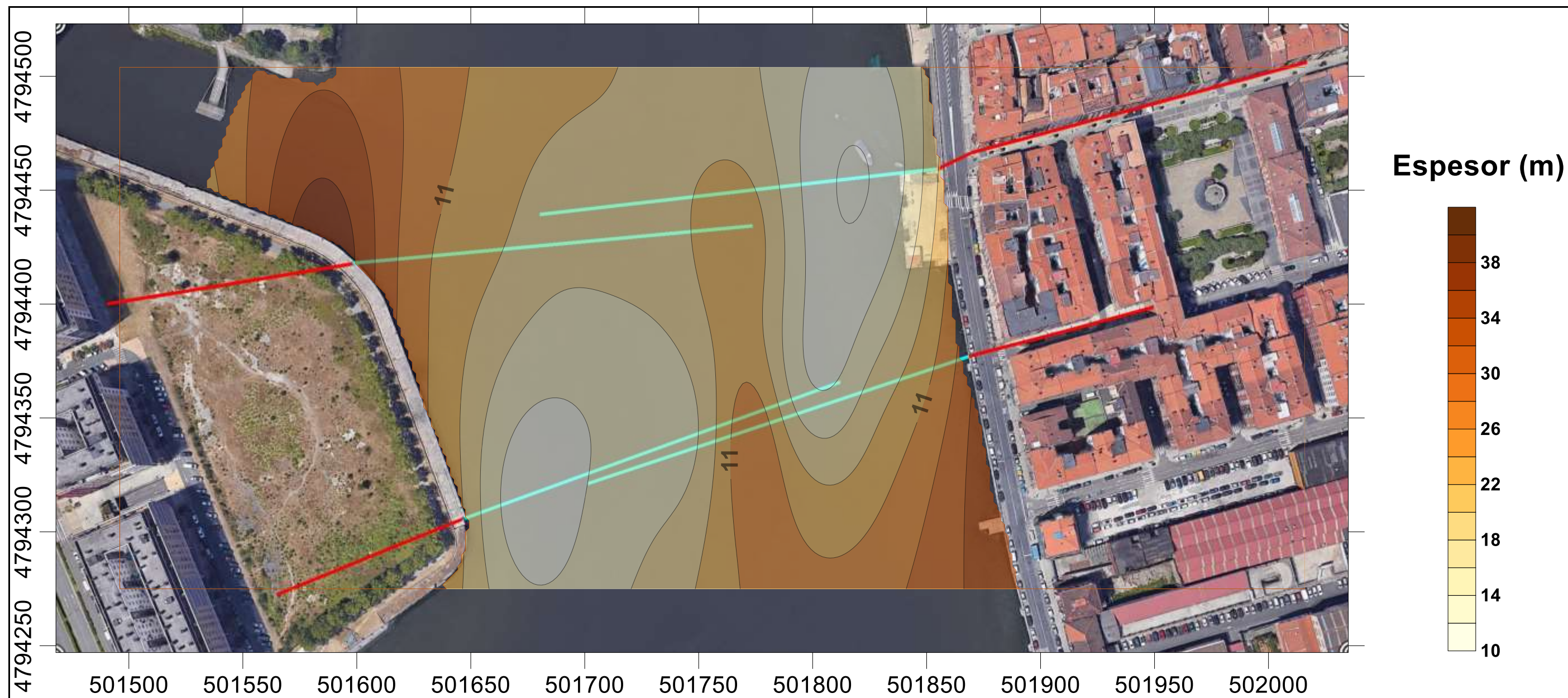
MAPA DE ISOBATAS DE LA BASE DE LA CAPA SEDIMENTARIA SUPERIOR A PARTIR DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA



