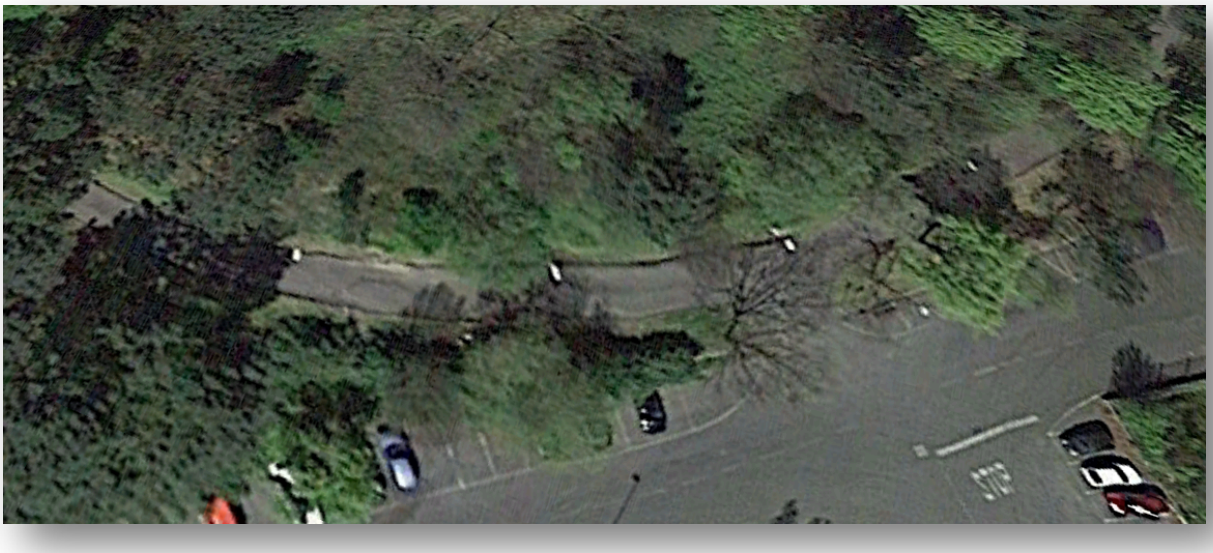
Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

INFORME GEOTECNICO PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES EN EL BARRIO DE LUZARRE EN BASAURI (VIZCAYA)



Informe: GP21092
Fecha 01 de septiembre de 2021

Cliente:

AYUNTAMIENTO DE BASAURI

ÍNDICE.

	Página
1. Introducción	3
2. Metodología de Investigación	4
3. Trabajos Realizados	4
3.1. Calicatas	5
3.2. Ensayos de Penetración dinámica ligera	5
3.3. Toma de datos y muestras "In situ"	6
3.4. Ensayos de laboratorio	6
4. Marco Geológico	11
4.1 Estratigrafía	11
4.1.1 Cretácico Superior (Aptiense Inferior)	11
4.2 Tectónica	11
4.3 Hidrogeología	13
5. Caracterización geomecánica de los materiales	13
5.1. Arcillas de media plasticidad arenosas CL	13
5.2. Margocalizas blandas	13
6. Sismicidad	14
7. Tipología de inestabilidades y causas potenciales	19
8. Conclusiones	19
8.1. Recomendaciones de estabilización	20
8.2. Capacidad portante del terreno	21
8.3. Observaciones	22

ANEJOS:

Anejo 1. Trabajos de campo y Testificación
Anejo 2. Ensayos de Laboratorio
Anejo 3. Calculo de capacidad portante

1.- INTRODUCCIÓN.

La elaboración del presente informe por parte de ***N&A GEOPROYECT*** se ha realizado a petición del **AYUNTAMIENTO DE BASAURI** durante el mes de julio de 2021 y ha consistido en el estudio geotécnico de los taludes del Barrio Luzarre en Basauri (Vizcaya).

En la zona investigada, según lo observado, se ha producido un derrumbamiento del talud superior respecto al vial. En el mismo vial se han producido unos asientos y el agrietamiento del mismo como consecuencia del movimiento lateral.

Se ha investigado la zona del pie del talud afectado por el derrumbe y se ha delimitado la parte sana y la parte derrumbada producida a lo largo del talud. La longitud afectada es de aproximadamente 28m.
El objeto de este estudio es determinar las características estructurales del talud afectado y su naturaleza y recomendar los métodos mas adecuados para su estabilización y su saneamiento.

Nota

La autoría de este estudio geotécnico corresponde a Zeljko Novosel Zivanovic, colegiado nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.
Acorde al Artículo 21 del Real Decreto 1378/2001, este proyectista está habilitado para la realización de estudios del terreno para su caracterización geológica y para la elaboración de estudios, anteproyectos y proyectos de Ingeniería Geológica.
Por otro lado, el proyectista que firma este informe no se hace responsable de las acciones que tome el arquitecto y/o ingeniero calculista que no se contemplen en este informe, ni se hará responsable de las consecuencias derivadas de dichas acciones.
Los resultados y condiciones reflejadas en este informe carecen de validez técnica y aplicación en parcelas o terrenos colindantes no incluidos en el presente documento.

2. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación del presente estudio ha consistido y se ha basado en los resultados de:

- Dos calicatas mecánicas
- Dos ensayos de penetración dinámica Ligera (DPL)
- Un ensayo de penetrómetro de bolsillo (Geotester)
- Un ensayo de carga puntual (PLT) sobre la matriz rocosa
- Toma de una muestra plastificada (MP)
- Interpretación de todos los datos obtenidos.

3. TRABAJOS REALIZADOS

a. Inspección visual de los taludes y ejecución de calicatas mecánicas

Se han ejecutado dos calicatas mecánicas en el pie de talud y se han extraído las muestras de suelo y de matriz rocosa (C-1), Se ha inspeccionado la zona donde el derrumbamiento se ha visto mas acentuado y donde se ha producido la acumulación del material desprendido.

b. Realización de ensayos in situ y de laboratorio

De las calicatas ejecutadas se han tomado una muestra de suelo plastificada y una muestra de la matriz rocosa para la ejecución de los ensayos geomecánicos correspondientes. En la calicata C-1 se ha ejecutado un ensayo de penetrómetro de bolsillo sobre las paredes arcillosas y un ensayo de penetración dinámica Ligera (DPL)

c. Valoración de estabilidad de taludes

Con los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio, así como con los datos recogidos in situ, se han valorado las posibles causas de las patologías tanto extrínsecas como intrínsecas del talud y que podrían haber causado el desprendimiento del mismo.

d. Medidas correctoras y/o protectoras

Una vez conocidas las probables causas, se ha procedido a recomendar una serie de medidas correctoras y protectoras para el talud.

3.1.- Calicatas

Las calicatas consisten en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales, o tomamuestras manuales que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad así como toma de muestras y la realización de ensayos "in situ"
Tienen la ventaja de permitir acceder directamente al terreno, pudiéndose observar las variaciones litológicas, presencia de agua, etc.

Se han realizado dos calicatas alcanzándose las siguientes profundidades desde la superficie de excavación:

CALICATA	COTA DE EXCAV. (m)	PROFUNDIDAD (m)	Muestra de suelo
C-1	± 0.00 (cota relativa)	-0.90	MA-1
C-2	± 0.00 (cota relativa)	-0.80	MR-1

3.2. - Ensayos de penetración dinámica DPL - (ISO 22476-2).

El ensayo de penetración dinámica DPL consiste en la penetración de una puntaza redonda y de área nominal de la sección de 4 cm^2, colocada al final de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 14 mm, la cual penetra en el terreno por medio del golpeo de una maza de 5,00 ú 8,0 Kg., que cae desde una altura de caída constante de 50 cm. con un ritmo de 15 a 30 golpes por minuto, registrándose el número de golpes necesarios para avanzar 10 cm. (N10). El ensayo se termina al no avanzar después de 50 golpes. Este tipo de ensayo permite determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno, evaluar la compacidad de un suelo granular, investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo y comprobar la profundidad de una capa conocida. Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica, Ver los resultados en el Anejo 1.

3.3. Toma de datos y muestras "In Situ"

El objetivo de la toma de muestras es la realización, con una fiabilidad suficiente, de los ensayos de laboratorio pertinentes según las determinaciones que se pretendan obtener. Por tanto en la toma de muestras se deben cumplir unos requisitos diferentes según el tipo de ensayo que se vaya a ejecutar sobre la muestra obtenida.

Se especifican tres categorías de muestras:

1. muestras de categoría A: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables;

2. muestras de categoría B: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables;

3. muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría.

En el campo se han escogido una muestra plastificada de suelo y una muestra de matriz rocosa para efectuar los ensayos de laboratorio correspondientes.

3.4.- Ensayos de laboratorio.

La muestra de suelo y de matriz rocosa extraídas se llevaron al laboratorio y siguiendo las correspondientes normas UNE, se realizaron los siguientes ensayos para determinar sus parámetros geotécnicos y químicos:

TIPO DE ENSAYO	C-1 / MP-1	C-2/ MR-1
Granulometría	*	
Limites de Atterberg	*	
Humedad	*	
Resistencia a la carga puntual		*
Contenido de Sulfatos solubles en suelo	*	

A continuación, se resumen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas, cuyos certificados se adjuntan en el Anejo 2.

TIPO DE ENSAYO	MA-1	MR-1
Gravas (%)	11,3	
Arenas (%)	19,3	
Finos (%)	69,4	
Limite Liquido (%)	36,0	
Limite plástico (%)	20,3	
Índice de plasticidad	15,7	
Humedad (%)	16,6	
Resistencia a la compresión simple (PLT) kg/cm²	-	31,04
Contenido de sulfatos solubles SO_4^{2-}(mg/kg)	318,9	

Los resultados del análisis de contenido en sulfatos solubles en el suelo se reflejan en la tabla siguiente:

		Grado de agresividad suelos		
Parámetros	Resultado	Débil	Medio	Fuerte
Contenido de sulfatos solubles SO_4^{2-}(mg/kg)	318,9	2000-3000	3000-12000	>12000

En los ensayos químicos realizados sobre suelos se han obtenido unos resultados de ***NO AGRESIVO*** para el hormigón.

