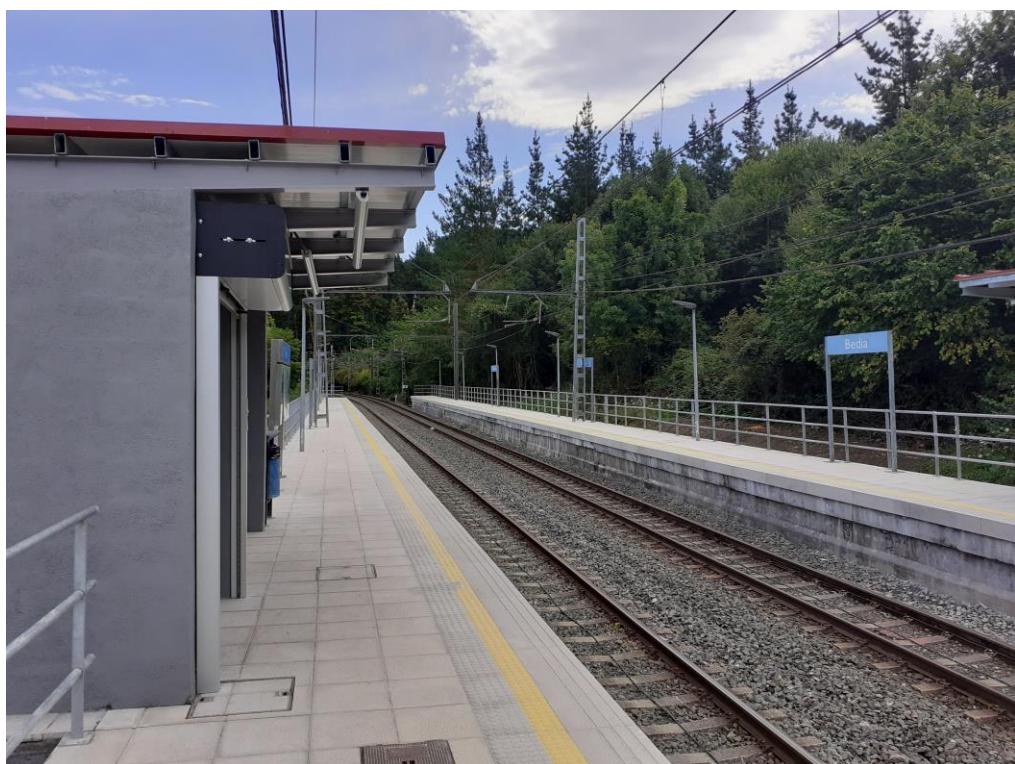




## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE LA ESTACION DE BEDIA Y NUEVO APARCAMIENTO

*BEDIAKO GELTOKIAN TRENBIDE-PASAGUNEA EZABATZEKO ETA  
APARKALEKU BERRIA EGITEKO ERAIKUNTA PROIEKTUA*



### ANEJO 5: GEOLOGIA Y GEOTECNIA

*5. ERANSKINA: GEOLOGIA ETA GEOTEKNIA*

DICIEMBRE, 2023ko.ABENDUA

---

# PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPRESIÓN DEL PASO A NIVEL DE LA ESTACIÓN DE BEDIA Y NUEVO APARCAMIENTO

## ANEJO Nº 5: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	OBJETIVO Y METODOLOGÍA .....	2

**INFORME**

**PLANOS**

**APÉNDICES**

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo corresponde al estudio geotécnico realizado para ejecutar el aparcamiento, la pasarela peatonal sobre las vías y el edificio de viajeros.

## **2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA**

El objetivo de este anexo es determinar las condiciones geológico-geotécnicas que condicionarán la ejecución de esta obra. Principalmente la capacidad portante del terreno en la zona donde se sitúa la actuación, así como las características de los suelos existentes y los rellenos necesarios para ejecutar la meseta sobre la que se situará el aparcamiento.

Para tal fin se ha realizado una campaña de investigación consistente en la perforación de dos sondeos y la realización de tres ensayos de penetración tipo D.P.S.H. También se han realizado 11 catas en la parcela, así como una batería de ensayos con muestras obtenidas tanto en los sondeos como en las catas cuyos resultados se detallan en el informe.

Esta campaña fue diseñada y dirigida por técnicos de DAIR Ingenieros y Euskal Trenbide Sarea y realizada por la empresa Ikerlur. Se presenta a continuación el INFORME GEOTECNICO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN DE LA REMODELACIÓN DE LA ESTACION DE EUSKAL TRENBIDE SAREAK en la localidad de Bedia.

La investigación del terreno en profundidad se ha completado con una cartografía geológica de superficie, en la que se han observado el modelado geomorfológico del terreno, los materiales aflorantes a favor de taludes naturales, las circulaciones o presencia de agua superficiales y las estructuras de contención.

Posteriormente se han efectuado los cálculos de cara al movimiento de tierras y apoyo de las nuevas estructuras, de los cuales se han deducido las recomendaciones del estudio.

---

**3.**



## INFORME GEOTÉCNICO

### MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN DE LA REMODELACIÓN DE LA ESTACIÓN DE EUSKAL TRENBIDE SAREAK

-BEDIA-



**BIT-200903 – Noviembre 2.020**



## **INFORME GEOTÉCNICO**

### **MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN DE LA REMODELACIÓN DE LA ESTACIÓN DE EUSKAL TRENBIDE SAREAK**

**-BEDIA-**

**BIT-200903**

**Noviembre 2.020**

## ÍNDICE

<b>1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....</b>	<b>8</b>
2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES .....	11
2.2.- SUELOS ELUVIALES .....	12
2.3.- MACIZO ROCOSO .....	15
2.5.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS .....	19
2.6.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS.....	20
2.7.- INESTABILIDADES .....	21
<b>3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>22</b>
3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	22
3.1.1.- <i>Excavaciones</i> .....	23
3.1.2.- <i>Rellenos</i> .....	28
3.1.3.- <i>Solera del edificio</i> .....	31
3.2.- CIMENTACIONES.....	31
3.2.1.- <i>Tipología de cimentación recomendada</i> .....	31
3.2.2.- <i>Cimentación directa en suelos</i> .....	32
3.2.3.- <i>Cimentación directa en roca</i> .....	32
3.2.4.- <i>Medidas de achique</i> .....	35
3.2.5.- <i>Agresividad del terreno y de las aguas</i> .....	35
3.2.6.- <i>Protección frente a la humedad</i> .....	35
3.2.7.- <i>Sismicidad</i> .....	36
3.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA .....	36

## FIGURAS

- Figura 1.- Plano de Situación. E= 1/25.000  
Figura 2.1 y 2.2- Planta Geotécnica General. E= 1/500  
Figuras 3.1 y 3.4.- Cortes interpretados del terreno por P-1 a P-6. Eh= 1/500  
Ev= 1/250

## APÉNDICES

- A-1.- Escala de meteorización de la roca
- A-2.- Clave de descripción y Clasificación de suelos
- A-3.- Registro de caracteres geomecánicos
- A-4.- Registro de calicatas
- A-5.- Registro de sondeos
- A-6.- Registro de ensayos de penetración dinámica D.P.S.H.
- A-7.- Ensayos de campo y laboratorio
- A-8.- Cálculos

## **1.- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

En el presente Informe se exponen las conclusiones y recomendaciones relativas al Estudio Geotécnico efectuado para el movimiento de tierras y cimentación de la remodelación de la estación de Euskal Trenbide Sareak (ETS) de Bedia (Bizkaia). Por esta estación pasan las líneas Bilbao-Durango y Bilbao-Bermeo.

El área investigada se indica en el Plano de situación a escala 1/25.000 que se presenta en la Figura 1, y más detalladamente en la Planta Geotécnica General a escala 1/500 de la Figura 2, donde se muestra la situación de la parcela.

El proyecto contempla una remodelación de la estación consistente en un paso superior peatonal, un edificio de estación y un aparcamiento de superficie para turismos.

El paso superior contará con escaleras, ascensores en ambos lados de la vía y el propio puente de paso; el edificio se situará en el lado Norte de las vías y albergará las taquillas y canceladoras a cota de los actuales andenes; y el aparcamiento de superficie para turismos de unos 2.500 metros cuadrados tendrá un vial de acceso que salvará el desnivel entre la carretera de acceso y la cota de andenes.

El edificio se clasifica dentro de la normativa CTE como tipo C-0 al tener menos de 4 plantas y menos de 300 metros cuadrados construidos.

Esta actuación conlleva un movimiento de tierras, tanto de excavación como de relleno, así como la cimentación de las estructuras del paso superior y las cubiertas proyectadas y otros elementos como muros.

El terreno se ha previsto como T-1, *terreno favorable*, terreno con poca variabilidad y soluciones de cimentación habituales de tipo directo con elementos aislados.

El Estudio ha sido realizado tras la aprobación de la oferta de IKERLUR de referencia BIO-200803, fechada el 14 de agosto de 2.020.

El objeto de este Estudio Geotécnico es determinar la naturaleza y características geotécnicas de las diferentes capas del terreno existentes en el subsuelo de la parcela investigada, con vistas a definir el movimiento de tierras y las condiciones de la remodelación proyectada.

El Informe se ha elaborado conforme a la metodología que a continuación se describe, habiéndose completando las siguientes etapas:

**A- Consulta de la bibliografía geológica de la zona**

Se han recopilado aquellos datos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos de interés preexistentes (Mapa Geológico del Ente Vasco de la Energía –EVE– a escala 1/25.000, Hoja 62-III –Galdakao –).

También, en esta fase inicial de los trabajos han sido consultados otros estudios geotécnicos elaborados por los técnicos de IKERLUR en las cercanías de la parcela.

Se han consultado también fotografías aéreas históricas disponibles ([www.geo.euskadi.net](http://www.geo.euskadi.net)).

**B- Cartografía geológico-geotécnica**

Se ha realizado un reconocimiento de la superficie de la parcela y un levantamiento geológico-geotécnico de la misma, sobre topografía a escala 1/500 facilitada por el Cliente.

En esta Planta Geotécnica (Figura 2) se indican las zonas con un espesor mayor de 1,50 m de relleno y/o suelo. Se indican también los puntos de reconocimiento efectuados para este Estudio, con las profundidades comprobadas de aparición de la roca.

### C- Reconocimientos directos del terreno

La propuesta de investigación realizada en la oferta aceptada contempla la investigación mediante una campaña de calicatas, la perforación de dos sondeos complementados con sendos ensayos de penetración D.P.S.H.:

#### C.1- Calicatas

La campaña de calicatas tiene como objetivo reconocer de manera fehaciente el terreno que recubre el macizo rocoso, y contacto con este.

El registro de las calicatas efectuadas para este estudio, un total de 11 unidades, se incluye en el Apéndice A-3.

La supervisión y control de la calicata corrió a cargo de un Técnico de IKERLUR, SL con amplia experiencia en Geotecnia, que se encargó del registro de las mismas.

Al inicio del Apéndice A-3 se presenta la “Tabla Resumen CALICATAS”, en el que se detalla la calicata excavada para este Estudio: cota de inicio, profundidad de aparición del sustrato rocoso y profundidad final.

#### C.2- Sondeos geotécnicos

El reconocimiento profundo del subsuelo ha consistido en la ejecución de dos sondeos (S-1 a S-2). En total se perforaron 18,80 m de sondeo.

	PROFUNDIDAD (m)	P.V.C.
SONDEO S-1	9,50	SI
SONDEO S-2	9,30	NO

Estos sondeos se perforaron a rotación, con extracción continua de testigo. De la dirección y supervisión de la campaña de sondeos se encargó un Geólogo de IKERLUR con amplia experiencia en Geotecnia, que se responsabilizó del registro completo de los testigos obtenidos, así como de la supervisión de la toma de muestras inalteradas y ensayos SPT.

Finalizadas las labores de perforación se instaló en uno de los sondeos tubería ranurada de PVC, para el control del posible nivel piezométrico.

La perforación de los sondeos y toma de muestras, corrieron a cargo de IKERLUR, empresa acreditada e incorporada al Registro General de laboratorios de ensayos para el control de la calidad de la edificación-Lecce del CTE (Ministerio de Fomento) con el código RG LECCE: PVS-L-026 para el área de actuación de GEOTECNIA.

Las Técnicas de prospección fueron llevadas a cabo de acuerdo al Real Decreto 1627/1997 (Seguridad y salud en el desarrollo de los trabajos).

El registro de los sondeos efectuados se presenta en el Apéndice A-3, que incluye, a su inicio, la “Tabla resumen SONDEOS” donde se presenta para cada punto la cota de emboquille, la profundidad final y las profundidades de aparición de la roca meteorizada y la roca sana.

### C-3.- Ensayos de penetración estándar –SPT– y toma de muestras

Durante la perforación de los sondeos, se efectuaron los siguientes ensayos SPT y toma de muestras:

- ✓ 2 ensayos de penetración estándar –SPT–
- ✓ 3 muestras inalteradas
- ✓ 4 muestra parafinada de roca

Los resultados de los ensayos SPT y la profundidad de las muestras extraídas, con los golpeos obtenidos, se recopilan en la “Tabla Resumen muestras y ensayos SPT” que se presenta al comienzo del Apéndice A-6.

#### C.4- Pruebas de penetración dinámica súper pesada

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica hasta alcanzarse rechazo, utilizando un penetrómetro súper pesado - DPSH.

En total se realizaron 5,70 m de ensayo.

PROFUNDIDAD (m)	
D.P.S.H. P-1	1,00
D.P.S.H. P-1'	0,80
D.P.S.H. P-2	5,00

El D.P.S.H. P-1 se repite en la misma ubicación dado el pronto rechazo.

#### D- Ensayos de campo y de laboratorio

A partir de una muestra inalterada de suelo, una muestra parafinada de roca sana y una muestra de agua del subsuelo obtenida en sondeo, se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

- ✓ 4 ud. de granulometría completa por tamizado
- ✓ 3 ud. de determinación de la humedad
- ✓ 3 ud. de determinación de la densidad
- ✓ 4 ud. de determinación de Límites de Atterberg

- ✓ 2 ud caracterización del suelo como relleno de terraplén según PG3 (Granulometría, Límites de Atterberg, Hinchamiento libre, colapso, Proctor modificado, CBR, materia orgánica, contenido en yesos, contenido en sales solubles)
- ✓ 2 ud. de resistencia a compresión simple de roca
- ✓ 2 ud. de determinación de la resistencia a carga puntual (Ensayo Franklin)
- ✓ 1 ud. de determinación cuantitativa de sulfatos solubles
- ✓ 1 ud. de determinación de acidez Baumann Gully

Los ensayos de laboratorio fueron efectuados por GTK.

Los resultados de todos estos ensayos se incluyen en Apéndice A-4.

#### E- Figuras

Los datos de campo obtenidos sirvieron para completar la Planta Geotécnica General a escala 1/500 (Figura 2.1 y 2.2), elaborándose posteriormente seis cortes interpretados del terreno (Eh 1/500 y Ev 1/250) (Figuras 3.1 a 3.4), de acuerdo a los perfiles P-1 a P-6 marcados en la Figura 2.

Estos cortes se hacen indispensables a la hora de visualizar las diferentes capas del subsuelo por las zonas de edificación.

#### F- Cálculos y conclusiones

En fase de gabinete, tras el análisis de los datos de campo y laboratorio, y los cálculos efectuados, se redactaron las conclusiones y recomendaciones del Estudio Geotécnico que, junto a los planos, diagramas y registros, conforman el presente Informe.

A continuación, en el Apartado 2 se describen las características del terreno en la parcela, redactándose las conclusiones y recomendaciones del Informe en el Apartado 3.

Se completa el Informe con las Figuras indicadas anteriormente y con una serie de apéndices que incluyen: en A-1 la “Escala de meteorización de la roca”; en A-2 una “Clave de descripción de suelos” y una tabla con el “Sistema unificado de clasificación de suelos – USCS”; en A-3 el registro de los geomecánicos; en A-4 los registros de las calicatas; en A-5 los registro de los sondeos; en A-6 los registros de los ensayos de penetración D.P.S.H.; en A-7 los ensayos de campo y de laboratorio, y por último, en A-8 los cálculos efectuados.

## **2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO**

El ámbito investigado se ubica en el entorno de la estación de Bedia. Esta estación se sitúa frente al Barrio Bidekolea, pasado el puente de Barroeta sobre el río Ibaizabal por la carretera que va hacia el barrio del mismo nombre.



La estación se sitúa en un área fuera de núcleos urbanos. Al Norte de la estación, entre ésta y el cauce del Río Ibaizabal, hay parcelas con vegetación baja; al Sur hay una zona de bosque.

La parcela Norte presenta una suave pendiente descendente hacia el Oeste, acumulándose un máximo desnivel de unos tres metros (+58,50m a +55,50m). En su lado Norte, hacia el cauce, discurre un camino que en la zona del puente presenta un desnivel con la parcela cercano a los dos metros (+54,50); el camino asciende hacia el Oeste hasta quedar a la par en cota con la parcela. A su vez, la parcela se sitúa entorno

a un metro por debajo de la plataforma de las vías (+59,30m), y hasta dos metros bajo los andenes (+60,30m).

Por su parte el terreno al Sur del anden se sitúa entorno a un metro bajo este (+59,50). En esta zona hay un camino que separa el anden del bosque, observándose que la capa de tierra vegetal se ha retirado en un caballón en el lado del bosque, y se ha vertido un material pétreo de granulometría tipo zahorra.

La mayor parte de la investigación se sitúa en la parcela sita al Norte de la estación, ya que es donde se situará el aparcamiento de superficie proyectado. No ha sido posible la investigación con calicatas en el lado Sur dada la dificultad de acceso de la máquina retroexcavadora.

A ambos lados de la vía, aproximadamente en el emplazamiento del futuro paso superior se han situado sendos sondeos, complementando la investigación de estas zonas con ensayos de penetración; y calicatas en el caso del lado Norte.



En el Apéndice A-3, se adjunta el registro de los caracteres geomecánicos observados en afloramientos, el registro de las calicatas, el registro de los sondeos y las actas de los ensayos de penetración dinámica superpesada (DPSH) ejecutados para este Estudio.

En la Figura 1, a escala 1/25.000 puede verse un Plano de situación de la zona, y más detalladamente en la Planta Geotécnica General a escala 1/500 de la Figura 2, en la que se visualiza la ubicación de la investigación realizada y recogida en los Apéndices y la profundidad de aparición del macizo rocoso en cada uno de ellos, así como los contactos litológicos y aquellas observaciones de importancia geotécnica.

A continuación, se describen, en diferentes subapartados, las características de los distintos materiales presentes en el subsuelo de la parcela, así como las condiciones hidrológicas de la misma.

En los cortes interpretados del terreno de la Figura 3 se puede observar la distribución en profundidad de las diferentes capas del terreno.

El terreno natural se caracteriza por presentarse bajo un escaso espesor de rellenos como un macizo calizo karstificado, en el que más superficialmente predominan los suelos eluviales producto del proceso de disolución de la roca, para a continuación existir un horizonte de espesor métrico en el que se intercalan suelos eluviales y roca sana en forma de crestas o bloques aislados. Bajo este horizonte, a unos 6,00 metros de profundidad la karstificación del macizo rocoso se ha reconocido más ocasional y diseminada.

Actualmente se puede considerar un karst relicto, sin circulación de agua. Al menos en los 10 metros superficiales no se ha reconocido el nivel freático, siendo la zona vadosa, en la que el agua se puede encontrar en los huecos, pero sin continuidad.

En el Apéndice A-2 se adjunta una Clave de descripción y Clasificación de suelos, que deberá consultarse para comprender la terminología seguida en las descripciones del terreno.

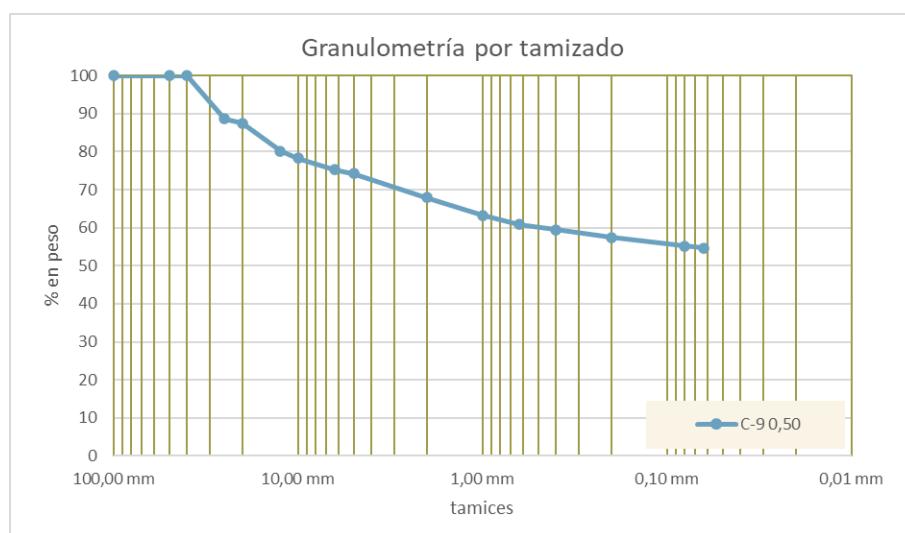
## 2.1.- RELLENOS ARTIFICIALES

Superficialmente son fácilmente reconocibles los rellenos de la plataforma ferroviaria, que consisten en rellenos de mejora coronados por una capa de balasto.

En la propia parcela norte y en el camino al sur de los andenes se ha reconocido tanto superficialmente como mezclado con la capa de tierra vegetal o suelo eluvial una capa de espesor irregular centimétrico a decimétrico de grava gris, posiblemente vertida y extendida para facilitar el paso de vehículos de obra.

Estas gravas al encontrarse mezclada con suelos se comportan ahora como gravas grises con bastante arcilla e indicios de arena. Las gravas son milimétricas a centimétricas, angulosas de roca caliza sana.

Sobre una muestra de este relleno tomada en la Calicata C-9 se ha realizado una granulometría y determinación de Límites de Atterberg. Su clasificación SUCS ha resultado ser un limo gravoso con arena.



Existen otros rellenos en el entorno, zona del puente, trasdós de muros de fincas, cuya extensión ha sido interpretada por la morfología del terreno. Su naturaleza no ha sido reconocida mediante la investigación realizada.

## 2.2.- SUELOS ELUVIALES

Los suelos eluviales provienen del proceso de disolución del macizo rocoso. Son suelos que no han tenido transporte y se encuentran depositados en el lugar del macizo calizo de origen.

Estos suelos consisten en arcilla limosa marrón muy firme. (CL siguiendo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS).

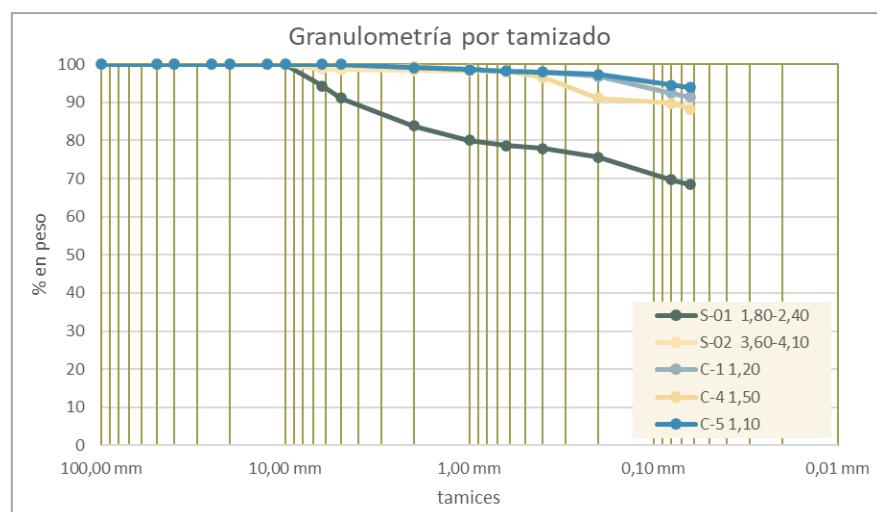
En esta capa arcillosa se han obtenido, aplicando el molinete de bolsillo (Vane Tester), valores de cohesión sin drenaje ( $C_u$ ) comprendidos entre 100 y 225kPa. Si bien en ocasiones, la dureza de la capa no ha permitido realizar el ensayo por lo que se pueden esperar cohesiones superiores a éstas.

En cuanto a la resistencia a compresión simple, se ha empleado el penetrómetro de bolsillo para estimarla. De los numerosos ensayos realizados se puede considerar que la resistencia es siempre superior a 200 kPa / 2kg/cm<sup>2</sup> estando por lo general por encima de los 400 kPa / 4kg/cm<sup>2</sup> y aumentando con la profundidad.

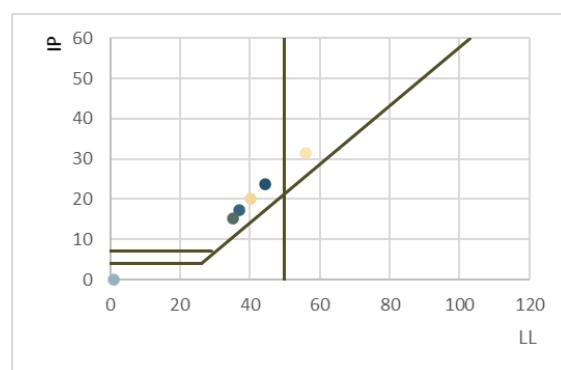
Presenta ocasionales gravas y bloques calizos embebidos en la matriz. En general se encuentran recubriendo por completo el macizo rocoso con un espesor superior de al menos 1,00 metro, si bien, se han localizado varios afloramientos de crestas de roca que alcanzan la superficie, así como depresiones en el macizo rocoso hasta 4,00 metros de profundidad en los que el eluvial aparece rellenándolas. También puede aparecer llenando total o parcialmente oquedades kársticas de la roca. El eluvial de rellenos de oquedades presenta en general una cohesión inferior a los eluviales más superficiales.

Tratándose del material sobre el que se apoyarán los rellenos proyectados y ser uno de los materiales afectados por las excavaciones previstas, las cinco identificaciones realizadas se han completado con los ensayos para posibilitar su clasificación como suelo de terraplén según el PG3.

El resultado en cuatro de ellas ha correspondido a una arcilla (92%) con contenidos en arena (7%) y grava (1%) de indicios. La quinta, correspondiente al Sondeo S-1 recogió un tramo en el que aparecen restos de roca decalcificada; la granulometría ha resultado ser una arcilla con algo de grava (16%) y algo de arena (14%).

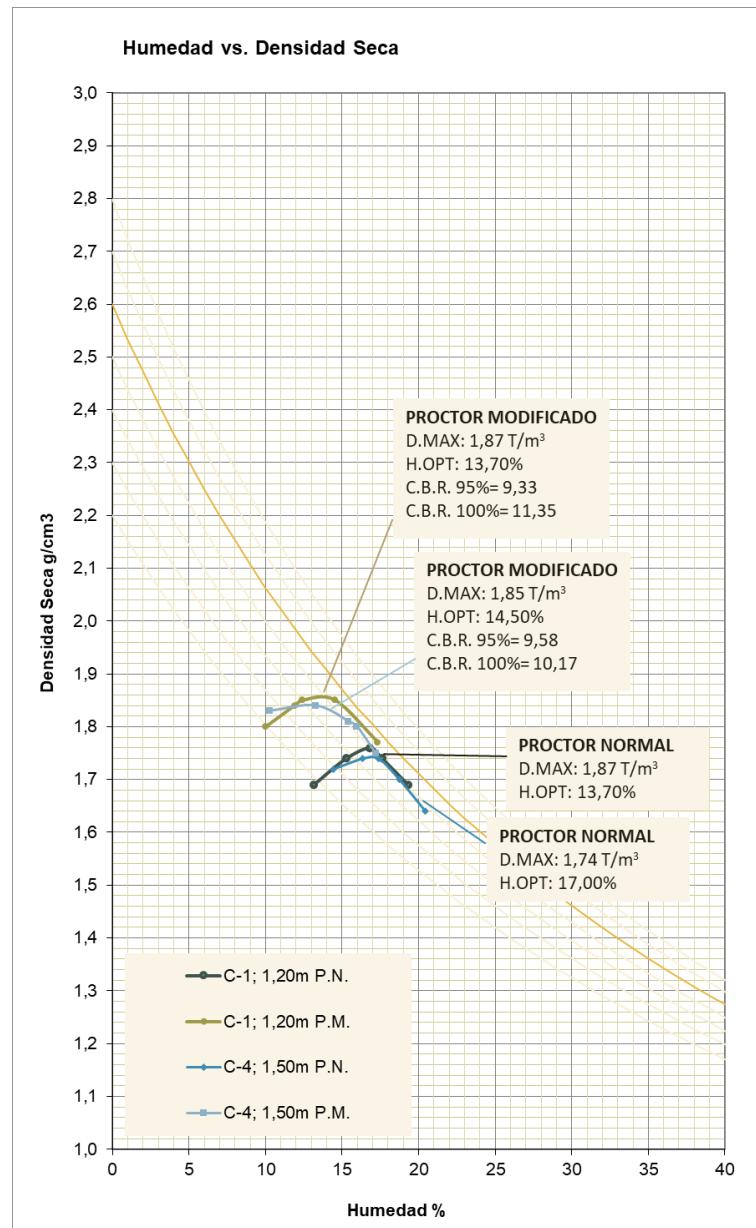


Los Límites de Atterberg corresponden a una arcilla, destacándose un resultado más elevado (C-05) situado en valores de arcilla plástica.



Las muestras presentan rangos de humedad de entre 16-25% y densidad natural de entre 1,93 y 2,06 Tn/m<sup>3</sup>.

En cuanto a los resultados de los ensayos de compactación, se han realizado tanto ensayos tipo Proctor normal como modificado, determinando sobre estos últimos el índice C.B.R.:



El resto de caracterizaciones orientadas a su clasificación como terraplén y agresividad al hormigón (EHE) presentan los siguientes resultados:

HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)	0,04-0,21
ÍNBDICE DE COLAPDO EN EDÓMETRO (%)	0,03
CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)	0,33-0,39
CONTENIDO EN YESO (%)	0,06-0,08
CONTENIDO EN SALES (%)	0,13-0,15
ACIDEZ BAUMANN-GULLY	32
CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES (mg SO <sub>4</sub> /kg)	35

La muestra inalterada del Sondeo S-1 se ha ensayado a compresión en laboratorio alcanzándose un valor de RCS= 352 kPa (3,5 kg/cm<sup>2</sup>) con una deformación del testigo del 12,4%.

Los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados se incluyen en el Apéndice final A-4.

### 2.3.- MACIZO ROCOSO

El substrato rocoso, corresponde a la serie calcárea del Cretácico inferior (Albiense), formado por calizas masivas y calcarenitas.

Como se viene describiendo, el macizo rocoso presenta un modelado kárstico al menos en sus cinco metros más superficiales; correspondiendo el primer metro prácticamente al suelo eluvial anteriormente descrito y los siguientes cuatro metros a crestas de roca caliza sana y depresiones llenas de eluvial. En las calicatas C-1 y C-4 las depresiones, de espesor métrico, llegan a 3,80 y 3,00 metros respectivamente.

También aparecen bloques de roca caliza sana embebidos en el suelo eluvial. La superficie de la roca, bien sean crestas o bloques presentan textura que denotan los procesos de disolución kárstica de la roca.



Bloque, crestas y depresiones del macizo calizo, calicata C-2



Bolo y cresta de caliza, Calicata C-2



Bloques y bolos calizos, Calicata C-8



Crestas calizas, Calicata C-6

En este sentido, en el registro de las calicatas, la profundidad que consta como aparición corresponde la punta de la cresta y el dato de fin de calicata corresponde al fondo de la depresión más profunda de la calicata.

CALICATA	PROFUNDIDAD DE APARICIÓN DE CRESTA DE ROCA	PROFUNDIDAD DE FONDO DE DEPRESIÓN
C-1	3,60m	3,80m
C-2	0,10m	1,00m
C-3	0,50m	1,50m
C-4	2,70m	3,00m
C-5	0,40m	1,80m
C-6	0,40m	0,80m
C-7	1,20m	1,90m
C-8	0,40m	1,00m
C-9	0,80m	1,00m
C-10	0,60m	1,60m
C-11	0,30m	1,80m

Tanto las crestas como el macizo rocoso de las depresiones, el macizo rocoso se encuentra en estado sano (Grado II de la Escala de meteorización de la roca que se presenta en el Apéndice A-1).

En general la roca es de calidad buena (valores de RQD superiores a 80 %).

Respecto a la resistencia a compresión simple de la roca (RCS), se realizaron un total de dos ensayos de resistencia a compresión uniaxial en laboratorio sobre testigos parafinados de caliza, de los que se obtuvieron resultados de RCS= 39,2 y 69,7 MPa. Y también se ha determinado su índice de resistencia a la carga puntual con un resultado de  $I_{s(50)}= 4,17$  y 3,73 MPa, lo que equivale a una resistencia a compresión simple de entre RCS= 85-95 MPa. En Apéndice A-4 se presentan los resultados de estos ensayos.

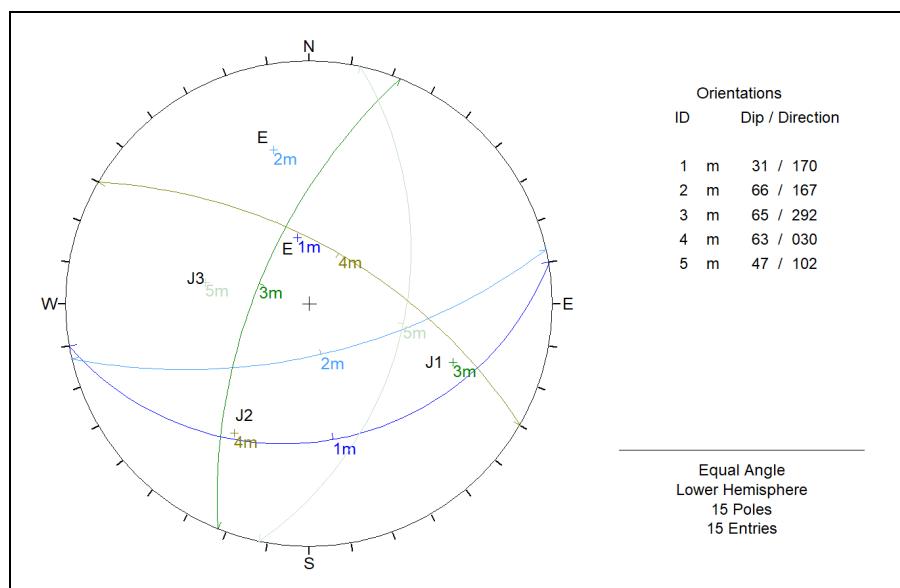
Durante la perforación de los sondeos, se realizaron 3 ensayos esclerométricos con martillo de Schmidt tipo L (para roca), sobre testigos de caliza determinándose índices de Schmidt de entre 47 y 50, lo que corresponde según el gráfico de Miller que tiene en cuenta la densidad de la roca, a valores de RCS= 100-110 MPa a los que aplicando la corrección propuesta por el mismo autor se ajusta a una RCS= 60-70 MPa.

En cuanto a la estructura del macizo rocoso, la existencia de diversos afloramientos rocoso en el ámbito de la parcela, así como los creados por la excavación de las calizas, han permitido la adquisición de datos estructurales, orientación y buzamiento de la estratificación y juntas.

En la parcela la estratificación presenta una orientación media 170/31 (Dir/Buz) presentando hacia el Sureste, al otro lado de las vías en los afloramientos 5 y 6, un mayor buzamiento 167/66.

En cuanto a las juntas presentan tres orientaciones preferentes con una marcada variabilidad en el buzamiento.

Junta	Dir/Buz	Rango de buzamientos
J1	292/65	45-80
J2	030/63	36-88
J3	102/47	-



Representación en plantilla estereográfica las discontinuidades principales del macizo rocoso

## 2.5.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los parámetros geotécnicos del terreno han sido obtenidos mediante los diferentes ensayos realizados “in situ” y en laboratorio, y se han confrontado también con los valores orientativos establecidos para estos materiales en la bibliografía existente. Por otro lado, todos estos parámetros están suficientemente avalados por la experiencia de **IKERLUR** en este tipo de terrenos.

En alguno de estos parámetros existe dificultad a la hora de establecer unos valores específicos, ya que puede existir una ligera variabilidad entre unas zonas y otras dentro de la misma parcela. En estos casos se ha optado por establecer unos intervalos generales de mínimos y máximos. Los valores más frecuentes se encontrarán en la parte central de este intervalo.

En el Cuadro I se presentan los parámetros geotécnicos constitutivos de los diferentes materiales presentes en la parcela.

	RELLENOS ARTIFICIALES	SUELO ELUVIAL	ROCA SANA (GRADO II)
Densidad aparente $\gamma_{ap}$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,0 – 19,0	19,0 – 20,0	26,5 – 27,0
Cohesión sin drenaje $C_u$ (kPa)	0	120 – 250	-
Rozamiento interno $\phi'$ (°)	32	28	30-35
Cohesión $C'$ (kPa)	0	20 – 50	300 – 400
Resistencia a compresión simple $q_u$ (kPa)	0	200 – 800	80.000 – 120.000
Módulo de elasticidad $E_y$ (MPa)	15 – 30	80 – 120	3.000 – 6.000
Coeficiente de permeabilidad $k_z$ (cm/s)	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-6}$	-

Parámetros geotécnicos del terreno

## 2.6.- CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS

Superficialmente se ha observado que las lluvias provocan encharcamientos superficiales muy localizados. En las calicatas no se ha observado humedad destacable.

Con objeto de conocer en profundidad las condiciones hidrogeológicas de la parcela de estudio se instaló tubería ranurada de PVC en el sondeo S-1.