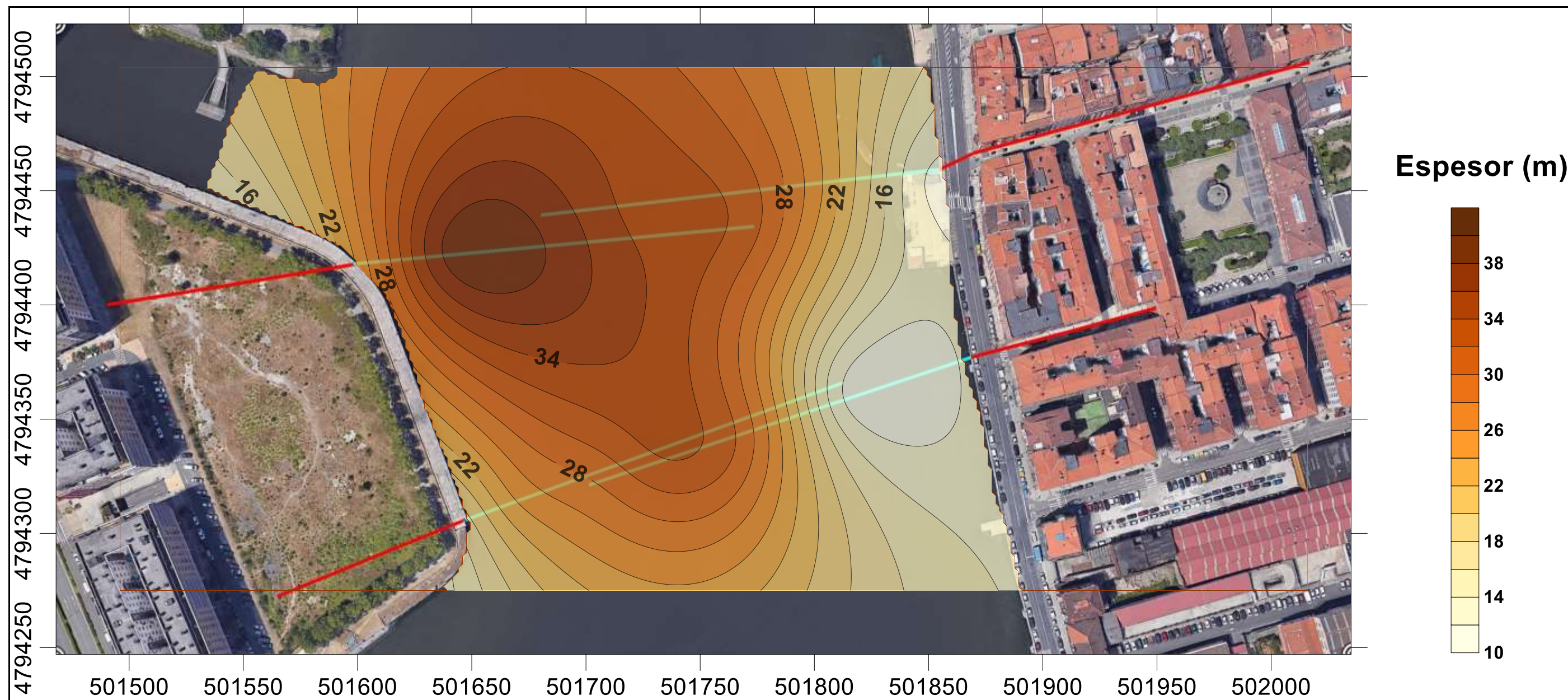
MAPA DE ISOBATAS DEL TECHO DEL SUSTRATO ROCOSO A PARTIR DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA



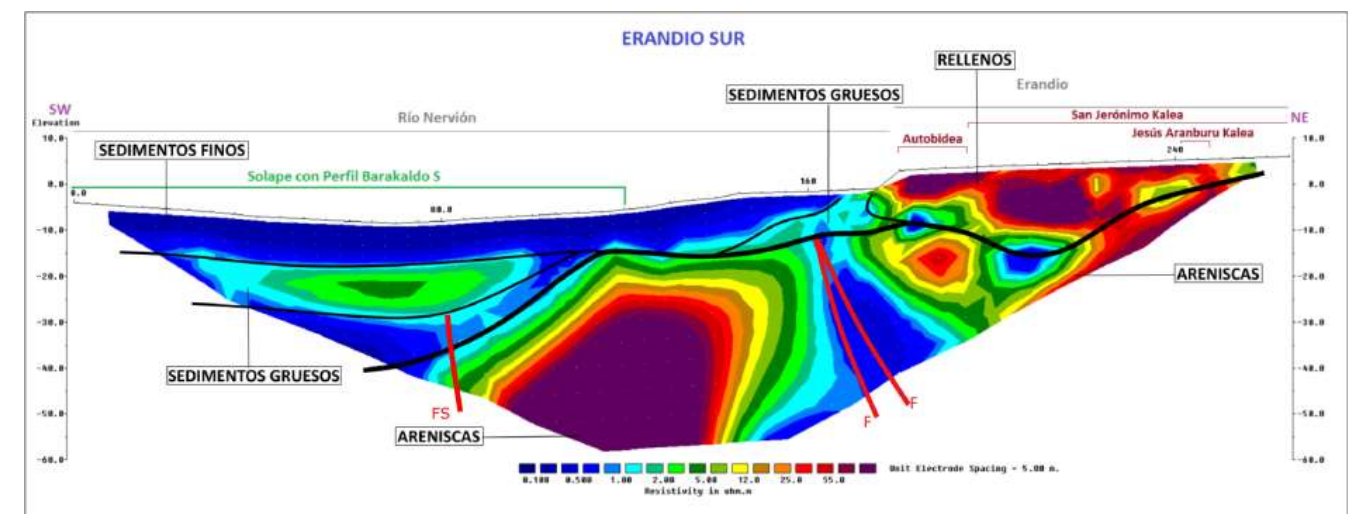
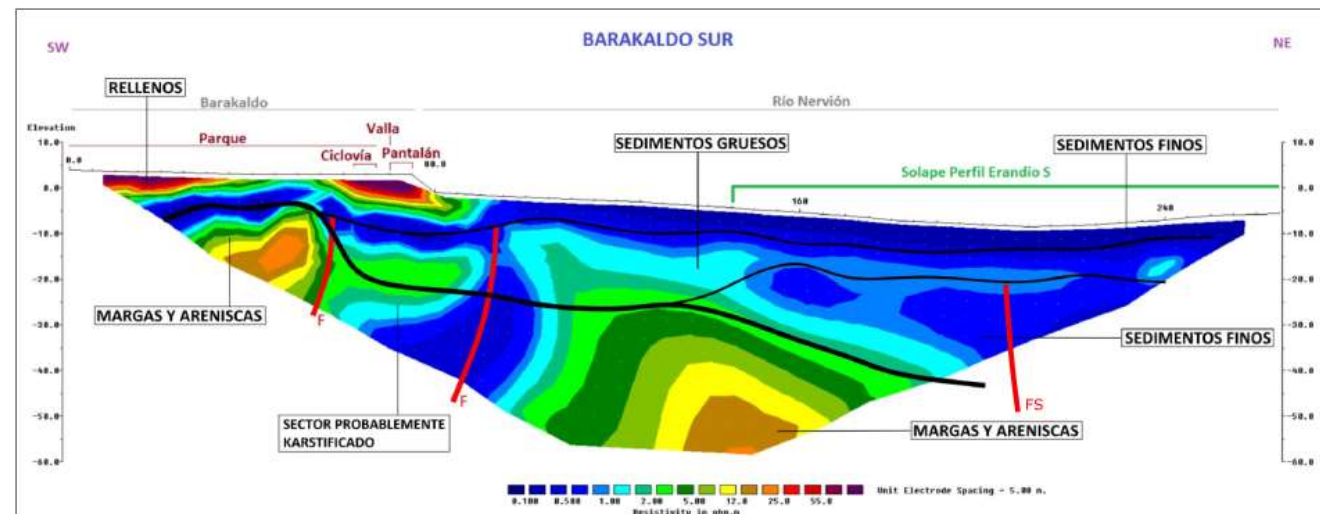
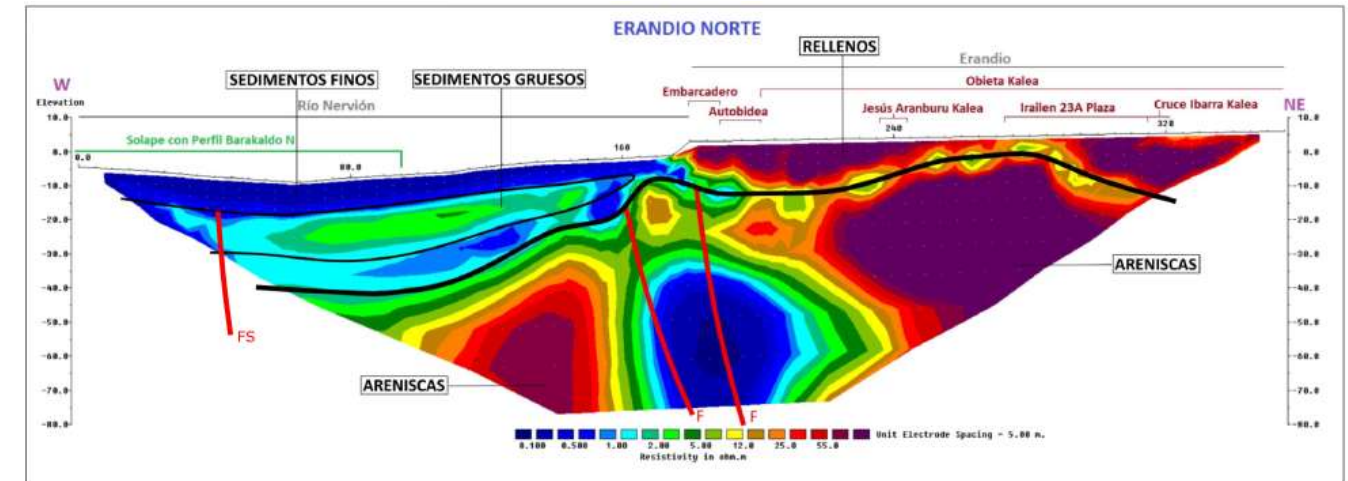