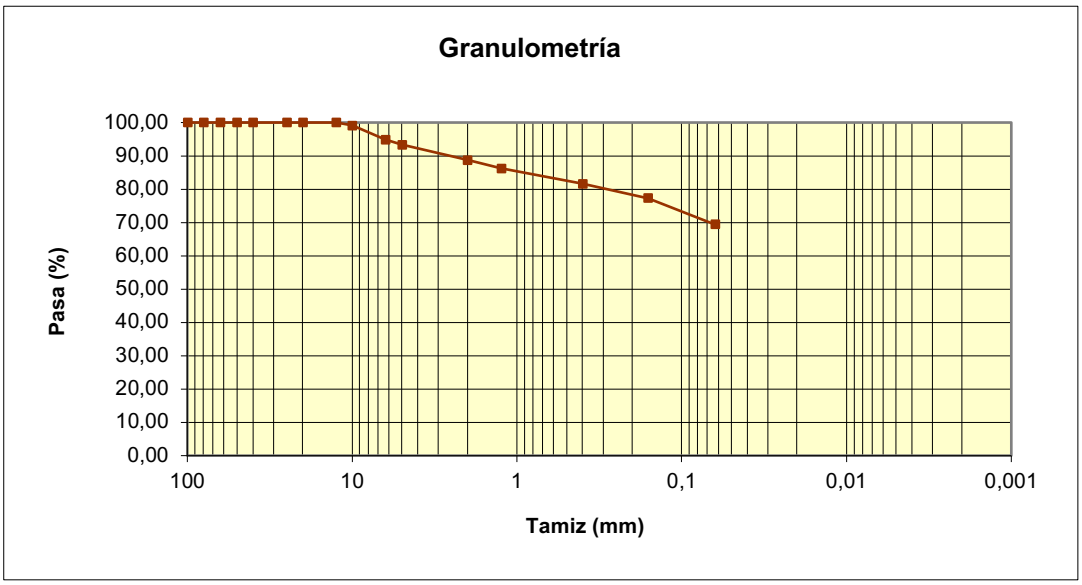
Según los ensayos de identificación realizados, la muestra de suelo **MP-1** (cuyos resultados se pueden apreciar a continuación) se puede clasificar según ***U.S.C.S. Casagrande*** como **Arcilla de media plasticidad arenosa CL**

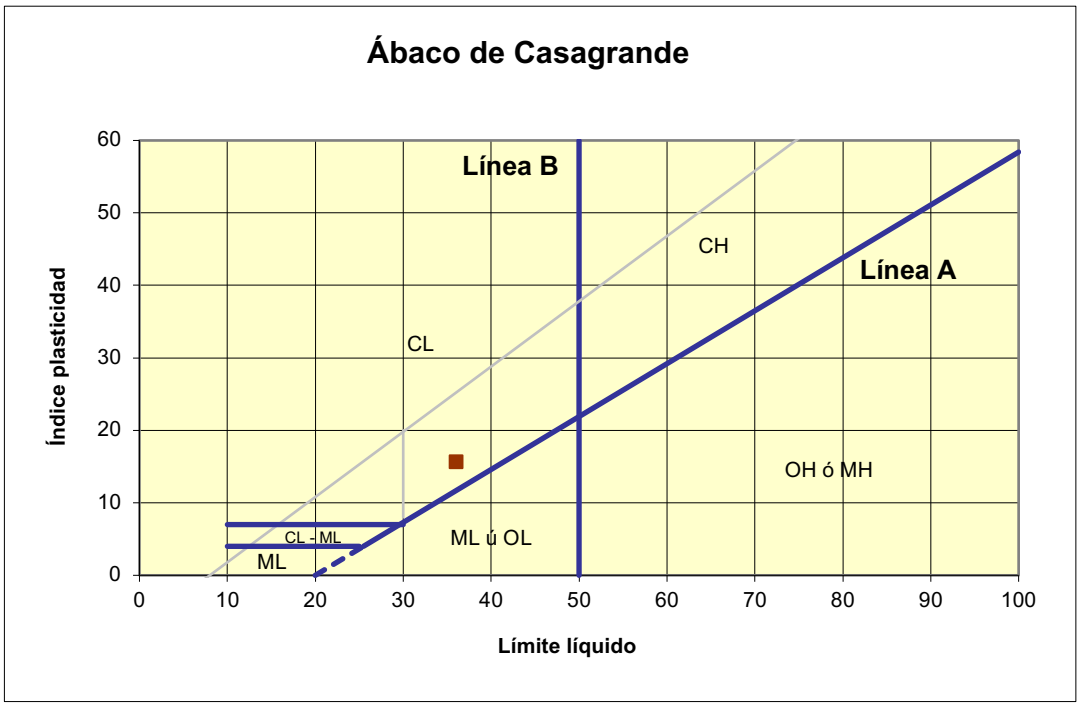
C-1 MP-1 (-0,90m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100,00	100,00	0,00	0,00
80	100,00	100,00	0,00	0,00
63	100,00	100,00	0,00	0,00
50	100,00	100,00	0,00	0,00
40	100,00	100,00	0,00	0,00
25	100,00	100,00	0,00	0,00
20	100,00	100,00	0,00	0,00
12,5	100,00	100,00	0,00	0,00
10	99,10	99,10	0,90	0,90
6,3	94,90	94,90	5,10	4,20
5	93,30	93,30	6,70	1,60
2	88,70	88,70	11,30	4,60
1,25	86,20	86,20	13,80	2,50
0,4	81,60	81,60	18,40	4,60
0,160	77,30	77,30	22,70	4,30
0,063	69,40	69,40	30,60	7,90

Límite líquido LL	36,00	%
Límite plastico LP	20,30	%
Índice plasticidad IP	15,70	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	**93,30**	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	**69,40**	%





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas. **Arcilla media plasticidad arenosa CL**

Penetrometro de bolsillo "Geotester"



Para estimar la resistencia al corte del suelo arcilloso encontrado en la pared de la calicata, se ha empleado el penetrómetro de bolsillo marca "Geotester". Se han ejecutado una serie de pruebas en los niveles de arcillas. Los resultados se pueden apreciar en la tabla de la página siguiente.

A continuación, se pueden observar los resultados del ensayo sobre material arcilloso:

Penetrómetro de bolsillo (Geotester)				
Notación	1			
Niveles	0,60-0,80			
Lecturas	4,2			
	5,0			
	3,6			
kg/cm²	4,2			
	3,7			
	4,5			
	4,4			
	3,8			
	2,7			
	3,0			
Media	4,01			
Resultado	q_u	4,01	kg/cm²	

Su=qu/2	2,00 kg/cm²
S_u -	Resistencia al corte sin drenaje
q_u -	Resistencia a la compresión simple

Según los ensayos con el Penetrómetro de bolsillo sobre la muestra de suelo de la calicata **C-1**, se ha deducido la resistencia al corte (en condiciones no drenadas) **2,00 kg/cm²**

Ensayos de resistencia a la carga puntual (Point Load Test) – PLT (NLT: 225-1996)



El objeto de este ensayo consiste en estimar la resistencia a la compresión simple. En él se comprime una probeta cilíndrica o fragmentos de roca entre dos conos de tamaño definido. Se obtiene el índice del ensayo Is y se define como:

$$I_s = \frac{P}{D^2}$$

P = carga de la rotura

D= diámetro de testigo o fragmento irregular de matriz rocosa. Según la correlación de Bienawski, la resistencia a compresión simple se deduce de la fórmula:

$$\sigma_c = 24Is$$

4.0 MARCO GEOLÓGICO

La zona de estudio se ubica en el cuadrante NE de la Hoja 61-IV (Basauri) del Mapa Geológico del País Vasco, del Ente Vasco de la Energía (EVE), a escala 1:25.000. Geológicamente se sitúa en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Está constituida por materiales del Cretácico estructurados según directrices generales ONO-ESE, concordantes con las estructuras más importantes de la Cuenca Vasco-Cantábrica, sobre los cuales se depositan diferentes sedimentos cuaternarios.

4.1 ESTRATIGRAFIA

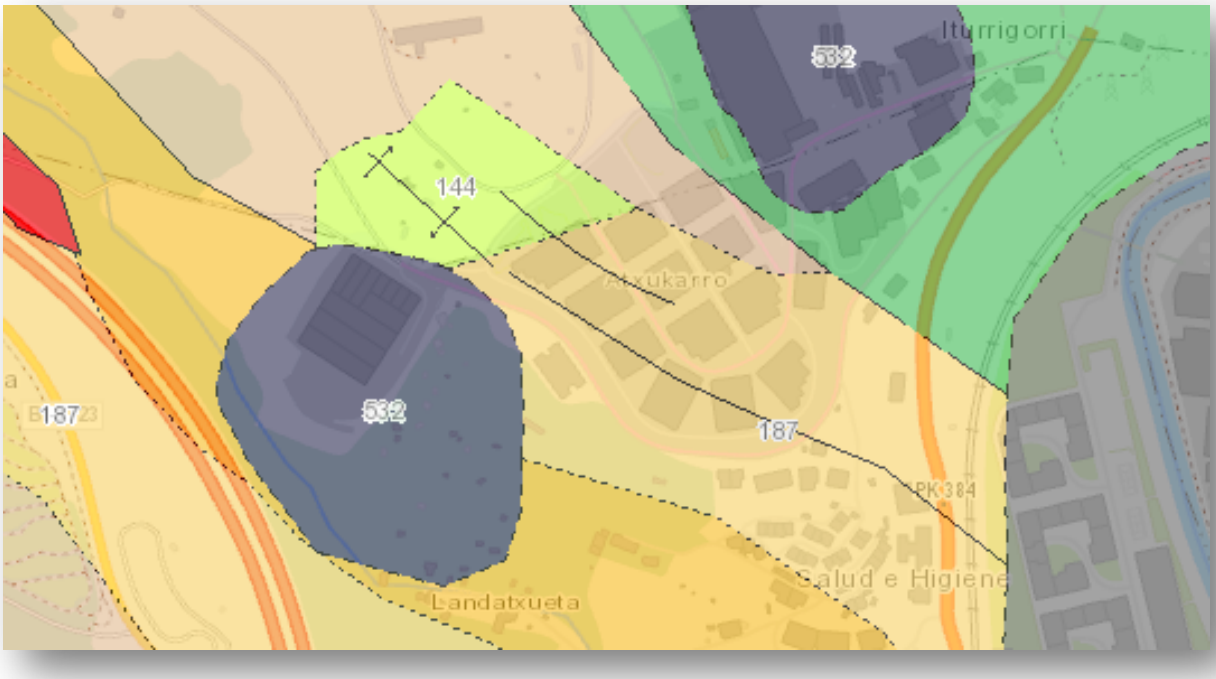
4.1.1 Cretácico Superior (Aptiense Inferior)

Los materiales aparecidos en la zona de estudio pertenecen a la Formación Ereza, dentro del denominado Complejo Urgoniano. Es un tramo formado por areniscas de grano fino a veces desorganizadas y a veces en estratos netos, con buena granoclasificación, y limolitas masivas, calcáreas o decalcificadas. Los niveles presentan espesores variables, casi siempre de orden métrico con laminación paralela y "ripples" a techo y ocasionalmente organizados en pequeñas secuencias de carácter tanto positivo como negativo. Las limolitas, micáceas, de colores oscuros, son minoritarias en esta zona frente a los materiales arenosos. La bioturbación es muy frecuente en ambas litologías.