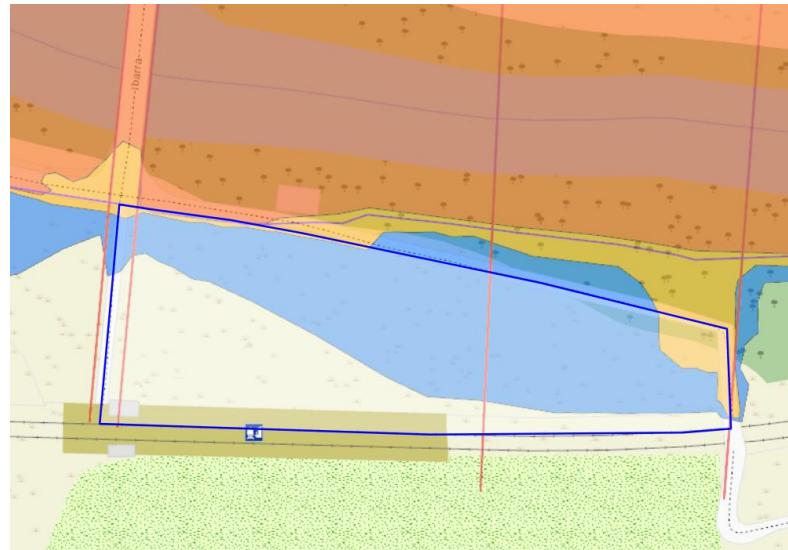
Posteriormente a la finalización de la perforación (20 de octubre) se comprobó que el sondeo se encontraba sin columna de agua. Por tanto, al menos los 10 metros más superficiales parecen encontrarse en zona vadosa del sistema kárstico, pudiéndose producir el paso de agua como zona de recarga y, parte de esta, quedar atrapa en los huecos o depresiones.

Por otra parte, la parcela se sitúa junto al Río Ibaizabal. El fondo del cauce a su paso junto a la parcela se sitúa a la +47 aproximadamente. La información que aporta la Agencia Vasca del Agua (URA) aporta los siguientes datos en cuanto a las cotas que alcanzaría la lámina de agua en desbordamientos para los tres períodos de retorno habitualmente contemplados:

PERÍODO DE RETORNO (años)	COTA DE LÁMINA DE AGUA (m)
10	54,50
100	56,10
500	57,60

Actualmente, con el nivel correspondiente a un período de retorno de 500 años (0,2% de posibilidades de que se produzca a lo largo de un año) parte de la parcela quedaría afectada en torno a un 50% de su superficie (mitad Noreste). Con el período de retorno de 100 años (probabilidad del 1% anual) únicamente un pequeño sector de la parcela al Oeste quedaría afectada. El nivel considerado con un período de retorno de 50 años (probabilidad del 2% anual) no alcanza la cota de la parcela quedando en el camino Norte.

- Inundabilidad de 10 años de periodo de retorno
- Inundabilidad de 100 años de periodo de retorno
- Inundabilidad de 500 años de periodo de retorno



Mapa de inundabilidad de la parcela. Fuente: URA

## 2.7.- INESTABILIDADES

En el emplazamiento previsto para el proyecto no se ha detectado ninguna problemática que pueda dar origen a una inestabilidad general.

### **3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Seguidamente se exponen las conclusiones y recomendaciones relativas al Estudio Geotécnico realizado para el proyecto de remodelación de la estación de Euskal Trenbide Sareak (ETS) de Bedia (Bizkaia). Por esta estación pasan las líneas Bilbao-Durango y Bilbao-Bermeo.

El proyecto contempla como principales actuaciones la creación de un paso superior peatonal, una zona cubierta de taquillas y un aparcamiento de superficie para turismos.

En la Figura 1 se presenta un Plano de situación de la parcela a escala 1/25.000, observándose ésta con mayor detalle en la Planta Geotécnica General a escala 1/500 de la Figura 2, donde se indican los puntos de investigación. Los reconocimientos de campo y ensayos “in situ” realizados se han descrito en el Apartado 1.

En las Figura 3 se presentan seis cortes interpretados del terreno, a escala 1/250. En estos cortes se visualizan las diferentes unidades geotécnicas diferenciadas.

Las unidades geotécnicas, con su espesor y extensión han sido descritas en el Apartado 2 de este informe. Los parámetros geotécnicos del terreno se resumen en el subapartado 2.5.

A continuación, se describen las recomendaciones geotécnicas para la ejecución del movimiento de tierras y la cimentación del edificio.

#### **3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

El movimiento de tierras principal conlleva elevar la superficie actual a la +60,20 metros emparejándola a la de los andenes, así como la ejecución de los viales que desde el Puente de Barroeta den acceso al a nueva plataforma.

Con estas premisas se prevé la ejecución de rellenos que pueden alcanzar los 4,00 metros de espesor, y excavaciones que generarán taludes de hasta 2,50 metros. Se podrán requerir de otros movimientos de tierras localizados como pueden ser para las cimentaciones y relleno de trasdos de muros.

### 3.1.1.- Excavaciones

Las excavaciones previstas más importantes corresponden a la ejecución de la rampa para el vial que da acceso al aparcamiento. Los materiales que se verán afectados además de los antrópicos como rellenos o muros, serán suelos eluviales y el macizo rocoso.

Los rellenos y suelos eluviales son ripables con medios mecánicos convencionales. El macizo rocoso, con una resistencia a compresión simple de hasta 1.100 kg/cm<sup>2</sup> y una calidad buena (RQD>80%) necesitará del empleo de puntero.

Debido a los procesos kársticos sobre el macizo rocoso y su morfología en crestas y depresiones, la previsión que se puede realizar en cuanto a la necesidad del empleo de puntero es difícil de estimar. Dado que las excavaciones no se prevén de más de 2,50 metros de altura, y siendo el metro superior prácticamente completo de suelo eluvial, se puede considerar que de la altura total de excavación entre el 30 y 50% corresponderá a roca sana. Siendo este porcentaje menor cuanta menos altura tenga la excavación.

El empleo del material excavado en base a la clasificación propuesta por el PG3 del suelo aluvial y la roca será la siguiente:

MATERIAL	CLASIFICACIÓN PG3
SUELO ELUVIAL	TERRAPLÉN – TOLERABLE
ROCA SANA	PEDRAPLÉN O TODO UNO*

\*Clasificación en función del tratamiento sobre el material excavado

El empleo de la roca como relleno dependerá del tratamiento (machaqueo y tamizado) que se realice sobre el material excavado. Será necesario realizar los correspondientes ensayos indicados en el PG3 para su definitiva clasificación.

Las **excavaciones** para la rampa del vial que dé acceso desde el Puente de Barroeta a la plataforma proyectada darán lugar a taludes de hasta 2,50 metros. Los materiales afectados serán suelos eluviales y roca sana interdigitados en crestas y depresiones de dimensiones decimétricas a métricas. Sobre estas excavaciones se ejecutarán los nuevos rellenos del aparcamiento.

A continuación, se definen las recomendaciones de ejecución de las excavaciones sobre los suelos eluviales, sobre las rocas y finalmente las recomendaciones para la ejecución de las excavaciones en el horizonte de meteorización en el que se intercalan las crestas de roca y depresiones llenas de eluvial.

Las **excavaciones en suelos eluviales** son inestables con taludes verticales, siendo necesario considerar taludes inclinados estables o el empleo de entibaciones. Se podrán intentar los siguientes diseños de taludes:

MATERIAL	ALTURA	PLAZO	TALUD
SUELO ELUVIAL	< 1,25	CORTO - MEDIO	1:1
		LARGO	3H:2V
	> 1,25	CUALQUIERA	2H:1V

Los taludes de altura superior a 1,25 metros se podrán excavar por bataches verticales temporales, máxima altura 2,50 metros y longitud 5,00 metros. Un batache se excavará sólo si los bataches contiguos son estables, por no haberse realizado la excavación aun o por encontrarse ya estabilizados.

Para taludes verticales en suelos eluviales de mayores dimensiones o plazo de exposición se recomienda el empleo de entibaciones o sistemas de contención. Las entibaciones no podrán ser del tipo hinca dado que no será posible el empotramiento en

la roca. Se podrán considerar sistemas tipo micropilotes o muro de carga para taludes verticales o escolleras para taludes tendidos.

Para el diseño de la contención se recomienda considerar los siguientes parámetros del terreno:

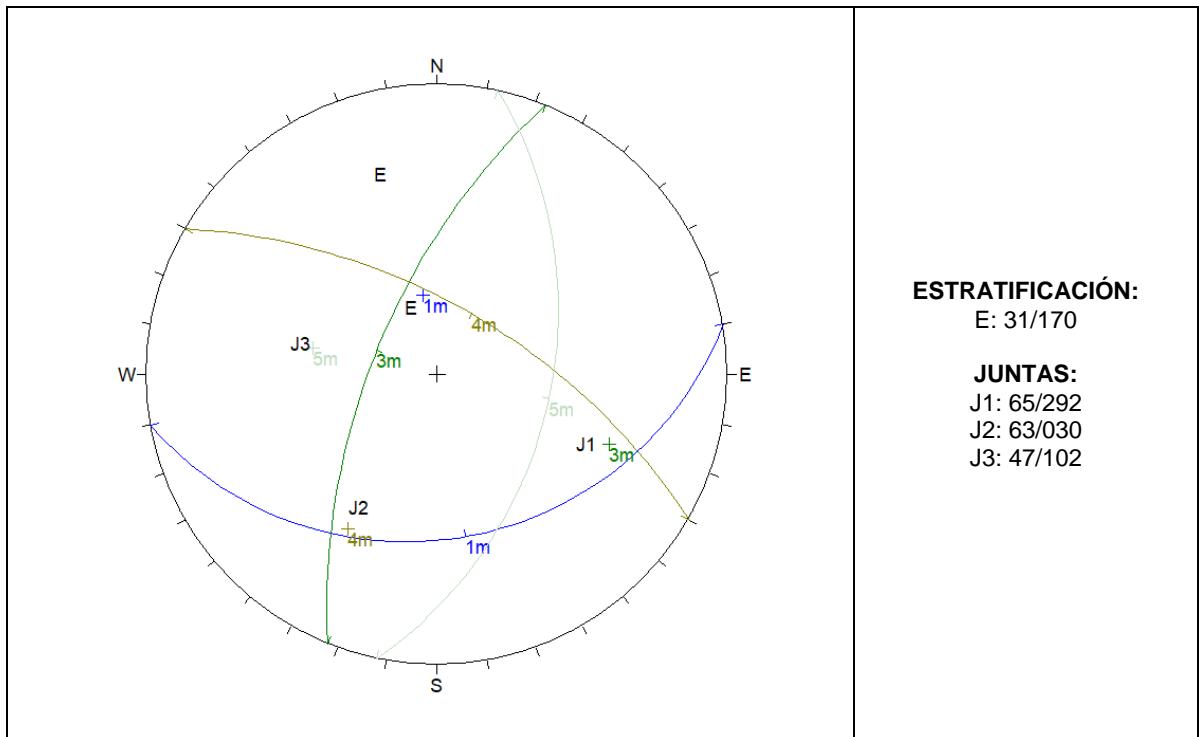
MATERIAL	DENSIDAD (Tn/m <sup>3</sup> )	COHESIÓN (Tn/m <sup>2</sup> )	FRICCIÓN (°)
SUELO ELUVIAL	1,95	2,5	28

En cuanto a la **excavación de la roca sana**, se deberá vigilar que en el frente del talud no corresponda a bloques de roca susceptibles de desestabilizarse, debiéndose considerar en este caso las recomendaciones de los suelos eluviales en los que esta embebido.

En cuanto a la roca sana in situ, crestas o macizo continuo, se podrá intentar la excavación de taludes temporales con taludes subverticales para alturas inferiores a 1,25 metros siendo necesario tenderlos o estabilizarlos para alturas mayores y plazos mayores. Para estos casos se ha realizado un análisis de estabilidad estructural a partir de los datos adquiridos en los afloramientos del entorno (ver su registro en el Apéndice A-3).

El frente de talud principal corresponde con el muro derecho de la rampa de acceso al aparcamiento. Este muro tiene una orientación O-E, en concreto N110E orientado al Norte. También se ha estudiado la estabilidad del frente ortogonal que corresponde al acceso peatonal, con orientación N-S, N010E orientado al Oeste.

Para el análisis de los taludes que se excavarán en roca se ha analizado la estructura del macizo rocoso y las posibles inestabilidades que se pudieran generar en el desmonte en roca provocadas por la conjunción de las diferentes discontinuidades (estratificación y juntas principales) que afectan al macizo rocoso.



Estos cálculos se han efectuado siguiendo los criterios de Hoek y Bray y se recogen en el Apéndice A-7.

En todos estos cálculos se ha supuesto que las superficies de discontinuidad son perfectamente planas y ubicuas, es decir, pueden aparecer en cualquier lugar del macizo rocoso.

Resulta muy difícil determinar con precisión, incluso si se disponen de ensayos de laboratorio, los parámetros de resistencia (cohesión y ángulo de rozamiento) de los planos de discontinuidad que afectan a la roca.

En los cálculos se ha supuesto que la cohesión es cero, y que la resistencia al corte procede únicamente de la fricción entre planos, no habiéndose tenido en cuenta el empuje hidrostático, ni tampoco el esfuerzo sísmico.

El valor de la fricción dependerá de la rugosidad del plano, material de relleno, agua, meteorización, etc. Los ángulos de fricción utilizados proceden de otros análisis de estabilidad efectuados por IKERLUR en taludes con la misma litología en la zona investigada, y están validados por la experiencia.

Para el macizo rocoso presente en el talud, que se encuentra meteorizado se han utilizado los siguientes parámetros geomecánicos de cálculo:

- Peso específico ( $\gamma$ ): 2,6 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión (C): 0 kPa
- Fricción entre los planos de estratificación ( $\varphi_e$ ): 15°
- Fricción entre los planos de juntas ( $\varphi_j$ ): 30°

En el siguiente cuadro se presenta para cada una de estas orientaciones de talud, la pendiente que elimina todas las intersecciones y los empujes horizontales para alcanzar un factor de seguridad F.S.= 1,50.

	FACTOR DE SEGURIDAD	Talud de excavación que elimina las intersecciones inestables	Empujes horizontales Tn/m <sup>2</sup> → FS= 1,50
<b>Talud T-1 90/010</b>	J1 vs J2: F.S.= 0,58 J1 vs J3: F.S.= 8,10	56°	0,95
<b>Talud T-2 90/280</b>	E vs J1: F.S.= 1,03 J1 vs J2: F.S.= 0,26	47°	0,95

Los frentes de excavación previstos para los muros perimetrales de contención del terreno bajo el aparcamiento en los que aflorarán **suelos eluviales y roca sana** en crestas y depresiones se recomienda afrontarlos con taludes temporales estables, ejecutar un muro de carga in situ o prefabricado para posteriormente llenar el trasdós.

Al muro, independientemente de su diseño, se le deberá dotar de un sistema de drenaje que evite la retención de agua en su trasdós.

En estas condiciones los muros serán calculados para el empuje de los rellenos utilizados.

Por otra parte, las excavaciones abiertas un periodo muy corto de tiempo (horas) para la ejecución de cimentaciones, zanjas, etcétera podrán intentarse subverticales, siempre que no se prevea la entrada de operarios en ellas, en cuyo caso deberán entibarse o realizarse con taludes tendidos.

Para la cimentación de las estructuras de cimentación se seguirán las recomendaciones definidas en el apartado 3.2 dedicado a estos aspectos.

### 3.1.2.- Rellenos

Para la ejecución de los rellenos se recomienda aplicar las indicaciones que se recogen en el PG3.

El espesor de rellenos previsto será de hasta 4,00 metros. En estas condiciones se podrá considerar la ejecución de un terraplén con cimiento, núcleo y coronación.

	TIPO SUELO	ORIGEN O REUTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
CORONACIÓN	ADECUADO o SELECCIONADO	PRESTAMO	Se podrá emplear la roca machacada a granulometría tipo seleccionado.
NUCLEO Y CIMENTO	TOLERABLE, ADECUADO, SELECCIONADO o TODO UNO	PRESTAMO, SUELO ELUVIAL o ROCA SANA	Se podrá emplear la roca machacada a granulometría todo uno o seleccionado. (se caracterizará el producto antes de su uso)
EXPLANADA	TOLERABLE	SUELO ELUVIAL	Para el tránsito de vehículos de obra se podrá verter una primera capa de relleno tipo rechazo de cantera o similar.

La puesta en obra de los rellenos tipo terraplén y todo uno deberán realizarse siguiendo las directrices descritas en el PG3. Todos los materiales empleados deberán tener la aprobación de la Dirección de Obra. Para terraplenes:

- Espesor de la tongada será de 30cm.
- El grado de compactación corresponderá al menos al 95% del Próctor modificado de referencia. En coronación el grado de compactación se recomienda sea superior al 98%.
- La humedad no será inferior en un 2% ni superior en un 1% a la óptima del Próctor de referencia.
- Se deberá realizar un control del producto terminado sobre los lotes definidos consistente en determinaciones de densidad y humedad “in situ” y ensayos de carga con placa ( $\varnothing$  600mm)

Como caracterización de referencia del suelo eluvial para reutilización como rellenos se podrán considerar los siguientes datos:

PROCTOR MODIFICADO SOBRE SUELO ELUVIAL	
DENSIDAD MÁXIMA	1,85-1,87 Tn/m <sup>3</sup>
HUMEDAD ÓPTIMA	13,70-14,50 %
C.B.R. (95%)	9,33-9,58
C.B.R. (100%)	10,17-11,35

En el caso de suelo tipo todo uno:

- Espesor de la tongada será de al menos 40cm y no superior a 60cm.
- Se deberá realizar un control del producto terminado sobre los lotes definidos consistente en ensayos de carga con placa ( $\varnothing$  600mm)

Las tongadas de cimiento y núcleo se ejecutarán con pendiente transversal de en torno al 4% que aseguren la evacuación de las aguas sin riesgo de erosión ni concentración de depósitos.

Para los espaldones se recomienda emplear material tipo seleccionado o mejor que permitirá considerar unas inclinaciones superiores al caso de ejecutarlos con suelos tolerables.

TIPO RELLENO	INCLINACIÓN ESPALDÓN
SUELO TOLERABLE	2H:1V
SUELO SELECCIONADO O MEJOR	3H:2V

Para mayores inclinaciones de espaldones será necesario el empleo de refuerzos o sistemas de contención (escolleras, muros, etcétera)

Para las situaciones en las que las reducidas dimensiones -zanjas, pozos, etc.- la puesta en obra de los rellenos no garantice una correcta compactación se deberán emplear materiales autocompactantes tipo balasto o gravas angulosas limpias de finos.

Siguiendo las recomendaciones de ejecución descritas y desarrolladas en el PG3, los propios rellenos tendrán un asiento inferior al 1% de su espesor.

En cuanto a los asientos provocados en el terreno de apoyo, estimándose una presión de preconsolidación de al menos  $1 \text{ kg/cm}^2$  en los suelos eluviales y teniendo en cuenta que los rellenos presentan una carga de unos  $0,75 \text{ kg/cm}^2$  para espesores de 4,00 metros, se pueden descartar procesos de consolidación.

Para el asiento elástico, se ha estimado con el módulo de deformación de estos suelos (80 MPa) un asiento despreciable inferior a 5mm y que en cualquier caso se producirá durante el propio proceso de ejecución de los rellenos no afectando al acabado del proyecto.

### **3.1.3.- Solera del edificio**

Con el fin de regularizar el apoyo de la solera del edificio, se recomienda generar una capa de material granular tipo balasto de, al menos 15 cm de espesor, bajo la misma. Para el cálculo de la solera se podrá considerar un coeficiente de balasto de 60 MN/m<sup>3</sup> (6,0 kp/cm<sup>3</sup>), medido en placa cuadrada de 30 cm de lado.

## **3.2.- CIMENTACIONES**

En el proyecto de remodelación de la estación se contempla la construcción de un edificio que albergará servicios técnicos, así como taquillas y canceladoras, y un paso elevado que contará con escaleras y ascensores de acceso a la pasarela elevada. El ascensor y escaleras Norte quedan dentro del nuevo edificio de la estación.

Todas estas estructuras presentarán su cota cero en la cota +60,20 aproximadamente, coincidiendo con la cota actual del andén, referida a la altimetría que se presenta en Figura 2. A esta cota, en el lado Norte, se situarán los nuevos rellenos, con un espesor de entre 2,00 y 3,00 metros; en el lado Sur, los rellenos tendrán espesores de entorno a un metro.

En cuanto a las estructuras de contención de los nuevos viales que darán acceso al aparcamiento se situarán sobre suelos eluviales y/o roca sana.

### **3.2.1.- Tipología de cimentación recomendada**

En estas condiciones, se recomienda desestimar la cimentación sobre los nuevos rellenos y realizar el apoyo de edificios y estructuras en terreno natural. Teniendo en cuenta que cada unidad constructiva no se apoyará en diferentes materiales dado que la importante diferencia de la resistencia de cada uno, suelo eluvial y roca, puede generar tensiones cortantes en los apoyos y/o asientos diferenciales inasumibles por la estructura.

A continuación, en el subapartado 3.2.2. se definen con detalle las características de la cimentación directa.

### **3.2.2.- Cimentación directa en suelos**

La cimentación directa se deberá efectuar sobre terreno natural, suelos cuaternarios de naturaleza eluvial.

La capacidad portante del terreno hace posible efectuar la cimentación directa de la estructura mediante elementos empotrados, al menos, 1,0 metros en los suelos eluviales y con una carga de  **$q = 200 \text{ kPa} = 2,00 \text{ kp/cm}^2$** .

Los asientos, tanto instantáneos como diferidos que se generarían en cada pilar se consideran admisibles según las normas vigentes, ya que no serían superiores a 5 mm.

Se recomienda verter una capa de hormigón de limpieza bajo las zapatas inmediatamente después de haberse efectuado la excavación de los pozos de cimentación, apoyándose las armaduras sobre separadores.

Es de prever que aparezcan crestas de roca sana en el fondo de la excavación de los pozos de cimentación. Estas crestas deberán ser excavadas y sustituidas en un espesor de al menos 40cm por material tipo balasto. Esta sustitución evitará tensiones puntuales en el apoyo de las zapatas.

### **3.2.3.- Cimentación directa en roca**

Para determinar la presión admisible para una cimentación en roca, el nuevo CTE establece un cálculo analítico simplificado, según el cual la carga admisible de la cimentación en roca es función de la resistencia a la compresión simple de la roca, multiplicada por un factor dependiente del espaciamiento y de la apertura de las discontinuidades, así como de la anchura del cimiento.

$$\mathbf{q}_{\text{adm}} = \mathbf{K}_{\text{sp}} \cdot \mathbf{q}_{\text{u}}$$

**K<sub>sp</sub>**= factor adimensional dependiente del espaciamiento entre discontinuidades, de la apertura de las discontinuidades y de las dimensiones del cimiento. En el caso estudiado **K<sub>sp</sub>= 0,27**

$$K_{\text{sp}} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 \sqrt{1 + 300 \frac{a}{s}}}$$

donde:

**s** = espaciamiento de las discontinuidades

**a** = apertura de discontinuidades

**B**= anchura del cimiento

**q<sub>u</sub>**= resistencia a compresión simple roca sana.

En nuestro caso, considerando un valor conservador de resistencia a compresión simple, q<sub>u</sub>= 40 MPa; un espaciamiento de las discontinuidades, s= 50 cm; una apertura de discontinuidades, a= 0,5 cm y una anchura del cimiento, B= 100 cm; el valor obtenido a partir de la expresión anterior sería del orden de q<sub>adm</sub> = 7 MPa. Aplicando un factor de seguridad de F<sub>s</sub> = 3,00 de la siguiente manera:

$$\mathbf{R}_{\text{d}} = \mathbf{q}_{\text{adm}} / 3$$

La presión admisible del terreno será: **R<sub>d</sub>= 2,3 MPa.**

Este valor no considera las heterogeneidades que pueda presentar el macizo rocoso, como pueden ser los pliegues, fallas, intercalaciones meteorizadas, ni la incertidumbre sobre el empotramiento real; por lo que se recomienda considerar para un empotramiento de al menos medio metro de la cara inferior de la zapata en la roca sana, una presión admisible de servicio (o tensión de proyecto) del terreno será: **R<sub>d</sub>= 0,6 MPa/ = 6 kg/cm<sup>2</sup>.**

El proyectista deberá garantizar que las tensiones de proyecto ( $E_d$ ) sean iguales o inferiores a la presión admisible de servicio ( $R_d$ ), es decir, se deberá cumplir la siguiente condición:

$$E_d \leq R_d$$

En el Cuadro III se resumen los resultados obtenidos mediante los cálculos realizados para la cimentación en la roca sana.

TERRENO DE CIMENTACIÓN	EMPOTRAMIENTO [D]	RESISTENCIA DE PROYECTO [Rd]
Roca Grado II	0,5 m	0,6 MPa / 6 kg/cm <sup>2</sup>

Resumen de resultados de los cálculos para la cimentación en roca

Respetando estas condiciones los asientos serán prácticamente inexistentes.

En los cortes interpretados del terreno de la Figura 3, se puede observar la disposición en profundidad aproximada de la roca sana con poca karstificación; en el horizonte en el que se alternan oquedades y depresiones karstificadas llenas total o parcialmente de suelos eluviales esta solución puede resultar inadecuada, siendo recomendable prever estructuras de cimentación que puenteen depresiones u oquedades. Es recomendable que bajo los apoyos el espesor de la roca hasta un hueco sea de al menos 50cm, y que dicha oquedad presente unas dimensiones que no afecten a más de un 20% de la superficie de contacto cimiento-terreno.

Para esta solución se podrán realizar columnas de hormigón pobre o ciclópeo en pozos, rellenando huecos o como saneo de depresiones que regularicen y levanten el apoyo de las zapatas.

### 3.2.4.- Medidas de achique

Salvo la excavación de los pozos de cimentación no se espera la creación de puntos deprimidos en la parcela. Tampoco se ha detectado nivel freático.

Por tanto, se recomienda disponerse en obra de los medios de achique necesarios para evitar la inundación de los pozos y zanjas de cimentación por agua proveniente de la lluvia.

### 3.2.5.- Agresividad del terreno y de las aguas

Los ensayos de agresividad efectuados según la EHE sobre una muestra de terreno indican que se trata de un subsuelo no agresivo. Los resultados de estos ensayos se presentan en el Apéndice A-4.

### 3.2.6.- Protección frente a la humedad

Según se expone en la Sección HS 1 del Documento Básico HS Salubridad del CTE, el grado de impermeabilidad de un elemento constructivo, corresponde a un número indicador de la resistencia característica al paso del agua.

El grado de impermeabilidad crece al aumentar dicha resistencia, y en consecuencia, cuanto mayor sea la solicitud de humedad, mayor debe ser el grado de impermeabilidad de la solución constructiva para alcanzar el mismo resultado.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros de sótano y a la solera del edificio que estén en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías, se podrá obtener a través de las **tablas 2.1 y 2.2** que incluye el citado documento.

Para ello se deberá considerar para el terreno una presencia de agua baja y un coeficiente de permeabilidad  $10^{-4} < K_s < 10^{-8}$  cm/s en las condiciones actuales.

### 3.2.7.- Sismicidad

La zona de edificación se encuentra en una región con una aceleración sísmica básica  $a_b < 0,04g$  y coeficiente de contribución  $K = 1,0$ , siendo la construcción de importancia normal, por lo que no será obligatoria la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

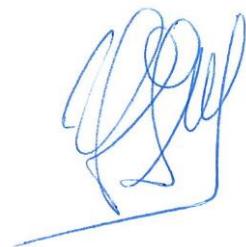
## 3.3.- CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO EN FASE DE OBRA

Se recomienda que el movimiento de tierras y los trabajos de cimentación sean supervisados por personal técnico especialista en Geotecnia, que a la vista de las características del terreno compruebe que éstas se ajustan a las descritas en el presente Informe, e introduzca en su caso las modificaciones que considere necesarias.

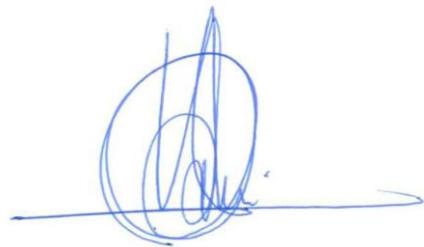
En concreto, el equipo Técnico deberá realizar, al menos, los siguientes trabajos:

- a.- Comprobará si el comportamiento del terreno se corresponde con lo previsto en el Estudio Geotécnico previamente efectuado.
- b.- Se encargará de comprobar la estabilidad de los taludes de excavación, así como de la correcta ejecución de las soluciones estabilizadoras.
- c.- Verificará el correcto apoyo y empotramiento de los elementos de cimentación.
- d.- Revisará los aspectos hidrogeológicos que pudieran afectar al comportamiento de las obras.

Zamudio, a 20 de octubre de 2.020



Fdo.: **Ioseba Jugo Meabe**  
Ingeniero de Caminos  
(Col. N°: 6.963)

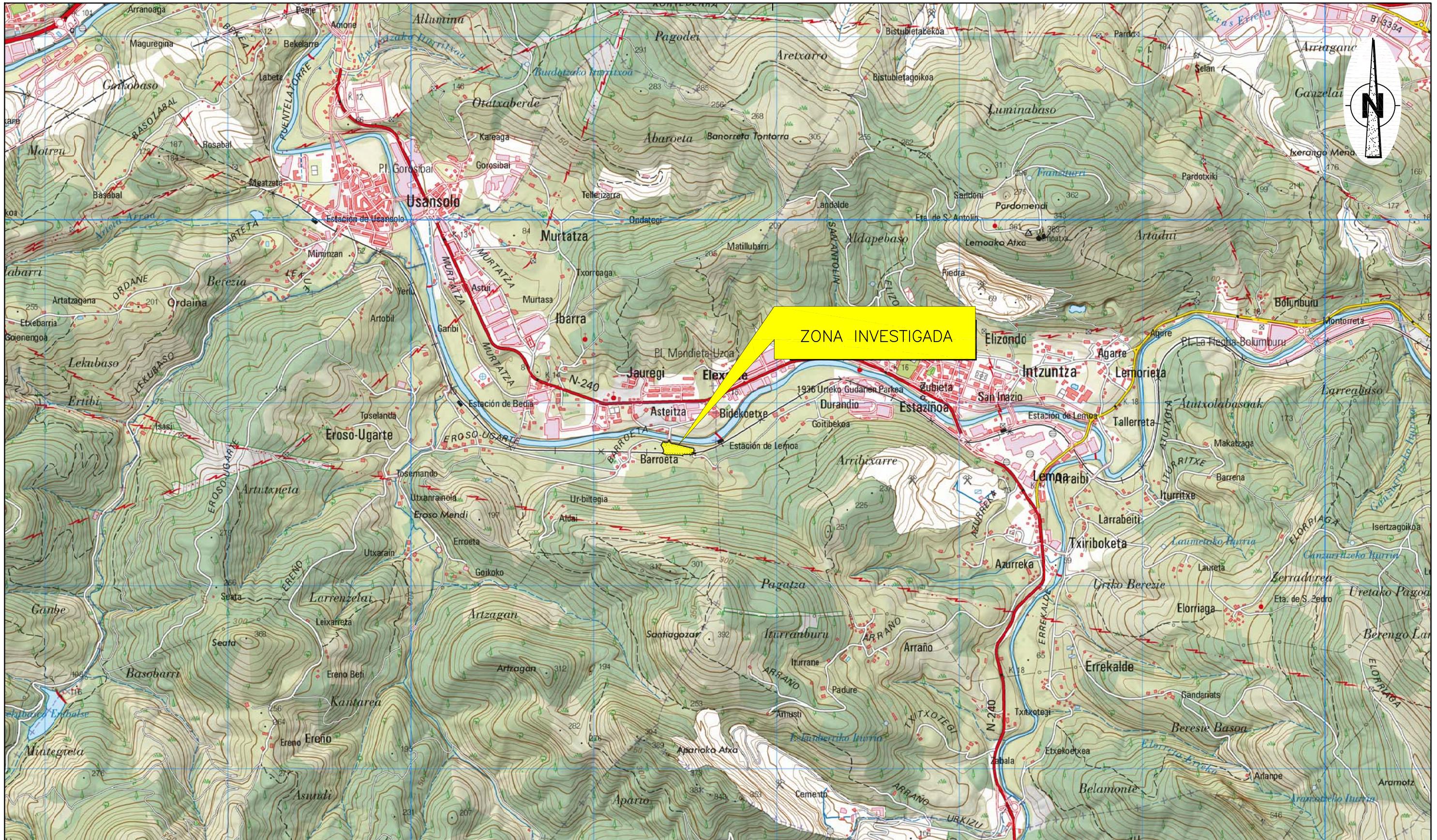


Fdo.: **Héctor Rubio Heras**  
Geólogo  
(Col. N°: 3.391)



Fdo.: **Gorka Martínez-Escauriaza Pinedo**  
Geólogo  
(Col. N°: 5.198)

## FIGURAS



**INFORME GEOTÉCNICO**  
Movimiento de tierras y cimentación de la remodelación de la  
estación de Euskal Trenbide Sareak de Bedia,  
Bizkaia

Referencia  
BIT-200903-01

Figura

01

Escala  
1/20000

Fecha: Oct 2020

Dibujado por: N.Z.A.

PLANO DE SITUACIÓN

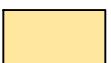
## LEYENDA



Rellenos de plataforma ferroviaria de espesor superior a 1,50 m.

### SUELOS

Edad: Cuaternario



Suelo eluvial de espesor igual o superior a 1,50 m. y ocasionales crestas de roca bajo un recubrimiento de rellenos inferior a 1,50 m.

### ROCA

Edad: Cretácico Inferior (Albiense)



Calizas y calcarenitas karstificadas en crestas y depresiones llenas de suelo eluvial de dimensiones métricas.

**NOTA:** Los tonos claros corresponden a roca bajo un recubrimiento de rellenos y/o suelos inferior a 1,50 m. y los tonos oscuros a roca en afloramiento.

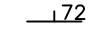
## SIMBOLOGÍA



Contacto relleno-roca



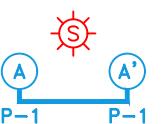
Punto de observación



Rumbo y buzamiento (72) de la estratificación



Rumbo y buzamiento (35) de la junta



Afloramiento de roca sana

Perfil interpretado del terreno por P-1

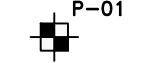
## PUNTOS DE INVESTIGACIÓN



Calicata excavada (supervisada por IKERLUR)



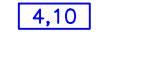
Sondeo con extracción continua de testigo (supervisado por IKERLUR)



Ensayo de penetración dinámica - DPSH (supervisado por IKERLUR)



Profundidad (en m) de aparición del macizo rocoso en calicata



Profundidad (en m) de aparición del macizo rocoso sano poco karstificado en sondeo



Profundidad (en m) de rechazo en ensayo DPSH



## INFORME GEOTÉCNICO

Movimiento de tierras y cimentación de la remodelación de la estación de Euskal Trenbide Sareak de Bedia, Bizkaia

Referencia  
BIT-200903-02

Figura

02.1

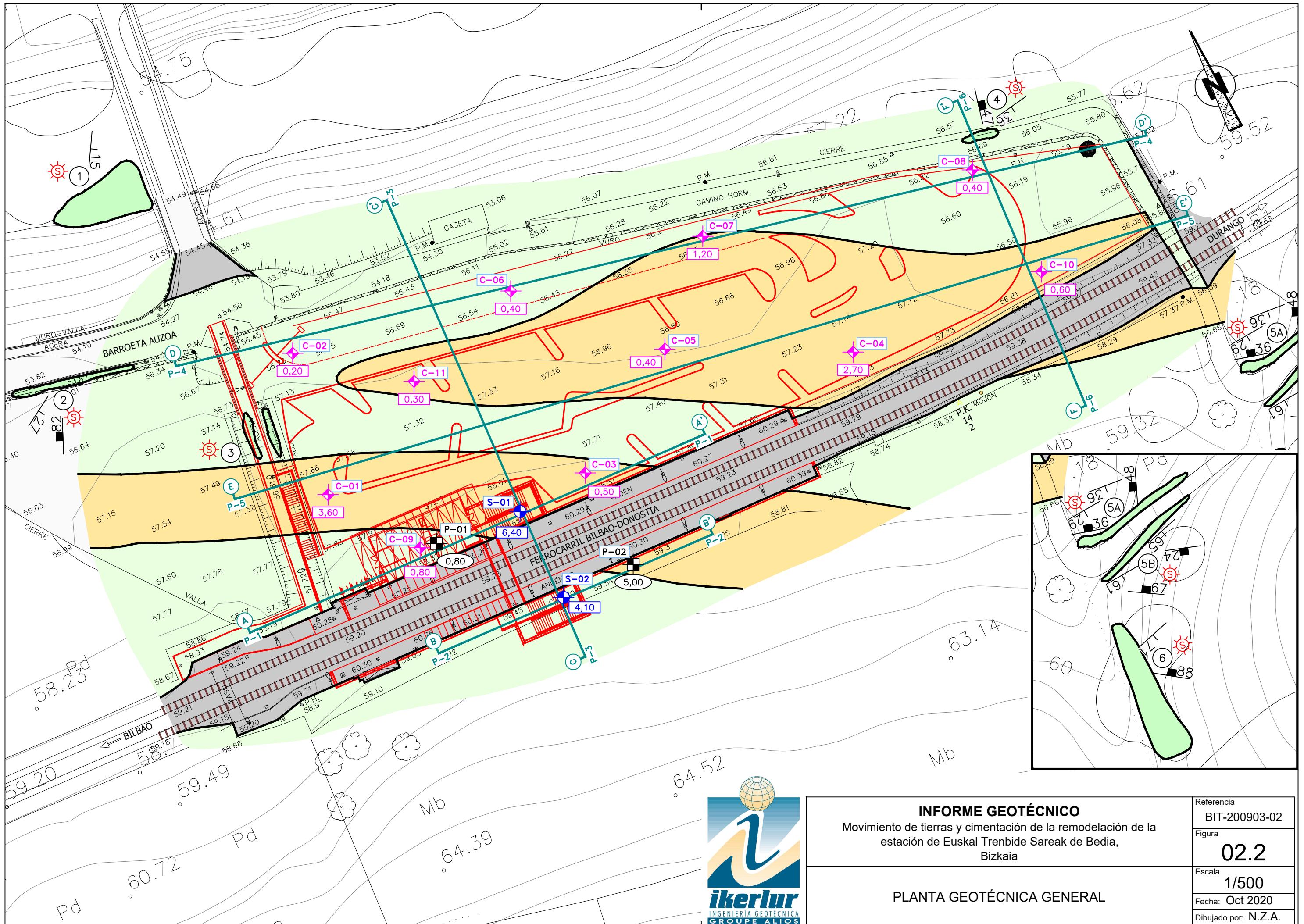
Escala

1/500

Fecha: Oct 2020

Dibujado por: N.Z.A.

