



**LURTEK**  
CONSULTORES GEOTÉCNICOS



ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN BLOQUE DE  
VIVIENDAS DE 55 APARTAMENTOS PARA MAYORES EN  
EL PASEO DE MONS DE INTXAURRONDO (DONOSTIA)

REFERENCIA

CLIENTE

FECHA

EG-141336

**FIARK**  
ARQUITECTOS

JULIO 2014

## ÍNDICE

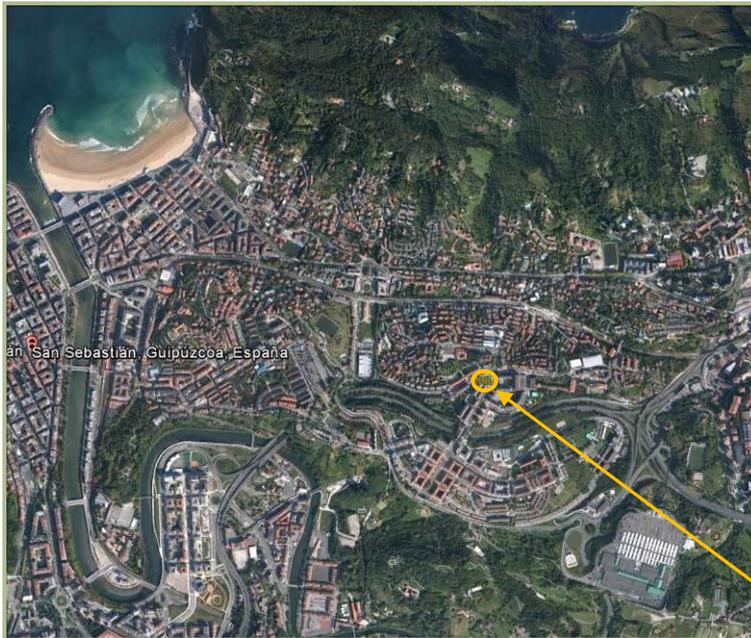
---

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA
- 3.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
  - 3.1.- Geología General del entorno
  - 3.2.- Características del subsuelo
- 4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO
  - 4.1.- Movimiento de tierras
  - 4.2.- Condiciones de cimentación
- 5.- APÉNDICES
  - 5.1.- Clave de descripción de suelos
  - 5.2.- Sistema unificado de clasificación de suelos
  - 5.3.- Escala de meteorización del macizo rocoso
  - 5.4.- Registro de sondeos
  - 5.5.- Registro de ensayos DPSH
  - 5.6.- Ensayos de laboratorio
  - 5.7.- Cálculos efectuados

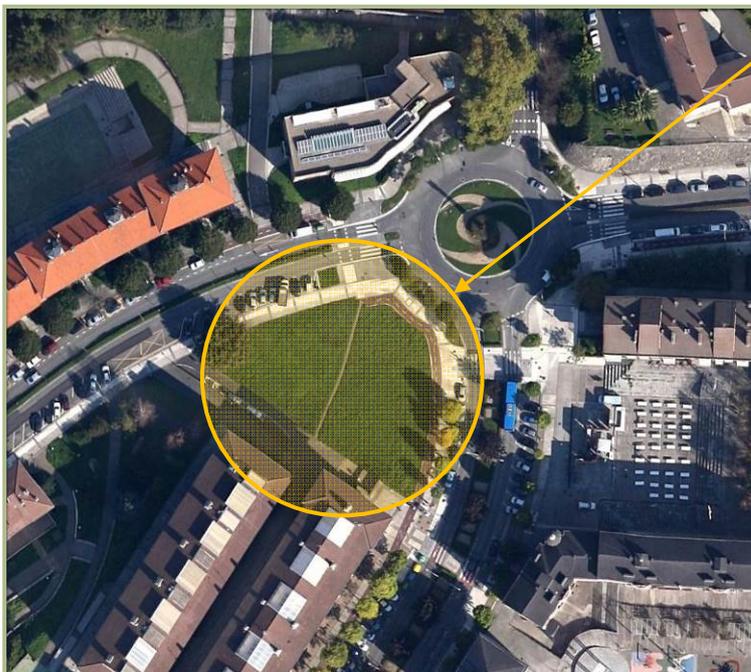
## 1.- INTRODUCCIÓN

---

La zona investigada corresponde a una parcela situada en la esquina del Paseo de Mons y Paseo de Zarategi, en el barrio de Intxaurreondo de la localidad de Donostia.