4.2 TECTONICA

Desde el punto de vista estructural, mediante las investigaciones realizadas, no se ha detectado la presencia de estructuras geológicas tales como plegamientos de gran escala o fallas que pudieran afectar considerablemente la estabilidad y podrían haber sido el principal causante del desprendimiento menor producido.

MAPA GEOLOGICO DE PAIS VASCO 1:25000



LEYENDA

532 - Depósitos antropogénicos

187 - Areniscas silíceas con escasos niveles de lutitas

192 - Alternancia de areniscas silíceas y lutitas

144 - Margas y calizas nodulosas

128 - Lutitas (limolitas) con pasadas areniscosas

4.3 HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista de vista hidrogeológico no se ha detectado la presencia de nivel freático en sentido estricto en la zona estudiada. Sin embargo basándose en su geometría, inclinación y estado de la vegetación presente, se puede justificar una notable influencia de agua en la estabilidad del talud.

5.0 CARACTERIZACION GEOMECANICA DE LOS MATERIALES

En la parcela objeto de estudio se han encontrado unas arcillas de plasticidad media arenosas y unas margas-margocalizas. Estos materiales se describen a continuación:

5.1 Arcillas de media plasticidad arenosas (CL)

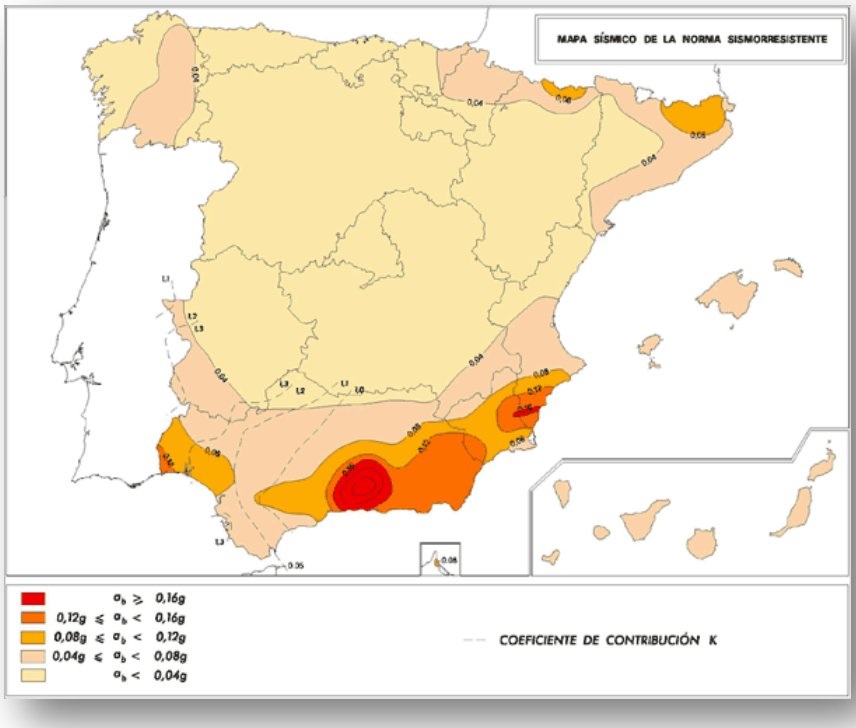
Se trata de un suelo arcilloso arenoso de plasticidad media normalmente consolidado. Procedente de la descomposición del matriz rocosa subyacente. Según la Clasificación Unificada de Suelos se trata de un suelo tipo **CL.** El suelo se encuentra algo húmedo **W=16,6%** sin apariencia de un nivel freático. La densidad aparente es de $\gamma = 1{,}90$ **gr/cm³** , la cohesión de este material oscila entre **2 y 8 t/m²** y el ángulo phi entre **20º y 30º** según el ***"Grundbau-Taschenbuch" (3ª ed. 1ª parte 1980)*** y Rodríguez Ortiz. Según los ensayos de penetrómetro de bolsillo la resistencia al corte sin drenaje se estima en **Cu=2,00kg/cm²** Presenta un color marrón oscuro. Este material descansa sobre un macizo rocoso fracturado, blando. Los espesores medidos en campo han dado un resultado de aproximadamente de **1,00 -2,00m**.

5.2 Margocalizas blandas

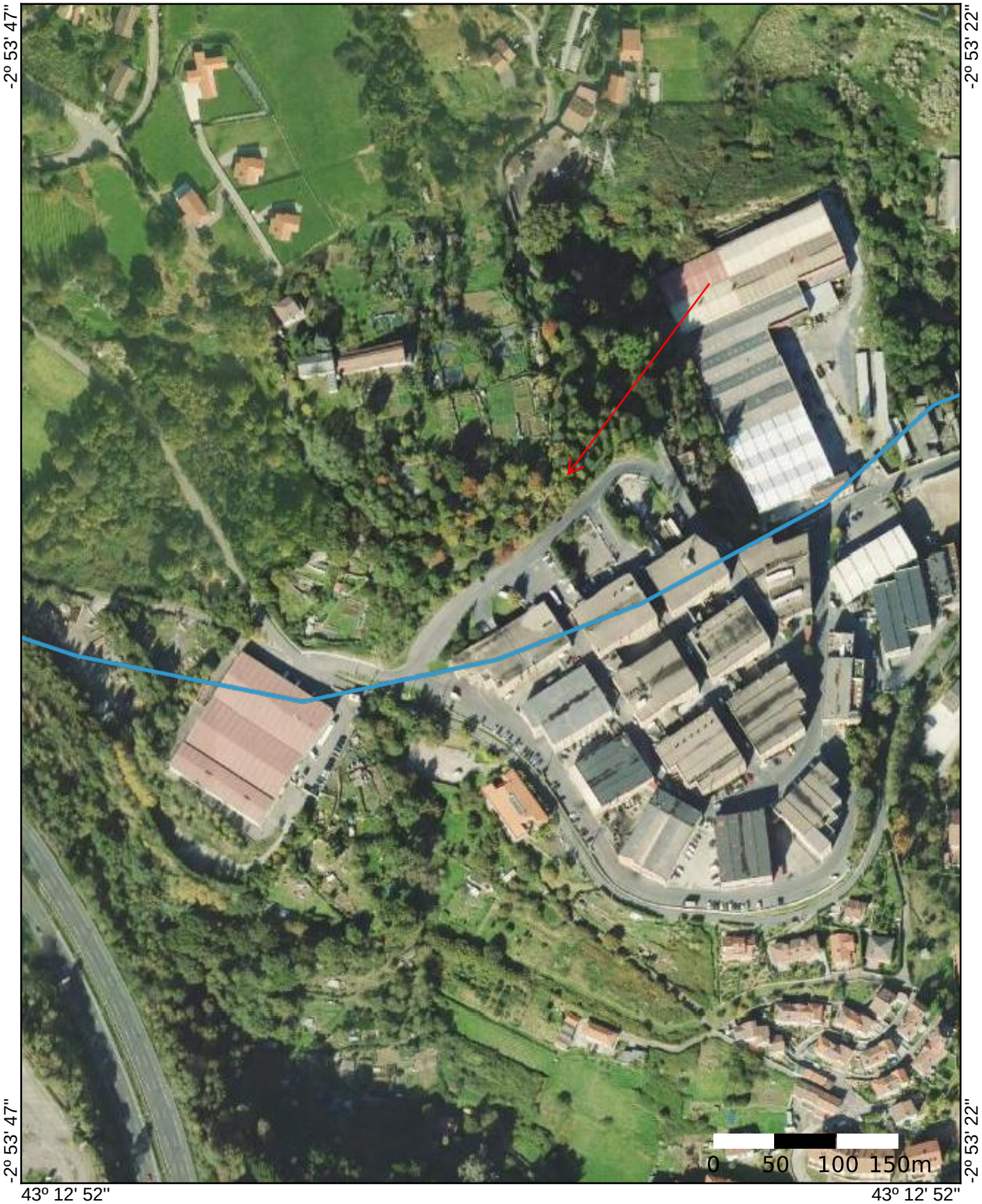
Se trata de un macizo rocoso (macizo rocoso de clase III según Hoek & Brown) que presenta una estructura tableada. La roca matriz del macizo rocoso presenta un color gris oscuro (ver anejo 1) en su condición sana. Los ensayos de resistencia a la carga puntual han dado un valor de RCS (PLT) de **31,40kg/cm²** Debido a su baja resistencia a la compresión simple geotécnicamente se ha considerado como un suelo muy duro.