LEYENDA DE PLANTA GEOTÉCNICA GENERAL



INFORME GEOTÉCNICO

## Movimiento de tierras y cimentación de la remodelación de la estación de Euskal Trenbide Sareak de Bedia, Bizkaia

PLANTA GEOTÉCNICA GENERAL

Referencia  
BIT 200903 02

BII-200903-02

02.2

Escala 1/500

1/300

---

Dibujado por: N.Z.A.

## LEYENDA

### **RELLENOS ARTIFICIALES**



Rellenos antropicos interpretados



Rellenos de plataforma ferroviaria



(GP) Gravas grises con indicios de arena y arcilla. Flojas

### **SUELOS aluviales**

#### Edad: Cuaternario

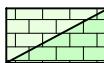


(CL) Arcilla limosa marrón muy firme

(ML) Nota: Aparecen bloques y crestas de roca sana de dimensiones metricas en todo su espesor

### **ROCA**

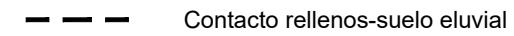
#### Edad: Cretáceo Inferior (Albiense)



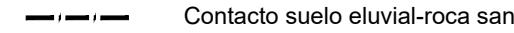
Calizas calcarenitas

Nota: el tono claro corresponde a roca muy karstificada con crestas y depresiones y oquedades llenas de suelo eluvial y los tonos oscuros a roca sana poco karstificada

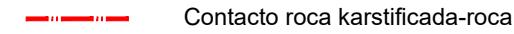
## SIMBOLOGÍA



Contacto rellenos-suelo eluvial



Contacto suelo eluvial-roca sana y karstificada



Contacto roca karstificada-roca sana poco karstificada

N=10

Nº de golpes/30 cm en ensayo SPT



Roca karstificada



Buzamiento aparente del macizo rocoso

### **PUNTOS DE INVESTIGACIÓN**



Calicata excavada (supervisada por IKERLUR)



Sondeo con extracción continua de testigo (supervisado por IKERLUR)



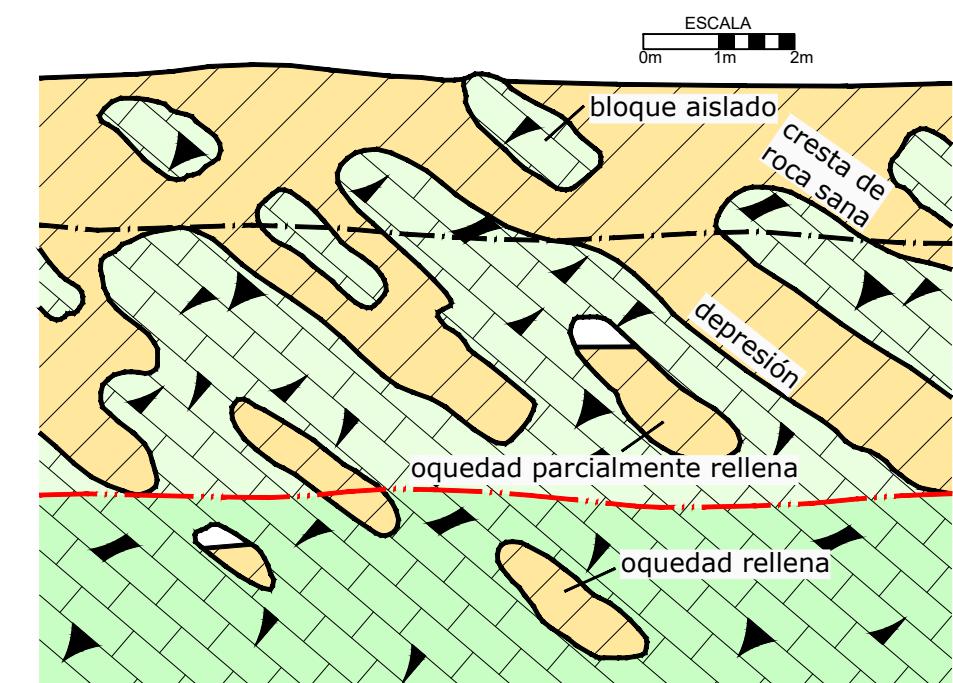
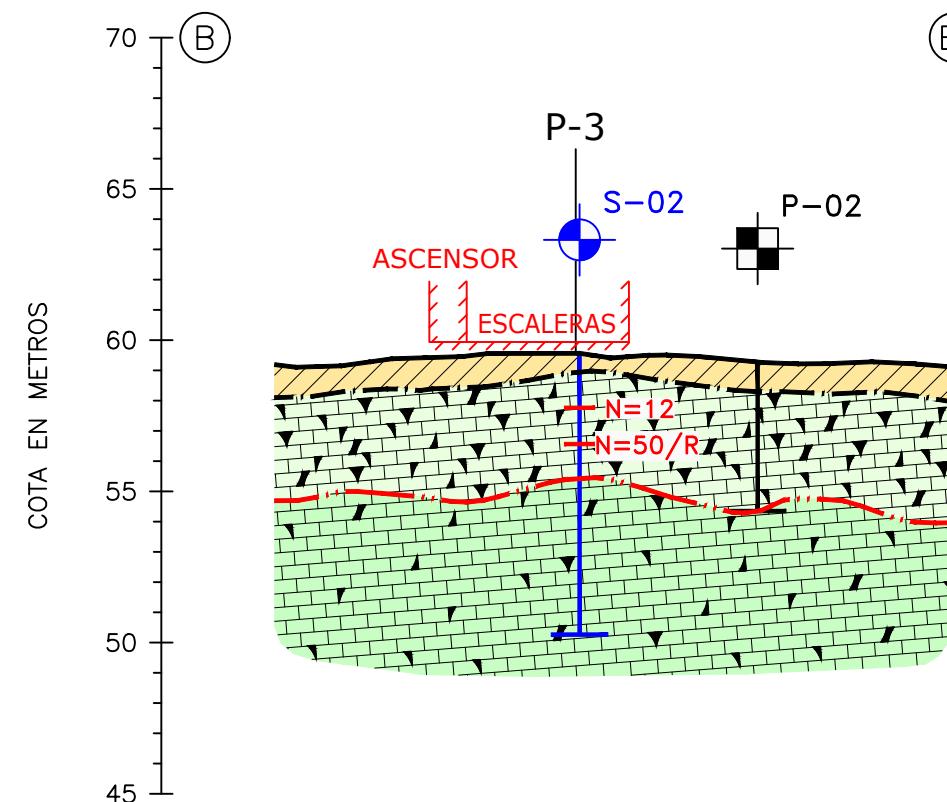
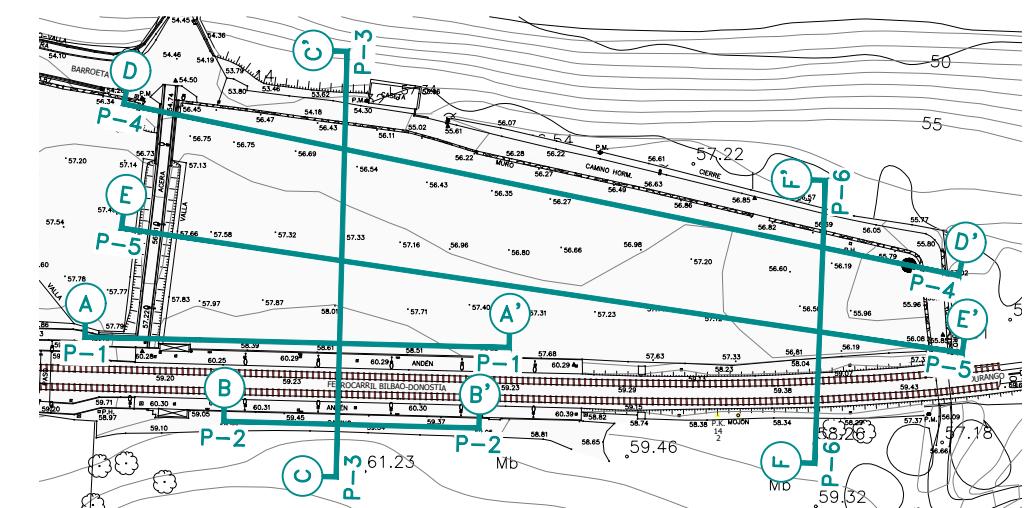
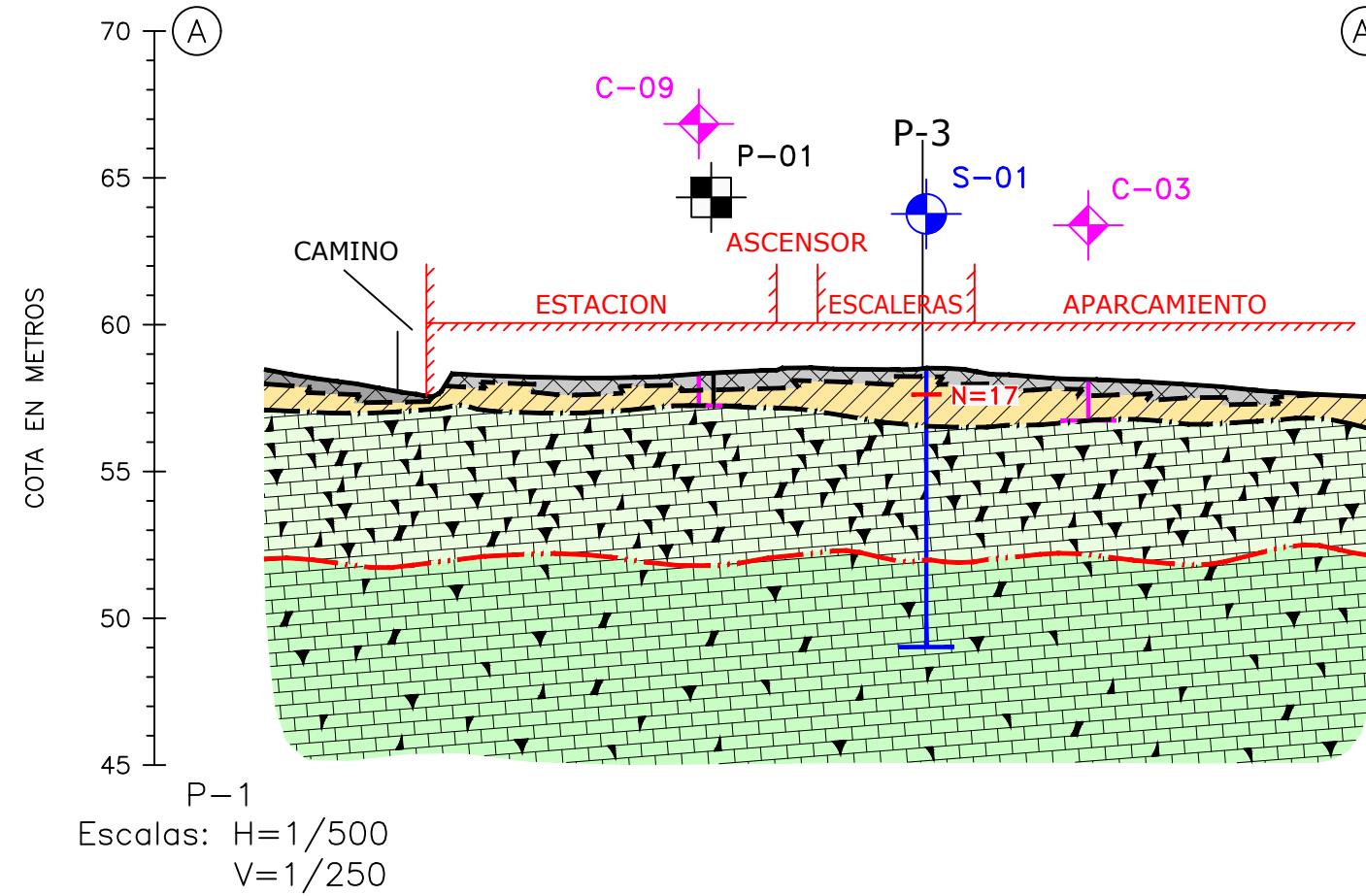
Ensayo de penetración dinámica - DPSH (supervisado por IKERLUR)

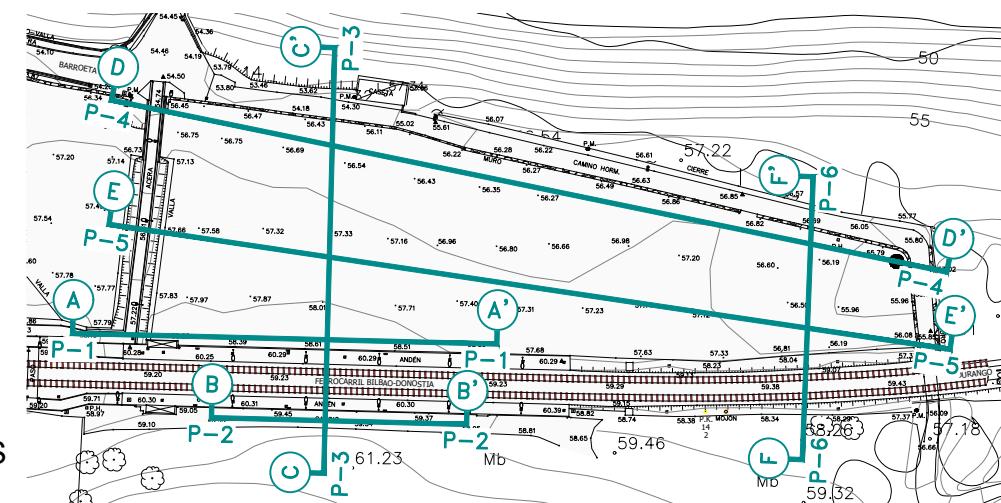
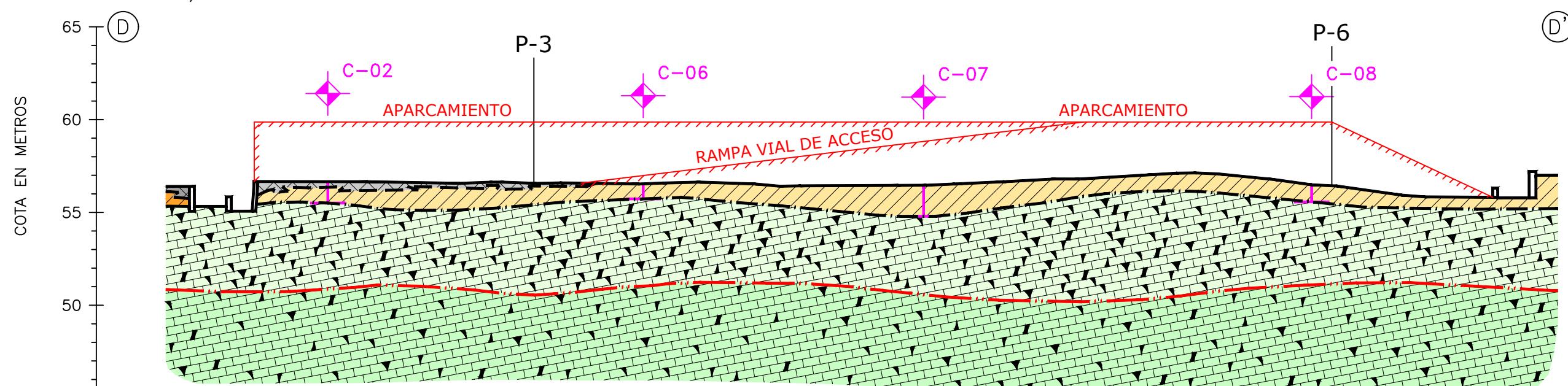
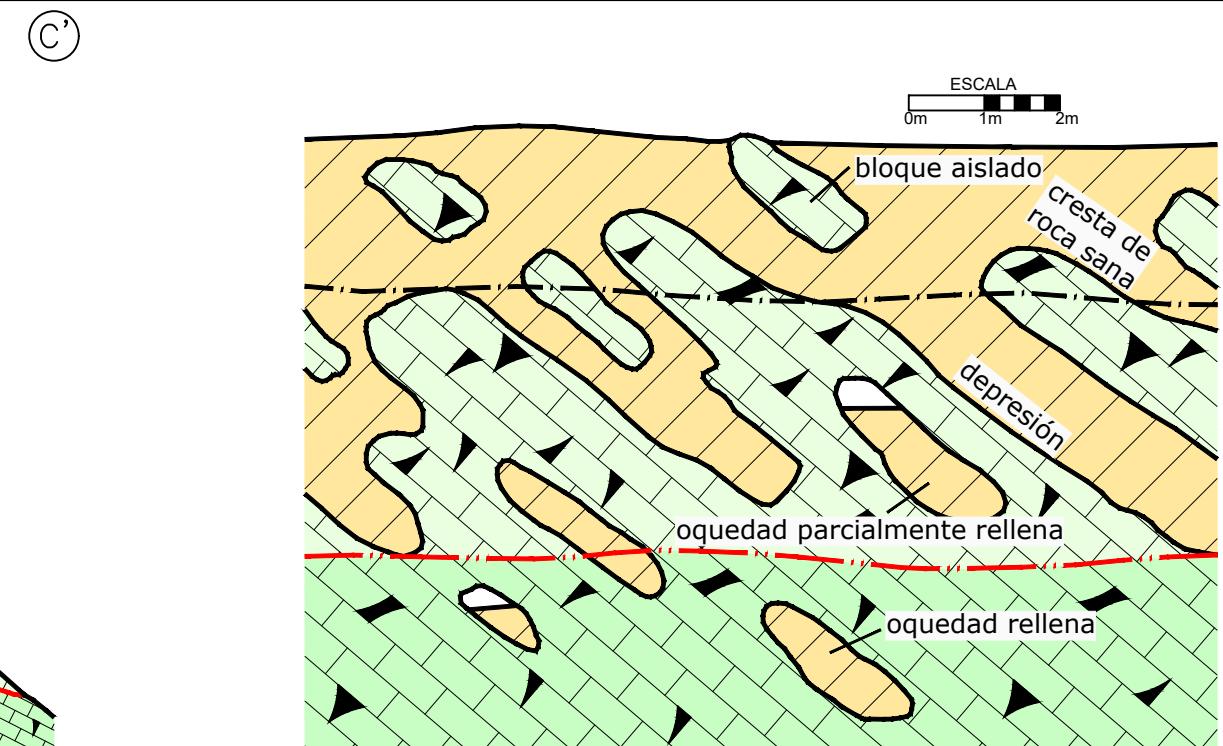
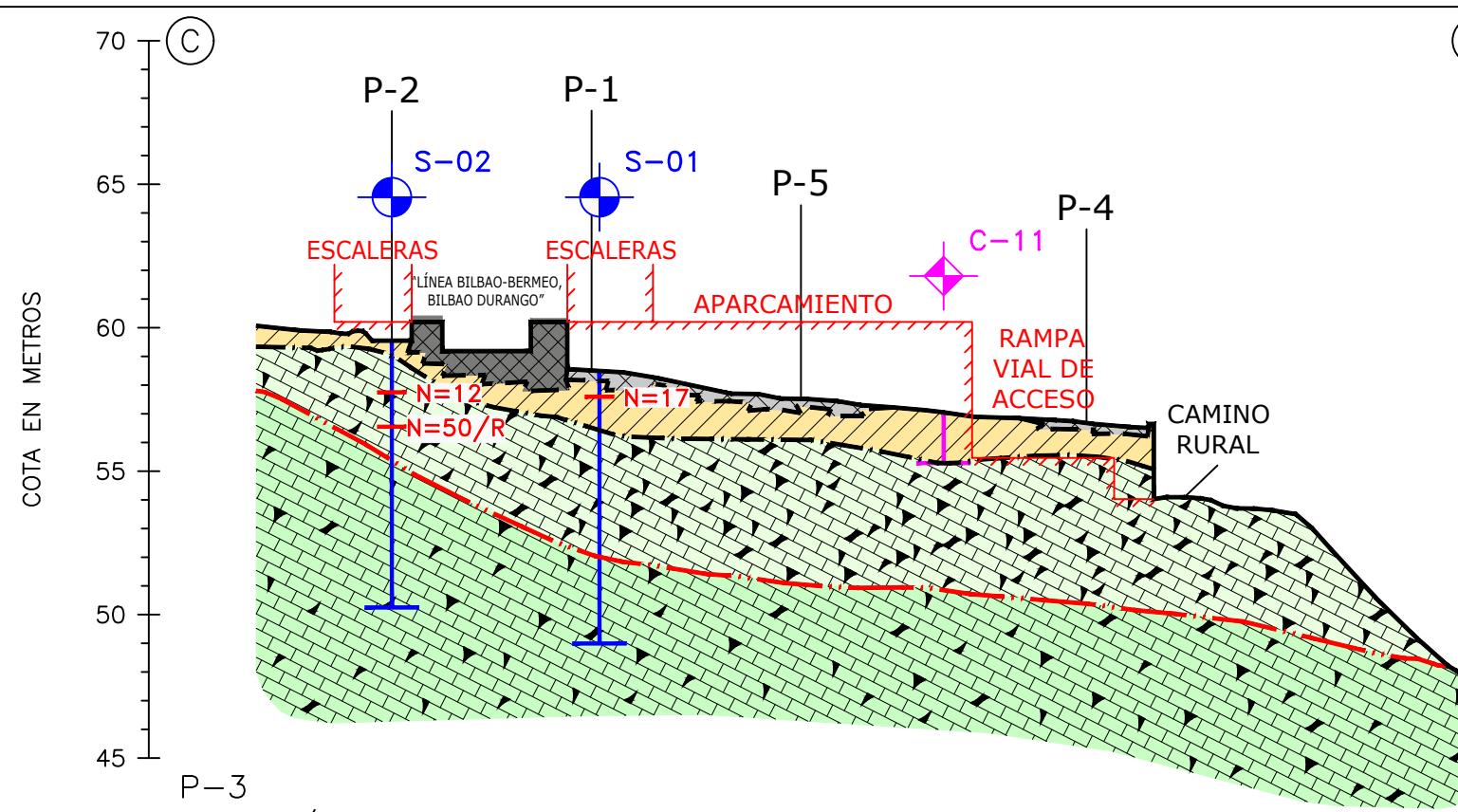


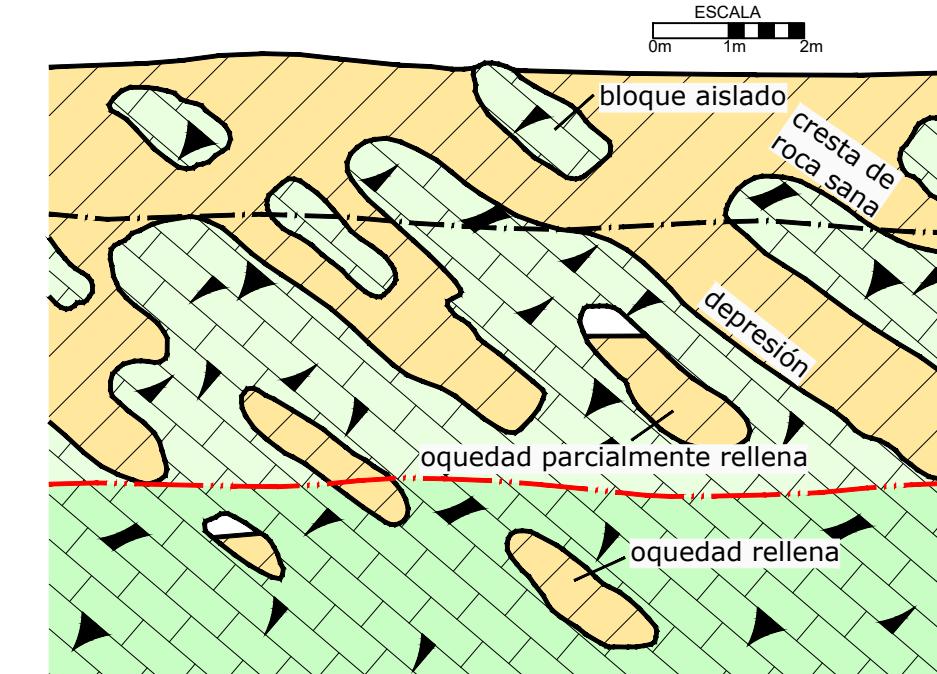
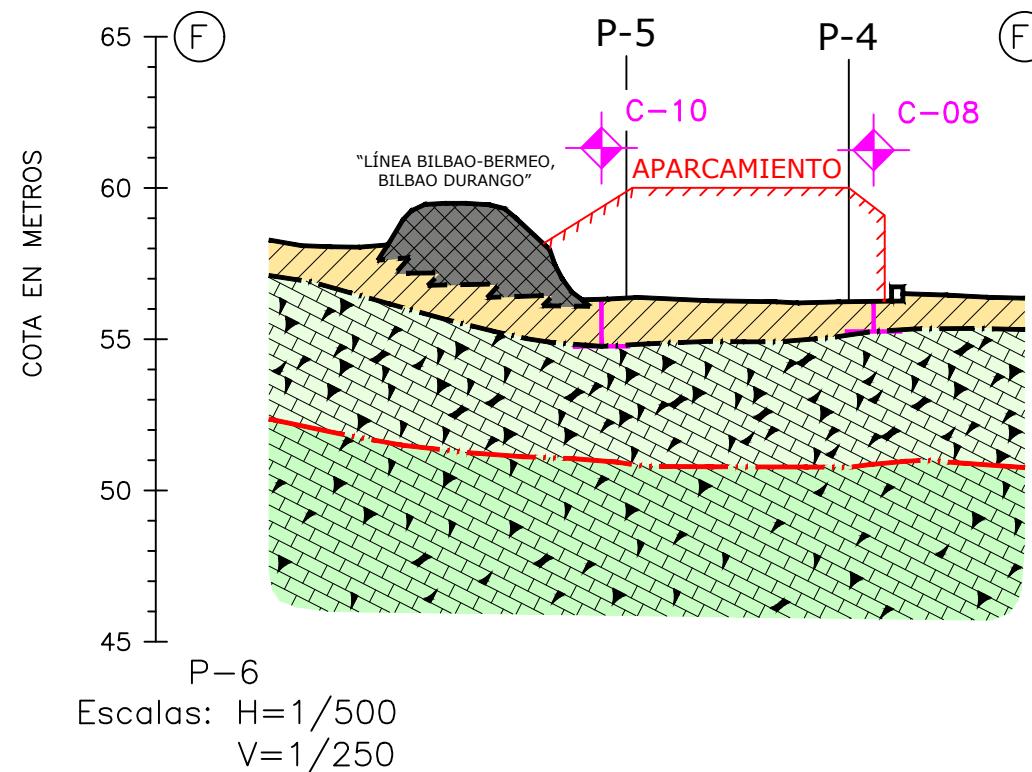
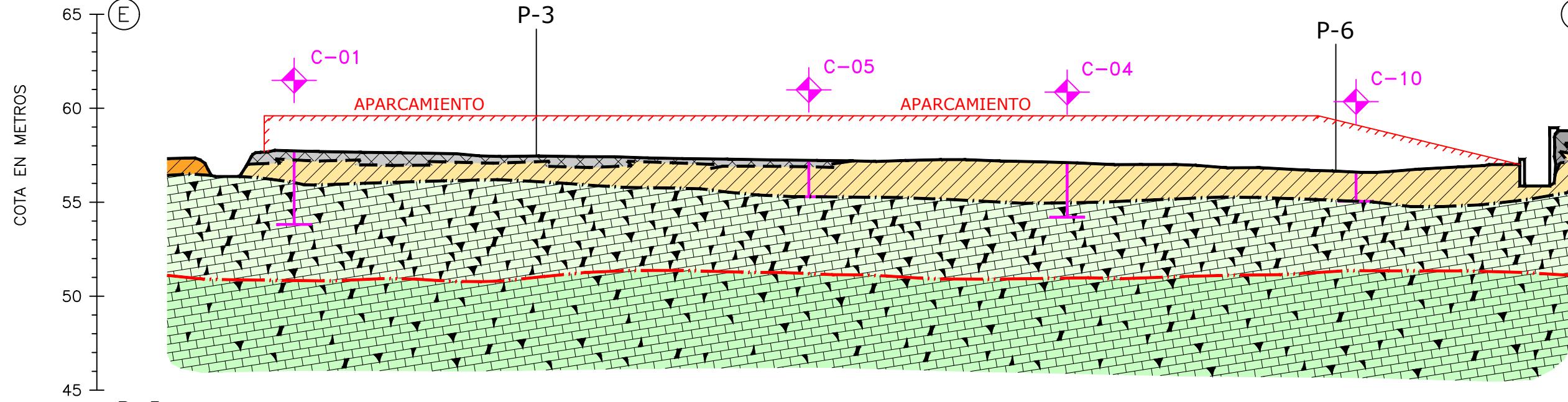
Profundidad investigada

### **NOTAS:** - La situación de los cortes se presenta en la Figura 02.

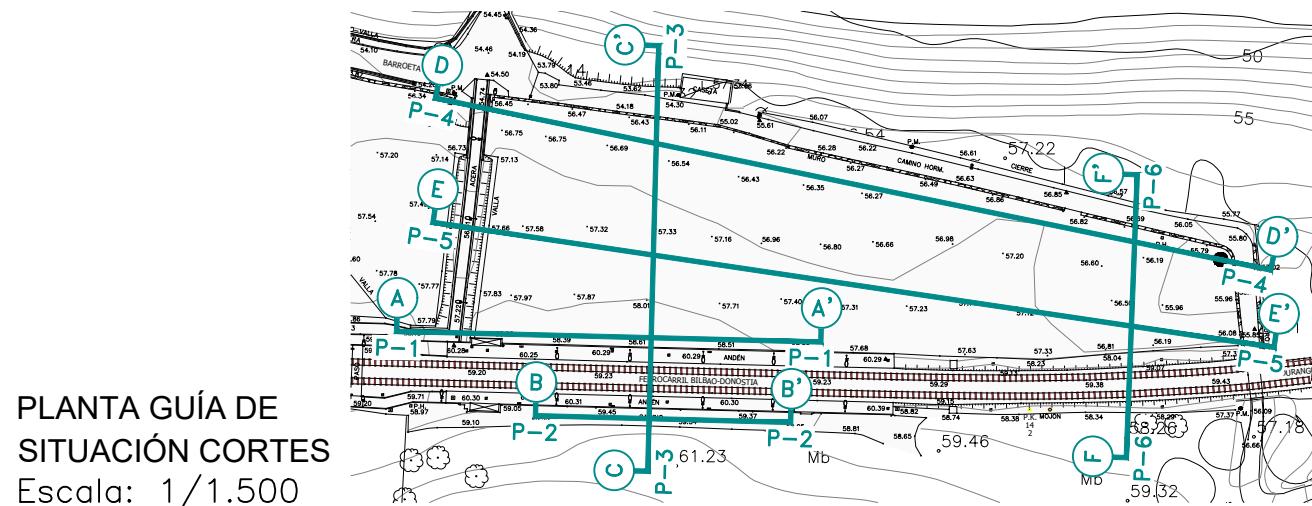
- La topografía ha sido facilitada por el cliente.
- El terreno únicamente se conoce en los puntos investigados. Los cortes representan una interpretación razonable en función de los datos disponibles.
- En el terreno no se ha reconocido nivel freático, si bien podrán existir bolsadas de agua atrapada entre materiales impermeables.







ESQUEMA TIPO DE UN MACIZO CALIZO KARSTIFICADO



## APÉNDICES

---

**A-1**

**Escala de meteorización de la roca**

---

## ESCALA DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA<sup>1</sup>

Grado de meteorización	Denominación	Criterios de reconocimiento
<b>I</b>	<b>Sana</b>	Roca no meteorizada. Conserva el color y el lustre en toda la masa.
<b>II</b>	<b>Sana con juntas teñidas de óxido</b>	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre ellas mantiene el color y el lustre de la roca sana.
<b>III</b>	<b>Moderadamente Meteorizada</b>	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 en toda la masa, generalmente a colores típicos de óxidos de hierro, la resistencia de la roca puede variar desde muy análoga a la roca grado II a bastante más baja, pero tal que <i>trozos de 25 cm<sup>2</sup> de sección no pueden romperse a mano</i> .
<b>IV</b>	<b>Muy Meteorizada</b>	Roca intensamente meteorizada, que puede desmenuzarse y romperse a mano, aunque sus elementos son perfectamente reconocibles.
<b>V</b>	<b>Completamente Meteorizada</b>	Material con aspecto de suelo, completamente descompuesto por meteorización "in-situ", pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original. Los elementos constitutivos de la roca se encuentran diferenciados, aunque totalmente descompuestos.

<sup>1</sup> Escala de meteorización de las rocas sedimentarias detríticas (Basada en la de D.G. Moye)

---

**A-2**

**Clave de descripción y Clasificación de suelos**

---

## CLAVE DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS

### CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE SUELO SEGÚN SU TAMAÑO <sup>1</sup>

Tipo de suelo	Denominación	Tamaño de partículas en mm.		
<b>GRANO MUY GRUESO</b>	Bloques Grandes	> 630		
	Bloques	> 200	a	630
	Bolos	> 63	a	200
<b>GRANO GRUESO</b>	Grava Gruesa	> 20	a	63
	Grava Media	> 6,3	a	20
	Grava Fina	> 2,0	a	6,3
	Arena Gruesa	> 0,63	a	2,0
	Arena Media	> 0,2	a	0,63
	Arena Fina	> 0,063	a	0,2
<b>GRANO FINO</b>	Limo	> 0,002	a	0,063
	Arcilla	≤ 0,002		

### Descripción adicional de FRACCIONES SECUNDARIAS

Descripción	Proporción (% en peso)
Aplica a grava-arena-limo-arcilla:	
Indicios	5 a 10
Algo	10 a 20
Bastante	20 a 35
sufijo OSO / OSA	35 a 50

### SUELOS DE GRANO GRUESO – Densidad relativa según ENSAYO S.P.T.

Densidad	Golpeo S.P.T. / 30 cm.
Muy Flojo	< 5
Flojo	5 a 10
Medianamente Denso	11 a 30
Denso	31 a 50
Muy Denso	> 50

### SUELOS DE GRANO FINO – Resistencia según COHESIÓN sin drenaje

Resistencia	Cohesión (Kp/cm <sup>2</sup> )
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

<sup>1</sup> Fuente: UNE-EN ISO 14688-1:2003-Ingeniería geotécnica-Identificación y clasificación de suelos

## SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

GRUPOS PRINCIPALES		Símbolo GRÁFICO	Símbolo LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b>  Más del 50% material <u>retenido</u> por tamiz nº 200	<b>GRAVA Y SUELOS CON GRAVA</b>  Más del 50% fracción gruesa <u>retenida</u> por tamiz nº 4	GRAVA LIMPIA		GW Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GP Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		ARENA LIMPIA		GM Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		GC Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-limo
	<b>ARENA Y SUELOS ARENOSOS</b>  Más del 50% fracción gruesa <u>pasa</u> por tamiz nº 4	ARENA LIMPIA		SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		SM Arenas limosas, mezclas de arena-Limo.
		ARENA con FINOS (Finos en cantidad apreciable)		SC Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b>  Más del 50% material <u>pasa</u> por tamiz nº 200	<b>LIMO Y ARCILLA</b>  Límite líquido <u>menor</u> de 50			ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos
				CL Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
				OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas
	<b>LIMO Y ARCILLA</b>  Límite líquido <u>mayor</u> de 50			MH Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas, o suelos limosos
				CH Arcillas inorgánicas muy plástica, arcillas grasas
				OH Limos orgánicos de plasticidad mediana o muy plásticas, limos orgánicos
		<b>SUELOS MUY ORGÁNICOS</b>		PT Turba, humus, suelos de pantanos con mucha materia orgánica.

---

### A-3

## Registro de caracteres geomecánicos

---

- Presentación de los caracteres geomecánicos

## CARACTERES GEOMECÁNICOS DEL MACIZO ROCOSO

Datos de campo - Hoja 1 de 1

Datos obtenidos por: G.M.E.

## **Observaciones**

- C** Caliza y calcarenita. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense).

