

2. ERANSKINA.- GEOLOGIA ETA GEOTEKNIA

ANEJO 2.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

INFORME:

**ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO
AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).**

CLIENTE: BERGARAKO UDALA



Fecha: 02/03/2023

Índice

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
2. METODOLOGÍA E INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	6
2.1. CAMPAÑA DE INVESTIGACION PREVIA.....	6
3. DESCRIPCION DE LA ZONA ANALIZADA, CARACTERIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO.....	10
3.1. CARACTERIZACIÓN APLICADA.....	14
4. MODELO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE DETALLE.....	16
4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DE CAMPO.....	17
4.2. UNIDADES GEOTÉCNICAS.....	17
4.3. ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS.....	20
4.4. PERFIL DE CÁLCULO Y DISEÑO.....	21
4.5. PARÁMETROS DE CALCULO. RETROANÁLISIS.....	23
5. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN.....	27
5.1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	27
5.2. DESCRIPCION DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	27
5.3. CALCULO Y DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	28

FIGURAS:

Figura 1: Emplazamiento.

Figura 2: Encuadre geológico general

Figura 3: Planta con levantamiento topográfico y puntos de investigación geotécnica

Figura 4: Perfil geológico-geotécnico

Figura 5:

- 5.1 Planta de solución planteada
- 5.2. Perfiles de la solución planteada y detalles.

ANEJOS:

Anejo 1: Cálculos

Anejo 2: Documentación previa.

Se ha identificado un deslizamiento traslacional de aproximadamente unos 85 m de largo y 35 m de ancho, el cual afecta a la pista de acceso al barrio de Partaitti, generando grietas en la misma. La cabecera del deslizamiento se localiza en la campa superior de la pista, donde este último evento ha generado grietas de tracción, con saltos máximos de aproximadamente 2 metros. Por otro lado, la zona de "salida" del deslizamiento se ha identificado en la zona inferior de la campa.

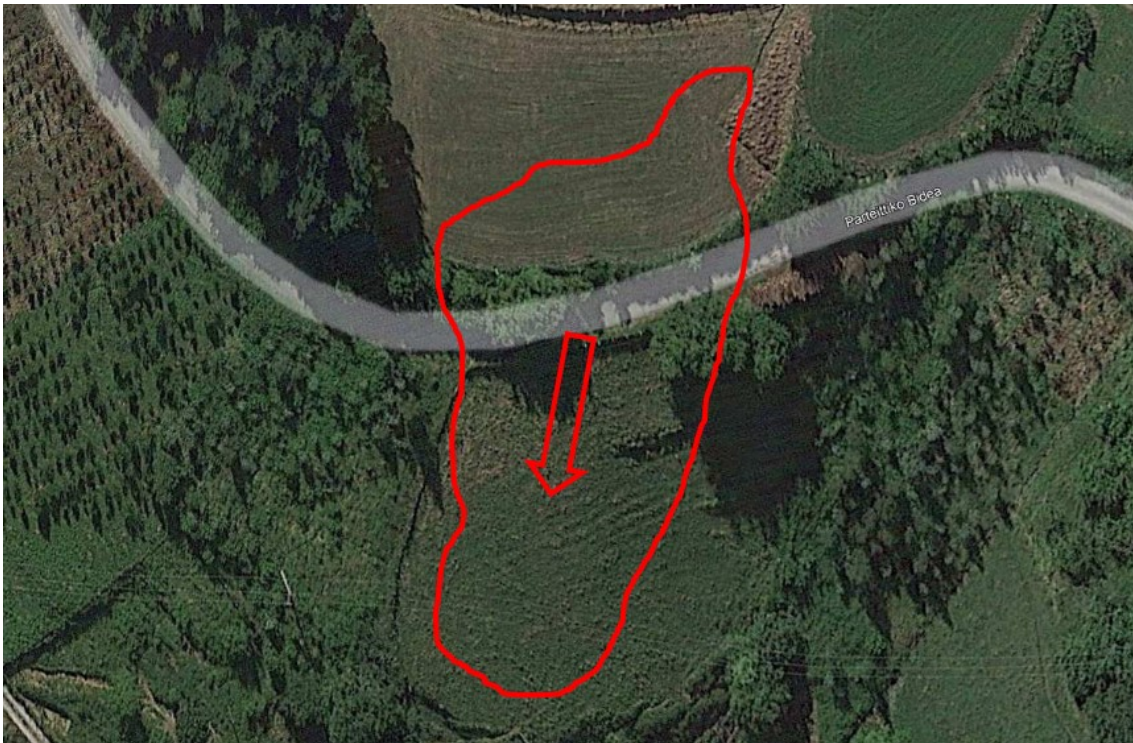


Fig 2: Ubicación de la inestabilidad localizada.



Fig 3: Izquierda: grieta de tracción de cabecera. Derecha: zona de "salida" del deslizamiento.

Esta inestabilidad ya se había identificado con anterioridad, en 2014, como se muestra en la documentación previa; no obstante, se aprecia una evolución de la misma en este último evento.



Fig 4: Grietas localizadas en la pista de acceso al barrio Partaitti.

El presente documento tiene como objetivo la revisión y valoración de las soluciones previas propuestas; para finalmente realizar una propuesta de actuaciones acorde a los últimos eventos acontecidos.

2. METODOLOGÍA E INFORMACIÓN DISPONIBLE.

La metodología seguida para la redacción de este informe ha sido la siguiente:

- Estudio bibliográfico de Proyectos anteriores: se ha analizado la caracterización geológico-geotécnica del ámbito de estudio. Se ha tomado información del modelo geológico, investigaciones de sondeos, calicatas, ensayos de laboratorio y cartografías geológicas realizadas.
- Levantamiento de una cartografía geológica de detalle, mediante la revisión y validación de los datos de proyectos anteriores.
- Realización de un modelo geológico: se ha realizado un modelo geológico partiendo del modelo de informes previos y revisando los modelos previos generados. Determinación y definición de tipo de inestabilidad a analizar.
- Realización de un modelo geotécnico-geomecánico: tras la determinación en el modelo geológico de los diferentes elementos involucrados en cada ámbito de estudio, se ha procedido a definir o caracterizar geotécnicamente cada tipo de material, así como las inestabilidades localizadas. Calculo de estabilidad; generación de un cálculo back análisis (retro-análisis).
- Análisis y propuesta de actuación a ejecutar. Calculo de estabilidad tras las actuaciones propuestas.

2.1. CAMPAÑA DE INVESTIGACION PREVIA

Se cuenta con los siguientes documentos, como documentación previa:

- INFORME GEOTÉCNICO. ESTABILIZACIÓN DE UN DESLIZAMIENTO EN EL VIAL DE ACCESO A PARTAITTI (BERGARA). Realizado por Ikerlur en enero de 2014.
- PROYECTO DE ESTABILIZACION DEL CAMINO DE PARTAITTI A LA ALTURA DEL CASERIO ALZUARAN EN ANGIOZAR, BERGARA. Realizado por Sestra en febrero de 2014.

- INFORME GEOTÉCNICO. ESTABILIZACIÓN DE UN DESLIZAMIENTO EN EL VIAL DE ACCESO A PARTAITTI (BERGARA). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.

A continuación, se enumera la campaña de investigación previa con los puntos de investigación próximos al ámbito de estudio, la localización se adjunta en la *Figura 2* y el registro completo en el *Anejo 2* del presente documento.

Sondeo/ Calicata	Prof.	Coordenadas	Proyecto
C-01	4,6 m	X: 543846,14 Y: 4773835,56 Z: 401,0 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-02	4,3 m	X:543851,94 Y: 4773841,17 Z: 401,2 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-03	2,1 m	X: 543830,32 Y: 4773829,73 Z: 400,5 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-04	4,1 m	X: 543826,09 Y: 4773859,32 Z: 412,5 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-05	3,9 m	X: 543818,64 Y: 4773849,09 Z: 411,5 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-06	3,0 m	X: 543837,47 Y: 4773865,59 Z: 414,5 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
S-01	10 m	X: 543820,50 Y: 4773865,52 Z: 416,0 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
S-02	7,0 m	X: 543841,75 Y: 4773831,74 Z: 400,5 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
S-03	7,0 m	X: 543838,02 Y: 4773843,34 Z: 404,95 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en enero de 2014
C-01	3,5 m	X: 543772,31 Y: 477372,64 Z: 394,59 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.

Sondeo/ Calicata	Prof.	Coordenadas	Proyecto
C-02	4,0 m	X: 543776,53 Y: 4773751,68 Z: 395,79 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
C-03	0,9 m	X: 543774,19 Y: 4773764,62 Z: 398,21 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
C-04	4,2 m	X: 543800,36 Y: 4773721,15 Z: 385,38 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
C-05	1,7 m	X: 543812,98 Y: 4773745,18 Z: 381,15 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
C-06	1,8 m	X: 543801,00 Y: 4773752,20 Z: 386,22 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
S-01	15,0 m	X: 543751,32 Y: 4773748,88 Z: 403,67 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.
S-02	5,0 m	X: 543796,80 Y: 477373,50 Z: 387,18 m	Informe geotécnico. estabilización de un deslizamiento en el vial de acceso a Partaitti (Bergara). Realizado por Ikerlur en marzo de 2020.

Se ha realizado un análisis de los ensayos de laboratorio realizados en campañas previas anexos al ámbito de estudio.

Ensayos en suelos:

Sondeo	Unida	Prof.	D. seca	Granu. SUCS	Límites	W (%)	Agresiv. Homrigo
S-02 MI- 1 (2014)	SR GM V	1,5- 2,1 m	1,6 (g/cm ³)	Grava 32,7 %	LL = 32,7	22,9	No
				Arena 20,0 %	LP = 22,1		
				Finos 47,3%	IP = 11,5		
S-03 MI- 2 (2014)	Masa desli.	4,5- 5,1 m	1,51 (g/cm ³)	Grava 0,0 %	LL = 44,6	28	No
				Arena 49,4 %	LP = 31,8		
				Finos 50,6%	IP = 12,8		
			1,57 (g/cm ³)	Grava 2,0 %		24,6	No

Sondeo	Unida	Prof.	D. seca	Granu. SUCS	Límites	W (%)	Agresiv. Homrigo
S-01 MI-1 (2020)		9,0-9,4 m		Arena 58,8 %	No		
				Finos 39,2 %	plástico		
S-02 MP-1 (2020)		2,5-2,8 m	1,38 (g/cm ³)	Grava 0 %	LL = 46,9	37,4	No
				Arena 33,0 %	LP = 34,1		
				Finos 67,0 %	IP = 12,8		
C-01 MA-1 (2020)		2,0 m	1,54 (g/cm ³)	Grava 0 %	LL = 42,3	25,4	No
				Arena 43,9 %	LP = 33,4		
				Finos 56,1 %	IP = 8,9		
C-02 MA-1 (2020)		3,0 m	1,50 (g/cm ³)	Grava 0,0	LL = 45,7	29,3	No

Ensayos de corte directo:

Sondeo	Unidad	Profundidad	Fricción interna (°)	Cohesión (kPa)
S-01 MI-1 (2020)	SR GM V	9,0 – 9,40 m	25	17

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ANALIZADA, CARACTERIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO.

La zona de estudio está constituida por una serie de laderas herbosas con zonas de arbolado las cuales presentan pendientes entre 15 y 25°. El sustrato rocoso está constituido por el denominado Complejo Volcánico compuesto por rocas volcano sedimentarias en contacto con la roca encajante compuesta por una alternancia de caliza, caliza arcillosa, caliza arenosa y argilitas del Cretácico superior. Sobre estos materiales se ubican suelos de alteración del sustrato rocoso con espesores variables que no parecen superar los 2 m de espesor.

La zona deslizada afecta principalmente a los suelos de alteración o coluviales mencionados anteriormente.

La geometría y ubicación estimada del mismo se muestra en la siguiente imagen.

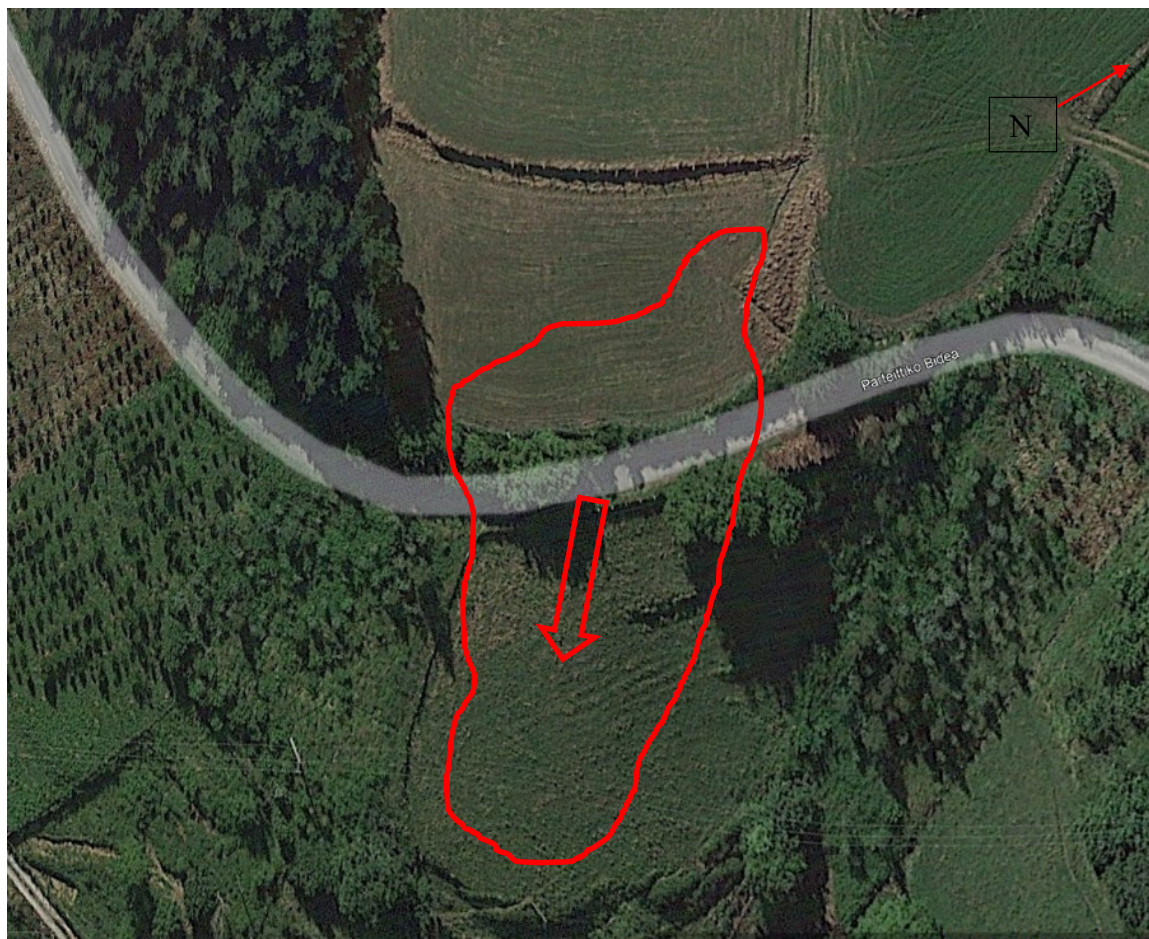
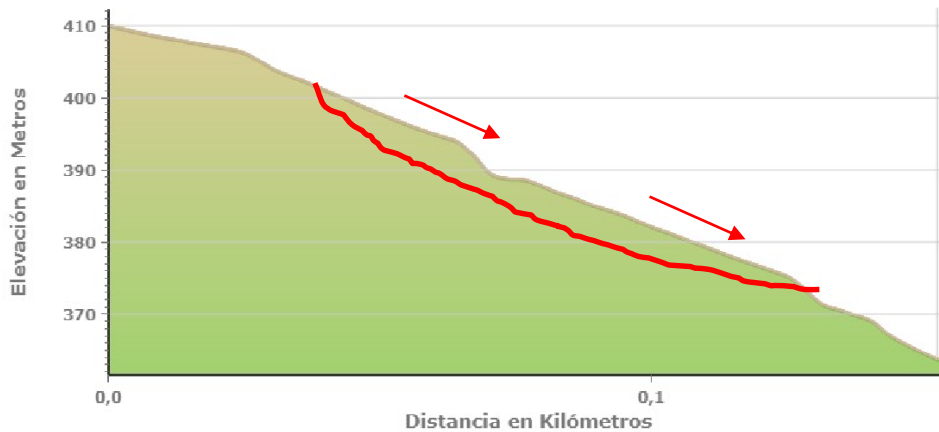


Fig 5: ubicación y geometría aproximada de la zona deslizada.

La zona deslizada aproximadamente 85 m de largo y un ancho de unos 35 m. la profundidad del plano de deslizamiento se desconoce con exactitud, pero parece nos ser muy profundo y localizarse en torno a los 7 m de profundidad en la zona más profunda. En la siguiente figura se muestra un perfil con un esquema estimado del deslizamiento.



Hay que mencionar que una parte importante de la escorrentía superficial de las campas localizadas sobre la zona deslizada se concentran en un pequeño canal que vierte sobre la zona deslizada. En las siguientes fotografías se puede observar diferentes aspectos de masa deslizada:



Fig 6: grietas de tracción en la coronación del deslizamiento. Se pueden observar los suelos afectados.



Fig 7: grietas de tracción del deslizamiento observadas desde la carretera.



Fig 8: zona de afección a la carretera de acceso al barrio de Partaitti.



Fig 9: zona inferior del deslizamiento lóbulo de deformación en la zona de "salida" de la masa deslizada.

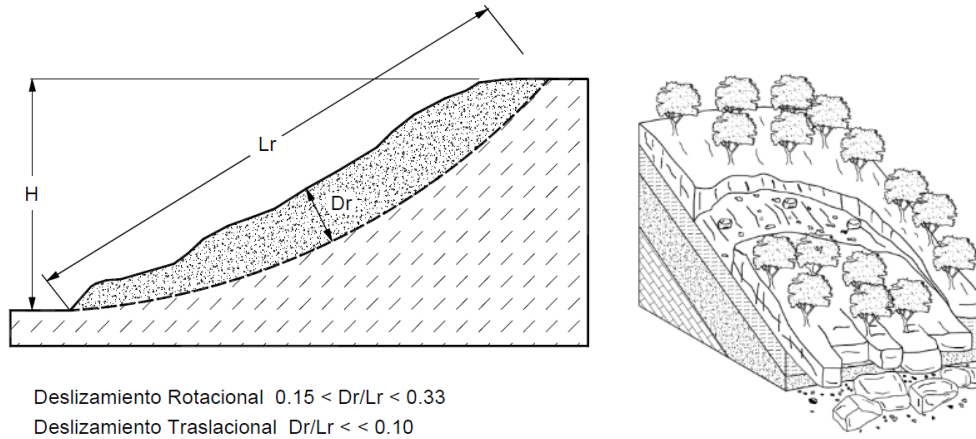


Fig 10: canal o cuneta que concentra sobre la zona deslizada las aguas de escorrentía del terreno.

A continuación, se caracteriza geotécnicamente el deslizamiento analizado.

- La inestabilidad presenta una anchura máxima de unos 30 m, y una longitud aproximada de unos 80 m. La altura de la grieta de cabecera es de unos 50 cm.

- El material en el que se desarrolla parecen ser suelos con bastantes finos (arcillas y limos) y algunas gravas. El espesor máximo estimado es de 5-7 m.
- Es de tipo traslacional, ya que la relación entre su espesor y su longitud es inferior a 0,10.



*Fig 11: relación D/L para clasificación entre deslizamiento rotacional y traslacional (izquierda).
Esquema de un deslizamiento traslacional (derecha).*

- Diferencia de cotas: +400 – +373 metros.
- Orientación de movimiento: Oeste → este.

En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o como en nuestro caso hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo.

3.1. CARACTERIZACIÓN APLICADA

En la siguiente tabla resumen se recogen los principales rasgos del deslizamiento, en cuanto a su actividad, velocidad y tamaño.

Tipo	Secuencia	Estado de actividad	Tamaño	Velocidad	Humedad	Material
Caído	Progresivo	Activado	Extremadamente Pequeño	Extremadamente rápido	Seco	Roca
Inclinación	Retrogresivo	Reactivado	Muy Pequeño	Muy rápido	Húmedo	Tierra
Rotación	Ampliándose	Suspendido	Pequeño	Rápido Moderado	Mojado	Residuos
Traslación	Alargándose	Inactivo	Mediano	Lento	Muy mojado	Lodo
Extensión Lateral	Confinado	Dormido	Medianamente grande	Muy lento		
Hundimiento	Disminuyendo	Abandonado	Muy grande	Extremadamente lento		
Flujo		Estabilizado	Extremadamente grande			
Avalancha		Relicto				
Lahar						

Fig 12: Glosario para la caracterización de movimientos en masa (Ampliado de Cruden y Varnes, 1996)

- **Tipo:** Se trata de un deslizamiento traslacional, debido a su morfología; gran longitud frente a un reducido espesor.
- **Secuencia:** Progresivo, la superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento. Alargándose, la superficie de falla se alarga, añadiendo volumen de material al deslizamiento.
- **Estado de actividad:** Reactivado; el deslizamiento se encuentra nuevamente activo, después de haber estado inactivo.
- **Tamaño:** el volumen del deslizamiento se encuentra entre los límites establecidos como pequeño (entre 5.000 y 50.000 m³).

Clase de Tamaño por Volumen	Descripción del Tamaño	Volumen (m ³)
1	Extremadamente pequeño	<500
2	Muy pequeño	500 a 5.000
3	Pequeño	5.000 a 50.000
4	Mediano	50.000 a 250.000
5	Medianamente grande	250.000 a 1.000.000
6	Muy grande	1.000.000 a 5.000.000
7	Extremadamente grande	>5.000.000

Figura 13: Clasificación de deslizamientos de acuerdo con su volumen (Fell, 1994).

- **Velocidad:** la velocidad del deslizamiento traslacional se considera como moderado-lento.

