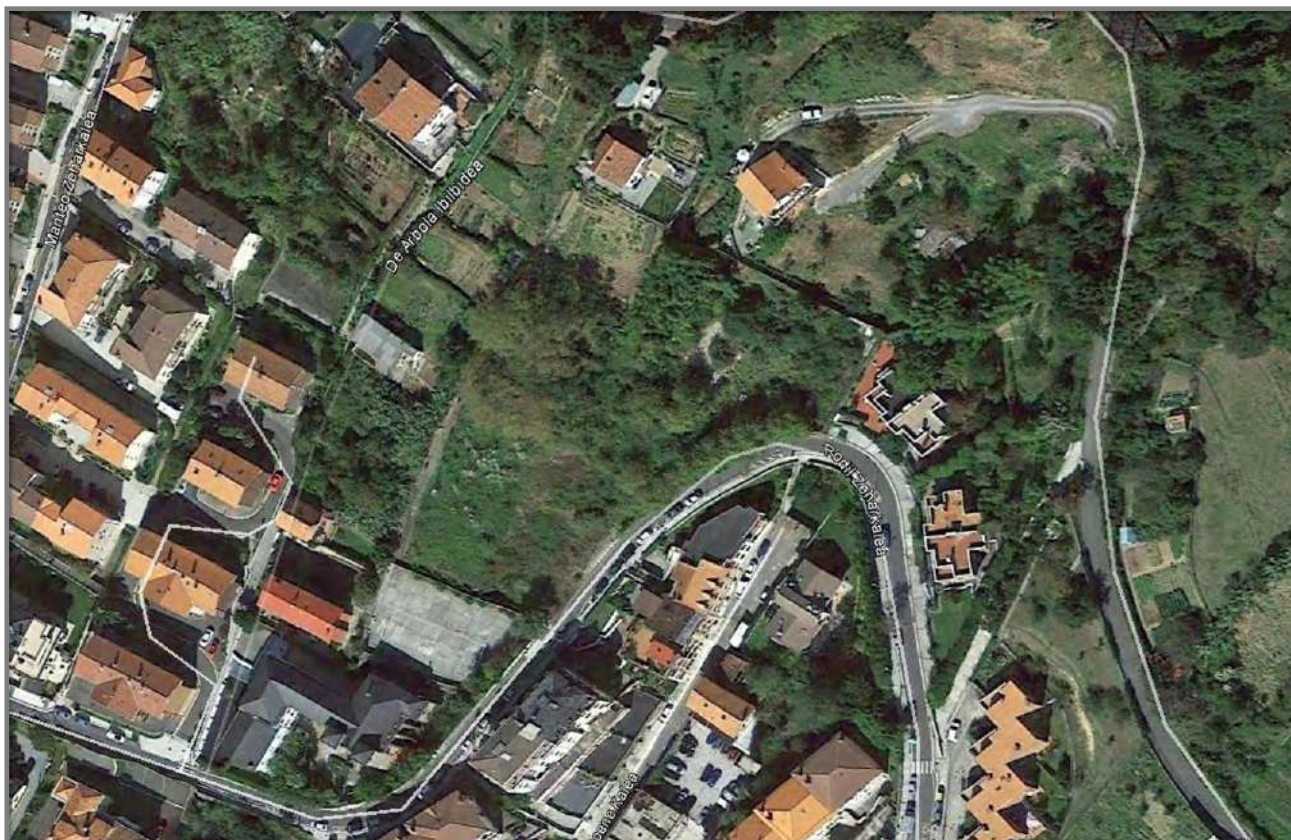


Anexo VII

Estudio geotécnico

ESTUDIO GEOTECNICO: **BLOQUES DE VIVIENDAS Y GARAJES EN A.U. 01.2** **“RODIL” - DONOSTIA (GIPUZKOA) -**



LENITZ Gestion y Servicios Inmobiliarios, S.L.

AGOSTO-OCTUBRE DE 2016

INDICE

I.- INFORME GEOTÉCNICO

- 1.1.- INTRODUCCIÓN Pág 5
- 1.2.- METODOLOGÍA DE TRABAJO Pág 8
- 1.3.- MARCO GEOLÓGICO Pág 17
- 1.4.- DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL SUBSUELO Pág 21
- 1.5.- ENSAYOS "IN SITU" Pág 38
 - 1.5.1.- Ensayos de penetración estándar S.P.T. Pág. 33
 - 1.5.2.- Extracción de Muestras Inalteradas Pág.35
 - 1.5.3.- Muestras Inalteradas Parafinadas Pág.37
 - 1.5.4.- Ensayo de la resistencia a Compresión simple mediante esclerómetro tipo L. Pág 38

II.- RESUMEN Y RECOMENDACIONES Pág 40

ANEXOS

- Anexo I: Cálculos efectuados Pág 62
- Anexo II: Plano de situación de Sondeos y Calicatas Pág 74
- Anexo III: Cortes estratigráficos de Sondeos y Calicatas Pág 75
 - Anexo III.1.- Cortes estratigráficos de sondeos Pág 76
 - Anexo III.2.- Gráficos de calicatas Pág 80
- Anexo IV: Secciones del Terreno Pág 89
- Anexo V: Estabilidad de taludes Pág 93
- Anexo VI: Resultados de Laboratorio Pág 112
- Anexo VII: Tablas y gráficos Pág 125



I.- INFORME GEOTÉCNICO

E-mail: r.erauso@gmail.com

Tel/Fax: 943 632067

T.M. 651 702521

C.I.F.: 15252718S

20304 IRUN

Plaza Juan Wöllmer, 18 - 4º B

Nº Colegiado 3.451

RAMON Mª ERAUSO LARRARTE - GEOLOGO



PETICIONARIO:

LENITZ GESTION Y SERVICIOS INMOBILIARIOS, S.L.

C/ Puio, 8

20.009 DONOSTIA

OBRA: 10/16

REFERENCIA:

ESTUDIO GEOTÉCNICO:

2 BLOQUES DE VIVIENDAS EN A.U.01.2. RODIL

- DONOSTIA (GIPUZKOA) -



1.1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN

Se nos ha solicitado por parte la empresa LENITZ Gestion y Servicios Inmobiliarios, S.L., la realización de un estudio geotécnico para la ejecución de dos bloques de viviendas y plazas de garajes comunes en el A.U.01.2. "RODIL", que comprende una superficie de 6.728 m² en la cual se agrupan las siguientes parcelas referenciadas catastralmente como: 8397587 de 3.050 m² , 8397570 de 893 m² , 8397593 de 1.080 m² , 8397595 de 302 m² , 07359a de 524 m² y 07360 de 8890 m² situadas todas ellas en la ladera sur de Ulia en el número 53 de la Travesía de Rodil en la capital gipuzkoana.

El Estudio geotécnico se ha basado en la recopilación de datos de campo y de laboratorio sobre la ejecución de 3 Sondeos geotécnicos a rotación y 8 Calicatas para recoger los datos del macizo rocoso; los trabajos se continuaron con el envío de muestras a laboratorio para su análisis.

El presente informe consta de dos capítulos:

- El primero se desglosa en cinco apartados, el primero de los cuales lo constituye esta introducción.

En el segundo apartado se describen los antecedentes recopilados de las áreas circundantes, la tipología de la edificación a construir, superficie ocupada, grupo de terreno y la metodología de trabajo utilizada en función de estas características, incluyendo en un tercer apartado una somera descripción geológica de la zona estudiada.

En el cuarto apartado se desarrolla la descripción e identificación del terreno atravesado aportando los parámetros geotécnicos para cada una de las capas en función de los ensayos “in situ” y los datos aportados por el laboratorio, dedicándose el quinto a la normativa aplicada así como los resultados de los ensayos “in situ” realizados durante la investigación geotécnica.

- El segundo capítulo recoge las Recomendaciones de cimentación sobre la base de los datos obtenidos de los estudios de campo y laboratorio.

Se adjuntan como anexos:

- ANEXO I: Cálculos efectuados.
- ANEXO II: Planos de situación de Sondeos y Calicatas
- ANEXO III: Cortes estratigráficos de Sondeos y Calicatas
- ANEXO IV: Secciones del Terreno.
- ANEXO V: Estabilidad de taludes
- ANEXO VI: Resultados de Laboratorio.
- ANEXO VII: Tablas y gráficos.

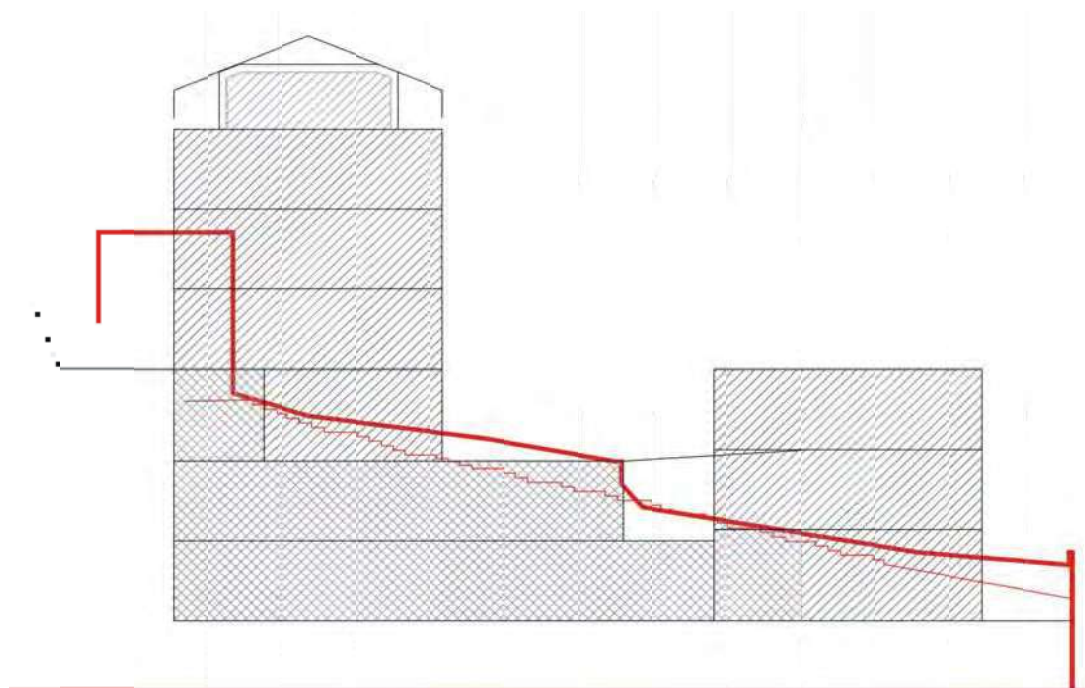


1.2.- ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

1.2.- ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Con fecha de finales de julio de 2016 se realiza visita de obra con la dirección Facultativa y la propiedad de la parcela para definir las labores de campo a ejecutar en función del proyecto constructivo que se barajaba, si bien este se encontraba aún en sus fases iniciales de estudio; a resultas, con los datos disponibles y el conocimiento del área además de la observación de dos afloramientos superficiales en las que se apreciaba la roca alterada en grados IV-III y con buzamientos favorables a las previsibles excavaciones a ejecutar se decide realizar la mayor parte de las prospecciones mediante calicatas y complementar los datos mediante la ejecución de sondeos que vendrían a definir la ausencia de cambios de buzamiento de la roca en profundidad así como se grado de meteorización.

Tal y como se ha mencionado el proyecto se ejecutará sobre una parcela de 6.738 m² en el A.U.01.2 RODIL y consistirá en la realización de tres bloques de edificios unidos por una planta de garajes común.



Los bloques de edificios se emplazan sobre una superficie de garaje del orden de 2.085 m²; el edificio de menor envergadura situado en la parte inferior de la parcela se compone de sótano y dos alturas de vivienda y el situado en la parte superior de la parcela se compone de planta de sótano, semisótano, planta baja y cuatro (4) alturas de vivienda, la última en la Bajo cubierta.

Pasamos a continuación a designar el Tipo de construcción de los bloques, el tipo o Grupo de terreno que compone la zona en estudio así como los puntos necesarios a reconocer en el terreno en función de la interacción de ambos.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Tipo	Descripción (1)
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas
(1) En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos	

De los bloques de viviendas, el de menor altura corresponde con **C-1** y el de 8 plantas con construcción del tipo **C-2**.

GRUPO DE TERRENO

Grupo	Descripción (1)
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,00 metros.
T-3	<p>Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se consideran en este grupo los siguientes terrenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 metros g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior al 15% j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

El ámbito en estudio estaba englobado dentro del grupo T-3 ya que un área importante de la parcela posee desniveles del orden del 26%, si bien todos los datos recogidos del macizo rocoso alterado nos aporta datos de buzamiento de la roca favorables a la excavación, con buzamientos de entre 40 y 55° en contra de la pendiente del terreno lo cual da garantías de estabilidad.

Según el documento básico SE-C Cimientos la interrelación de estos factores hacen que las distancias máximas entre puntos de reconocimiento sean de 25 metros como máximo, con una sustitución de sondeos por pruebas continuas de penetración no superior al 50% del número de puntos investigados.

Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración.

	Número mínimo		% de sustitucion	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Para ajustarnos a estos parámetros y recabar la necesaria información tanto de la parcela como del macizo rocoso se han realizado tres (3) sondeos y ocho (8) calicatas.

Procedemos a continuación a presentar gráficamente la cota de los sondeos y estaciones, cotas de solera así como las profundidades alcanzadas:



SONDEOS	COTA TERRENO	COTA SOLERA	TIPO RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD (m)
S-1	▽ +47,98	▽ +43,00	Sondeo mecánico a ROTACION	8,30
S-2	▽ +51,70	▽ +43,00	Sondeo mecánico a ROTACION	12,00
S-3	▽ +55,16	▽ +43,00	Sondeo mecánico a ROTACION	12,00
CALICATAS	COTA TERRENO	COTA SOLERA	TIPO RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD (m)
C-1	▽ +55,25	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	2,00 m
C-2	▽ +49,54	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	1,40 m
C-3	▽ +48,50	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	2,00 m
C-4	▽ +52,16	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	1,20 m
C-5	▽ +53,10	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	3,70 m
C-6	▽ +46,32	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	1,80 m
C-7	▽ +46,71	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	3,20 m
C-8	▽ +48,70	▽ +43,00	RETROEXCAVADORA	3,20 m

Los estudios de campo, sondeos y calicatas, fueron realizados durante los días 2 al 8 de Agosto de 2016, consistiendo estos en la toma de datos de los sistemas de diaclasado del macizo rocoso en las calicatas y en la extracción de testigo, ensayos “in situ”, toma de muestras inalteradas para su envío a LABORATORIO así como la identificación y descripción del terreno por técnicos experimentados en la materia en los sondeos con recuperación de testigo.

Para la realización de los sondeos se dispuso en obra de un equipo compuesto de un equipo de sondeo ROLATEC RL-400 sobre orugas con penetrómetro dinámico incorporado, mientras que las calicatas fueron realizadas por retroexcavadora Kubota KX161-3

Los estudios de campo se han llevado a cabo cumpliendo con lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Tras los trabajos de campo han continuando posteriormente los de Laboratorio y gabinete, para quedar reflejado todo el conjunto en el presente informe.

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han recuperado varias muestras de terreno, parte de las cuales han sido enviadas a Laboratorio para su análisis. Reflejamos a continuación las muestras recuperadas llevadas a ensayo en Laboratorio:

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 1,40 a 2,00. Golpeo: 5-6-8-9. ROCA V

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 4-5-6-7. ROCA V

SONDEO S-2 Muestra inalterada de 2,00 a 2,60. Golpeo: 4-5-5-7. ROCA V-IV

SONDEO S-2 Muestra inalterada de 6,40 a 6,50. Golpeo: 50R. ROCA IV

SONDEO S-2 Muestra Parafinada de 7,30 a 7,50. ROCA IV

SONDEO S-2 Muestra Parafinada de 10,20 a 10,40. ROCA V-IV

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 2,40 a 3,00. Golpeo: 4-4-4-5. ROCA V-IV

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 5-6-8-9. ROCA V

- Agresividad al hormigón
- Limites de Atterberg
- Granulometría

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

- Agresividad al hormigón
- Limites de Atterberg
- Granulometría

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS RESISTENTES

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 5-6-8-9. ROCA V

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-2 Muestra inalterada de 2,00 a 2,60. Golpeo: 4-5-5-7. ROCA V-IV

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-2 Muestra Parafinada de 10,20 a 10,40. ROCA V-IV

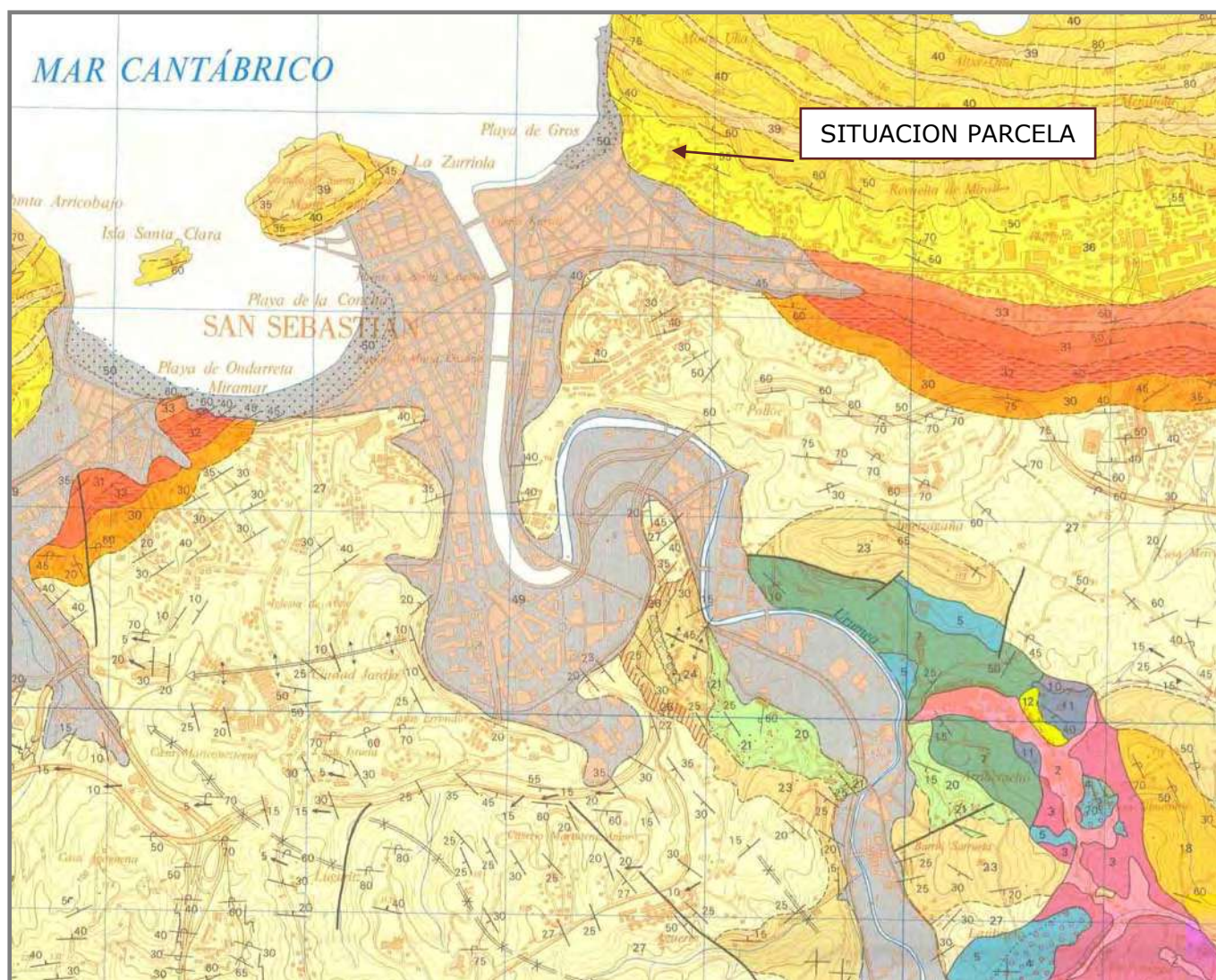
- Rotura a Compresión Simple



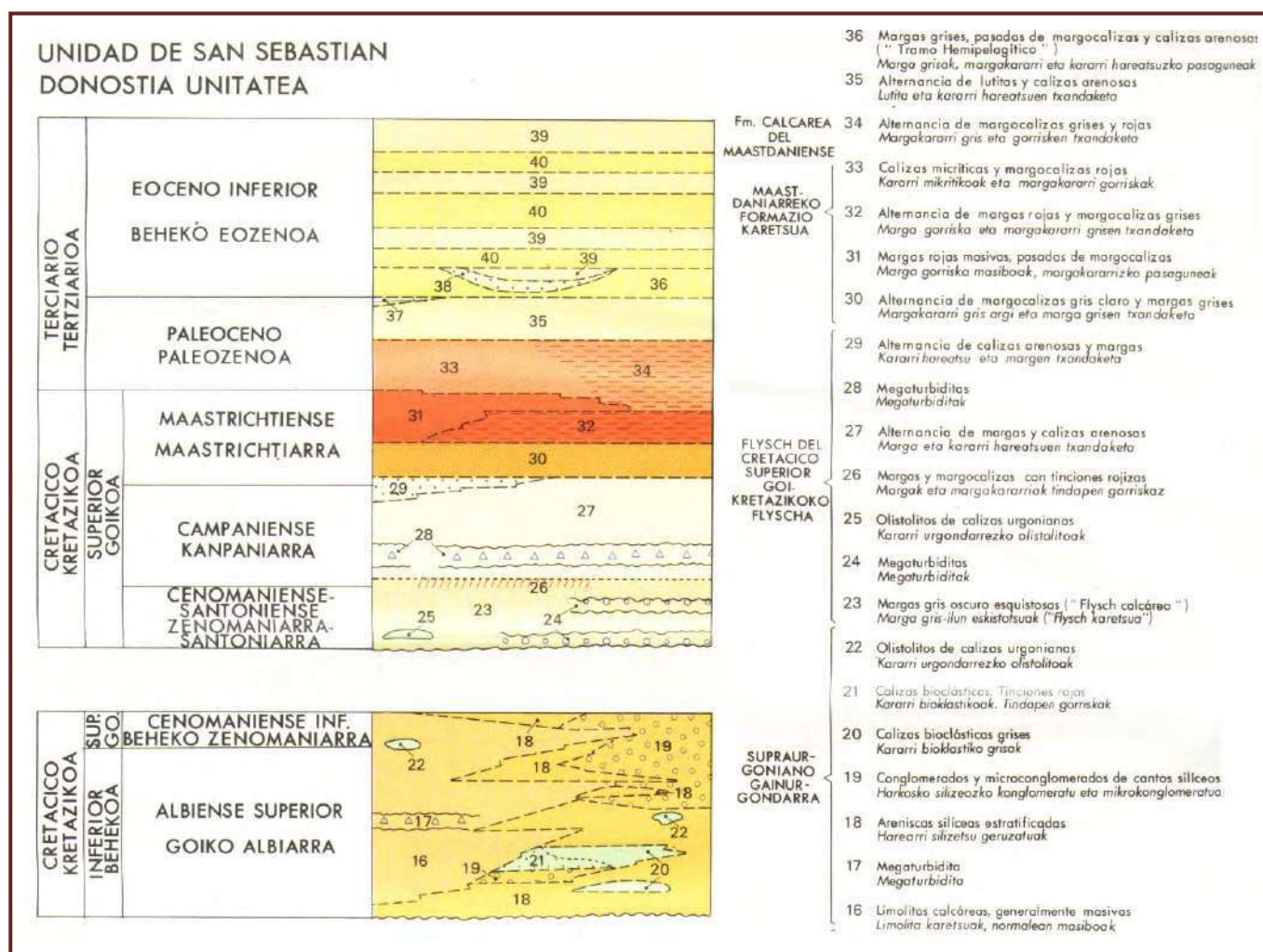
1.3.- MARCO GEOLOGICO

1.3.- MARCO GEOLOGICO

Eoceno Inferior



También para el Eoceno se observan diferencias al E. y O. de San Sebastián. Al E. de San Sebastián, sobre el Flysch Paleoceno de Guipúzcoa, se sitúa directamente la formación de Jaizquibel. Es posible que en sus niveles basales todavía exista una parte del Paleoceno Superior, como ocurre mucho más al E., en la playa de Hondarribia; pero en las muestras recogidas en esta hoja no se han encontrado faunas más bajas que las del Eoceno inferior.