**1** Afloramiento en el fondo del cauce. Parcialmente tapado por aluvial (de gravas y bolos).

**2** Superficie con textura de disolución.

**3** Aspecto masivo con eluvial de arcilla marrón muy firme. Ensayo con Martillo Schmidt.

**4** En paquetes decimétricos.

**5** En paquetes centimétricos y decimétricos.

---

**A-4**

**Registro de calicatas**

---

- Tabla resumen calicatas
- Presentación de los registros de calicatas

Ref. Trabajo: **BIT-200903** Remodelación estación ETS

Localidad: BEDIA

Calicata	Cota inicio (m)	Prof. roca METEORIZADA (m)	Prof. roca SANA (m)	Profundidad FINAL (m)	Fecha calicata
C-01	57.70	3.60	3.60	3.80	24-09-20
C-02	56.70	0.20	0.20	1.00	24-09-20
C-03	58.25	0.50		1.50	24-09-20
C-04	57.60	2.70		3.00	24-09-20
C-05	57.10	0.40		1.80	24-09-20
C-06	56.60	0.40		0.80	24-09-20
C-07	56.60	1.20		1.90	24-09-20
C-08	56.90	0.40		1.00	24-09-20
C-09	58.20	0.80		1.00	24-09-20
C-10	57.00	0.60		1.60	24-09-20
C-11	57.50	0.30		1.80	24-09-20

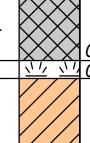
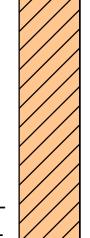
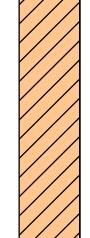
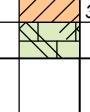
Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-01**Profundidad total: **3.80 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516411.0000 ; 4783752.0000 ; 57.700)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO		
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %			
1.0		CL		0.40	0.00 m. <b>RELLENO ARTIFICIAL</b> Arcilla marrón con algo de grava. Moderadamente firme. - Gravas cm de roca y escombro. Ocasionales bolos.	57.3	1.30 1.68 1.55	3.80 5.00 4.30 4.50	MA-01	92.4	37.0	19.8	17.2	19.10	57.0	
2.0		CL-ML		0.40	0.40 m. <b>TIERRA VEGETAL</b> Antigua tierra vegetal.	57.2	1.30 1.68 1.55	3.80 5.00 4.30 4.50						56.0		
3.0		CL-ML		0.50	0.50 m. <b>SUELLO ELUVIAL</b> Arcilla limosa marrón. Muy firme. - Presenta módulos ferruginosos mm y cm.	54.1	1.05	4.00 4.20 4.10						55.0		
4.0		CL-ML		3.10	- A 1,6 m está más duro.		1.33 1.45	3.30 3.70 4.20 2.90 4.20						54.0		
5.0					3.60 m. <b>ROCA</b> Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - En el fondo desde 3,6 m aparecen picos de roca sana.	54.1									53.0	
					Fin de calicata a 3.8 m.											

Nivel freático:  Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca caliza karstificada y eluvial.

Registrado por: G.M.E.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-02**Profundidad total: **1.00 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516416.0000 ; 4783772.0000 ; 56.700)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	
0.00				0.10	0.00 m. <b>TIERRA VEGETAL</b>									
0.10		CL-ML	0.10		0.10 m. <b>SUELO ELUVIAL</b> Arcilla limosa marrón. Muy firme a dura. - Presenta raicillas.									
0.20				0.80	0.20 m. <b>ROCA</b> Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - Crestas de roca, algunos son bloques sueltos. - La superficie de la roca tiene textura de disolución.	55.7	6.00	6.00						
1.00					Fin de calicata a 1.0 m.									
2.00														
3.00														
4.00														
5.00														

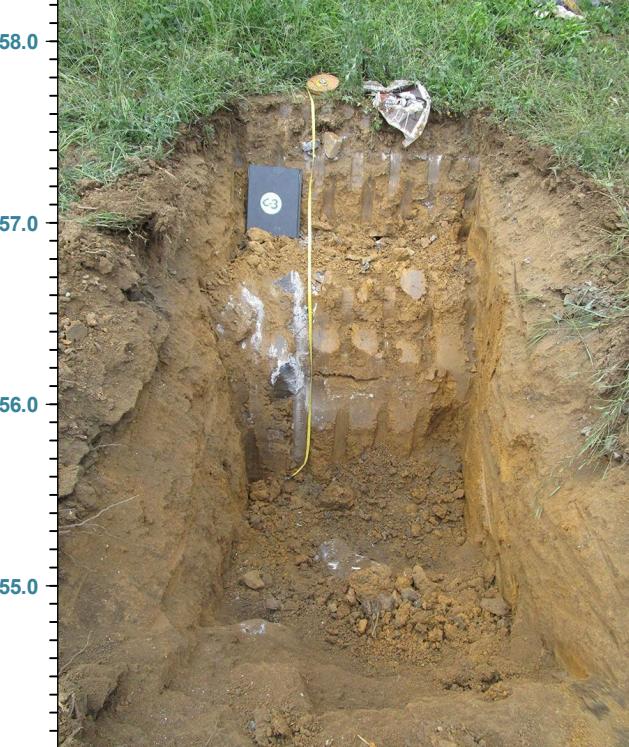
Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-03**Profundidad total: **1.50 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516450.0000 ; 4783736.0000 ; 58.250)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO					
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %						
1.0		CL-ML		0.10 m. <b>TIERRA VEGETAL</b> . 0.10 m. <b>RELLENO ARTIFICIAL</b> <b>Arcilla marrón con algo de grava. Moderadamente firme.</b> - Gravas mm y cm de roca y escombro. - Presencia de raíz. 0.40 m. <b>SUELO ELUVIAL</b> <b>Arcilla limosa marrón. Muy firme a dura.</b> - Concreciones ferruginosas mm, ocasionalmente cm. - Raíces pequeñas en toda la capa. - Ligeramente húmedo. 0.50 m. <b>ROCA</b> <b>Calizas y calcarenitas karstificadas.</b> <b>Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense).</b> - Aparece en crestas y depresiones con eluvial. - Presenta mineralizaciones de calcita. - El eluvial en contacto con la roca es marrón oscuro, gris oscuro y duro.	0.00	58.2	1.95	6.00	MA-01	57.9	57.8	56.8	56.0	58.0	57.0	56.0	55.0	54.0	

Fin de calicata a 1.5 m.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-04**Profundidad total: **3.00 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516490.0000 ; 4783734.0000 ; 57.600)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN												REGISTRO FOTOGRÁFICO	
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	Résistencia compresión (KPa)	COTA (m)	
1.0				0.20	0.00 m. TIERRA VEGETAL			MA-01	89.8	35.2	20.1	15.1	16.80			57.0	
2.0		CL-ML		0.20	0.20 m. SUELO ELUVIAL Arcilla limosa marrón. Muy firme a dura. - Aspecto homogéneo. - Ocasionales raízicas. - Ocasionales concreciones ferruginosas.											56.0	
3.0				2.50	- A partir de 1,5 m le cuesta excavar.											55.0	
4.0				0.30	2.70 m. ROCA Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - Aparece como una cresta a 2,7 m. - Las crestas impiden el ripado del eluvial.											54.0	
5.0					Fin de calicata a 3.0 m.											53.0	

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**

Fecha registro: **24/09/2020**

**CALICATA: C-05**

Profundidad total: **1.80 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516470.0000 ; 4783746.0000 ; 57.100)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %				
1.0		CL-ML		0.10 m. <b>TIERRA VEGETAL</b> 0.10 m. <b>RELLENO ARTIFICIAL</b> <b>Grava gris oscura con algo de arena. Medianamente densa.</b> - Aspecto seleccionado/zahorra para paso de vehículos. 0.20 m. <b>SUELO ELUVIAL</b> <b>Arcilla limosa marrón. Muy firme a dura.</b> - Presenta ocasionales gravas calizas embebidas. - Progresiva en profundidad entre las crestas de roca sana. - El eluvial que rodea las crestas torna a marrón oscuro.	0.00 m.	57.0	1.93	6.00	MA-01	94.6	56.0	24.6	31.4	23.10	1.93	57.0	
2.0				0.40 m. <b>ROCA</b> <b>Calizas y calcarenitas karstificadas.</b> <b>Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense).</b> - Crestas cada 2,0 m aproximadamente, con eluvial entre ellas. - Superficie con texturas de disolución.	1.40	55.3	1.95	6.00								56.0	
3.0															55.0		
4.0															54.0		
5.0															53.0		

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca calcarenita.

Registrado por: G.M.E.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-06**Profundidad total: **0.80 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516451.0000 ; 4783766.0000 ; 56.600)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO	
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %		
1.0				0.00 m. TIERRA VEGETAL	56.4										
		CL-ML	\	0.20	.										
				0.20 m. SUELO ELUVIAL	56.2										
				Arcilla limosa. Firme.											
				0.40 m. ROCA	55.8										
				Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - Aparece en crestas. - Las crestas no dejan de progresar en el eluvial de las depresiones.											
				Fin de calicata a 0.8 m.											
2.0															
3.0															
4.0															
5.0															

Nivel freático:  Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca caliza karstificada. Calicata abierta en zanja.

Registrado por: G.M.E.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-07**Profundidad total: **1.90 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516482.0000 ; 4783760.0000 ; 56.600)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO	
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %		
1.0		CL-ML		0.20	0.00 m. <b>TIERRA VEGETAL</b> 0.20 m. <b>SUELLO ELUVIAL</b> <b>Arcilla limosa marrón. Muy firme.</b> - Aparecen bolos y gravas de caliza sana embebidos. - Presenta raíz hasta 0,8 m. - A partir de 0,8 m son muy ocasionales.		6.00 6.00	MA-01						56.4	
1.20				1.00	1.20 m. <b>ROCA</b> <b>Calizas y calcarenitas karstificadas.</b> <b>Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense).</b> - Aparece en crestas.									55.4	
2.0				0.70	Fin de calicata a 1.9 m.									54.7	
3.0														53.0	
4.0														52.0	
5.0														50.0	

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca caliza / calcarenita karstificada.

Registrado por: G.M.E.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: **Remodelación estación ETS**

Localidad: **BEDIA**

Fecha registro: **24/09/2020**

**CALICATA: C-08**

Profundidad total: **1.00 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516521.0000 ; 4783750.0000 ; 56.900)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO	
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %		
1.0		CL-ML		0.00 m. <b>TIERRA VEGETAL</b> 0.20 m. <b>SUELO ELUVIAL</b> <b>Arcilla limosa marrón. Muy firme.</b> - Aparecen bolos calizos embebidos. 0.40 m. <b>ROCA</b> <b>Calizas y calcarenitas karstificadas.</b> <b>Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense).</b> - Aparece en crestas. - Las crestas se van cerrando e impiden progresar.	0.20	56.7								56.0	
2.0														55.0	
3.0														54.0	
4.0														53.0	
5.0														52.0	

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-09**Profundidad total: **1.00 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516419.0000 ; 4783736.0000 ; 58.200)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	
0.0														
0.10	0.00 m.	TIERRA VEGETAL		0.10	58.1									
0.30	0.10 m.	RELLENO ARTIFICIAL		0.30	57.8									
0.20	Arcilla marrón con indicios de grava. Moderadamente firme.			0.20	57.6			MA-01	55.2	NP	NP	NP		
0.20	- Gravas mm y cm de roca y escombro.			0.20	57.4	1.60 2.03	6.00 6.00							
0.40	- Presenta raicillas.			0.40 m.	57.2									
0.60	Grava gris con indicios de arena. Medianamente densa.			0.60 m.										
0.60	- Grava mm y cm de roca caliza.			SUELLO ELUVIAL										
0.80	- Capa sin continuidad lateral.			Arcilla limosa marrón. Muy firme.										
0.80	- Poco húmedo.			ROCA										
	Calizas y calcarenitas karstificadas.			Calizas y calcarenitas karstificadas.										
	Edad probable: Cretáceo Inferior (Albiense).			Edad probable: Cretáceo Inferior (Albiense).										
	- Aparece en crestas por karstificación.			Fin de calicata a 1.0 m.										
1.0														
2.0														
3.0														
4.0														
5.0														

Nivel freático:  Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca caliza karstificada. Calicata abierta en ubicación de P-01 al terreno a raspa 0,8m en los dos inter

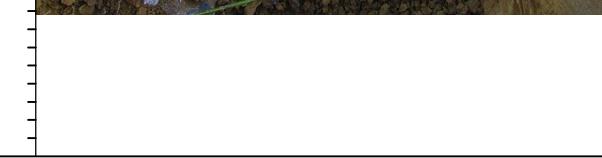
Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-10**Profundidad total: **1.60 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516520.0000 ; 4783733.0000 ; 57.000)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO	
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %		
1.0		CL-ML		0.00 m. TIERRA VEGETAL 0.20 m. SUELO ELUVIAL 0.40 m. Arcilla limosa marrón. Muy firme. - Aparecen bolos cm y dm calizos embebidos. 0.60 m. ROCA Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - Aparece en crestas. - Las crestas se cierran e impiden progresar en los eluviales.	56.8 56.4 55.4		MA-01							56.0	
2.0				Fin de calicata a 1.6 m.										55.0	
3.0														54.0	
4.0														53.0	
5.0															

Nivel freático:  Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca calcarenita karstificada.

Registrado por: G.M.E.

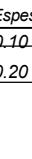
Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**Fecha registro: **24/09/2020****CALICATA: C-11**Profundidad total: **1.80 m.**

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516435.0000 ; 4783755.0000 ; 57.500)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN										REGISTRO FOTOGRÁFICO
				Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	
1.0		CL-ML		0.10 0.20	0.00 m. TIERRA VEGETAL 0.10 m. SUELO ELUVIAL Arcilla limosa marrón. Muy firme. - Bolos calizos embebidos. 0.30 m. ROCA Calizas y calcarenitas karstificadas. Edad probable: Cretácico Inferior (Albiense). - Aparece en crestas. - Las crestas se cierran en profundidad e impiden progresar en el eluvial.	57.4 57.2								57.0
2.0				1.50	Fin de calicata a 1.8 m.	55.7								56.0
3.0														55.0
4.0														54.0
5.0														53.0

---

**A-5**  
**Registro de sondeos**

---

- Tabla resumen sondeos
- Presentación de los registros de sondeos

Ref. Trabajo: **BIT-200903** Remodelación estación ETS

Localidad: BEDIA

Sondeo	Cota inicio (m)	Prof. roca METEORIZADA (m)	Prof. roca SANA (m)	Profundidad FINAL (m)	Fecha inicio sondeo	Fecha fin sondeo
<b>S-01</b>	58.500	5.20	5.20	9.50	23-09-20	23-09-20
<b>S-02</b>	59.500	0.50	0.50	9.30	24-09-20	24-09-20

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: **Remodelación estación ETS**

Localidad: **BEDIA**

Fecha inicio: 23/09/2020 Fecha fin: 23/09/2020 Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516436.0000 ; 4783736.0000 ; 58.500)

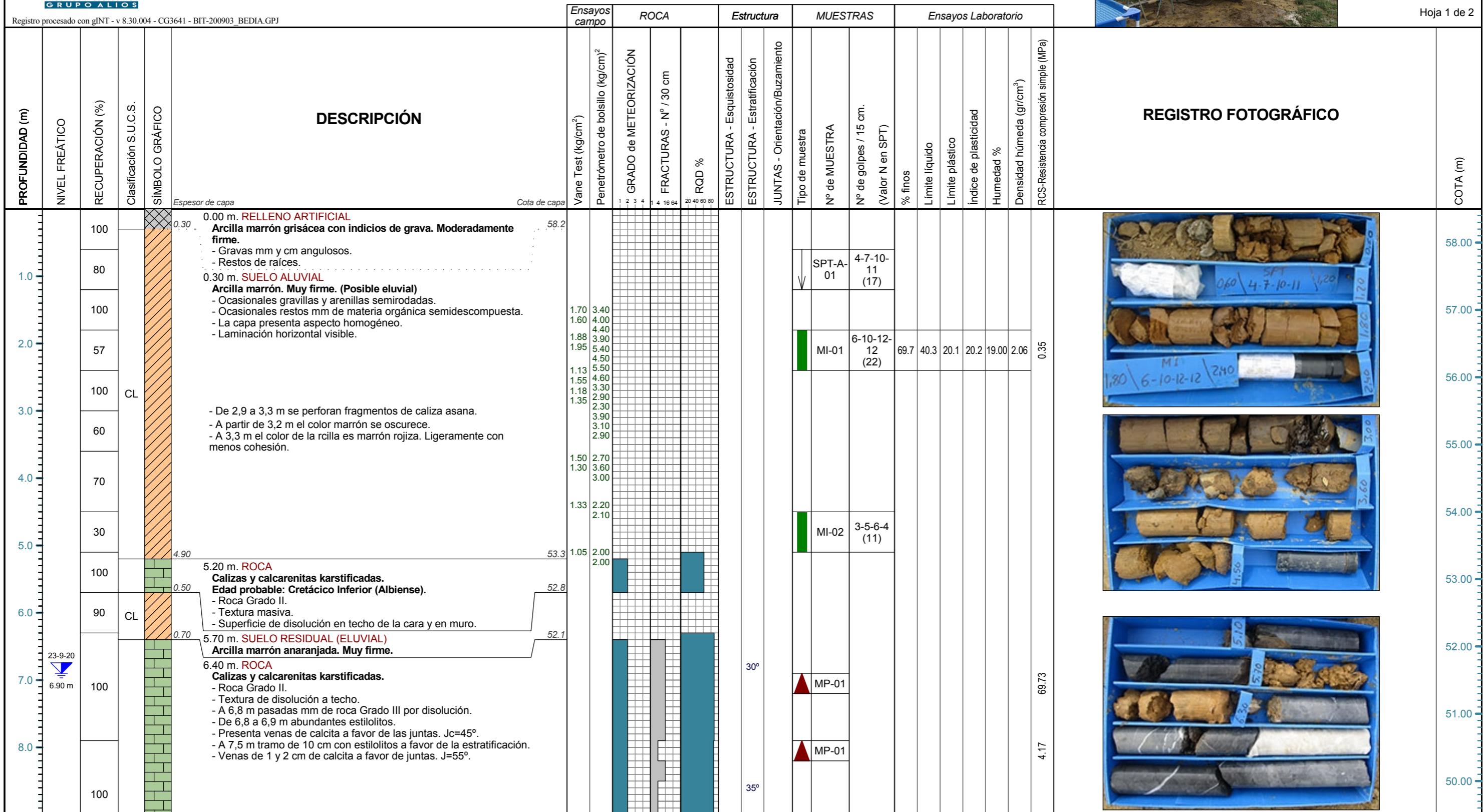
**SONDEO: S-01**

Profundidad final: **9.50 m.**



BIT-200903  
S-01  
Hoja 1 de 2

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - BIT-200903\_BEDIA.GPJ



(Continúa en la página siguiente)

NOTAS: Fin del sondeo en roca calcarenita sana. Se instala tubería de PVC.

Muestra  SPT abierto con cuchara  
Nivel freático  Medido durante sondeo

 Muestra inalterada  
 Muestra parafinada  
 Final de sondeo (corto plazo)  
 Despues de sondeo (largo plazo)

Geólogo: G.M.E.

Ref. Trabajo: **BIT-200903**

Título: Remodelación estación ETS

Localidad: **BEDIA**

Fecha inicio: 23/09/2020 Fecha fin: 23/09/2020 Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (516436.0000 ; 4783736.0000 ; 58.500)

**SONDEO: S-01**

Profundidad final: **9.50 m.**



BIT-200903  
S-01  
Hoja 2 de 2

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - BIT-200903\_BEDIA.GPJ

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	RECUPERACIÓN (%)	Clasificación S.U.C.S.	SÍMBOLO GRÁFICO	Espesor de capa	Cota de capa	Vane Test (kg/cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm <sup>2</sup> )	ROCA		Estructura		MUESTRAS		Ensayos Laboratorio		COTA (m)										
									1 2 3 4	1 4 16 64	FRACTURAS - N° / 30 cm	RQD %	ESTRUCTURA - Esquistosidad	ESTRUCTURA - Estratificación	JUNTAS - Orientación/Buzamiento	Tipo de muestra	Nº de MUESTRA	Nº de golpes / 15 cm. (Valor N en SPT)	% finos	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	RCS-Resistencia compresión simple (MPa)		
10.0						3.10																					
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											
10.0																											



Ref. Trabajo: **BIT-200903**

## **Título:** Remodelación estación ETS

*Localidad:* BEDIA

**Fecha inicio:** 24/09/2020    **Fecha fin:** 24/09/2020    **Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89:** (516435.0000 ; 4783719.0000 ; 59.500)

**SONDEO: S-02**

*Profundidad final:* 9.30 m.



BIT-200903  
S-02  
Hoja 1 de 2

11 of 11

Hoja 1 de 2

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - BIT-200903 BEDIA.GPJ

(Continúa en la página siguiente)

NOTAS: Fin del sondeo en roca calcarenita sana.

Muestra	 SPT abierto con cuchara
Nivel freático	 Medido durante sondeo

 Muestra inalterada

 Muestra parafinada

Nivel freático  Medido durante sondeo

 Final de sondeo (co

## Después de sondeo (largo plazo)

Geólogo: G.M.E.



Ref. Trabajo: **BIT-200903**

## **Título:** Remodelación estación ETS

*Localidad:* BEDIA

**Fecha inicio:** 24/09/2020    **Fecha fin:** 24/09/2020    **Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89:** (516435.0000 ; 4783719.0000 ; 59.500)

SONDEO: S-02

*Profundidad final:* 9.30 m.



BIT-200903  
S-02  
Hoja 2 de 2

Hojas 3 de

Hoja 2 de 2

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - BIT-200903 BEDIA.GPJ

## **DESCRIPCIÓN**

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**



NOTAS: Fin del sondeo en roca calcarenita sana

Muestra  SPT abierto con cuchara   
Nivel freático  Medido durante sondeo 

-  Muestra inalterada
-  Muestra parafinada
-  Final de sondeo (corto plazo)
-  Despues de sondeo (largo plazo)

Geólogo: G.M.E.

---

## A-6

### **Registro de ensayos de penetración dinámica DPSH**

---

- Resumen de DPSH
- Presentación del registro DPSH

Ref. Trabajo: **BIT-200903** Remodelación estación ETS

Localidad: BEDIA

DPSH	Cota inicio (m)	Profundidad FINAL (m)	Fecha DPSH
P-01	58.20	0.80	24-09-20
P-02	59.50	5.00	24-09-20

# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINAMICA - DPSH

Efectuada según la Norma UNE-EN ISO 22476-2

Los resultados reflejados en este informe se refieren únicamente a los ensayos in-situ realizados

Laboratorio acreditado  
 Área ENSAYOS DE GEOTECNIA (GT)  
 (RD 410/2010) RG LECCE: PVS-L-026  
 PE Zutatzu - Zubiberri Bidea 29  
 20018-Donostia-San Sebastián  
 Tfno.: 943 310 471

Prohibida la reproducción  
 sin autorización de Ikerlur SL

INFORME nº **BIT-200903-DPSH-01** del 29/09/2020

Ref. trabajo: **BIT-200903**

Título: Estación ETS Bedia

Localidad: BEDIA

Sondista: Pedro Bada

Máquina: RL 28-C

Penetrómetro Nº **P - 01**

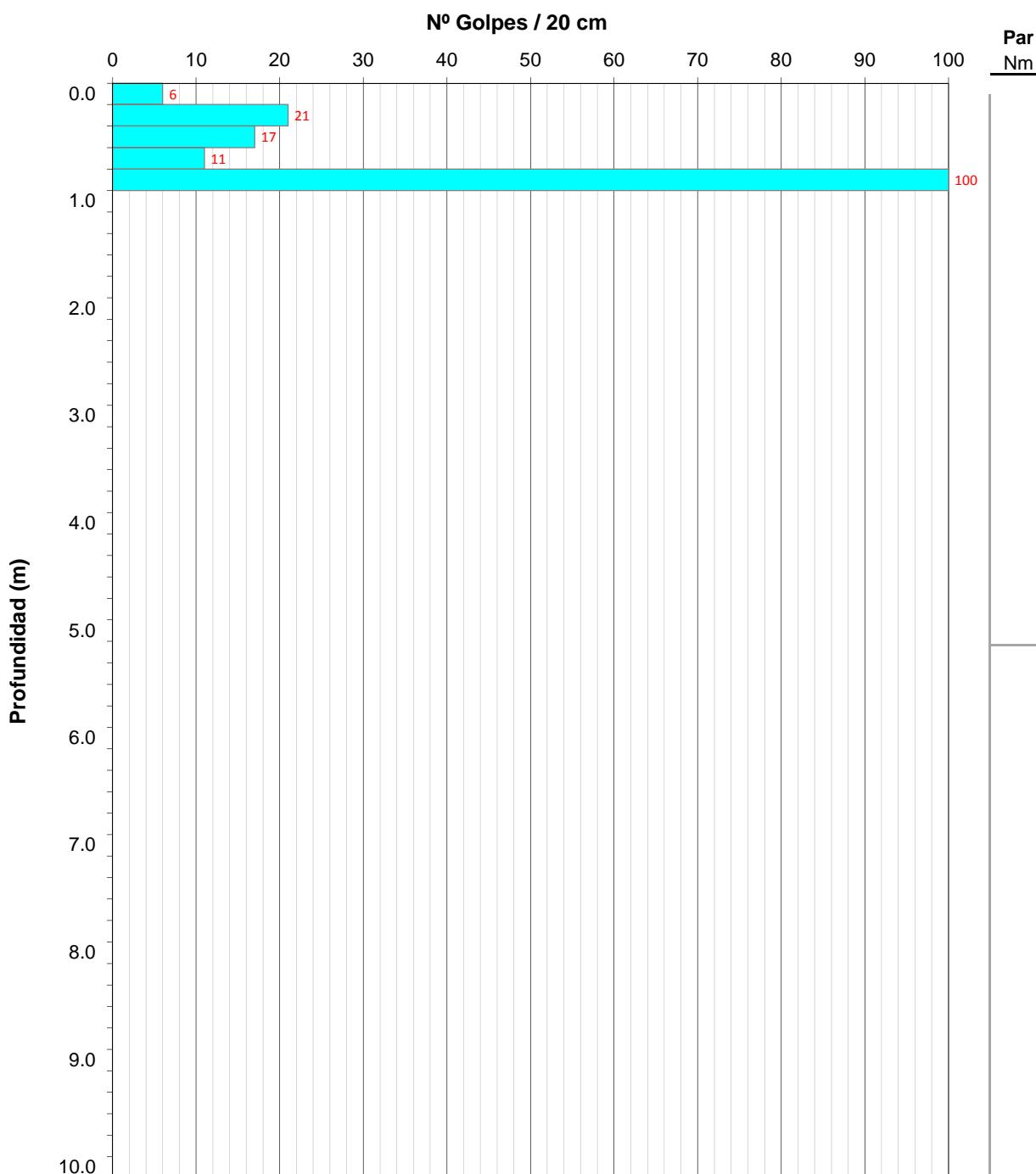
Fecha ensayo: **24/09/2020**

Hora inicio: 9:05

Duración: 25 min

Tiempo: Lluvia

<u>Dispositivo de golpeo</u>	<u>Varillaje</u>	<u>Cono</u>
Masa de la maza: 63.5 kg	Diám.: 32 mm	Área: 20 cm <sup>2</sup>
Altura de caída: 760 mm	Masa: 6.2 kg/cm	Tipo <input checked="" type="checkbox"/> Perdido <input type="checkbox"/> Recuperado
Masa total: 115 kg	Longitud: 100 cm	



# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINAMICA - DPSH

Efectuada según la Norma UNE-EN ISO 22476-2

Los resultados reflejados en este informe se refieren únicamente a los ensayos in-situ realizados

Laboratorio acreditado  
 Área ENSAYOS DE GEOTECNIA (GT)  
 (RD 410/2010) RG LECCE: PVS-L-026  
 PE Zutazu - Zubiberri Bidea 29  
 20018-Donostia-San Sebastián  
 Tfno.: 943 310 471

Prohibida la reproducción  
 sin autorización de Ikerlur SL

INFORME nº **BIT-200903-DPSH-01** del 29/09/2020

Ref. trabajo: **BIT-200903**

Título: Estación ETS Bedia

Localidad: BEDIA

Sondista: Pedro Bada

Máquina: RL 28-C

Penetrómetro Nº **P - 01**

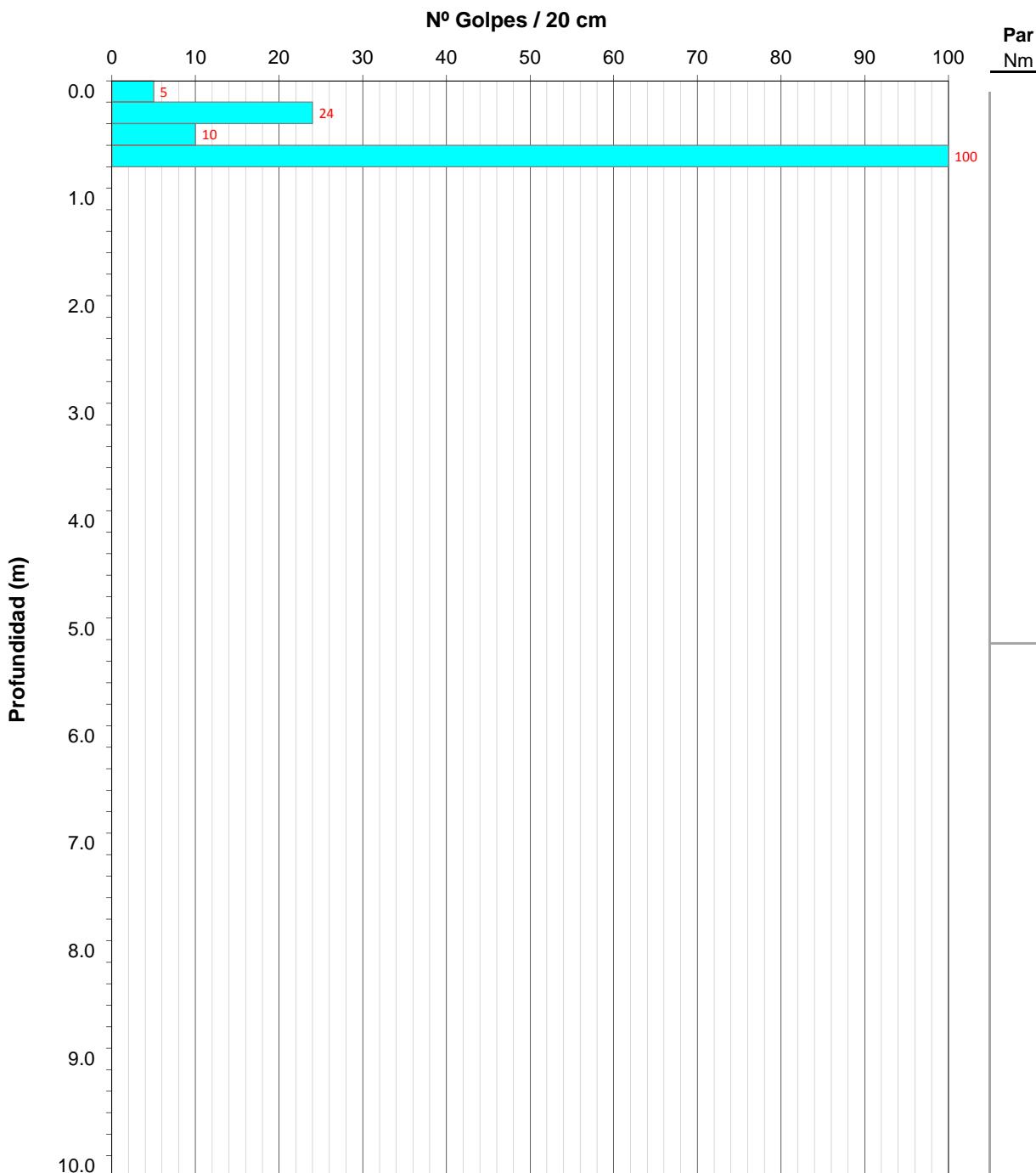
Fecha ensayo: **24/09/2020**

Hora inicio: 10:00

Duración: 10 min

Tiempo: Lluvia

<u>Dispositivo de golpeo</u>	<u>Varillaje</u>	<u>Cono</u>
Masa de la maza: 63.5 kg	Diám.: 32 mm	Área: 20 cm <sup>2</sup>
Altura de caída: 760 mm	Masa: 6.2 kg/cm	Tipo <input checked="" type="checkbox"/> Perdido <input type="checkbox"/> Recuperado
Masa total: 115 kg	Longitud: 100 cm	



# PRUEBA DE PENETRACIÓN DINAMICA - DPSH

Efectuada según la Norma UNE-EN ISO 22476-2

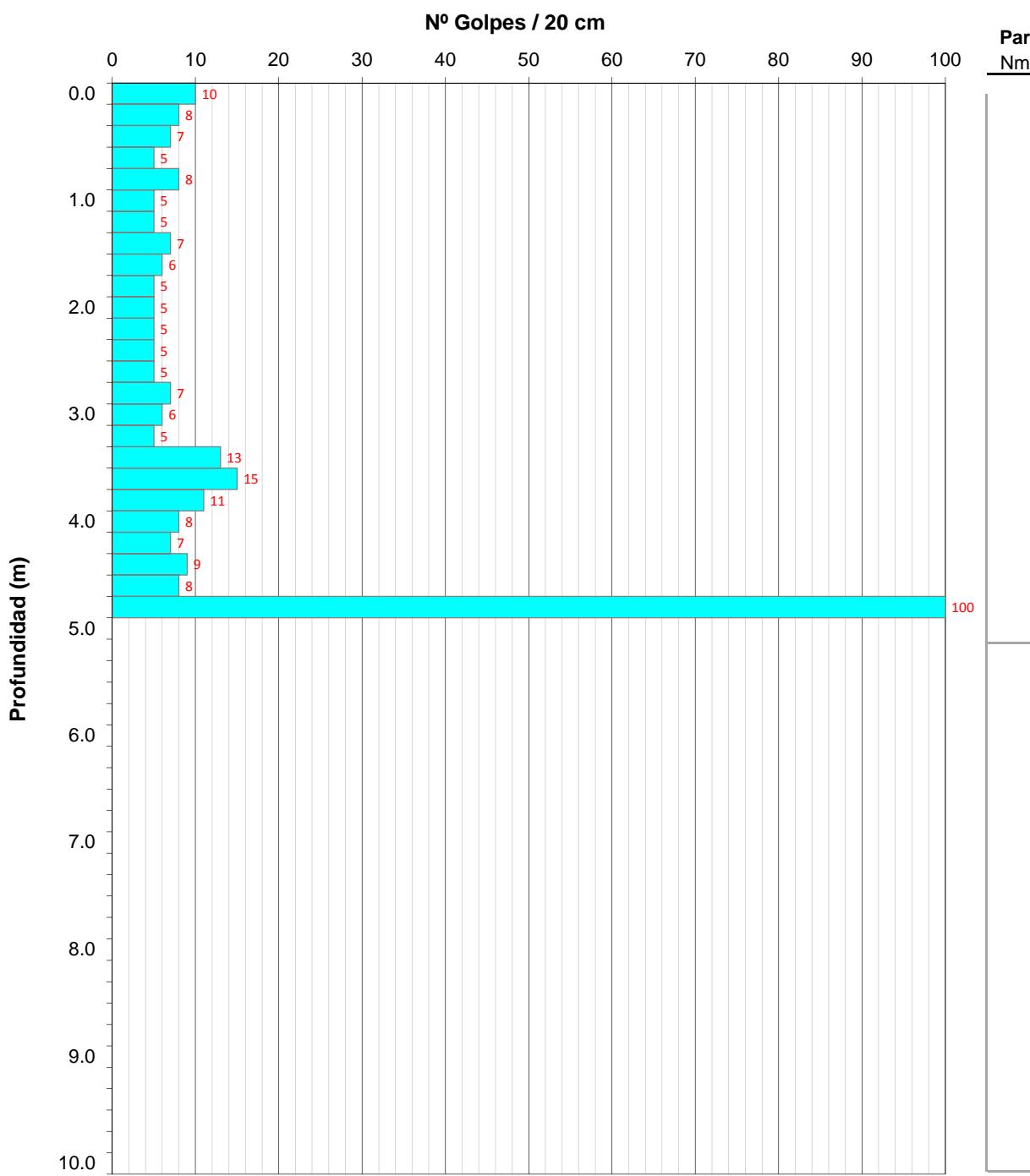
Los resultados reflejados en este informe se refieren únicamente a los ensayos in-situ realizados

Laboratorio acreditado  
 Área ENSAYOS DE GEOTECNIA (GT)  
 (RD 410/2010) RG LECCE: PVS-L-026  
 PE Zutzu - Zubiberri Bidea 29  
 20018-Donostia-San Sebastián  
 Tfno.: 943 310 471

Prohibida la reproducción  
 sin autorización de Ikerlur SL

**INFORME nº BIT-200903-DPSH-02 del 29/09/2020**
**Ref. trabajo: BIT-200903**
**Título: Estación ETS Bedia**
**Localidad: BEDIA**
**Sondista: Pedro Bada**
**Máquina: RL 28-C**

<b>Dispositivo de golpeo</b>	<b>Varillaje</b>	<b>Cono</b>	<b>Penetrómetro N°</b>	<b>P - 02</b>
Masa de la maza: 63.5 kg	Diám.: 32 mm	Área: 20 cm <sup>2</sup>	Fecha ensayo:	<b>24/09/2020</b>
Altura de caída: 760 mm	Masa: 6.2 kg/cm	Tipo <input checked="" type="checkbox"/> Perdido <input type="checkbox"/> Recuperado	Hora inicio:	10:20
Masa total: 115 kg	Longitud: 100 cm		Duración:	45 min
			Tiempo:	Lluvia



---

## A-7

### **Ensayos de campo y de laboratorio**

---

- Resumen de ensayos SPT y muestras extraídas
- Resultados esclerométricos Martillo Schmidt tipo L
- Ensayos de laboratorio

Ref. Trabajo: **BIT-200903** Remodelación estación ETS

Localidad: BEDIA

Calicata - Sondeo	Prof. superior (m)	Prof. inferior (m)	MUESTRA	Golpeo1	Golpeo2	Golpeo3	Golpeo4
C-01	1.10	1.30	MA-01				
C-03	1.10	1.30	MA-01				
C-04	1.40	1.60	MA-01				
C-05	1.00	1.20	MA-01				
C-07	1.00	1.20	MA-01				
C-09	0.40	0.60	MA-01				
C-10	0.70	0.90	MA-01				
S-01	0.60	1.20	SPT-A-01	4	7	10	11
S-01	1.80	2.40	MI-01	6	10	12	12
S-01	4.50	5.10	MI-02	3	5	6	4
S-01	6.90	7.20	MP-01				
S-01	7.90	8.20	MP-01				
S-02	1.50	2.10	SPT-A-01	2	5	7	9
S-02	3.60	4.10	MI-01	4	10	12	50
S-02	5.40	5.80	MP-01				
S-02	7.80	8.10	MP-01				

Ref. Trabajo: **BIT-200903** Remodelación estación ETS  
 Localidad: BEDIA

Situación	Fecha	Profundidad ensayo Inicio (m)	Referencia ensayo	Índice de Schmidt	Resistencia a compresión uniaxial (MPa) (kp/cm <sup>2</sup> )	Lito-logía	Meteo-rización	
<b>C-03</b>	24-09-20			47.78	118.99	1.213	Cal	II
<b>S-01</b>	23-09-20	06.50	S01_MS_0650-0660	50.60	137.69	1.404	Cal	II
<b>S-01</b>	23-09-20	07.30	S01_MS_0730-0740	49.40	129.39	1.319	Cal	II
<b>S-02</b>	24-09-20	04.50	S02_MS_0450-0460	49.00	126.73	1.292	Cal	II
<b>S-02</b>	24-09-20	08.70	S02_MS_0870-0880	50.60	137.69	1.404	Cal	II
<b>P.O-03</b>	24-09-20			47.78	118.99	1.213	Cal	II

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE LA ROCA  
 mediante el martillo de Schmidt (Tipo L) \*

\*ISMR - Suggested methods for rock characterization, testing and monitoring - Part 3: Determination of the Schmidt rebound hardness

TRABAJO	Remodelación estación ETS								BEDIA				BIT-200903			
Situación	<b>C-03</b>		<b>S-01</b>		<b>S-01</b>		<b>S-02</b>		<b>S-02</b>		<b>P.O-03</b>					
Fecha	24-09-20		23-09-20		23-09-20		24-09-20		24-09-20		23-09-20					
Equipo utilizado	MS-02		MS-02		MS-02		MS-02		MS-02		MS-02					
Profundidad (m)			06.50	06.60	07.30	07.40	04.50	04.60	08.70	08.80						
Litología	Caliza karstificada		Calizas y calcarenitas karstificadas		Calcareita											
Grado de meteorización	II		II		II		II		II		II					
Referencia ensayo			<b>S01_MS_0650-0660</b>		<b>S01_MS_0730-0740</b>		<b>S02_MS_0450-0460</b>		<b>S02_MS_0870-0880</b>							
Inclinación martillo (*)	-45		-90		-90		-90		-90		-90					
Densidad roca (kN/m³)	25.51		25.51		25.51		25.51		25.51		25.51					
Nº Rebote	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar	Datos	Ordenar
1	48.00	52.00	44.00	52.00	48.00	50.00	46.00	53.00	52.00	52.00	42.00	54.00				
2	46.00	48.00	49.00	51.00	47.00	50.00	48.00	48.00	48.00	51.00	52.00	52.00				
3	48.00	48.00	48.00	51.00	50.00	50.00	48.00	48.00	50.00	50.00	51.00	52.00				
4	46.00	48.00	48.00	50.00	50.00	49.00	48.00	48.00	50.00	50.00	49.00	51.00				
5	52.00	46.00	49.00	49.00	46.00	48.00	46.00	48.00	47.00	50.00	43.00	49.00				
6	44.00	46.00	51.00	49.00	44.00	48.00	53.00	46.00	44.00	49.00	47.00	49.00				
7	44.00	44.00	52.00	48.00	45.00	47.00	48.00	46.00	49.00	48.00	46.00	47.00				
8	40.00	44.00	51.00	48.00	48.00	46.00	46.00	46.00	51.00	47.00	54.00	46.00				
9	40.00	40.00	50.00	47.00	49.00	45.00	46.00	46.00	46.00	46.00	52.00	43.00				
10	48.00	40.00	47.00	44.00	50.00	44.00	45.00	45.00	50.00	44.00	49.00	42.00				
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

(\*) Inclinación martillo -90° vertical abajo, -45° abajo, 0° horizontal, 45° arriba, 90° vertical arriba.