6.0. SISMICIDAD

La "Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)" actualmente en vigor, regula por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica, aquellas zonas del territorio en el que es de aplicación obligatoria la citada Norma. En dicho Mapa, figura la aceleración sísmica básica "ab ", que es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados de acuerdo con la peligrosidad sísmica en cada punto. De acuerdo con el apartado 1.2.3 de la citada Norma, no es necesaria su aplicación en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica ab sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

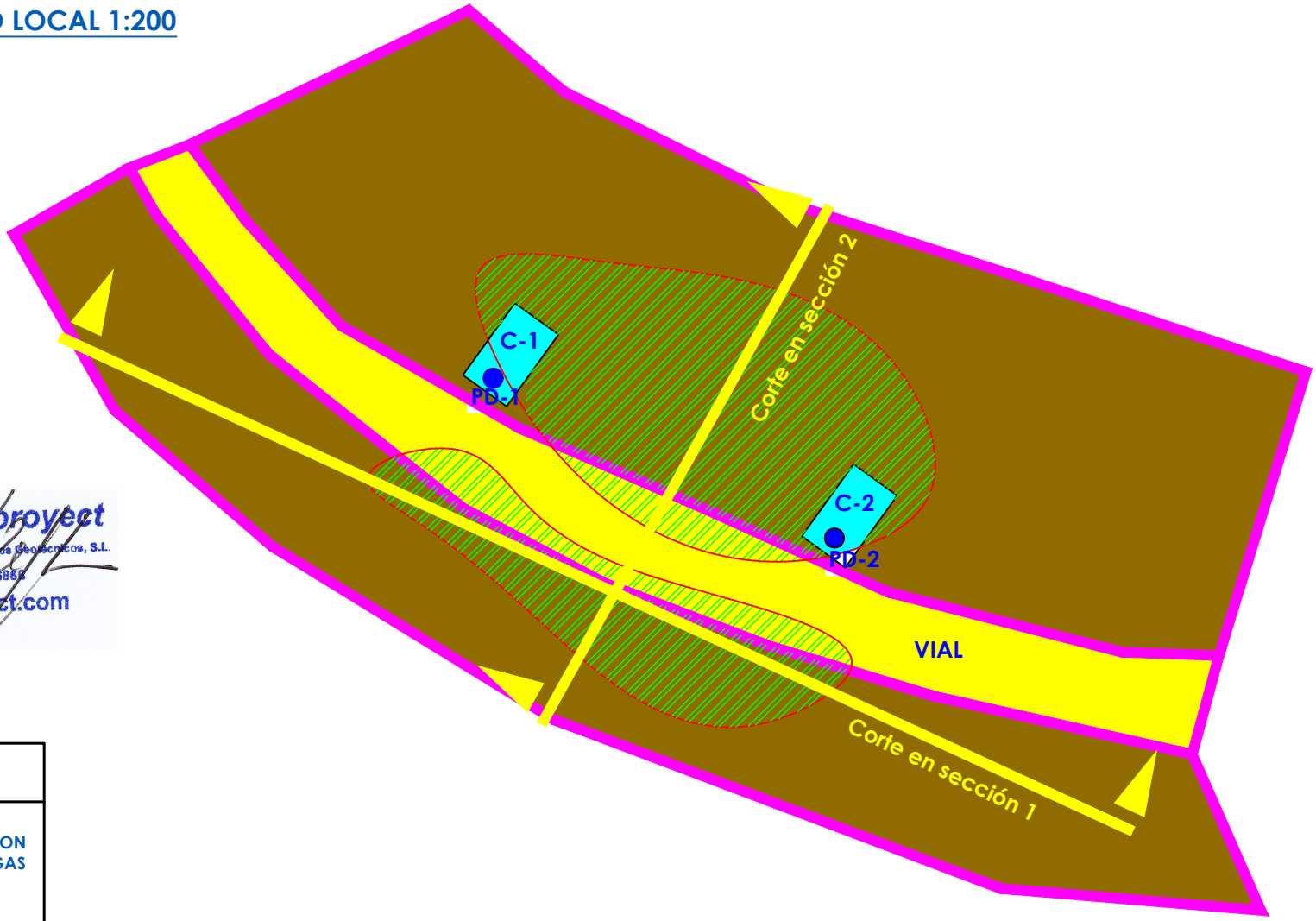


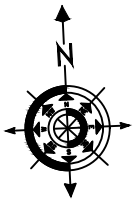
De acuerdo con el Mapa de Peligrosidad Sísmica incluido anteriormente, la zona estudiada ***(Basauri)*** se localiza en una área cuyo valor de la aceleración sísmica básica es menor de 0,04 g, donde no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre las estructuras proyectadas.



	8/9/2021
	EPSG:3857 (WGS84)

MAPA GEOTÉCNICO LOCAL 1:200





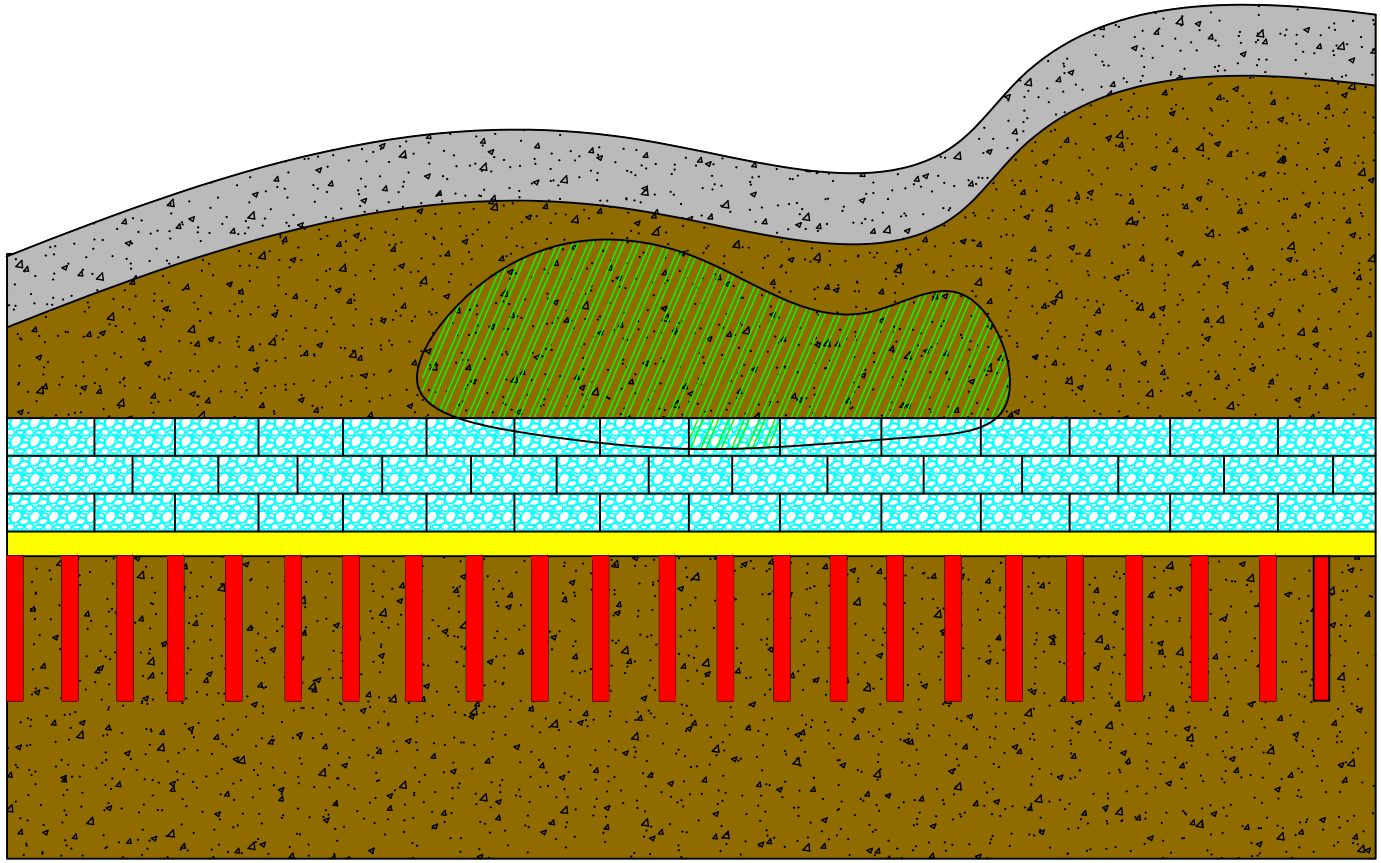
N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146858
www.geoproyect.com

LEYENDA

- ARCILLAS ARENOSAS CON FRAGMENTOS DE MARGAS
- ZONA AFECTADA POR DESPRENDIMIENTO Y MOVIMIENTO
- VIAL
- CORTE EN SECCION
- C-1 CALICATA
- P-1 PENETROMETRO

MAPA GEOTÉCNICO LOCAL	FIRMA	Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L	
TALUD Luzarre Auzoa Basauri (Vizcaya)		DIBUJO	FECHA 01/09/2021
		A-4	ESTUDIO GEOTÉCNICO GP21092
ESCALA 1:200	Geoproyect™ Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.	DIBUJADO POR Zeljko Novosel Zivanovic Geólogo.Colegiado Nº 4118	CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE BASAURI

CORTE EN SECCIÓN Nº1 1:200



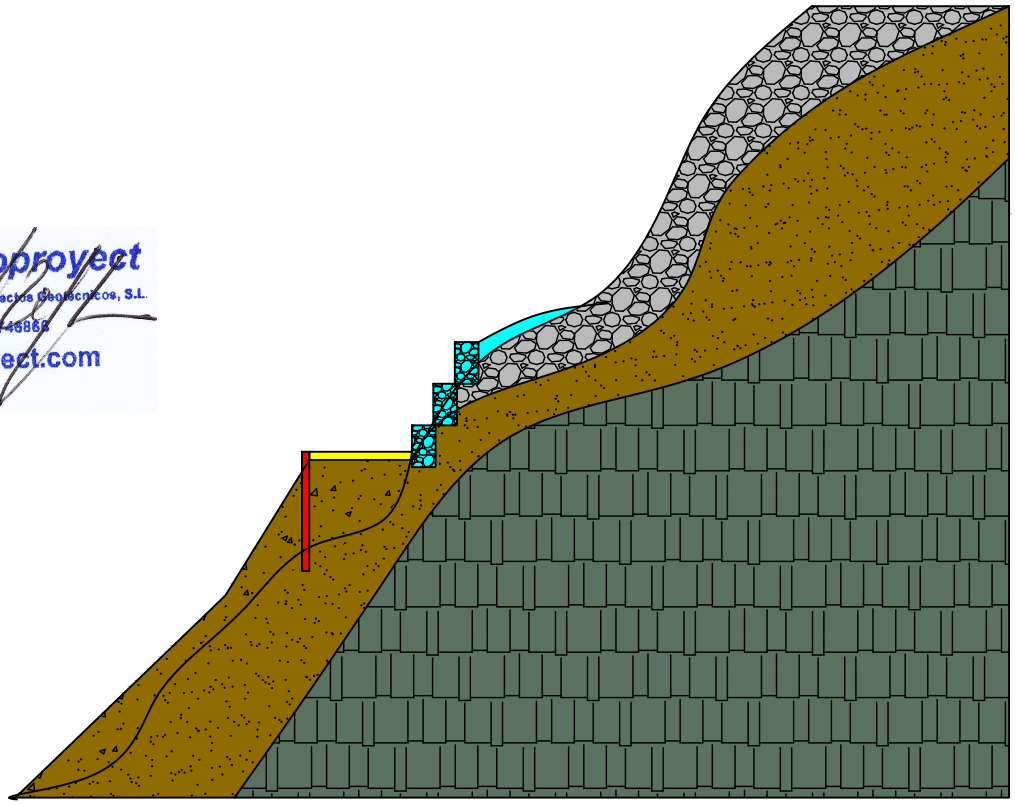
N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146858
www.geoproyect.com