La Formación de Jaizquibel tiene una facies muy característica. Se dispone formando un arco que se extiende desde el Cabo Higuer hasta el monte Urgull, de San Sebastián. La formación comprende potentes bancos de areniscas de varios metros de espesor, de color amarillo y cuyo cemento es calcáreo. Entre estos gruesos bancos areniscosos se intercalan otros mucho más delgados de naturaleza arcillosa compaginados con niveles margocalizos que dada su resistencia superior a la meteorización aparecen menos degradados en sus niveles superficiales; en ocasiones las arcillas intercaladas son tan delgadas que los bancos detríticos se apoyan prácticamente unos sobre otros.

La litología de los niveles areniscosos corresponde a areniscas cuarzosas, y la de las finas intercalaciones alternantes, a lutitas con una cierta pizarrosidad.

La acumulación de material detrítico es extraordinariamente importante en la Formación de Jaizquibel, como puede deducirse por la extensión de su afloramiento y por el fuerte buzamiento de las capas. Regionalmente supera los 1.000 m. de espesor. El muro de los bancos detríticos presenta también abundantes huellas de corriente, las cuales indican un aporte de N. a S.

C. KRUIT, J. BROUWER y P. EALEV (1972) creen que el enorme acúmulo de material detrítico de Jaizquibel tiene el significado de un cono de deyección de aguas profundas (deep-water fan), alimentado por un posible cañón submarino que debió situarse 6 ó 7 km. al N. de la costa actual. La disposición en abanico de las huellas de corriente, la peculiar naturaleza litológica de la formación y su forma lenticular, a escala regional, parecen garantizar la verosimilitud de esta hipótesis.

CUATERNARIO

Los materiales cuaternarios que se observan en la parcela estudiada corresponden a materiales antrópicos detectados en las calicatas C-2, C-3, C-7 y C-8 provenientes de rellenos de urbanización para la ejecución del vial en una potencia de 40 cm en las calicatas C-2 y C-3, en potencia de 90 cm en la calicata C-8 por el derribo de una edificación anteriormente existente y en potencia de 3,00 metros en la calicata C-7 proveniente de rellenos arenosos ligeramente arcillosos con restos de conchas de una edad elevada dada la compacidad del mismo.



1.4.- DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL SUBSUELO

1.4.- DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL SUBSUELO

De los registros de los sondeos y calitas realizados observamos la existencia de materiales cuaternarios sobre la roca pizarrosa calcárea:

- A. RELLENOS ANTRÓPICOS.
- D. ROCA METEORIZADA A ROCA MODERADAMENTE SANA

A.- RELLENOS ANTRÓPICOS

Se han localizado rellenos de origen antrópico únicamente en varias de la calicatas, concretamente C-2, C-3, C-7 y C-8 con potencias variables entre los 0,40 metros y puntualmente y de forma extraordinaria en 3,00 metros en la calicata C-7.

Los rellenos detectados corresponden bien a material de derribo, como el localizado en la calicata C-8, como de preparación para la ejecución del vial en las catas C2 y C-3, con potencias de entre 0,40 y 0,90 metros.

Caso aparte merecen los rellenos localizados en la calicata C-7 con una potencia de 3,00 metros formado por una matriz arenoarcillosa gris con restos de ladrillo o teja, conchas e incluso carbón, pudiendo entenderse como un antiguo vertedero de la vivienda original; estos rellenos son muy antiguos y están extraordinariamente compactados alcanzando con probabilidad roturas a compresión de 3 Kp/cm². No se realizan ensayos de agresividad en el mismo ya que serán excavados para alcanzar la cota de máxima excavación.

como el detectado en los sondeos S-1 y S-3 ambos sondeos efectuados, diferenciándose claramente dos términos:

B.- ROCA METEORIZADA A MODERADAMENTE SANA

A excepción de los rellenos detectados, la totalidad del terreno subyacente está formado por roca en diferentes grados de alteración; el macizo rocoso lo conforman niveles de arenisca de grano fino, margas y margocalizas y escasamente calizas depositadas en bancos de potencias entre los 25 a 60 cm; esta formación se aprecia en todo el área y es visible al descubierto en algunos afloramientos no cubiertos por la vegetación.

El testigo de roca se presenta en tonos ocres, marrones alterados en grado V-IV y grises en aquellos niveles en los que la margocaliza se presenta en grado III a moderadamente sano; observamos pues una alternancia de material compacto a muy compacto alterado que a intervalos regulares de 2 a 2,50 metros intercala un nivel de roca moderadamente sana compuesta de margocalizas.

Para poder caracterizar el macizo rocoso se han realizado ensayos de granulometría y límites de Atterberg además de extrapolar las humedades y densidades secas y aparentes de los ensayos de corte directo.

Los dos ensayos granulométricos realizados arrojan los siguientes valores:

Tramo ensayado	GRANULOMETRIA						
	%pasa	%pasa	%pasa	%pasa	%pasa	%pasa	%pasa
	Tamiz 100	Tamiz 63	Tamiz 20	Tamiz 5	Tamiz 2	Tamiz 0,4	Tamiz 0,08
S-1 de 4,00 a 4,60	100	100	100	100	100	99,80	99,20
S-3 de 5,80 a 6,40	100	100	100	100	100	99,60	80,80

Tabla D.20. Denominación matizada de suelos granulares ⁽¹⁾		
Porcentaje de finos < 35%		
Denominación		% de arcilla y limo
Nombre principal	Grava o arena	-
Nombre secundario	Arenosa o con grava	-
Con indicios de	Limos o arcillas	1-10
Algo	Limosa o arcillosa	10-20
Bastante	Limosa o arcillosa	25-35
⁽¹⁾ Los términos arcilla y arcillosa de la tabla deben emplearse cuando se trata de finos plásticos y los términos limo y limosa, cuando los finos no son plásticos o poco plásticos según el criterio de Casagrande.		
Tabla D.21. Denominación matizada de suelos finos		
Porcentaje de finos > 35%		
Denominación		% de arena y grava
Nombre principal	Arcilla o limo	< 35
Nombre secundario	Arenosa/so o con grava	35-65

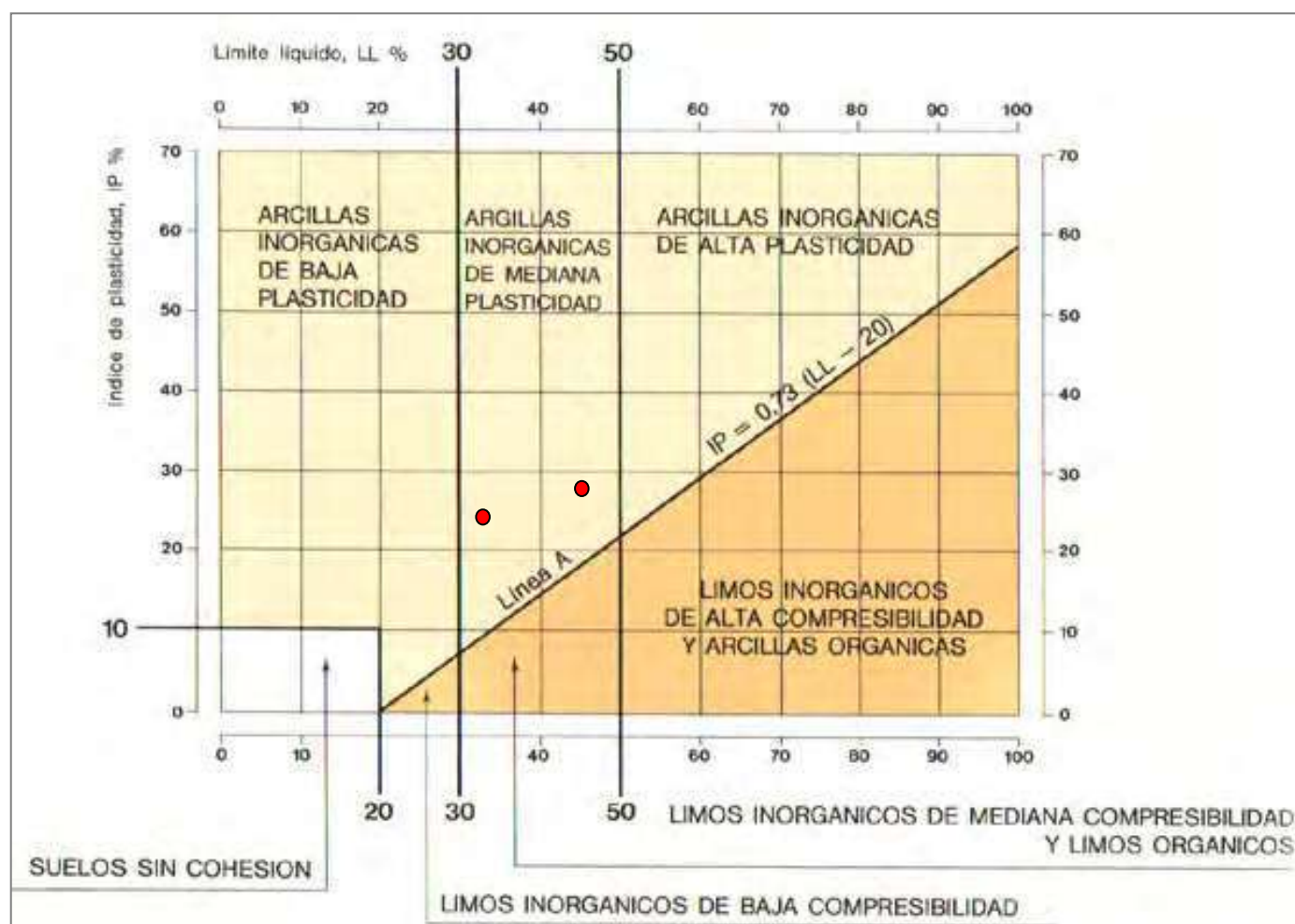
Dado que en ambos ensayos realizados, más del 50% del peso del suelo pasa por el tamiz de 0,08, es necesario en estos casos realizar el ensayo de límites de Atterberg para clasificar estos suelos de grano fino.

LIMITES DE ATTERBERG

S-1 M.I. de 4,00 a 4,60	L.L. = 44,60	L.P. = 28,40	I.P. = 16,2
S-3 M.I. de 5,80 a 6,40	L.L. = 32,20	L.P. = 24,10	I.P. = 8,10

CLASIFICACIÓN

S-1 M.I. de 1,80 a 2,40	CH Arcillas de mediana-alta plasticidad
S-3 M.I. de 5,80 a 6,40	CH Arcillas de mediana-baja plasticidad



Para caracterizar la compacidad de estos materiales se han realizado la toma de cohesiones sin consolidar y sin drenaje mediante Vane tester o scisómetro de campo que proporciona valores amplios entre materiales compactos-muy compactos a duros en función de su contenido de humedad y su grado de meteorización y que fluctúan entre valores de 10 a > 20 Tn/m², asimismo los ensayos de penetración estándar S.P.T. realizados nos proporcionan los siguientes valores:

- S-1 De 4,60 a 5,20 S.P.T.: 4-5-7-10. N = 12
- S-1 De 7,40 a 7,60 S.P.T.: 32-50R
- S-2 De 8,00 a 8,60 S.P.T.: 6-8-10-50. N = 18
- S-2 De 10,60 a 11,20 S.P.T.: 23-10-6-25. N = 16
- S-3 De 6,40 a 7,00 S.P.T.: 4-6-8-10. N = 14
- S-3 De 9,75 a 10,00 S.P.T.: 21-50R

En función al gráfico adjunto clasificamos esta roca meteorizada como de compacidad Media a Firme con niveles Duros.

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDARD (SPT) (SANGLERAT, 1967)			
Tubo de 2" × 1 3/8"			
Maza de 140 libras (63,6 kg) y 30" (76,2 cm.) de caída			
Suelo	Designación	N.º de golpes	Carga que se puede aplicar en kg/cm ²
Arena y limo	Muy suelta	0-4	0,2
	Suelta	4-10	0,2-1,1
	Media	11-30	1,1-2,9
	Compacta	31-50	2,9-5,1
	Muy compacta	más de 50	5,1-6,3
Arcilla	Muy blanda	0-2	0,27
	Blanda	3-5	0,27-0,55
	Media	6-15	0,55-2,2
	Firme	16-25	2,2 -4
	Dura	más de 25	4 -8,8

Se ha completado el estudio de las características de esa roca meteorizada mediante la realización de tres ensayos de corte directo consolidado y drenado en las muestras representativas del terreno y con los golpesos más bajos para encontrarnos dentro del lado de la seguridad, si bien los golpesos de las muestras no diferían en exceso.

	Angulo de rozamiento	Cohesión Efectiva	Densidad
PARAMETROS sin consolidar y sin drenaje			
Vane Tester de Campo	$\phi = 0^\circ$	C = 15 Tn/m²	$\gamma = 1,80 \text{ Tn/m}^3$
PARAMETROS consolidado y drenado			
S-1 M.I. de 4,00 – 4,60	$\phi' = 14,4^\circ$	C' = 7,7 Tn/m²	$\gamma = 1,84 \text{ Tn/m}^3$
S-2 M.I. de 2,00 – 2,60	$\phi' = 15,9^\circ$	C' = 3,6 Tn/m²	$\gamma = 1,76 \text{ Tn/m}^3$
S-3 M.I. de 5,80 – 6,40	$\phi' = 33,7^\circ$	C' = 3,2 Tn/m²	$\gamma = 1,83 \text{ Tn/m}^3$

Para finalizar el estudio, se han realizado dos ensayos de agresividad al hormigón de estos materiales obteniéndose los siguientes datos indicativos de la ausencia de agresividad:

AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		
ENSAYOS	BAUMMAN-GULLY (ml/Kg)	SULFATOS (ml/Kg)
S-1 M.I. de 4,00 a 4,60	21,95	84,00
S-3 M.I. de 5,80 a 6,40	21,18	171,40

Tabla 8.2.3.b Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83.952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13.577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83.954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83.955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83.956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83.957	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

La roca al encontrarse en una gran proporción de su recuperación en grado alterado IV-V, es de dureza muy baja con intercalaciones de roca margocaliza y muy puntualmente caliza en grados de alteración III-II de dureza media. La roca se dispone buzando entre 35 y 55° al Norte en contra de la excavación a realizar y con dos familias de diaclasas que afectan a los niveles más frágiles y por tanto no a todo el conjunto.

Se ha ensayado mediante rotura a compresión simple una probeta de roca alterada en grado IV que ha aportado el siguiente valor:

Tramo ensayado	Litología	Forma Rotura	Resistencia a Compresión Simple
S-2 10,40 - 10,60	Margas IV		1,1 Kp/cm ²

Para el cálculo de la estabilidad del frente a excavar, se han tomado aparte de los datos procedentes de los cortes directos realizados sobre los tramos más alterados, las direcciones y buzamientos de los sistemas de diaclasas recogidos de las calicatas efectuadas; dichos valores son introducidos posteriormente en un programa de análisis estereográfico de datos que agrupa los datos recogidos en tres familias principales, cuyos valores presentamos como direcciones de buzamiento.

Estratificación:

43/30 – 41/15 – 49/33 – 47/23 – 45/24 – 33/18 - 53/25 - 35/20 - 44/23 - 55/30 – 55/35

Familia J1:


45/210 – 40/205 – 41/180 – 35/185

Familia J2:

74/119 – 85/95 – 59/142 – 67/129 – 87/93 – 80/120

DUREZA DE LA ROCA Y RIPABILIDAD

Se han tomado datos de la resistencia de la roca alterada a compresión simple mediante el ensayo en el Laboratorio de una muestras de roca vendada y parafinada recuperada en el sondeo S-2, así como mediante el uso del esclerómetro de campo.

Tramo ensayado	Litología	Forma Rotura	Resistencia a Compresión Simple
S-2 10,40 - 10,60	Margas IV		1,1 Kp/cm²

La dureza mediante ensayos obtenidos con el esclerómetro tipo L se han realizado sobre las muestras de roca margocaliza y caliza en grado II que se encuentran intercaladas entre los tramos de roca alterada. Dichos valores vienen recogidos dentro del apartado 1.5.5 en la página 45.

La roca, en función a la tabla del Documento Básico DB-SEC D.9 se puede considerar como roca de dureza especialmente débil y media en el caso de los niveles de la roca margocaliza y caliza en grado III-II.

La roca será ripable mediante cazo de retroexcavadora, no considerándose que sea necesaria la utilización de martillo en los niveles de roca moderadamente sana dada su escasa potencia.

Documento Básico SE-C Cimientos

Tabla D.9. Clasificación de la roca matriz

Ensayo de resistencia aproximado	Calificación de la Resistencia a compresión simple ⁽¹⁾	Valor estimado q_u (MPa)
Se puede rayar con la uña	Especialmente débil	< 1
Se rompe con golpes de martillo moderados	Muy baja	1 a 5
Se puede rayar con la navaja		
Se raya difícilmente con la navaja	Baja	5 a 25
No puede rayarse con la navaja	Media	25 a 50
Se puede romper con un golpe de martillo		
Se requieren varios golpes de martillo para romperla	Alta	50 a 100
Difícil de romper con el martillo de geólogo	Muy alta	100 a 250
Con el martillo de geólogo sólo se pueden producir algunas esquirlas	Extremadamente alta	> 250

¹⁾Alternativamente, para obtener una indicación rápida de la resistencia a la compresión simple, se recomienda la utilización del Martillo Schmidt (Esclerómetro de mano).

NIVEL FREÁTICO

No se detecta circulación de agua en el terreno ni rezumes de agua tanto en las calicatas efectuadas como en los sondeos.



1.5.- ENSAYOS “IN SITU”

1.5.- ENSAYOS “IN SITU”

1.5.1.- Ensayos de Penetración Estándar S.P.T.

Realizados según UNE 103-800-92: El S.P.T. determina la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior del sondeo, al tiempo que permite obtener una muestra representativa para su identificación, aunque con su estructura alterada.

El ensayo consiste en golpear sobre la cabeza de un varillaje de \varnothing exterior 50 mm., u otro contemplado en la norma, al que está solidariamente unido el tomamuestras, mediante una maza de 63,5 Kg y una altura de caída de 760 mm.

Se anota el descenso inicial bajo el peso del conjunto, realizándose el ensayo posteriormente en dos etapas:

Penetración de asiento: Se anota el número de golpes necesario para hincar el tomamuestras una longitud de 150 mm.

Ensayo: Se seguirá hincando el tomamuestras hasta que penetre 300 mm. más, anotando las tandas de golpes requeridos en cada intervalo de 150 mm. de penetración. El número de golpes requerido para la penetración de 300 mm constituye la resistencia a la penetración estándar o valor N.



Se han realizado 4 ensayos de penetración estándar S.P.T:

■ **SONDEO S-1:**

S-1: De 4,60 a 5,20; Golpeo: 4-5-7-10. N = 12

■ **SONDEO S-2:**

S-2: De 8,00 a 8,60; Golpeo: 6-8-10-50. N = 18

S-2: De 10,60 a 11,20; Golpeo: 23-10-6-25. N = 16

■ **SONDEO S-3:**

S-3: De 6,40 a 7,00; Golpeo: 4-6-8-10. N = 14

S-3: De 9,75 a 10,00; Golpeo: 21-50R

1.5.2.- Extracción de muestras inalteradas

Se han obtenido cuatro muestras en el sondeo efectuado en la presente campaña, sobre las que se han realizado ensayos de laboratorio.

Las muestras inalteradas se han realizado mediante el tomamuestras de pared gruesa.

** Tomamuestras de pared gruesa.* Se introduce en el terreno mediante hincas golpeando un cabezal de varillaje con una maza de 63,5 Kg, dejándola caer desde una altura de 760 mm. Se cuenta el nº de golpes que es necesario para introducir cada 15 cm. del tomamuestras a lo largo de 60 cm. de hincas. La muestra queda recogida en un tubo hueco de PVC.

El procedimiento operatorio implica limpiar el sondeo asegurándose que el terreno a investigar no sea alterado y manteniendo el nivel de agua en el sondeo a la misma cota que el nivel freático o superior, en el caso de que este exista.

Una vez completada la hincas a golpeo el tubo se rotará para cortar la base de la muestra.

Los extremos del tomamuestras se parafinan para evitar la pérdida de las propiedades naturales del suelo, a la vez que es conservado en una cámara húmeda hasta la realización de los ensayos procedentes en el mismo.

Las profundidades y golpes de las 4 muestras inalteradas recuperadas de los sondeos se presentan a continuación:

**■ SONDEO S-1:**

De 1,40 a 2,00; Golpeo: 5-6-8-9.

De 4,00 a 4,60; Golpeo: 4-5-6-7.

■ SONDEO S-2:

De 2,00 a 2,60; Golpeo: 4-5-5-7.

De 6,40 a 6,50; Golpeo: 50R.

■ SONDEO S-3:

De 2,40 a 3,00; Golpeo: 4-4-4-5.

De 5,80 a 6,40; Golpeo: 3-4-4-6.

1.5.3.- Muestras inalteradas parafinadas

El método operatorio del parafinado así como del transporte de la muestra y del etiquetado se ha basado en la norma UNE 7-371-75.

Se le da a la muestra una primera capa de parafina y a continuación una capa de vendas y una segunda capa de parafina, y así hasta obtener un recubrimiento lo suficientemente sólido e impermeable de forma que la muestra conserve sus condiciones naturales.

El testigo parafinado se etiqueta de forma que se expresen el lugar de procedencia, situación, profundidad y la cara superior e inferior.



Se han parafinado dos (2) muestras de roca:

- SONDEO S-2. Muestra Parafinada (Tipo B) de 7,30 a 7,50.
Roca lutita pizarrosa calcárea en grado I.
- SONDEO S-2. Muestra Parafinada (Tipo B) de 10,40 a 10,60.