Clase	Descripción	Velocidad (mm/s.f.)	Desplazamiento	Poder Destructor
7	Extremadamente rápida	5×10^8	5 m/seg.	Catástrofe de violencia mayor; edificios destruidos por el impacto o el material desplazado, muchas muertes, escape improbable.
6	Muy rápida	5×10^1	3 m/min	Alguna pérdida de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
5	Rápida	5×10^{-1}	1.8 m/hora	Escape posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos.
4	Moderada	5×10^{-3}	13 m/mes	Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
3	Lenta	5×10^{-5}	1.6 m/año	Construcciones remediales se pueden realizar durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
2	Muy lenta	5×10^{-7}	16 mm/año	Algunas estructuras permanentes no son dañadas por el movimiento.
1	Extremadamente lenta			Movimientos imperceptibles sin instrumentos; posible construcción pero teniendo ciertas precauciones.

Figura 14: Velocidad de los movimientos (Adaptado de Cruden, Varnes – 1996)

- **Humedad:** Se localizan zonas con humedades a lo largo de la ladera, con zonas puntuales con flujos.
- **Material:** el material deslizado corresponde a depósitos coluviales y sustrato rocoso correspondiente al complejo volcánico en GM V

4. MODELO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE DETALLE

La valoración inicial y recomendaciones que se exponen a continuación, se han fundamentado en la información recabada de la inspección realizada el 20 de enero de 2023, y la información de carácter geotécnico incluida en el Informe geotécnico realizado en esta zona por IKERLUR en marzo de 2020.

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DE CAMPO

Los datos de la campaña de investigación geotécnica realizada por Ikerlur en 2014 y 2020 es acompañada de la investigación realizada por INGEK para la redacción de este informe resulta ser suficiente para para obtener un conocimiento adecuado de los materiales y poder desarrollar un modelo geológico-geotecnico adecuado. A continuación, se realiza un resumen del modelo validado en el informe de Ikerlur redactado en 2020:

4.2. UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a las observaciones y análisis realizados se puede concluir lo siguiente:

- **UG-1: Relleno antrópicos.**

Se trata de rellenos de pequeña envergadura, relacionados principalmente con antiguas terrazas de cultivo. Estos rellenos se encuentran sostenido por muretes de mampostería.

- **UG-2: Suelos coluviales.**

Se trata de unos suelos acumulados sobre el sustrato rocoso y que se acumulan en la ladera superior, no se han encontrado por debajo de la carretera.

Están compuesto principalmente por suelos de carácter cohesivo, que se componente principalmente por una arcilla marrón con algo de arena e indicios de grava, de consistencia firme y de baja plasticidad (CL según clasificación SUCS).

Mediante el uso de molinete de bolsillo (Vane Tester), se han estimado para esta capa, valores de cohesión sin drenaje, C_u , comprendidos entre 90 kPa y 100 kPa. Esta capa llega a tener un espesor de hasta 1,80 metros en la calicata C-02.

- **UG-3: Sustrato rocoso.**

El sustrato rocoso, perteneciente al denominado "Complejo volcánico" del cretácico superior, se encuentra compuesto por dos formaciones rocosas, una de origen volcánico o subvolcanico y la otra de origen sedimentario.

Seguidamente se describen individualmente las dos formaciones rocoso existentes en la zona investigada:

- **UG-3.1: Roca vulcanoclástica en intrusiones básicas de tipo Sill.**

Está formada por acumulaciones de cenizas volcánicas. Dentro de estas rocas vulcanoclasticas existen intrusiones de tipo Sill de rocas subvolcánicas de composición básicas o ultra básica, que dan lugar a estructuras paralelas a las primeras.

La roca vulcanoclastica tiene un aspecto granudo, que en general da tonalidades beige y marrones. La roca está compuesta por clastos de origen volcánico, de tamaño milimétrico a centimétrica, engobados dentro de una matriz limosa. Dentro de esta roca se puede apreciar una laminación paralela.

En superficie, estos materiales se encuentran completamente meteorizados, en GM V. Estas condiciones de intensa meteorización, el macizo presenta un comportamiento geomecánico asimilable a un suelo limoso beige y marrón con indicios de bastante arena e indicios de gravas, de consistencia firme a muy firme, con valores SPT comprendidos entre 7 y 26.

En profundidad pasa a encontrarse en muy meteorizada, en GM IV, siendo un terreno asimilable a una arena limosa beige y marrón con indicios de grava, de compacidad muy densa (golpeos SPT superiores a 40).

La estructura se encuentra poco marcada, no obstante, la laminación presenta un buzamiento subvertical.

Las intrusiones de tipo Sill, presentan un grado de meteorización GM II y un espesor de 1,5 metros. Se distinguen cristales que presentan tamaños que alcanzan el centímetro de diámetro.

- **UG-3.2: Roca flysch del cretácico superior:**

Corresponde al Flysch del cretácico superior, constituido por una alternancia de calizas, caliza arcillosa, argilita y caliza arenosa, con ocasionales intercalaciones de areniscas, depositadas en estratos de espesor centimétrico a decimétrico.

Estos materiales quedan distribuido al norte de la zona afectada por el deslizamiento, habiéndose identificado afloramiento de roca en el talud interior de la carretera o en la bajante de agua.

Esta formación presenta una aureola de meteorización superficial de 0,5 metros de espesor. Esta aureola está compuesta por roca muy meteorizada-moderadamente meteorizada, GM IV-III. En profundidad pasa a ser sana, GM II:

En los estratos más calcáreos, se ha identificado la presencia de fenómenos de karstificación de pequeña escala, manifestándose en forma de estructuras de disolución de forma muy redondeada. La estructura de la roca está marcada por la estatificación que se orienta según una orientación ONO-ESE y que presenta un buzamiento vertical-subvertical hacia el norte o hacia el sur. El macizo está afectado por varias familias de juntas.

A continuación, se muestra una tabla con los parámetros geotécnicos de cada unidad:

	UG-2 Suelo coluvial	Plano deslizamiento	UG-3.1 Roca volcanoclastica	UG-3.2 Roca flysch
Densidad aparente (kN/m³)	19,0-20,0	17,0-18,0	19,0-21,0	25,0-26,0
Cohesión sin drenaje (kPa)	75-125	-	100-250	-
Rozamiento interno (°)	24-26	24-26	30-35	30-35
Cohesión (kPa)	20-40	0	75-200	250-350
Resistencia compresión simple (kPa)	150-250	-	200-500	15.000-90.000
Coefficiente de permeabilidad (cm/s)	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸	1-10 ⁻¹	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰

4.3. ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS

En base a las observaciones y análisis realizados se puede concluir lo siguiente:

La inclinación que presenta la ladera, hacia el este favorece la escorrentía superficial de las aguas pendiente abajo en épocas lluviosas.

Se concluye que con precipitaciones abundantes se forma un nivel piezométrico en el contacto de los suelos coluviales con el sustrato rocoso.

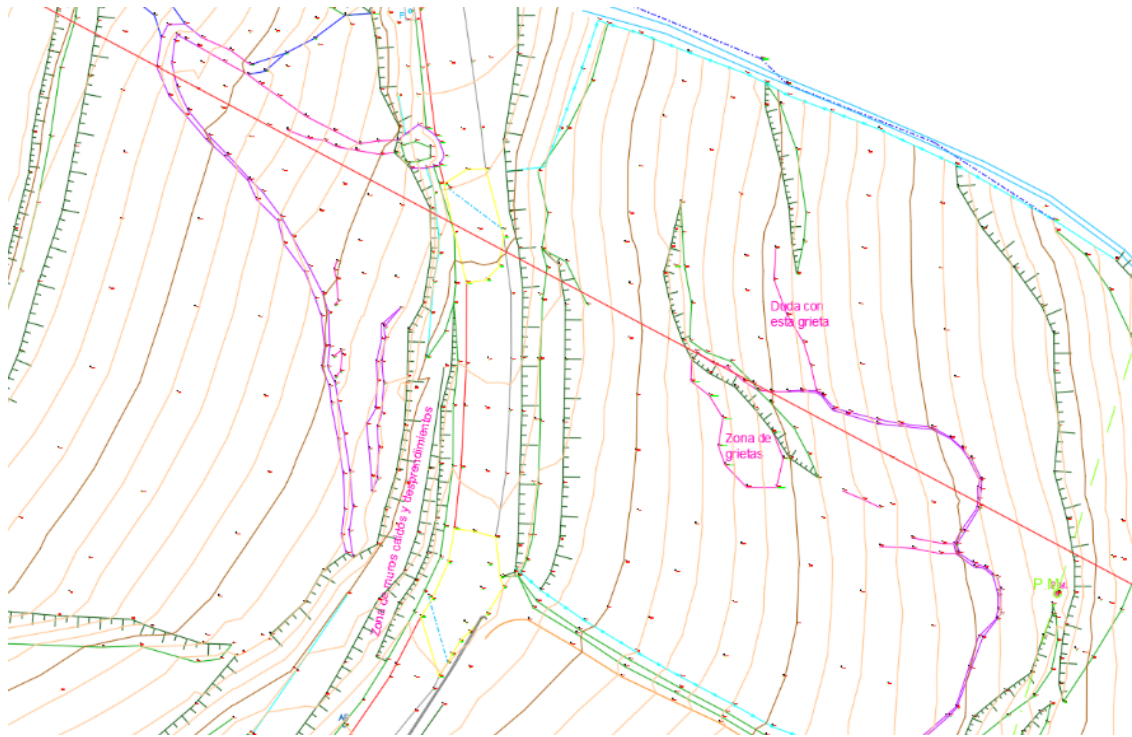
Se ha observado la presencia de flujos de agua en superficie resultantes del drenaje de la zona de prados sobre el deslizamiento. Estos sistemas de drenaje recogen las aguas concentrándolas en un punto el cual vierte las aguas en la zona del vértice superior de la grieta de tracción.

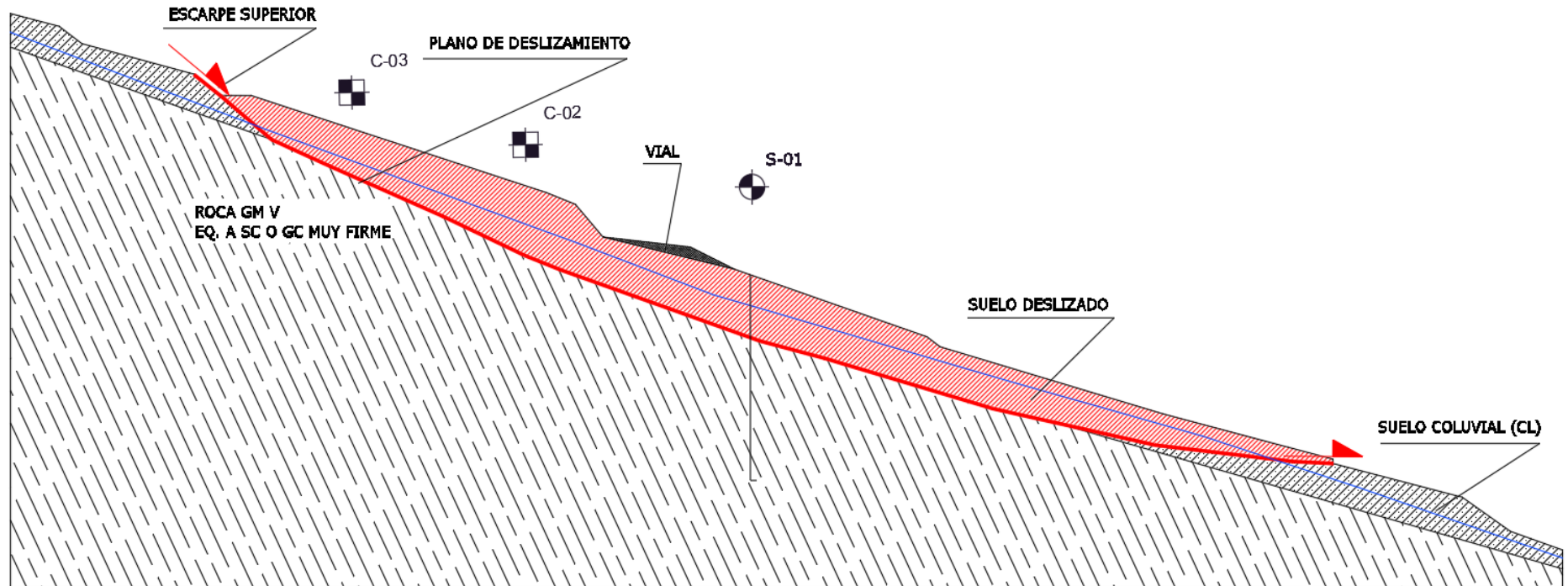
En las siguientes fotografías se puede observar lo mencionado.



4.4. PERFIL DE CÁLCULO Y DISEÑO

El perfil de cálculo utilizado para el análisis se representa en la siguiente figura. Representa la sección dónde el deslizamiento alcanza su mayor dimensión y la orientación coincide con la dirección de movimiento de la masa deslizada.





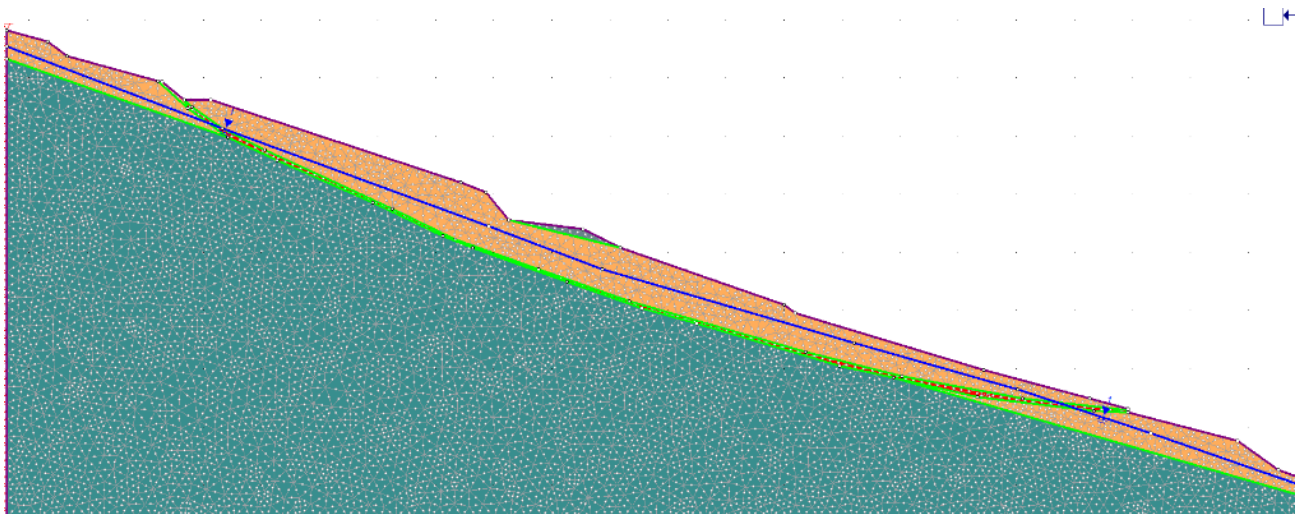
4.5. PARÁMETROS DE CÁLCULO. RETROANÁLISIS

Con el objeto de determinar los parámetros geotécnicos del modelo se ha realizado un retro análisis en base a un modelo de tensodeformacional con los siguientes aspectos como punto de partida:

- Geometría de la masa deslizada.
- Perfil geológico interpretado en base a la documentación inicial, sondeos, catas, etc....
- Niveles freáticos acordes a un escenario de saturación.
- Rotura predeterminada por un plano de deslizamiento estimado en base al análisis de ampo realizado y los datos de la investigación previa.


Los cálculos realizados se muestran a continuación.

Los cálculos se han realizado usando el programa PHASE 2 V 8 de la casa Rocscience. El modelo de cálculo se muestra a continuación:




Los parámetros de cálculo utilizados son los siguientes:

Material: 1


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	19.5 kN/m3

Elastic type	isotropic
Young's modulus	50000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	20 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa
actual: Piezo to use	2
hidro 1: Piezo to use	1
Hu Type	Custom
Hu value	1

Material: RELLENO

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	17.5 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	200000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: ELUVIAL-COL-R ALT

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	19.5 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	60000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	25 degrees


INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).


CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Peak cohesion	20 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

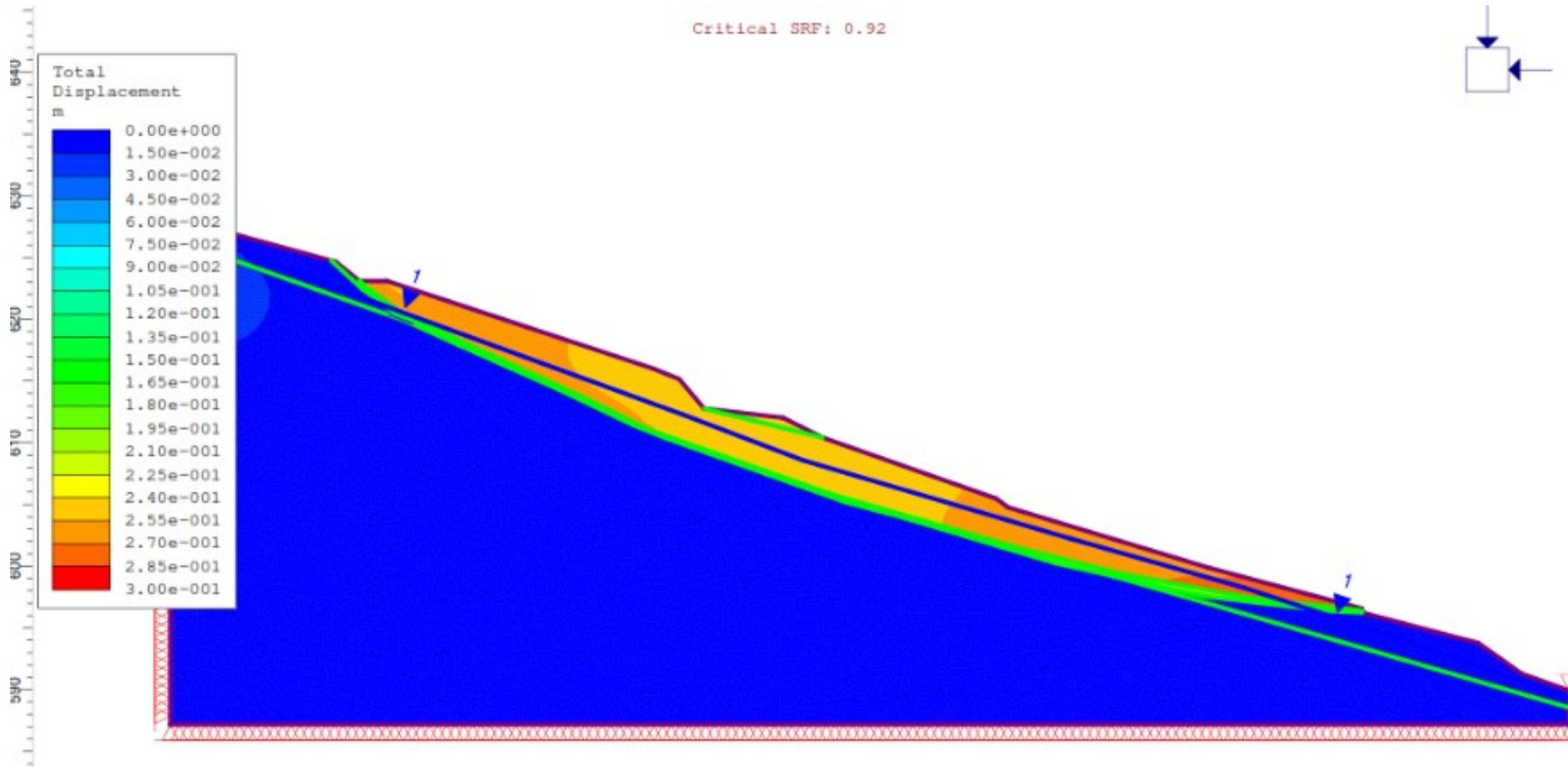
Material: ROCA

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	5.9e+006 kPa
Poisson's ratio	0.2
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	100 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	30 degrees
Peak cohesion	100 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	30 degrees
Residual Cohesion	100 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: PLANO DESLIZAM

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	2000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	23 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	18 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Con estos parámetros el resultado del retroanálisis es satisfactorio tal (valor SRF 0.92) y como se ve en la siguiente figura.



5. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

5.1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Para el diseño de la solución de estabilización se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipología de deslizamiento: de carácter traslacional ello implica que la corrección del balance de masas no resulta efectivo y la ejecución de elementos de contención se han de diseñar teniendo en cuenta roturas de carácter secundario y remontantes.
- La profundidad del plano de deslizamiento.
- La posibilidad de actuaciones de carácter mixto, buscando un balance entre actuaciones de excavación y sostenimiento.
- La posibilidad de actuar sobre el drenaje de la ladera.
- La solución debe de presentar factores de seguridad adecuados en caso de que el terreno bajo la carretera prosiga con su deformación y deslice, pérdida de terreno pasivo.
- Los factores de seguridad de diseño serán los siguientes:
 - F.S. en situación saturada mínimo 1.2
 - F.S. en situación drenada mínimo 1.4
- Rapidez y efectividad de las actuaciones, en referencia a la ejecución de las obras y sus plazos.
- Aspectos económicos y durabilidad de la solución planteada.