LEYENDA

- Relleno Antrópico heterogeneo
- Arcillas arenosas CL
- Zona de derrumbe
- Estabilizacion por gravedad
- Estabilizacion pie de talud inferior mediante anclado de railies unidos y atados entre si

CORTE EN SECCIÓN 1	FIRMA	Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.	
TALUD Luzarre Auzoa Basauri (Vizcaya)		DIBUJO	FECHA 01/09/2021
		A-4	ESTUDIO GEOTÉCNICO GP20192
ESCALA 1:200	Geoproyect™ Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.	DIBUJADO POR Zeljko Novosel Zivanovic Geólogo.Colegiado Nº 4118	CLIENTES: AYUNTAMIENTO DE BASAURI

CORTE EN SECCIÓN Nº2 1:200



N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com

LEYENDA

- Relleno Antrópico material derumbado
- Arcillas arenosas CL
- Margocalizas blandas
- Estabilizacion pie de talud superios (muros de gaviones) o similar
- Estabilizacion pie de talud inferior mediante anclado de railies unidos y atados entre si

CORTE EN SECCIÓN 2	FIRMA	Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.	
TALUD Luzarre Auzoa Basauri (Vizcaya)		DIBUJO	FECHA 01/09/2021
		A-4	ESTUDIO GEOTÉCNICO GP21092
ESCALA 1:200	Geoproyect™ Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.	DIBUJADO POR Zeljko Novosel Zivanovic Geólogo.Colegiado Nº 4118	CLIENTES: AYUNTAMIENTO DE BASAURI

7.0. TIPOLOGIA DE LAS INESTABILIDADES Y CAUSAS POTENCIALES

Según lo observado in situ previo a los ensayos de campo y laboratorio, se han deducido algunas de las posibles causas del desprendimiento del material del talud:

1. Se observa la presencia de un material suelto, disgregado de tamaño grava de una procedencia antrópica.
2. Zona potencialmente apta para que en la época de precipitaciones pronunciadas suba la presión intersticial en las zonas de contacto entre materiales de diferente naturaleza, causando posible rotura y anulación parcial de la resistencia al corte.
3. Ausencia de un adecuado sistema de drenaje del talud.
4. Desprendimiento del talud inferior cuyas características geomecánicas se han extrapolado del talud superior y donde se observa el movimiento lateral y agrietamiento del firme por desestabilización del equilibrio natural al cambiar la geometría del talud subiendo su ángulo respecto a la horizontal.

8.0. CONCLUSIONES

La investigación realizada ha consistido en la cartografía geotécnica de la zona de los taludes estudiados. Ha consistido en la realización de dos calicatas mecánicas y dos ensayos de penetración ligera en el la zona del pìe de talud superior y en el contacto con el vial. Se han realizado diferentes ensayos "in situ" y en laboratorio en cuyos resultados se ha basado la caracterización del material que compone el talud, sus características intrínsecas y su tensión admisible.

Basándose en la investigación realizada se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El talud de la zona donde ha ocurrido el desprendimiento muestra una geometría muy desfavorable respecto al riesgo de desprendimiento.

De las causas que han influido en la desestabilización de talud se enumeran las mas importantes:

Talud superior:

1. Presencia de un relleno antrópico sin cohesión aparente
2. Ausencia de un sistema de drenaje
3. Cambio de geometría del talud a lo largo del tiempo desfavoreciendo la misma y influyendo negativamente en las fuerzas estabilizadoras

Talud inferior:

1. Influencia del cambio de geometría y continuo desprendimiento, disminuyendo la influencia de las fuerzas estabilizadoras y perdida de la tensión admisible lateral.
2. Desequilibrio causado por las patologías del talud superior.
3. Presencia de vegetación que no tiene la función estabilizadora, aumentando el deterioro.

8.1. RECOMENDACIÓNES DE ESTABILIZACION

Una vez caracterizados los materiales existentes en el área de estudio, estudiadas las tipologías de inestabilidad que se pueden producir, los factores de seguridad y sus posibles causas se llega a las siguientes conclusiones:

Como métodos de estabilización se recomiendan las siguientes actuaciones:

Talud Superior:

1. *Retirada del material de relleno, el mas inestable y superficial, hasta las capas mas sanas (saneado del talud)*
2. *Cambio de geometría mediante la ejecución de bermas para disminuir el efecto de deslizamiento.*
3. *Diseñar un drenaje adecuado*

4. ***En la zona de talud superior se recomienda la estabilización del pie de talud mediante muros de gaviones o escollera empotrandolos en el nivel inferior al menos a 0,80m de profundidad.***

5. *Situar los muros escalonados por lo menos tres escalones*

6. *Retirar la vegetación y arbolado desestabilizares*

Talud Inferior:

1. Debido a que por su situación e inclinación es inviable ejecutar el mismo método que en el talud superior, se recomienda ejecutar el hincado de los railes y atarlos entre si con un cosido y hormigonado. Ejecutando este tipo de estabilización se conseguiría detener el movimiento lateral además de estabilizar el talud superior.

8.2. CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

Se ha determinado la carga admisible del terreno por el método de las penetraciones dinámicas (por asiento), y presión admisible por hundimiento. Según los ensayos de penetración dinámica (DPL) la tensión admisible del terreno se estima en **1,00kg/cm²** para -**0,70m** de profundidad desde la cota de emboquillado de los penetrómetros. Este cálculo se basa en la correlación entre los ensayos de DPSH y SPT. El asiento máximo esperado para esta tensión es de **1 pulgada (2.54cm)** empleando los cálculos de Terzaghi y Peck (1948) (Ver anejo 3). El macizo rocoso encontrado no se considera como tal geotécnicamente sino como un suelo muy duro pudiendo definir su comportamiento como lineal e isótropo. Las tensiones admisibles por tramos basadas en el ensayo de penetración dinámica (DPSH) se pueden observar directamente en el Anejo1.

8.3. OBSERVACIONES

Dado el carácter puntual del estudio realizado, cuyos resultados se han extrapolado a la totalidad del solar se recomienda la inspección visual detallada del terreno durante la ejecución de las obras, con el fin de verificar que las características aparentes del terreno realmente existente, corresponden con las que han servido de base para la elaboración de este informe.

El presente informe consta de 22 hojas incluida ésta, debidamente numeradas y revisadas además de los anejos.

La Navata, 01 de septiembre de 2021

Realizado por:



Zeljko Novosel Zivanovic
Ing. Geólogo, Col. ICOG Nº4118
Máster Ingeniería Geotécnica
MSc. Geotechnical Engineering

ANEJO 1. TRABAJOS DE CAMPO Y TESTIFICACIÓN



Foto 1: **CALICATA MECANICA C-1**



Foto 2: **CALICATA MECANICA C-2**



Foto 3: **PENETRACION DINAMICA PD-1**



Foto 4: **PENETRACION DINAMICA PD-2**



Foto 5: **ARCILLAS MARGOSAS**



Foto 6: **MARGOCALIZAS BLANDAS**

N&A Geoproyect
Novosel y Artaega Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com

TIPO DE MUESTRA: ■ INALTERADA ☐ ALTERADA	COORDENADAS (UTM) X: 508662 mE Y: 4784796 mN	CALICATA C1 HOJA 1 DE 1 ESCALA 1:50	FECHA: 04/07/2021 CLIENTE: AYTO DE BASAURI
PROYECTO GP21092	LUGAR BASAURI - (VIZCAYA)		

PROF. (m)	COTA (m)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	OBSERVACIONES	HUM (%)	L.L.	L.P.	I.P.	FINOS (%)	RESIS (MPa)
0.00	0,00		Arcillas arenosas de baja plasticidad CL medianamente duras	☐	Algo humedas con fragmentos de margocalizas MP-1						
0,90	-0,90		Fin de Calicata a 0,90m								

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.



DIBUJADO POR
Zeljko Novosel Zivanovic
Geólogo Colegiado Nº 4118

TIPO DE MUESTRA: ■ INALTERADA ☐ ALTERADA	COORDENADAS (UTM) X: 508675 mE Y: 4784799 mN	CALICATA C2 HOJA 1 DE 1 ESCALA 1:50	FECHA: 04/07/2021 CLIENTE: AYTO DE BASAURI
PROYECTO GP21092	LUGAR BASAURI - (VIZCAYA)		

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

PROF. (m)	COTA (m)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	OBSERVACIONES	HUM (%)	L.L.	L.P.	I.P.	FINOS (%)	RESIS (MPa)
0.00	0,00		Arcillas arenosas de baja plasticidad CL medianamente duras con margocalizas blandas	☐	Algo humedas con fragmentos de margocalizas MP-1						
0,80	-0,80		Fin de Calicata a 0,80m								

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com



DIBUJADO POR
Zeljko Novosel Zivanovic
Geólogo Colegiado Nº 4118

RESULTADOS ENSAYOS-DPL

Informe: GP21092
Cliente: AYUNTAMIENTO DE BASAURI
Obra: TALUD BASAURI
Penetrometo: PD-1
Cota de inicio: 0,00
Fecha: 4-7-2021

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

PENETRACION DINAMICA DPL (ISO 22476-2)

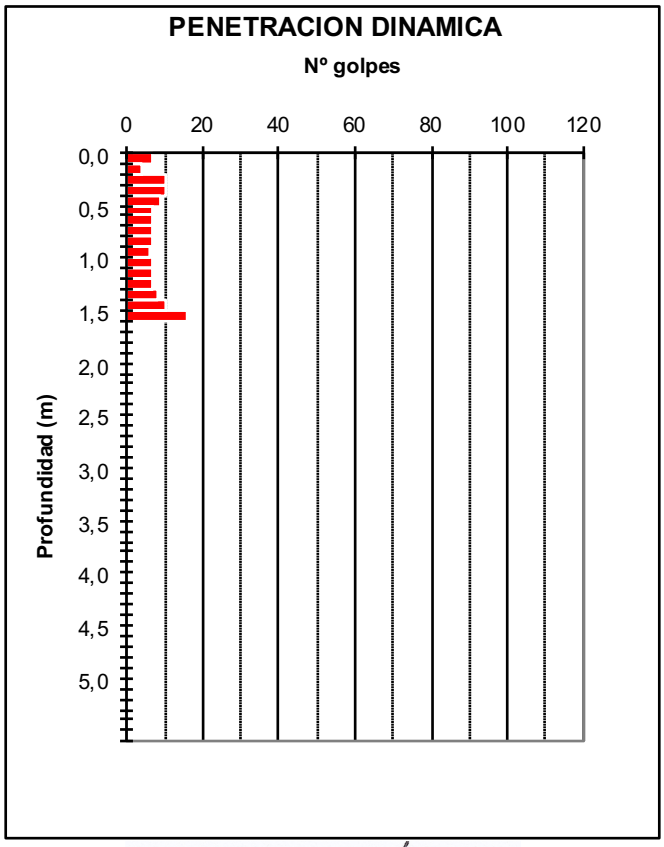
$$R_p = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e(M + nP)}$$

$$q_{ad} = \frac{R_p}{10} \cdot FS$$

Factor de Seguridad	3

Características de la máquina de ensayo	
Peso maza (M):	5 kg
Altura caida maza (H):	50 cm
Sección punta (A):	2 cm²
Peso de una barra (P):	0,624 kg