1.5.4.- Ensayos de Resistencia a compresión simple mediante Esclerómetro tipo L.

Se han tomado datos mediante el esclerómetro o Martillo de Schmidt tipo L con objeto de determinar la resistencia de la roca en aquellos niveles en los que la roca se encuentra en grado III-II. Los datos se han tomado en las calicatas ya que en la recuperación de los sondeos los fragmentos de roca son pequeños y aparecen frecuentemente muy fracturados por recuperarse mediante corona de widia.

Hay que tener en cuenta que los valores obtenidos en obra mediante el martillo han de considerarse estimativos dada la gran influencia que tiene en los resultados la existencia de microfisuras, grado de alteración de la masa rocosa así como su anisotropía interna y la *tendencia observada de incrementar los valores que luego se obtienen en los ensayos de rotura a compresión*, tal y como apreciamos con los ensayos realizados de R.C.S en los que obtenemos valores reducidos del orden de un 60% sobre el valor marcado por el esclerómetro.

Tramo1 ensayado	Litología	Valor medio de Schmidt	Equivalencia a Compresión Uniaxial
C-2	Caliza arenosa grado II	 41	850 Kp/cm²
C-6	Margocaliza grado III	 25	370 Kp/cm²

Para obtener el valor estimado de la resistencia a compresión simple de la roca, el índice de Schmidt obtenido es introducido en la tabla de la hoja adjunta obteniéndose los valores estimados.

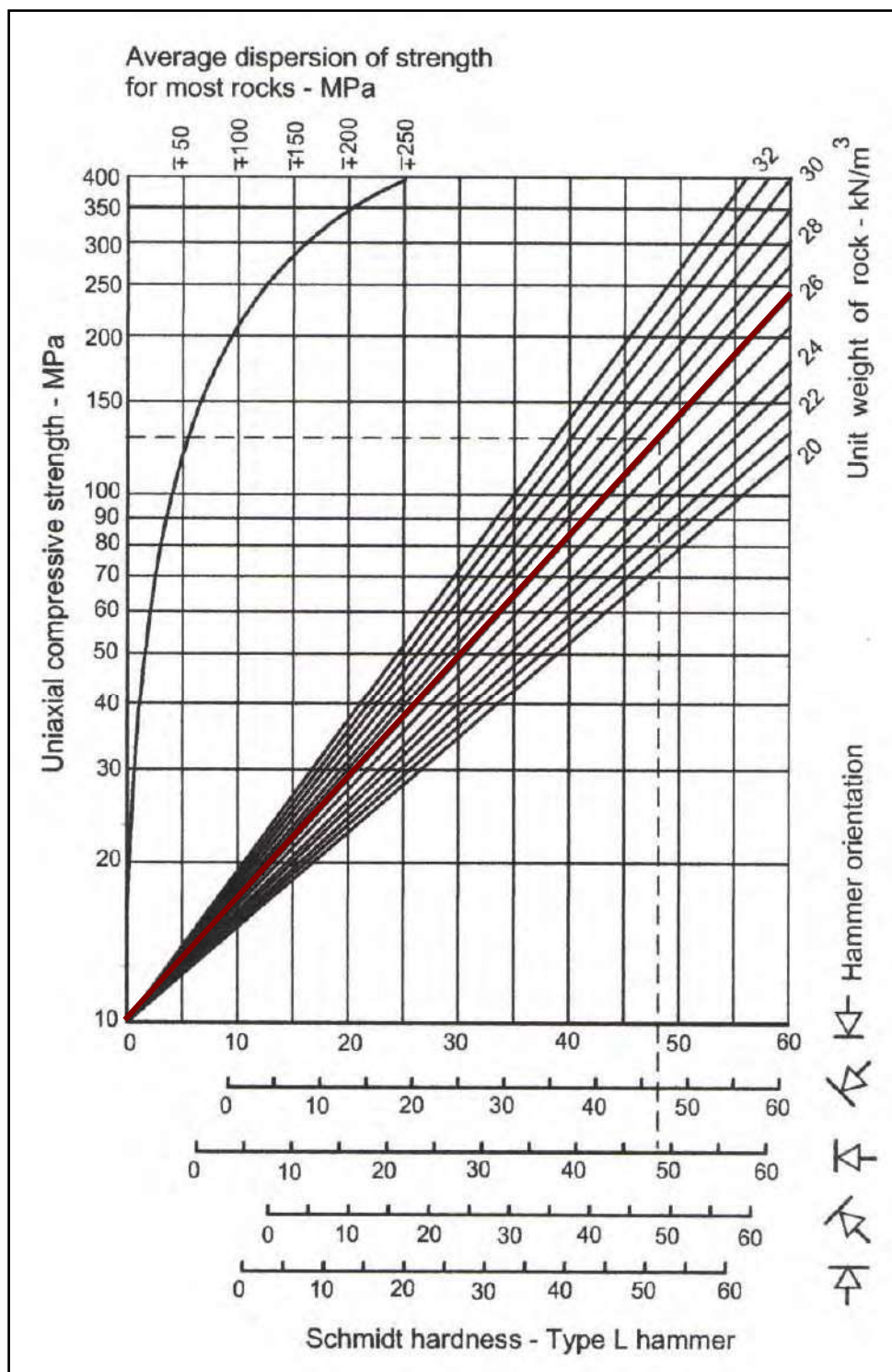


Grafico de correlación entre el resultado del esclerómetro y la resistencia a compresión simple (MILLER, 1965).



II.- RESUMEN Y RECOMENDACIONES

II.- RESUMEN Y RECOMENDACIONES

Se nos ha solicitado por parte la empresa LENITZ Gestión y Servicios Inobiliarios, S.L., la realización de un estudio geotécnico para la ejecución de varios bloques de viviendas, garajes y areas comunes en el A.U.01.2. RODIL de DONOSTIA.

El proyecto se ejecutará sobre una parcela de 6.738 m² y consistirá en la realización de tres bloques de edificios unidos por una planta de garajes común.



Los bloques de edificios se emplazan sobre una superficie de garaje del orden de 2.085 m²; el edificio de menor envergadura situado en la parte inferior de la parcela se compone de sótano y dos alturas de vivienda y el situado en la parte superior de la parcela se compone de planta de sótano, semisótano, planta baja y cuatro (4) alturas de vivienda, la última en la Bajo cubierta.

Una vez realizados los estudios de campo basados en tres (3) sondeos y la toma de datos de campo de ocho (8) calicatas para la obtención de los sistemas de diaclasado del macizo rocoso, apuntamos las siguientes características generales para el desarrollo de la obra:

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LA PARCELA

1.- Se ha comprobado que la totalidad de la parcela está constituida por una alternancia rítmica de margas calcáreas, areniscas y margocalizas en niveles de potencia variable entre 20 a 45 cm alterada en grado IV con intercalaciones de niveles de espesor entre 25 y 40 cm de margocaliza-caliza moderadamente sana a intervalos regulares de unos 2,00-2,50 metros generalmente a partir de los 4,50 metros de profundidad; esta alternancia se ha encontrado hasta la máxima profundidad alcanzada, incrementándose en profundidad la intercalación de niveles moderadamente sanos de roca. La roca alterada es por norma general muy compacta.

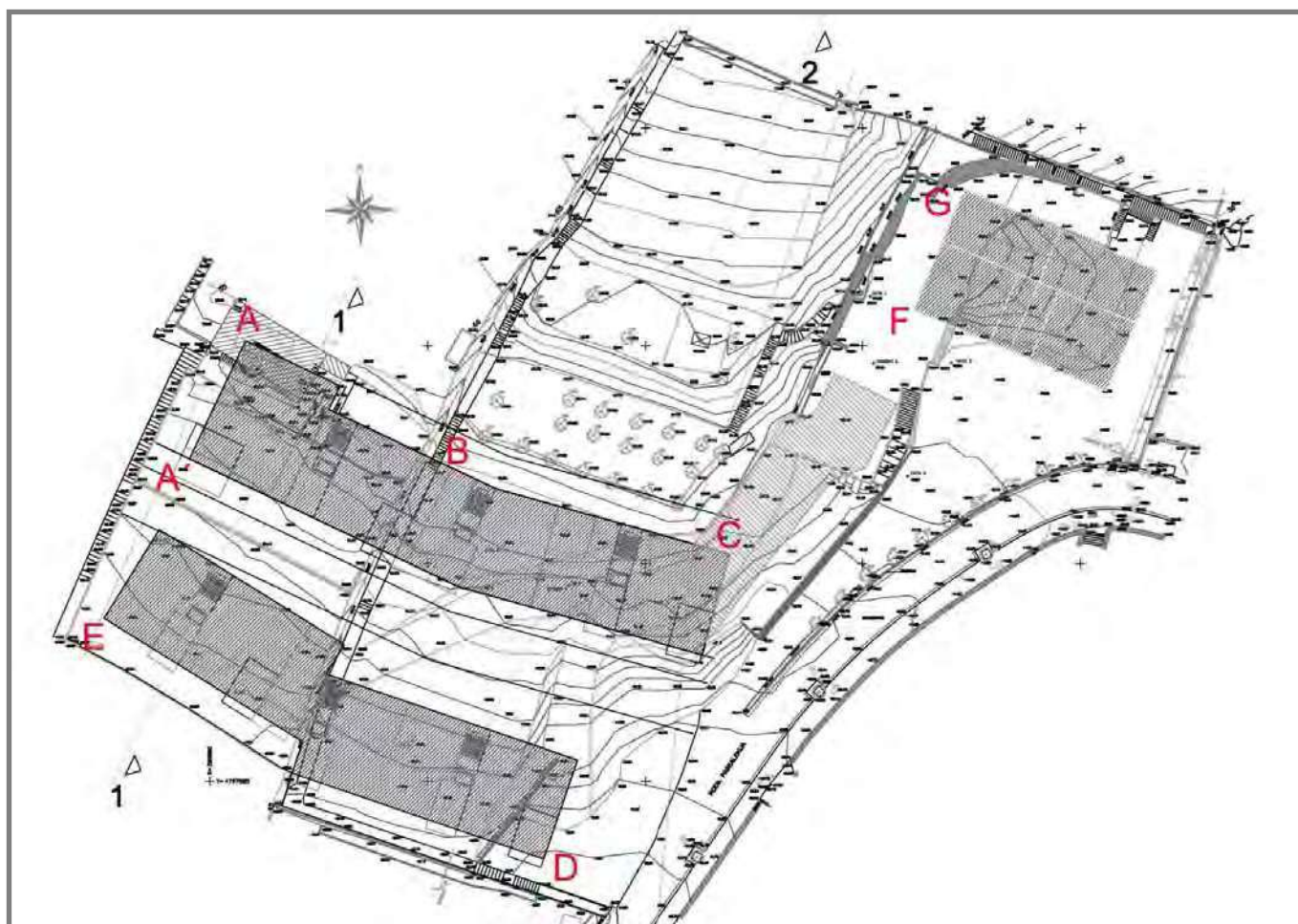
2.- El análisis de los sistemas de diaclasado del macizo rocoso que ha de excavar para alcanzar las cotas de máxima excavación, no aportarían inestabilidades globales hacia la excavación en los frentes, a excepción del frente que menos excavación a de realizar en el caso de que consideráramos que se comportara como un macizo rocoso, dado que el buzamiento de la estratificación es favorable, pero si se generarían pequeñas inestabilidades puntuales por bloques en los niveles de roca menos plástica como los areniscosos (ver en Anexo 1.5 Cálculo de estabilidad de taludes en página 93).

3.- La cimentación podrá realizarse mediante elementos aislados con una tensión admisible de 2,00 Kp/cm².

EXCAVACIÓN

La ejecución de los bloques de viviendas que comparten garajes comunes y cuya cota de solera se sitúa a la cota $\nabla \approx 43,00$ implica excavaciones de entre 12 y 13 metros en el frente Norte denominado con las letras ABC y de entre 4 metros y 1 metro en el frente sur DE, disminuyendo la excavación a medida que avanzamos hacia el sureste y desciende la cota del terreno.

Hemos diferenciado las excavaciones de los diferentes frentes de la parcela según el croquis adjunto:



Ante estos aspectos mencionados y a modo de resumen, diremos que dado el buzamiento adecuado de la roca y la compacidad general de la roca alterada permite la realización de las excavaciones de la parcela con desniveles de hasta 13 metros mediante taludes H:1; V:2, si bien es cierto que se han localizado pequeños niveles de roca alterada de compacidad media y con un incremento en su humedad en niveles cercanos a la cota de la máxima excavación y por tanto cercanos al pie de los futuros taludes que nos recomiendan ser precavidos ante la ejecución de importantes desmontes con taludes de elevada pendiente.

Debido a estos factores y por criterios constructivos y en diferentes sectores como el AÁB se propondrá como alternativa la realización de muros anclado por bataches, ya que la falta de espacio generados por la propia configuración de la parcela y los límites de la edificación, implicaría generar taludes hacia el interior del propio límite del edificio y la necesidad de atacar el talud ejecutando el muro por bataches no muy amplios y alturas del orden de 7 metros que generarían problemas en el hormigonado y que además sería imprescindible apuntalarlos hasta la ejecución de los forjados.

Contemplada la posibilidad de ejecutar taludes sin la utilización de elementos de contención se ha tanteado la realización de taludes en el caso más desfavorable de H:1; V:3 en los primeros cinco metros de excavación, (recomendando no obstante descender mediante taludes H:1V:2 dada la posibilidad de pequeñas inestabilidades puntuales por pequeños bloques), dejar una berma intermedia de unos dos (2) metros de anchura a la cota $\nabla \approx +50,00$ coincidente con el forjado de Planta baja y descender posteriormente mediante taludes H:1; V:2 hasta el fondo de la excavación.

Estos cálculos se ha realizado tomando una media de los parámetros del terreno obtenidos de los ensayos de laboratorio sin considerar el beneficioso efecto que los estratos alternos de roca moderadamente sana tendrían sobre la excavación.

Los coeficientes de seguridad obtenidos han aportado un valor mínimo de:

F.S: 1,34. Superando el factor de 1,3 requerido para taludes a corto-medio plazo.

➤ EXCAVACION FRENTE AA´

La superficie del terreno en el frente AA´se incrementa desde la cota $\nabla \approx +46,00$ hasta la cota $\nabla \approx +48,50$ implicando desmontes de entre 3,20 metros y 5,70 metros hasta alcanzar la cota de la máxima excavación $\nabla \approx +42,80$.

La excavación de este frente podrá ejecutarse mediante taludes H:1; V:2 para posteriormente realizar el muro de la planta de sótano de forma tradicional, encofrado a dos caras y con su zapata incluida empotrada ROCA alternante moderadamente sana en grado III a alterada en grado IV con una tensión máxima admisible de $2,00 \text{ Kp/cm}^2$.

Una vez ejecutados los forjados se procederá a rellenar el trasdos del talud mediante relleno granular disponiendo de un adecuado sistema de recogida de aguas en el mismo.

➤ EXCAVACION FRENTE AA'B - MURO ANCALADO

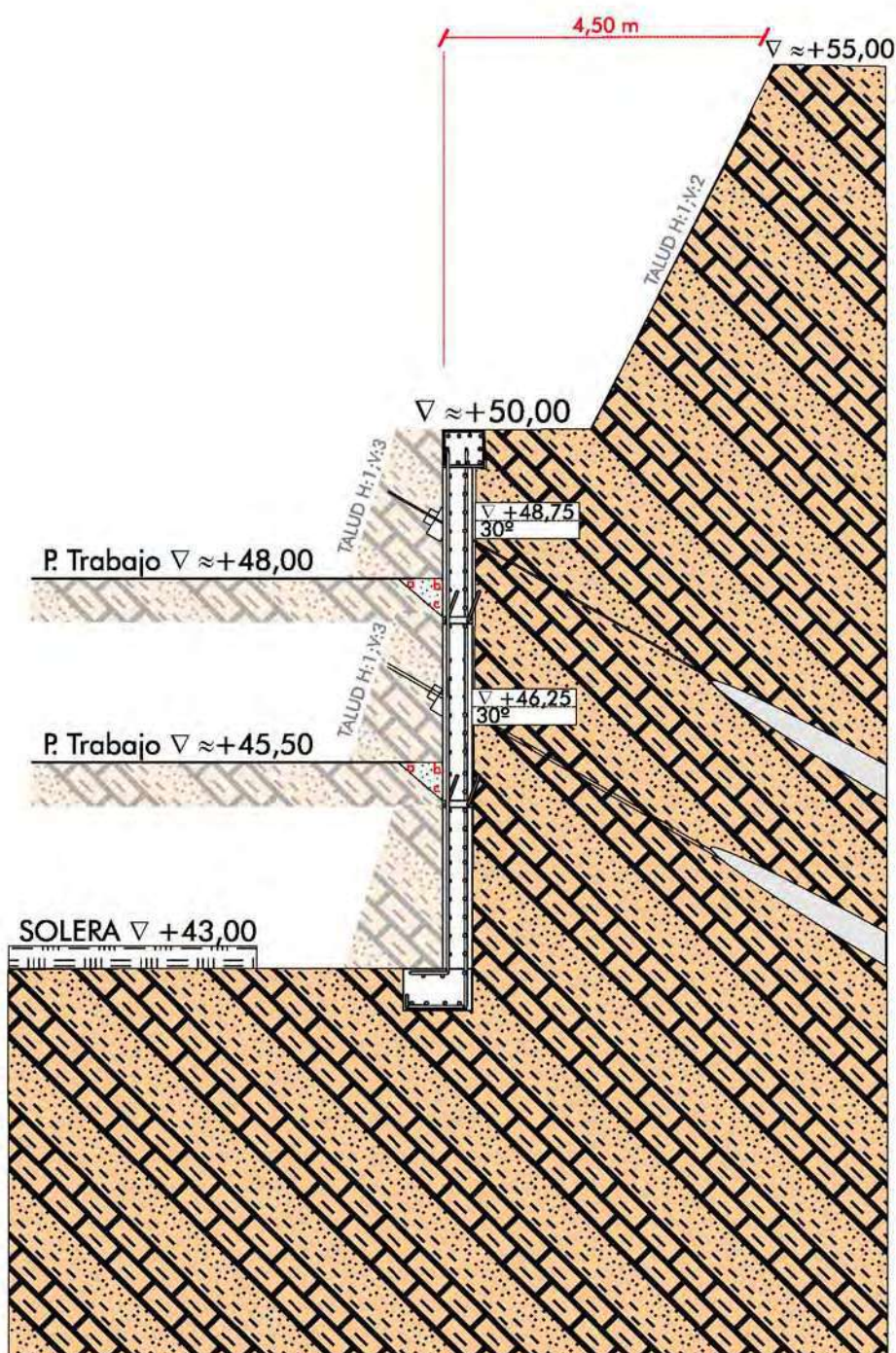
Para alcanzar la cota de máxima excavación N.M.E. $\nabla \approx + 42,80$ en el frente AA'B y debido a la escasez de espacio, se propone generar una plataforma de trabajo a la cota $\nabla \approx + 50,00$ descendiendo hasta esa cota mediante taludes H:1; V:2 que en el frente AB generará un talud del orden de cinco metros de altura.

Desde esta plataforma de trabajo se recomienda efectuar un MURO ANCLADO mediante ANCLAJES PROVISIONALES.

Se considerará el siguiente proceso constructivo:

1. Se procederá a la excavación mediante taludes H:1; V:3 dejando una berma de al menos 50 cm en coronación hasta alcanzar la plataforma de trabajo situada a la cota $\nabla \approx + 48,00$.
2. Una vez realizada la plataforma se procederá a ejecutar muro de hormigón armado de espesor $e = 35$ cm por bataches de una anchura de hormigón del orden de 3,00 metros y una altura de 2,50 metros uno si, dos no.
3. El muro se realizará dejando esperas en los laterales y en la parte inferior (min. 50 cm.) para continuar el muro lateral y descendientemente; una vez desencofrado el muro se rellenará la zona "abc". (véase croquis en la siguiente página).

SECCIÓN por BC



E:1/100

4. Se realizarán **ANCLAJES PROVISIONALES** de **45 Tn** (3 cables de acero superestabilizado de 0,6") en el centro de los bataches con una inclinación de 30° y a la cota $\nabla \approx + 48,75$.
5. Una vez ejecutados y tesados los anclajes se descenderá mediante taludes H:1; V:3 hasta alcanzar la siguiente plataforma de trabajo situada a la cota $\nabla \approx + 45,50$.
6. Alcanzada la plataforma se procederá a ejecutar muro de hormigón armado de espesor $e = 35$ cm por bataches de una anchura de hormigón del orden de 3,00 metros y una altura de 2,50 metros uno si, dos no y ejecutados a matajunta con respecto de la fila superior.
7. Se realizará la segunda fila de **ANCLAJES PROVISIONALES** de **45 Tn** (3 cables de acero superestabilizado de 0,6") en el centro de los bataches con una inclinación de 30° a la cota $\nabla \approx + 46,25$.
8. Tesados los anclajes se descenderá mediante taludes H:1; V:3 hasta alcanzar el N.M.E sito aproximadamente a la cota $\nabla \approx + 42,80$, continuando en todo el frente con el muro descendente por bataches de una anchura de hormigón de 3,00 metros y una altura de unos 2,90 metros uno si, dos no y realizados a matajunta con respecto de la fila superior de forma que nunca se descalce completamente un batache superior con su ZAPATA DE MURO incluida empotrada en ROCA alternante moderadamente sana en grado III a alterada en grado IV con una tensión máxima admisible de 2,00 Kp/cm².

➤ EXCAVACION FRENTE CD

Tal y como se comprueba en los cálculos realizados (véase anexo V Estabilidad de taludes), existe la posibilidad, al disponer de suficiente espacio, de ataluzar todo el desnivel del terreno mediante taludes H:1;V:2 con la introducción de una berma intermedia a cota aproximada $\nabla \approx +50,00$.

Los cálculo de estabilidad nos proporcionan un coeficiente de seguridad de F.S. = 1,34 en el peor de los casos.

No obstante dado que:

1.- Se ha localizado, puntualmente eso sí, pequeños tramos de 5-10 cm de roca alterada relativamente blanda con un incremento de la humedad del terreno a una cota muy cercana al pie del talud a realizar y a que

2.- La transición con la modalidad constructiva del frente BC mediante bataches anclados desde el sector A'BC, y en el encuentro entre ambas modalidades de excavación generaría un corte vertical del orden de 9 metros de altura que no consideramos conveniente,

Recomendamos continuar con el proceso constructivo del frente A'BC mediante la ejecución de desmonte del orden de cinco metros hasta la cota $\nabla \approx +50,00$ y la continuación hasta alcanzar la cota inferior de solera mediante muro por bataches anclados con anclajes provisionales de 45 Tn.

➤ EXCAVACION FRENTE EA

Las excavaciones del este frente varían entre los cuatro metros y un metro hacia el extremo en las inmediaciones del punto E.

Dado que el buzamiento de la estratificación está orientado hacia la excavación a realizar, se recomienda que la excavación se realice siguiendo el propio buzamiento de la roca alterada con un ángulo que puede variar entre los 55 a las 65° en función de los datos recopilados de las calicatas C-6 y C-8.