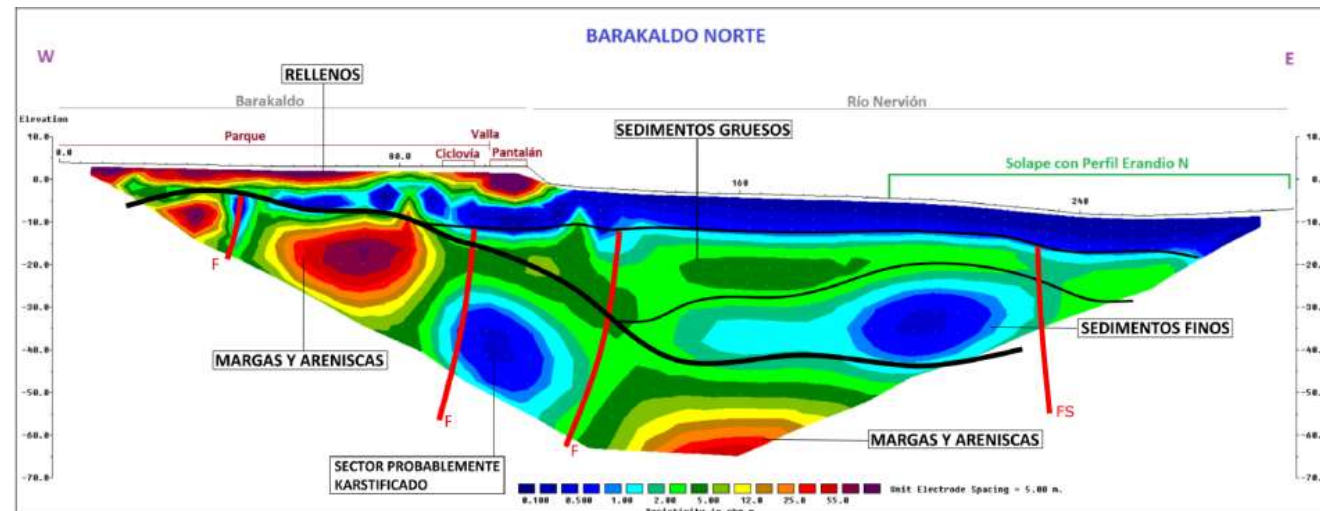
MAPA DE ISOPACAS DE LA CAPA SEDIMENTARIA SUPERIOR A PARTIR DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA



MAPA DE ISOPACAS DE TODO EL CONJUNTO DE UNIDADES SEDIMENTARIAS A PARTIR DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA

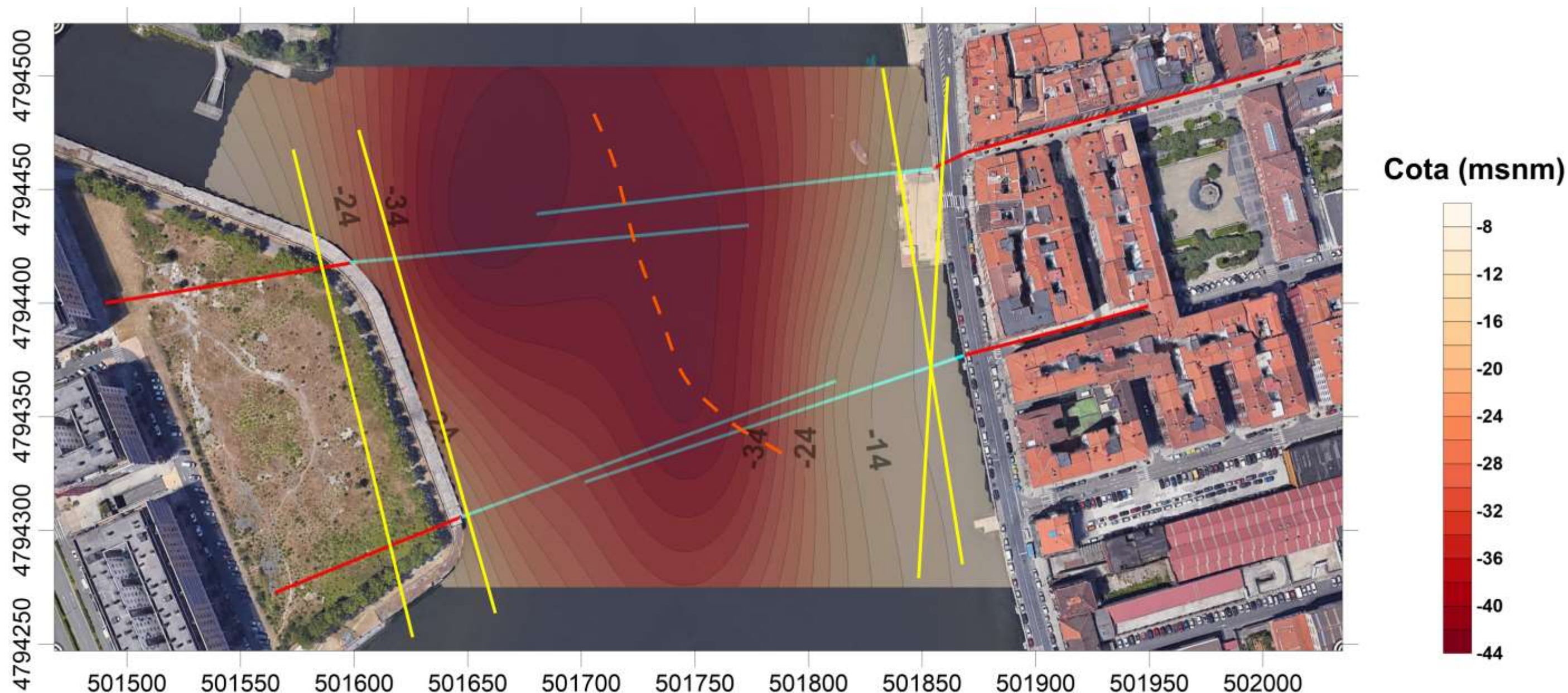


LOCALIZACIÓN DE LA POSIBLE FRACTURA IDENTIFICADA EN LA SÍSMICA (FS) EN LOS PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA



FS: FRACTURA IDENTIFICADA EN LA SÍSMICA / F: FRACTURAS IDENTIFICADAS EN LA TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

MAPA DE FRACTURAS IDENTIFICADAS SOBRE EL MAPA DE ISOBATAS DEL SUSTRATO ROCOSO



 FRACTURA DETERMINADA MEDIANTE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

 FRACTURA DETERMINADA MEDIANTE SÍSMICA MARINA

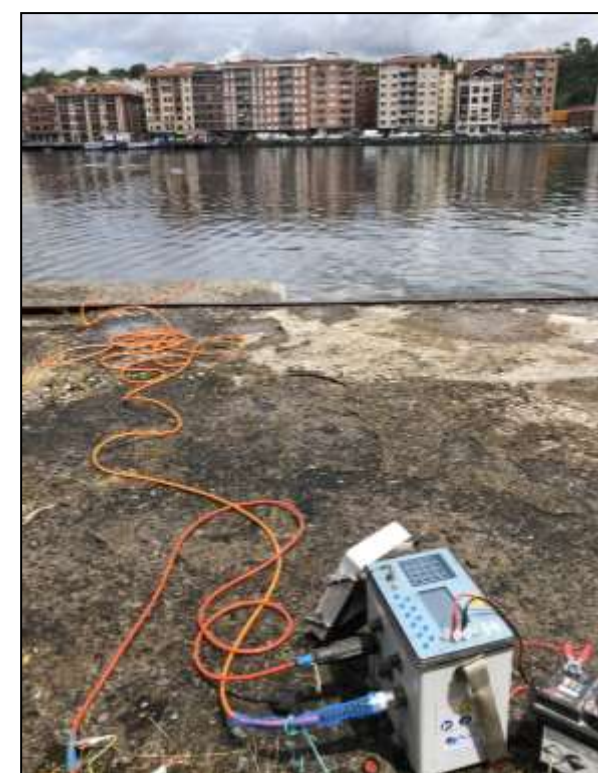
ANEXO IV

FOTOGRAFÍAS

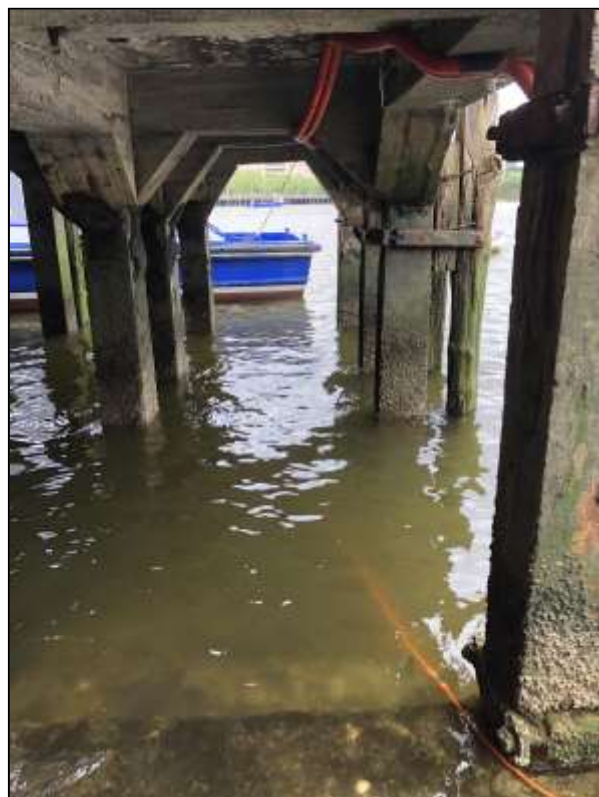
BARAKALDO NORTE



BARAKALDO SUR



ERANDIO NORTE



ERANDIO SUR



Cliente:



Proyecto:

CAMPAÑA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL SUBSUELO EN LA RIA DE BILBAO ENTRE ERANDIO Y BARAKALDO (BIZKAIA).