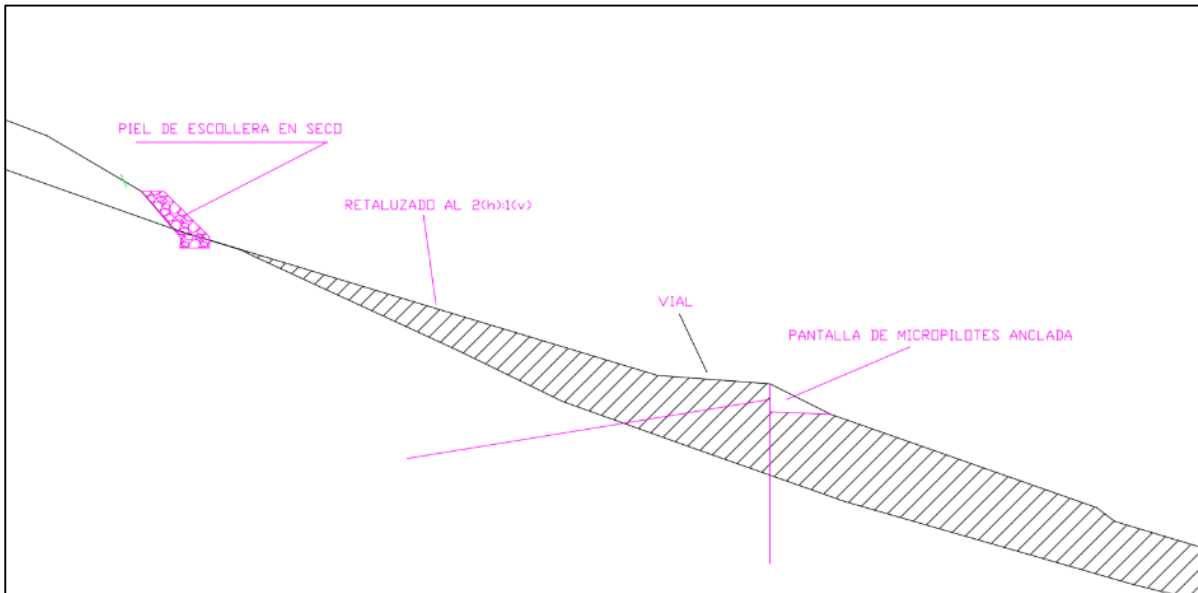
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta se centra en las siguientes actuaciones:

- Ejecución de una pantalla de micropilotes anclada, ubicada en el borde exterior de la calzada.
- Ejecución de una excavación en el terreno sobre la calzada, zona donde se ubica el terreno con mayores deformaciones y presencia de grietas de entidad. La excavación planteada tiene como objeto reducir los empujes sobre la pantalla anteriormente planteada, eliminación de las grietas de tracción, limitar la posibilidad de generarse roturas intermedias en el talud y el acondicionamiento del terreno. La geometría estimada podría ser de 2(H):1(V).

- Ejecución de una piel de escollera en el talud resultante de la excavación (retaluzado) anteriormente descrita.
- Acondicionamiento del drenaje de la ladera con el objeto de canalizar, para desviar las aguas, procedentes de la zona de prados localizados más arriba.

En la siguiente figura se muestra el planteamiento descrito en líneas anteriores.



5.3. CALCULO Y DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN

A continuación, se define de manera más concreta la solución planteada, determinando la cuantía y dimensiones de los diferentes elementos planteados.

En concreto se analizan dos elementos estructurales: pantalla de contención del vial (pantalla de micropilotes anclada) y piel de escollera de contención del talud superior resultante de la excavación.

5.3.1. PANTALLA INFERIOR:

La estabilidad general y sollicitaciones sobre los elementos estructurales de la pantalla planteada se ha calculado en base a un modelo tenso-deformacional utilizando el programa PHASE 2 V8.


La modelización se ha realizado sobre un elemento estructural de las siguientes características:

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA


Liner: micro

Color	
Liner Type	Standard Beam
Formulation	Timoshenko
Area	0.236 m ²
Moment of Inertia	3.4e-006 m ⁴

Elastic Properties

Young's modulus	2e+008 kPa
Poisson's ratio	0.2

Bolt Properties

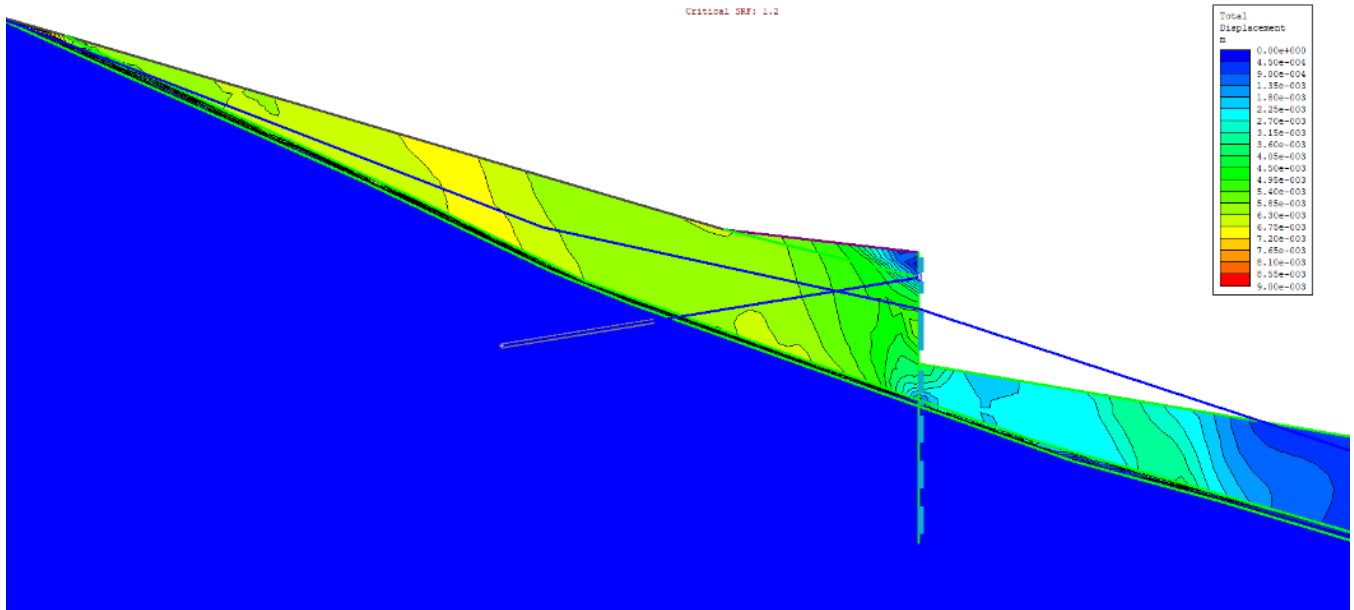
Bolt name	Bolt 1
Color	
Bolt Type	Tieback
Bolt diameter	32 mm
Bolt modulus	2e+008 kPa
Tensile capacity	150 kN
Residual Tensile capacity	0 kN
Out-of-plane spacing	1.5 m
Bond Shear Stiffness	100000 kN/m
Bond Strength	50000 kN/m
Pre-tensioning	100 kN
Bond Length	5 m
Bolt Model	Plastic
Allow Joints to Shear Bolt	Yes
Borehole diameter	40 mm

Los resultados obtenidos en el cálculo se muestran a continuación:

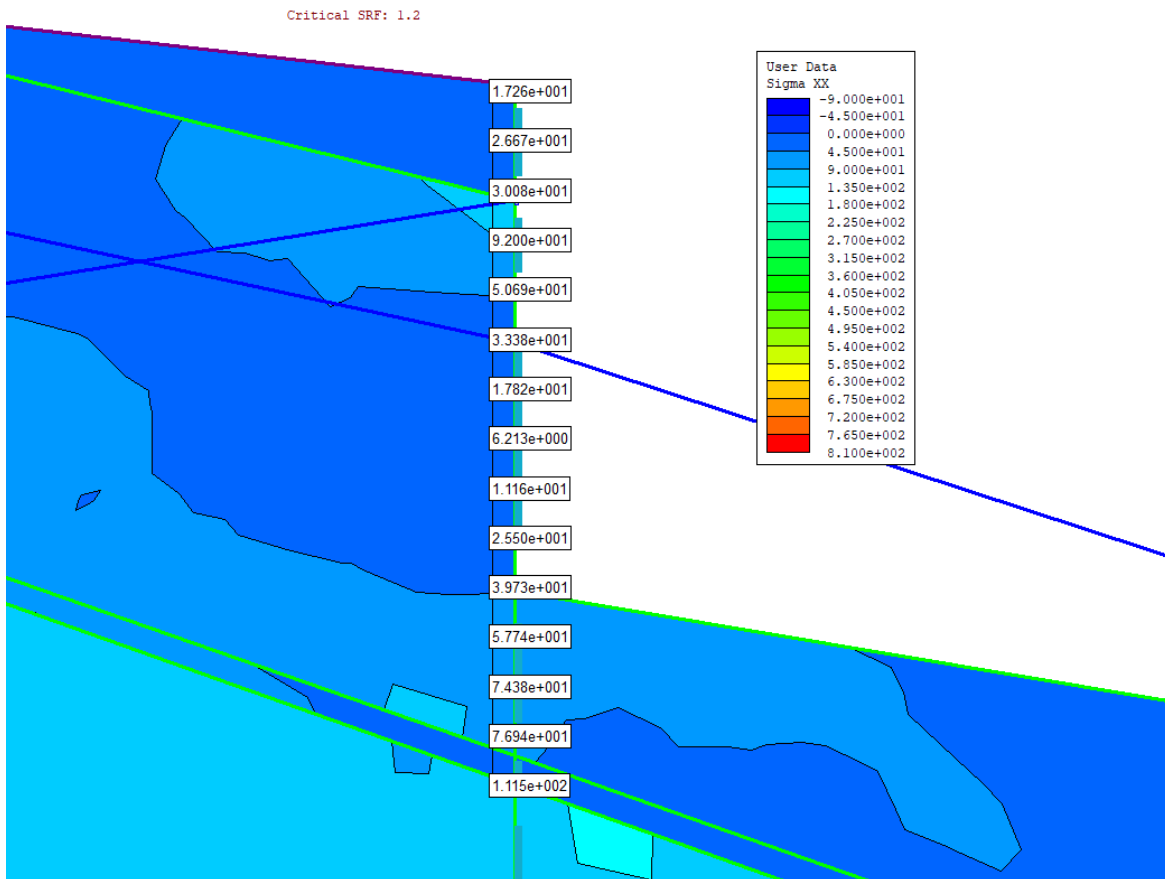
- Estabilidad general:

SRF (similar a F.S.) superior o igual a 1.2 en condiciones saturadas. Comportándose la zona retaluzada con F.S. adecuado y el conjunto de la actuación también.

Se ha modelizado con un escenario en el que el terreno bajo la actuación planteada se ha deformado perdiéndose parte del pasivo.



- Empuje sobre el sostenimiento: arroja un valor medio de 33.5 kN/m².



- Solicitaciones estimadas sobre el sostenimiento serían las siguientes

Micropilotes:

- Axil máximo: 71 kN
- Momento flector máximo: 22.39 kNm/m
- Esfuerzo cortante máximo: 68 kN/m

Anclajes: la carga máxima axil es de 131 kN

La cuantía de los elementos estructurales de la pantalla podría quedar de la siguiente manera (*)

Micropilotes:

- tipología: 101,6/9
- longitud estimada 9 m
- espaciado entre ejes: 0,70 m

Anclajes:

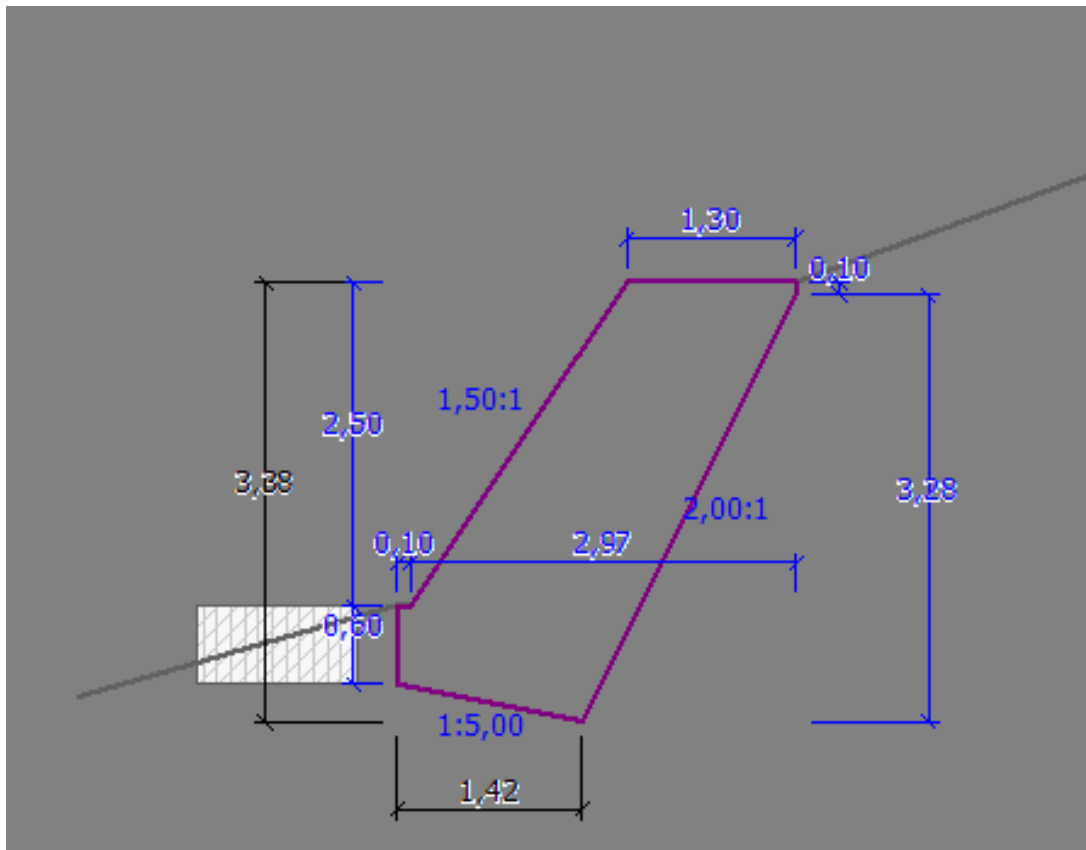
- tipo: gewi diámetro 32 mm
- longitud; 14 m, de ellos 5 de bulbo.
- Tesado; 15 t
- Espaciado de 1,5 m
- Inclinación con la horizontal: 12
- tensión de bloqueo 12 toneladas

(*) planteamiento pendiente de un cálculo estructural específico, en el anejo de cálculo se adjunta un cálculo aproximado a modo de justificación de la cuantía propuesta.

5.3.2. PIEL DE ESCOLLERA Y RETALUZADO

El retaluzado planteado, que tiene como objeto reducir las sollicitaciones de empuje sobre la pantalla y eliminar la posibilidad de generarse roturas intermedias, genera una geometría con un "salto" topográfico a modo de ajuste geométrico.

Elo es debido a que la excavación planteada presenta una geometría de inclinación de talud con inclinación en torno al 2(H):1(V) desde el pie de talud hasta la grieta de tracción. En este punto y debido a la diferencia de cota es necesaria la colocación de un elemento de estabilización del terreno. Por ello se plantea una piel de escollera de las siguientes dimensiones.



Esta piel de escollera se cimentará sobre roca alterada o suelo coluvial, con un empotramiento mínimo de 0.5 m. Los materiales a contener estarán constituidos por suelos coluviales y roca alterada.

En el apartado de Anejos de cálculo se incluye la justificación de cálculo realizada.

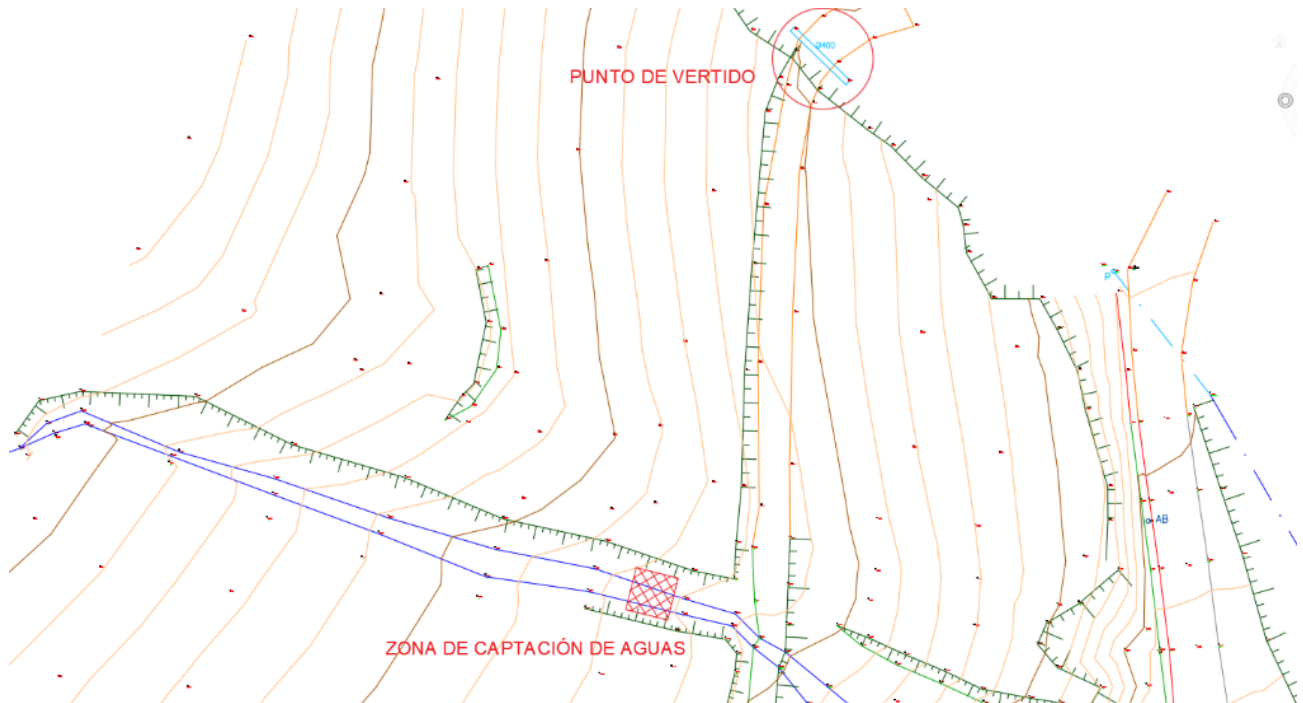
5.3.3. ACONDICIONAMIENTO DEL DRENAJE

Con el objeto de reducir lo máximo posible la presencia de agua en la zona a realizar la actuación, se ve la necesidad de encauzar los flujos de agua que proceden de la zona de campos localizadas sobre el ámbito de la actuación.

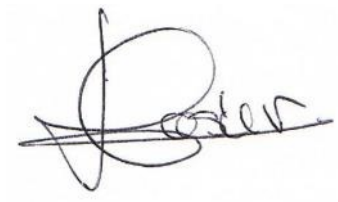
En las inspecciones realizadas se constató la presencia de una zanja en tierras que canaliza (acumulando) las aguas de escorrentía y parcialmente las subterráneas que proceden de cotas superiores.

Para ello se plantea una actuación mediante la instalación de una arqueta de canalice y derive estas aguas hacia la regata que hay al norte del ámbito de estudio.

En la siguiente figura se muestra lo mencionado.



En Miñano a 02/03/2023



Fdo: Hasier Cueva Artola

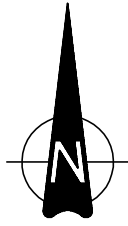
Geólogo UPV-EHU

Master en Ingeniería Geológica UCM

Colegiado nº: 3309

FIGURAS:

Figura 1: Emplazamiento.



CLIENTE:



REALIZADO POR:

MELANIA ALFONSO MOLINA
GEÓLOGO MÁSTER ING GEOLÓGICA. COL N°7127

REVISADO POR:

HASIER CUEVA ARTOLA
GEÓLOGO MASTER ING GEOLOGICA. COL N°3309

PROYECTO

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO
AL BARRIO DE PARTAITI EN ANGIOZAR (BERGARA)