En el área circundante a la calicata C-7, en la que se han detectado rellenos puntuales con un espesor de 3 metros, se continuará con esta misma pendiente ya que dichos materiales de relleno se encontraban elevadamente compactados.

➤ EXCAVACION FRENTE FG

Sin que a la hora de definirse este estudio geotécnico esté completamente definida la cota de implantación de la superficie deportiva que se pretende realizar en el extemo Noroeste de la parcela, las excavaciones que pudieran ser del orden de seis metros, podrán ejecutarse median taludes H:1; V:2 a H:1; V:3 dado que en esta orientación, de la misma forma forma que en el frente AA', no se generará ningún tipo de inestabilidad y la consistencia del terreno en grado IV a IV-III es indudable tal y como lo demuestran las excavaciones ejecutadas en áreas muy próximas y que se mantienen verticales con la protección de muros de recubrimiento.

PARAMETROS DEL TRASDOS DE MURO

A efectos del cálculo de los empujes que se generarán en el trasdos de los muros realizados, se considerarán los siguientes parámetros del terreno natural y los rellenos empleados:

TERRENO TRASDOS	Angulo de rozamiento	Cohesión Efectiva	Densidad
PARAMETROS consolidado y drenado			
RELLENOS	$\phi' = 30^\circ$	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\gamma = 2,00 \text{ Tn/m}^3$
ROCA ALTERADA EN GRADO IV	$\phi' = 20^\circ$	$C' = 3,50 \text{ Tn/m}^2$	$\gamma = 1,90 \text{ Tn/m}^3$

EXPLANACIONES

En el extremo Sureste y debido a actuaciones de los antiguos propietarios sobre el terreno, se procedió a realizar excavaciones en el terreno que en el extremo del edificio se encuentra bajo la cota de solera, por lo que en ese extremo será necesario proceder al acopio de material para alcanzar las cotas inferiores de solera.

Antes de proceder al relleno se eliminará la primera capa de tierra vegetal o terreno natural muy alterado; el material a emplear para el relleno deberá cumplir con los requisitos de suelo seleccionado, es decir que carecerán de elementos de tamaño superior a los 10 cm, con un porcentaje de finos inferior al 25 % en peso; además su límite líquido será menor de 30 y su índice de plasticidad menor de 10 y con menos de 0,2 % de materia orgánica.

Este material se extenderá por tongadas uniformes y compactadas con un espesor máximo de 50 cm.

CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO

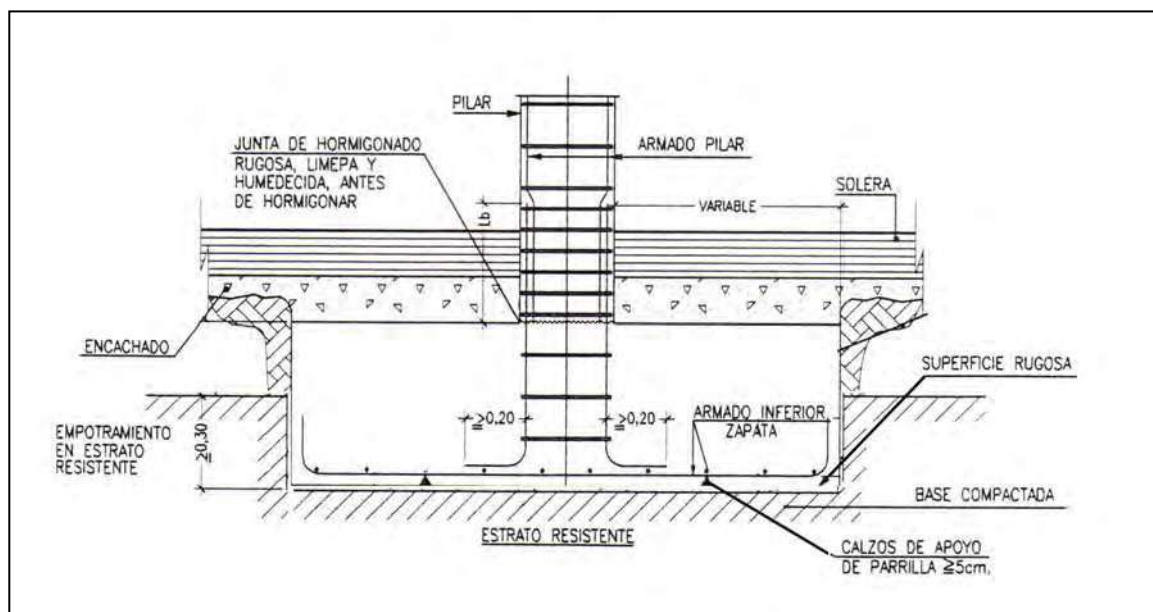
CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE ZAPATAS CORRIDAS Y AISLADAS SOBRE ROCA ALTERNANTE METEORIZADA EN GRADO IV Y MODERADAMENTE SANA EN GRADO III.

Tal y como puede verse en los cortes estratigráficos (Anexo III) y se ha descrito en el capítulo 1.4 descripción e identificación del terreno, el substrato natural está compuesto por roca meteorizada en grado IV que apartir de los 4 a 6 metros de profundidad va incorporando niveles de entre 25 a 50 cm de espesor de roca moderadamente sana en grado III-III.

Por tanto a cota inferior de zapatas, se localizará este bandeado alternante de roca en diferentes grados de alteración y por tanto de dureza; para evitar que se produzcan asientos diferenciales entre zapatas interiores de la edificación recomendamos una rebaja de la tensión de trabajo de las mismas.

La cimentación se realizará por tanto mediante zapatas superficiales corridas o aisladas empotradas todo su canto en roca moderadamente sana y/o alterada en grado IV con una tensión admisible de:

$$\sigma_{adm} = 2,00 \text{ Kp/cm}^2$$



GRUA: TENSION ADMISIBLE

La instalación de la Grúa se realizará empotrando todo su canto en la capa de roca alterada con una tensión admisible de:

$$q_{adm} = 2,00 \text{ Kp/cm}^2$$

PERMEABILIDAD

- La solera se dispondrá de forma mayoritaria sobre roca alterada o moderadamente sana que está formada tanto por areniscas como por margas y margocalizas por lo que la permeabilidad de estos materiales es muy diversa pudiendo el agua filtrarse entre los diferentes planos de la roca.

K roca alterada = entre 10^{-2} y $1 \cdot 10^{-4}$ cm/seg

VALORES DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD
(Jiménez Salas et al 1975)

TIPO DE SUELO	(cm/s)	NOTAS
Gravas	>1	
Arenas gruesas	$1-10^{-1}$	
Arenas medias	$10^{-1} - 10^{-2}$	Se puede drenar mediante bombeo
Arenas finas	$10^{-2} - 10^{-3}$	
Arenas limosas	$10^{-3} - 10^{-4}$	Drenaje muy escaso
Turba	$3,8 \times 10^{-3} - 10^{-7}$	
Limos, arcillas meteorizadas ..	$10^{-4} - 10^{-7}$	
Muestras inalteradas de limos arcillas yesíferas de la auto- pista Zaragoza-Alfajarín	$1,5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-4}$	
Terraplén compactado impermea- ble	$10^{-6} - 10^{-8}$	Prácticamente imper- meable
Arcillas no meteorizadas	$10^{-7} - 10^{-9}$	

COEFICIENTE DE BALASTO K_{30}

El módulo de balasto, coeficiente de Balasto o coeficiente de reacción del terreno **K** se define como el cociente entre la presión vertical aplicada sobre un determinado punto de un cimiento directo y el asiento, *s*, experimentado por dicho punto y su expresión es la siguiente:

$$K_s = \Delta p / \Delta s$$

Siendo:

K_s = Coeficiente de balasto en donde “s” corresponde con el diámetro en cm de la placa utilizada.

Δp = es el intervalo seleccionado de presiones de contacto aplicadas.

Δs = es el incremento del asiento debido al intervalo de presiones considerado, incluyendo los asientos por fluencia.

La estimación del módulo de balasto podrá realizarse:

1. A partir de ensayos de carga con placa, recomendándose emplear placas de diámetro equivalente igual o superior a los 60 cm.
2. A partir de la determinación de los parámetros de deformabilidad representativos del terreno bajo la zona de influencia de la cimentación, ya sea mediante ensayos “in situ” o de laboratorio, y el posterior cálculo geotécnico de asientos.

Debido a que no se han efectuado ensayos de placa de carga proporcionamos un valor basado en las tablas del DB-SEC

Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto, K_{30}

Tipo de suelo	K_{30} (MN/m ³)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa compacta	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

El coeficiente de balasto dependerá del tipo de terreno que aflorará a cota de máxima excavación, variando entre roca sana, meteorizada, y arcillas ocre moderadamente compactas.

Roca meteorizada en grado IV:

$$K_{30} = 60 \text{ MN/m}^3$$

Roca moderadamente sana:

$$K_{30} = 300 \text{ MN/m}^3$$

CLASE DE EXPOSICION AMBIENTAL

El terreno en contacto con los encepados, muros y solera de la cimentación, estará compuesto de roca sana, moderadamente sana o alterada. Se han realizado dos ensayos de agresividad sobre estos materiales.

Los resultados de los ensayos de agresividad indican la ausencia de agresividad en las muestras del terreno.

MUESTRAS DE TERRENO

S-1 Muestra Inalterada de 4,00 a 4,60. → NO AGRESIVO.

S-3 Muestra Inalterada de 5,80 a 6,40. → NO AGRESIVO.

Se recomienda utilizar hormigón **HA-25B/20/Ila**.

- Clase General de exposición según la EHE: **Ila**
- Clase Específica de exposición según la EHE: **ninguna**
- Tipo de ambiente: **Ila**

La relación máxima agua-cemento será de: $a/c = 0,60$

Dosificación mínima de cemento: 275 Kg/m^3

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE

La aceleración sísmica de cálculo, a_c , se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

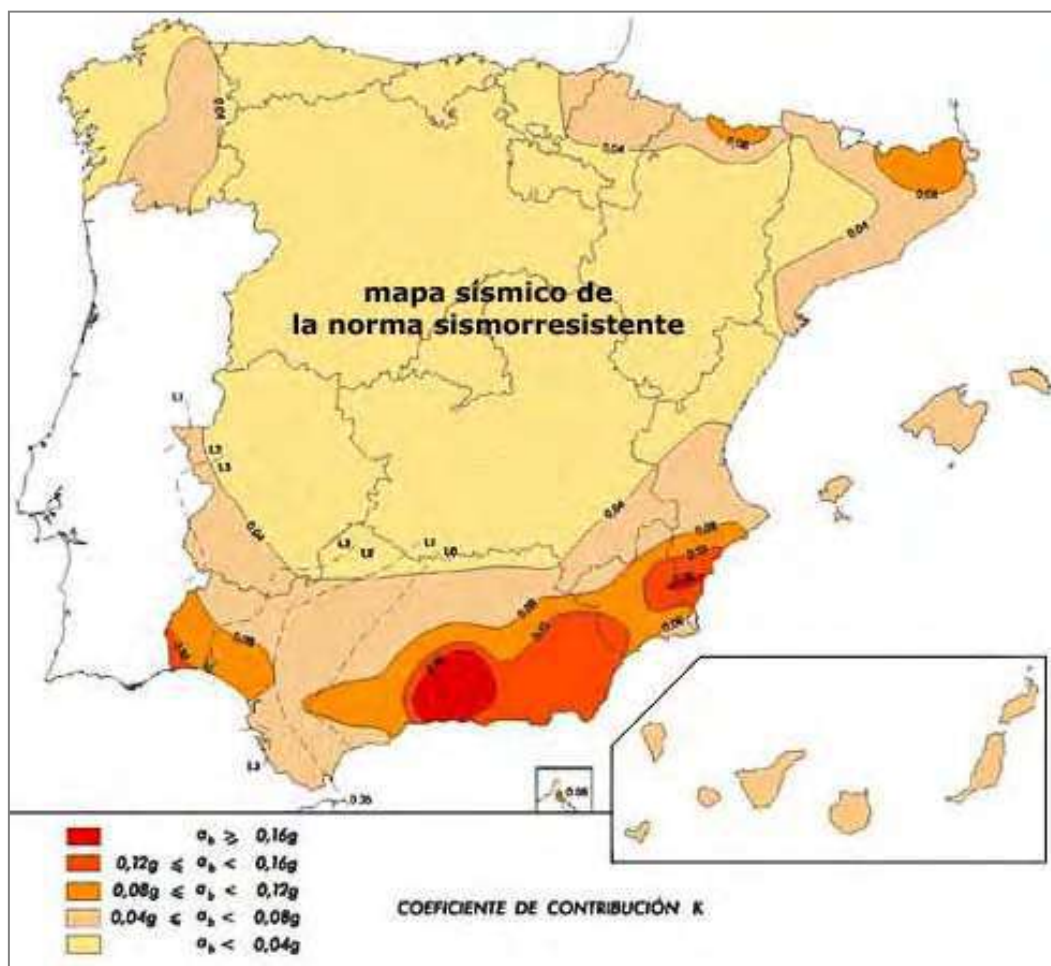
Donde:

a_b = aceleración sísmica básica

ρ = coeficiente adimensional de riesgo, que es $\rho = 1,0 \Rightarrow$ edificios de importancia normal

$\rho = 1,3 \Rightarrow$ edificios de importancia especial

S = Coeficiente de amplificación del terreno. Para $0,4 g \leq \rho \cdot g \Rightarrow S = 1,0$



Según la Norma de construcción sismorresistente NCSE la zona de edificación se encuentra en una región con aceleración sísmica básica $a_b < 0,04g$ siendo la construcción de importancia normal por lo que Norma no es obligatoria de aplicación tal y como se recoge en el apartado 1.2.3. que incluye como excepción en la aplicación:

- “en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a $0,04 g$, siendo g la aceleración de la gravedad”.

Construcción de Importancia Normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

NOTA: Para la redacción del Informe Geotécnico se han tenido en cuenta única y exclusivamente los datos obtenidos de los sondeos y calicatas y suponiendo la continuidad del substrato rocoso moderadamente sano y alterado.

La empresa que realice el proyecto y la ejecución de la obra, podrá realizar los cambios que considere oportunos, siempre de acuerdo con la Dirección Facultativa, independientemente de este Estudio Geotécnico.

Lo que propongo a la Dirección Facultativa para su aprobación, quedando a su disposición para cualquier aclaración o consulta.

En IRUN a 13 de Octubre de 2016



Fdo: Ramón Mª Erauso Larrarte

GEOLOGO

Nº Colegiado 3.541



ANEXO I: CALCULOS EFECTUADOS

CALCULOS EFECTUADOS: TENSIONES ADMISIBLES

Vamos a realizar el cálculo de la capacidad portante de La roca alterada en grado IV que apareciera simultaneada con la roca moderadamente sana en grado III-II, tanto en zapatas aisladas como corridas.

- A. Roca meteorizada en grado IV.
- B. Roca moderadamente sana III-II.

A1. ROCA METEORIZADA. En funcion a datos de Laboratorio.

En función a los datos obtenidos de los ensayo de corte directo efectuados sobre las 3 muestras ensayadas, tomamos una media conservadora.

	Angulo de rozamiento	Cohesión	Densidad
PARAMETROS consolidado y drenado			
ROCA METEORIZADA IV	$\phi' = 21^\circ$	$C' = 4,0 \text{ Tn/m}^2$	$\gamma = 1,90 \text{ Tn/m}^3$

$$q_h = [1 + (B/L) \cdot (N_q / N_c)] C \cdot N_c + [1 + 1,5(B/L) \cdot \text{tg}(\phi')] \gamma \cdot D \cdot N_q + 1/2 [1 - 0,3(B/L) B_\gamma \cdot N_\gamma]$$

Considerando:

$B = 1$ metro

$L = 26$ metros y despreciando el tercer término

$$q_h = 1 \cdot 4 \cdot 15,82 + 1 \cdot 1,9 \cdot 0,6 \cdot 6,40 = 63,28 + 3,46 = 66,74 \text{ Tn/m}^2$$

Aplicando el factor de Seguridad:

$$q_{adm} = 66,74 / 3 = 22,24 \approx \mathbf{2,25 \text{ Kp/cm}^2}$$

A2. ROCA METEORIZADA. En funcion a datos de Campo.

Dado que los valores de campo con el Vane Tester proporcionaban en casi toda la contituidad del testigo valores de cohesión sin consolidar y sin drenaje de $C_u > 15 \text{ Tn/m}^2$.

Si introducimos en las formulaciones una media de $C_u = 15 \text{ Tn/m}^2$ en la fórmula de Terzaghi en el caso conservador del método $\varphi = 0$ para ZAPATA CORRIDA tenemos que:

$$q_h = C \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q$$

Despreciando el tercer término, obtenemos:

$$q_h = 15 \cdot 5,14 + 1,9 \cdot 0,6 \cdot 1 = 78,24 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_{adm} = 78,24 / 3 = 26,08 \text{ Tn/m}^2 \approx \mathbf{2,5 \text{ Kp/cm}^2}$$

Dado que estos niveles van a coexistir con niveles de roca moderadamente sana se igualará la tensión admisible de todo el paquete de roca hasta una tensión admisible general de:

$$q_{adm} = 2,00 \text{ Kp/cm}^2$$

B. ROCA MODERADAMENTE SANA. En funcion a datos de Campo.

Dado que la cimentación va a efectuarse sobre, al menos, roca sana o en grado de alteración III-II utilizaremos el método de cálculo del Documento Básico SE-C que permite determinar la presión admisible de servicio mediante la expresión:

$$q_d = K_{sp} \cdot q_u$$

siendo q_u una media de los valores de rotura a compresión simple registrados en laboratorio o en su defecto de su correlación obtenida de la realización de ensayos de esclerómetro L.

Tomaremos una $q_u = 50 \text{ Kp/cm}^2$

Esta expresión que lleva incorporado un coeficiente de seguridad de 3 y siendo K_{sp}



$K_{sp} = (3 + s/B) / (10 \sqrt{1 + 300 \cdot a/s})$ de donde siendo

$s = 0,3 \text{ m}$

$a/s = 0,02$

$K_{sp} = 0,119$ de donde:

$q_d = K_{sp} \cdot q_u = 0,119 \cdot 50 = 5,95 \approx$ Se tomarán 5 Kp/cm^2

$$q_{adm} = 5,00 \text{ Kp/cm}^2$$

ASIENTOS ADMISIBLES ROCA SANA - METEORIZADA

Una vez alcanzado el nivel de la máxima excavación, con la roca buzando del orden de 45°, encontraremos que la cimentación superficial se empotrará en una alternancia de roca en grado IV y grado III-II constituida como se ha comentado por areniscas, margas y margocalizas; con el reparto de cargas entre los niveles de potencias del orden de 25 a 50 cm y la reducción de la tensión sobre los niveles más alterados llegamos a la conclusión de que el efecto de los posibles asientos puede considerarse prácticamente despreciable.

CALCULOS EFECTUADOS:

Se calculará el caso más desfavorable que pudieramos plantear de un posible asiento que se generaría en la cimentación de la edificación en la suposición de que se resolviera la cimentación mediante zapatas empotradas en roca meteorizada en unos casos y sobre roca moderadamente sana en otras y considerando que el caso se diera en zapatas contiguas.

Tomando valores por debajo de la media de las cohesiones sin consolidar y sin drenaje obtenidos de la capa de roca alterada en grado V, calculamos el módulo de deformación edométrica que se utilizará en el proceso de cálculo de los asientos:

Consideraremos en este caso $E_m = 750.C_u$

Tomando unos valores conservadores de $C_u = 12 \text{ Tn/m}^2$

De donde:

$$E_m = 750.1,2 = 900 \text{ Kp/cm}^2$$

Como el coeficiente de compresibilidad volumétrica se deduce del Módulo edométrico:

$M_v = 1/E_m$ tenemos que:

$$M_v = 1/900 = 1,11.10^{-3}$$

De donde según la expresión: $\Delta h = h \cdot \Delta p \cdot m_v$ obtenemos el asiento que se producirá con el incremento de carga:

Siendo:

B = ancho de Zapata corrida = 1 m (estimado)

Δh = asiento en cm

h = espesor de la capa compresible en cm (profundidad tal que el incremento de presión sea menor al 10% de la presión vertical neta transmitida por la cimentación)

Δp = incremento de carga = 2,0 Kp/cm²

Este espesor de capa compresible “h” (Z) lo estableceremos en 2 metros contemplando que la roca meteorizada posea esta potencia hasta la aparición de un banco de roca moderadamente sana.

$$\Delta h = h \cdot \Delta p \cdot m_v = 200 \cdot 2,0 \cdot 1,11.10^{-3} = 0,444 \text{ cm}$$

ASIENTO DIFERENCIAL

Consideramos el asiento diferencial que pudiera producirse entre una zapata cuadrada del sector central junto con una capa de roca en grado IV, con otra situada a una distancia de 5 metros cimentada sobre roca moderadamente sana.

Valor límite basado en la distorsión angular:

Estructuras isostáticas : $1/300 = 0,00333$

Considerando una distancia de 5 metros de longitud entre el pilar más próximo a la zapata que más asienta, con un asiento diferencial de 0,44 cm, tenemos que:

$$0,44/500 = 0,000888 < 1/300 \text{ LUEGO EL ASIENTO SERIA ADMISIBLE}$$

CALCULO DE EMPUJES

Calculamos los Empujes del terreno en el frente AB, el más desfavorable dado el escaso espacio disponible y el mayor desnivel en la excavación a ejecutar.

Vamos a considerar el caso más desfavorable del frente suponiendo una sobrecarga de cinco metros sobre la cota desde la que se pretende comenzar a ejecutar el muro.

Los parámetros que se tienen en cuenta para el cálculo son los siguientes:

SOBRECARGAS

El talud de 5 metros del FRENTE ABC: $9,5 \text{ Tn/m}^2$

PARÁMETROS DEL TRASDOS DEL MURO:

1.- ROCA METEORIZADA EN GRADO IV

$\varphi = 20^\circ$ (ángulo de fricción interna)

$C = 3,5 \text{ Tn/m}^2$ (cohesión)

$\gamma = 1,90 \text{ Tn/m}^3$ (densidad)

$K_a = 0,49$

De donde obtenemos los siguientes empujes:

EMPUJE ACTIVO

$$P_{\nabla 50,00} = 5.1,90 = 9,50 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_1 = P_1.K_a - 2.C.\sqrt{K_a} = 12.0,49 - 2.3,5.\sqrt{0,49} = \mathbf{0,98 \text{ Tn/m}^2}$$

$$P_{\nabla 42,00} = P_1 + 8.1,90 = 9,50 + 15,20 = 24,70 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_2 = P_2.K_a - 2.C.\sqrt{K_a} = 24,70.0,49 - 2.3,5.\sqrt{0,49} = \mathbf{7,20 \text{ Tn/m}^2}$$

EMPUJE PASIVO

Cota inferior de zapata $\approx +42,00$

$$P_{q2} = P.K_p + 2.C.\sqrt{K_p} = 0,6.1,90.2,04 + 2.3,5.\sqrt{2,04} = \mathbf{12,33 \text{ Tn/m}^2}$$

Superior al Empuje activo

De donde calculamos:

$$\mathbf{S_1 = (0,98 + 7,20). 8 / 2 = 32,72 \text{ Tn/ml}}$$

La distancia a la que se produce este empuje es:

$$\mathbf{d_1 = 2,993 \text{ m} - \nabla \approx +45,00}$$

CALCULO DE ANCLAJES PROVISIONALES. FRENTE ABC

Considerando un empuje global de 32,72 Tn/ml y repartiendo el empuje entre los 8 metros de muro, tenemos que:

$$Q = 32,72 / 8 = 4,09 \text{ Tn/m}^2, \text{ de donde:}$$

Considerando bataches de 3 metros de anchura por 2,50 de alto y la introducción de los anclajes con 30° de inclinación, tenemos que:

$$\text{Anclaje} = (4,09 \times 3,00 \times 2,50 \times 1,30) / \cos 30^\circ = 46,05 \text{ Tn}$$

ANCLAJE PROVISIONAL DE 45 Tn (3 cables de acero superestabilizado de 0,6") espaciados 3,00 metros.