Fin de ensayo	1,6	m
Nivel freatico	-	m



Prof. (m)	Nº golpes	R_p Kg/cm²	T.Adm. Kg/cm²	Prof. (m)	Nº golpes	R_p Kg/cm²	T.Adm. Kg/cm²
0,1	7	78	1,30	3,8			
0,2	4	44	0,74	3,9			
0,3	10	111	1,85	4,0			
0,4	10	111	1,85	4,1			
0,5	9	100	1,67	4,2			
0,6	7	70	1,17	4,3			
0,7	7	70	1,17	4,4			
0,8	7	70	1,17	4,5			
0,9	7	70	1,17	4,6			
1,0	6	60	1,00	4,7			
1,1	7	64	1,06	4,8			
1,2	7	64	1,06	4,9			
1,3	7	64	1,06	5,0			
1,4	8	73	1,21	5,1			
1,5	10	91	1,52	5,2			
1,6	16	133	2,22	5,3			
1,7				5,4			
1,8				5,5			
1,9				5,6			
2,0				5,7			
2,1				5,8			
2,2				5,9			
2,3				6,0			
2,4							
2,5							
2,6							
2,7							
2,8							
2,9							
3,0							
3,1							
3,2							
3,3							
3,4							
3,5							
3,6							
3,7							

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84746858
www.geoproyect.com

Fdo. Zeljko Novosel Zivanovic, M.I.G.
Geólogo Colegiado Nº 4118

RESULTADOS ENSAYOS-DPL

Informe: GP21092
Cliente: AYUNTAMIENTO DE BASAURI
Obra: TALUD BASAURI
Penetrometo: PD-1
Cota de inicio: 0,00
Fecha: 4-7-2021

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

PENETRACION DINAMICA DPL (ISO 22476-2)

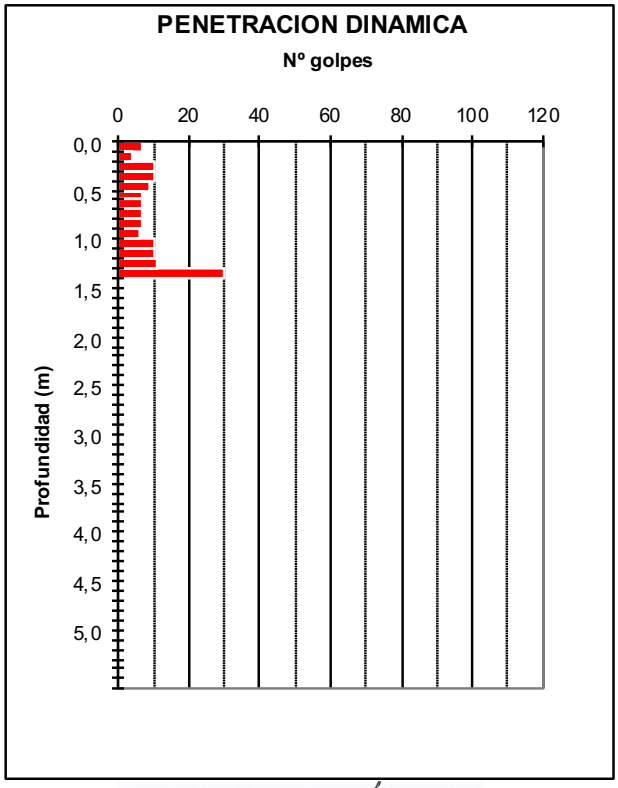
$$R_p = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e(M + nP)}$$

$$q_{ad} = \frac{R_p}{10} \cdot FS$$

Factor de Seguridad	3

Características de la máquina de ensayo		
Peso maza (M):	5	kg
Altura caida maza (H):	50	cm
Sección punta (A):	2	cm^2
Peso de una barra (P):	0,624	kg

Fin de ensayo	1,4	m
Nivel freatico	-	m



Prof. (m)	Nº golpes	R_p Kg/cm²	T.Adm. Kg/cm²	Prof. (m)	Nº golpes	R_p Kg/cm²	T.Adm. Kg/cm²
0,1	7	78	1,30	3,8			
0,2	4	44	0,74	3,9			
0,3	10	111	1,85	4,0			
0,4	10	111	1,85	4,1			
0,5	9	100	1,67	4,2			
0,6	7	70	1,17	4,3			
0,7	7	70	1,17	4,4			
0,8	7	70	1,17	4,5			
0,9	7	70	1,17	4,6			
1,0	6	60	1,00	4,7			
1,1	10	91	1,52	4,8			
1,2	10	91	1,52	4,9			
1,3	11	100	1,67	5,0			
1,4	30	273	4,55	5,1			
1,5				5,2			
1,6				5,3			
1,7				5,4			
1,8				5,5			
1,9				5,6			
2,0				5,7			
2,1				5,8			
2,2				5,9			
2,3				6,0			
2,4							
2,5							
2,6							
2,7							
2,8							
2,9							
3,0							
3,1							
3,2							
3,3							
3,4							
3,5							
3,6							
3,7							

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84746868
www.geoproyect.com

Fdo. Zeljko Novosel Zivanovic, M.I.G.
Geólogo Colegiado Nº 4118

CORRELACION RESULTADOS DPL (DYNAMIC PROBING LIGHT) - SPT

Informe: GP21092
Cliente: AYUNTAMIENTO DE BASAURI
Obra: TALUD
DPL: DP-1
Cota de inicio: 0
Fecha: 4/7/21

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

PRUEBA	(SPT)	DPL	PROFUND. (CM)
1	11	7	10
2	6	4	20
3	16	10	30
4	16	10	40
5	14	9	50
6	11	7	60
7	11	7	70
8	11	7	80
9	11	7	90
10	9	6	100
11	11	7	110
12	11	7	120
13	11	7	130
14	12	8	140
15	16	10	150
16	25	16	160
17			170
18			180
19			190
20			200
21			210
22			220
23			230
24			240
25			250
26			260
27			270
28			280
29			290
30			300

N1	NUMERO DE GOLPES SPT
N2	NUMERO DE GOLPES DPL
W1	PESO MAZA SPT
W2	PESO DE MAZA DPL
H1	ALTURA DE CAIDA SPT
H2	ALTURA DE CAIDA DPL
A1	AREA SECCION TRANSVERSAL SPT
A2	AREA SECCION TRANSVERSAL DPL
E1	LONGUITUD DE TRAMO SPT
E2	LONGUITUD DE TRAMO DPL

H1	H2	A1	A2	E1	E2	W1	W2
76	50	20	2	30	10	63,5	5

$$N_1 = N_2 \frac{W_2 \times H_2 \times A_1 \times E_1}{W_1 \times H_1 \times A_2 \times E_2}$$

FORMULA DE CONVERSION DE GOLPES SEGÚN NORMA (DIN 4094)

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com

CORRELACION RESULTADOS DPL (DYNAMIC PROBING LIGHT) - SPT

Informe: GP21092
Cliente: AYUNTAMIENTO DE BASAURI
Obra: TALUD
DPL: DP-2
Cota de inicio: 0
Fecha: 4/7/21

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

PRUEBA	(SPT)	DPL	PROFUND. (CM)
1	11	7	10
2	6	4	20
3	16	10	30
4	16	10	40
5	14	9	50
6	11	7	60
7	11	7	70
8	11	7	80
9	11	7	90
10	9	6	100
11	16	10	110
12	16	10	120
13	17	11	130
14	47	30	140
15			150
16			160
17			170
18			180
19			190
20			200
21			210
22			220
23			230
24			240
25			250
26			260
27			270
28			280
29			290
30			300

N1	NUMERO DE GOLPES SPT
N2	NUMERO DE GOLPES DPL
W1	PESO MAZA SPT
W2	PESO DE MAZA DPL
H1	ALTURA DE CAIDA SPT
H2	ALTURA DE CAIDA DPL
A1	AREA SECCION TRANSVERSAL SPT
A2	AREA SECCION TRANSVERSAL DPL
E1	LONGUITUD DE TRAMO SPT
E2	LONGUITUD DE TRAMO DPL

H1	H2	A1	A2	E1	E2	W1	W2
76	50	20	2	30	10	63,5	5

$$N_1 = N_2 \frac{W_2 \times H_2 \times A_1 \times E_1}{W_1 \times H_1 \times A_2 \times E_2}$$

FORMULA DE CONVERSION DE GOLPES SEGÚN NORMA (DIN 4094)



ENSAYO DE CARGA PUNTUAL

Nº	TIPO	W1 (cm)	W2 (cm)	D (cm)	P (bar)	De^2 (cm^2)	De (cm)	F (Kg)	Is	F	Is(50)	RCS (Kg/cm^2)
1	⊥	17,0	6,0	4,00	10,0	58,57	7,65	65,26	1,11	1,21	1,35	31,04
	II	4,0	8,0	7,00	8,0	53,48	7,31	52,21	0,98	1,19	1,16	26,64
2	⊥											
	II											
3	⊥											
	II											
4	⊥											
	II											
5	⊥											
	II											
6	⊥											
	II											
7	⊥											
	II											
8	⊥											
	II											

Geoproyect™
Novosel & Arteaga Proyectos Geotécnicos S.L.