PLANO

FIGURA 1
EMPLAZAMIENTO

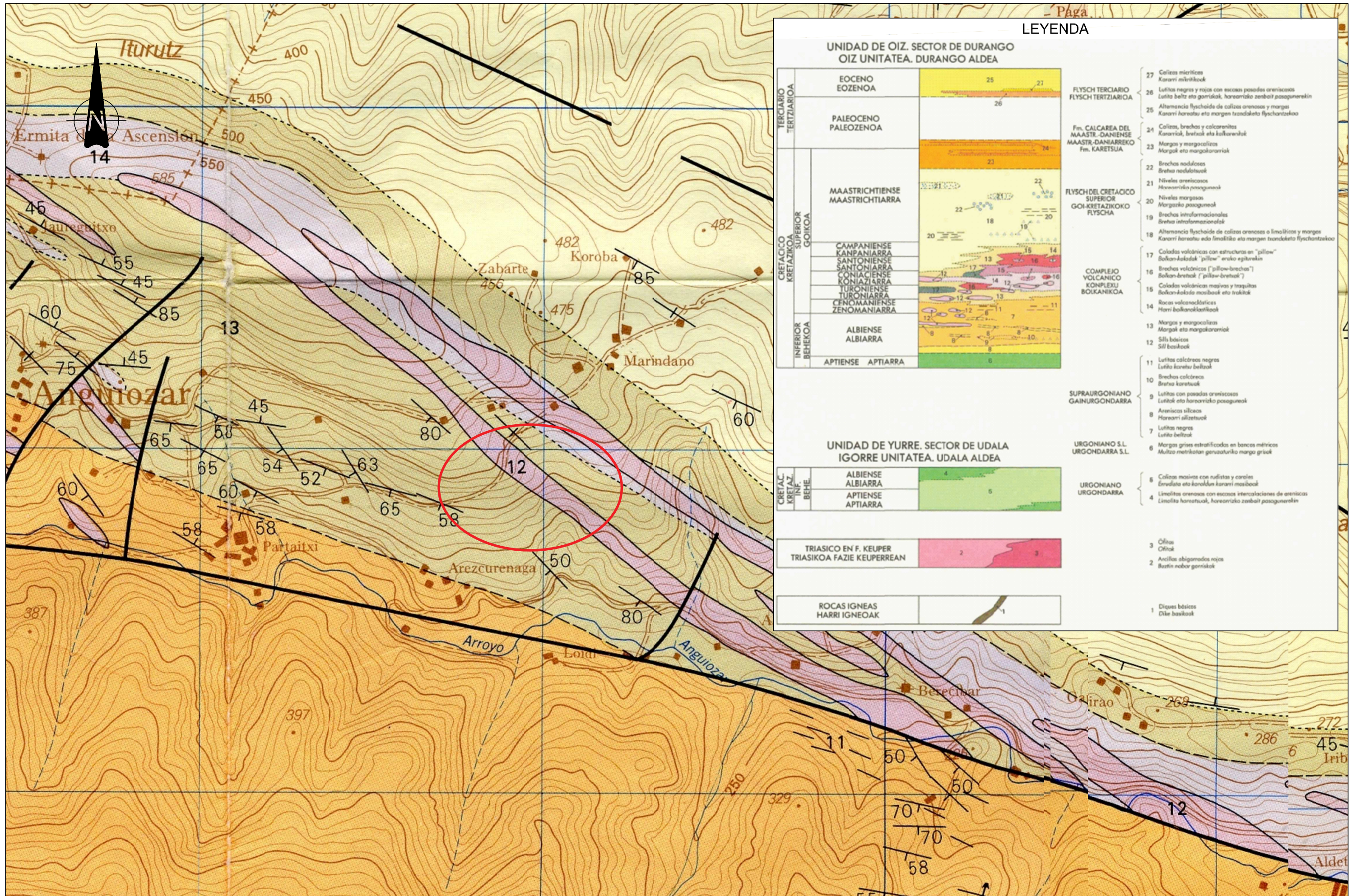
ESCALA

A3 1/15.000

FECHA

MARZO 2023

Figura 2: Encuadre geológico general



LEYENDA

UNIDAD DE OIZ. SECTOR DE DURANGO
OIZ UNITATEA. DURANGO ALDEA

TERCIARIO TERTZIARIOA	EOCENO EOZENOA	25	27	FLYSCH TERCARIO FLYSCH TERTZIARIOA	27 Colizas micríticas Karari mikritikok	
	PALEOCENO PALEOZENOA	26			26 Lutitas negras y rojas con escasas pasadas areniscas Lutita beltz eta gorriak, harraritzko zenbait pasagunerekin	
CRETACICO KRETAZIKO SUPERIOR GOIKOIA	MAASTRICHTIENSE MAASTRICHTIARRA	23	24	Fm. CALCAREA DEL MAASTR.-DANIENSE MAASTR.-DANIARREKO Fm. KARETSUA	24 Colizas, brachas y calcarenitas Karariak, brachak eta kalkarenitak	
		22	23		23 Margos y margocalizas Margok eta margokalariak	
	CAMPANIENSE KAMPANIARRA SANTONIENSE SANTONIARRA KONIAZIENSE KONIAZIARRA TURONIENSE TURONIARRA ZENOMANIENSE ZENOMANIARRA	21	22	FLYSCH DEL CRETACICO SUPERIOR GOI-KRETAZIKO FLYSCHA	22 Brechas nodulosas Brecha nodulosak	
		20	21		21 Niveles areniscos Harraritzko pasaguneri	
		19	20		20 Niveles margosos Margako pasagunekoak	
		18	19		19 Brechas intrufornacionales Brecha intrufornationalekoak	
		17	18		18 Alternancia flyschoida de calizas arenosas o limolíticas y margos Karari harraritzko edo limolítico eta margos txandaketo flyschontzekoak	
		16	17		17 Coladas volcánicas con estructuras en "pillow" Bolan-kaladak "pillow" eruko egiturekin	
	INFERIOR BEHEKOA	ALBIENSE ALBIARRA	15	16	COMPLEJO VOLCANICO KOMPLEXU BOLKANIKOA	16 Brechas volcánicas ("pillow-brechas") Bolan-brechak ("pillow-brechak")
			14	15		15 Coladas volcánicas masivas y traquitas Bolan-kalada masiboak eta traquitak
APTIENSE APTIARRA	6	7	8	9	14 Rocas volcánodáricas Harri bolkanodarrikak	
					13	12
					12 Siltis básicas Silti basikoak	

UNIDAD DE YURRE. SECTOR DE UDALA
IGORRE UNITATEA. UDALA ALDEA

CRETAC. KRETAZ. INF. BEHE	ALBIENSE ALBIARRA	4	5	SUPRAURGONIANO GAINURGONDARRA	11 Lutitas calcáreas negras Lutita karetu beltzak
	APTIENSE APTIARRA	5			
TRIASICO EN F. KEUPER TRIASIKOFAZIE KEUPERREAN	2	3	6	URGONIANO S.L. URGONDARRA S.L.	9 Lutitas con pasadas areniscas Lutita eta harraritzko pasagunekoak
					7
ROCAS IGNEAS HARRI IGNEOAK	1	1	6	URGONIANO URGONDARRA	7 Lutitas negras Lutita beltzak
					6
					6 Colizas masivas con nudistas y corales Erudituak eta koralkorak karari masiboak
					4 Limolitas arenosas con escasas intercalaciones de areniscas Limolita harraritzkoak, harraritzko zenbait pasagunerekin
					3 Ófitas Ofitak
					2 Ancilias abigarradas rojas Bastin nabar gorriak
					1 Diques básicos Dike basikoak

CLIENTE: **Bergarako Udala**

ingek
ingeniería del terreno

REALIZADO POR:
MELANIA ALFONSO MOLINA
GEÓLOGO MÁSTER ING. GEOLÓGICA. COL. N°7127

REVISADO POR:
HASIER CUEVA ARTOLA
GEÓLOGO MASTER ING. GEOLOGICA. COL. N°3309

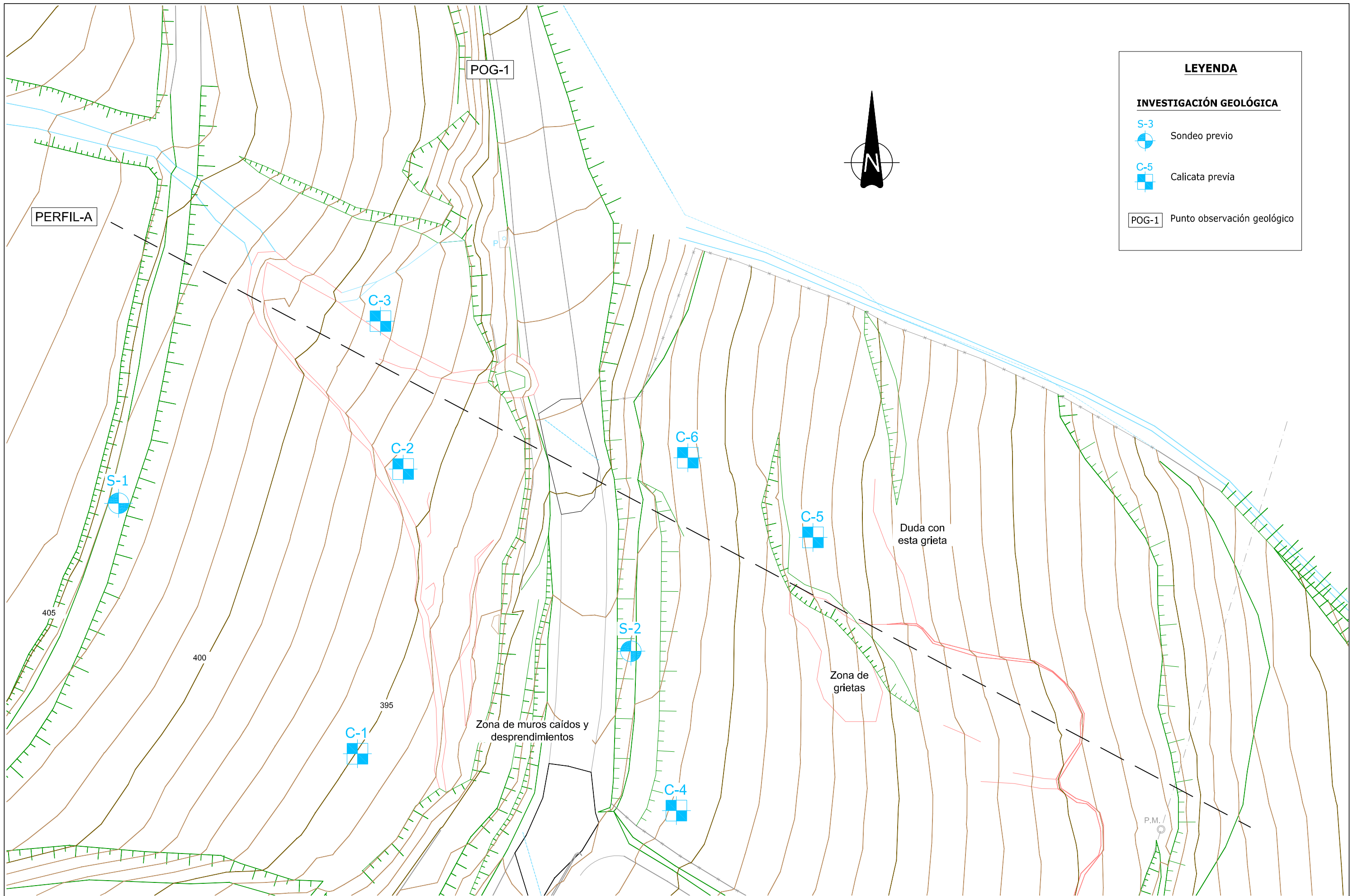
PROYECTO:
ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITI EN ANGIOZAR (BERGARA)

PLANO:
FIGURA 2
ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

ESCALA:
A3 1/10.000

FECHA:
MARZO 2023

Figura 3: Planta con levantamiento topográfico y puntos de investigación geotécnica



LEYENDA


INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA

S-3 Sondeo previo

C-5 Calicata previa

POG-1 Punto observación geológico

CLIENTE:




Bergarako Udala



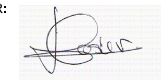
ingek
ingeniería del terreno

REALIZADO POR:



MELANIA ALFONSO MOLINA
GEÓLOGO MÁSTER ING. GEOLÓGICA. COL. N°7127

REVISADO POR:



HASIER CUEVA ARTOLA
GEÓLOGO MÁSTER ING. GEOLÓGICA. COL. N°3309

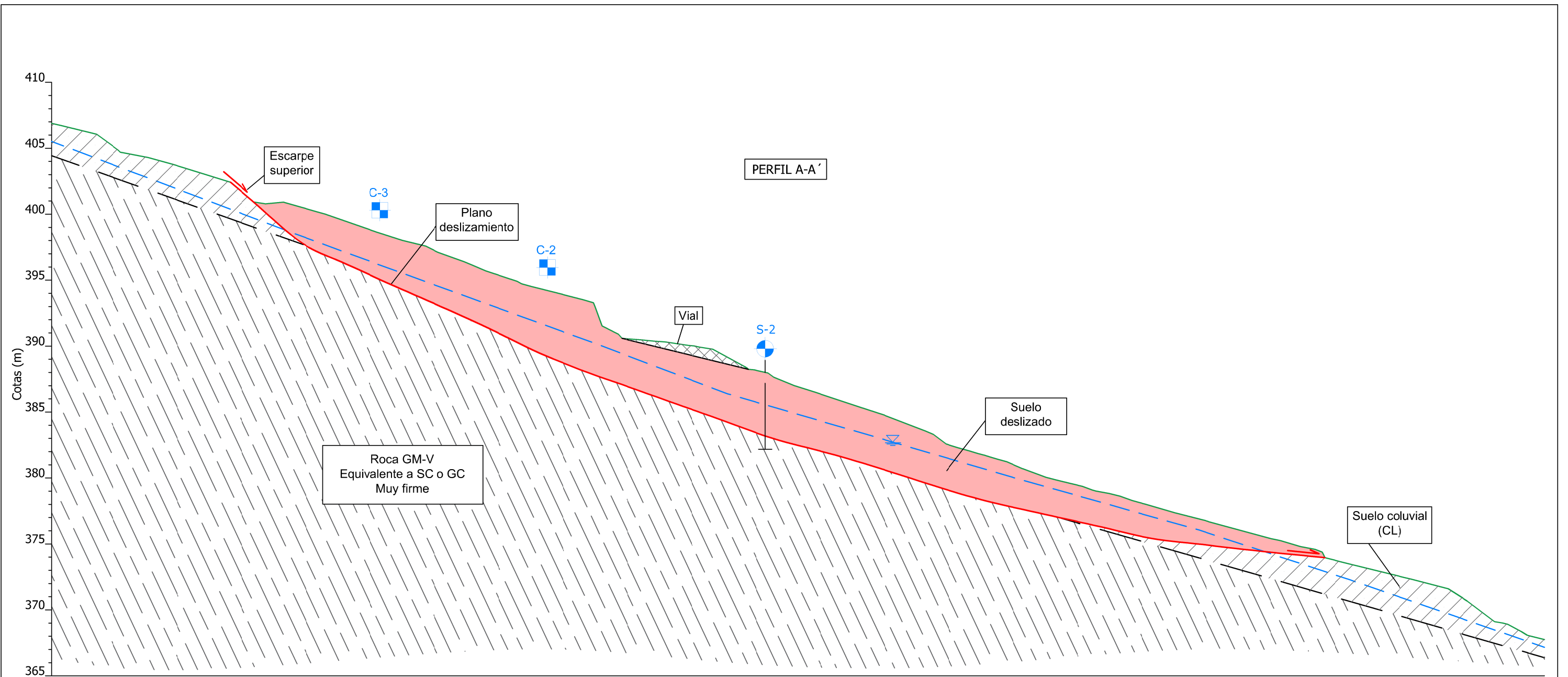
PROYECTO
ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITI EN ANGOZAR (BERGARA)

PLANO
FIGURA 3
PLANTA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y PUNTOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

ESCALA
A3 1/500

FECHA
MARZO 2023

Figura 4: Perfil geológico-geotécnico

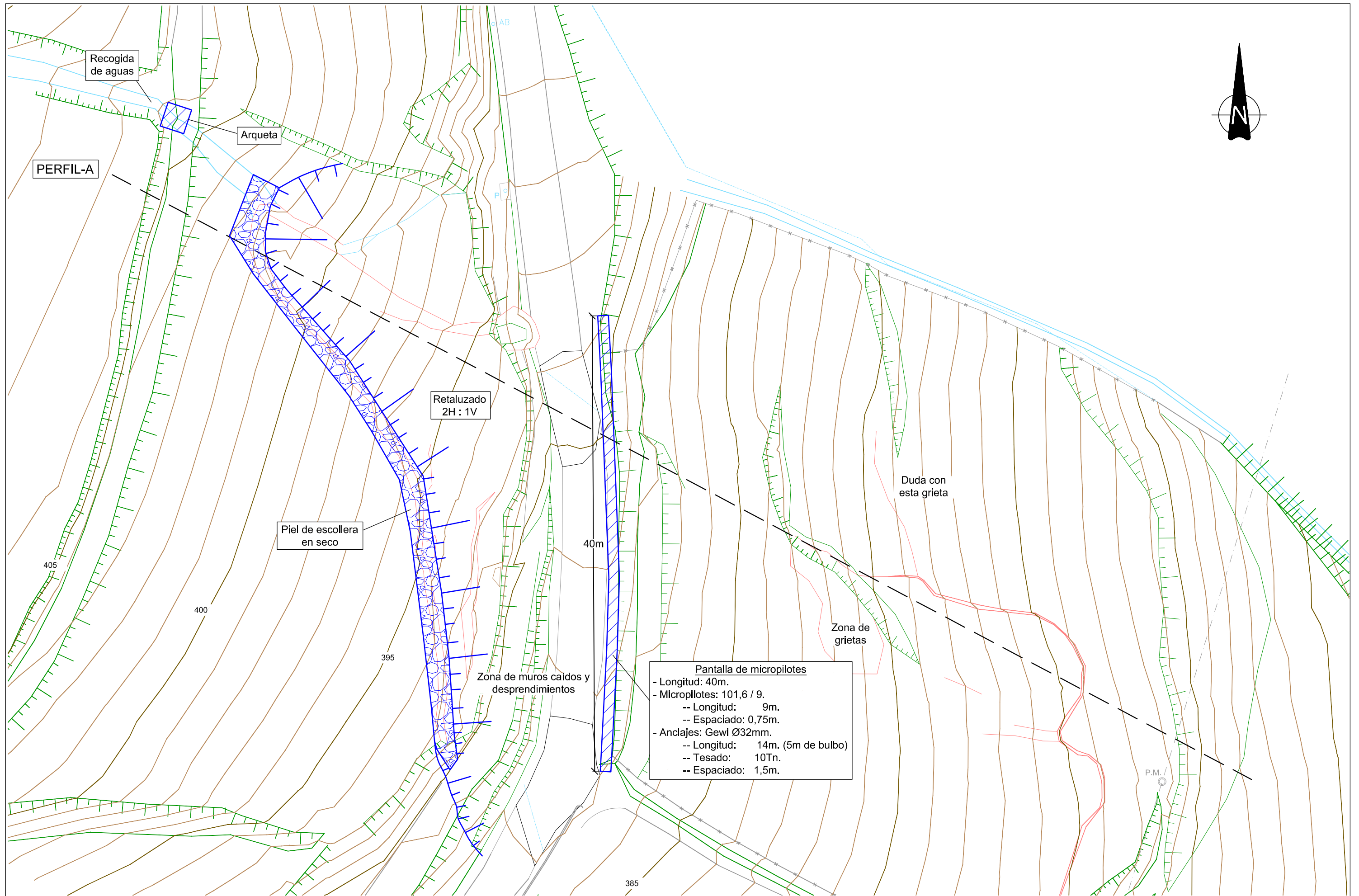


LEYENDA

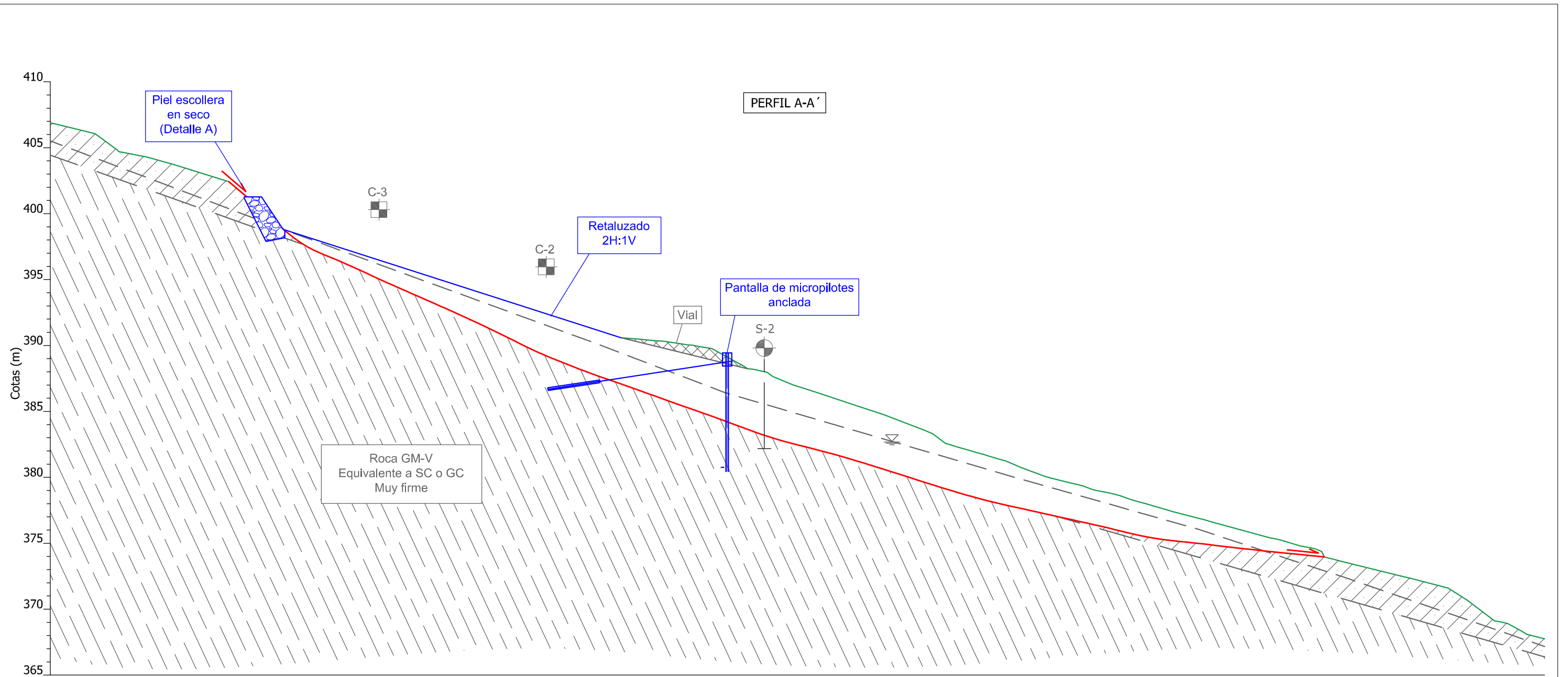
SUELOS		INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA	
	Relleno antrópico		Sondeo previo
	Suelo coluvial (CL)		Calicata previa
	Suelo deslizado	HIDROGEOLOGÍA	
ROCA			Circulación de agua
	Sustrato rocoso. GM-V Equivalente a SC o GC Muy firme	OTROS SÍMBOLOS	
			Contacto entre suelos
			Contacto suelo roca
			Plano de deslizamiento

Figura 5:

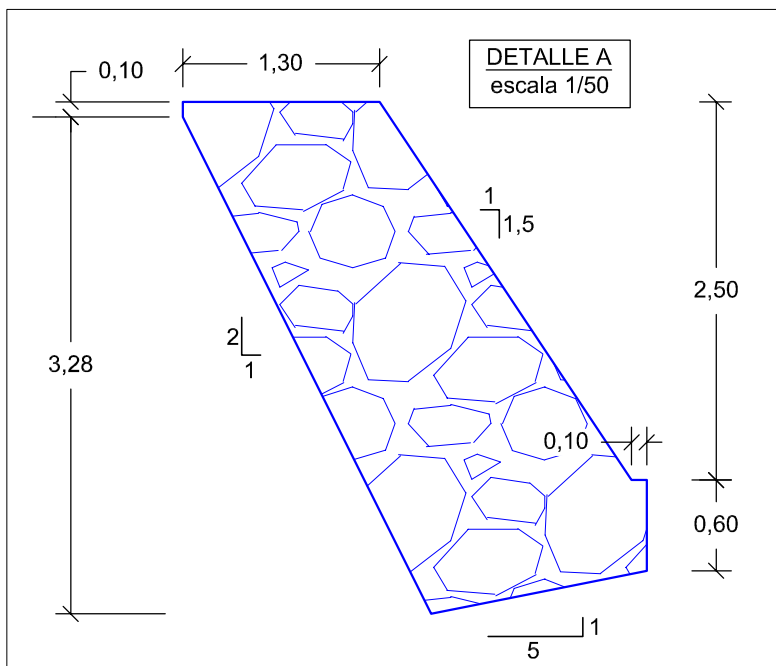
- 5.1 Planta de solución planteada



- 5.2. Perfiles de la solución planteada y detalles.