La longitud del bulbo de los anclajes serán dimensionados por la empresa especialista que realice los trabajos considerando los parámetros del terreno definidos y teniendo en cuenta la intercalación de niveles de roca en grado III que se presenta de forma alternante.



ANEXO II: PLANO DE SITUACIÓN DE SONDEOS Y CALICATAS



PLANO DE SITUACION CALICATAS-SONDEOS


OBRA: A.U.01.2 RODIL

LOCALIDAD: DONOSTIA

Escala: 1/400

LEYENDA

 CALICATAS

 SONDEOS

 DIRECCION DE BUZAMIENTO

 BLOQUES DE VIVIENDAS Y GARAJES

 ZONA DEPORTIVA



ANEXO III CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE LOS SONDEOS Y CALICATAS



ANEXO III.1.- CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE LOS SONDEOS

CLIENTE:

PROYECTO: **BLOQUES DE VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL**

SITUACION: **DONOSTIA (GIPUZKOA)**

SONDEO Nº: **1**

COTA SONDEO: **+47,98**

FECHA: **08/08/16**

OBSERVACIONES:

Ø (mm)	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN	R.Q.D. (%)	DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Ensayos "in situ"		TOMA DE MUESTRAS				ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
								Vane test (Cu = Tr/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kp/cm²)	Inalterada	S.P.T.	Parafinada	Agua	Humedad Densidad		Granulometría (% retenido)					Límites Atterberg			C. Simple	Corte Directo C.D		Análisis químico			Clasificación USCS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
														W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arena (0,08 a 2 mm)		Grava (2 a 60 mm)	Bloq. (>60 mm)	LL	LP		IP	φ (°)	C (Tr/m²)	Baumman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)		Materia orgánica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										Humedad (%)	D. seca (g/cm³)							<0,08 mm	Tamiz 0,08 UNE					Tamiz 0,4 UNE								Tamiz 2 UNE	Tamiz 20 UNE	Tamiz 60 UNE	Tamiz 100 UNE	Límite líquido	Límite plástico	L. plasticidad	Sc (Kg/cm³)	A. Rozamiento	Cohesión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0	101	1,20					RELLENO: relleno de material de derribo, tierra arcillosa con escombros y restos de ladrillo.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

CAJAS PORTATESTIGOS SONDEO S-1

CLIENTE:

PROYECTO: **BLOQUES DE VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL**

SITUACION: **DONOSTIA (GIPUZKOA)**

SONDEO Nº: **1**

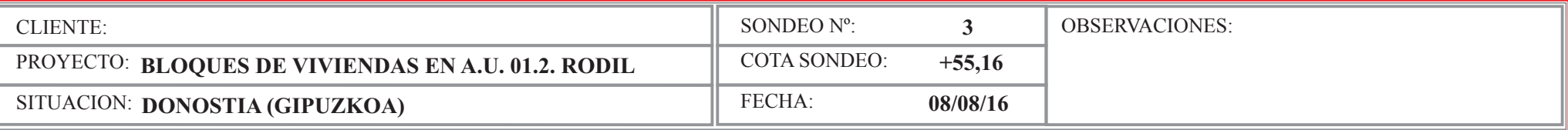
COTA SONDEO: **+51,70**

FECHA: **08/08/16**

OBSERVACIONES:

Ø (mm)	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN	R.Q.D. (%)	DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Ensayos "in situ"		TOMA DE MUESTRAS				ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
								Vane test (Cu = Tn/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kp/cm²)	Inalterada	S.P.T.	Parafinada	Agua	Humedad Densidad			Granulometría (% retenido)				Límites Atterberg			C. Simple	Corte		Análisis químico			Clasificación USCS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
										Golpeo (M)	Golpeo (N)			W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arenas		Grava	Bloq.	LL	LP		IP	φ	C	Bauman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)		Materia orgánica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
																		(Tn/m²)	(Tn/m²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0	101				V IV III II I		ROCA METEORIZADA: Margas, margocalizas y areniscas en grados V-IV e intercalaciones en grado IV en tonalidades ocre, amarillentas y grises en tramos alternos de entre 10 y 30 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

CAJAS PORTATESTIGOS SONDEO S-2



CAJAS PORTATESTIGOS SONDEO S-3



ANEXO III.2.- GRAFICOS DE CALICATAS


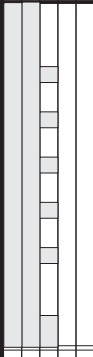


ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:	
PROYECTO:	BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION:	A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	OBSERVACIONES:
CALICATA Nº:	C-1	
COTA:	≈ +56,75	
FECHA:	02/08/16	

FOTOGRAFIAS



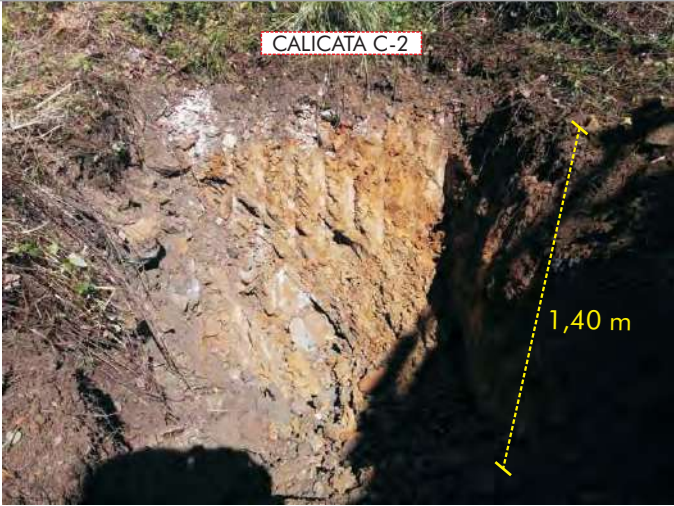
0,00 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN					DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento				Ensayos "in situ"		Tipo de muestra	ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					V	IV	III	II	I		Estratificación (E)	Diaclasado				Vane test (Cu = Tn/m²)		Esclerómetro R.C.S. (Kp/cm²)	Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)				Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
												J ₁	J ₂	J ₃	J ₄						W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arena (0,08 a 2 mm)		Grava (2 a 60 mm)	Bloq. (>60 mm)	LL	LP	IP	Baumman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)		Materia orgánica	USCS	PG-3	Sc (Kg/cm²)	A. Rozamiento	Cohesión	Índice (%)	Hinchamiento (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																									D. seca (g/cm³)	D. aparente (g/cm³)	Tamiz 0,08 UNE																Tamiz 0,4 UNE	Tamiz 2 UNE	Tamiz 20 UNE	Tamiz 60 UNE	Tamiz 100 UNE	Límite líquido	Límite plástico	Límite de fluencia	φ (°)	C (Tn/m²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		1,50					ROCA METEORIZADA: Margocalizas, margas y areniscas en tonos ocre y grises en niveles de entre 25 a 40 cm de potencia, alterados en grado IV a IV-III. La roca buza favorablemente con 40 ° de forma lateral a la excavación. Muy compacto a duro.	43/30 41/15	45/210 40/205	74/119 85/95 59/142 67/129	> 15 > 20 > 20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:	
PROYECTO:	BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION:	A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	OBSERVACIONES:
CALICATA Nº:	C-2	
COTA :	≈ +49,54	
FECHA:	02/08/16	

FOTOGRAFIAS



0,00 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN					DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento				Ensayos "in situ"		Tipo de muestra	ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
					V	IV	III	II	I		Estratificación (E)	Diaclasado				Vane test (Cu = Tn/m²)		Esclerómetro R.C.S. (Kg/cm²)	Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)				Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
												J ₁	J ₂	J ₃	J ₄						W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arena (0,08 a 2 mm)	Grava (2 a 60 mm)	Bloq. (>60 mm)	LL	LP	IP	Baumman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)	Materia orgánica		USCS	PG-3	Sc (Kg/cm²)	φ (°)	C (Tn/m²)	Índice (%)	Hinchamiento (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
																																										A. Rozamiento	Cohesión																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	0,40	0,40								RELLENO: 20 cm de tierra vegetal y relleno de excavación formado por arcillas ocreas con cantos y bolos angulosos de roca meteorizada en grado IV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															




ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:
PROYECTO: BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION: A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	
CALICATA Nº: C-3	
COTA: ≈ +48,50	
FECHA: 02/08/16	OBSERVACIONES:

FOTOGRAFIAS



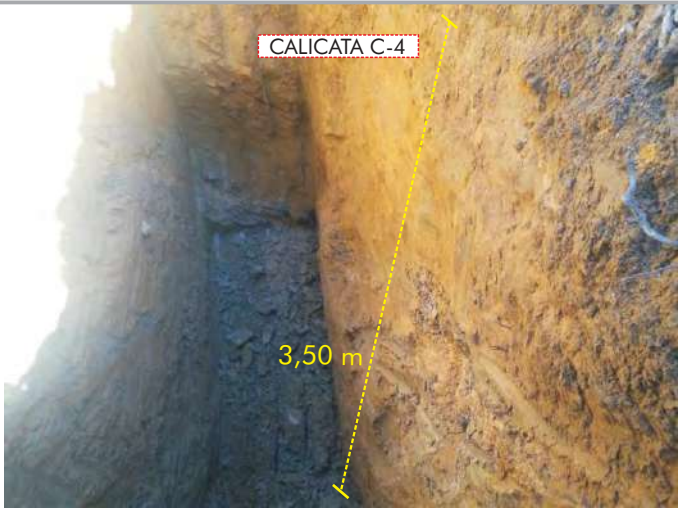
0,00 0,40 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN					DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento				Ensayos “in situ”		Tipo de muestra	ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					V	IV	III	II	I		Diaclassado				Vane test (Cu = Tn/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kg/cm²)		Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)					Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
											J ₁	J ₂	J ₃	J ₄						W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arenas		Grava	Bloq.	LL	LP	IP	Sulfatos	Materia orgánica	USCS		PG-3	Sc	A. Rozamiento	Cohesión	Índice (%)	Hinchamiento (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																								(0,08 a 2 mm)	(2 a 60 mm)																(2 a 60 mm)	(>60 mm)	Φ (°)	C (Tn/m²)	Directo	C.D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		0,40								RELLENO: 20 cm de tierra vegetal y relleno de excavación formado por arcillas ocreas con cantos y bolos angulosos de roca meteorizada en grado IV.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				



ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:
PROYECTO: BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION: A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	
CALICATA Nº: C-4	
COTA: ≈ +52,16	
FECHA: 02/08/16	OBSERVACIONES:

FOTOGRAFIAS



0,00 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN	DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento		Ensayos "in situ"		Tipo de muestra		ENSAYOS DE LABORATORIO																							
							Estratificación (E)	Diaclasado				Vane test (Cu = Tn/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kg/cm²)	Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)				Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.				
								J ₁	J ₂	J ₃	J ₄					W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arena (0,08 a 2 mm)	Grava (2 a 60 mm)	Bloq. (>60 mm)	LL	LP	IP	Baumman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)	Materia orgánica		USCS	PG-3	Sc (Kg/cm²)	A. Rozamiento	Cohesión	Índice (%)	Hinchamiento (%)
																													C							
V	IV	III	II	I																																
0,20	0,20					TIERRA VEGETAL: 20 cm de tierra vegetal.																														
1,20	1,20					ROCA METEORIZADA: Margocalizas, margas y areniscas en tonos ocre y en niveles de entre 15 a 35 cm de potencia, en grado V. La roca buza favorablemente entre 30 y 50 ° en sentido contrario a la excavación.	32/18																													
1,60						Compacto a muy compacto.																														
2,30						ROCA METEORIZADA: Margocalizas, margas, areniscas y calizas arenosas en tonos ocre y grises y en niveles de entre 15 a 35 cm de potencia, en grado V-IV a IV-III. La roca buza favorablemente con 50 ° de forma lateral a la excavación.																														
3,50						Compacto a muy compacto.																														
5,00																																				

RAMON M^º ERAUSO LARRARTE - GEOLOGO - Nº Colegiado 3.451 Plaza Juan Wollmer, 18 - 4º B 20304 IRUN C.I.F.: 15252718S T.M. 651 702521 Tel/Fax: 943 632067 E-mail: rerauso@gmail.com



ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:	
PROYECTO:	BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION:	A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	OBSERVACIONES:
CALICATA Nº:	C-5	
COTA:	≈ +53,10	
FECHA:	02/08/16	

FOTOGRAFIAS



0,00 0,30 0,50 0,60 1,00 1,50 2,00 2,50 2,70 3,00 3,50 3,70 4,00 4,50 5,00	PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN					DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento				Ensayos "in situ"		Tipo de muestra	ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
					V	IV	III	II	I		Diaclasado				Vane test (Cu = Tn/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kp/cm²)		Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)				Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
											J ₁	J ₂	J ₃	J ₄						W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arenas		Grava	Bloq.	LL	LP	IP	Sulfatos	Materia orgánica		USCS	PG-3	Sc	A. Rozamiento	Cohesión	Índice	Hinchamiento																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
																								(0,08 a 2 mm)	(2 a 60 mm)																(2 a 60 mm)	(>60 mm)	φ (°)	C (Tn/m²)	(%)	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</



ESTUDIOS GEOTECNICOS

CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:	
PROYECTO:	BLOQUES DE VIVIENDAS	OBSERVACIONES:
SITUACION:	A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	
CALICATA Nº:	C-6	
COTA:	≈ +46,32	
FECHA:	02/08/16	

FOTOGRAFIAS



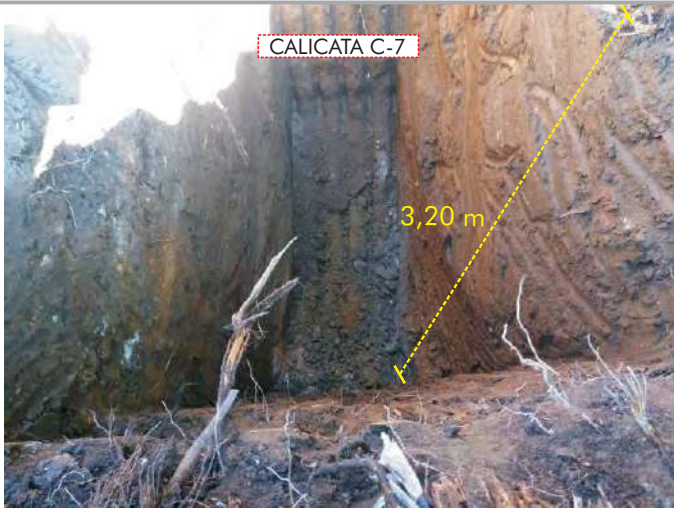
PROFUNDIDAD (metros)	ESPESOR (metros)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	NIVEL FREÁTICO	GRADO DE ALTERACIÓN					DESCRIPCION LITOLÓGICA DEL TERRENO	Dirección de buzamiento				Ensayos "in situ"		Tipo de muestra		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
				V	IV	III	II	I		J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	Vane test (Cu = Tn/m²)	Esclerómetro R.C.S. (Kg/cm²)	Inalterada-Parafinada	Alterada	Humedad Densidad		Granulometría (%pasa)				Límites Atterberg			Análisis químico		Clasificación del suelo		C. Simple	Corte		C.B.R.					
																		W	D.s	D.a	Arcilla Limo	Arena (0,08 a 2 mm)	Grava (2 a 60 mm)	Bloq. (>60 mm)	LL	LP	IP	Baumman Gully (ml/Kg)	Sulfatos (mg/Kg)	Materia orgánica	USCS	PG-3	Sc (Kg/cm²)	Directo	C	Índice (%)	Hinchamiento (%)		
																		D. seca (g/cm³)	D. aparente (g/cm³)	<0,08 mm	Tamiz 0,08 UNE	Tamiz 0,4 UNE	Tamiz 2 UNE	Tamiz 20 UNE	Tamiz 60 UNE	Tamiz 100 UNE	Límite líquido	Límite plástico	L. plasticidad									A. Rozamiento (°)	Cohesión (Tn/m²)
0,00	0,20								TIERRA VEGETAL: 20 cm de tierra vegetal.																														
0,50									ROCA METEORIZADA: Margocalizas y margas en tonos ocre y grises en niveles de entre 20 a 35 cm de potencia, en grado IV. Muy compacto a duro.	55/30 62/27						> 20																							
1,00	1,20														> 20																								
1,50	1,60																																						
1,80	0,20								ROCA MODERADAMENTE SANA: Margocalizas grises en grado III-II.						370																								
2,00																																							
2,50																																							
3,00																																							
3,50																																							
4,00																																							
4,50																																							
5,00																																							



CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:
PROYECTO: BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION: A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	OBSERVACIONES:
CALICATA Nº: C-7	
COTA : ≈ +46,71	
FECHA: 02/08/16	



EJECUCION CALICATA

[illegible]



CLIENTE:	LABORATORIO DE ENSAYOS:
PROYECTO: BLOQUES DE VIVIENDAS	
SITUACION: A.U.01.2 RODIL - DONOSTIA	OBSERVACIONES:
CALICATA Nº: C-8	
COTA : ≈ +48,70	
FECHA: 02/08/16	

EJECUCION CALICATA

[illegible]



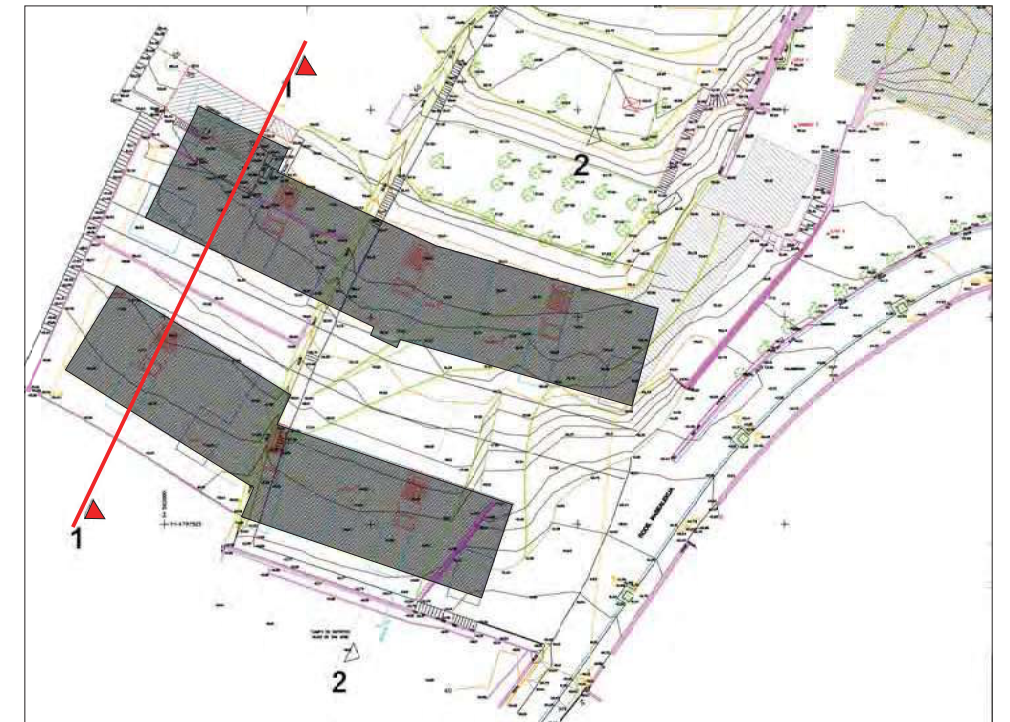
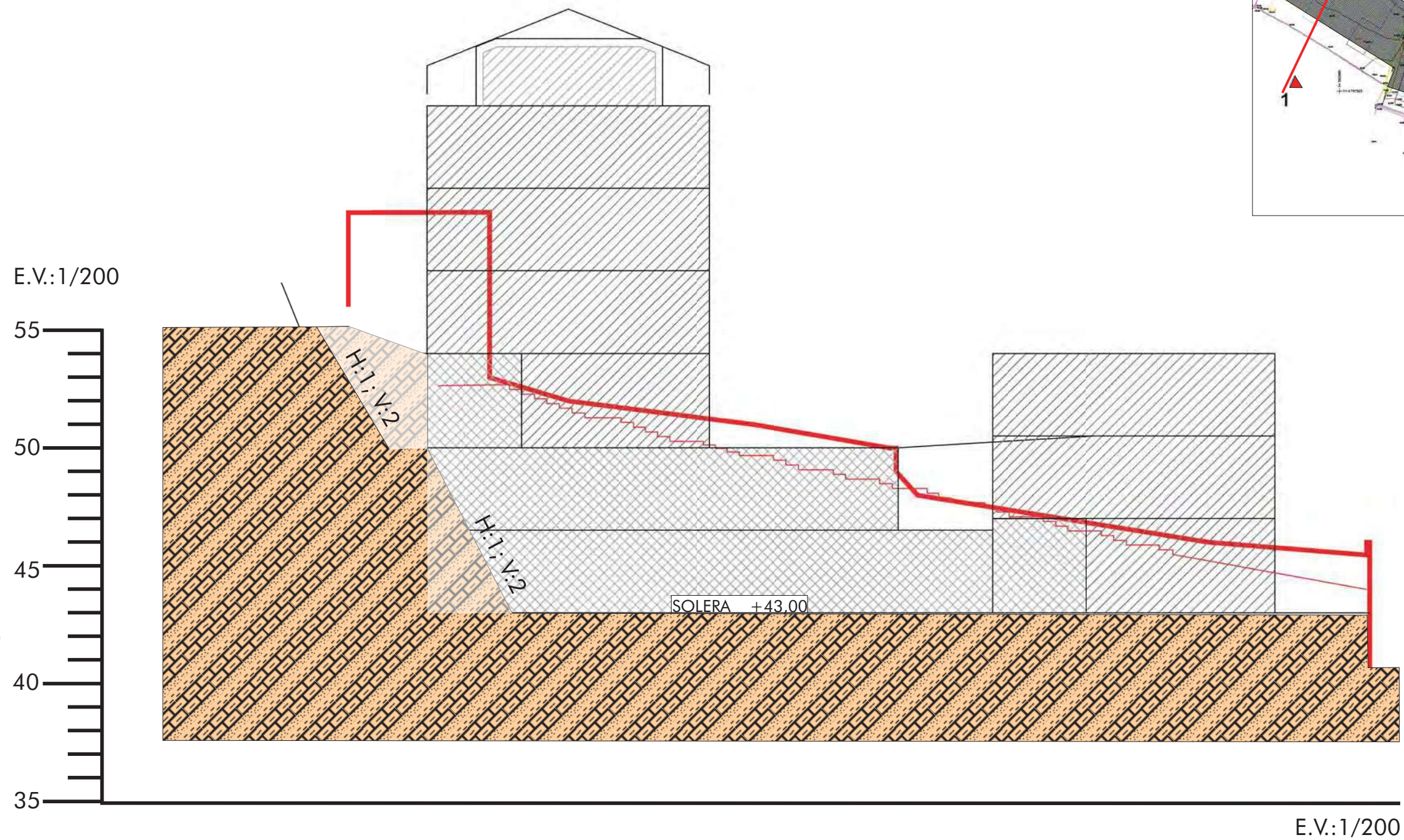
ANEXO IV: SECCIONES DEL TERRENO