Ejecución:



FOTOGRAFÍAS

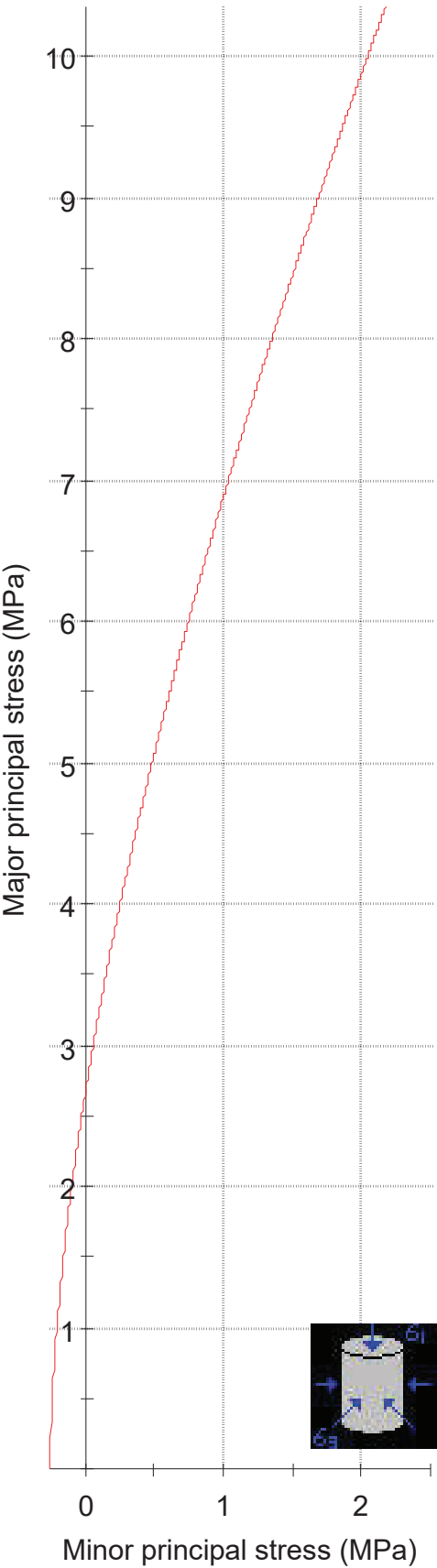
Agosto 2021



7.8 APÉNDICE A-8 CÁLCULOS

1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO

Analysis of Rock Strength using RocLab



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 8.7 MPa
GSI = 80 m_i = 7 Disturbance factor (D) = 0.2
intact modulus (E_i) = 1300 MPa

Hoek-Brown Criterion

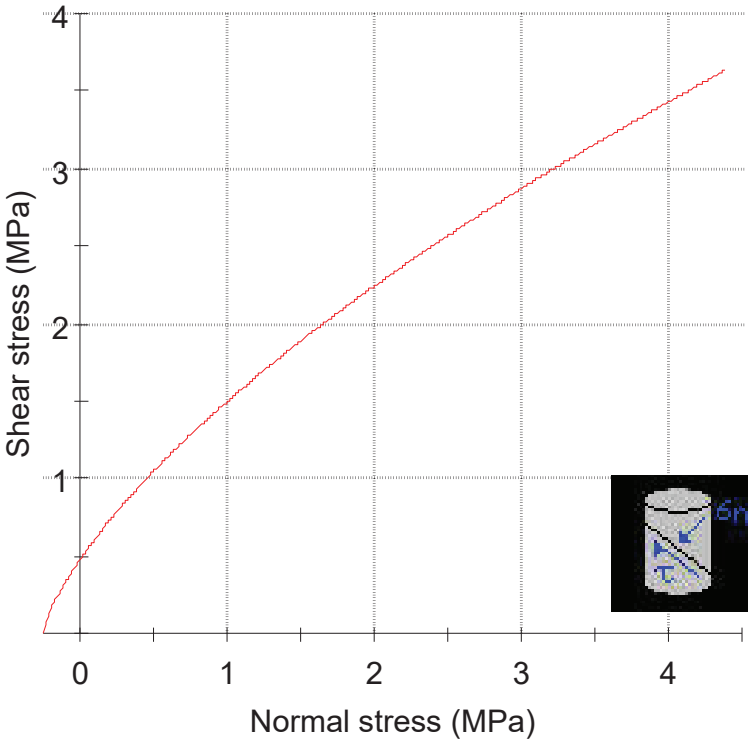
m_b = 3.165 s = 0.0925 a = 0.501

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.744 MPa friction angle = 35.03 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.254 MPa
uniaxial compressive strength = 2.642 MPa
global strength = 2.862 MPa
deformation modulus = 990.38 MPa



2. DIMENSIONAMIENTO DE PILOTES EN ROCA INTACTA

CÁLCULO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN ROCA

Según "Guía de cimentaciones en obras de carretera" editado por el Ministerio de Fomento.

$$p_{vadm} = p_0 \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

- p₀ = 1,00 MPa

q_u = 8,70 MPa

α₁ = 0,6

α₂ = 1

α₃ = 1,00
- Presión de referencia.