Nº Rebotes cálculo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Rebote medio de campo	48.40	50.60	49.40	49.00	50.60	51.60		
Indice corregido	47.78	50.60	49.40	49.00	50.60	51.60		
<b>R.Uniaxial. MPa</b>	<b>118.99</b>	<b>137.69</b>	<b>129.39</b>	<b>126.73</b>	<b>137.69</b>	<b>145.02</b>		
<b>R.Uniaxial. kp/cm²</b>	<b>1.213</b>	<b>1.404</b>	<b>1.319</b>	<b>1.292</b>	<b>1.404</b>	<b>1.479</b>		

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Subcontratados a: **GTK**

- Acta de resultados de ensayo.



## GTK Laboratorio Geotécnico

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil  
Bº Iseca Vieja, 51 - 39776 Liendo (CANTABRIA)  
Tfno: 942 64 39 81  
info@gtklaboratorio.com

### INFORME DE RESULTADOS

INFORME Nº: E341020

REF. MUESTRAS: 7368-7378

PETICIONARIO: IKERLUR GEOLOGÍA Y GEOTECNIA  
Edificio Ondarreta, Planta 2<sup>a</sup>, Local 5  
20018 SAN SEBASTIÁN

SOLICITUD / OBRA:

Ensayos de suelos y rocas / BIT200903 Estación Bedia (Bizkaia).

El presente Informe técnico se emite bajo las condiciones siguientes:

1. Se prohíbe la reproducción total o parcial de los datos presentados.
2. La información contenida en este documento es estrictamente confidencial. GTK Laboratorio Geotécnico no facilitará información relativa a este Informe a terceras personas, salvo autorización escrita del cliente o en los casos previstos por las leyes vigentes.
3. Los resultados de ensayos tienen valor únicamente en relación con las muestras referidas en las actas.
4. GTK Laboratorio Geotécnico emplea para la realización e interpretación de los ensayos y pruebas, el personal y los medios adecuados en cada caso, no aceptando más responsabilidad ni obligaciones que la repetición gratuita de los ensayos sobre nuevas muestras, en el caso de fallos ajenos a su intención.
5. GTK Laboratorio Geotécnico no se responsabiliza de la veracidad de los datos aportados por el cliente.

El presente informe consta de 59 hojas, incluida ésta.

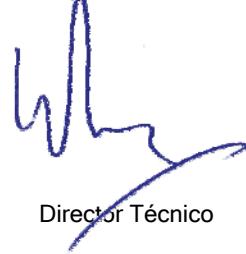
En Liendo, a 28 de octubre de 2020

Pablo Salvarrey Isequilla  
Geólogo Colegiado nº 3974



Director de Laboratorio

Ignacio San José Carrasco  
Geólogo Colegiado nº 3972



Director Técnico

**RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS**

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Estación Bedia			Ikerlur, S.L.	
Nº REFERENCIA DE LAS MUESTRAS						
	CALICATA / SONDEO	7368	7369	7370	7371	7372
LOCALIZACIÓN	TIPO DE MUESTRA	S1	S1	S1	S1	S2
	PROFUNDIDAD	0,60-1,20	1,80-2,40	6,90-7,20	7,90-8,20	3,60-4,10
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		CL			CL
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 $\mu$ (%)	69,7			92,5
		SUPERIOR A 5 mm (%)	8,8			1,4
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO $W_L$	40,3			44,4
		LÍMITE PLÁSTICO $W_P$	20,1			20,8
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD $I_p$	20,2			23,6
	HUMEDAD NATURAL $\omega$ (%)		19,0			25,7
	DENSIDAD APARENTE ( $g/cm^3$ )		2,06			1,98
	DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )		1,73			1,57
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS ( $g/cm^3$ )					
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)					
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)	32				
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO <sub>4</sub> /kg)	35				
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)					
	CONTENIDO EN YESO (%)					
	CONTENIDO EN SALES (%)					
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO <sub>3</sub> )					
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)					
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa					
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)					
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)					
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)					
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)					
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)					
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)					
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)					
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)		352			
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)					
	COHESIÓN (kPa)					
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)			69,73		
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)				4,17	
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)					
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR ( $g/cm^3$ )					
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)					
	ÍNDICE C.B.R. 100%					
	ÍNDICE C.B.R. 95%					

**RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS**

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Estación Bedia			Ikerlur, S.L.	
REFERENCIA		7373	7374	7375	7376	7377
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S2	S2	C1	C4	C5
	TIPO DE MUESTRA	TP	TP	MA	MA	MA
	PROFUNDIDAD	5,40-5,80	7,80-8,10	1,20	1,50	1,10
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.			CL	CL	CH
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 $\mu$ (%)		92,4	89,8	94,6
		SUPERIOR A 5 mm (%)		0,0	0,0	0,0
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO $W_L$		37,0	35,2	56,0
		LÍMITE PLÁSTICO $W_P$		19,8	20,1	24,6
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD $I_p$		17,2	15,1	31,4
	HUMEDAD NATURAL $\omega$ (%)			19,1	16,8	23,1
	DENSIDAD APARENTE ( $g/cm^3$ )					1,93
	DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )					1,56
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS ( $g/cm^3$ )					
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)					
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)					
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO <sub>4</sub> /kg)					
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)			0,39	0,33	
	CONTENIDO EN YESO (%)			0,06	0,08	
	CONTENIDO EN SALES (%)			0,13	0,15	
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO <sub>3</sub> )					
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)					
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa					
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)					
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)			0,21	0,04	
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)					
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)			0,03	0,03	
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)					
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)					
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)					
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)					
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)					
	COHESIÓN (kPa)					
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)	39,22				
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)		3,73			
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)					
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR ( $g/cm^3$ )			1,77 / 1,87	1,74 / 1,85	
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)			16,5 / 13,7	17,0 / 14,5	
	ÍNDICE C.B.R. 100%			11,35	10,17	
	ÍNDICE C.B.R. 95%			9,33	9,58	

**RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS**

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE):		Estación Bedia			Ikerlur, S.L.		
REFERENCIA		7378					
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	C9					
	TIPO DE MUESTRA	MA					
	PROFUNDIDAD	0,50					
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN y ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML					
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 $\mu$ (%)	55,2				
		SUPERIOR A 5 mm (%)	25,7				
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO $W_L$		N.P.			
		LÍMITE PLÁSTICO $W_P$					
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD $I_p$					
	HUMEDAD NATURAL $\omega$ (%)						
	DENSIDAD APARENTE ( $g/cm^3$ )						
	DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )						
	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS ( $g/cm^3$ )						
ENSAYOS QUÍMICOS	DETERMINACIÓN DEL Ph (UNE 77305:99)						
	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO <sub>4</sub> /kg)						
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS (%CaCO <sub>3</sub> )						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	INDICE DE COLAPSO (EDÓMETRO), (%)						
	INDICE DE POROS INICIAL (CONSOLID. EDÓM.)						
	INDICES compresión y Entumecimiento (CONSOLID. EDOM.)						
	MODULOS Edometrico secante y compresibilidad (CONSOLID. EDOM.)						
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)						
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR ( $g/cm^3$ )						
	HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR (%)						
	ÍNDICE C.B.R. 100%						
	ÍNDICE C.B.R. 95%						

## APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 1 de 2

PETICIONARIO (CLIENTE):	Ikerlur, S.L.			
OBRA:	Estación Bedia			
REALIZADO POR:	MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME N°:		E341020
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:		28/10/2020

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7368	0,60-1,20	S1	SPT	-	7369	1,80-2,40	S1	MI	-
									
Arcilla limosa con algo de arena y grava de color marrón					Arcilla limosa con arena y alguna grava de color marrón				
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7370	6,90-7,20	S1	TP	Positiva	7371	7,90-8,20	S1	TP	Positiva
La fotografía de la muestra se puede ver en el ensayo de compresión.					La fotografía no se puede mostrar.				
Calcarenita de color gris					Calcarenita de color gris				
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7372	3,60-4,10	S2	MI	-	7373	5,40-5,80	S2	TP	Positiva
					La fotografía de la muestra se puede ver en el ensayo de compresión.				
Arcilla limosa algo de arena y grava de color marrón					Calcarenita de color gris				

  
 Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio

Observaciones:

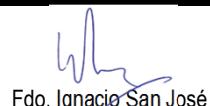
---



---



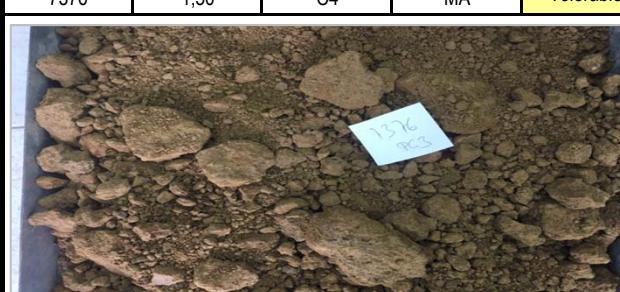
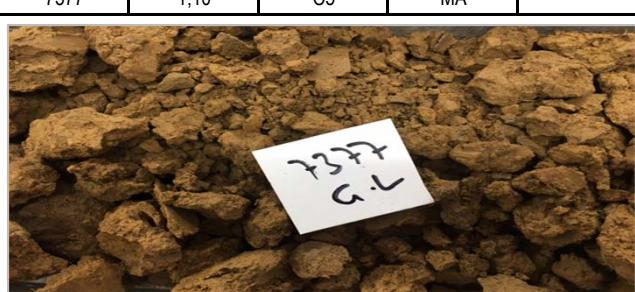
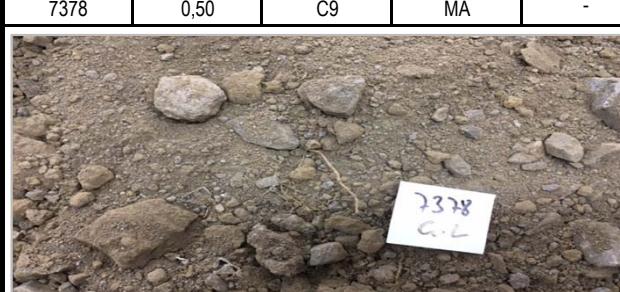
---

  
 Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

## APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 2 de 2

PETICIONARIO (CLIENTE):	Ikerlur, S.L.			
OBRA:	Estación Bedia			
REALIZADO POR:	MIGUEL ANGEL ORTIZ FDEZ.	INFORME N°:		E341020
REVISADO POR:	PABLO SALVARREY ISEQUILLA	FECHA DE EMISIÓN:		28/10/2020

Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Clasificación según PG3
7374	7,80-8,10	S2	TP	Positiva	7375	C1	1,20	MA	Tolerable
La fotografía no se puede mostrar.									
Calcarenita de color gris					Arcilla limosa con algo de arena de color marrón				
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Clasificación según PG3	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7376	1,50	C4	MA	Tolerable	7377	1,10	C5	MA	-
									
Arcilla limosa con algo de arena de color marrón					Arcilla limosa con algo de arena de color marrón				
Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico	Ref. Muestra	Profundidad	Localización	Tipo	Reacción al ácido clorhídrico
7378	0,50	C9	MA	-					
									
Limo arenoso con grava de color marrón y gris									

  
 Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio

Observaciones:

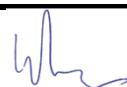
---



---



---

  
 Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7368	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 0,60-1,20 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	26/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		
	<i>Ikerlur, S.L.</i>		

Peso de suelo seco ensayado (g)	100
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	50
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	0,8
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	32

Peso de suelo analizado: M (kg)	0,05
Tara del crisol: C (g)	81,8200
Peso del filtro calcinado: F (g)	0,0000
C + F + Precipitado (g)	81,8242
Peso precipitado = (C + F + Precipitado)-(C + F)	0,0042
mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kilo de suelo = 411,6 x P / M	34,5744
Contenido en ión SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%) (UNE 83963)	0,003

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)	32	> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kilo de suelo)	35	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

#### EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

El suelo no es agresivo para el hormigón

#### OBSERVACIONES:

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

 <b>Laboratorio Geotécnico</b>	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7369	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 1,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	05/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

Masa del agua	$m_w$ (g)	17,51
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	176,72
Muestra seca	$m_2$ (g)	159,21
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	67,08
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	92,13
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	19,0

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7369		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	1,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020			
Fecha de Ensayo:	05/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

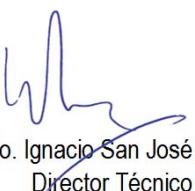
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$	17,51
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	176,72
Tara+suelo	$t+s$	159,21
Tara	$t$	67,08
Suelo	$s$	92,13
<b>% Humedad</b>	$w = a/s \times 100$	<b>19,0</b>

Masa muestra	$m$ (g)	135,66
Masa muestra con relleno de huecos	$m_f$ (g)	135,66
Masa muestra+parafina	$m_c$ (g)	139,65
Densidad parafina	$\gamma_p$ (Mg/m <sup>3</sup> )	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	$\gamma_{fl}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	$m_g$ (g)	69,00
Volumen muestra	$V = [(m_c - m_g)/\gamma_{fl}] - [(m_c - m_f)/\gamma_p] \times 10^{-6} (m^3)$	65,90
<b>Densidad húmeda</b>	$\gamma_{ap} = m / V$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>2,06</b>
<b>Densidad seca</b>	$\gamma_d = \gamma_{ap} / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>1,73</b>

#### OBSERVACIONES:

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*

  
 Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio

  
 Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7369	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 1,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	22/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	816,20
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_r$ )	0,00
E	Fracción fina previa al cuarteo	816,20
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	8,68
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	94,00

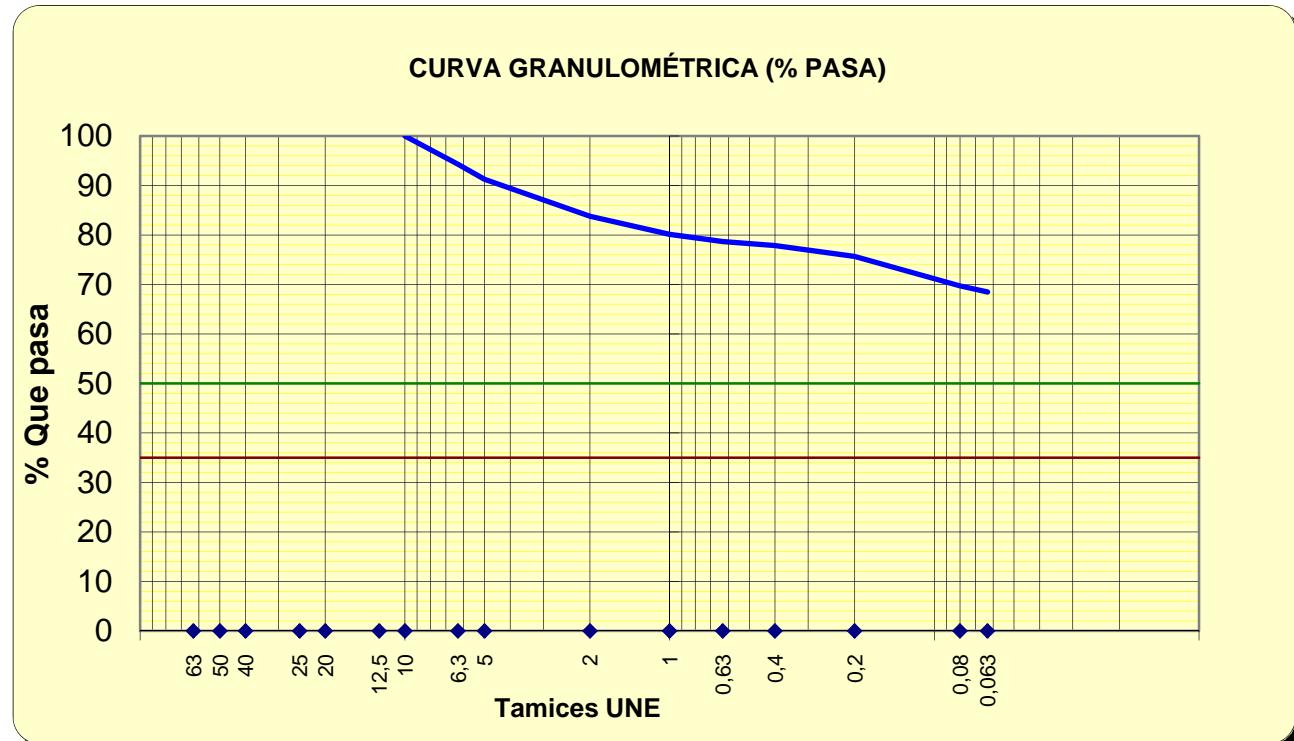
Masa del agua	$m_w$ (g)	4,03
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	199,26
Muestra seca	$m_2$ (g)	195,23
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	60,40
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	134,83
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	3,0

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medianas y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m'_{ssn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )	
	Designación	Abertura mm.	3	4	5	6	7	
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
					816,2	100,0		
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,00	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,00	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,00	0,00		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	5,37	46,63		0,06	94,3	
5	Nº 4	4,750	2,86	24,83		0,09	91,2	
2	Nº 10	2,000	7,01	60,87		0,16	83,8	
1	Nº 18	1,000	3,42	29,70		0,20	80,1	
0,63	Nº 30	0,590	1,37	11,90		0,21	78,7	
0,40	Nº 40	0,420	0,78	6,77		0,22	77,9	
0,20	Nº 80	0,180	2,07	17,97		0,24	75,7	
0,08	Nº 200	0,074	5,58	48,45		0,30	69,7	
0,063	Nº 230	0,063	1,15	9,99		0,32	68,5	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )	0,08						
	Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )	816,20						
	Diferencia entre m y $m_t$ (%)	0,00						

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

Nº Referencia Muestra: 7369



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,3	91,2	83,8	80,1	78,7	77,9	75,7	69,7	68,5

%	SUCS	CTE
GRAVA	8,8	16,2
ARENA	21,5	15,3
FINOS	69,7	68,5

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico



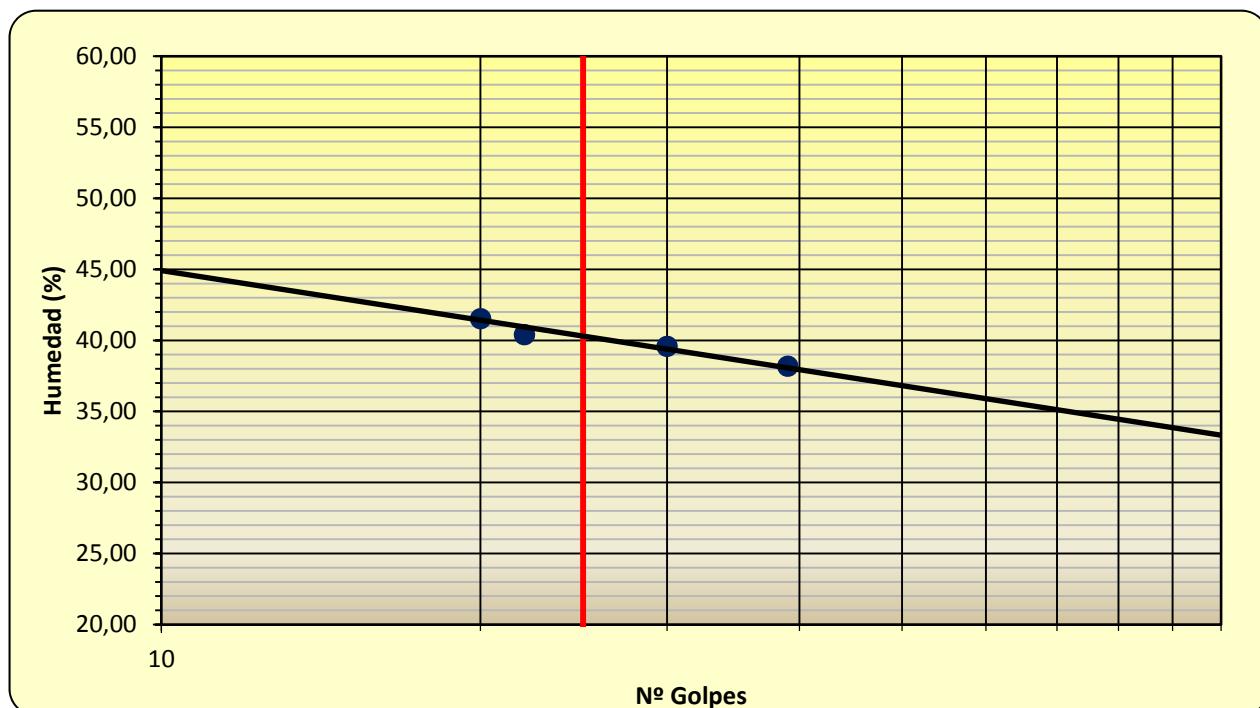
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)

Nº Referencia Muestra:	7369	Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 1,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	27/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Método empleado:

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

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	22	20	30	39
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	31,45	31,81	27,92	30,09
t+s	Tara+suelo	29,28	29,80	26,19	28,28
t	Tara	23,91	24,96	21,82	23,54
s=(t+s)-t	Suelo	5,37	4,84	4,37	4,74
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,17	2,01	1,73	1,81
w=100x a / s	Humedad (%)	40,41	41,53	39,59	38,19
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50º)	70,7				
		W (Muestra original):	19,01		
		W (Previa al ensayo):	2,99		
		m1 (g)	220,30	mr (g)	62,64
Suelo secoado en estufa a no más de 50 º C		LÍMITE LÍQUIDO:	40,3		



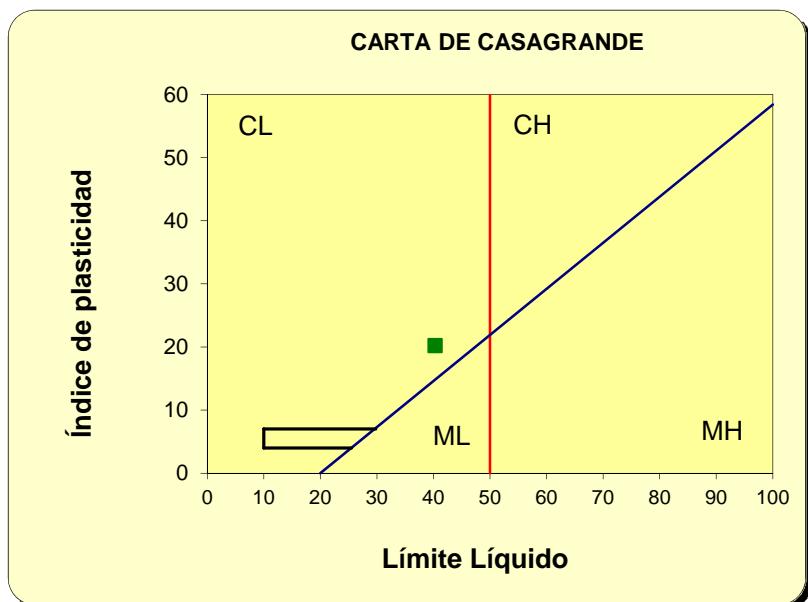
	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 2 de 2
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)		

Nº Referencia Muestra: 7369

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,10	24,68
t+s	Tara+suelo	26,60	24,19
t	Tara	24,12	21,74
s=(t+s)-t	Suelo	2,48	2,45
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,50	0,49
w=100x a / s	Humedad (%)	20,16	20,00

**LÍMITE PLÁSTICO**  
20,1

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	8,8
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	69,7
LÍMITE LÍQUIDO, LL	40,3
LÍMITE PLÁSTICO, LP	20,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	20,2
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de baja plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUIDED, I <sub>L</sub>	-0,1
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I <sub>c</sub>	-19,8
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I <sub>a</sub>	-



#### Método de preparación:

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

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

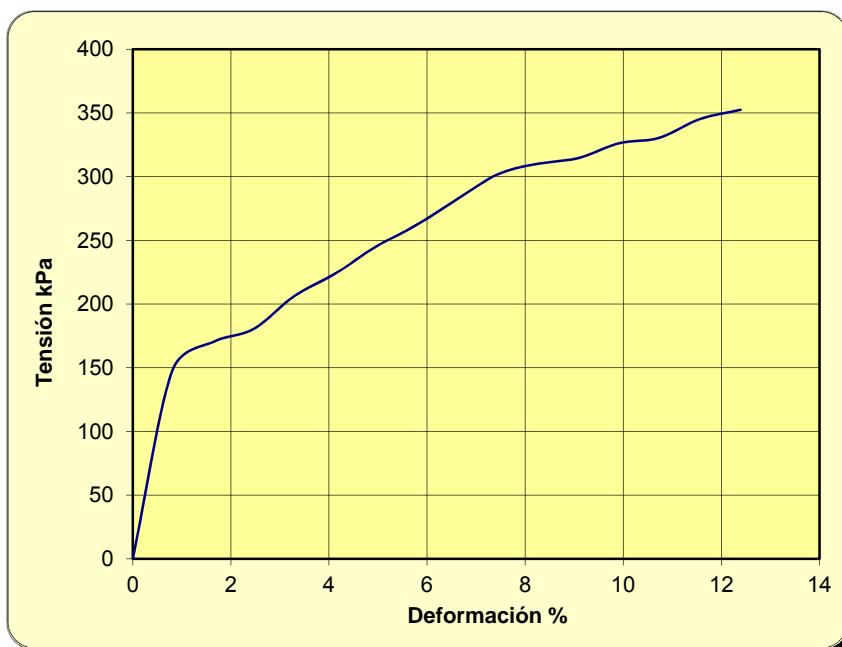
Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN PROBETAS DE SUELO (UNE-EN ISO 17892-7)

Nº Referencia Muestra:	7369		Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	1,80-2,40 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020			
Fecha de Ensayo:	06/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
Diámetro	d (mm)	5,57	
Lado	m (mm)	-	
Lado	n (mm)	-	
Altura	h (mm)	11,79	
Humedad	w (%)	20,01	
Densidad aparente	$\gamma_{ap}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	2,03	
Densidad seca	$\gamma_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,69	
Resistencia compresión simple	q <sub>u</sub> (kPa)	352	
Velocidad de rotura de la probeta	v (mm/min)	2	
Deformación en rotura	$\epsilon$ (%)	12,4	



PROBETA ABIERTA



OBSERVACIONES:

---

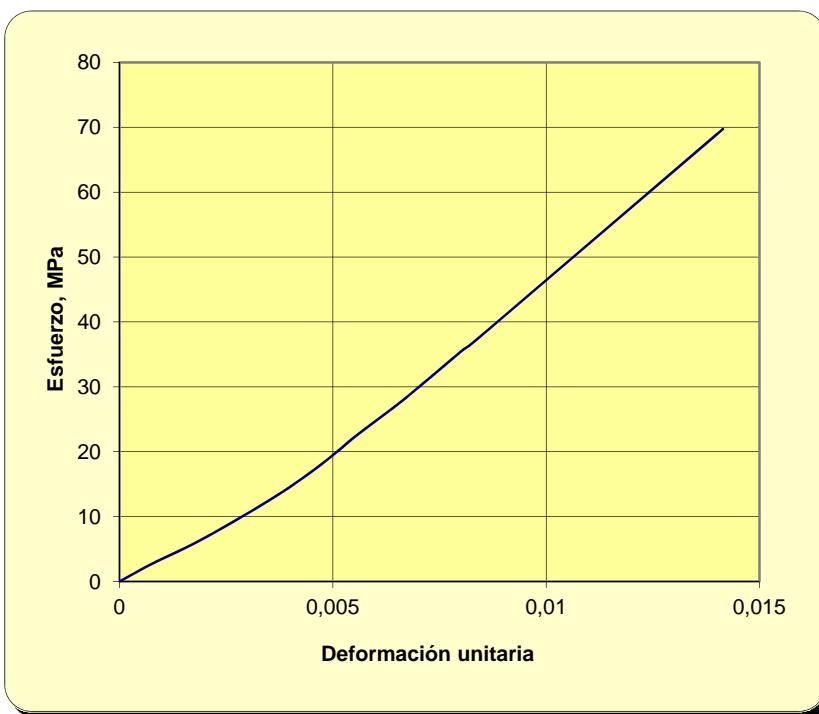
El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7370	Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 6,90-7,20 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	08/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Diámetro de la probeta D (cm)	7,11	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	2084,50
Altura de la probeta L (cm)	18,10	PESO PROBETA SECA + tara	2076,54
Carga de rotura P (Kg)	28240	TARA	142,20
Humedad (%)	0,41	AGUA	7,96
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	ROCA SECA	1934,34
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,69		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P/(4D^2/4)$ , MPa		69,73	



Este resultado es válido para esta muestra

**OBSERVACIONES:**

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7371		Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1	7,90-8,20 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020			
Fecha de Ensayo:	19/10/2020			
Tipo de Ensayo:	Fragments irregulares		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	70	70
Diámetro de la probeta W = $(W_1+W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	22,69	19,33	20,48	19,37	20,65
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm <sup>2</sup> )	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0036	0,0031	0,0033	0,0031	0,0033
Factor de corrección por tamaño F = $(D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0045	0,0038	0,0040	0,0038	0,0041

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	66	64
Diámetro de la probeta W = $(W_1+W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	19,88	21,82	23,38	21,62	20,36
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm <sup>2</sup> )	6238,86	6238,86	6238,86	5882,35	5704,10
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0032	0,0035	0,0037	0,0037	0,0036
Factor de corrección por tamaño F = $(D_e/50)^{0,45}$	1,23	1,23	1,23	1,21	1,20
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0039	0,0043	0,0046	0,0045	0,0043

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm <sup>2</sup> )	0,0042
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	4,17

OBSERVACIONES:

---



---



---

El resultado es válido para esta muestra



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

 <b>Laboratorio Geotécnico</b>	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7372	Informe Nº:	<b>E341020</b>
Muestra (Origen / Profundidad):	S2 3,60-4,10 m		
Fecha de Toma:	<b>24/09/2020</b>		
Fecha de Ensayo:	<b>05/10/2020</b>	Fecha de emisión del Informe:	<b>28/10/2020</b>
Procedencia (Obra / Cliente):		<i>Estación Bedia</i>	<i>Ikerlur, S.L.</i>

Masa del agua	$m_w$ (g)	22,36
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	161,15
Muestra seca	$m_2$ (g)	138,79
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	51,75
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	87,04
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	25,7

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7372		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S2	3,60-4,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	05/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

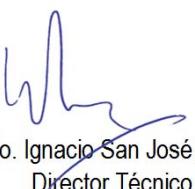
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$	22,36
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	161,15
Tara+suelo	$t+s$	138,79
Tara	$t$	51,75
Suelo	$s$	87,04
<b>% Humedad</b>	$w = a/s \times 100$	<b>25,7</b>

Masa muestra	$m$ (g)	124,20
Masa muestra con relleno de huecos	$m_f$ (g)	124,20
Masa muestra+parafina	$m_c$ (g)	127,65
Densidad parafina	$\gamma_p$ (Mg/m <sup>3</sup> )	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	$\gamma_{fl}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	$m_g$ (g)	60,80
Volumen muestra	$V = [(m_c - m_g)/\gamma_{fl}] - [(m_c - m)/\gamma_p] \times 10^{-6} (\text{m}^3)$	62,74
<b>Densidad húmeda</b>	$\gamma_{ap} = m / V$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>1,98</b>
<b>Densidad seca</b>	$\gamma_d = \gamma_{ap} / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>1,57</b>

#### OBSERVACIONES:

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*

  
Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

  
Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotecnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b> <b>Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)</b>	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7372	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S2 3,60-4,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	23/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	990,60
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_f$ )	0,00
E	Fracción fina previa al cuarteo	990,60
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	11,64
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	85,10

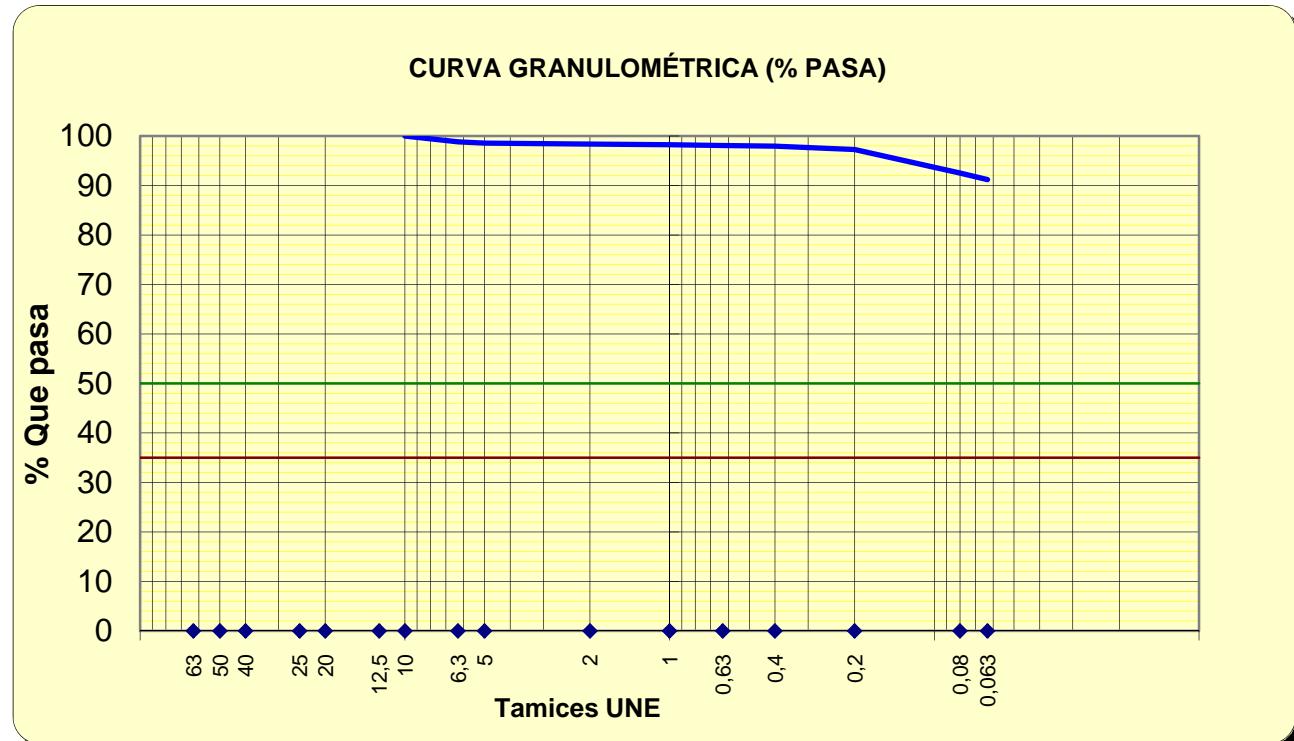
Masa del agua	$m_w$ (g)	5,06
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	228,80
Muestra seca	$m_2$ (g)	223,74
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	61,70
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	162,04
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	3,1