Roca GM-V
Equivalente a SC o GC
Muy firme



LEYENDA	
SUELOS	
	Relleno antrópico
	Suelo coluvial (CL)
ROCA	
	Sustrato rocoso. GM-V Equivalente a SC o GC Muy firme
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA	
	S-3 Sondeo previo
	C-2 Calicata previa
HIDROGEOLOGÍA	
	Circulación de agua
OTROS SÍMBOLOS	
	Contacto entre suelos
	Contacto suelo roca
	Plano de deslizamiento

ANEJOS:

ANEJO 1: CÁLCULOS

A1.1. CALCULO RETROANALISIS

Phase2 Analysis Information

Project Summary

- File Name: 00_Back.fez
- Last saved with Phase2 version: 8.005
- Analysis: Converted from Slide v6.02 with PHASE2 8.005

General Settings

- Single stage model
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as kPa

Analysis Options

- Maximum Number of Iterations: 500
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

Strength Reduction Settings

- Inital Estimate of SRF: 1
- Step Size: Automatic
- Tolerance (SRF): 0.01
- Limit SSR Search Area: No
- Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength: Yes
- Convergence Parameters: Automatic

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Página 41 de 73

02/03/2023

Groundwater Analysis

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Probability: None

Field Stress

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Mesh

- Mesh type: uniform
- Element type: 6 noded triangles
- Number of elements: 4486
- Number of nodes: 9177

Mesh Quality

- All elements are of good quality

Poor quality elements defined as:

- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas


- External Boundary Area: 2529.676 m²
- External Boundary Perimeter: 279.376 m

Stage 1


- Values not available until this stage is viewed in a window

Material Properties

Material: RELLENO


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	17.5 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	50000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Stage 1: Piezo to use	1
Hu Type	Custom
Hu value	1

Material: ELUVIAL-COL-R ALT


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	19.5 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	50000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	25 degrees

Peak cohesion	20 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: ROCA

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	50000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	100 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	30 degrees
Peak cohesion	100 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	30 degrees
Residual Cohesion	100 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: PLANO DESLIZAM

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	2000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	23 degrees
Peak cohesion	0 kPa

Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	18 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Shear Strength Reduction - Material Properties

- Strength Reduction Factor: 0.49
- Maximum Total Displacement: 0.07887 m
- Converged: yes

Material	RELLENO
Peak friction angle	47.3377 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	47.3377 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	43.5808 degrees
Peak cohesion	40.8163 kPa
Residual Friction Angle	43.5808 degrees
Residual Cohesion	40.8163 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	49.6786 degrees
Peak cohesion	204.082 kPa
Residual Friction Angle	49.6786 degrees
Residual Cohesion	204.082 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	40.9016 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	33.5484 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Strength Reduction Factor: 0.74
- Maximum Total Displacement: 0.0828362 m
- Converged: yes

Material	RELLENO
Peak friction angle	35.6982 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	35.6982 degrees

Residual Cohesion	0 kPa
-------------------	-------

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	32.2169 degrees
Peak cohesion	27.027 kPa
Residual Friction Angle	32.2169 degrees
Residual Cohesion	27.027 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	37.9615 degrees
Peak cohesion	135.135 kPa
Residual Friction Angle	37.9615 degrees
Residual Cohesion	135.135 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	29.8392 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	23.7053 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Strength Reduction Factor: 0.86
- Maximum Total Displacement: 0.0860005 m
- Converged: yes

Material	RELLENO
Peak friction angle	31.7271 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	31.7271 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	28.4674 degrees
Peak cohesion	23.2558 kPa
Residual Friction Angle	28.4674 degrees
Residual Cohesion	23.2558 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	33.8749 degrees
Peak cohesion	116.279 kPa
Residual Friction Angle	33.8749 degrees
Residual Cohesion	116.279 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	26.2698 degrees
Peak cohesion	0 kPa

Residual Friction Angle	20.6972 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Critical Strength Reduction Factor:** 0.92
- **Maximum Total Displacement:** 0.145532 m
- **Converged:** yes

Material	RELLENO
Peak friction angle	30.0256 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	30.0256 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	26.8785 degrees
Peak cohesion	21.7391 kPa
Residual Friction Angle	26.8785 degrees
Residual Cohesion	21.7391 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	32.1105 degrees
Peak cohesion	108.696 kPa
Residual Friction Angle	32.1105 degrees
Residual Cohesion	108.696 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	24.7679 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	19.4519 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 0.93
- **Maximum Total Displacement:** 0.273121 m
- **Converged:** no

Material	RELLENO
Peak friction angle	29.7579 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	29.7579 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	26.6295 degrees
Peak cohesion	21.5054 kPa
Residual Friction Angle	26.6295 degrees
Residual Cohesion	21.5054 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	31.8323 degrees
Peak cohesion	107.527 kPa
Residual Friction Angle	31.8323 degrees
Residual Cohesion	107.527 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	24.5331 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	19.2582 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Strength Reduction Factor: 0.95
- Maximum Total Displacement: 0.436325 m
- Converged: no

Material	RELLENO
Peak friction angle	29.2355 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	29.2355 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	26.1441 degrees
Peak cohesion	21.0526 kPa
Residual Friction Angle	26.1441 degrees
Residual Cohesion	21.0526 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	31.2886 degrees
Peak cohesion	105.263 kPa
Residual Friction Angle	31.2886 degrees
Residual Cohesion	105.263 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	24.0758 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	18.8818 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Strength Reduction Factor: 0.99
- Maximum Total Displacement: 0.616757 m
- Converged: no

Material	RELLENO
----------	---------

Peak friction angle	28.2394 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	28.2394 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	25.2213 degrees
Peak cohesion	20.202 kPa
Residual Friction Angle	25.2213 degrees
Residual Cohesion	20.202 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	30.25 degrees
Peak cohesion	101.01 kPa
Residual Friction Angle	30.25 degrees
Residual Cohesion	101.01 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	23.2078 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	18.1699 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Strength Reduction Factor: 1
- Maximum Total Displacement: 0.696052 m
- Converged: no

Material	RELLENO
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	30 degrees
Peak cohesion	100 kPa
Residual Friction Angle	30 degrees
Residual Cohesion	100 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	23 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	18 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Displacements

-
- Displacement data is not available until total displacement is viewed in a window

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

- Number of yielded mesh elements is not available for Stage 1 until the stage is viewed in a window

List of All Coordinates

External boundary

X	Y
3.06114	587.168
116.377	587.168
116.377	588.543
116.377	589.919
112.566	591.283
109.05	593.771
99.6146	596.233
99.6052	596.393
99.5957	596.553
96.3271	597.424
87.1876	599.859
70.9311	604.75
69.9691	605.478
55.9031	610.413
52.7016	612.02
46.3171	612.758

44.2971	615.144
42.1802	615.999
20.6221	623.084
18.3781	623.09
16.4561	624.637
16.1003	624.734
8.26514	626.869
6.60785	628.127
3.06114	629.06
3.06114	626.605

Material boundary

X	Y
18.3781	623.09
19.0337	622.502
21.6438	620.63
25.3108	618.807
36.2894	613.74
41.7245	611.091
48.8836	608.535
56.6688	605.793
71.8393	601.431
80.1341	599.361
90.5557	597.414
99.6052	596.393

Material boundary

X	Y
3.06114	626.605
22.1182	619.867

Material boundary

X	Y
79.3997	599.199
116.377	588.543

Material boundary

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

X	Y
16.1003	624.734
18.6608	622.406
22.1182	619.867
26.3796	617.922
34.6016	614.279
40.6179	611.403
43.2084	610.365
51.3117	607.476
57.7505	605.18
62.4826	603.913
74.7855	600.234
79.3997	599.199
86.651	597.572
96.662	596.377
99.6146	596.233

Material boundary

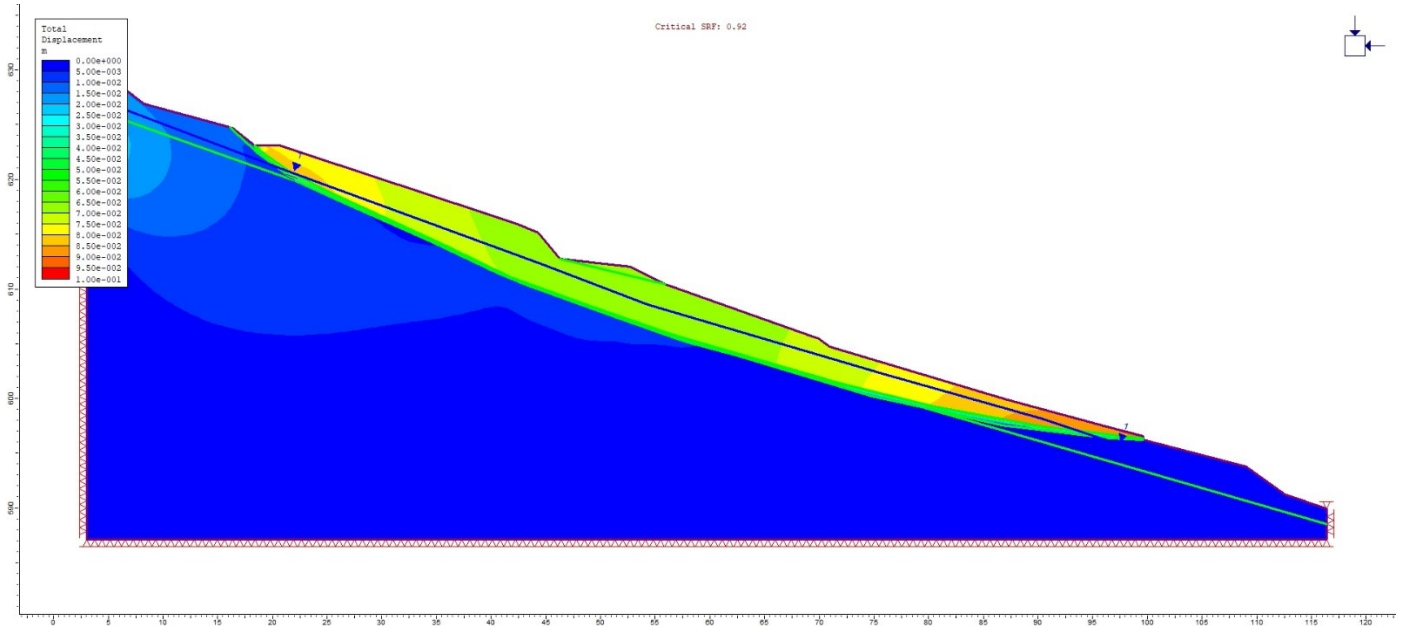
X	Y
46.3171	612.758
55.9031	610.413

Material boundary

X	Y
18.6608	622.406
18.3781	623.09

Piezometric line

X	Y
3.06114	627.689
21.6438	620.63
44.584	612.269
54.327	608.559
76.032	602.216
90.11	598.226
101.575	594.45
116.377	589.336



A1.2. CALCULO DE JUSTIFICACION GEOTÉCNICA DE LA SOLUCIÓN

Phase2 Analysis Information

Project Summary

- **File Name:** 02_micros_bulon_comprobacion 1 hidro_desliz por delante.fez
- **Last saved with Phase2 version:** 8.005
- **Analysis:** Converted from Slide v6.02 with PHASE2 8.005

General Settings

- **Number of Stages:** 6
- **Analysis Type:** Plane Strain
- **Solver Type:** Gaussian Elimination
- **Units:** Metric, stress as kPa

Analysis Options

- **Maximum Number of Iterations:** 500
- **Tolerance:** 0.001
- **Number of Load Steps:** Automatic
- **Convergence Type:** Absolute Energy
- **Tensile Failure:** Reduces Shear Strength
- **Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01**

Strength Reduction Settings

- **Initial Estimate of SRF:** 1
- **Step Size:** Automatic
- **Tolerance (SRF):** 0.01
- **Limit SSR Search Area:** No
- **Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength:** Yes
- **Convergence Parameters:** Automatic

Groundwater Analysis

- **Method:** Piezometric Lines
- **Pore Fluid Unit Weight:** 9.81 kN/m³
- **Probability:** None

Field Stress

- **Field stress:** gravity
- **Using actual ground surface**
- **Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane):** 1
- **Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane):** 1
- **Locked-in horizontal stress (in-plane):** 0
- **Locked-in horizontal stress (out-of-plane):** 0

Mesh

- **Mesh type:** uniform
- **Element type:** 6 noded triangles
- **Number of elements on actual:** 4558
- **Number of nodes on actual:** 9321
- **Number of elements on excavacion:** 4421
- **Number of nodes on excavacion:** 9048
- **Number of elements on micros:** 4421
- **Number of nodes on micros:** 9048
- **Number of elements on bulones:** 4412
- **Number of nodes on bulones:** 9031
- **Number of elements on hidro 1:** 4412
- **Number of nodes on hidro 1:** 9031
- **Number of elements on deslizam por delante:** 4347
- **Number of nodes on deslizam por delante:** 8902

Mesh Quality

- 5 of 4558 Elements (0.1 % of elements) are poor quality elements
- 0 of 4558 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
- 5 of 4558 Elements (0.1 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
- 5 of 4558 Elements (0.1 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
- 0 of 4558 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because they are inverted
- **Note:** Elements can be of poor quality for more than one reason

Poor quality elements defined as:

- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00

- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

- Excavation Area: 60.680 m²
- Excavation Perimeter: 66.153 m
- External Boundary Area: 2529.676 m²
- External Boundary Perimeter: 279.376 m

actual

- Values not available until this stage is viewed in a window

excavacion

- Values not available until this stage is viewed in a window

micros

- Values not available until this stage is viewed in a window

bulones

- Values not available until this stage is viewed in a window

hidro 1


- Values not available until this stage is viewed in a window

deslizam por delante


- Values not available until this stage is viewed in a window

Material Properties


Material: 1

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	19.5 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	50000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	20 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa
actual: Piezo to use	2
hidro 1: Piezo to use	1
Hu Type	Custom
Hu value	1


Material: RELLENO

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	17.5 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	200000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: ELUVIAL-COL-R ALT

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	19.5 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	60000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: ROCA


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	5.9e+006 kPa
Poisson's ratio	0.2
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	100 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	30 degrees
Peak cohesion	100 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	30 degrees
Residual Cohesion	100 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Material: PLANO DESLIZAM

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	20 kN/m ³
Elastic type	isotropic
Young's modulus	2000 kPa
Poisson's ratio	0.4
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 kPa
Residual tensile strength	0 kPa
Peak friction angle	23 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	18 degrees
Residual Cohesion	0 kPa
Piezo to use	None
Ru value	0

Shear Strength Reduction - Material Properties

- Strength Reduction Factor: 1
- Maximum Total Displacement: 0.00682683 m
- Converged: yes

Material	1
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	28 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	28 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	25 degrees
Peak cohesion	20 kPa
Residual Friction Angle	25 degrees
Residual Cohesion	20 kPa

Material	ROCA
----------	------

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Peak friction angle	30 degrees
Peak cohesion	100 kPa
Residual Friction Angle	30 degrees
Residual Cohesion	100 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	23 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	18 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.12
- **Maximum Total Displacement:** 0.00570889 m
- **Converged:** yes

Material	1
Peak friction angle	22.6042 degrees
Peak cohesion	17.8571 kPa
Residual Friction Angle	22.6042 degrees
Residual Cohesion	17.8571 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	25.3956 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	25.3956 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	22.6042 degrees
Peak cohesion	17.8571 kPa
Residual Friction Angle	22.6042 degrees
Residual Cohesion	17.8571 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	27.2707 degrees
Peak cohesion	89.2857 kPa
Residual Friction Angle	27.2707 degrees
Residual Cohesion	89.2857 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	20.7565 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	16.1778 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.18
- **Maximum Total Displacement:** 0.00528271 m
- **Converged:** yes

Material	1
Peak friction angle	21.5627 degrees
Peak cohesion	16.9492 kPa
Residual Friction Angle	21.5627 degrees
Residual Cohesion	16.9492 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	24.2564 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	24.2564 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	21.5627 degrees
Peak cohesion	16.9492 kPa
Residual Friction Angle	21.5627 degrees
Residual Cohesion	16.9492 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	26.0716 degrees
Peak cohesion	84.7458 kPa
Residual Friction Angle	26.0716 degrees
Residual Cohesion	84.7458 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	19.7849 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	15.3952 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.19
- **Maximum Total Displacement:** 0.00523304 m
- **Converged:** yes

Material	1
Peak friction angle	21.398 degrees
Peak cohesion	16.8067 kPa
Residual Friction Angle	21.398 degrees
Residual Cohesion	16.8067 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	24.0758 degrees

Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	24.0758 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	21.398 degrees
Peak cohesion	16.8067 kPa
Residual Friction Angle	21.398 degrees
Residual Cohesion	16.8067 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	25.8812 degrees
Peak cohesion	84.0336 kPa
Residual Friction Angle	25.8812 degrees
Residual Cohesion	84.0336 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	19.6314 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	15.2719 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- Critical Strength Reduction Factor: 1.2
- Maximum Total Displacement: 0.00837477 m
- Converged: yes

Material	1
Peak friction angle	21.2356 degrees
Peak cohesion	16.6667 kPa
Residual Friction Angle	21.2356 degrees
Residual Cohesion	16.6667 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	23.8977 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	23.8977 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	21.2356 degrees
Peak cohesion	16.6667 kPa
Residual Friction Angle	21.2356 degrees
Residual Cohesion	16.6667 kPa

Material	ROCA
----------	------

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Peak friction angle	25.6934 degrees
Peak cohesion	83.3333 kPa
Residual Friction Angle	25.6934 degrees
Residual Cohesion	83.3333 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	19.4802 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	15.1505 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.21
- **Maximum Total Displacement:** 0.079535 m
- **Converged:** no

Material	1
Peak friction angle	21.0756 degrees
Peak cohesion	16.5289 kPa
Residual Friction Angle	21.0756 degrees
Residual Cohesion	16.5289 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	23.7221 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	23.7221 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	21.0756 degrees
Peak cohesion	16.5289 kPa
Residual Friction Angle	21.0756 degrees
Residual Cohesion	16.5289 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	25.5081 degrees
Peak cohesion	82.6446 kPa
Residual Friction Angle	25.5081 degrees
Residual Cohesion	82.6446 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	19.3312 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	15.031 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.25
- **Maximum Total Displacement:** 0.0922687 m
- **Converged:** no

Material	1
Peak friction angle	20.4578 degrees
Peak cohesion	16 kPa
Residual Friction Angle	20.4578 degrees
Residual Cohesion	16 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	23.0433 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	23.0433 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	20.4578 degrees
Peak cohesion	16 kPa
Residual Friction Angle	20.4578 degrees
Residual Cohesion	16 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	24.7913 degrees
Peak cohesion	80 kPa
Residual Friction Angle	24.7913 degrees
Residual Cohesion	80 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	18.7565 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	14.5708 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

- **Strength Reduction Factor:** 1.5
- **Maximum Total Displacement:** 0.433644 m
- **Converged:** no

Material	1
Peak friction angle	17.269 degrees
Peak cohesion	13.3333 kPa
Residual Friction Angle	17.269 degrees
Residual Cohesion	13.3333 kPa

Material	RELLENO
Peak friction angle	19.518 degrees

Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	19.518 degrees
Residual Cohesion	0 kPa


Material	ELUVIAL-COL-R ALT
Peak friction angle	17.269 degrees
Peak cohesion	13.3333 kPa
Residual Friction Angle	17.269 degrees
Residual Cohesion	13.3333 kPa

Material	ROCA
Peak friction angle	21.0517 degrees
Peak cohesion	66.6667 kPa
Residual Friction Angle	21.0517 degrees
Residual Cohesion	66.6667 kPa

Material	PLANO DESLIZAM
Peak friction angle	15.8006 degrees
Peak cohesion	0 kPa
Residual Friction Angle	12.2222 degrees
Residual Cohesion	0 kPa

Liner Properties

Liner: micro

Color	
Liner Type	Standard Beam
Formulation	Timoshenko
Area	0.236 m ²
Moment of Inertia	3.4e-006 m ⁴

Elastic Properties


Young's modulus	2e+008 kPa
Poisson's ratio	0.2

Bolt Properties

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Bolt name	Bolt 1
Color	
Bolt Type	Tieback
Bolt diameter	32 mm
Bolt modulus	2e+008 kPa
Tensile capacity	150 kN
Residual Tensile capacity	0 kN
Out-of-plane spacing	1.5 m
Bond Shear Stiffness	100000 kN/m
Bond Strength	50000 kN/m
Pre-tensioning	100 kN
Bond Length	5 m
Bolt Model	Plastic
Allow Joints to Shear Bolt	Yes
Borehole diameter	40 mm

Displacements

- Displacement data is not available for actual until total displacement is viewed in a window
- Displacement data is not available for excavacion until total displacement is viewed in a window
- Displacement data is not available for micros until total displacement is viewed in a window
- Displacement data is not available for bulones until total displacement is viewed in a window
- Displacement data is not available for hidro 1 until total displacement is viewed in a window
- Displacement data is not available for deslizam por delante until total displacement is viewed in a window

Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

- Number of yielded mesh elements is not available for actual until the stage is viewed in a window
- Number of yielded mesh elements is not available for excavacion until the stage is viewed in a window
- Number of yielded mesh elements is not available for micros until the stage is viewed in a window
- Number of yielded mesh elements is not available for bulones until the stage is viewed in a window

- Number of yielded mesh elements is not available for hidro 1 until the stage is viewed in a window
- Number of yielded mesh elements is not available for deslizam por delante until the stage is viewed in a window

List of All Coordinates

Excavation boundary

X	Y
22.1182	619.867
24.7127	619.104
46.3171	612.758
18.3781	623.09
16.4561	624.637
16.1003	624.734
18.6608	622.406
19.0913	622.09
20.187	621.285
20.4744	621.074