SECCION TRANSVERSAL 1

SECCION TRANSVERSAL 2

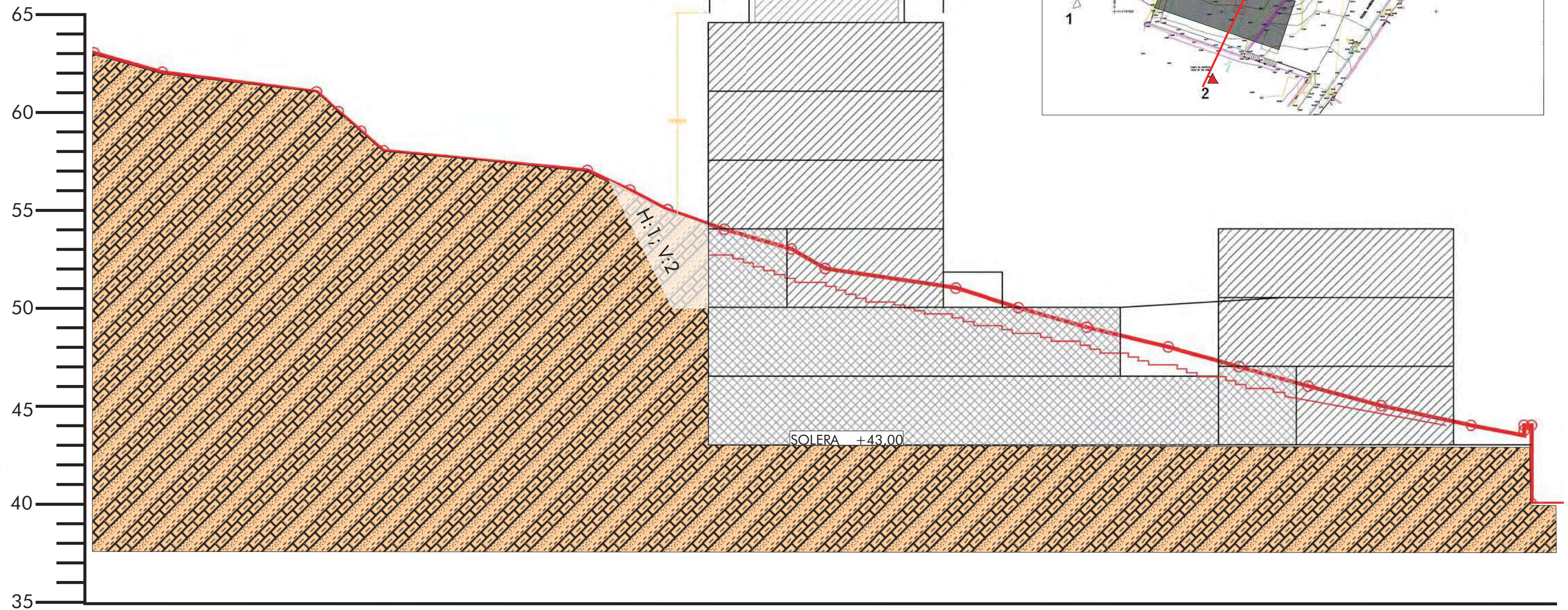
SECCION LONGITUDINAL


PERFIL TRANSVERSAL 1 - 1



PERFIL TRANSVERSAL 1- 1		
OBRA:	VIVIENDAS A.U.01.2 RODIL	
SITUACIÓN:	DONOSTIA	Escala: 1/200
 MARGAS, ARENISCA Y MARGOCALIZA EN GRADOS IV-III		

E.V.:1/200



PERFIL TRANSVERSAL 2 - 2			LEYENDA
OBRA:	VIVIENDAS A.U.01.2 RODIL		 ROCA ALTERNANCIA MARGAS, ARENISCA Y MARGOCALIZA EN GRADOS IV-III
SITUACIÓN:	DONOSTIA	Escala: 1/200	

E.V.:1/200





ANEXO V: ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTABILIDAD DE TALUDES

Para el cálculo de la estabilidad general de los frentes a excavar se han contemplado dos opciones, la primera de ellas es que la roca meteorizada se comportara como una masa rocosa y que los posibles deslizamientos se dieran lugar al desplazamiento de bloques entre los planos de buzamiento y diaclasado.

Si bien en realidad la masa de roca alterada se comportará asemejándose más a una masa de suelo, este tanteo nos indica la posibilidad de que se generen superficies que favorezcan el deslizamiento de la masa de suelo a través de superficies residuales de la roca; por tanto este cálculo solo tendrá una consideración preventiva de considerar superficies de deslizamiento definidas por superficies planas y no circulares.

Ha de especificarse que se observarán superficies de deslizamiento en forma de cuñas que NO han de tomarse al pie de la letra, ello es debido a que el sistema de diaclasado que observamos en la roca afecta únicamente a los niveles frágiles tal como las areniscas, mientras que los niveles más elásticos como margas y margocalizas no presentan estos sistemas de diaclasado; ello, unido al hecho que la separación entre juntas es pequeña (20-30 cm) implica la posibilidad de que se generen pequeños bloques inestables, no implicando en modo alguno la inestabilidad general del talud.

Posteriormente se ha calculado el comportamiento del talud como un suelo en el que no se considera el factor de seguridad que implica los niveles de roca moderadamente sana que buzan en sentido contrario a la excavación y favoreciendo de esta forma su estabilidad.

Dentro de estos cálculos se ha considerado también la ejecución de taludes verticales para poder extrapolar la reacción necesaria para conseguir un factor de seguridad provisional de 1,3 y definir los anclajes necesarios a introducir en aquellos sectores en que es necesario introducir elementos de contención por criterio constructivos.

Describimos en el siguiente croquis los diferentes taludes considerados:



1. ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO

Para el cálculo de la estabilidad del frente rocoso que se formará al excavar el frente denominado AB, se ha utilizado el programa CLU-STAR y los datos obtenidos de las direcciones y buzamientos del macizo rocoso obtenido de las calicatas realizadas.

Los valores recogidos son introducidos posteriormente en un programa de análisis estereográfico de datos denominado Clustar 32 que agrupa los datos recogidos en tres familias principales, cuyos valores presentamos como direcciones de buzamiento.

Estratificación:

43/30 – 41/15 – 49/33 – 47/23 – 45/24 – 33/18 - 53/25 - 35/20 - 44/23 - 55/30 – 55/35

Familia J1:

45/210 – 40/205 – 41/180 – 35/185

Familia J2:

74/119 – 85/95 – 59/142 – 67/129 – 87/93 – 80/120

Adjuntamos los parámetros introducidos en los planos de estratificación y juntas para la realización de los cálculos.

PARAMETROS JUNTAS	ESTRATIFICACION	JUNTAS J1	JUNTAS J2
ANGULO ROZAMIENTO	$\varphi' = 30^\circ$	$\varphi' = 30^\circ$	$\varphi' = 30^\circ$
COHESION	$C' = 1 \text{ Tn/m}^2$	$C' = 0,5 \text{ Tn/m}^2$	$C' = 0,5 \text{ Tn/m}^2$

Los cálculos realizados han proporcionado los siguientes coeficientes de seguridad.

TALUD	Intersección entre planos	Deslizamiento	Talud Estable	Factor de Seguridad F.S.	Talud que anula la inestabilidad. F.S> 1,50
TALUD T 1 FRENTE AB	J2 ∩ J1	Cuña por J1	H:1; V:3	0,86	45°
TALUD T2 FRENTE BC	E ∩ J1 J1 ∩ J2	Cuña por J1 Cuña por J1	H:1; V:2	0,90 1,00	45°
TALUD T3 FRENTE AA'E- FG			H:1; V:3		



RELIEVE ESTRUCTURAL

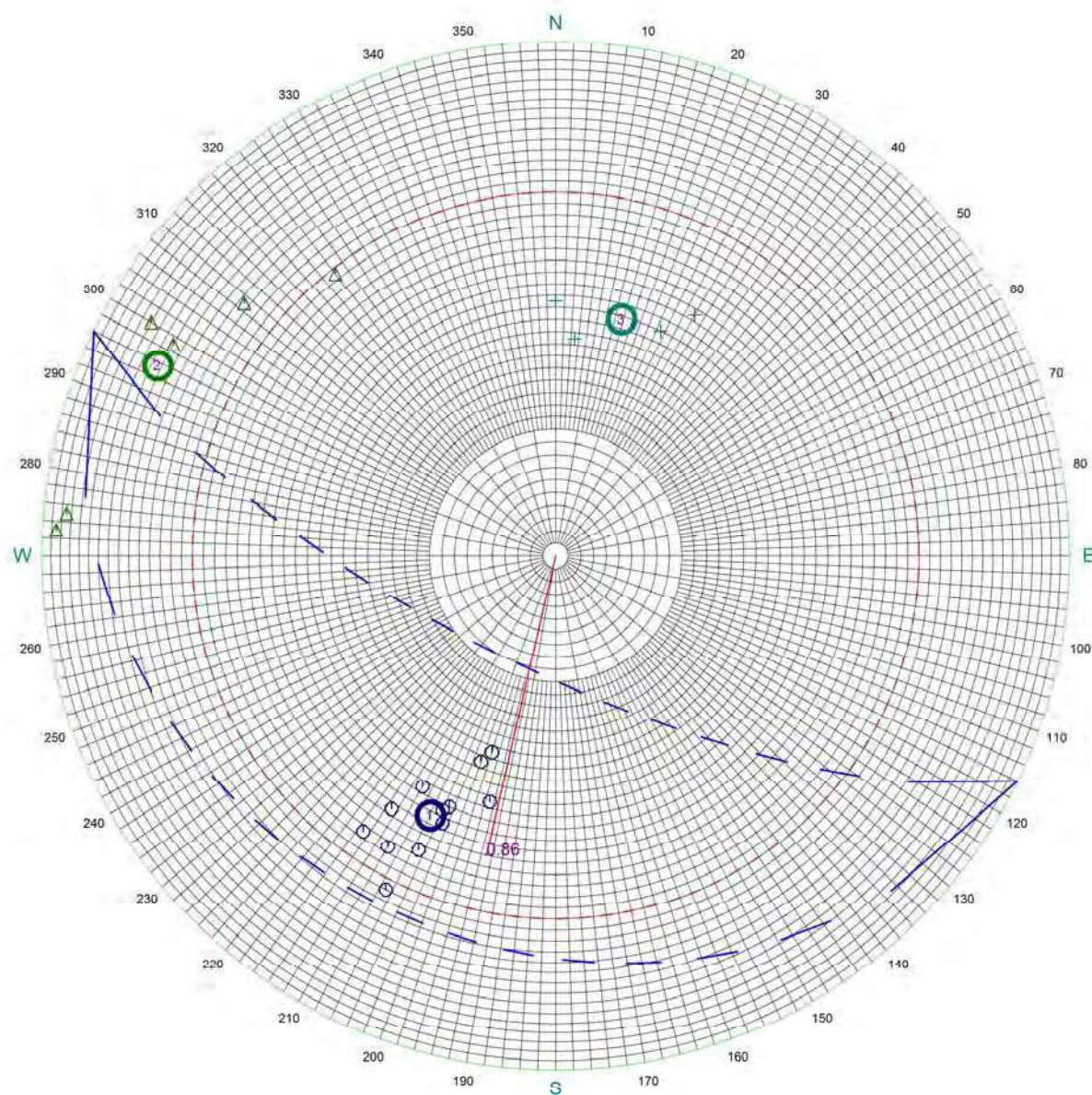
cluster análisis

A.U. 01.2. RODIL

TALUD 21FRENTE EA'A N216°E

TALUD ESTABLE 63

CALCULOS DE ESTABILIDAD



A.U. 01.2. RODIL
TALUD 21FRENTE EA'A N216°E
TALUD ESTABLE 63
CALCULOS DE ESTABILIDAD

GEOMETRÍA DEL FRENTE
Y CONDICIONES DE CARGA

Inclinación frente [°]	72
Inmersión frente [°]	206
Inclinación del plano superior [°]	25
Inmersión del plano superior [°]	206
Cohesión [kN/m²]	5
Angulo de rozamiento [°]	30
Peso del volumen de la roca [kN/m³]	20
Peso del volumen del agua [kN/m³]	0
Altura borde [m]	13
Carga externa [kN]	0
Inclinación carga ext. [°]	0
Dirección carga ext. [°]	0
Resistencia tirante [kN]	0
Inclinación tirante [°]	0
Dirección tirante [°]	0
Distancia t. crack - frente [m]	0
Inclinación t. crack [°]	0
Inmersión t. crack [°]	0
Coefficiente sísmico [-]	0

PARÁMETROS DE LAS FAMILIAS
PRINCIPALES DE DISCONTINUIDADES

N. fam.	Inmers. [°]	Inclinac. [°]	Abertura [mm]	Frecuencia [1/m]	Phi [°]	Cohesión [kN/m²]
1	26.0	47.0	0.0	0.00	30.00	10.00
2	116.0	75.0	0.0	0.00	30.00	5.00
3	196.0	40.0	0.0	0.00	30.00	5.00

FACTORES DE SEGURIDAD
DE LAS CUÑAS A FAVOR DEL PENDIENTE

inm.P1 [°]	inc.P1 [°]	desliz.P1	inm.P2 [°]	inc.P2 [°]	desliz.P2	F.S. [-]	Volumen [m³]
116.0	75.0	NO	196.0	40.0	SI	0.86	2747.77



A.U. 01.2. RODIL
TALUD 2 FRENTE BC N107°E
TALUD ESTABLE 63
CALCULOS DE ESTABILIDAD

GEOMETRÍA DEL FRENTE
Y CONDICIONES DE CARGA

Inclinación frente [°]	63
Inmersión frente [°]	197
Inclinación del plano superior [°]	25
Inmersión del plano superior [°]	197
Cohesión [kN/m²]	5
Angulo de rozamiento [°]	30
Peso del volumen de la roca [kN/m³]	20
Peso del volumen del agua [kN/m³]	0
Altura borde [m]	13
Carga externa [kN]	0
Inclinación carga ext. [°]	0
Dirección carga ext. [°]	0
Resistencia tirante [kN]	0
Inclinación tirante [°]	0
Dirección tirante [°]	0
Distancia t. crack - frente [m]	0
Inclinación t. crack [°]	0
Inmersión t. crack [°]	0
Coefficiente sísmico [-]	0

PARÁMETROS DE LAS FAMILIAS
PRINCIPALES DE DISCONTINUIDADES

N. fam.	Inmers. [°]	Inclinac. [°]	Abertura [mm]	Frecuencia [1/m]	Phi [°]	Cohesión [kN/m²]
1	26.0	47.0	0.0	0.00	30.00	10.00
2	116.0	75.0	0.0	0.00	30.00	5.00
3	196.0	40.0	0.0	0.00	30.00	5.00

FACTORES DE SEGURIDAD
DE LAS CUÑAS A FAVOR DEL PENDIENTE

inm.P1 [°]	inc.P1 [°]	desliz.P1	inm.P2 [°]	inc.P2 [°]	desliz.P2	F.S. [-]	Volumen [m³]
26.0	47.0	NO	196.0	40.0	SI	1.00	3659.70
116.0	75.0	NO	196.0	40.0	SI	0.90	12570.86

RELIEVE ESTRUCTURAL

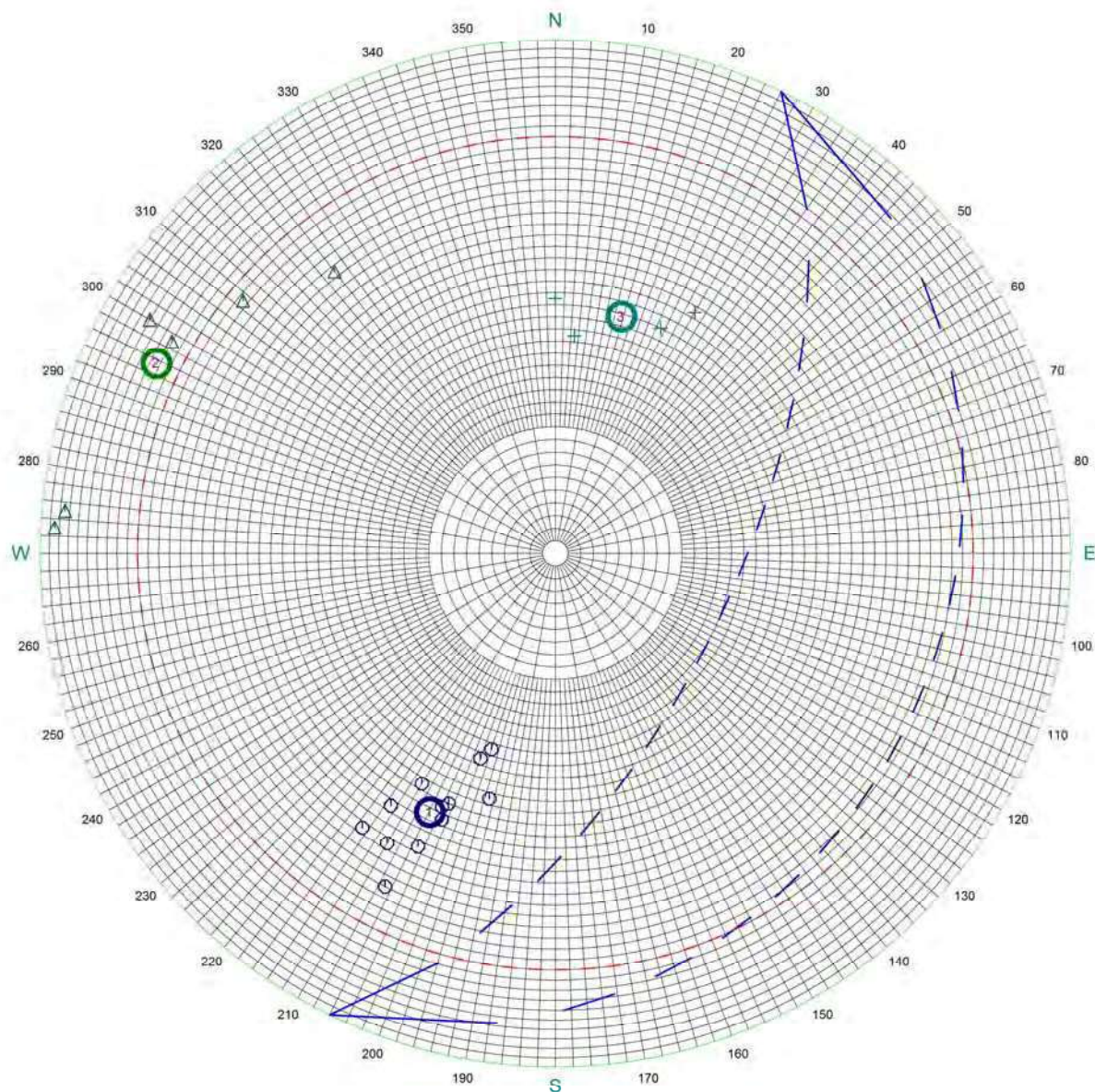
cluster análisis

A.U. 01.2. RODIL

TALUD 3 FRENTE EA'A N23°E

TALUD ESTABLE 63°

CALCULOS DE ESTABILIDAD



A.U. 01.2. RODIL
TALUD 3 FRENTE EA'A N23°E
TALUD ESTABLE 63°
CALCULOS DE ESTABILIDAD

GEOMETRÍA DEL FRENTE
Y CONDICIONES DE CARGA

Inclinación frente [°]	62
Inmersión frente [°]	116
Inclinación del plano superior [°]	25
Inmersión del plano superior [°]	116
Cohesión [kN/m²]	5
Angulo de rozamiento [°]	20
Peso del volumen de la roca [kN/m³]	20
Peso del volumen del agua [kN/m³]	0
Altura borde [m]	7
Carga externa [kN]	0
Inclinación carga ext. [°]	0
Dirección carga ext. [°]	0
Resistencia tirante [kN]	0
Inclinación tirante [°]	0
Dirección tirante [°]	0
Distancia t. crack - frente [m]	0
Inclinación t. crack [°]	0
Inmersión t. crack [°]	0
Coefficiente sísmico [-]	0

PARÁMETROS DE LAS FAMILIAS
PRINCIPALES DE DISCONTINUIDADES

N. fam.	Inmers. [°]	Inclinac. [°]	Abertura [mm]	Frecuencia [1/m]	Phi [°]	Cohesión [kN/m²]
1	26.0	47.0	0.0	0.00	30.00	10.00
2	116.0	75.0	0.0	0.00	30.00	5.00
3	196.0	40.0	0.0	0.00	30.00	5.00

FACTORES DE SEGURIDAD
DE LAS CUÑAS A FAVOR DEL PENDIENTE

inm.P1 [°]	inc.P1 [°]	desliz.P1	inm.P2 [°]	inc.P2 [°]	desliz.P2	F.S. [-]	Volumen [m³]
------------	------------	-----------	------------	------------	-----------	----------	-----------------

2. ESTABILIDAD DEL TALUD COMO SUELO

Para el estudio de la estabilidad del talud a realizar para la ejecución del muro de la edificación en el frente A'AB y FG se adopta el criterio del comportamiento del terreno frente a la excavación como una masa de suelo dando lugar a deslizamientos circulares.

ESTABILIDAD DE CIRCULO DE DESLIZAMIENTO PESIMO

Se considera que habida cuenta de la alteración del macizo rocoso, la posibilidad real es la de producirse un deslizamiento por el pié del talud producido por un deslizamiento rotacional o en “cuchara”.

El programa I.L.A. (Interactive Landslides Analysis) sirve para verificar la estabilidad de pendientes y la proyección de las obras de sustentación con un método de análisis publicado inicialmente por Sarma (1979) y posteriormente modificado por Hoek (1981, 1983, 1987), y basado en la búsqueda de las condiciones de equilibrio límite.