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medianas y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m'_{ssn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )	
	Designación	Abertura mm.	3	4	5	6	7	
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
					990,6	100,0		
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,00	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,00	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,00	0,00		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	1,01	11,76		0,01	98,8	
5	Nº 4	4,750	0,21	2,44		0,01	98,6	
2	Nº 10	2,000	0,17	1,98		0,02	98,4	
1	Nº 18	1,000	0,11	1,28		0,02	98,2	
0,63	Nº 30	0,590	0,12	1,40		0,02	98,1	
0,40	Nº 40	0,420	0,11	1,28		0,02	98,0	
0,20	Nº 80	0,180	0,59	6,87		0,03	97,3	
0,08	Nº 200	0,074	4,04	47,03		0,07	92,5	
0,063	Nº 230	0,063	1,13	13,15		0,09	91,2	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )	0,05						
	Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )	990,60						
	Diferencia entre m y $m_t$ (%)	0,00						

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

Nº Referencia Muestra: 7372



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	98,6	98,4	98,2	98,1	98,0	97,3	92,5	91,2

%	SUCS	CTE
GRAVA	1,4	1,6
ARENA	6,0	7,2
FINOS	92,5	91,2

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

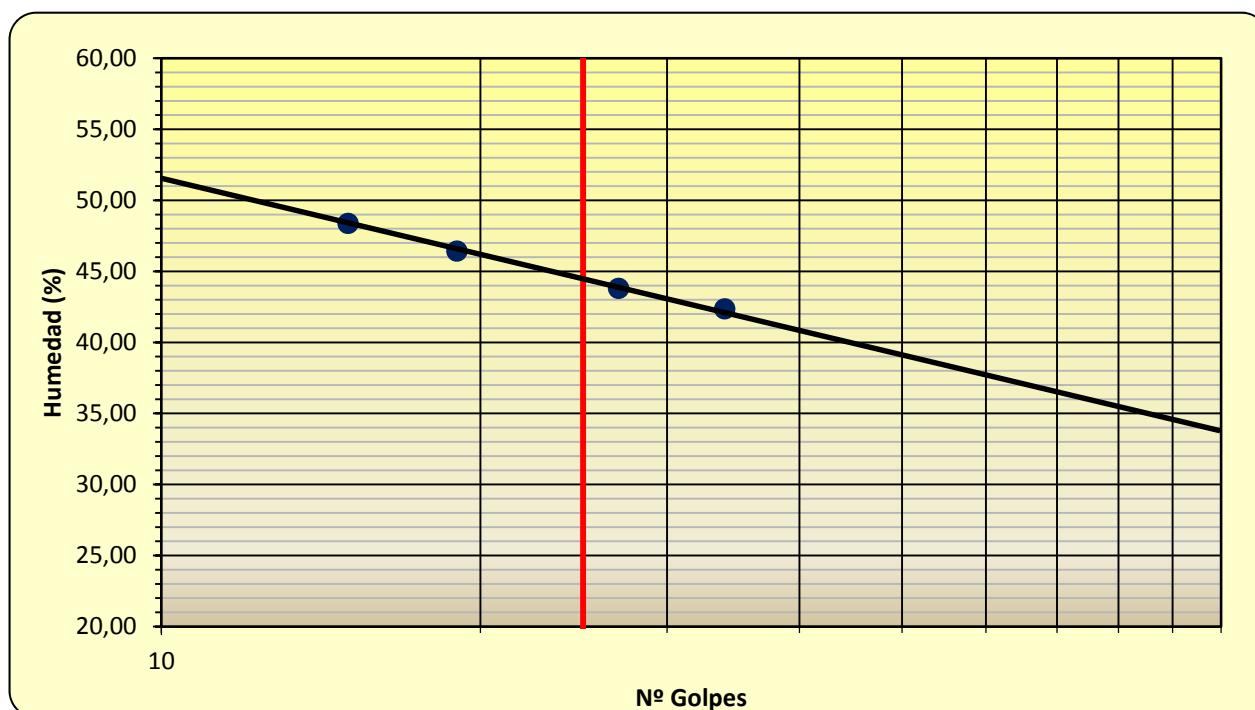
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)

Nº Referencia Muestra:		7372		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):		S2	3,60-4,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020				
Fecha de Ensayo:	27/10/2020			Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>		

Método empleado:

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

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	15	19	34	27
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	29,26	26,12	25,85	25,24
t+s	Tara+suelo	27,76	24,95	24,74	23,93
t	Tara	24,66	22,43	22,12	20,94
s=(t+s)-t	Suelo	3,10	2,52	2,62	2,99
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,50	1,17	1,11	1,31
w=100x a / s	Humedad (%)	48,39	46,43	42,37	43,81
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50º)	97,9	W (Muestra original):		25,69	
		W (Previa al ensayo):		3,12	
		m1 (g)	220,80	mr (g)	4,58
Suelo secoado en estufa a no más de 50 º C		LÍMITE LÍQUIDO:		44,4	



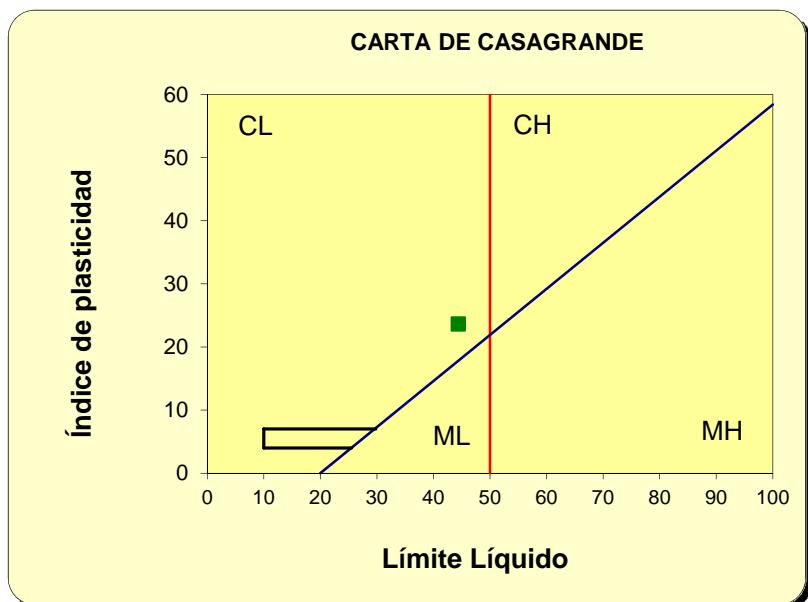
	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 2 de 2
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)		

Nº Referencia Muestra: 7372

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	26,30	27,11
t+s	Tara+suelo	25,75	26,44
t	Tara	23,12	23,19
s=(t+s)-t	Suelo	2,63	3,25
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,55	0,67
w=100x a / s	Humedad (%)	20,91	20,62

**LÍMITE  
PLÁSTICO**  
**20,8**

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	1,4
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	92,5
LÍMITE LÍQUIDO, LL	44,4
LÍMITE PLÁSTICO, LP	20,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	23,6
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de baja plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUIDED, I <sub>L</sub>	0,2
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I <sub>c</sub>	3,8
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I <sub>a</sub>	-



#### Método de preparación:

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

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

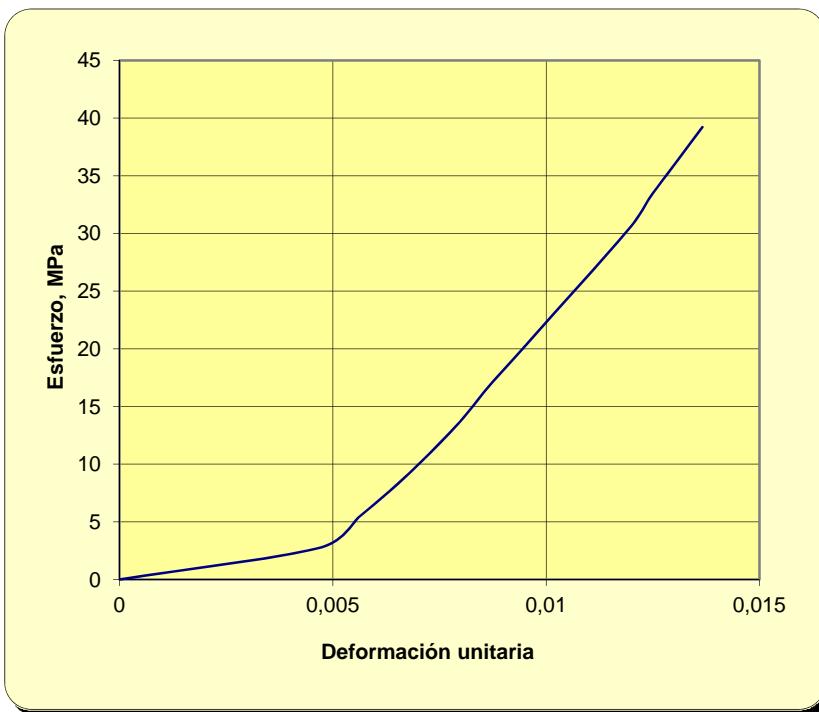
Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

**PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22 950-1:90)**

Nº Referencia Muestra:	7373	Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S2 5,40-5,80 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	08/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Diámetro de la probeta D (cm)	7,09	PESO PROBETA HÚMEDA + tara	2129,24
Altura de la probeta L (cm)	18,08	PESO PROBETA SECA + tara	2118,22
Carga de rotura P (Kg)	15793	TARA	198,98
Humedad (%)	0,57	AGUA	11,02
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,70	ROCA SECA	1919,24
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2,69		
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = P / (\pi D^2 / 4)$ , MPa		39,22	



Este resultado es válido para esta muestra

**OBSERVACIONES:**

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (UNE 22 950-5:96)</b>	Hoja 1 de 1
---	---	-------------

Nº Referencia Muestra:	7374	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S2 7,80-8,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	19/10/2020		
Tipo de Ensayo:	Fragments irregulares	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Nº fragmento ensayado de la muestra	1	2	3	4	5
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	64	70	70
Diámetro de la probeta W = $(W_1+W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	10,86	18,60	16,57	16,14	17,48
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm <sup>2</sup> )	6238,86	6238,86	5704,10	6238,86	6238,86
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0017	0,0030	0,0029	0,0026	0,0028
Factor de corrección por tamaño F = $(D_e/50)^{0.45}$	1,23	1,23	1,20	1,23	1,23
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0021	0,0037	0,0035	0,0032	0,0034

Nº fragmento ensayado de la muestra	6	7	8	9	10
Distancia entre los puntos de aplicación D (mm)	70	70	70	39	44
Diámetro de la probeta W = $(W_1+W_2)/2$ (mm)	70	70	70	70	70
Carga de rotura P (kN)	21,07	16,06	20,14	17,91	16,93
Diámetro equivalente al cuadrado $D_e^2 = 4WD/\pi$ (mm <sup>2</sup> )	6238,86	6238,86	6238,86	3475,94	3921,57
Resistencia a la carga puntual no corregida $I_s = P/D_e^2$	0,0034	0,0026	0,0032	0,0052	0,0043
Factor de corrección por tamaño F = $(D_e/50)^{0.45}$	1,23	1,23	1,23	1,08	1,11
Resistencia a la carga puntual corregida $I_{s(50)} = F \cdot I_s$	0,0041	0,0032	0,0040	0,0055	0,0048

Resistencia a la carga puntual corregida promedio (kN/mm <sup>2</sup> )	0,0037
Resistencia a la carga puntual corregida promedio (MPa)	3,73

OBSERVACIONES:

---



---



---

El resultado es válido para esta muestra



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	28/09/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

Masa del agua	$m_w$ (g)	52,2
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	390,4
Muestra seca	$m_2$ (g)	338,3
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	65,8
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	272,4
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	19,1

OBSERVACIONES:

---



---



---



---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotecnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b> <b>Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)</b>	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	08/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	2873,9
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_r$ )	0,0
E	Fracción fina previa al cuarteo	2873,9
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	28,01
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	102,6

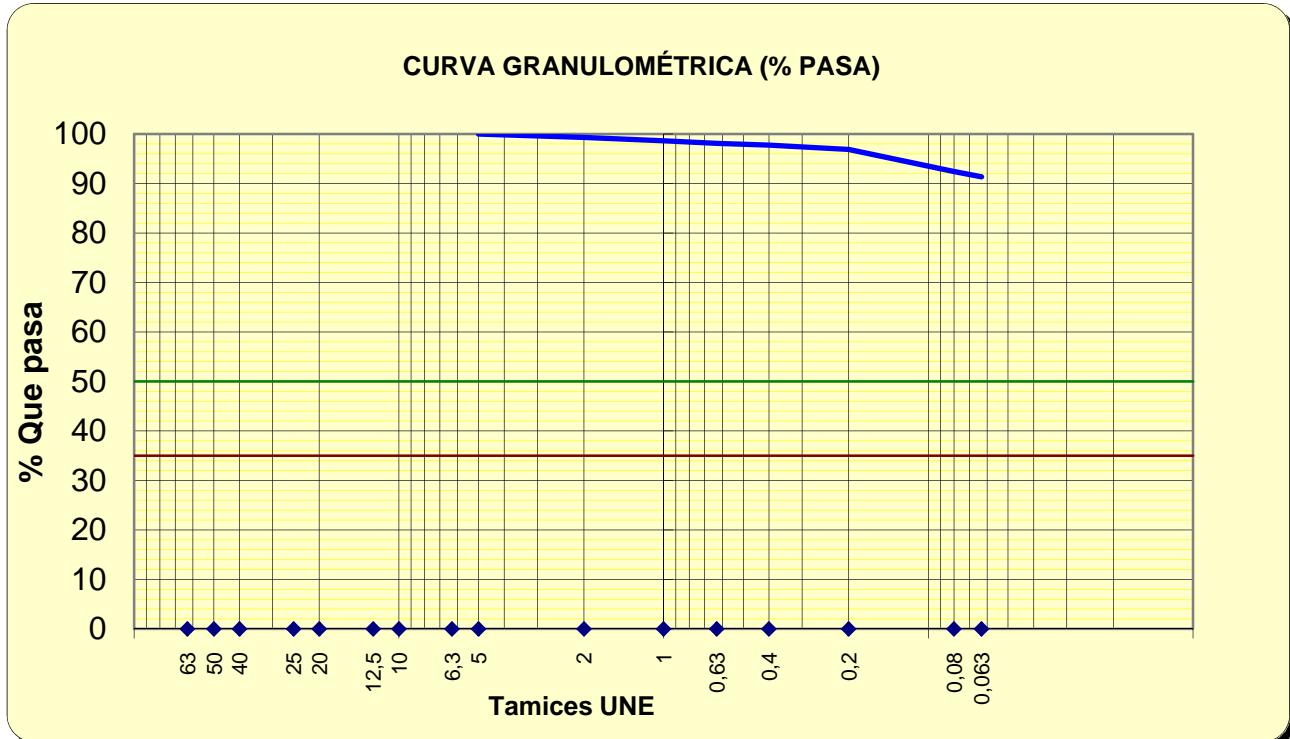
Masa del agua	$m_w$ (g)	14,54
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	247,6
Muestra seca	$m_2$ (g)	233,1
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	67,3
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	165,76
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	8,8

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medias y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones	
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m'_{ssn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )		
	Designación	Abertura mm.							
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7		
						2.873,9	100,0		
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0		
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0		
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0		
25	1"	25,400			0,0	0,00	100,0		
20	3/4"	19,100			0,0	0,00	100,0		
12,5	1/2"	12,700	0,0	0,0		0,00	100,0		
10	3/8"	9,520	0,0	0,0		0,00	100,0		
6,3	1/4"	6,350	0,0	0,0		0,00	100,0		
5	Nº 4	4,750	0,0	0,0		0,00	100,0		
2	Nº 10	2,000	0,7	19,6		0,01	99,3		
1	Nº 18	1,000	0,7	19,3		0,01	98,6		
0,63	Nº 30	0,590	0,5	15,1		0,02	98,1		
0,40	Nº 40	0,420	0,4	10,1		0,02	97,8		
0,20	Nº 80	0,180	0,9	25,2		0,03	96,9		
0,08	Nº 200	0,074	4,6	128,3		0,08	92,4		
0,063	Nº 230	0,063	1,1	30,5		0,09	91,4		
Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )			0,0						
Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )			2873,9						
Diferencia entre $m_t$ y $m_d$ (%)			0,0						

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

Nº Referencia Muestra: 7375



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	98,6	98,1	97,8	96,9	92,4	91,4

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,7
ARENA	7,6	8,0
FINOS	92,4	91,4

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

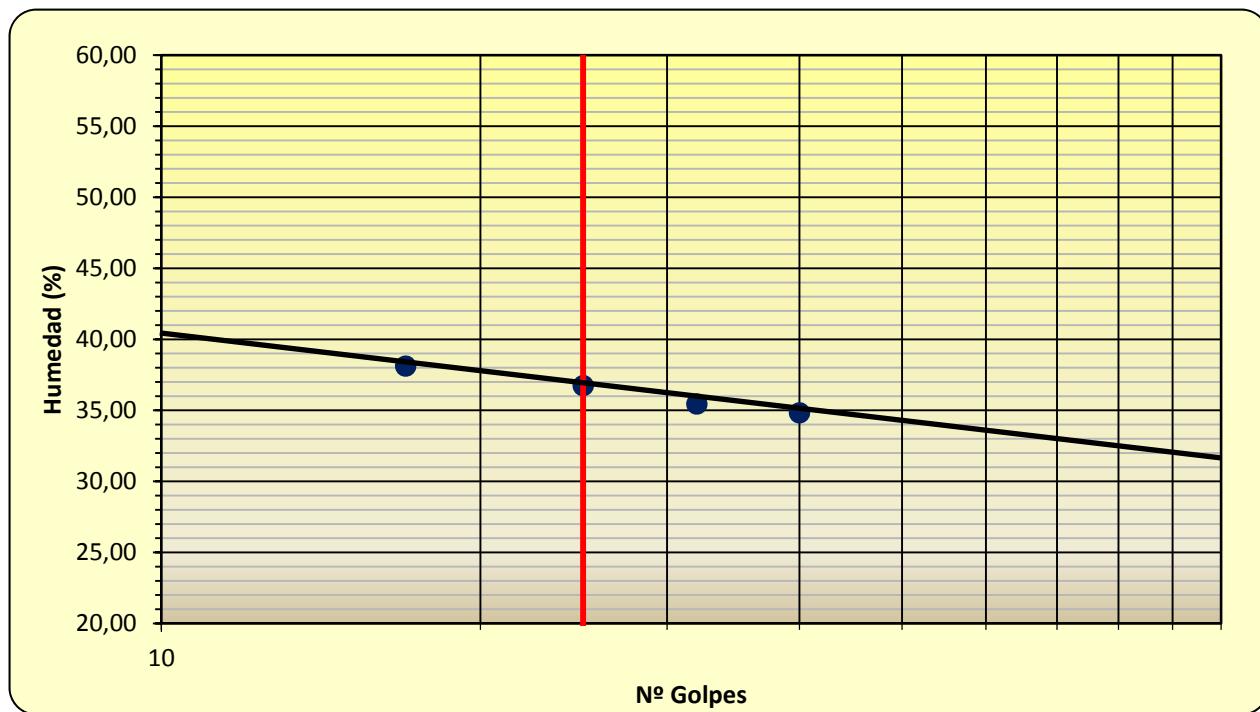
Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:		7375		Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):		C1	1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020				
Fecha de Ensayo:	27/10/2020			Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.	

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

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	25	32	40	
		Referencia tara	1	2	3	
t+s+a	Tara+suelo+agua	29,24	29,66	26,25	24,72	
t+s	Tara+suelo	27,70	28,01	24,91	23,79	
t	Tara	23,66	23,52	21,13	21,12	
s=(t+s)-t	Suelo	4,04	4,49	3,78	2,67	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,54	1,65	1,34	0,93	
w=100x a / s	Humedad (%)	38,12	36,75	35,45	34,83	
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) seco en estufa a 50°	(Material)	97,5	W (Muestra original):		19,14	
			W (Previa al ensayo):		8,77	
			m1 (g)	721,20	mr (g)	16,46
<i>Suelo secado en estufa a no más de 50 °C</i>				LÍMITE LÍQUIDO:		37,0



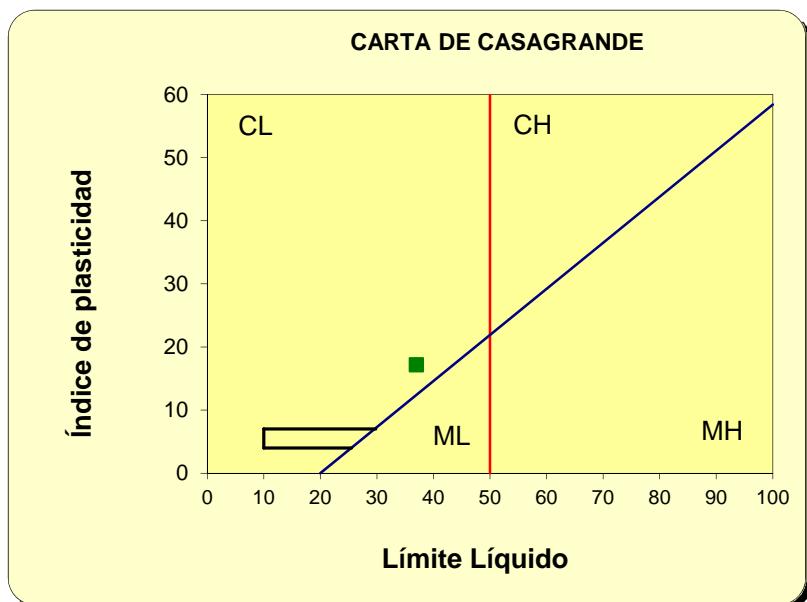
	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)	Hoja 2 de 2
---	---	-------------

Nº Referencia Muestra: 7375

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	28,15	26,55
t+s	Tara+suelo	27,57	26,00
t	Tara	24,68	23,19
s=(t+s)-t	Suelo	2,89	2,81
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,58	0,55
w=100x a / s	Humedad (%)	20,07	19,57

**LÍMITE PLÁSTICO**  
19,8

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	92,4
LÍMITE LÍQUIDO, LL	37,0
LÍMITE PLÁSTICO, LP	19,8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	17,2
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de baja plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUIDEZ, I <sub>L</sub>	0,0
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I <sub>c</sub>	-26,3
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I <sub>a</sub>	-



#### Método de preparación:

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

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN SUELO</b> <b>Método del permanganato potásico (UNE 103 204:19)</b>	Hoja 1 de 1
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	23/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

MUESTRA	M1	M2
M <sub>i</sub> Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C <sub>i</sub> Volumen de KMnO <sub>4</sub> gastado en la valoración	1	0,9
f Factor de normalidad del KMnO <sub>4</sub>	1	1
$\% MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,41	0,37
% MO de la fracción < 5 mm	0,39	
% MO del total de la muestra	0,39	

OBSERVACIONES:

---



---

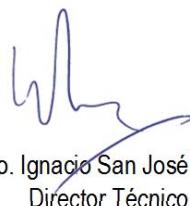


---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra</b>	Hoja 1 de 1
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE UN SUELO (UNE 103205:19)		

Nº Referencia Muestra:	7375		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1	1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	23/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>	

MUESTRA	M1	M2
Volumen inicial, cm <sup>3</sup>	500	500
Volumen empleado, cm <sup>3</sup>	100	100
Masa de la cápsula, g	152,4334	128,2471
Masa cápsula + residuo, g	152,4452	128,2615
Masa del residuo, g	0,0118	0,0144
Masa inicial de suelo, g	50	50
Sales solubles, %	0,12	0,14
Contenido medio en sales, % de la fracción < 5 mm	0,13	
Contenido medio en sales, % del total de la muestra	0,13	

OBSERVACIONES: Añadidos 30 gotas pipeteadas de HCl N<sub>20</sub> para ayudar a la precipitación.

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN YESO SOLUBLE DE UN SUELO (UNE 103206:19)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7375		Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Prof.):	C1	1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	23/10/2020		Fecha de emisión del Informe	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>			<i>Ikerlur, S.L.</i>

Contenido total de sulfatos		
Masa de suelo utilizado (g)	1,000	1,000
Masa del crisol (g)	52,5047	81,8195
Masa crisol + precipitado (g)	52,5067	81,8216
Masa de BaSO <sub>4</sub> (g)	0,002	0,002
Masa de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g)	0,001	0,001
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> totales	0,16	0,17
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> totales Medio	0,17	

Contenido parcial de sulfatos (no procedentes de CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O)		
Masa de suelo utilizado (g)	1,000	1,000
Masa del crisol (g)	59,0688	125,6987
Masa crisol + precipitado (g)	59,0722	125,7020
Masa de BaSO <sub>4</sub> (g)	0,003	0,003
Masa de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g)	0,001	0,001
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> parciales	0,14	0,14
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> parciales Medio	0,14	
CONTENIDO EN YESO % de la fracción < 5 mm	0,06	
CONTENIDO EN YESO % del total de la muestra	0,06	

OBSERVACIONES:

---



---



---

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico



**GTK Laboratorio Geotecnico**  
**Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil**

Hoja 1 de 1

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL (UNE 103-500-94)**

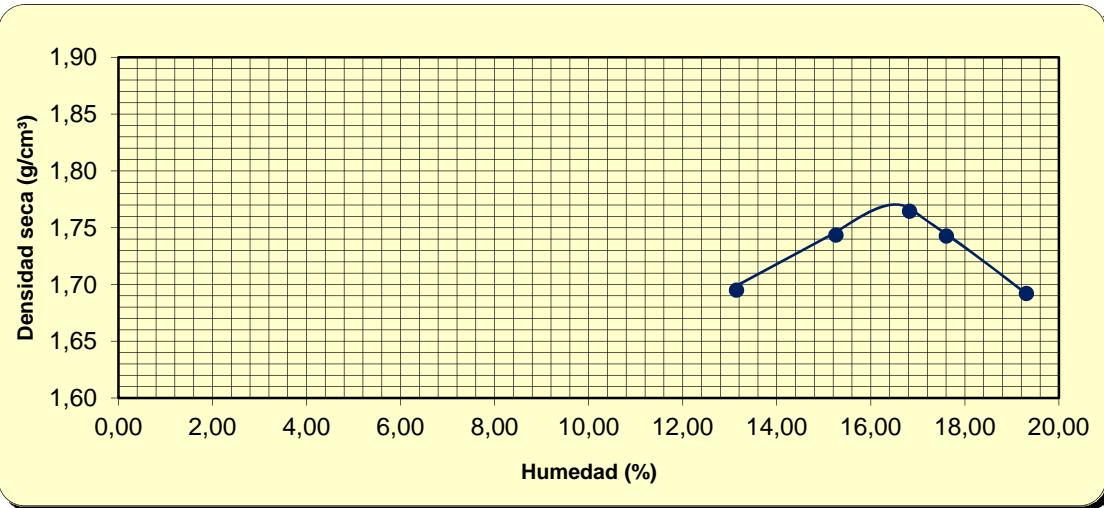
Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	19/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

(V) Molde: 1000 cm <sup>3</sup>	Nº capas: 3	(%) Material utilizado:	100
(P) Maza: 2,5 kg	Nº golpes por capa: 26	(%) Material no utilizado:	0
Altura de caída: 305 mm			

Densidad seca	Punto nº	1	2	3	4	5
	% Agua añadida	14,0	16,0	18,0	20,0	17,0
t + s + a	molde+suelo+agua	6566,2	6658,0	6698,0	6667,2	6709,8
t	molde	4648,5	4648,5	4648,5	4648,5	4648,5
s+a = (t+s+a)-t	suelo+agua	1917,7	2009,5	2049,5	2018,7	2061,3
s = (s+a)*100/100+w	Suelo	1694,90	1743,44	1742,63	1691,96	1764,44
$\delta_d = s/v$	Densidad seca	1,69	1,74	1,74	1,69	1,76

Humedad	Referencia de tara	1	2	3	4	5
t + s + a	tara+suelo+agua	409,5	438,2	397,1	463,7	426,9
t + s	tara+suelo	370,3	388,1	347,0	398,1	375,4
t	tara	72,1	59,8	62,5	58,4	69,3
s = (t + s) - t	suelo	298,2	328,3	284,5	339,7	306,1
a = (t + s + a) - (t + s)	agua	39,2	50,1	50,1	65,6	51,5
w = (a/s)*100	Humedad (%)	13,15	15,26	17,61	19,31	16,82

DENSIDAD MAXIMA:	1,77 g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD ÓPTIMA:	16,50%
------------------	------------------------	-----------------	--------



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

**Observaciones:**

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria,  
según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO (UNE 103-501-94)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1	1,20 m	
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	19/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

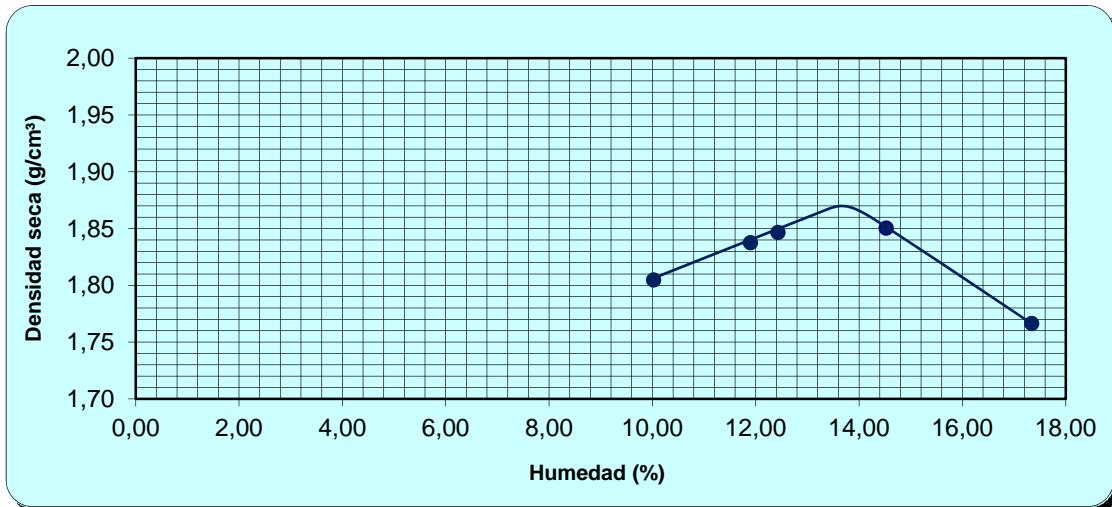
(V) Molde: 2312 cm <sup>3</sup>	Nº capas: 5	(%) Material utilizado: 100
(P) Maza: 4,535 kg	Nº golpes por capa: 60	(%) Material no utilizado: 0

Altura de caída: 457 mm

Densidad seca	Punto nº	1	2	3	4	5
	% Agua añadida	14,0	16,0	12,0	10,0	13,0
t + s + a	molde+suelo+agua	9903,2	9796,0	9757,8	9594,6	9804,0
t	molde	5004,0	5004,0	5004,0	5004,0	5004,0
s+a = (t+s+a)-t	suelo+agua	4899,2	4792,0	4753,8	4590,6	4800,0
s = (s+a)*100/100+w	Suelo	4277,8	4083,8	4248,2	4172,4	4269,2
d <sub>d</sub> = s/v	Densidad seca	1,85	1,77	1,84	1,80	1,85

Humedad	Referencia de tara	1	2	3	4	5
t + s + a	tara+suelo+agua	382,1	578,1	451,4	526,8	492,6
t + s	tara+suelo	341,3	501,9	410,5	484,8	446,0
t	tara	60,5	62,5	67,1	65,8	71,2
s = (t + s) - t	suelo	280,8	439,4	343,4	419,0	374,8
a = (t + s + a) - (t + s)	agua	40,8	76,2	40,9	42,0	46,6
w = (a/s)*100	Humedad (%)	14,53	17,34	11,90	10,02	12,43

DENSIDAD MAXIMA:	1,87 g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD ÓPTIMA:	13,70%
------------------	------------------------	-----------------	--------



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Observaciones: \_\_\_\_\_

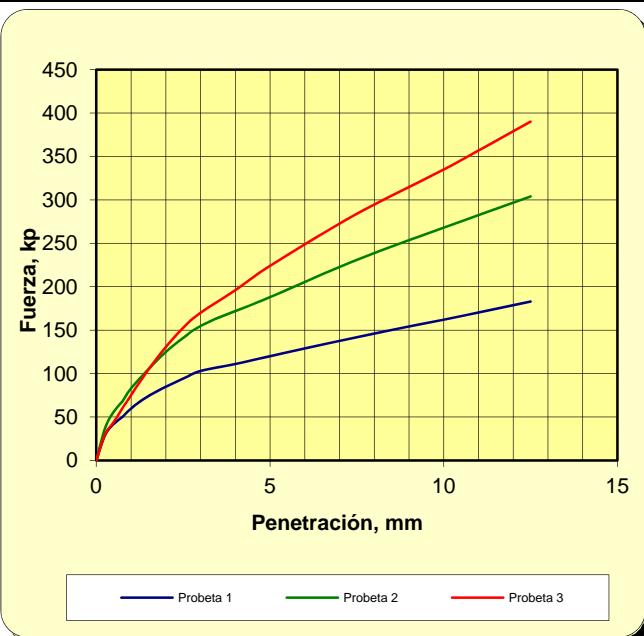
Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK</b> Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103-502-95)	

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1	1,20 m	
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	22/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		Ikerlur, S.L.