Resistencia a compresión simple de la roca sana.

Factor adimensional función del tipo de roca.

Factor adimensional dependiente del grado de meteorización.

Factor adimensional dependiente del espaciado discontinuidades.

p_{vadm} = 1,77 MPa

Determinación del valor α₁:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{10 \times q_t}{q_u}}$$

- Donde:
- q_t= resistencia a la tracción simple

q_u= resistencia a compresión simple

o bien:

	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS
a ₁		
1	Rocas carbonatadas con estructura bien definida.	Calizas,dolomías, mármoles puros, calcarenitas de baja porosidad.
0,8	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	Granitos, cuarcitas, andesitas, riolitas, pizarras, esquistos y gneises (***)
0,6	Rocas sedimentarias (**) y algunas metamórficas.	Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados, pizarras y esquistos (****) yesos.
0,4	Rocas poco soldadas.	Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados, margas.
	(*) a excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.	
	(**) a excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.	
	(***) esquistosidad subhorizontal.	
	(****) esquistosidad verticalizada.	

Determinación del valor α₂:

a ₂	G.M. I.S.R.M.	G.M. D.G. MOYE.	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO.
1,0	I	II	Ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en planos de discontinuidad.
0,7	II	III	Signos de decoloración. toda la masa de roca ha podido perder su color y, superficialmente, ser mas débil que la roca sana.
0,4	III	III-IV	Menos de la mitad del material esta descompuesto a suelo. aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma continua o en zonas aisladas.

Determinación del valor α₃:

$$\alpha_3 = \min(\alpha_{3a}, \alpha_{3b})$$

$$\alpha_{3a} = \sqrt{\frac{s}{1m}}$$

$$\alpha_{3b} = \sqrt{\frac{RQD(\%) }{100}}$$

- Espacio (m) =

RQD (%) =
- 1

100
- α_{3a}= 1,00

α_{3b}= 1,00

α₃= 1,00

CÁLCULO DE PILOTES EN ROCA (punta)

Según "Guía de cimentaciones en obras de carretera" editado por el Ministerio de Fomento.

DATOS:

- diámetro del pilote: 1.200 mm

empotramiento del pilote: 7,00 m

carga admisible para cimentacines en roca: 1,77 MPa

RESISTENCIA POR PUNTA:

Resistencia unitaria por punta última = 7,08 MPa

Resistencia unitaria por punta admisible = 2,36 MPa

CAPACIDAD DE LA PUNTA:

Q_p = A_p *q_p *d_f

Q_p = 8,01 MN

Q_p = 816,31 t

donde:

- Q_p: resistencia última por punta

A_p: área de la punta

q_p: resistencia límite de rotura qp= 3,54 MPa

d_f: factor de empotramiento df= 2,00

resistencia admisible por punta:

Q_{padm} = Q_p *(1/γ_R)

Q_{padm} = 272,10 t

Capacidad del pilote a compresión (considerando una resistencia del hormigón de 5 Mpa) = 565,49 t

Según la tabla 2.1 del DB SE-C “Coeficientes de Seguridad Parciales” , para el caso de hundimiento γ_R = 3

CÁLCULO DE PILOTES EN ROCA
(resistencia combinada de la punta y el fuste)

Según "Guía de cimentaciones en obras de carretera" editado por el Ministerio de Fomento.

CÁLCULO DE PILOTES EN ROCA (fuste)

Según "Guía de cimentaciones en obras de carretera" editado por el Ministerio de Fomento.

DATOS:

diámetro del pilote: 1.200 mm

empotramiento del pilote: 7,00 m

resistencia unitaria por fuste t_f = 0,35 MPa

RESISTENCIA POR FUSTE:

Resistencia unitaria por fuste última = 0,35 MPa

Resistencia unitaria por fuste admisible = 0,12 MPa

CAPACIDAD DEL FUSTE:

$Q_f = A_f \cdot t_f$

$Q_f = 9,34 \text{ MN}$

$Q_f = 952,36 \text{ t}$

donde:

Q_f : resistencia última por fuste

A_f : área del fuste

resistencia admisible por fuste:

$Q_{fadm} = Q_f \cdot (1/\gamma_R)$

$Q_{fadm} = 317,45 \text{ t}$

Capacidad del pilote a compresión (considerando una resistencia del hormigón de 5 Mpa) = 565,49 t