Valor medio Is(50) ⊥	**1,35**
Valor medio Is(50) II	**1,16**
Valor medio RCS kg/cm^2	**31,04**
Ia	**1,16**

Según UNE 22950-5:1996

PROYECTO	LUGAR	CLIENTE	FECHA	HOJA
GP21092	BASAURI	AYTO DE BASAURI	20-7-2021	1

N&A Geoproyect
Novosel y Arteaga Proyectos Geotécnicos, S.L.
C.I.F. B-84146868
www.geoproyect.com

ANEJO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO

ORBIS TERRARUM PROJECTS

LABORATORIO DE GEOTECNIA

Nº REGISTRO DECLARACIÓN RESPONSABLE: MAD-L-057

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS DE SUELOS



Identificación
Granulometría
Límites de Atterberg
Compresión simple
Corte directo
Triaxial en suelos
Expansividad y colapso
Edómetro
Proctor y CBR…

ENSAYOS DE ROCAS



Identificación
Humedad y absorción
Porosidad
Compresión simple
Compresión con bandas
Triaxial en roca
Carga puntual
Slake Durability Test (SDT)…

ENSAYOS QUÍMICOS Y DE CORROSIÓN



Materia orgánica
Sulfatos solubles en agua y ácido
Alcalinidad y acidez
pH y Potencial Redox
Sulfuros y Cloruros
Sales solubles y Yesos
Carbonatos
Acidez Baumann-Gully
Agresividad EHE-08…

ENSAYOS DE ÁRIDOS Y MATERIALES



Resistividad térmica
Resistividad eléctrica (Soil-Box)
Equivalente de arena
Estabilidad al sulfato magnésico
Azul de metileno
Micro Deval
Índice de lajas
Wire-On-Bolt

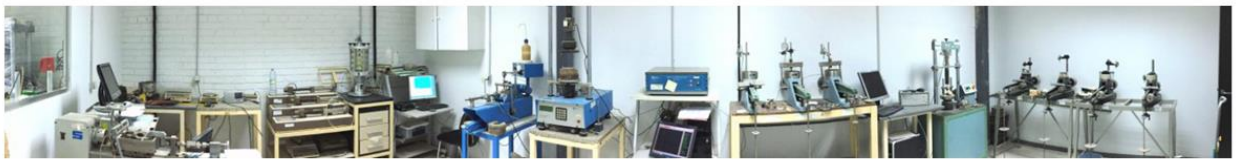
N.º TRABAJO:	21073.10
CLIENTE:	GEOPROYECT
DENOMINACIÓN:	GP 21092 BASAURI
FECHA DE INFORME:	22/06/2021

POLÍTICA DEL LABORATORIO DE ORBIS TERRARUM PROJECTS

El objetivo principal del Laboratorio de Orbis Terrarum es proporcionar servicios de ensayos de laboratorio e in-situ utilizando métodos basados en normas técnicas, garantizando la calidad en los procesos, el cumplimiento de los requisitos y el establecimiento de procesos de mejora continua bajo los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

El Laboratorio tiene como política evitar intervenir en actividades que puedan disminuir la confianza en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa a través de la ausencia de conflictos de interés y su detección en caso de que los haya. Además, las decisiones tomadas en el laboratorio se hacen en base a evidencias objetivas de conformidad y no estarán influidas por otros intereses o partes.

El Laboratorio realiza su actividad de manera imparcial, se toman medidas para asegurar que la dirección y el personal están libres de cualquier presión o influencia indebida, interna o externa, comercial, financiera o de otro tipo, que pueda perjudicar la calidad y validez de los resultados mediante la estructura orgánica definida por el Sistema de Gestión del Laboratorio de Orbis Terrarum.



CERTIFICACIONES DEL LABORATORIO

La actividad del Laboratorio se encuentra certificada según la norma UNE-EN ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad de Orbis Terrarum. Además, el Laboratorio dispone de un sistema de gestión de la calidad propio basado en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017.

AVISO

La información facilitada por el cliente y empleada para la realización de este informe de laboratorio es confidencial.

La reproducción total o parcial de este informe deberá ser aprobada previamente por el cliente que contrató los ensayos contenidos en este informe.

1. CLIENTE

GEOPROYECT

2. MUESTRAS RECIBIDAS

Con fecha 17 de Junio se recibió 1 muestra de suelo en el Laboratorio.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	NUMÉRO DE REGISTRO
C-1 A 0.90	21-1043

3. ENSAYOS SOLICITADOS Y NORMATIVA UTILIZADA

Se han solicitado, por parte del Peticionario, los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico según UNE-EN ISO 17.892-4, de las muestras de referencia.
- Contenido en sulfatos según UNE 103.201:2019, de las muestras de referencia.
- Determinación de los límites de Atterberg, según UNE-EN ISO 17.892-12.
- Determinación de la humedad natural según UNE-EN ISO 17892-1

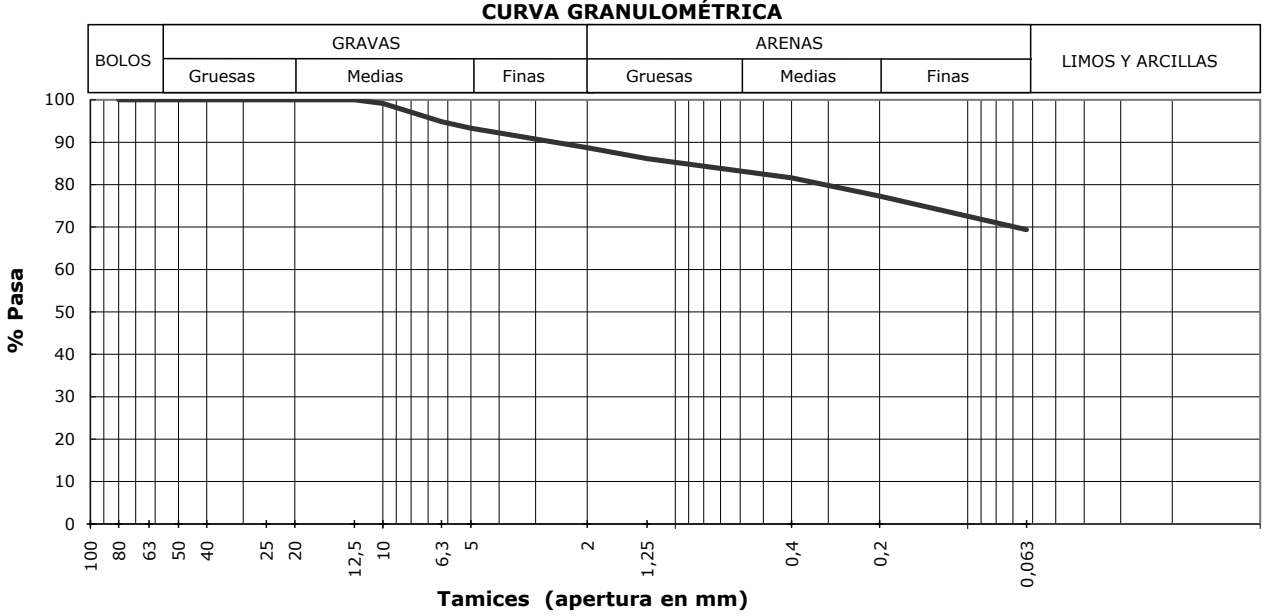
4. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se adjuntan los resultados obtenidos.

Nº PROYECTO:	**21073.10**		
PROYECTO:	**LAB GP 21092 BASAURI**		
CLIENTE:	**GEOPROYECT**		
REFERENCIA:	**21-1043**	REF. CLIENTE:	**C-1**
FECHA ENSAYO:	**18/06/2021**	COTA:	**0,9**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. UNE-EN ISO 17892-4

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,2	0,063
% Pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	94,9	93,3	88,7	86,2	81,6	77,3	69,4

Fracción	% contenido	
Bolos (>60,00 mm):	**0,00**	**%**
Gravas (60,00 - 2,00 mm):	**11,28**	**%**
Arenas (2,00 - 0,063 mm):	**19,34**	**%**
Limos y arcillas (<0,63 mm):	**69,39**	**%**

Parámetros adicionales

D_{60}

D_{10}

Coeficiente de uniformidad (Cu):

Observaciones:

0

-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

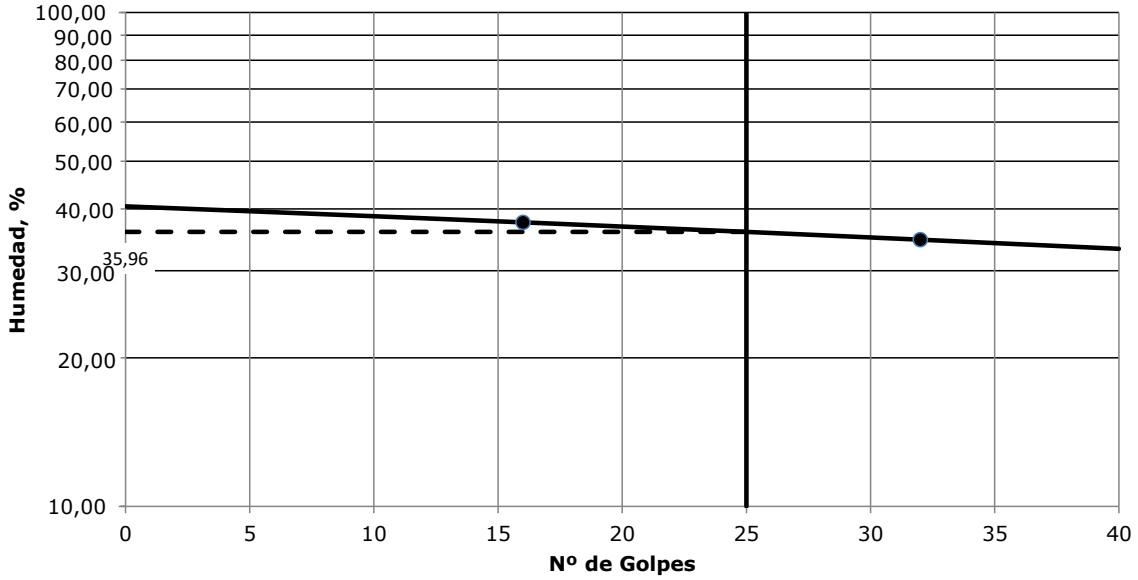
Fdo. Miguel Ángel García Aranda

Laboratorio Orbis Terrarum Projects. C/ Albasanz nº 79, Nave 1, 28037 Madrid, España. Tfno.: + 34 91 670 87 62
Nº Registro Declaración Responsable: MAD-L-057

Nº PROYECTO:	**21073.10**		
PROYECTO:	**LAB GP 21092 BASAURI**		
CLIENTE:	**GEOPROYECT**		
REFERENCIA:	**21-1043**	REF. CLIENTE:	**C-1**
FECHA ENSAYO:	**21/06/2021**	COTA:	**0,9**

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG. UNE-EN ISO 17892-12

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO



Prueba:	**1**	**2**
Nº de golpes:	16	32
Humedad (%):	37,6	34,7

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Humedad (%): 20,3

RESULTADOS DEL ENSAYO

Límite Líquido (LL):	**36,0**	**%**
Límite Plástico (LP):	**20,3**	**%**
Índice de Plasticidad (IP):	**15,7**	**%**