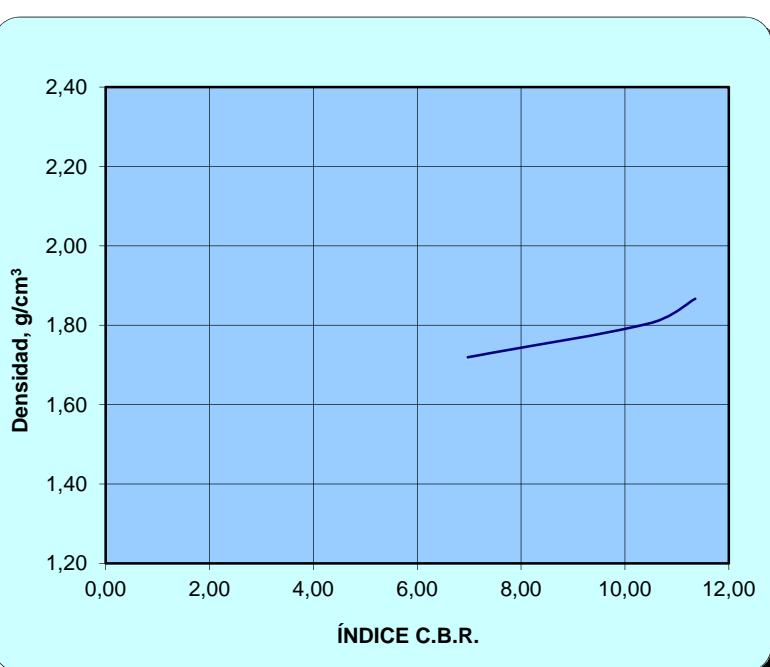
TIPO DE MUESTRA	SUSTITUCIÓN: SI / NO
COMPACTADA	NO
SOBRECARGA, kg	VOL. MOLDE, cm <sup>3</sup>
4,5	2320
ENSAYO PROCTOR (N / M): M	
Densidad máx, g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima, %
1,87	13,70

RESULTADO	1	2	3
Densidad seca, g/cm <sup>3</sup>	1,72	1,80	1,87
Humedad, %	19,3	17,5	16,4
Absorción, %	5,6	3,8	2,7
Hinchamiento %	1,78	0,88	0,61



MOLDE		
1	2	3
$Q_1$ ; kp para 2,50 mm de penetración		
94	141	153
$C.B.R. = 0,0742 \cdot Q_1$		
6,97	10,46	11,35
$Q_2$ ; kp para 5,00 mm de penetración		
120	188	224
$C.B.R. = 0,0490 \cdot Q_2$		
5,9	9,2	11,0

ÍNDICE C.B.R.		
6,97	10,46	11,35
ÍNDICE C.B.R. (100% DENSIDAD PROCTOR)		11,35
ÍNDICE C.B.R. (95% DENSIDAD PROCTOR)		9,33



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103 601)		

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	26/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

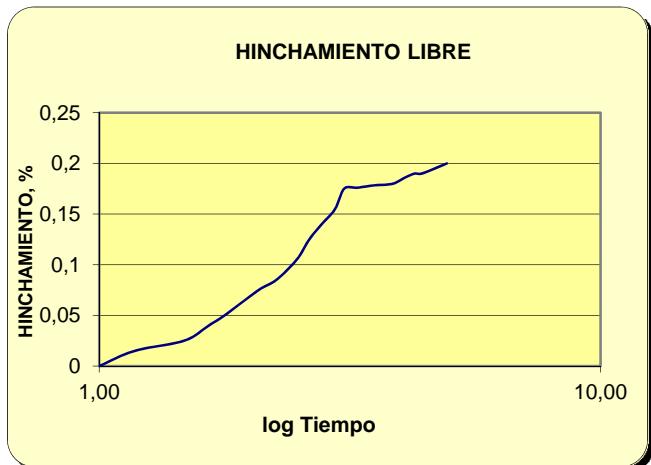
Altura del anillo $h_0$ (mm)	19,1	Diámetro interior del anillo (mm)	49,6
Sección ( $\text{mm}^2$ )	1931	Volumen interior del anillo ( $\text{cm}^3$ )	37

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	155,74
Tara+suelo	(t+s)	144,69
Tara	(t)	79,23
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	11,05
Suelo	s = (t+s)-t	65,46
% Humedad	hi = (a/s) x 100	16,88

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	158,55
Tara+suelo	(t+s)	144,69
Tara	(t)	79,23
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	13,86
Suelo	s = (t+s)-t	65,46
% Humedad	hi = (a/s) x 100	21,17

Densidad seca inicial ( $\text{g/cm}^3$ )	$\rho_d = s / V$	1,77
---	------------------	------

3 kPa	0 Deformación	1,59
10 kPa	Lectura inicial, mm	1,59
10 kPa	Lectura final, mm	1,63
10 kPa	Hinchamiento, mm	0,04
<b>HINCHAMIENTO LIBRE (%)</b>		<b>0,21</b>



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
ENSAYO DE COLAPSO DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103406)		

Nº Referencia Muestra:	7375	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C1 1,20 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fceha de Ensayo:	26/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Altura del anillo $h_0$ (mm)	19,2	Diámetro interior del anillo (mm)	49,77
Sección ( $\text{mm}^2$ )	1944	Volumen interior del anillo ( $\text{cm}^3$ )	37

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	156,67
Tara+suelo	(t+s)	145,57
Tara	(t)	79,3
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	11,1
Suelo	s = (t+s)-t	66,27
% Humedad	hi = (a/s) x 100	16,75

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	157,88
Tara+suelo	(t+s)	145,57
Tara	(t)	79,3
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	12,31
Suelo	s = (t+s)-t	66,27
% Humedad	hi = (a/s) x 100	18,58

Densidad seca inicial ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\rho_d = s / V$	1,78
--	------------------	------

ESCALÓN (kPa)	LECTURA (mm)
50	4,35
100	4,25
200	4,05

Lectura al iniciar el ensayo, $d_0$ (mm)	4,47
Altura inicial de la probeta, $h_0$ (mm)	20,00
Lectura en equilibrio antes de inundar, $d_i$ (mm)	4,05
Lectura en equilibrio después de inundar, $d_f$ (mm)	4,05
Presión de ejecución del ensayo, kPa	200,00

INDICE DE COLAPSO, I =	0,03	%
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO =	0,02	%

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	13/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

Masa del agua	$m_w$ (g)	33,4
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	295,3
Muestra seca	$m_2$ (g)	261,9
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	63,3
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	198,7
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	16,8

OBSERVACIONES:

---



---



---



---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotecnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b> <b>Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)</b>	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	20/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	2479,8
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_r$ )	0,0
E	Fracción fina previa al cuarteo	2479,8
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	26,90
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	92,2

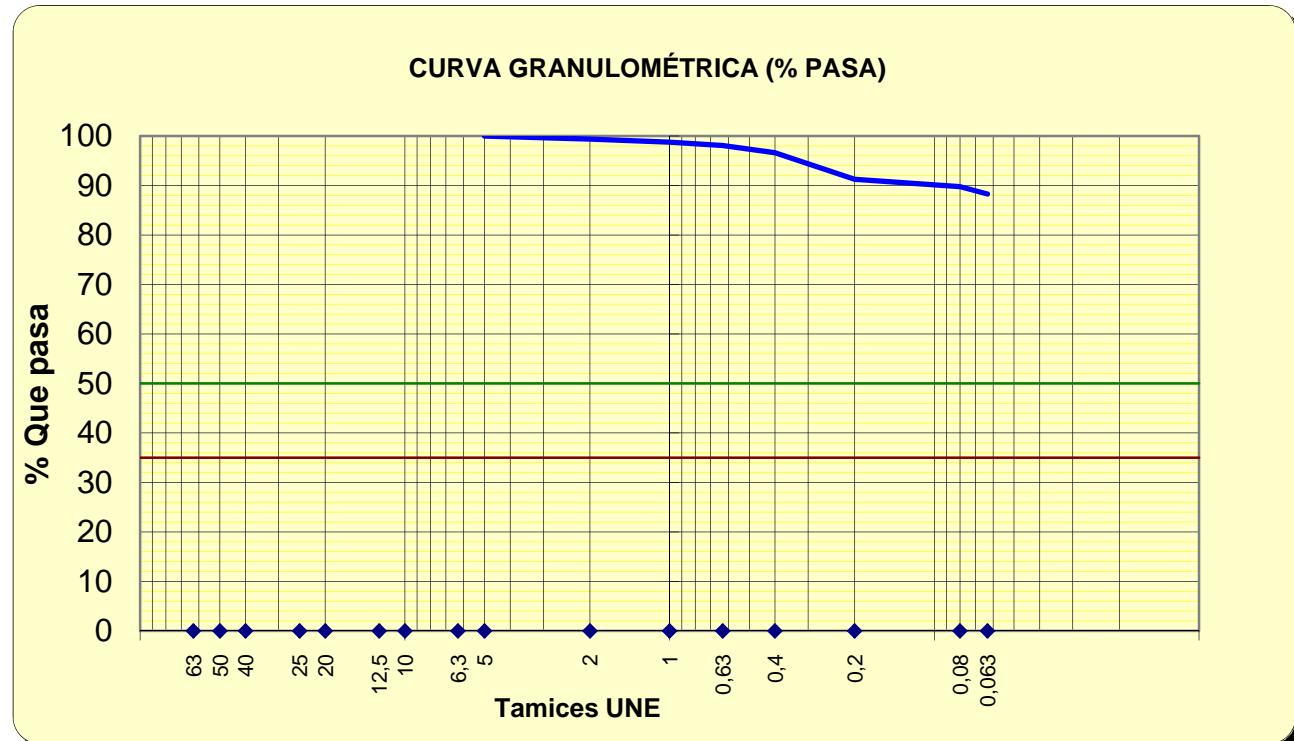
Masa del agua	$m_w$ (g)	3,23
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	204,7
Muestra seca	$m_2$ (g)	201,5
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	61,6
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	139,87
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	2,3

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medianas y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones	
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m''_{sn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )		
	Designación	Abertura mm.							
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7		
						2.479,8	100,0		
63	2,5"	63,500			0,0	0,00	100,0		
50	2 "	50,800			0,0	0,00	100,0		
40	1,5"	38,100			0,0	0,00	100,0		
25	1"	25,400			0,0	0,00	100,0		
20	3/4"	19,100			0,0	0,00	100,0		
12,5	1/2"	12,700	0,0	0,0		0,00	100,0		
10	3/8"	9,520	0,0	0,0		0,00	100,0		
6,3	1/4"	6,350	0,0	0,0		0,00	100,0		
5	Nº 4	4,750	0,0	0,0		0,00	100,0		
2	Nº 10	2,000	0,6	15,6		0,01	99,4		
1	Nº 18	1,000	0,6	15,3		0,01	98,8		
0,63	Nº 30	0,590	0,6	16,9		0,02	98,1		
0,40	Nº 40	0,420	1,3	35,5		0,03	96,6		
0,20	Nº 80	0,180	5,0	133,7		0,09	91,2		
0,08	Nº 200	0,074	1,4	36,3		0,10	89,8		
0,063	Nº 230	0,063	1,4	37,4		0,12	88,3		
Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )			0,1						
Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )			2479,8						
Diferencia entre $m$ y $m_t$ (%)			0,0						

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

Nº Referencia Muestra: 7376



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	98,8	98,1	96,6	91,2	89,8	88,3

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,6
ARENA	10,2	11,1
FINOS	89,8	88,3

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

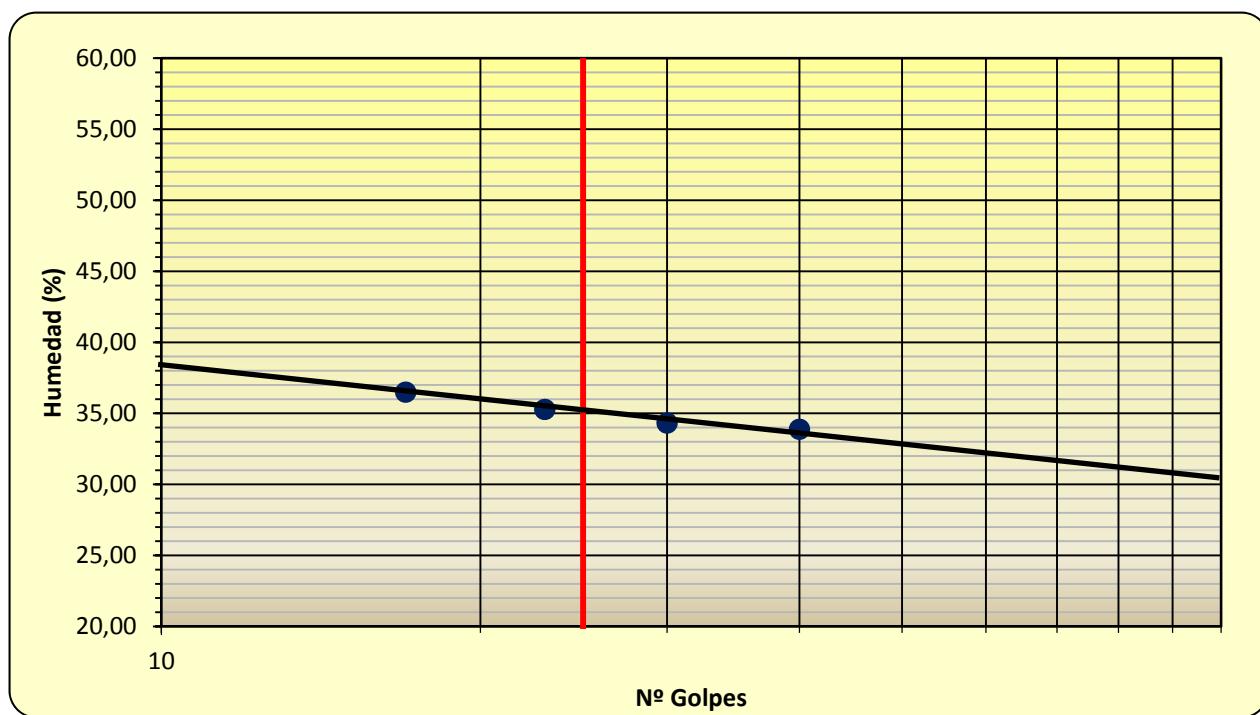
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)**

Nº Referencia Muestra:		7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):		C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	27/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Método empleado:

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

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	17	23	30	40
		Referencia tara	1	2	3
t+s+a	Tara+suelo+agua	28,69	28,46	27,62	27,01
t+s	Tara+suelo	26,96	27,07	26,46	25,79
t	Tara	22,22	23,13	23,08	22,19
s=(t+s)-t	Suelo	4,74	3,94	3,38	3,60
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,73	1,39	1,16	1,22
w=100x a / s	Humedad (%)	36,50	35,28	34,32	33,89
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) seco en estufa a 50°	(Material 96,4	W (Muestra original):		16,81	
		W (Previa al ensayo):		2,31	
		m1 (g)	610,30	mr (g)	21,23
<i>Suelo secado en estufa a no más de 50 °C</i>		LÍMITE LÍQUIDO:		35,2	



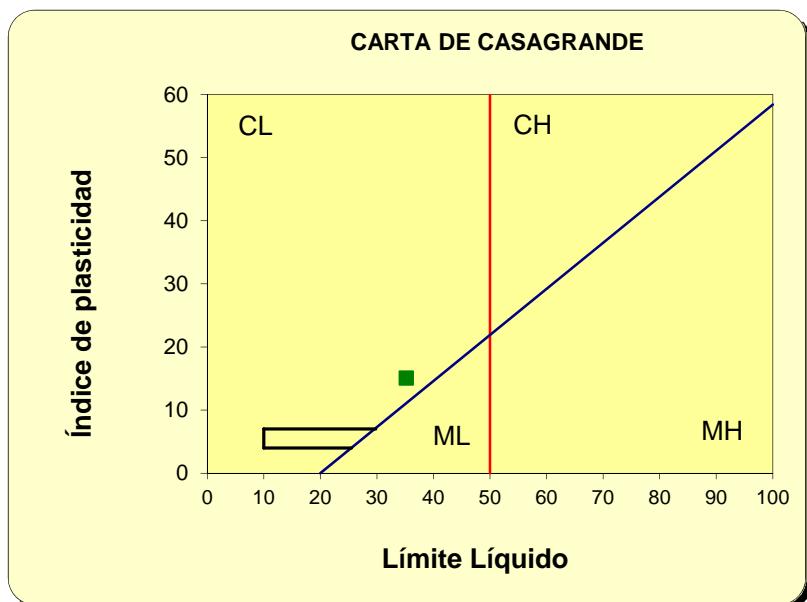
	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 2 de 2
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)		

Nº Referencia Muestra: 7376

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	25,68	24,95
t+s	Tara+suelo	25,05	24,35
t	Tara	21,93	21,36
s=(t+s)-t	Suelo	3,12	2,99
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,63	0,60
w=100x a / s	Humedad (%)	20,19	20,07

**LÍMITE PLÁSTICO**  
**20,1**

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	89,8
LÍMITE LÍQUIDO, LL	35,2
LÍMITE PLÁSTICO, LP	20,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	15,1
CLASIFICACIÓN SUCS	CL
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de baja plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUIDED, I <sub>L</sub>	-0,2
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I <sub>c</sub>	-5,5
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I <sub>a</sub>	-



#### Método de preparación:

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

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN SUELO</b> <b>Método del permanganato potásico (UNE 103 204:19)</b>	Hoja 1 de 1
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	23/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

MUESTRA	M1	M2
M <sub>i</sub> Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C <sub>i</sub> Volumen de KMnO <sub>4</sub> gastado en la valoración	0,8	0,8
f Factor de normalidad del KMnO <sub>4</sub>	1	1
$\% MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,33	0,33
% MO de la fracción < 5 mm	0,33	
% MO del total de la muestra	0,33	

OBSERVACIONES:

---



---



---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra</b>	Hoja 1 de 1
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE UN SUELO (UNE 103205:19)		

Nº Referencia Muestra:	7376		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4	1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	23/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>	

MUESTRA	M1	M2
Volumen inicial, cm <sup>3</sup>	500	500
Volumen empleado, cm <sup>3</sup>	100	100
Masa de la cápsula, g	155,6435	127,3778
Masa cápsula + residuo, g	155,6592	127,3919
Masa del residuo, g	0,0157	0,0141
Masa inicial de suelo, g	50	50
Sales solubles, %	0,16	0,14
Contenido medio en sales, % de la fracción < 5 mm	0,15	
Contenido medio en sales, % del total de la muestra	0,15	

OBSERVACIONES:

---

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN YESO SOLUBLE DE UN SUELO (UNE 103206:19)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7376		Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Prof.):	C4	1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	23/10/2020		Fecha de emisión del Informe	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>			<i>Ikerlur, S.L.</i>

Contenido total de sulfatos		
Masa de suelo utilizado (g)	1,000	1,000
Masa del crisol (g)	57,6366	126,3625
Masa crisol + precipitado (g)	57,6387	126,3645
Masa de BaSO <sub>4</sub> (g)	0,002	0,002
Masa de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g)	0,001	0,001
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> totales	0,17	0,16
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> totales Medio	0,17	

Contenido parcial de sulfatos (no procedentes de CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O)		
Masa de suelo utilizado (g)	1,000	1,000
Masa del crisol (g)	59,2675	58,8470
Masa crisol + precipitado (g)	59,2705	58,8499
Masa de BaSO <sub>4</sub> (g)	0,003	0,003
Masa de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g)	0,001	0,001
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> parciales	0,12	0,12
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> parciales Medio	0,12	
CONTENIDO EN YESO % de la fracción < 5 mm		0,08
CONTENIDO EN YESO % del total de la muestra		0,08

OBSERVACIONES:

---



---



---

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL (UNE 103-500-94)**

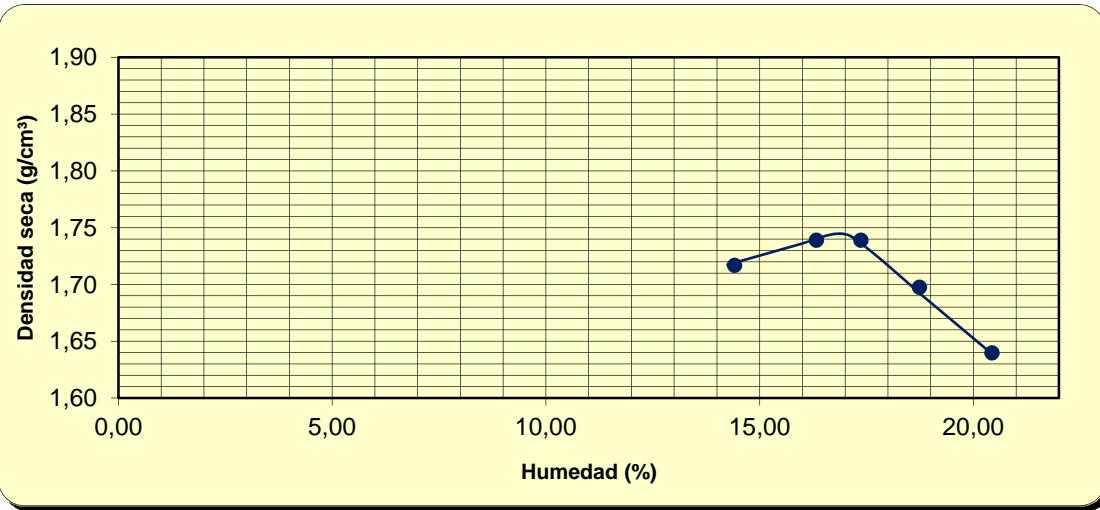
Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	19/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

(V) Molde: 1000 cm <sup>3</sup>	Nº capas: 3	(%) Material utilizado:	100
(P) Maza: 2,5 kg	Nº golpes por capa: 26	(%) Material no utilizado:	0
Altura de caída: 305 mm			

Densidad seca	Punto nº	1	2	3	4	5
	% Agua añadida	14,0	16,0	18,0	20,0	17,0
t + s + a	molde+suelo+agua	6612,8	6671,3	6664,0	6623,3	6689,4
t	molde	4648,5	4648,5	4648,5	4648,5	4648,5
s+a = (t+s+a)-t	suelo+agua	1964,3	2022,8	2015,5	1974,8	2040,9
s = (s+a)*100/100+w	Suelo	1716,82	1738,89	1697,40	1639,72	1738,87
$\delta_d = s/v$	Densidad seca	1,72	1,74	1,70	1,64	1,74

Humedad	Referencia de tara	1	2	3	4	5
t + s + a	tara+suelo+agua	348,5	412,4	384,9	463,7	386,0
t + s	tara+suelo	311,8	362,7	335,2	395,1	338,6
t	tara	57,2	58,3	70,0	59,4	65,7
s = (t + s) - t	suelo	254,6	304,4	265,2	335,7	272,9
a = (t + s + a) - (t + s)	agua	36,7	49,7	49,7	68,6	47,4
w = (a/s)*100	Humedad (%)	14,41	16,33	18,74	20,43	17,37

DENSIDAD MAXIMA:	1,74 g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD ÓPTIMA:	17,00%
------------------	------------------------	-----------------	--------



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

**Observaciones:**

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria,  
según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO (UNE 103-501-94)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4	1,50 m	
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	19/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

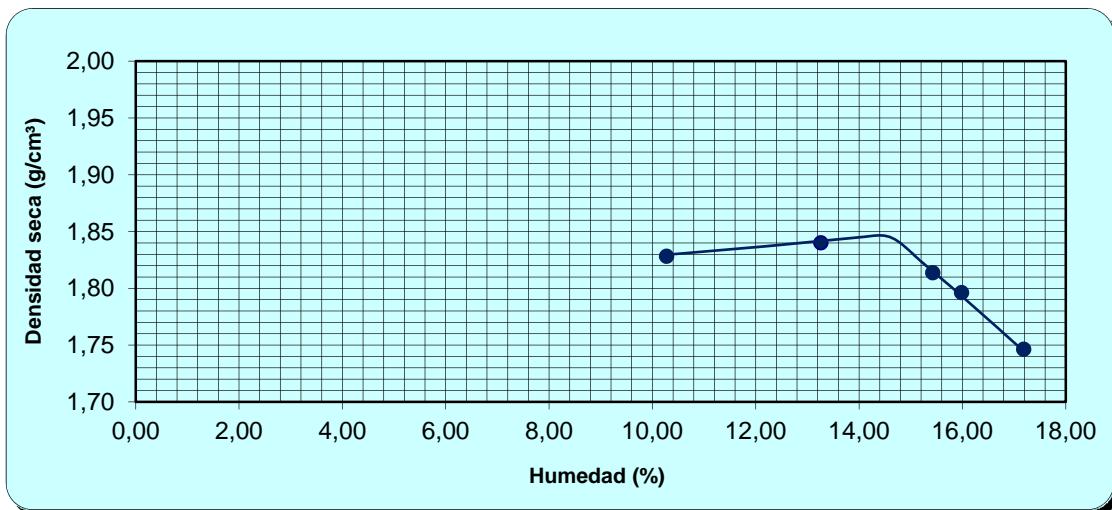
(V) Molde: 2312 cm <sup>3</sup>	Nº capas: 5	(%) Material utilizado: 100
(P) Maza: 4,535 kg	Nº golpes por capa: 60	(%) Material no utilizado: 0

Altura de caída: 457 mm

Densidad seca	Punto nº	1	2	3	4	5
	% Agua añadida	12,0	14,0	16,0	10,0	15,0
t + s + a	molde+suelo+agua	9822,5	9844,0	9735,5	9665,0	9820,8
t	molde	5004,0	5004,0	5004,0	5004,0	5004,0
s+a = (t+s+a)-t	suelo+agua	4818,5	4840,0	4731,5	4661,0	4816,8
s = (s+a)*100/100+w	Suelo	4254,2	4193,0	4037,5	4226,6	4153,0
d <sub>d</sub> = s/v	Densidad seca	1,84	1,81	1,75	1,83	1,80

Humedad	Referencia de tara	1	2	3	4	5
t + s + a	tara+suelo+agua	650,0	400,0	522,5	588,6	397,5
t + s	tara+suelo	581,1	354,7	454,6	539,9	352,2
t	tara	61,8	61,1	59,5	65,8	68,8
s = (t + s) - t	suelo	519,3	293,6	395,1	474,1	283,4
a = (t + s + a) - (t + s)	agua	68,9	45,3	67,9	48,7	45,3
w = (a/s)*100	Humedad (%)	13,26	15,43	17,19	10,28	15,98

DENSIDAD MAXIMA:	1,85 g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD ÓPTIMA:	14,50%
------------------	------------------------	-----------------	--------



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Observaciones: \_\_\_\_\_

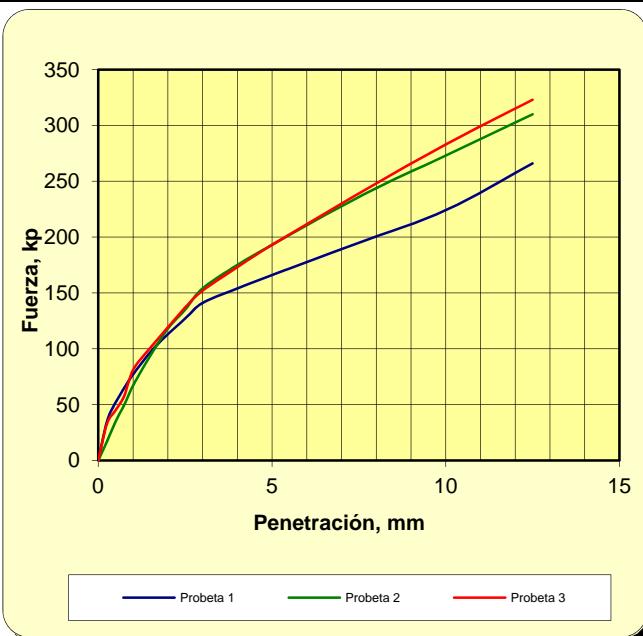
Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK</b> Laboratorio Geotécnico Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103-502-95)	

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4	1,50 m	
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	22/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		Ikerlur, S.L.

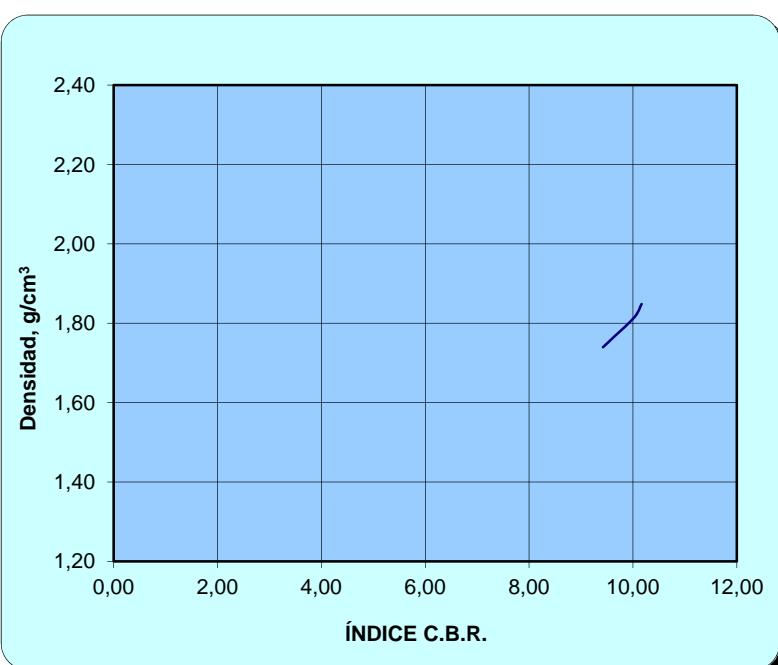
TIPO DE MUESTRA	SUSTITUCIÓN: SI / NO
COMPACTADA	NO
SOBRECARGA, kg	VOL. MOLDE, cm <sup>3</sup>
4,5	2320
ENSAYO PROCTOR (N / M): M	
Densidad máx, g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima, %
1,85	14,50

RESULTADO	1	2	3
Densidad seca, g/cm <sup>3</sup>	1,74	1,81	1,85
Humedad, %	18,8	17,6	16,8
Absorción, %	4,2	3,0	2,3
Hinchamiento %	0,63	0,54	0,32



MOLDE		
1	2	3
$Q_1$ ; kp para 2,50 mm de penetración		
127	135	137
$C.B.R. = 0,0742 \cdot Q_1$		
9,42	10,02	10,17
$Q_2$ ; kp para 5,00 mm de penetración		
166	193	193
$C.B.R. = 0,0490 \cdot Q_2$		
8,1	9,5	9,5

ÍNDICE C.B.R.		
9,42	10,02	10,17
ÍNDICE C.B.R. (100% DENSIDAD PROCTOR)		10,17
ÍNDICE C.B.R. (95% DENSIDAD PROCTOR)		9,58



El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Laboratorio de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación acreditado por la Dirección General de Vivienda y Arquitectura del Gobierno de Cantabria,  
según Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, con número de acreditación CTB-L-008

**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103 601)**

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	26/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

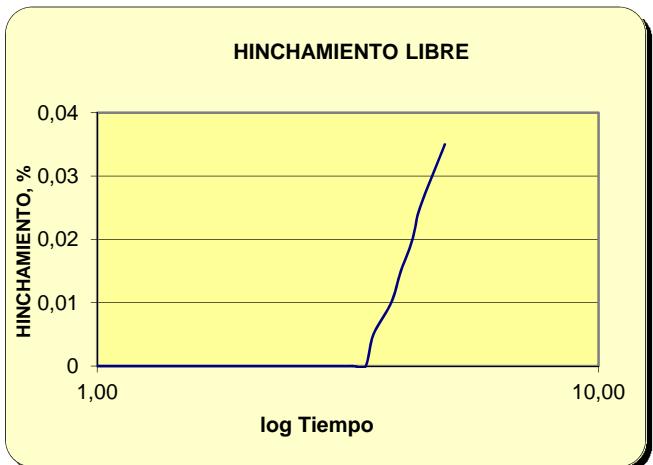
Altura del anillo $h_0$ (mm)	19,96	Diámetro interior del anillo (mm)	49,9
Sección ( $\text{mm}^2$ )	1955	Volumen interior del anillo ( $\text{cm}^3$ )	39

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	139,66
Tara+suelo	(t+s)	127,73
Tara	(t)	59,74
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	11,93
Suelo	s = (t+s)-t	67,99
% Humedad	hi = (a/s) x 100	17,55

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	140,92
Tara+suelo	(t+s)	127,73
Tara	(t)	59,74
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	13,19
Suelo	s = (t+s)-t	67,99
% Humedad	hi = (a/s) x 100	19,40

Densidad seca inicial ( $\text{g/cm}^3$ )	$\rho_d = s / V$	1,74
---	------------------	------

3 kPa	0 Deformación	1,63
10 kPa	Lectura inicial, mm	1,59
10 kPa	Lectura final, mm	1,60
10 kPa	Hinchamiento, mm	0,01
<b>HINCHAMIENTO LIBRE (%)</b>		<b>0,04</b>



OBSERVACIONES:

---



---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
ENSAYO DE COLAPSO DE UN SUELO EN EDÓMETRO (UNE 103406)		

Nº Referencia Muestra:	7376	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C4 1,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fceha de Ensayo:	26/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

Altura del anillo $h_0$ (mm)	18,95	Diámetro interior del anillo (mm)	49,81
Sección ( $\text{mm}^2$ )	1948	Volumen interior del anillo ( $\text{cm}^3$ )	37

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	155,08
Tara+suelo	(t+s)	143,83
Tara	(t)	79,45
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	11,25
Suelo	s = (t+s)-t	64,38
% Humedad	hi = (a/s) x 100	17,47

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua	(t+s+a)	155,7
Tara+suelo	(t+s)	143,83
Tara	(t)	79,45
Aqua	a = (t+s+a)-(t+s)	11,87
Suelo	s = (t+s)-t	64,38
% Humedad	hi = (a/s) x 100	18,44

Densidad seca inicial ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\rho_d = s / V$	1,74
--	------------------	------

ESCALÓN (kPa)	LECTURA (mm)
50	1,14
100	1,13
200	0,85

Lectura al iniciar el ensayo, $d_0$ (mm)	1,26
Altura inicial de la probeta, $h_0$ (mm)	20,00
Lectura en equilibrio antes de inundar, $d_i$ (mm)	0,85
Lectura en equilibrio después de inundar, $d_f$ (mm)	0,85
Presión de ejecución del ensayo, kPa	200,00

INDICE DE COLAPSO, I =	0,03	%
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO =	0,03	%

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

 <b>Laboratorio Geotécnico</b>	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7377	Informe Nº:	<b>E341020</b>
Muestra (Origen / Profundidad):	C5 1,10 m		
Fecha de Toma:	<b>24/09/2020</b>		
Fecha de Ensayo:	<b>05/10/2020</b>	Fecha de emisión del Informe:	<b>28/10/2020</b>
Procedencia (Obra / Cliente):		<i>Estación Bedia</i>	<i>Ikerlur, S.L.</i>

Masa del agua	$m_w$ (g)	35,80
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	254,01
Muestra seca	$m_2$ (g)	218,21
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	63,28
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	154,93
<b>% Humedad</b>	$m_w/m_d \times 100$	<b>23,1</b>

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

Nº Referencia Muestra:	7377		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C5	1,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020			
Fecha de Ensayo:	05/10/2020		Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

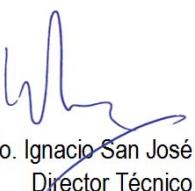
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$	35,80
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	254,01
Tara+suelo	$t+s$	218,21
Tara	$t$	63,28
Suelo	$s$	154,93
<b>% Humedad</b>	$w = a/s \times 100$	<b>23,1</b>

Masa muestra	$m$ (g)	175,51
Masa muestra con relleno de huecos	$m_f$ (g)	175,51
Masa muestra+parafina	$m_c$ (g)	181,27
Densidad parafina	$\gamma_p$ (Mg/m <sup>3</sup> )	0,84
Densidad Fluido de inmersión a 25 °C	$\gamma_{fl}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,00
Masa sumergida muestra+parafina	$m_g$ (g)	83,30
Volumen muestra	$V = [(m_c - m_g)/\gamma_{fl}] - [(m_c - m)/\gamma_p] \times 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)}$	91,11
<b>Densidad húmeda</b>	$\gamma_{ap} = m / V$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>1,93</b>
<b>Densidad seca</b>	$\gamma_d = \gamma_{ap} / [1 + (w / 100)]$ (Mg/m <sup>3</sup> )	<b>1,56</b>

#### OBSERVACIONES:

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*

  
 Fdo. Pablo Salvarrey  
 Director del Laboratorio

  
 Fdo. Ignacio San José  
 Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotecnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b> <b>Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)</b>	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7377	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C5 1,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	23/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	2188,60
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_f$ )	0,00
E	Fracción fina previa al cuarteo	2188,60
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	25,90
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	84,50

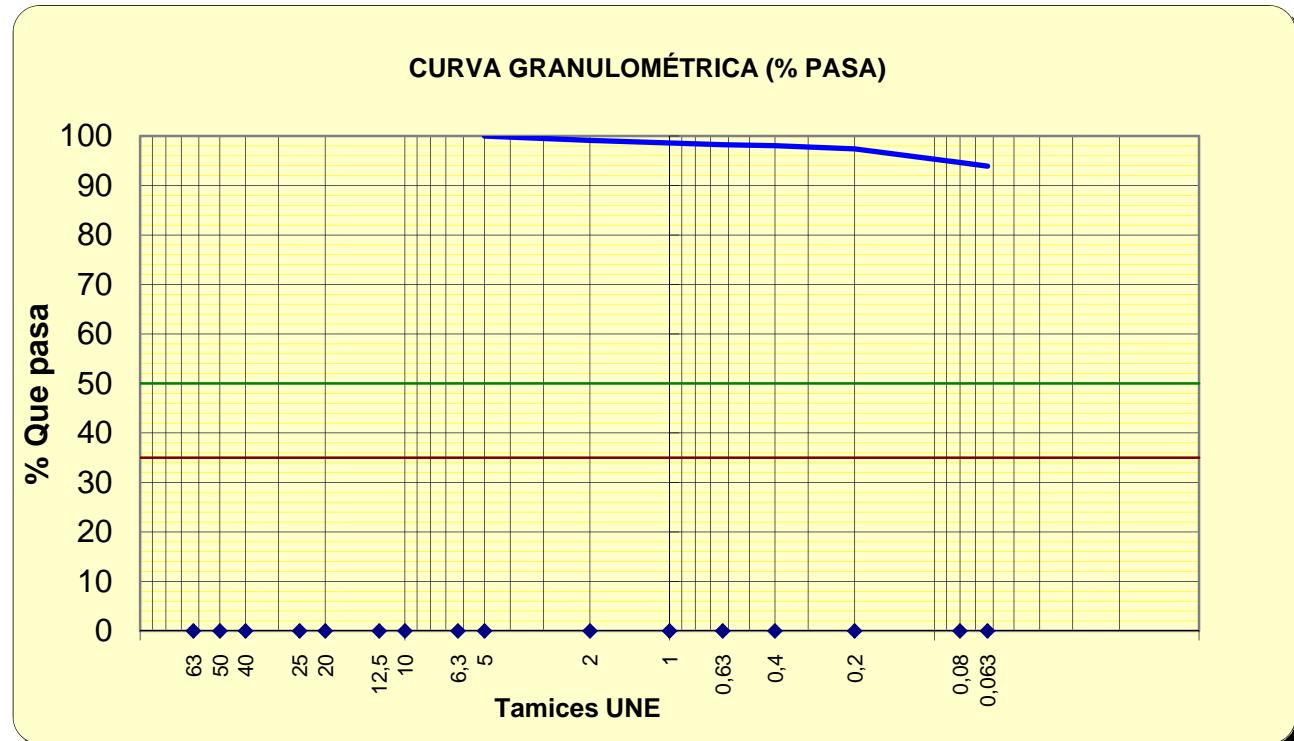
Masa del agua	$m_w$ (g)	7,45
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	232,50
Muestra seca	$m_2$ (g)	225,05
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	63,60
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	161,45
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	4,6

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medianas y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m'_{ssn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )	
	Designación	Abertura mm.	3	4	5	6	7	
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
					2.188,6	100,0		
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			0,00	0,00	100,0	
20	3/4"	19,100			0,00	0,00	100,0	
12,5	1/2"	12,700	0,00	0,00		0,00	100,0	
10	3/8"	9,520	0,00	0,00		0,00	100,0	
6,3	1/4"	6,350	0,00	0,00		0,00	100,0	
5	Nº 4	4,750	0,00	0,00		0,00	100,0	
2	Nº 10	2,000	0,74	19,17		0,01	99,1	
1	Nº 18	1,000	0,45	11,66		0,01	98,6	
0,63	Nº 30	0,590	0,28	7,25		0,02	98,3	
0,40	Nº 40	0,420	0,18	4,66		0,02	98,0	
0,20	Nº 80	0,180	0,55	14,25		0,03	97,4	
0,08	Nº 200	0,074	2,33	60,35		0,05	94,6	
0,063	Nº 230	0,063	0,62	16,06		0,06	93,9	
	Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )	0,02						
	Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )	2188,60						
	Diferencia entre m y $m_t$ (%)	0,00						