External boundary

X	Y
3.06114	587.168
116.377	587.168
116.377	588.543
116.377	589.336
116.377	589.919
112.566	591.283
109.05	593.771
99.6146	596.233
99.6052	596.393
99.5957	596.553
96.3271	597.424
87.1876	599.859
70.9311	604.75
69.9691	605.478
52.7016	612.02
46.3171	612.758
18.3781	623.09

16.4561	624.637
16.1003	624.734
8.26514	626.869
6.60785	628.127
3.06114	629.06
3.06114	627.689
3.06114	626.605

Material boundary

X	Y
24.7127	619.104
25.3108	618.807
25.5173	618.712
36.2894	613.74
41.7245	611.091
48.8836	608.535
52.7016	607.191
53.356	606.96
56.6688	605.793
71.8393	601.431
80.1341	599.361
90.5557	597.414
93.627	597.068
99.6052	596.393

Material boundary

X	Y
3.06114	626.605
22.1182	619.867

Material boundary

X	Y
79.3997	599.199
116.377	588.543

Material boundary

X	Y
22.1182	619.867
23.1865	619.379
26.3796	617.922
34.6016	614.279
40.6179	611.403
43.2084	610.365
51.3117	607.476
52.7016	606.98
57.7505	605.18
62.4826	603.913
74.7855	600.234
79.3997	599.199
86.651	597.572
95.1926	596.552
96.662	596.377
99.6146	596.233

Material boundary

X	Y
46.3171	612.758
52.7016	611.196

Material boundary

X	Y
18.6608	622.406
18.3781	623.09

Material boundary

X	Y
52.7016	612.02
52.7016	611.196
52.7016	610.539
52.7016	608.382
52.7016	607.191
52.7016	606.98
52.7016	602.509

Material boundary

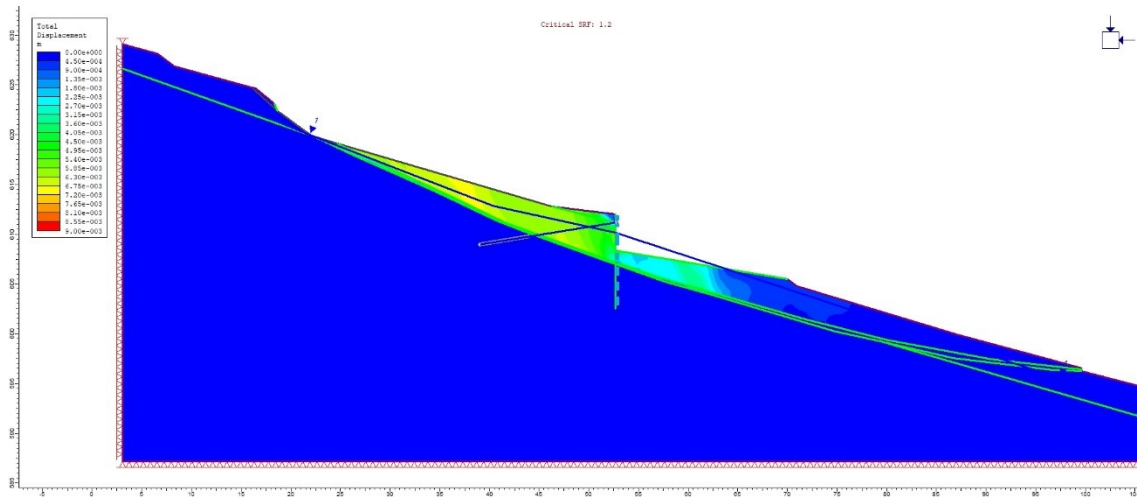
X	Y
52.7016	608.382
69.9691	605.478

Piezometric line

X	Y
3.06114	627.689
22.1182	619.867
40.367	612.839
52.7016	610.165
116.377	589.336

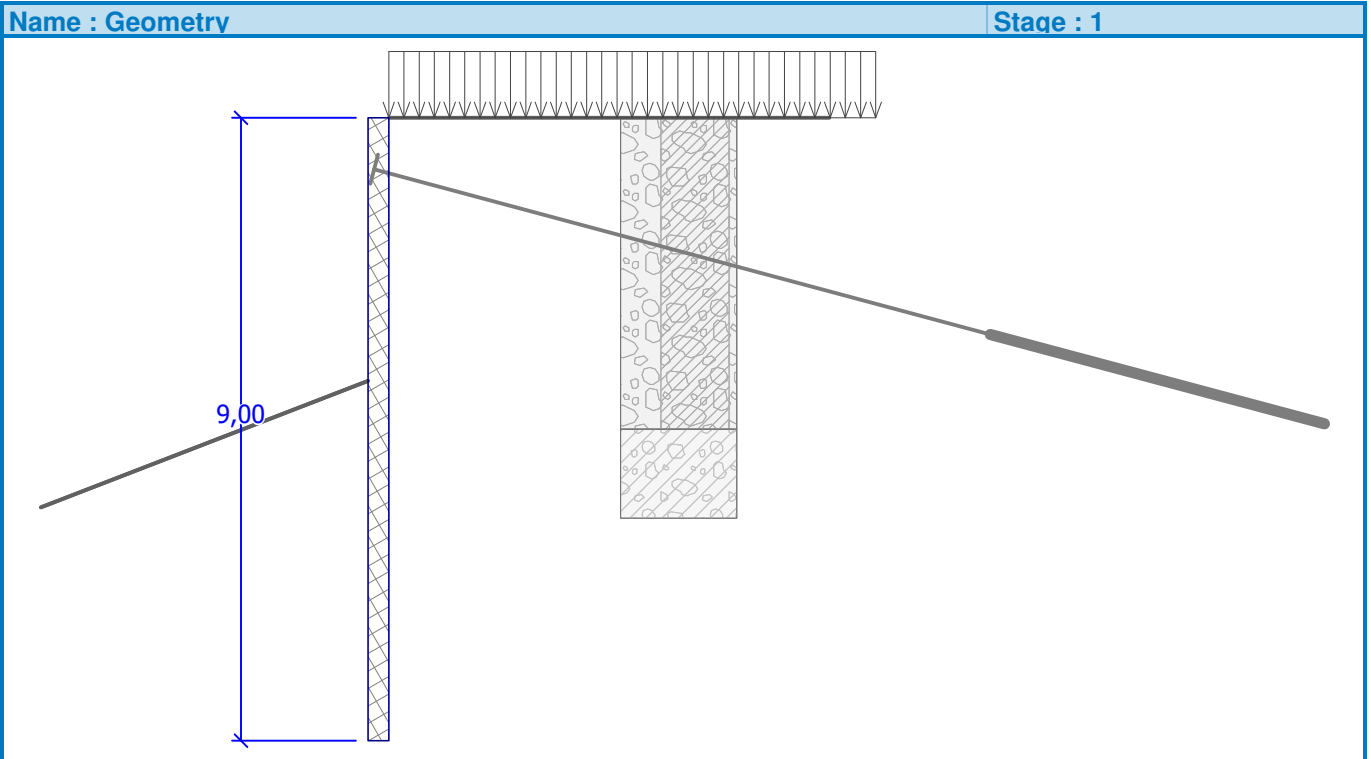
Bolt

X	Y
52.7016	611.196
39.032	608.967



A1.3. CALCULO ESTRUCTURAL DE LA PANTALLA

Area of cross-section $A = 2,74E-03 \text{ m}^2/\text{m}$
 Moment of inertia $I = 3,13E-06 \text{ m}^4/\text{m}$
 Elastic modulus $E = 210000,00 \text{ MPa}$
 Shear modulus $G = 80000,00 \text{ MPa}$



Modulus of subsoil reaction input as soil parameter.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	MASA DESLIZADA		27,00	10,00	19,00	9,00	17,00
2	ROCA ALTERADA		35,00	75,00	22,00	12,00	17,00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Parameters of soils to compute modulus of subsoil reaction

No.	Name	Pattern	Type input	K_h [MN/m ³]	K_{h1} [MN/m ³]	K_{h2} [MN/m ³]	K_{h3} [MN/m ³]	A_1 [%]	A_2 [%]
1	MASA DESLIZADA		linear	32,00	-	-	-	-	-
2	ROCA ALTERADA		linear	300,00	-	-	-	-	-

Soil parameters

MASA DESLIZADA

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective



INGEK

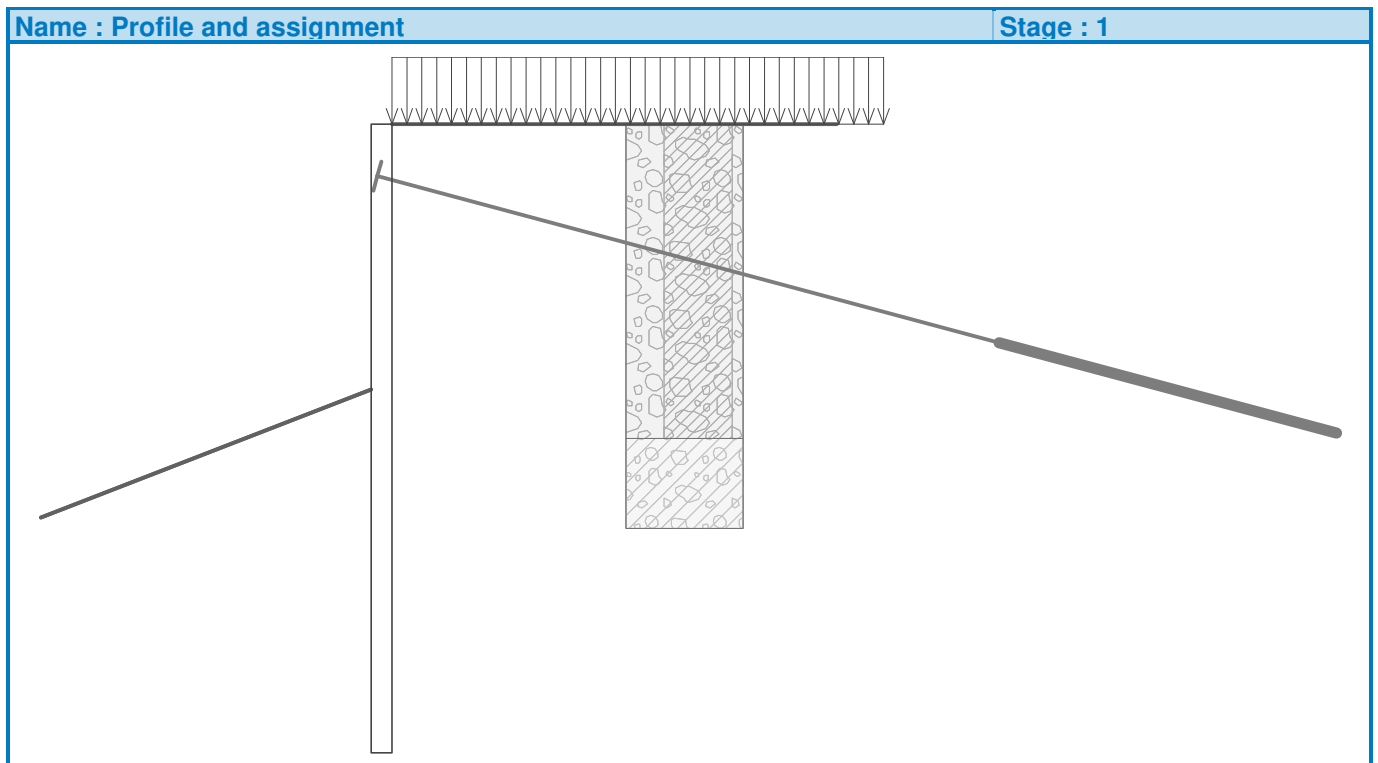
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Modulus of subsoil reaction : $K_h = 32,00 \text{ MN/m}^3$

ROCA ALTERADA

Unit weight : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 75,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Modulus of subsoil reaction : $K_h = 300,00 \text{ MN/m}^3$

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	4,50	MASA DESLIZADA	
2	-	ROCA ALTERADA	



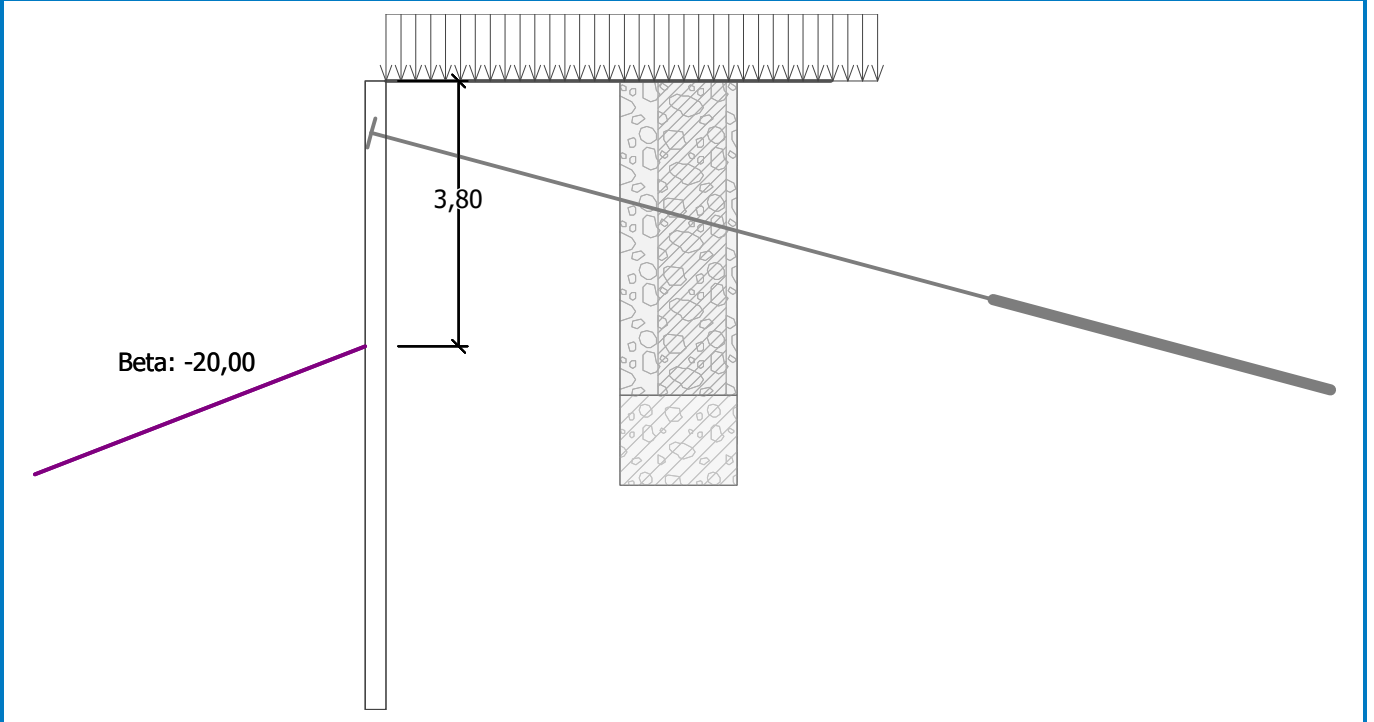
Excavation

Soil in front of wall is excavated to a depth of 3,80 m.

Soil slope in front of structure $\beta = -20,00^\circ$

Name : Excavation

Stage : 1



Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Water influence

Ground water table is located below the structure.

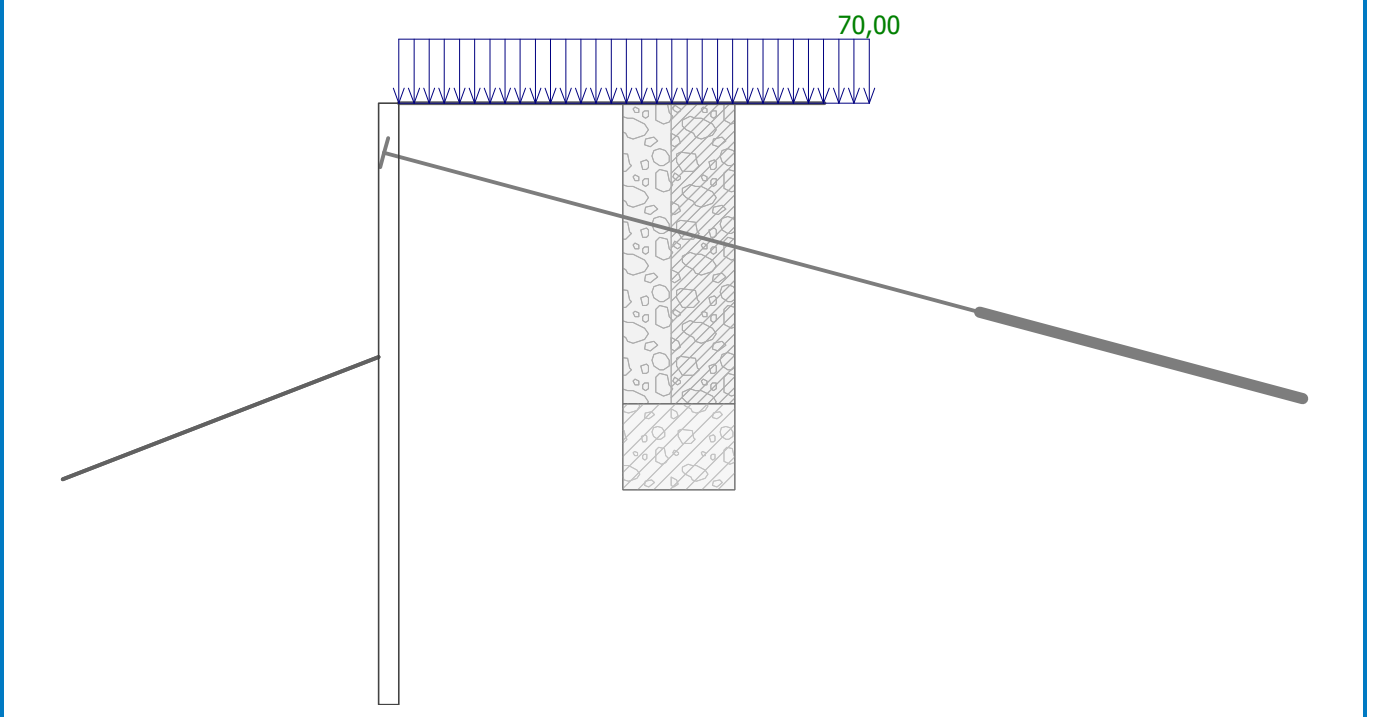
Input surface surcharges

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m ²]	Mag.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	YES		permanent	70,00				on terrain

No.	Name
1	MGMJ

Name : Surcharge

Stage : 1



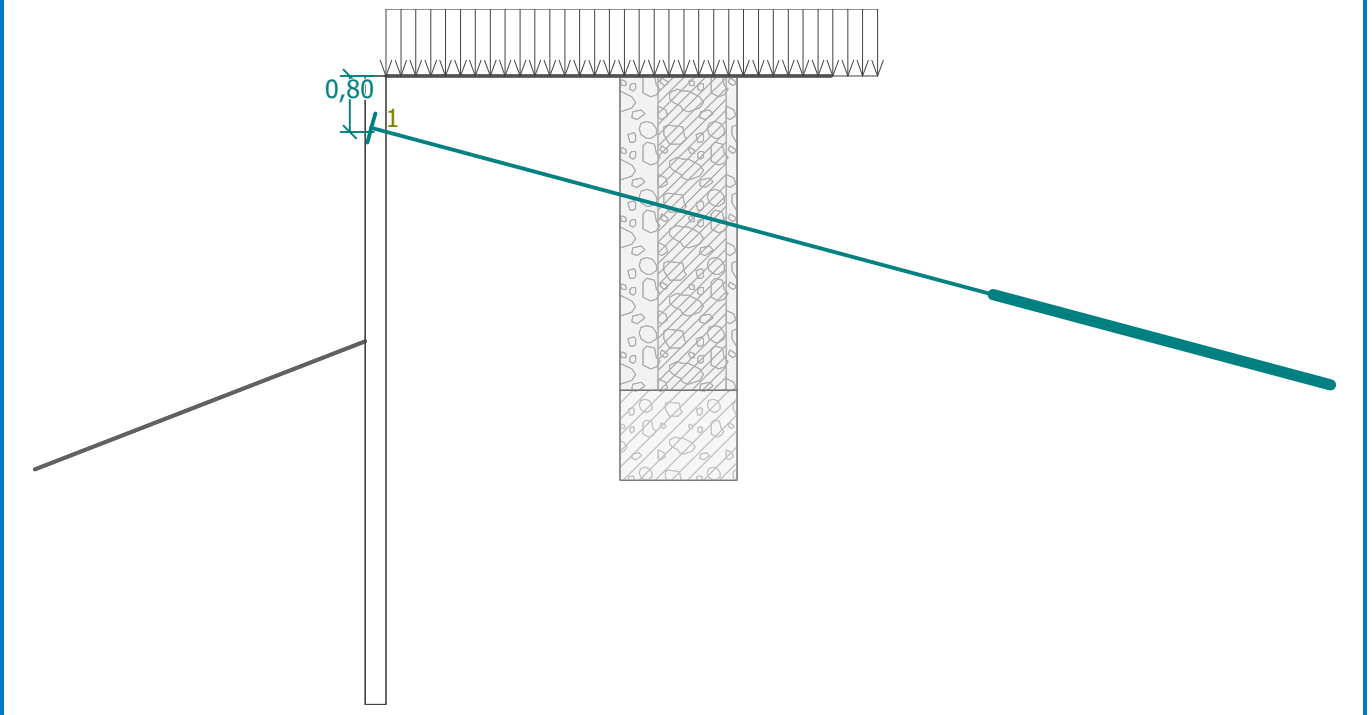
Input anchors

No.	New anchor	Depth z [m]	Length l [m]	Root l _k [m]	Slope α [°]	Spacing b [m]
1	YES	0,80	9,00	5,00	15,00	1,00

No.	Diameter d [mm]	Area A [mm ²]	Modulus E [MPa]	Post-stressing	Force F [kN]
1	32,0		210000,00		120,00

Name : Anchors

Stage : 1



Global settings

Number of FEs to discretize wall = 20

Minimum dimensioning pressure is considered as $\sigma_{a,min} = 0,20\sigma_z$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Analysis results

Distribution of pressures acting on the structure (in front and behind the wall)