Se considerarán los siguientes parámetros para el relleno del talud obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados, al objeto de reducir los parámetros dado que podamos encontrarlos con rellenos con capacidades inferiores a las ensayadas utilizaremos los parámetros obtenidos de los ensayos realizados sobre la roca alterada en grado V.

PARAMETROS consolidados y con drenaje	Angulo de rozamiento	Cohesión	Densidad
ROCA IV	$\varphi = 20^\circ$	$C = 3,5 \text{ Tn/m}^2$	$\gamma = 1,90 \text{ Tn/m}^3$

TALUD

Los factores de Seguridad obtenidos según el método de SARMA y en los casos más desfavorables, considerando el terreno sin saturación de agua tal y como se encuentra en la realidad:

- TALUD H:1; V:2 - H:1; V:3

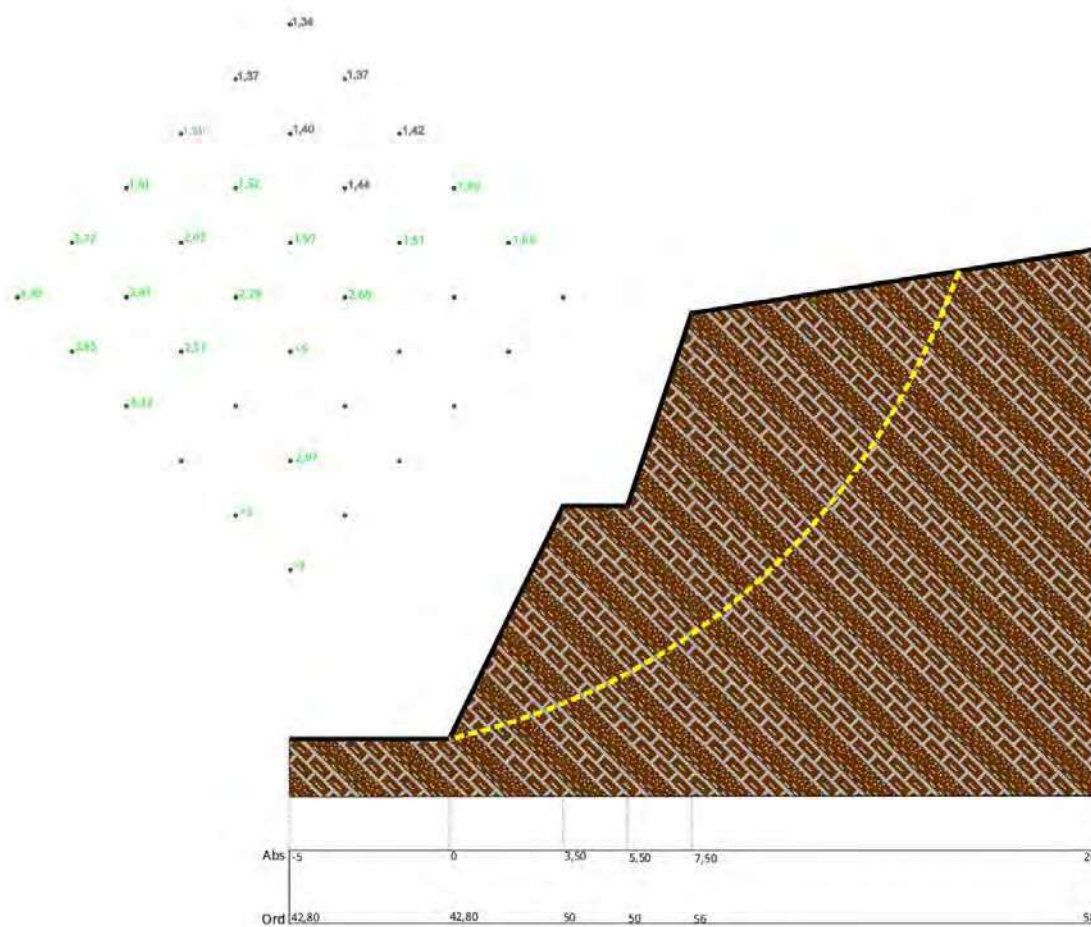
Deslizamiento por el pie: **F.S= 1,34.**

- TALUD VERTICAL

Anclaje 19,06 Tn/ml para un **F.S= 1,30.**

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD
ESTABILIDAD FRENTE 1 A.U. 01.2 RODIL
TALUD H1; V2 - H1;V3

Método: Sarma



VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD
ESTABILIDAD FRENTE 1 A.U. 01.2 RODIL
TALUD H1; V2 - H1;V3

Método: Sarma
PLANO DEL FIRME
PARAMETROS GEOTECNICOS

Angulo de rozamiento [°]	20
Cohesión [kN/m ²]	35
Peso del volumen [kN/m ³]	19

PUNTOS

N. punto	Dist. Progresiva [m]	Cota [m]
1	-5	42.8
2	0.0	42.8
3	3.5	50.0
4	5.5	50.0
5	7.5	56.0
6	20.0	58.0

SUPERFICIE ACUIFERO

Peso del volumen del agua [kN/m ³]	2
--	---

PUNTOS

N. punto	Dist. Progresiva [m]	Cota [m]
1	-5	42.8
2	0.0	42.8
3	3.5	50.0
4	5.5	50.0
5	7.5	56.0
6	20.0	58.0

SUPERFICIES DE DESLIZAMIENTO
TIPOLOGIA SUP. DESLIZAMIENTO: CIRCULARES POR UN PUNTO

DESCRIPCION MALLA DE CENTROS

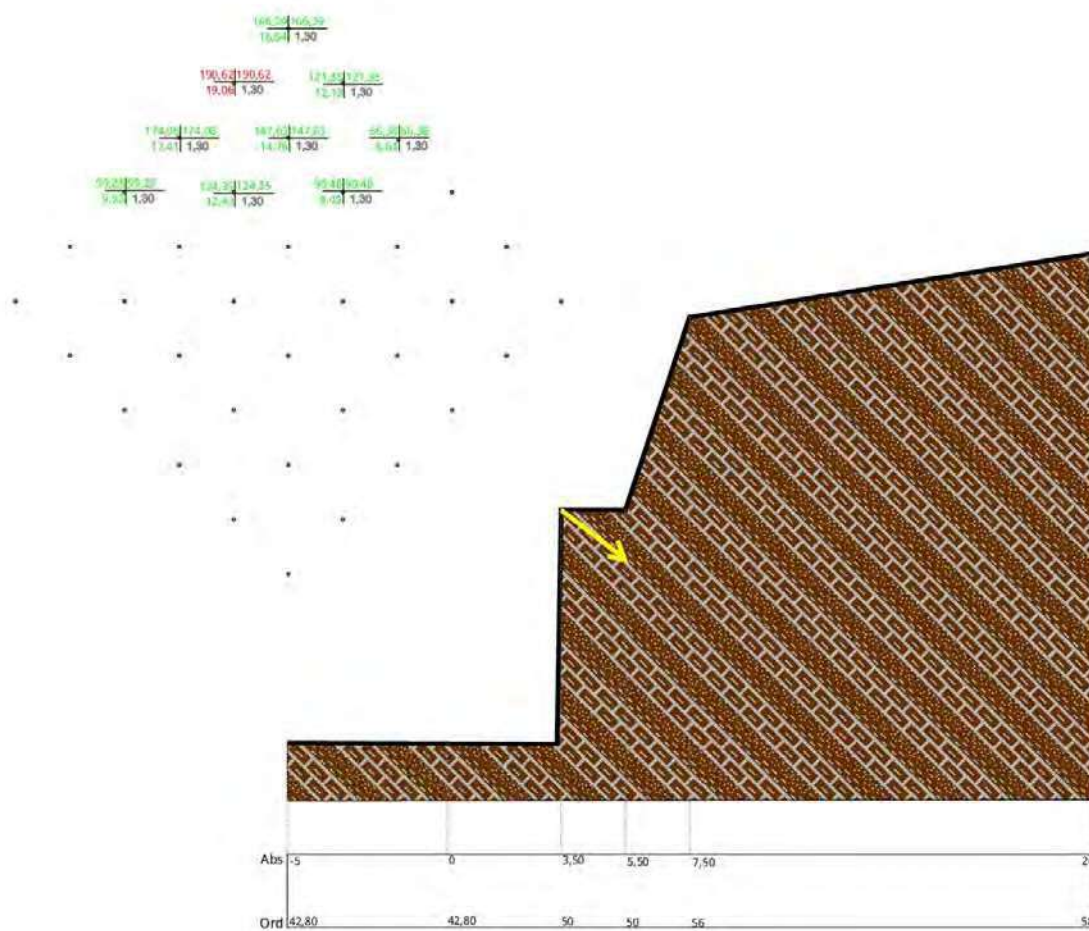
Altura malla [m]	12.0
Anchura malla [m]	12.0
N. centros base	6.0
N. centros lado	6.0
Inclinac. malla [°]	45.0
Abscisa punto de paso [m]	0.0
Ordenada punto de paso [m]	42.8

RESULTADOS DEL CÁLCULO

N.	Abs.	Ord.	FS
1	-5.00	48.00	>5
7	-5.00	50.40	>5
8	-2.60	50.40	2.97
12	7.00	50.40	1.63
13	-5.00	52.80	>5
14	-2.60	52.80	2.66
17	4.60	52.80	1.51
18	7.00	52.80	1.50
19	-5.00	55.20	4.33
20	-2.60	55.20	2.51
21	-.20	55.20	2.28
22	2.20	55.20	1.59
23	4.60	55.20	1.44
24	7.00	55.20	1.42
25	-5.00	57.60	3.65
26	-2.60	57.60	3.47
27	-.20	57.60	2.02
28	2.20	57.60	1.52
29	4.60	57.60	1.40
30	7.00	57.60	1.37
31	-5.00	60.00	3.30
32	-2.60	60.00	3.72
33	-.20	60.00	1.91
34	2.20	60.00	1.50
35	4.60	60.00	1.37
36	7.00	60.00	1.34

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD
ESTABILIDAD FRENTE 1 A.U. 01.2 RODIL
TALUD H1; V2 - H1;V3

Método: Sarma



VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD

ESTABILIDAD FRENTE 1 A.U. 01.2 RODIL TALUD VERTICAL- H1;V3

Método: Sarma

PLANO DEL FIRME PARAMETROS GEOTECNICOS

Angulo de rozamiento [°]	20
Cohesión [kN/m ²]	35
Peso del volumen [kN/m ³]	19

PUNTOS

N. punto	Dist. Progresiva [m]	Cota [m]
1	-5	42.8
2	3.49	42.8
3	3.50	50.0
4	5.50	50.0
5	7.50	56.0
6	20.00	58.0

SUPERFICIE ACUIFERO

Peso del volumen del agua [kN/m ³]	2
--	---

PUNTOS

N. punto	Dist. Progresiva [m]	Cota [m]
1	-5	42.8
2	3.49	42.8
3	3.50	50.0
4	5.50	50.0
5	7.50	56.0
6	20.00	58.0

CARACTERISTICAS DE LA OBRA DE CONTENCIÓN

Dist. Progresiva de la obra [m]	3.5
Pretensionamiento [kN/m]	0.0
Carga de rotura [kN/m]	1000.0
Inclinación reacción [°]	30.0

SUPERFICIES DE DESLIZAMIENTO
TIPOLOGIA SUP. DESLIZAMIENTO: CIRCULARES POR UN PUNTO

DESCRIPCION MALLA DE CENTROS

Altura malla [m]	12.00
Anchura malla [m]	12.00
N. centros base	6.00
N. centros lado	6.00
Inclinac. malla [°]	45.00
Abscisa punto de paso [m]	3.49
Ordenada punto de paso [m]	42.80

RESULTADOS DEL CÁLCULO

N.	Abs.	Ord.	F.N.	R.A.	%	Cond.	FS
12	7.00	50.40	0.00	0.00	0.00	no es necesaria	1.43
17	4.60	52.80	11.32	11.32	1.13	tramo lineal	1.30
18	7.00	52.80	0.00	0.00	0.00	tramo lineal	1.30
21	-.20	55.20	0.00	0.00	0.00	no es necesaria	1.39
22	2.20	55.20	56.41	56.41	5.64	tramo lineal	1.30
23	4.60	55.20	90.48	90.48	9.05	tramo lineal	1.30
24	7.00	55.20	62.38	62.38	6.24	tramo lineal	1.30
26	-2.60	57.60	0.00	0.00	0.00	no es necesaria	1.56
27	-.20	57.60	27.18	27.18	2.72	tramo lineal	1.30
28	2.20	57.60	124.35	124.35	12.43	tramo lineal	1.30
29	4.60	57.60	147.63	147.63	14.76	tramo lineal	1.30
30	7.00	57.60	121.35	121.35	12.14	tramo lineal	1.30
31	-5.00	60.00	0.00	0.00	0.00	no es necesaria	1.84
32	-2.60	60.00	0.00	0.00	0.00	no es necesaria	1.37
33	-.20	60.00	99.28	99.28	9.93	tramo lineal	1.30
34	2.20	60.00	174.08	174.08	17.41	tramo lineal	1.30
35	4.60	60.00	190.62	190.62	19.06	tramo lineal	1.30
36	7.00	60.00	166.39	166.39	16.64	tramo lineal	1.30

LEYENDA

CODIGO	DESCRIPCION
N.	Número superficie
Abs.	Abscisa centro [m]
Ord.	Ordenada centro [m]
F.N.	Fuerza necesaria para estabilizar [kN/m]
R.A.	Reacción efectivamente aplicada [kN/m]
%	Porcentaje de utilización de la obra [%]
Cond.	Condiciones de carga obra de contención
FS	Factor seguridad



ANEXO VI: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO VI: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han recuperado varias muestras de terreno, parte de las cuales han sido enviadas a Laboratorio para su análisis. Reflejamos a continuación las muestras recuperadas llevadas a ensayo en Laboratorio:

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 4-5-6-7. ROCA V

SONDEO S-2 Muestra inalterada de 2,00 a 2,60. Golpeo: 4-5-5-7. ROCA V-IV

SONDEO S-2 Muestra Parafinada de 10,20 a 10,40. ROCA V-IV

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 5-6-8-9. ROCA V

- Agresividad al hormigón
- Limites de Atterberg
- Granulometría

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

- Agresividad al hormigón
- Limites de Atterberg
- Granulometría

DETERMINACIÓN DE CARACTERISTICAS RESISTENTES

SONDEO S-1 Muestra inalterada de 4,00 a 4,60. Golpeo: 5-6-8-9. ROCA V

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-2 Muestra inalterada de 2,00 a 2,60. Golpeo: 4-5-5-7. ROCA V-IV

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-3 Muestra inalterada de 5,80 a 6,40. Golpeo: 3-4-4-6. ROCA V-IV

- Corte Directo consolidado y drenado CD

SONDEO S-2 Muestra Parafinada de 10,20 a 10,40. ROCA V-IV

- Rotura a Compresión Simple



CEPAS
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyGAT (20040925)

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón

MUESTRA: S-1 MI 4,00-4,60

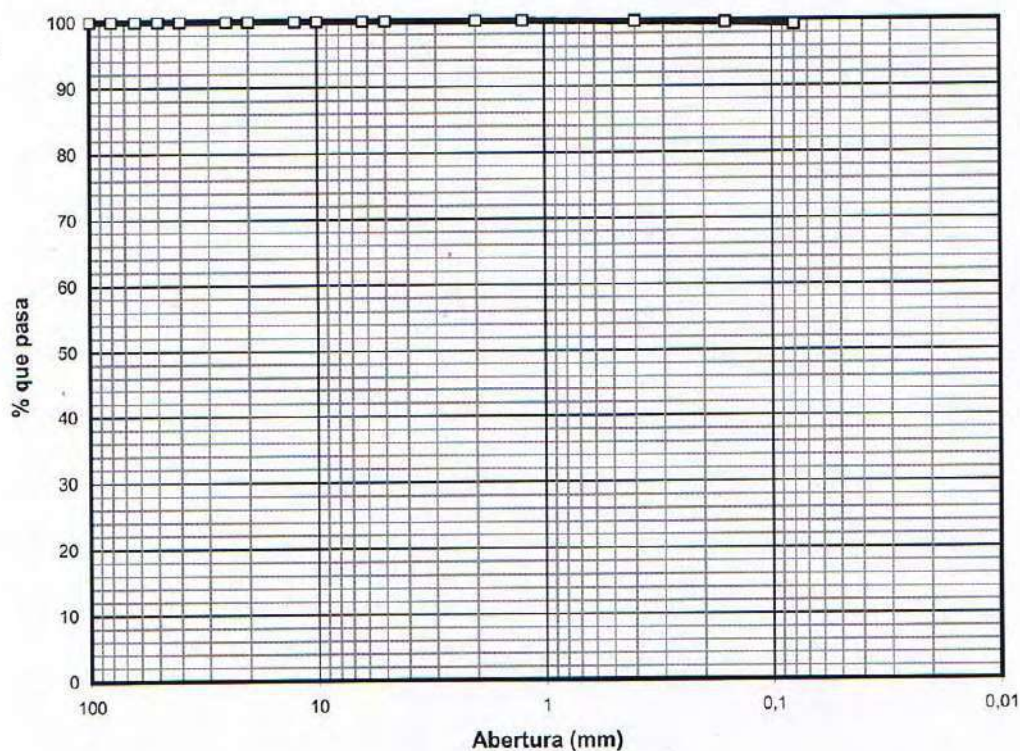
FECHA: 19/08/16

Hojas 1 de 1

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

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			150,19	100,00	
80			150,19	100,00	
63			150,19	100,00	
50			150,19	100,00	
40			150,19	100,00	
25			150,19	100,00	
20			150,19	100,00	
12,5		0,00	150,19	100,00	
10		0,00	150,19	100,00	
6,3		0,00	150,19	100,00	
5		0,00	150,19	100,00	
2		0,00	150,19	100,00	
1,25	0,03	0,03	150,16	99,98	
0,4	0,31	0,31	149,88	99,79	
0,16	0,63	0,63	149,56	99,58	
0,08	1,15	1,15	149,04	99,23	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPAS
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.



CEPAS
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CDIAM-EnsayGRT (20040925)

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

(UNE 103.101)

CLIENTE: RAMON ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón

MUESTRA: S-3 MI 5,80-6,40

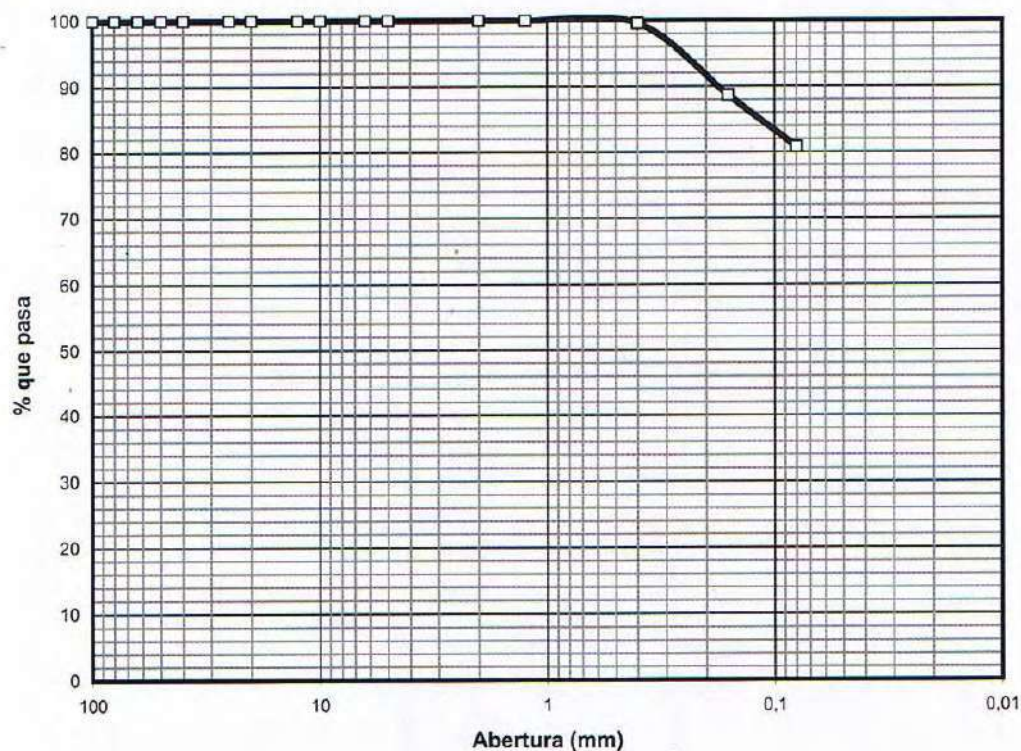
FECHA: 19/08/16

Hoja 1 de 1

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

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum. (g)	Ret. Tot. Acum. (g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			150,12	100,00	
80			150,12	100,00	
63			150,12	100,00	
50			150,12	100,00	
40			150,12	100,00	
25			150,12	100,00	
20			150,12	100,00	
12,5		0,00	150,12	100,00	
10		0,00	150,12	100,00	
6,3		0,00	150,12	100,00	
5		0,00	150,12	100,00	
2		0,00	150,12	100,00	
1,25	0,04	0,04	150,08	99,97	
0,4	0,64	0,64	149,48	99,57	
0,16	16,98	16,98	133,14	88,69	
0,08	28,85	28,85	121,27	80,78	

Representación gráfica



Observaciones:

CEPAS
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.



CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

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

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 LABORANTE: Natividad Calderón

MUESTRA: S-1 MI 4,00-4,60

FECHA: 19/08/16

Hoja 1 de 1

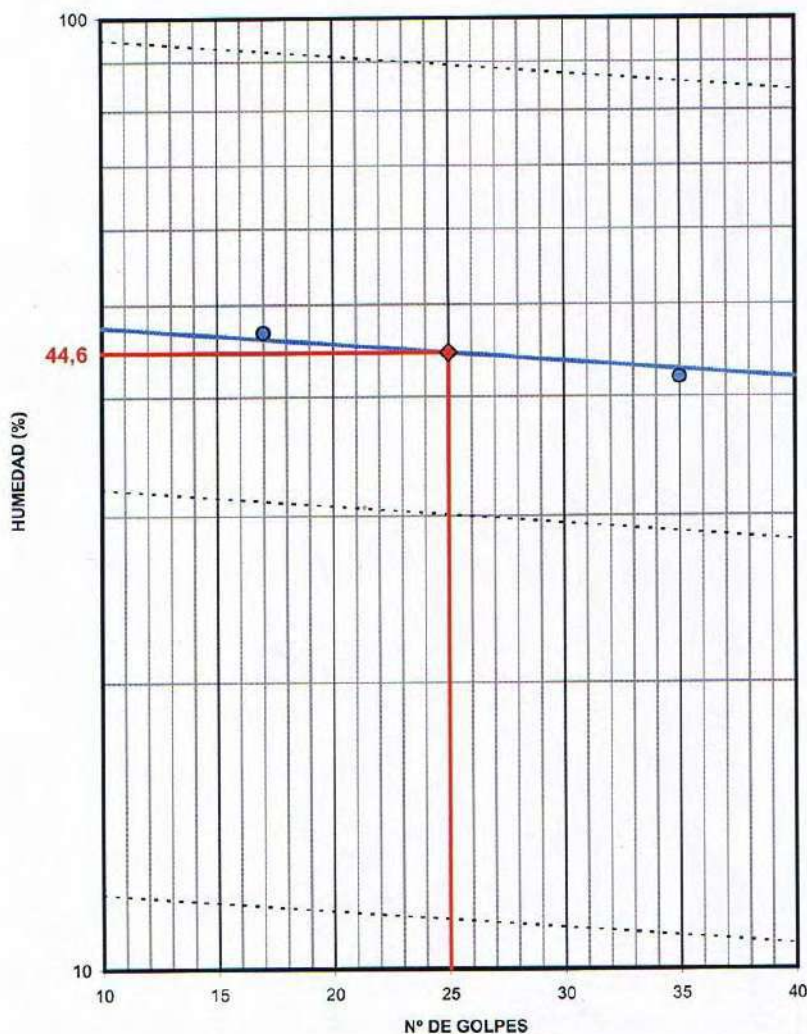
CDIAM-EnsayoLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	35	17
T+S+A (g):	27,94	27,74
T+S (g):	22,39	21,68
T (g):	9,16	8,73
A (g):	5,55	6,06
S (g):	13,23	12,95
Humedad (%):	41,95	46,80

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	25,92	28,89	
T+S (g):	23,77	26,26	
T (g):	16,20	16,99	
A (g):	2,15	2,63	
S (g):	7,57	9,27	
Humedad (%):	28,40	28,37	28,39

Resultados	
LL:	44,6
LP:	28,4
IP:	16,2

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.



CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CDIAMI EnsayLA (20040625)

ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

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

CLIENTE: RAMON ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón

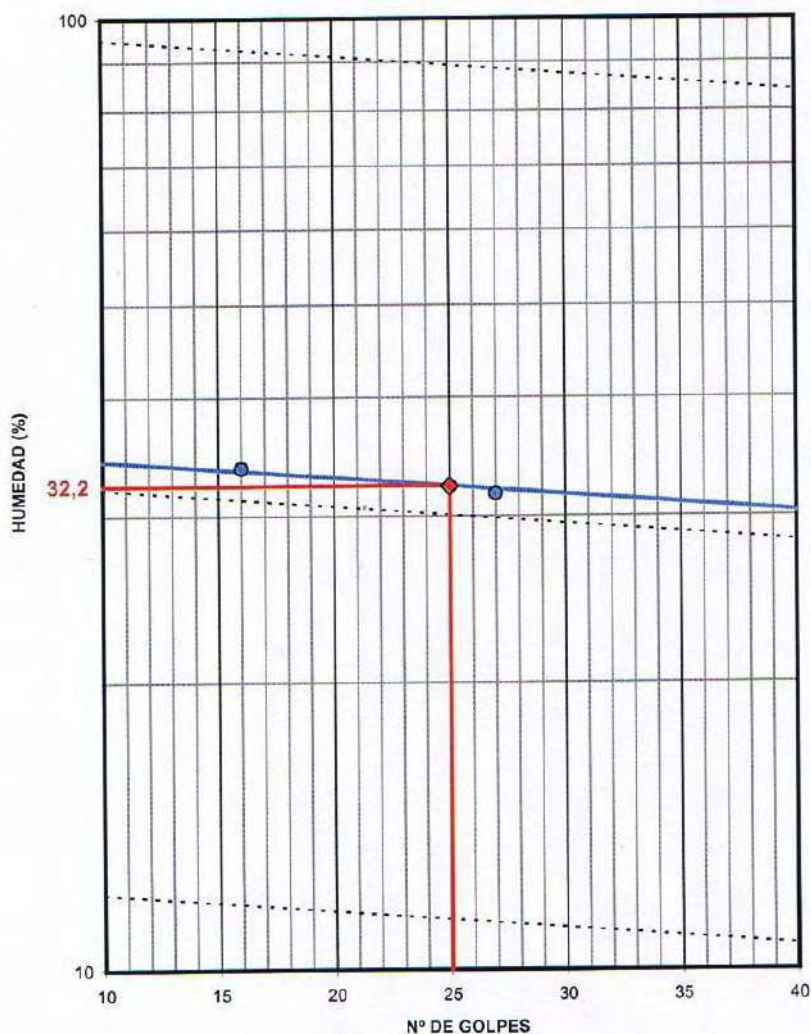
MUESTRA: S-3 MI 5,80-6,40

FECHA: 19/08/16

Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	27	16	T+S+A (g):	29,25	29,43		LL: 32,2
T+S+A (g):	25,66	29,70	T+S (g):	26,77	26,94		LP: 24,1
T+S (g):	21,69	24,41	T (g):	16,42	16,69		IP: 8,1
T (g):	9,16	8,73	A (g):	2,48	2,49		
A (g):	3,97	5,29	S (g):	10,35	10,25		
S (g):	12,53	15,68	Humedad (%):	23,96	24,29	24,13	
Humedad (%):	31,68	33,74					

Representación gráfica



Observaciones:

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.



COMPRESIÓN SIMPLE

(Norma UNE-103.400)

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón

MUESTRA: S-2 TP 10,20-10,40

FECHA: 17/08/16

Hoja 1 de 1

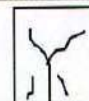
CEIAN-EnsyCSS (20040107)

Medidas del ensayo

T (kp/cm ²)	ΔL (%)
0,00	0,00
0,29	0,16
0,40	0,34
0,57	0,68
0,65	0,85
0,73	1,02
0,79	1,20
0,86	1,37
0,92	1,54
0,96	1,71
1,00	1,89
1,06	2,24
1,08	2,41
1,09	2,58
1,11	2,75
1,11	2,92
1,11	3,10
1,10	3,28
1,09	3,45
1,08	3,62
1,06	3,80
1,00	4,15
0,98	4,33
0,96	4,50
0,95	4,68
0,91	4,94
0,89	5,15
0,86	5,37

Datos y Resultados del ensayo

Humedad (%):	30,28
Densidad (g/cm ³):	1,45
Velocidad (%/min):	2,000
Área (cm ²):	58,09
Volumen (cm ³):	848,67
Altura probeta (cm):	14,61
Diámetro (cm):	8,60

Forma de la rotura:

Resistencia máxima (kp/cm²): 1,11

Deformación (%): 2,92

Resistencia al 15% de deformación (kp/cm²):

Curva completa del ensayo



Observaciones





CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 LABORANTE: Natividad Calderón

MUESTRA: S-1 MI 4,00-4,60

FECHA: 19/08/16

Hoja 1

CDIAM-Ensayo CRT (20050107)

Tipo de ensayo

Consolidado con drenaje (CD) sobre muestra Inalterada
velocidad de ensayo: 0,06 mm/min

Datos generales	I	II	III	Interpretación	Efectivas
Tensión normal (kp/cm²):	1,00	2,00	3,00	Cohesión (kp/cm²):	0,77
Consolidación (mm):	0,31	1,29	2,76	Fricción (°):	14,39
Diámetro (cm):	5,00	5,00	5,00	Pendiente:	0,26
Altura (cm):	2,70	2,70	2,70	Datos rotura	
Humedad inicial (%):	34,02	34,44	34,62	Tensión tangencial corregida (kp/cm²):	I 1,06 II 1,35 III 1,63
Humedad final (%):	37,97	36,65	35,41	Tensión normal corregida (kp/cm²):	I 1,16 II 2,22 III 3,37
Densidad seca (g/cm³):	1,367	1,369	1,369	Desplazamiento horizontal (mm):	I 5,41 II 3,90 III 4,31

Gráfico tensión-desplazamiento

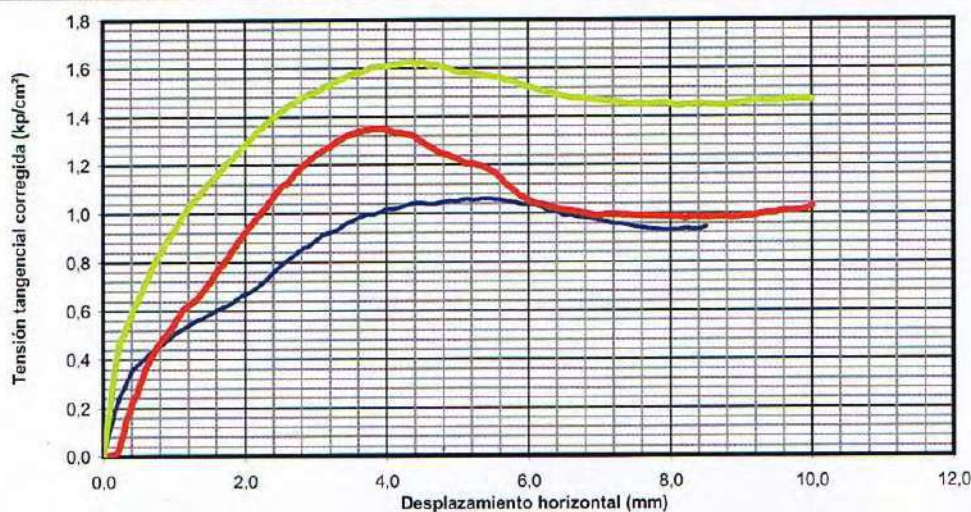


Gráfico de tensiones

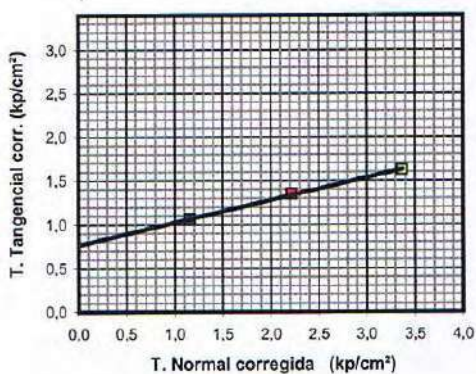
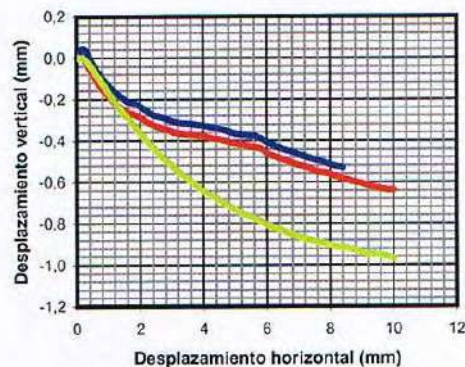


Gráfico de desplazamientos



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.


CEPAS
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO

TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA

INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón

MUESTRA: S-2 MI 2,00-2,60

FECHA: 19/08/16

Hoja 1

CD/AM-Ensayo CRT (20090107)

Tipo de ensayo

Consolidado con drenaje (CD) sobre muestra Inalterada
velocidad de ensayo: 0,06 mm/min

Datos generales	I	II	III	Interpretación	Efectivas
Tensión normal (kp/cm²):	1,00	2,00	3,00	Cohesión (kp/cm²):	0,36
Consolidación (mm):	1,04	2,54	3,47	Fricción (°):	15,90
Diámetro (cm):	6,35	6,35	6,35	Pendiente:	0,28
Altura (cm):	2,10	2,10	2,10	Datos rotura	
Humedad inicial (%):	38,35	38,45	37,59	Tensión tangencial corregida (kp/cm²):	I 0,69 II 0,93 III 1,30
Humedad final (%):	40,58	39,90	38,76	Tensión normal corregida (kp/cm²):	I 1,10 II 2,12 III 3,26
Densidad seca (g/cm³):	1,274	1,273	1,281	Desplazamiento horizontal (mm):	I 4,61 II 2,80 III 4,00

Gráfico tensión-desplazamiento

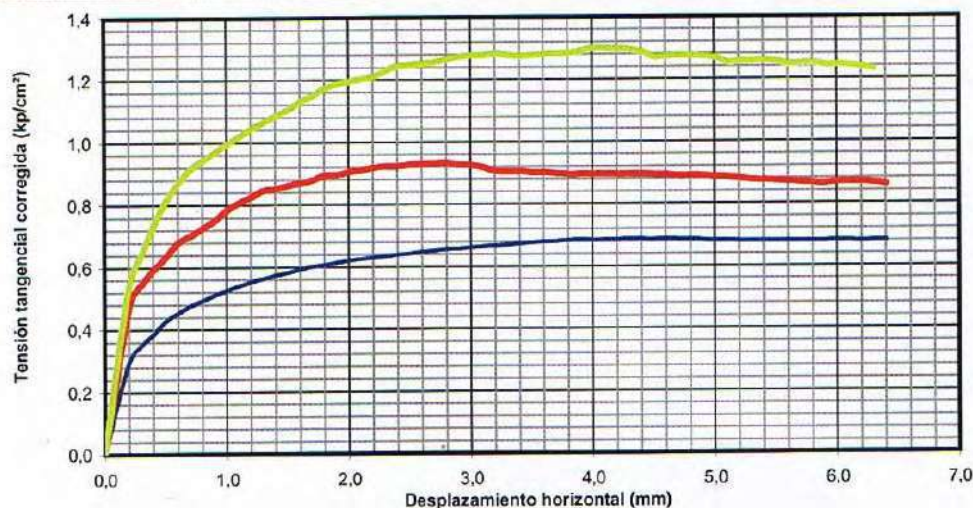


Gráfico de tensiones

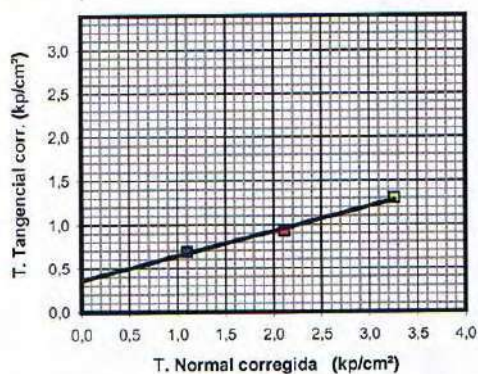
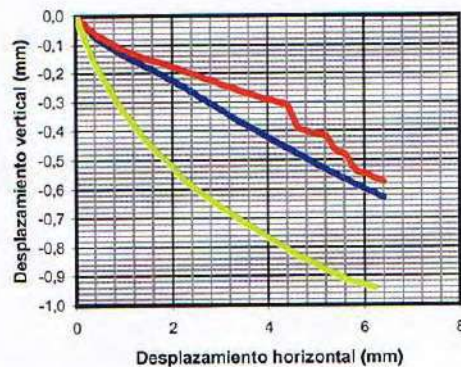


Gráfico de desplazamientos



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:

CEPAS
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.



CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO
TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA
INDICATIVO: 16183 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: S-3 MI 5,80-6,40 **FECHA:** 19/08/16 Hoja 1

CDIAM-Ensayo CRT (20050107)

Tipo de ensayo

Consolidado con drenaje (CD) sobre muestra Inalterada
velocidad de ensayo: 0,06 mm/min

Datos generales	I	II	III	Interpretación	Efectivas
Tensión normal (kp/cm²):	1,00	2,00	3,00	Cohesión (kp/cm²):	0,32
Consolidación (mm):	0,77	0,94	1,47	Fricción (°):	33,73
Diámetro (cm):	5,00	5,00	5,00	Pendiente:	0,67
Altura (cm):	1,90	1,90	1,90	Datos rotura	
Humedad inicial (%):	34,25	34,77	34,04	Tensión tangencial corregida (kp/cm²):	I 1,02 II 1,89 III 2,50
Humedad final (%):	36,17	35,76	31,38	Tensión normal corregida (kp/cm²):	I 1,10 II 2,24 III 3,33
Densidad seca (g/cm³):	1,369	1,361	1,361	Desplazamiento horizontal (mm):	I 3,60 II 4,20 III 3,90

Gráfico tensión-desplazamiento

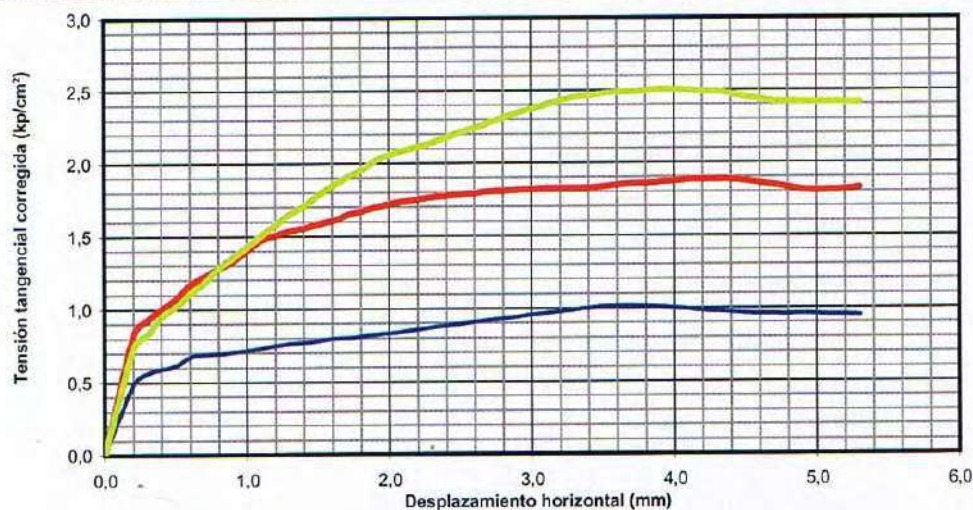


Gráfico de tensiones

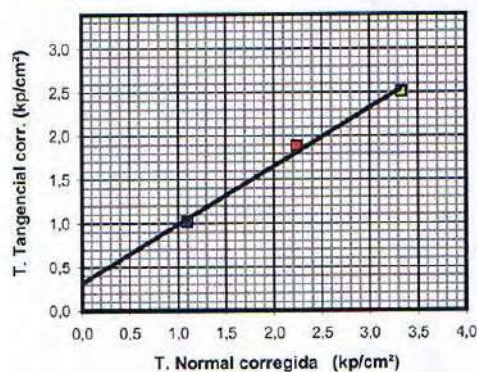
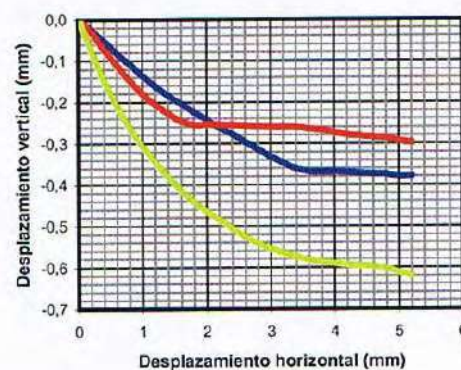


Gráfico de desplazamientos



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:




DETERMINACIÓN DE SULFATOS EN SUELOS SEGÚN UNE 83963

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO
TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA
INDICATIVO: 16183
FECHA: 18/08/16

Resultados de los ensayos

REFERENCIA MUESTRA	CONTENIDO EN SULFATOS (mg/Kg)
S-1 MI 4.00-4.60	84,0
S-3 MI 5.80-6.40	171,4





CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

**ACIDEZ DE BAUMMAN- GULLY
SEGÚN UNE 83962**

CLIENTE: RAMÓN ERAUSO
TRABAJO: VIVIENDAS EN A.U. 01.2. RODIL DONOSTIA
INDICATIVO: 16183
FECHA: 18/08/16

Resultados de los ensayos

MUESTRA	Acidez Baumman-Gully (ml/kg)
S-1 MI 4.00-4.60	21,95
S-3 MI 5.80-6.40	21,18

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.



ANEXO VII: TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla D.1. Clasificación de suelos

Suelos gruesos⁽¹⁾		
Gravas	Gruesas	20,0-60,0 mm
	Medias	6,0-20,0 mm
	Finas	2,0-6,0 mm
Arenas ⁽²⁾	Gruesas	0,60-2,00 mm
	Medias	0,20-0,60 mm
	Finas	0,06-0,20 mm
Suelos finos⁽¹⁾		
Limos	Gruesos	0,020-0,060 mm
	Medios	0,006-0,020 mm
	Finos	0,002-0,006 mm
Arcillas ⁽⁴⁾	< 0,002 mm	

⁽¹⁾ Con más del 50% de las partículas distinguibles a simple vista (aprox. 0,1 mm).

⁽²⁾ En función de los datos de que se disponga de ensayos SPT las arenas pueden clasificarse tal y como se indica en la tabla D.2.

⁽³⁾ Con más del 50% de las partículas no distinguible a simple vista (aprox. 0,1 mm).

⁽⁴⁾ En función de los datos de que se disponga y de la resistencia a compresión simple pueden clasificarse las arcillas tal y como se indica en la tabla D.3.

Tabla D.2. Compacidad de las arenas

Clasificación	Índice N_{SPT}
Muy floja	< 4
Floja	4-10
Media	11-30
Densa	31-50
Muy densa	>50

Tabla D.3. Consistencia de las arcillas

Clasificación	Resistencia a compresión simple q_u (kPa)
Muy blanda	0-25
Blanda	25-50
Media	50-100
Firme	100-200
Muy firme	200-400
Dura	> 400

Tabla D.20. Denominación matizada de suelos granulares⁽¹⁾

Porcentaje de finos < 35%		
Denominación		% de arcilla y limo
Nombre principal	Grava o arena	-
Nombre secundario	Arenosa o con grava	-
Con indicios de	Limos o arcillas	1-10
Algo	Limosa o arcillosa	10-20
Bastante	Limosa o arcillosa	25-35

⁽¹⁾ Los términos arcilla y arcillosa de la tabla deben emplearse cuando se trata de finos plásticos y los términos limo y limosa, cuando los finos no son plásticos o poco plásticos según el criterio de Casagrande.

Tabla D.21. Denominación matizada de suelos finos

Porcentaje de finos > 35%		
Denominación		% de arena y grava
Nombre principal	Arcilla o limo	< 35
Nombre secundario	Arenosa/so o con grava	35-65

Tabla 8.2.3.b Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83.952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l), según UNE-EN 13.577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l), según UNE 83.954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l), según UNE 83.955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l), según UNE 83.956	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg/l), según UNE 83.957	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco), según UNE 83.963	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

ESCALA DE METEORIZACION

Grado de Meteorización	Denominación	Criterio de reconocimiento
I	Sana	Roca no meteorizada. Conserva el color lustroso en toda la masa.
II	Sana con juntas teñidas de óxido	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos, pero el bloque unitario entre juntas mantiene el color lustroso de la roca sana.
III	Moderadamente meteorizada	<p>Claramente meteorizada a través de la petrofábrica, reconociéndose el cambio de color respecto de la roca sana.</p> <p>El cambio de color puede ser desde simples manchas a variación de color de toda la masa, generalmente a colores típicos de óxidos de hierro.</p> <p>La resistencia de la roca puede variar desde muy análoga a la roca de grado II, a bastante más baja, pero tal que los trozos de 25 cm² de sección no pueden romperse con la mano.</p>
IV	Muy meteorizada	Roca intensamente meteorizada que puede desmenuzarse a mano y romperse.
V	Completamente meteorizada	Material con aspecto de suelo completamente descompuesto por meteorización “in situ”, pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original
--	Suelo	Material completamente descompuesto sin que pueda reconocerse la textura de la roca.