Según la tabla 2.1 del DB SE-C "Coeficientes de Seguridad Parciales" , para el caso de hundimiento $\gamma_R = 3$

DATOS:

diámetro del pilote: 1.200 mm

empotramiento del pilote: 7,00 m

carga admisible para cimentaciones en roca: 1,77 MPa

resistencia límite de rotura q_p : 3,54 MPa

factor de empotramiento d_f : 2,00

resistencia unitaria última por punta = 7,08 MPa

resistencia unitaria última por fuste t_f = 0,35 MPa

RESISTENCIA POR FUSTE:

$Q_f = A_f \cdot t_f$

$Q_f = 9,34 \text{ MN}$

$Q_f = 952,36 \text{ t}$

donde:

Q_f : resistencia última por fuste

A_f : área del fuste

resistencia admisible por fuste:

$Q_{fadm} = Q_f \cdot (1/\gamma_R)$

$Q_{fadm} = 317,45 \text{ t}$

RESISTENCIA POR PUNTA:

$Q_p = A_p \cdot q_p \cdot d_f$

$Q_p = 8,01 \text{ MN}$

$Q_p = 816,31 \text{ t}$

donde:

Q_p : resistencia última por punta

A_p : área de la punta

q_p : resistencia límite de rotura

d_f : factor de empotramiento

resistencia admisible por punta:

$Q_{padm} = Q_p \cdot (1/\gamma_R)$

$Q_{padm} = 272,10 \text{ t}$

Según la tabla 2.1 del DB SE-C "Coeficientes de Seguridad Parciales" , para el caso de hundimiento $\gamma_R = 3$

RESISTENCIA TOTAL ADMISIBLE:

$Q_{total \text{ admisible}} = Q_{fadm} + Q_{padm}$

$Q_{total \text{ admisible}} = 589,55 \text{ t}$

Capacidad del pilote a compresión (considerando una resistencia del hormigón de 5 Mpa) = 565,49 t

3. DIMENSIONAMIENTO DE PILOTES A PARTIR DE ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: P-1

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 691,58 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 27,90 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

γ_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 230,53 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 568,59 \text{ t}$$

cumple

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: P-2

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 694,95 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 23,40 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

γ_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 231,65 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 569,87 \text{ t}$$

cumple

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: P-2

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 694,95 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 23,40 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

g_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 231,65 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 569,87 \text{ t}$$

cumple

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: P-11

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 694,95 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 23,40 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

γ_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 231,65 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 569,87 \text{ t}$$

cumple

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: P-12

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 688,58 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 31,90 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

γ_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 229,53 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 567,46 \text{ t}$$

cumple

CÁLCULO DE CARGA ADMISIBLE EN PILOTES BASADO EN ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

conforme a la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera"

Trabajo: Cimentaciones de la pasarela Barakaldo-Erandio

Nº trabajo: INF 2-2-22

Pilote: E-2

carga: 565,50 t

tipo de terreno: cohesivo

1 Carga unitaria por punta:

$$q_p = K \times (p_l - K_0 \times p_0)$$

donde:

q_p: carga unitaria de hundimiento por punta = 689,03 t/m²

K: coeficiente de proporcionalidad
dependiente de la geometría del cimientado y el tipo de terreno = 1,5

p_l: presión límite del ensayo presiométrico = 475,00 t/m²

p₀: presión vertical efectiva en la cota de cimentación = 31,30 t/m²

K₀: coeficiente de empuje al reposo = 0,5

$$q_{padm} = q_p / \gamma_R$$

donde:

q_{padm}: carga unitaria admisible por punta

γ_R: coeficiente de seguridad parcial para el caso de hundimiento = 3

$$q_{padm} = 229,68 \text{ t/m}^2$$

2 carga unitaria por fuste:

$$\tau_f = \frac{1}{40} \times q_p$$

donde:

t_f: carga unitaria última por fuste = 7,00 t/m²

el valor de t_f está limitado a un valor máximo en función del tipo de terreno:

en suelos granulares: t_f ≤ 9 t/m²

en suelos cohesivos: t_f ≤ 7 t/m²

$$\tau_{fadm} = \tau_f / \gamma_R$$

$$t_{fadm} = 2,33 \text{ t/m}^2$$

3 capacidad admisible del terreno:

diámetro del pilote = 1.200 mm

longitud de empotramiento en la capa de terreno portante = 35,00 m

$$Q = A_p \times q_{padm} + A_f \times \tau_{fadm}$$

donde:

Q: capacidad admisible

A_p: área de la punta del pilote = 1,13 m²

A_f: área del fuste del pilote en contacto con la capa de terreno portante = 131,95 m²

$$Q = 567,63 \text{ t}$$

cumple