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

Nº Referencia Muestra: 7377



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	98,6	98,3	98,0	97,4	94,6	93,9

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,9
ARENA	5,4	5,2
FINOS	94,6	93,9

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

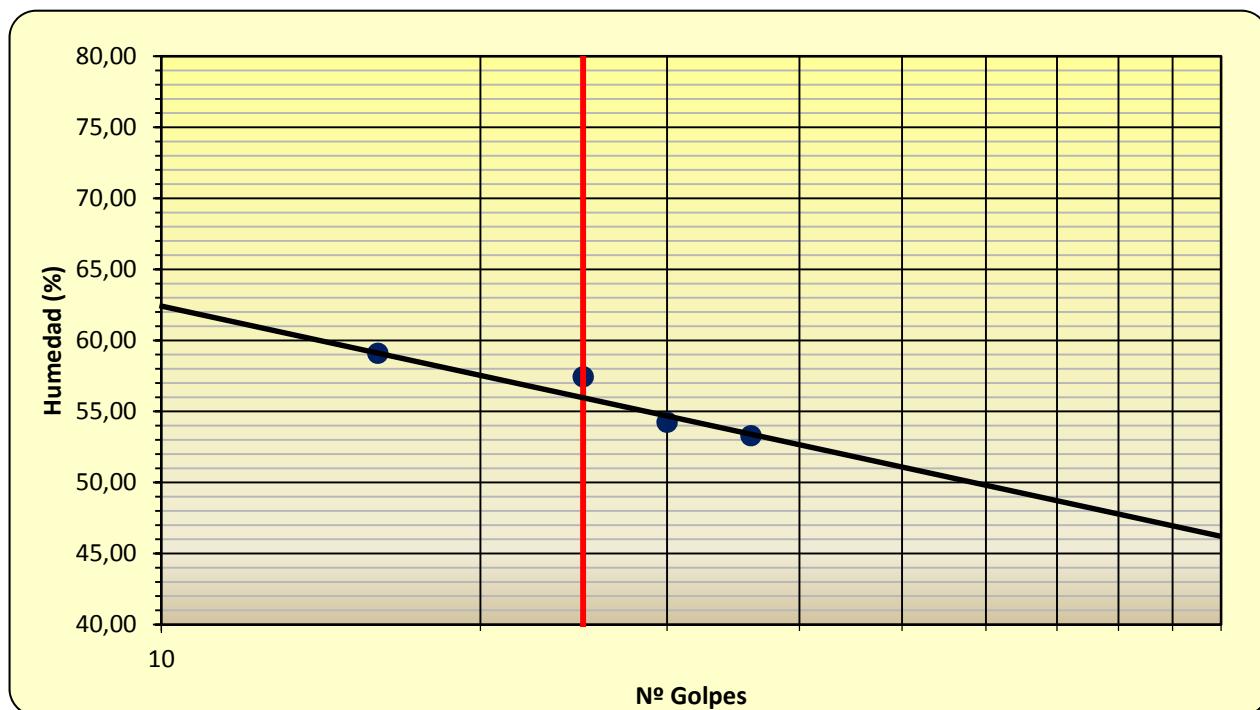
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)

Nº Referencia Muestra:		7377		Informe N°:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):		C5	1,10 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020				
Fecha de Ensayo:	27/10/2020			Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	<i>Estación Bedia</i>		<i>Ikerlur, S.L.</i>		

Método empleado:

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

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes	25	30	16	36
	Referencia tara	1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	28,89	27,97	27,72	28,83
t+s	Tara+suelo	27,23	25,99	25,74	26,65
t	Tara	24,34	22,34	22,39	22,56
s=(t+s)-t	Suelo	2,89	3,65	3,35	4,09
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,66	1,98	1,98	2,18
w=100x a / s	Humedad (%)	57,44	54,25	59,10	53,30
K Material con tamaño < 0,4 mm (%) (Material seco en estufa a 50º)	97,9	W (Muestra original):		23,11	
		W (Previa al ensayo):		4,61	
		m1 (g)	400,30	mr (g)	7,97
Suelo secoado en estufa a no más de 50 º C		LÍMITE LÍQUIDO:		56,0	



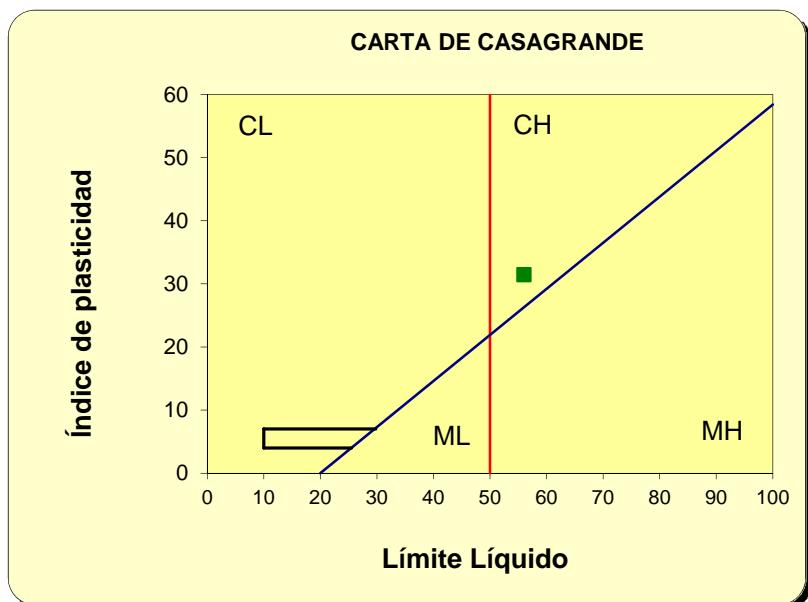
	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 2 de 2
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE y LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)		

Nº Referencia Muestra: 7377

LÍMITE PLÁSTICO (UNE-EN ISO 17892-12)	Referencia tara	1	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	27,78	24,55
t+s	Tara+suelo	27,17	23,91
t	Tara	24,68	21,31
s=(t+s)-t	Suelo	2,49	2,60
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0,61	0,64
w=100x a / s	Humedad (%)	24,50	24,62

**LÍMITE  
PLÁSTICO**  
**24,6**

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	94,6
LÍMITE LÍQUIDO, LL	56,0
LÍMITE PLÁSTICO, LP	24,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	31,4
CLASIFICACIÓN SUCS	CH
DESCRIPCIÓN ASTM D-2486	
Arcilla de alta plasticidad	
ÍNDICE DE LIQUIDED, I <sub>L</sub>	0,0
ÍNDICE DE CONSISTENCIA, I <sub>c</sub>	-22,7
ÍNDICE DE ACTIVIDAD, I <sub>a</sub>	-



#### Método de preparación:

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

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotecnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b> <b>Método del Tamizado (UNE-EN ISO 17892-4)</b>	Hoja 1 de 2
---	--	-------------

Nº Referencia Muestra:	7378	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	C9 0,50 m		
Fecha de Toma:	24/09/2020		
Fecha de Ensayo:	23/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):	Estación Bedia		Ikerlur, S.L.

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca (m)	5385,80
B	Muestra tratam. M.O.	.
C	Muestra tratam. Carb.	.
D	Gruesos lavados y secados ( $m_f$ )	673,62
E	Fracción fina previa al cuarteo	2693,60
E	Relac. Masas por el cuarteadoo	19,62
G	Fracción fina ensayada ( $m_s$ )	137,30

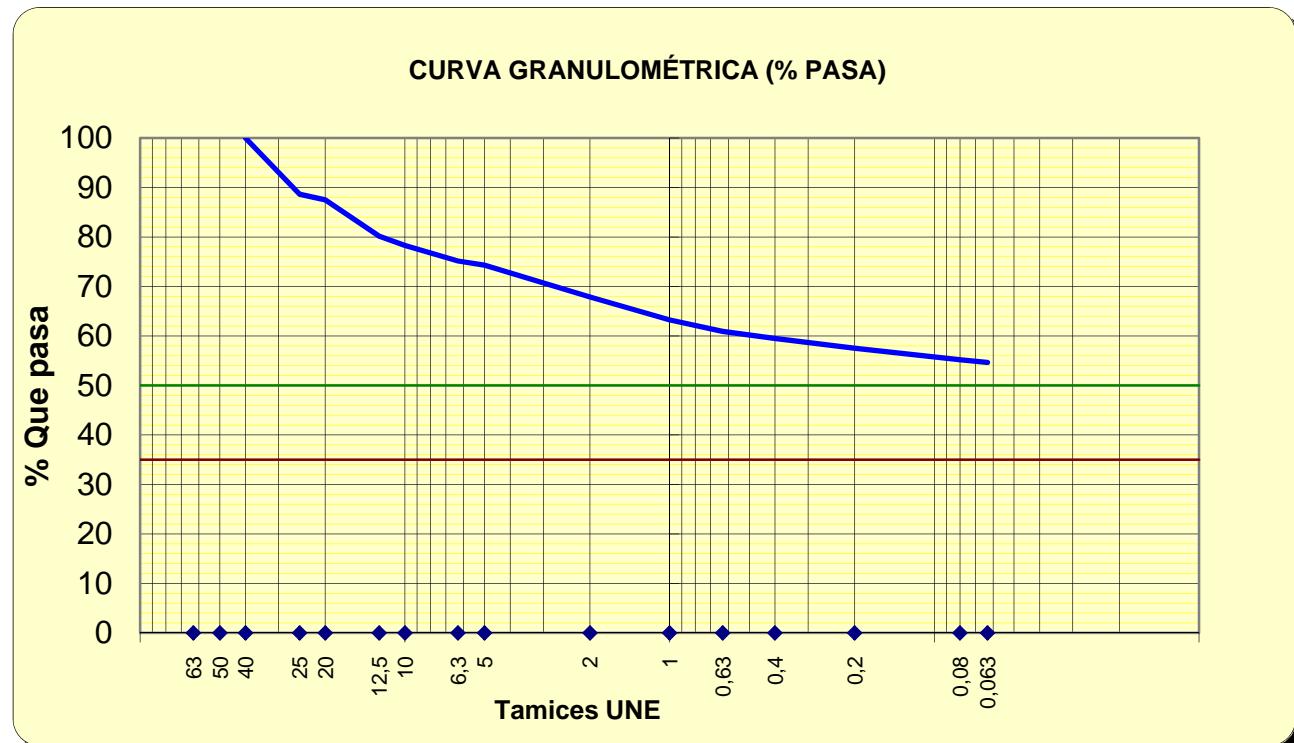
Masa del agua	$m_w$ (g)	2,23
Muestra húmeda	$m_1$ (g)	188,10
Muestra seca	$m_2$ (g)	185,87
Masa del recipiente	$m_c$ (g)	60,90
Masa muestra seca	$m_d$ (g)	124,97
% Humedad	$m_w/m_d \times 100$	1,8

Es fracción gruesa el material retenido por el tamiz nº20, correspondiendo a la separación de gravas medianas y gruesas y a la fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

TAMICES			Retenido en tamices			Pasa en muestra total		Observaciones
U.N.E.	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensay. ( $m_{sn}$ )	Grs.en la parte fina ajust. ( $m'_{sn}$ )	Grs.en la muestra total ( $m'_{ssn}$ )	Porcentaje	% Pasa ( $f_n$ )	
	Designación	Abertura mm.	3	4	5	6	7	
1	2 A	2 B	3	4	5	6	7	
					5.385,8		100,0	
63	2,5"	63,500			0,00	0,00	100,0	
50	2 "	50,800			0,00	0,00	100,0	
40	1,5"	38,100			0,00	0,00	100,0	
25	1"	25,400			612,12	0,11	88,6	
20	3/4"	19,100			61,50	0,13	87,5	
12,5	1/2"	12,700	20,09	394,13		0,20	80,2	
10	3/8"	9,520	5,22	102,41		0,22	78,3	
6,3	1/4"	6,350	8,57	168,13		0,25	75,2	
5	Nº 4	4,750	2,35	46,10		0,26	74,3	
2	Nº 10	2,000	17,67	346,66		0,32	67,9	
1	Nº 18	1,000	12,61	247,39		0,37	63,3	
0,63	Nº 30	0,590	6,47	126,93		0,39	60,9	
0,40	Nº 40	0,420	3,83	75,14		0,40	59,5	
0,20	Nº 80	0,180	5,46	107,12		0,42	57,5	
0,08	Nº 200	0,074	6,36	124,77		0,45	55,2	
0,063	Nº 230	0,063	1,50	29,43		0,45	54,7	
			Mat. Bandeja (<0,063 mm) ( $m_p$ )	0,02				
			Masa total de mat. retenido ( $m_t$ )	5385,80				
			Diferencia entre m y $m_t$ (%)	0,00				

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

Nº Referencia Muestra: 7378



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,2	0,08	0,063
% pasa	100,0	100,0	100,0	88,6	87,5	80,2	78,3	75,2	74,3	67,9	63,3	60,9	59,5	57,5	55,2	54,7

%	SUCS	CTE
GRAVA	25,7	32,1
ARENA	19,1	13,2
FINOS	55,2	54,7

#### OBSERVACIONES:

---

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio

Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

	<b>GTK Laboratorio Geotécnico</b> <b>Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil</b>	Hoja 1 de 1
<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO (UNE-EN ISO 17892-12)</b>		

Nº Referencia Muestra:	7368	Informe Nº:	E341020
Muestra (Origen / Profundidad):	S1 0,60-1,20 m		
Fecha de Toma:	23/09/2020		
Fecha de Ensayo:	28/10/2020	Fecha de emisión del Informe:	28/10/2020
Procedencia (Obra / Cliente):		Estación Bedia	Ikerlur, S.L.

### COMPROBACIÓN DE LA NO PLASTICIDAD DE UN SUELO

**EL SUELO NO ES PLÁSTICO.**  
**NO SE PUEDE REALIZAR LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.**

**OBSERVACIONES:** Tras intentar realizar la determinación del límite plástico, concluimos que el terreno no presenta plasticidad.

---

EN CASO DE QUE FUERE POSIBLE REALIZAR EL LÍMITE PLÁSTICO, SE DETALLARÁ A CONTINUACIÓN EL RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN:

LÍMITE LÍQUIDO (UNE-EN ISO 17892-12)	Número de golpes				
		1	2	3	4
t+s+a	Tara+suelo+agua				
t+s	Tara+suelo				
t	Tara				
s=(t+s)-t	Suelo				
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua				
w=100x a / s	Humedad (%)				
% material de tamaño inferior a 0,4 mm: (Obtenido por tamizado en húmedo)		W (Muestra original):		-	
		W (Previa al ensayo):		-	
K Material con tamaño < 0,4 mm (%)		m1 (g)	466,40	mr (g)	-
<i>Suelo secado en estufa a no más de 50 °C</i>		<b>LÍMITE LÍQUIDO:</b>			

**Método de preparación:**

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

---

*El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.*



Fdo. Pablo Salvarrey  
Director del Laboratorio



Fdo. Ignacio San José  
Director Técnico

---

## A-8

### Cálculos

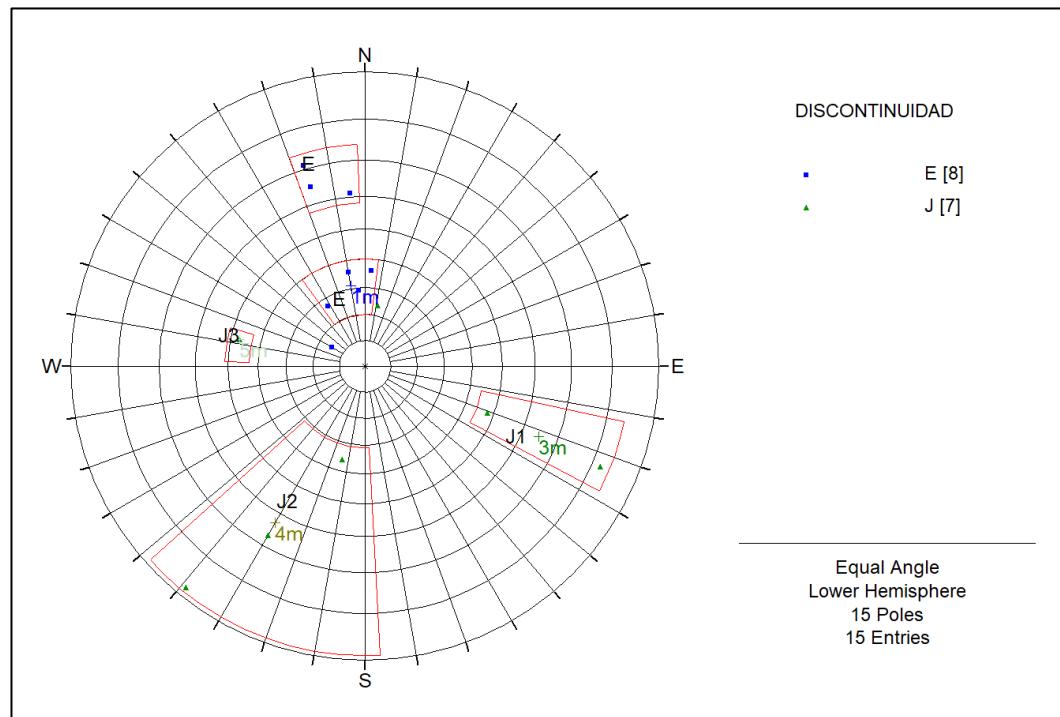
---

- Análisis de estabilidad:

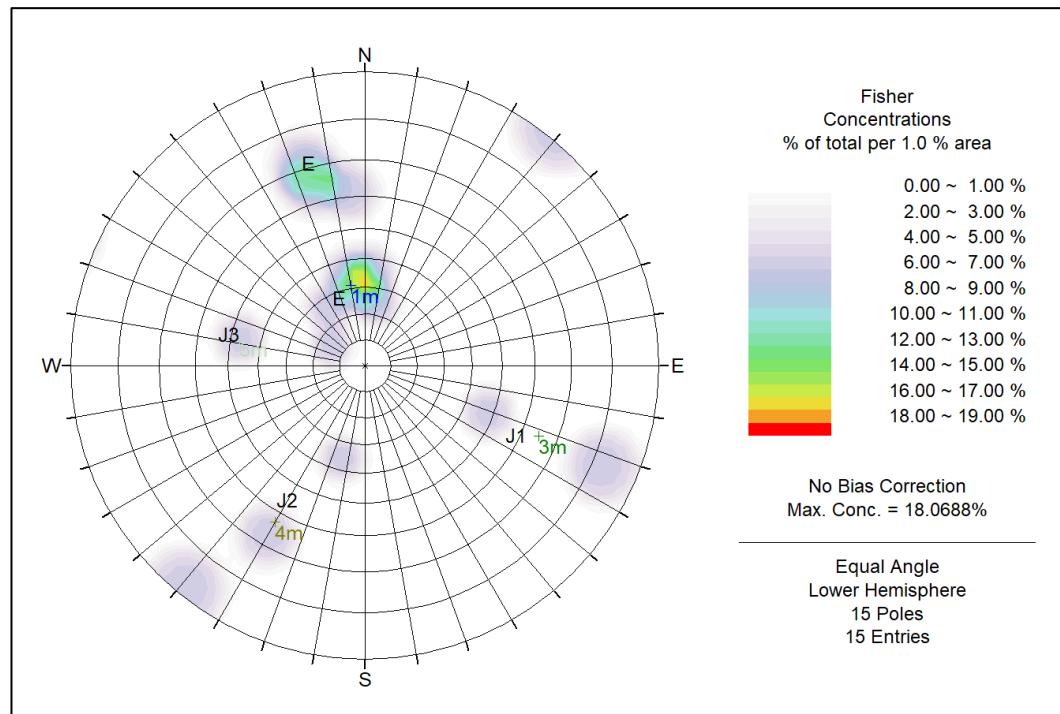
- Cálculos de estabilidad estructural del macizo rocoso

Programa **DIPS**

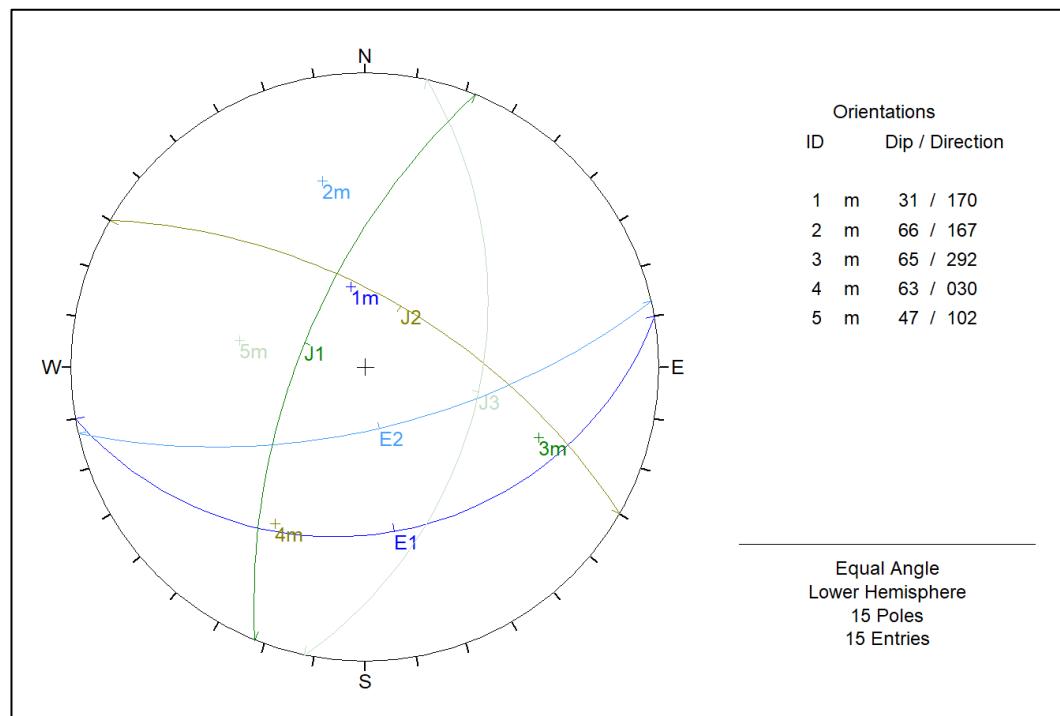
## CÁLCULOS DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL



Agrupación de polos



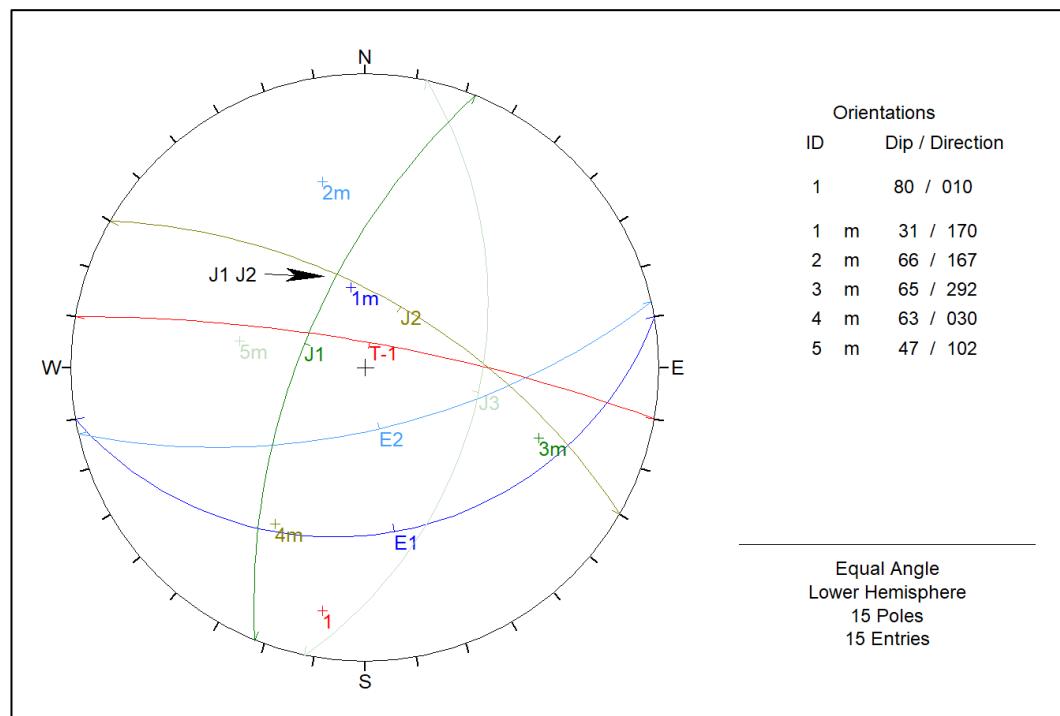
Concentración de polos



Discontinuidades determinadas a partir de los polos

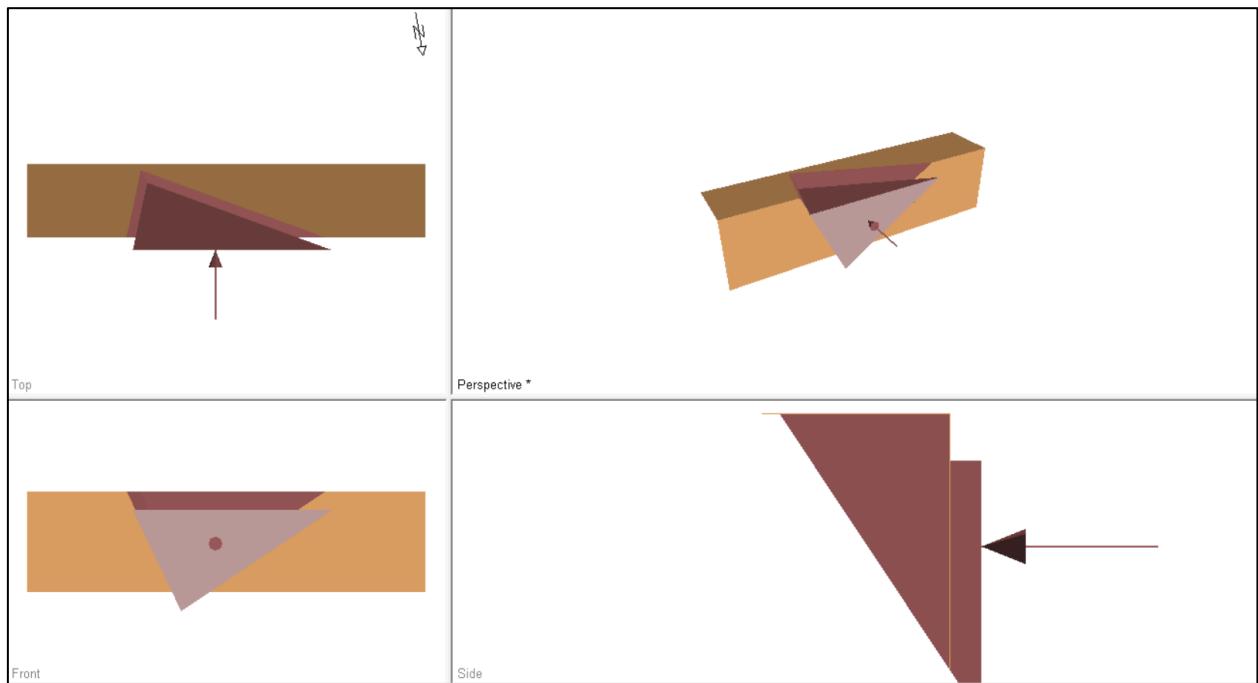
DISCONTINUIDAD	DIR/BUZ
E1	170/31
E2	167/66
J1	292/65
J2	030/63
J3	102/47

## TALUD T-1 – 90/010



INTERSECCIÓN DE DISCONTINUIDADES	FACTOR DE SEGURIDAD	Talud de excavación que elimina las intersecciones inestables	Empujes horizontales Tn/m <sup>2</sup> → FS= 1,50
J1 vs J2	0,58	56°	0,95
J1 vs J3	8,10	-	-

## TALUD T-1 – INTERSECCIÓN DE JUNTAS J1 vs J2



## Swedge Analysis Information

### Document Name:

- TALUD T-1 J1 J2.swd

### Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 29/10/2020, 15:59:20

### Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.5136
- Wedge height (on slope) [m]: 3.00
- Bench width (on upper face) [m]: 1.99
- Wedge volume [ $m^3$ ]: 5.879
- Wedge weight [tonnes]: 15.285
- Wedge area (joint1) [ $m^2$ ]: 3.37
- Wedge area (joint2) [ $m^2$ ]: 9.81
- Wedge area (slope) [ $m^2$ ]: 8.85
- Wedge area (upper face) [ $m^2$ ]: 5.88

### Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
<b>Effective Normal force [tonnes]</b>	6.98	13.42
<b>Effective Normal stress [<math>t/m^2</math>]</b>	2.07	1.37

<b>Shear Strength [t/m<sup>2</sup>]</b>	1.19	0.79
<b>Strength due to Waviness [t/m<sup>2</sup>]</b>	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 7.78
- Resisting force [tonnes]: 11.78

**Pressure:**

Face	Trend [deg]	Plunge [deg]	Mode	Pressure [t/m <sup>2</sup> ]
Slope Face	190.00	0.00	Active	0.95

**Failure Mode:**

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
53.34	343.20	3.74

**Trace Lengths:**

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.32	2.04
Joint 2	5.38	5.83

**Persistence:**

- Joint 1 [m]: 3.74
- Joint 2 [m]: 5.83

**Intersection Angles:**

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	81.62	82.00
Joint 1 & Crest	64.51	78.00
Joint 2 & Crest	33.87	20.00

**Dip and Dip Direction:**

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	65.00	292.00
Joint Set 2	63.00	30.00
Slope	90.00	10.00
Upper Face	0.00	0.00

**Joint Set 1 Data:**

- Cohesion [t/m<sup>2</sup>]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

**Joint Set 2 Data:**

- Cohesion [t/m<sup>2</sup>]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

### Slope Data:

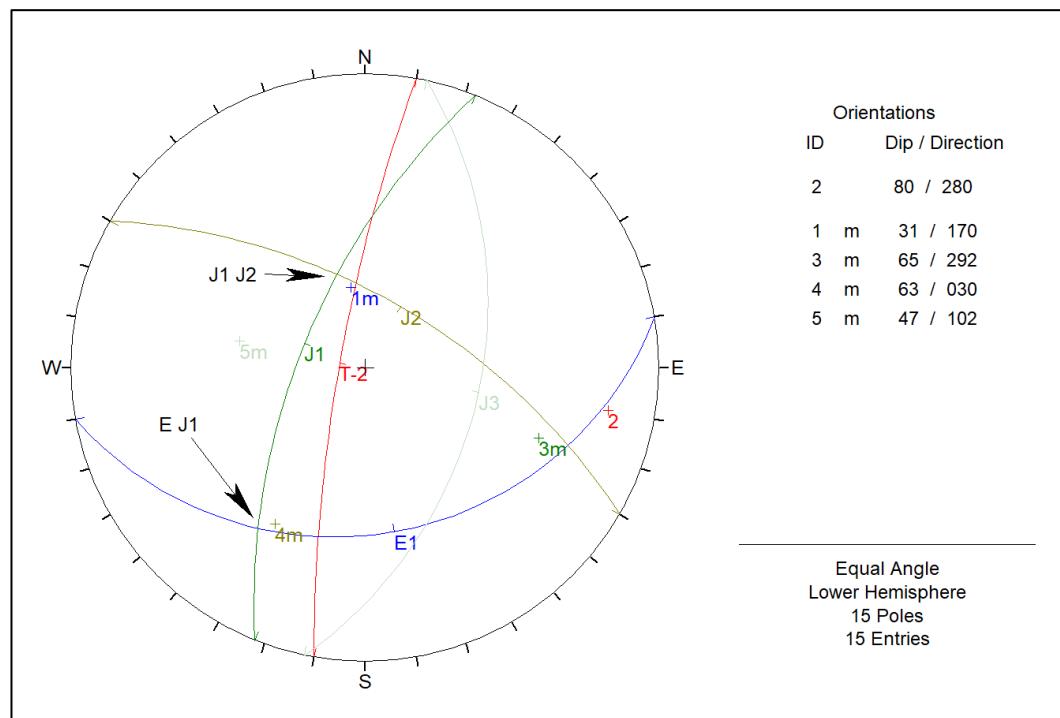
- Slope height [m]: 3.00
- Rock unit weight [ $t/m^3$ ]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

### Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

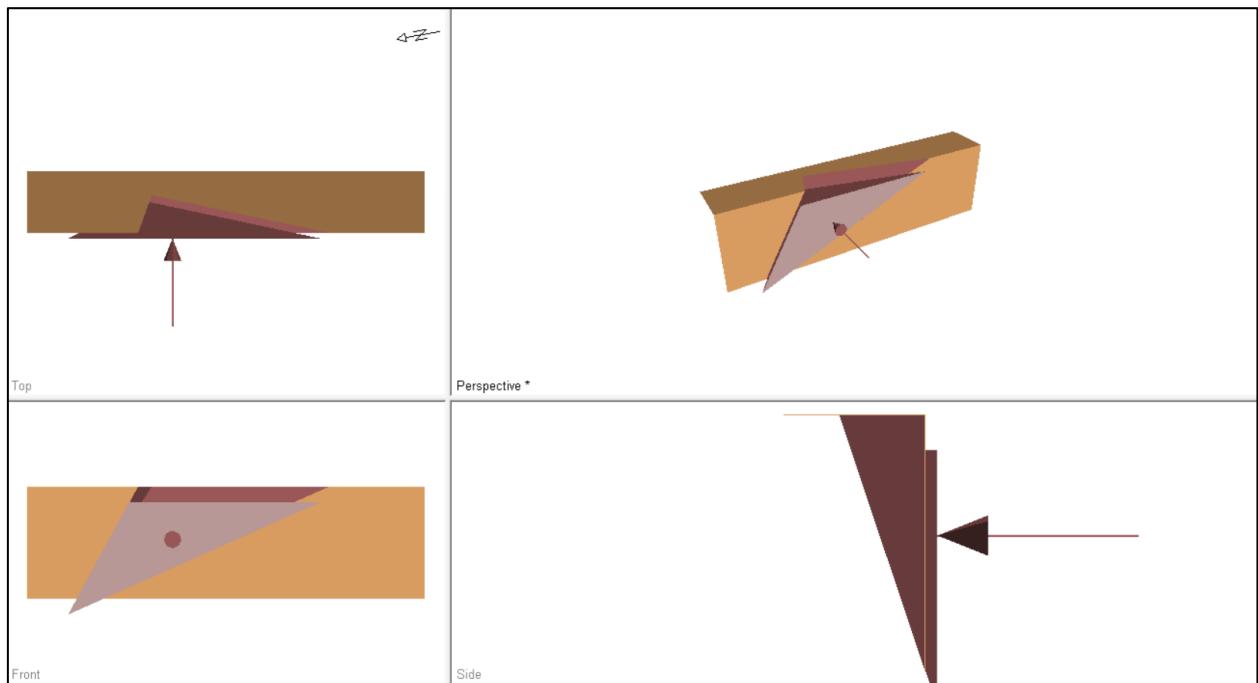
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	1.408	-0.248	3.000
234	-4.401	0.776	3.000
123	0.645	-2.138	3.000

## TALUD T-2 – 90/280



INTERSECCIÓN DE DISCONTINUIDADES	FACTOR DE SEGURIDAD	Talud de excavación que elimina las intersecciones inestables	Empujes horizontales $Tn/m^2 \rightarrow FS = 1,50$
E vs J1	1.03	47°	0,95
J1 vs J2	0,26	71°	0,45

## TALUD T-2 – INTERSECCIÓN DE JUNTAS J1 vs J2



## Swedge Analysis Information

### Document Name:

- TALUD T-2 J1 J2.swd

### Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 29/10/2020, 15:59:20

### Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Safety Factor: 1.4689
- Wedge height (on slope) [m]: 3.00
- Bench width (on upper face) [m]: 1.01
- Wedge volume [ $m^3$ ]: 2.568
- Wedge weight [tonnes]: 6.676
- Wedge area (joint1) [ $m^2$ ]: 8.01
- Wedge area (joint2) [ $m^2$ ]: 1.80
- Wedge area (slope) [ $m^2$ ]: 7.65
- Wedge area (upper face) [ $m^2$ ]: 2.57

### Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
<b>Effective Normal force [tonnes]</b>	8.93	0.00
<b>Effective Normal stress [<math>t/m^2</math>]</b>	1.11	0.00

<b>Shear Strength [t/m<sup>2</sup>]</b>	0.64	0.00
<b>Strength due to Waviness [t/m<sup>2</sup>]</b>	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 3.51
- Resisting force [tonnes]: 5.15

**Pressure:**

Face	Trend [deg]	Plunge [deg]	Mode	Pressure [t/m <sup>2</sup> ]
Slope Face	100.00	0.00	Active	0.90

**Failure Mode:**

- Sliding on joint1

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
53.34	343.20	3.74

**Trace Lengths:**

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	7.37	4.84
Joint 2	3.41	1.07

**Persistence:**

- Joint 1 [m]: 7.37
- Joint 2 [m]: 3.74

**Intersection Angles:**

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	37.50	98.00
Joint 1 & Crest	24.03	12.00
Joint 2 & Crest	118.47	70.00

**Dip and Dip Direction:**

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	65.00	292.00
Joint Set 2	63.00	30.00
Slope	90.00	280.00
Upper Face	0.00	0.00

**Joint Set 1 Data:**

- Cohesion [t/m<sup>2</sup>]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

**Joint Set 2 Data:**

- Cohesion [t/m<sup>2</sup>]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 30.00

### Slope Data:

- Slope height [m]: 3.00
- Rock unit weight [ $t/m^3$ ]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

### Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.168	-6.626	3.000
234	-0.282	-1.602	3.000
123	0.645	-2.138	3.000