Observaciones:

-

-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda

Laboratorio Orbis Terrarum Projects. C/ Albasanz nº 79, Nave 1, 28037 Madrid, España. Tfno.: + 34 91 670 87 62
Nº Registro Declaración Responsable: MAD-L-057

Nº PROYECTO:	**21073,1**		
PROYECTO:	**LAB GP 21092 BASAURI**		
CLIENTE:	**GEOPROYECT**		
REFERENCIA:	**21-1043**	REF. CLIENTE:	**C-1**
FECHA ENSAYO:	**21/06/2021**	COTA:	**0,9**

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA. UNE-EN ISO 17892-2

Humedad: **16,6** **%**

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO. UNE-EN ISO 17892-2

Densidad seca : **g/cm^3**

Densidad aparente: **g/cm^3**

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO. UNE-EN ISO 17892-3

Densidad relativa a 20 ºC: **g/cm^3**

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUECOS. UNE 103-405:94

e:

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE SATURACIÓN

Sr: **%**

Observaciones:

-

-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio

Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio

Fdo. Miguel Ángel García Aranda

Laboratorio Orbis Terrarum Projects. C/ Albasanz nº 79, Nave 1, 28037 Madrid, España. Tfno.: + 34 91 670 87 62
Nº Registro Declaración Responsable: MAD-L-057

Nº PROYECTO:	**21073,10**		
PROYECTO:	**LAB GP 21092 BASAURI**		
CLIENTE:	**GEOPROYECT**		
REFERENCIA:	**21-1043**	REF. CLIENTE:	**C-1**
FECHA ENSAYO:	**22/06/2021**	COTA:	**0,9**

DETERMINACIÓN DEL pH DE UN SUELO. UNE-ISO 10390:12

pH:

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL REDOX. UNE-ISO 11271:2007

Potencial Redox: **mV**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA DE UN SUELO. UNE 103-204:2019

Contenido en Materia Orgánica: **%**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONATOS DE UN SUELO. UNE 103-200:2021

Contenido en $CaCO_3$: **%**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE UN SUELO. UNE 103-205:2019

Contenido en Sales Solubles: **%**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE YESO SOLUBLE DE UN SUELO. UNE 103-206:2019

Contenido en $CaSO_4 \cdot 2H_2O$: **%**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES EN AGUA DE UN SUELO. UNE 103-201:2019

Contenido en SO_3: **0,03** **%**

Contenido en Ión Sulfato SO_4^{2-}: **318,9** **mg/kg**

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ÁCIDEZ DE BAUMANN-GULLY. UNE - EN 16502:15

Grado Acidez Baumann-Gully: **ml/kg**

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ION CLORURO. MÉTODO VOLHARD

Contenido en Cl^- **%**

Observaciones:

-

-

Los resultados contenidos en este Acta sólo afectan a la muestra ensayada

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización por escrito de Orbis Terrarum.

Jefe de Laboratorio



Fdo. José Alberto López Chinarro

Técnico de Laboratorio



Fdo. Miguel Ángel García Aranda

Laboratorio Orbis Terrarum Projects. C/ Albasanz nº 79, Nave 1, 28037 Madrid, España. Tfno.: + 34 91 670 87 62
Nº Registro Declaración Responsable: MAD-L-057

Este informe consta de 8 páginas.

Madrid, 22 de Junio de 2021

Fdo.:



J. Alberto López Chinarro

Jefe de laboratorio

ANEJO 3. CAPACIDAD PORTANTE

1.1 Tensión admisible en las **arcillas arenosas** (resultado basado en el ensayo de SPT en la zona representativa de la capa de arcillas (empleando la correlación DPL-SPT según formula de conversión de golpes norma (DIN 4094)) (N_{20}=12 de media para la profundidad desde la cota del vial de -0,60m),

Calculo de la carga admisible a partir del golpeo del S.P.T.

Factor de seguridad (F):	**3**	
N_{30} (S.P.T.):	**12**	**golpes**
N_{30} (Pared gruesa):		**golpes** (en cohesivos o que contiene cohesivos)
N:	**12,00**	
Profundidad cimentación (D):	**0,60**	**m**
Ancho cimentación (B):	**28,00**	**m**
Asientos máximos:	**1**	**pulgada**
Suelo cohesivo (c) o granular (g):	**c**	

(Terzaghi y Peck 1948)

Ref.: "Curso aplicado de cimentaciones". Rodriguez Ortiz,J.M. et al.

q_{adm}=	**1,02 Kp/cm² (=kg/cm²)**

$N_{corr.}$:	**12**	**golpes**
Ancho cimentación (B):	**28**	**m**
Asientos máximos:	**1**	**pulgada (2,54 cm)**

$$q_{adm} = \frac{N \cdot s}{8}$$
$$B \leq 1.20m$$

$$q_{adm} = \frac{N \cdot s}{12} \cdot \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2$$
$$B > 1.20m$$

1.2 Calculo de asientos según Schleicher (1926) para la capa de arcillas arenosas E=120kg/cm² según la tabla siguiente:

Arcilla N	q_u kg/cm²	Descripción: Consistencia	ϕ ángulo rozamiento interno (º)	E kg/cm²	Ic índice consistencia
<2	<0.25	muy blanda	0	3	<0
2 · 4	0.25 - 0.50	blanda	0 · 2	30	0 - 0.25
4 · 8	0.50 - 1.00	media	2 · 4	45 - 90	0.25 - 0.50
8 · 15	1.00 - 2.00	compacta	4 · 6	90 - 200	0.50 - 1.00
15 · 30	2.00 - 4.00	muy compacta	6 · 12	>200	LP>H>LR (Ic>1)
>30	>4.00	dura	>14	>200	H<LR (Ic>>1)

Ref.: "Mecánica de suelos y cimentaciones". Carlos Crespo Villalaz. Pág. 175, 194
Ref.: Guía geotécnica para cimentaciones de edificios en la comunidad de Madrid
Ref.: Geotécnia y cimientos III, primera parte.

Cálculo de asientos. Schleicher (1926)

Carga admisible (q):	**1,00**	**kg/cm²**	**1,00**	**kg/cm²**
Módulo de Young (E):	**120**	**kg/cm²**	**120**	**kg/cm²**
Coeficiente de Poisson (v):	**0,30**		**0,30**	
Ancho cimentación (b):	**0,70**	**m**	**70**	**cm**
Largo cimentación (l):	**28,00**	**m**	**2800**	**cm**
m:			**40,00**	
Ip:			**1,71**	
Factor de seguridad:	**2,00**		**2,00**	

Asientos Carga rígida (cm)	Asientos carga flexible Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)
2,87	1,82	3,64	3,08	196,00

Carga flexible:

•Esquina:

$$s = q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

•*Centro*:

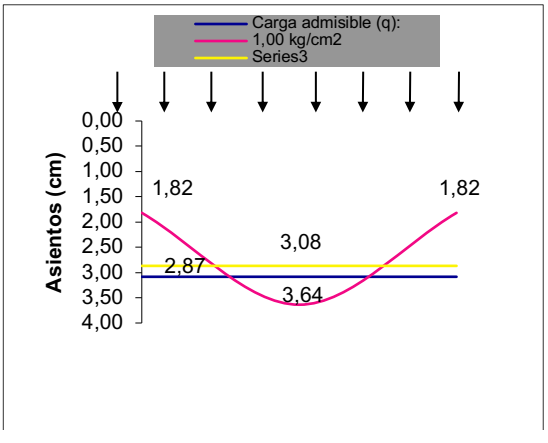
$$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

•Valor medio:

$$s = s(centro) \cdot 0.848$$

Carga rígida:

$$s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$$



1.3 CALCULO DE TENSION TRANSMITIDA (Se ha tomado el valor moderadamente conservador de 1,00kg/cm² de media en la zona de influencia según los parámetros resistentes obtenidos en los ensayos de campo).

Tensión transmitida en profundidad

Ancho (B):	**0,70**	**m**	**70**	**cm**
Largo (L):	**28,00**	**m**	**2800**	**cm**
Carga admisible (q_{adm}):	**1,00**	**kg/cm²**	**1,00**	**kg/cm²**
Incremento profundidad (Δh):	**0,25**	**m**	**25**	**cm**
Carga total (Q_t):	**196,00**	**T**	**196000**	**kg**
Ángulo respecto vertical:	**30**	**º**	**0,52**	**radianes**

Método 2 en 1					En función ángulo	
Prof. (Z, m)	**Carga transmitida kg/cm²**	**(%)**	**Carga transmitida máxima**	**(%)**	**Carga transmitida kg/cm²**	**(%)**
0,00	**1,00**	100,00	**1,00**	100,00	**1,00**	100,00
0,25	**0,73**	73,03	**1,00**	100,00	**0,82**	82,48
0,50	**0,57**	57,31	**0,86**	85,96	**0,70**	70,08
0,75	**0,47**	47,02	**0,71**	70,52	**0,61**	60,84
1,00	**0,40**	39,76	**0,60**	59,63	**0,54**	53,69
1,25	**0,34**	34,36	**0,52**	51,55	**0,48**	48,00
1,50	**0,30**	30,20	**0,45**	45,30	**0,43**	43,36
1,75	**0,27**	26,89	**0,40**	40,34	**0,40**	39,50
2,00	**0,24**	24,20	**0,36**	36,30	**0,36**	36,25
2,25	**0,22**	21,96	**0,33**	32,95	**0,33**	33,46
2,50	**0,20**	20,08	**0,30**	30,12	**0,31**	31,06
2,75	**0,18**	18,48	**0,28**	27,71	**0,29**	28,96
3,00	**0,17**	17,09	**0,26**	25,63	**0,27**	27,11
3,25	**0,16**	15,88	**0,24**	23,82	**0,25**	25,46
3,50	**0,15**	14,81	**0,22**	22,22	**0,24**	24,00
3,75	**0,14**	13,87	**0,21**	20,81	**0,23**	22,68
4,00	**0,13**	13,03	**0,20**	19,55	**0,21**	21,49

Para calcular la tensión transmitida con la profundidad se han empleado las formulas siguientes:

Esfuerzo vertical σ_z a profundidad z (método 2 en 1):

$$\sigma_{z\ media} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B+z)\cdot(L+z)}$$

$$\sigma_{z\ máxima} = \sigma_{z\ media} \cdot 1{,}5$$

En función del ángulo:

$$\sigma_{z\ media} = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B+2z\cdot tag\alpha)\cdot(L+2z\cdot tag\alpha)}$$