Depth [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	-0.00	-0.00	-0.00	12.37	38.22	334.85
1.65	0.00	0.00	0.00	22.42	55.36	467.02
3.80	-0.00	-0.00	-0.00	35.50	77.64	638.84
3.80	-0.00	-0.00	-27.76	35.50	77.64	638.85
4.50	-0.00	-6.04	-54.54	39.76	84.90	694.84
4.50	0.00	-4.82	-315.18	17.10	66.31	1385.60
9.00	-0.00	-40.69	-650.83	36.90	108.52	2029.57

Distributions of the modulus of subsoil reaction and internal forces on the structure

Depth [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Displacement [mm]	Pressure [kPa]	Shear Force [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	1.60	0.36	38.80	-0.00	-0.00
0.45	0.00	32.00	2.04	108.08	-27.79	5.65
0.80	0.00	32.00	1.96	94.52	-68.12	22.39
0.80	0.00	32.00	1.96	94.52	47.79	22.39
0.90	0.00	32.00	1.35	90.64	37.72	18.13
1.35	0.00	0.00	-4.22	20.58	30.55	4.97

Depth [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Displacement [mm]	Pressure [kPa]	Shear Force [kN/m]	Moment [kNm/m]
1.80	0.00	0.00	-11.40	23.32	20.67	-6.60
2.25	0.00	0.00	-16.66	26.06	9.56	-13.45
2.70	0.00	0.00	-17.92	28.80	-2.78	-15.02
3.15	0.00	0.00	-14.70	31.54	-16.36	-10.76
3.60	0.00	0.00	-8.33	34.28	-31.17	-0.11
3.79	0.00	0.00	-5.39	35.45	-37.86	6.51
3.81	0.00	0.00	-5.15	7.48	-38.21	7.12
4.05	0.00	0.00	-2.09	-0.30	-39.08	16.51
4.50	300.00	300.00	0.01	85.49	35.64	4.99
4.95	300.00	300.00	-0.06	24.99	0.73	-1.70
5.40	300.00	300.00	-0.11	-4.10	-1.01	-1.18
5.85	300.00	300.00	-0.11	-0.44	0.06	-1.04
6.30	300.00	300.00	-0.11	0.15	0.04	-1.08
6.75	300.00	300.00	-0.11	0.01	0.01	-1.09
7.20	300.00	300.00	-0.11	-0.00	0.01	-1.10
7.65	300.00	300.00	-0.11	-0.24	0.05	-1.11
8.10	300.00	300.00	-0.11	0.52	0.12	-1.17
8.55	300.00	300.00	-0.10	6.88	-1.52	-0.97
9.00	300.00	300.00	-0.17	-34.38	0.00	0.00

Maximum shear force = 68,12 kN/m

Maximum moment = 22,39 kNm/m

Maximum displacement = 17,9 mm

Anchors forces

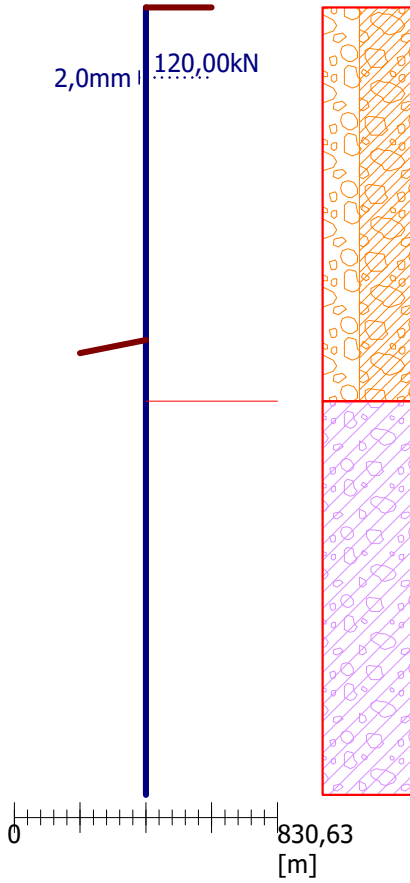
No.	Depth [m]	Displacement [mm]	Anchor force [kN]
1	0,80	2,0	120,00

Name : Analysis

Stage : 1

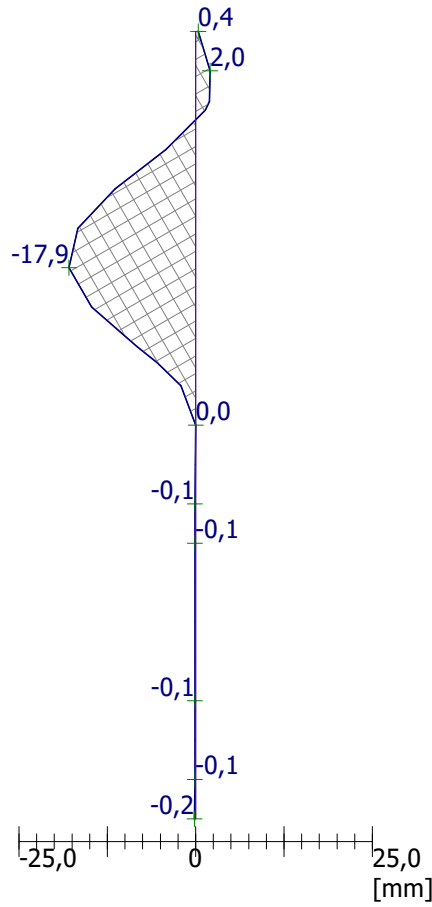
Geometry of structure

Length of structure = 9,00m



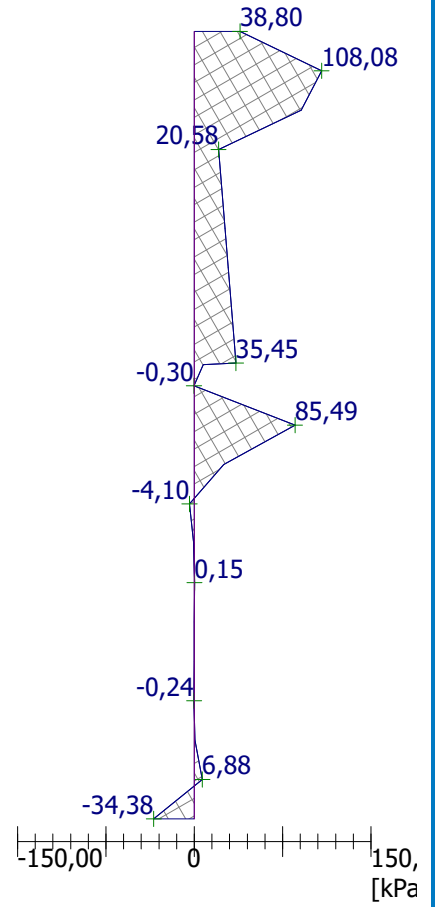
Displacement of structure

Max. disp. = 17,9 mm



Pressure acting on structure

Max. pressure = 108,08 kPa

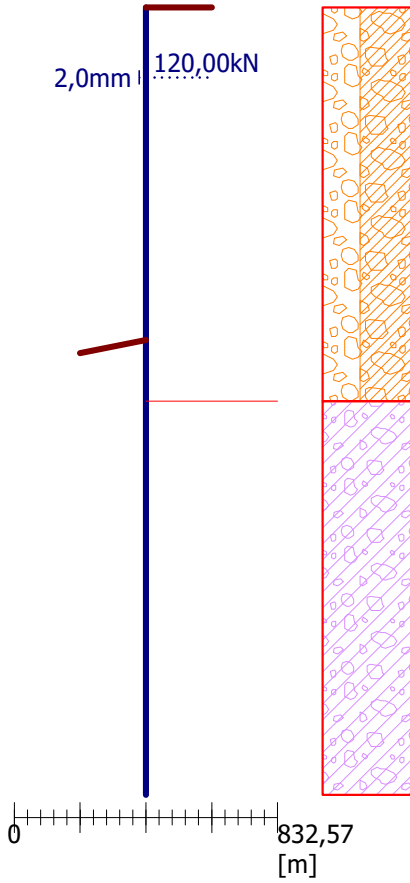


Name : Analysis

Stage : 1

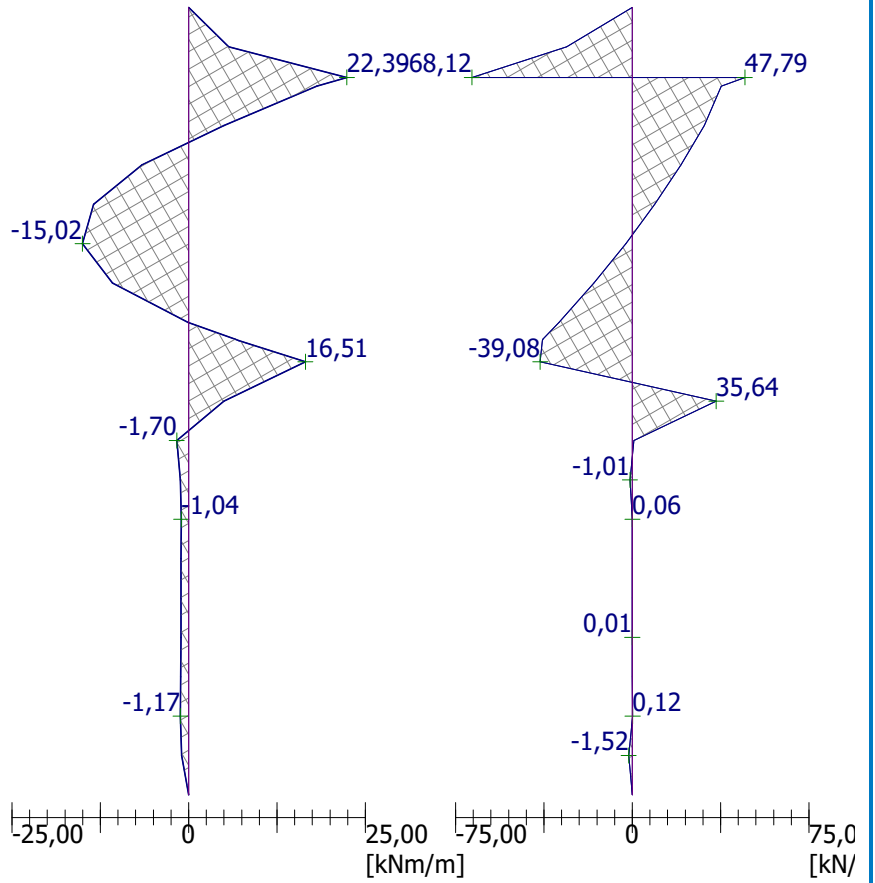
Geometry of structure

Length of structure = 9,00m



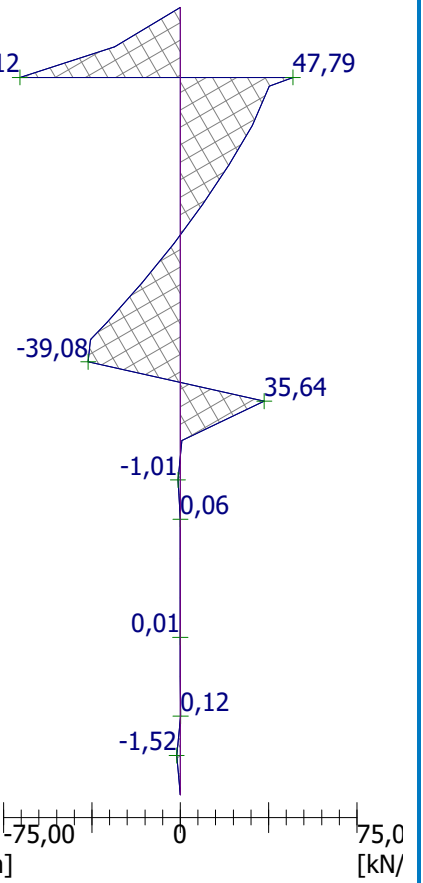
Bending moment

Max. M = 22,39 kNm/m



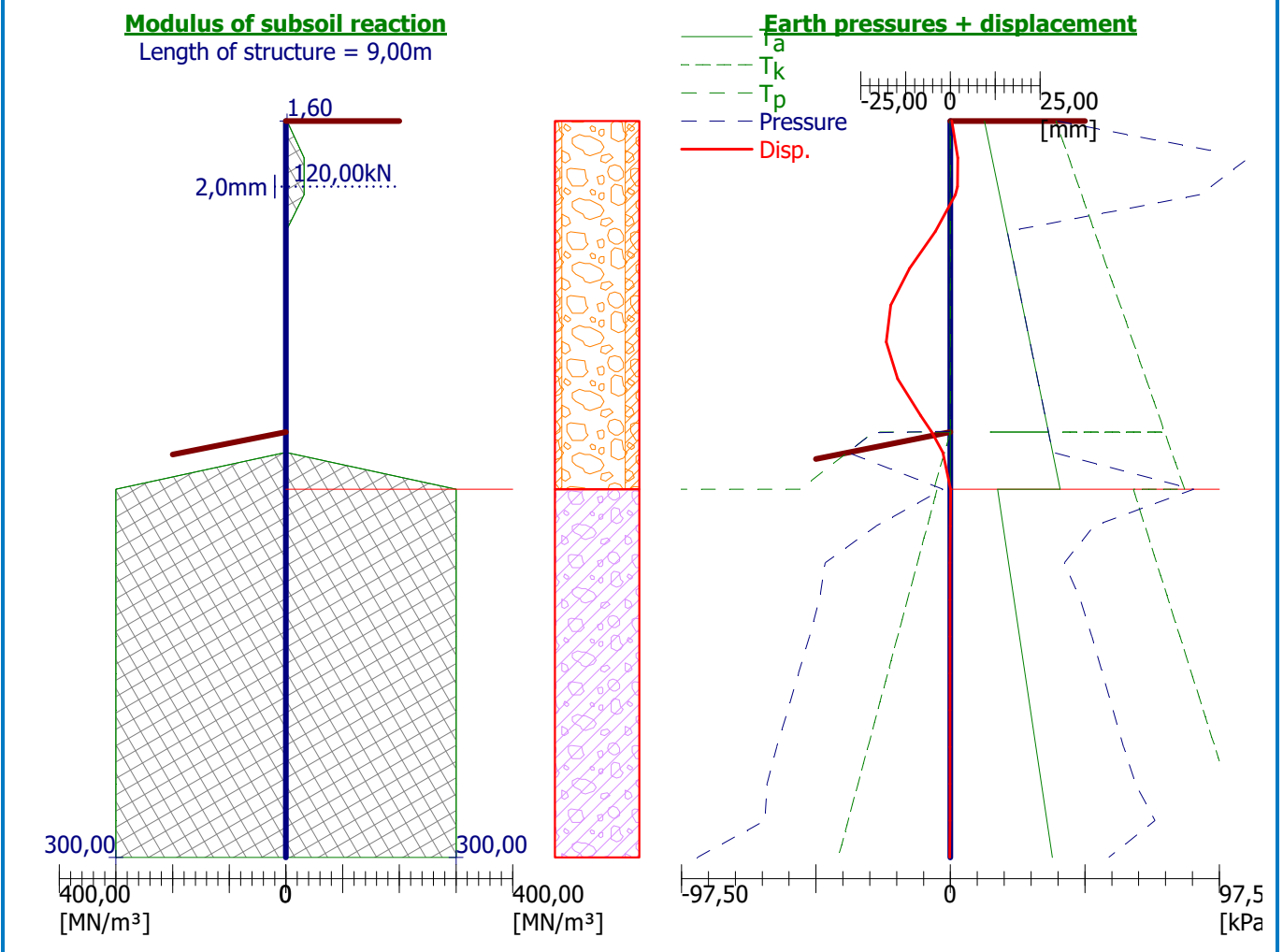
Shear force

Max. Q = 68,12 kN/m



Name : Analysis

Stage : 1



Internal stability of anchor system - partial results

$E_A = 136,63 \text{ kN/m}$ $\delta = 16,96^\circ$
 Depth of theoretical footing under bottom of the pit $H_0 = 0,99 \text{ m}$

Row of anchors	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Included rows of anchors	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	102,65	27,00	1682,72	317,96	5,20		2303,80	1018,75	1018,75

Internal stability of anchor system check

No.	Anchor force [kN]	Max.allow.force in anchor [kN]	Factor of safety
1	120,00	1018,75	8,49

Decisive anchor row : 1
 Required safety fact. $FS = 1,50 < 8,49 = FS_{minim}$.

Overall verification of internal stability is SATISFACTORY

Envelope of internal forces No. 1

	Disp. min [mm]	Disp. max [mm]	Shear force min. [kN/m]	Shear force max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	0.36	0.36	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

	Disp. min [mm]	Disp. max [mm]	Shear force min. [kN/m]	Shear force max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.45	2.04	2.04	-27.79	-27.79	5.65	5.65
0.80	1.96	1.96	-68.12	-68.12	22.39	22.39
0.80	1.96	1.96	47.79	47.79	22.39	22.39
0.90	1.35	1.35	37.72	37.72	18.13	18.13
1.35	-4.22	-4.22	30.55	30.55	4.97	4.97
1.80	-11.40	-11.40	20.67	20.67	-6.60	-6.60
2.25	-16.66	-16.66	9.56	9.56	-13.45	-13.45
2.70	-17.92	-17.92	-2.78	-2.78	-15.02	-15.02
3.15	-14.70	-14.70	-16.36	-16.36	-10.76	-10.76
3.60	-8.33	-8.33	-31.17	-31.17	-0.11	-0.11
3.79	-5.39	-5.39	-37.86	-37.86	6.51	6.51
3.81	-5.15	-5.15	-38.21	-38.21	7.12	7.12
4.05	-2.09	-2.09	-39.08	-39.08	16.51	16.51
4.50	0.01	0.01	35.64	35.64	4.99	4.99
4.95	-0.06	-0.06	0.73	0.73	-1.70	-1.70
5.40	-0.11	-0.11	-1.01	-1.01	-1.18	-1.18
5.85	-0.11	-0.11	0.06	0.06	-1.04	-1.04
6.30	-0.11	-0.11	0.04	0.04	-1.08	-1.08
6.75	-0.11	-0.11	0.01	0.01	-1.09	-1.09
7.20	-0.11	-0.11	0.01	0.01	-1.10	-1.10
7.65	-0.11	-0.11	0.05	0.05	-1.11	-1.11
8.10	-0.11	-0.11	0.12	0.12	-1.17	-1.17
8.55	-0.10	-0.10	-1.52	-1.52	-0.97	-0.97
9.00	-0.17	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00

Maximum values

Maximum displacement = -17,9 mm
 Minimum displacement = 2,0 mm
 Maximum bending moment = 22,39 kNm/m
 Minimum bending moment = -15,02 kNm/m
 Maximum shear force = 47,79 kN/m

A1.4. CALCULO PIEL DE ESCOLLERA

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : PIEL DE ESCOLLERA PARTAITTI

Date : 23/02/2023 16:38:13

Settings

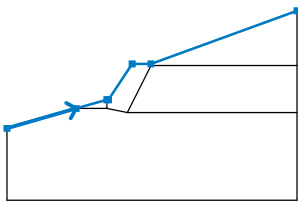
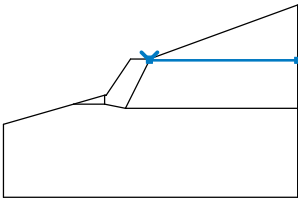
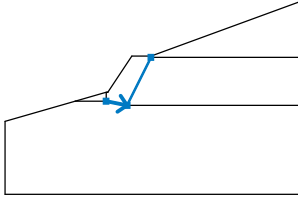
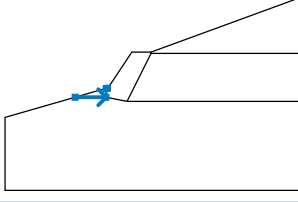
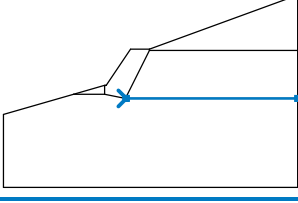
(input for current task)

Stability analysis

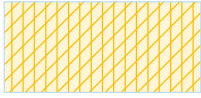
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	SF _s =	1,50	[-]


Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10,00	-4,48	-5,19	-3,10	-3,07	-2,49
		-2,96	-2,49	-1,30	0,00	0,00	0,00
		10,15	3,70				
2		0,00	0,00	0,00	-0,10	10,15	-0,10
3		-3,07	-3,10	-1,64	-3,38	0,00	-0,10
4		-5,19	-3,10	-3,07	-3,10	-3,07	-2,50
		-2,96	-2,49				
5		-1,64	-3,38	-1,59	-3,38	10,15	-3,38

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	COLUVIAL		24,00	5,00	19,00

Soil parameters - uplift

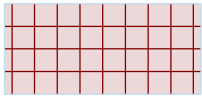
No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	COLUVIAL		20,00		

Soil parameters

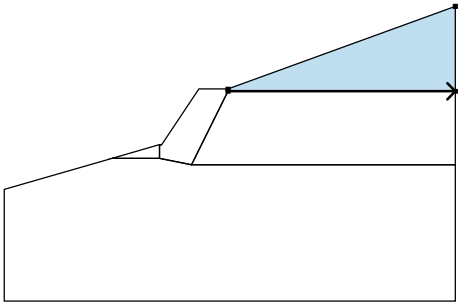
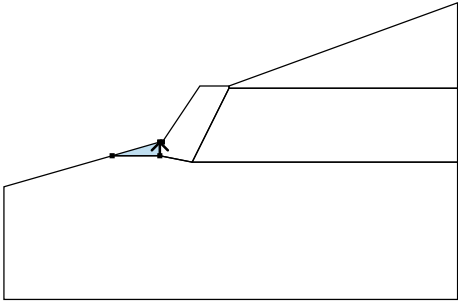
COLUVIAL

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Wall material		23,56

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		0,00	-0,10	10,15	-0,10	COLUVIAL
		10,15	3,70	0,00	0,00	
2		-3,07	-3,10	-3,07	-2,50	COLUVIAL
		-2,96	-2,49	-3,07	-2,49	
		-5,19	-3,10			

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		-3,07	-2,50	-3,07	-3,10	Wall material
		-1,64	-3,38	0,00	-0,10	
		0,00	0,00	-1,30	0,00	
		-2,96	-2,49			
4		-1,59	-3,38	10,15	-3,38	COLUVIAL
		10,15	-0,10	0,00	-0,10	
		-1,64	-3,38			
5		-1,59	-3,38	-1,64	-3,38	COLUVIAL
		-3,07	-3,10	-5,19	-3,10	
		-10,00	-4,48	-10,00	-9,48	
		10,15	-9,48	10,15	-3,38	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-6,79 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-7,88 [°]
	z =	16,54 [m]		$\alpha_2 =$	52,30 [°]
Radius :	R =	21,13 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 295,62$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 453,22$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 6246,35$ kNm/m

Resisting moment : $M_p = 9576,44$ kNm/m

Factor of safety = $1,53 > 1,50$

Slope stability ACCEPTABLE

Gravity wall analysis

Input data

Project

Task : PIEL DE ESCOLLERA PARTAITTI
Date : 23/02/2023

Settings

(input for current task)

Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Mazindrani (Rankin)
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge : Calculate as skew
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :	$SF_o =$	2,00	[-]
Safety factor for sliding resistance :	$SF_s =$	1,50	[-]
Safety factor for bearing capacity :	$SF_b =$	1,00	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 23,56 \text{ kN/m}^3$

Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

Concrete : Concrete ACI
Compressive strength $f_c' = 20,68 \text{ MPa}$
Tensile-bending strength $f_r = 2,83 \text{ MPa}$
Longitudinal steel : A615/40
Tensile strength $f_y = 275,79 \text{ MPa}$

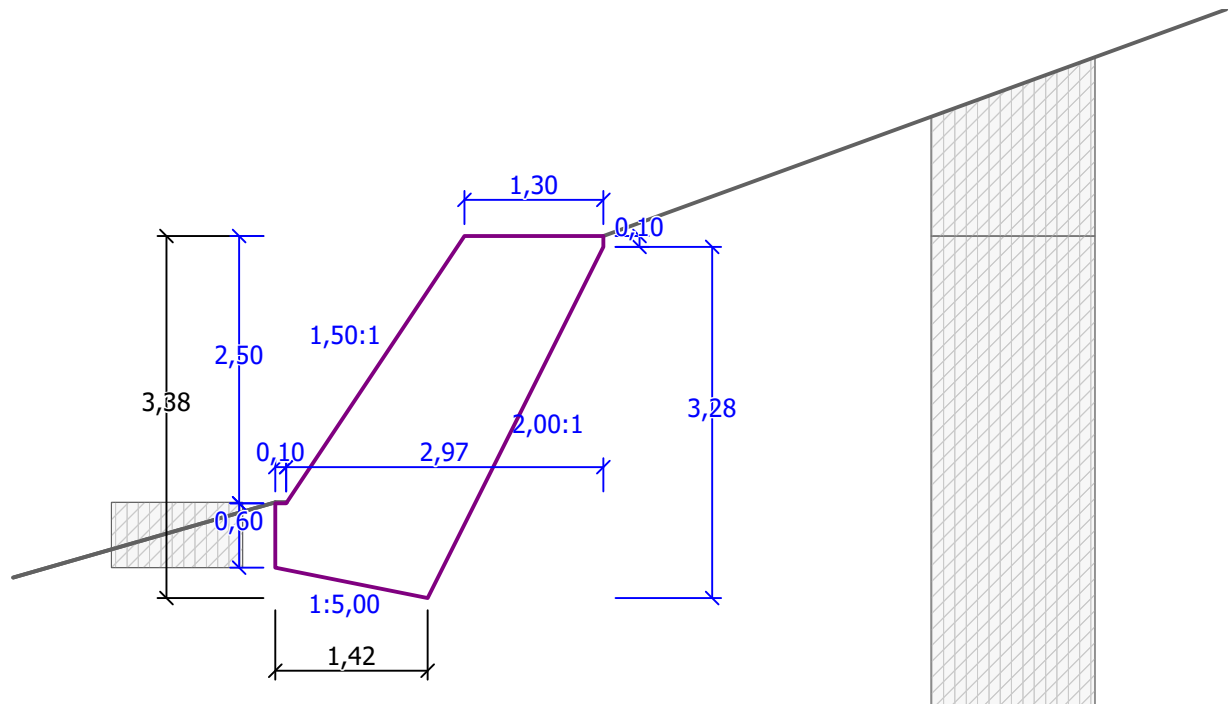
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	0,10
3	-1,64	3,38
4	-3,07	3,10
5	-3,07	2,50
6	-2,97	2,50
7	-1,30	0,00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 5,15 m².

Name : Geometry

Stage : 1



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	COLUVIAL		24,00	0,00	19,00	10,00	12,00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

COLUVIAL

- Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
- Stress-state : effective
- Angle of internal friction : $\Phi_{ef} = 24,00^\circ$
- Cohesion of soil : $C_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
- Angle of friction struc.-soil : $\delta = 12,00^\circ$
- Soil : cohesionless
- Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	-	COLUVIAL	

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1 : 2,75 (slope angle is 20,00 °).

Water influence

Ground water table is located below the structure.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: at rest

Soil on front face of the structure - COLUVIAL

Soil thickness in front of structure $h = 0,61$ mSoil slope in front of structure $\beta = -16,00$ °**Settings of the stage of construction**

Design situation : permanent

Verification No. 1**Forces acting on construction**

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,41	121,27	1,49	1,000
FF resistance	-1,79	-0,20	0,00	0,11	1,000
Active pressure	35,26	-0,84	-9,14	1,99	1,000

Verification of complete wall**Check for overturning stability**Resisting moment $M_{res} = 162,02$ kNm/mOverturning moment $M_{ovr} = 29,42$ kNm/m

Safety factor = 5,51 > 2,00

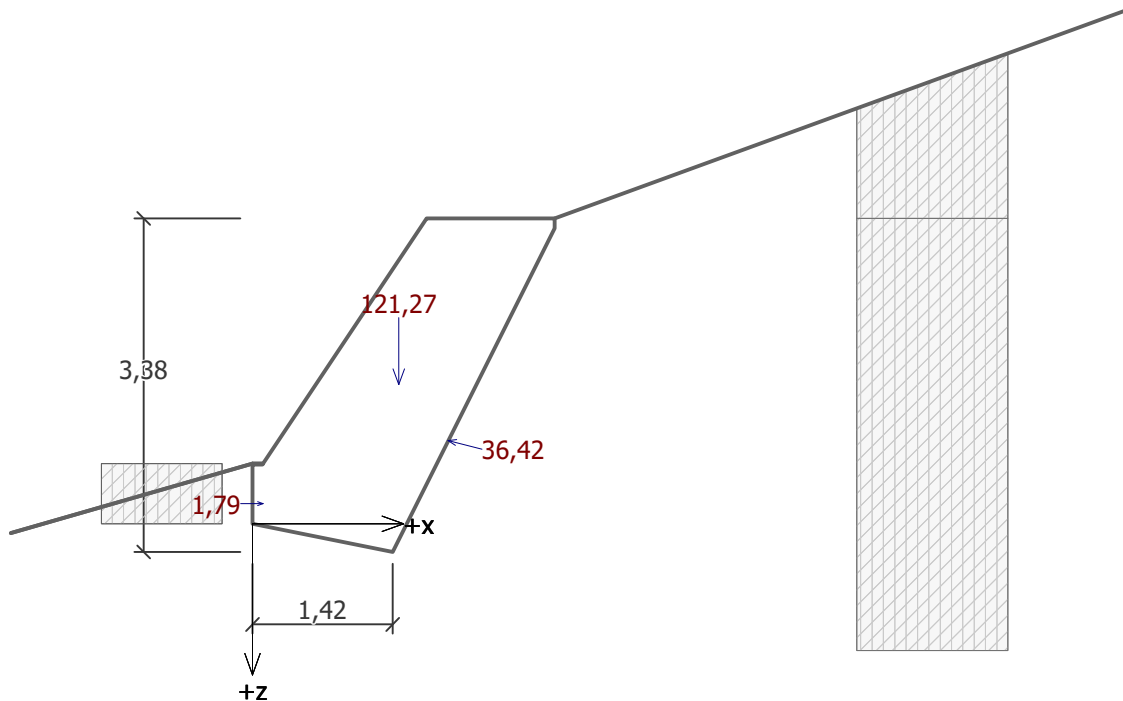
Wall for overturning is SATISFACTORY**Check for slip**Resisting horizontal force $H_{res} = 51,88$ kN/mActive horizontal force $H_{act} = 10,82$ kN/m

Safety factor = 4,79 > 1,50

Wall for slip is SATISFACTORY**Forces acting at the centre of footing bottom**Overall moment $M = -47,98$ kNm/mNormal force $N = 116,52$ kN/mShear force $Q = 9,96$ kN/m**Overall check - WALL is SATISFACTORY**

Name : Verification

Stage : 1; Analysis : 1



Bearing capacity of foundation soil

Forces acting at the centre of the footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [m]	Stress [kPa]
1	-47,98	116,52	9,96	0,00	80,22

Bearing capacity of foundation soil check

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0,0$ mm

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 479,3$ mm

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Footing bottom bearing capacity verification

Max. stress at footing bottom $\sigma = 80,22$ kPa

Bearing capacity of foundation soil $R_d = 150,00$ kPa

Safety factor = $1,87 > 1,00$

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,19	91,69	1,58	1,000
FF resistance	0,00	-0,01	0,00	0,01	1,000
Active pressure	19,22	-0,83	-4,97	2,18	1,000

Wall stem checkCross-section depth $h = 1,77$ m

Ultimate shear force	ϕV_n	=	489,20 kN/m	>	19,22 kN/m	=	V_u
Flexure :	ϕM_n	=	5028,97 kNm/m	;	41,27 kNm/m	=	M_u
Pressure :	ϕP_n	=	12057,53 kN/m	;	86,72 kN/m	=	P_u
	$P_u/\phi P_n + M_u/\phi M_n$	=	0,015	<	1		
	$5\phi\sqrt{f'_c}$	=	1,04 MPa	>	0,03 MPa	=	$M_u/S - P_u/A$

Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY

INGEK Ingeniería Geológica y Geotécnica.
Parque empresarial Boroa, 19 módulo 8
48340 Amorebieta-Etxano (Bizkaia)
T. 944483342 M. 688666267

Parque Tecnológico de Araba
Hermanos Lumiere Kalea 11
Edificio central
01510 Miñano (Araba)



ANEJO 2: DOCUMENTACIÓN PREVIA.

INFORME:

ACTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE ESTABILIZACIÓN DEL CAMINO DE ACCESO AL BARRIO DE PARTAITTI EN ANGIOZAR (BERGARA).

CLIENTE: BERGARAKO UDALA

Página 73 de 73

02/03/2023



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-01

Profundidad total: 3.50 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543772.3121 ; 477372.6489 ; 394.590)

Hoja 1 de 1

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - T-200211.BERGARA.GPJ

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO
			3/7	<p>Espeesor de capa: 0.00 m. TIERRA VEGETAL</p> <p>Cota de capa: 394.4</p>											394.0	
		CL	Diagonal hatching	<p>0.20 m. SUELO COLUVIAL</p> <p>Arcilla arenosa marrón con algo de grava. Firme.</p> <p>- Fluencia de agua en el contacto.</p>											393.0	
1.0			Triangles	<p>0.90 m. ROCA</p> <p>Vulcanoclastos beige y marrón amarillentos.</p> <p>- Roca Grado V.</p> <p>- Equivalente geomecánico: arena marrón amarillenta con bastante arcilla e indicios de grava. Medianamente densa.</p> <p>- El terreno está seco.</p>			MA-01	56.1	42.3	33.4	8.9	25.40	1.93		392.0	
2.0			Triangles													
3.0			Triangles													
3.50			Triangles	<p>- De 2.7 a 3.5 m existe un farallón de roca sana.</p>												
4.0			Triangles	<p>Fin de calicata a 3.5 m.</p>											391.0	
5.0			Triangles												390.0	

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca Grado V. El agua fluye continuamente desde el contacto suelo/Registrado por: M.A.L.



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-02

Profundidad total: 4.00 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543776.5342 ; 4773751.6810 ; 395.790)

Hoja 1 de 1

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - T-200211.BERGARA.GPJ

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO
0.00			VI	Espesor de capa 0.00 m. TIERRA VEGETAL											395.0	
0.20			VI	0.20 m. SUELO COLUVIAL Arcilla marrón con algo de arena e indicios de grava. Firme a muy firme. - Se aprecian fragmentos de teja.	0.90										394.0	
1.60		CL		- Fluencia importante de agua. - El contacto con la roca está reblandecido. 1.80 m. ROCA - Vulcanoclastos beige y marrones. - Se aprecia clasto de balasto de 0,75 m de diámetro de forma esférica.	1.00										393.0	
1.20			VI	3.00 m. Basalto de color marrón ocre. - Roca Grado IV. - Presenta vacuolas.			MA-01	96.7	45.7	32.8	12.9	29.30	1.94		392.0	
1.00				Fin de calicata a 4.0 m.											391.0	

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca Grado IV. Se inunda el fondo de la calicata.

Registrado por: M.A.L.



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-03

Profundidad total: 0.90 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543774.1937 ; 4773764.6260 ; 398.210)

Hoja 1 de 1

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - T-200211.BERGARA.GPJ

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO
0.00			0.20	0.00 m. TIERRA VEGETAL											398.0	
0.20			0.40	0.20 m. ROCA											397.6	
0.30				Alternancia de caliza, caliza arcillosa, caliza arenosa y argilita, con ocasionales intercalaciones de arenisca, depositadas en estratos de espesor centimétrico a decimétrico.											397.3	
0.90				- A 0,6 m pasa a Grado II. E=066°/89° J=190°/85°; J=066°/80°; J=280°/45° Fin de calicata a 0.9 m.											397.0	
1.0															396.0	
2.0															395.0	
3.0															394.0	
4.0																
5.0																

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca Grado II.

Registrado por: M.A.L.



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-04

Profundidad total: 4.20 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543800.3602 ; 4773721.1570 ; 385.380)

Hoja 1 de 1

Registro procesado con gINT - v 8.30.004 - CG3641 - T-200211 BERGARA.GPJ

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Simbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Limite líquido	Limite plástico	Indice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRAFICO
			W V												385.0	
			W V												384.0	
1.0			Δ	0.00 m. TIERRA VEGETAL											383.0	
			Δ	0.30 m. ROCA											382.0	
			Δ	Vulcanoclastos beige y marrón amarillentos.											381.2	
			Δ	- Roca Grado V.												
			Δ	- Equivalente geomecánico: arena marrón amarillenta con algo de arcilla e indicios de grava. Medianamente densa.												
			Δ													
			Δ													
			Δ													
			Δ													
			Δ													
			Δ													
			Δ													
			Δ													
4.0			Δ												381.0	
			Δ	Fin de calicata a 4.2 m.												

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca Grado V.

Registrado por: M.A.L.



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-05

Profundidad total: 1.70 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543812.9817 ; 4773745.1850 ; 381.150)

Hoja 1 de 1

Registro procesado con gINT - v.8.30.004 - CG3641 - T-200211.BERGARA.GPJ

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Simbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Limite líquido	Limite plástico	Indice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO
0.00				0.00 m. TIERRA VEGETAL											381.0	
0.40				0.40 m. ROCA Alternancia de caliza, caliza arcillosa, caliza arenosa y argilita, con ocasionales intercalaciones de arenisca, depositadas en estratos de espesor centimétrico a decimétrico.											380.0	
0.80				- Roca Grado IV. - A partir de 0,7 m se observa pequeña surgencia de agua.											379.0	
1.20				- A partir de 1,2 m roca Grado II. E=212°/75° J=087°/55°; J=195°/45°; J=049°/70°											378.0	
1.70				Fin de calicata a 1.7 m.											377.0	

Nivel freático: Medido durante calicata

Nota Fin de calicata en roca Grado II.

Registrado por: M.A.L.



Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha registro: 04/03/2020

CALICATA: C-06

Profundidad total: 1.80 m.

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543801.0070 ; 4773752.2010 ; 386.220)

Hoja 1 de 1

Profundidad (m)	Nivel freático	Clasificación S.U.C.S.	Símbolo gráfico	DESCRIPCIÓN	Vane Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	Nº de muestra	Finos %	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Resistencia compresión (KPa)	COTA (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
0.00				0.00 m. TIERRA VEGETAL											386.0		
0.30				0.30 m. SUELO COLUVIAL Arcilla marrón y gris con algo de grava y arena.											385.9		
0.50		CL		0.80 m. ROCA Alternancia de caliza, caliza arcillosa, caliza arenosa y argilita, con ocasionales intercalaciones de arenisca, depositadas en estratos de espesor centimétrico a decimétrico. - Roca Grado III. - Se observa una pequeña fluencia en el contacto - Las margocalizas presentan formas de disolución e indicios de karstificación. E=038°/80° J=271°/63°, J=260°/65° Fin de calicata a 1.8 m.													385.4
1.00				1.00 suelo-roca.													384.4
1.80																	382.0



Registro procesado con gINT - v. 6.30.004 - C03641 - T-200211 - BERGARA.GPJ

Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaiti

Localidad: BERGARA

Fecha inicio: 05/03/2020 Fecha fin: 05/03/2020

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543751.3286 ; 4773748.8890 ; 403.673)

Profundidad final: 15.00 m.

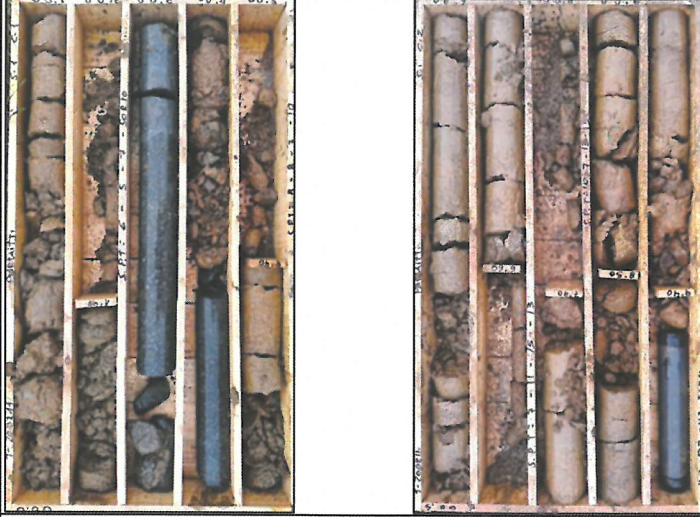
SONDEO: S-01

T-200211
S-01
Hoja 1 de 2



PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	RECUPERACIÓN (%)	Clasificación S.U.C.S.	SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	Ensayos campo	ROCA		Estructura		MUESTRAS		Ensayos Laboratorio					COTA (m)									
							GRADO de METEORIZACIÓN	FRAGMENTOS - Nº / 30 cm	ROD %	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 ³)	RCS-Resistencia compresión simple (Tpa)				
0.00		100	CU		0.10 m. TIERRA VEGETAL	Vane Test (kg/cm ²)																				403.0	
0.10		100	CU		0.10 m. TIERRA VEGETAL	Vane Test (kg/cm ²)																					402.8
0.80		100	CU		0.10 m. SUELO COLUVIAL	Vane Test (kg/cm ²)																					402.0
1.00		100	CU		0.80 m. ROCA	Vane Test (kg/cm ²)																					401.0
1.90		100	CU		Vulcanoclastos de color marrón grisáceo y verdusco. - Roca Grado V. - Equivalente geomecánico: arena con gravas marrón grisáceas con tonalidades verduzcas y algo de limo. Mediamiento denso. - Se observa una película de óxido ferroso. - Se aprecian fenocristales.	Vane Test (kg/cm ²)																					400.0
3.50		100	CU		3.50 m. Vulcanoclastos de color marrón grisáceo y verdusco. - Roca Grado V. - Equivalente geomecánico: arena con gravas marrón grisáceas con tonalidades verduzcas y algo de limo. Mediamiento denso.	Vane Test (kg/cm ²)																					399.0
5.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					398.0
6.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					397.0
7.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					396.0
8.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					395.0
9.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					394.0
10.00		100	CU			Vane Test (kg/cm ²)																					394.0

REGISTRO FOTOGRÁFICO



NOTAS: Fin del sondeo en roca vulcanoclastica.

Muestra SPT abierto con cuchara Muestra hallada Final de sondeo (corto plazo) Después de sondeo (largo plazo)

Nivel freático Medido durante sondeo

Geólogo: M.A.L.

(Continúa en la página siguiente)



Registro preceibido con gINT - v.3.00.04 - CDB441 - F-20211 - BERGARA.GPJ

Ref. Trabajo: T-200211

Título: Estabilización Partaitti

Localidad: BERGARA

Fecha inicio: 09/03/2020 Fecha fin: 09/03/2020

Coordenadas en m. (X;Y;Z) ETRS89: (543796.8028 ; -477373.5005 ; 387.183)

SONDEO: S-02

Profundidad final: 5.00 m.

T-200211
S-02
Hoja 1 de 1



PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	RECUPERACIÓN (%)	Clasificación S.U.C.S.	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCIÓN	Ensayos campo		ROCA		Estructura			MUESTRAS				Ensayos Laboratorio					COTA (m)					
						Vano Test (kg/cm ²)	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm ²)	GRADO de METEORIZACIÓN	FRÁCTURAS - Nº / 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	Limite liquido	Limite plastico	Indice de plasticidad		Humedad %	Densidad húmeda (gr/cm ³)	RCS-Resistencia compresión simple (MPa)		
0.00		100		△	0.00 m. ROCA - Vulcanoclastos de color beige amarillento y marrón. - Roca Grado V. - Equivalente geomecánico: limo arenoso marrón amarillento con bastante arena e indicios de grava. Firme. - Presenta laminación.																						
1.00		100		△																							387.0
2.00		100		△																							386.0
3.00		100		△																							385.0
4.00		100		△																							384.0
5.00		100		△																							383.0
5.00		100		△																							382.0
6.00																											381.0
7.00																											380.0
8.00																											379.0
9.00																											378.0
10.00																											



REGISTRO FOTOGRAFICO

NOTAS: Fin del sondeo en roca Grado V.

Muestra

SPT abierto con cuchara Muestra parafraseada
 Medido durante sondeo Final de sondeo (corto plazo) Después de sondeo (largo plazo)

Geólogo: M.A.L.