Zona de estudio



El Proyecto contempla la construcción un bloque de 55 apartamentos para mayores, que contará con 2 plantas de sótano, planta baja, 6 plantas y bajocubierta.

Las cotas de solera inferior proyectada implican la realización de excavaciones de alturas máximas del orden de 6 metros.

Con este estudio se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para conocer las condiciones de cimentación del edificio proyectado, así como las recomendaciones para el movimiento de tierras proyectado.

El Estudio ha sido encargado por **FIARK ARQUITECTOS**, tras oferta de **LURTEK**, OF-142715, fechada el 16 de junio de 2.014.

## 2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

---

En este apartado se describen los objetivos cubiertos con este estudio, así como la metodología utilizada para conseguir los mismos.

### Objetivos

- Definición del marco geológico general de la zona, y en particular del terreno en el subsuelo del edificio, tanto desde el punto de vista geológico, como geotécnico e hidrológico.
- Definición de las características del terreno y los parámetros geotécnicos de las diferentes capas del terreno (densidad, cohesión, ángulo de fricción, resistencia a compresión simple, etc.) con objeto de determinar la capacidad de carga de las cimentaciones, y la estabilidad de las excavaciones proyectadas.
- Recomendaciones acerca del tipo de cimentación adecuado, con su profundidad, tipología, carga admisible, etc., estudiándose la posibilidad de producirse asientos.
- Recomendaciones acerca del movimiento de tierras proyectado, en cuanto al proceso constructivo, métodos de excavación, taludes estables, empujes, sistemas de estabilización, drenajes, etc.
- Recomendaciones para soleras, impermeabilizaciones, agresividad del terreno, etc.

### Metodología

- Recopilación y estudio de los datos geológicos y geotécnicos preexistentes de la zona a investigar.
- Realización de una cartografía geológica-geotécnica, a escala 1/200, sobre topografía facilitada por el Cliente, en la que se ha reflejado las características superficiales del terreno, así como la investigación efectuada para este estudio, y la ubicación del edificio proyectado.
- La investigación del subsuelo ha consistido en la realización de dos sondeos a rotación, con extracción continua de testigo, de 10.00 metros de profundidad cada

uno. Además, se han realizado dos ensayos DPSH de 10 metros de profundidad cada uno.

La campaña de sondeos y ensayos DPSH, ha sido supervisada permanentemente por un geólogo de **LURTEK**, con amplia experiencia en este tipo de trabajos, con el fin de garantizar que la toma de muestras y los resultados de los ensayos efectuados “in situ” fueran totalmente fiables.

En la campaña de campo, se han tomado muestras del terreno. En las capas de naturaleza cohesiva, se han efectuado ensayos de resistencia al corte sin drenaje mediante Vane Tester, así como la determinación de su resistencia a compresión simple utilizando un penetrómetro.

- Sobre dos muestras del terreno, se han realizado en el laboratorio, ensayos de identificación, consistentes en la determinación de su densidad (1 unidad), humedad (2 unidades), granulometría (2 unidades), límites de Atterberg (2 unidades), contenido en sulfatos (1 unidad) y grado de acidez Baumman-Gully (1 unidad).
- Los datos de campo obtenidos, han servido para completar la Planta Geotécnica, elaborándose tres secciones interpretadas del terreno a escala E= 1/200, por las zonas más representativas. En estas secciones, se ha reflejado la naturaleza del subsuelo, la investigación efectuada y el edificio proyectado.
- Posteriormente, se han efectuado una serie de cálculos, con objeto de determinar la capacidad portante del terreno, y las condiciones de estabilidad de las excavaciones proyectadas.
- Tras el análisis de los datos de campo, laboratorio y los cálculos efectuados, se han elaborado las recomendaciones del trabajo, editándose tres ejemplares encuadernados y un CD para el Cliente.

### 3.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

---

A continuación se describen las características del terreno, tanto a nivel geológico general, como en particular del subsuelo de la parcela estudiada. En primer lugar se describe la geología general del entorno y a continuación las características del terreno en el subsuelo de la parcela donde se proyecta la construcción del bloque de apartamentos.

#### 3.1.- GEOLOGIA GENERAL DEL ENTORNO

La zona de Donostia forma parte de la orla de materiales mesozoicos que rodean el macizo paleozoico de Bortziriak (Cinco Villas).

El macizo rocoso queda en algunas zonas recubierto por suelos y rellenos de edad cuaternaria, representados por acumulaciones de rellenos antrópicos, suelos aluviales y depósitos coluviales.

#### ESTRATIGRAFÍA

Por orden de antigüedad, de más antiguos a más recientes, se han diferenciado los siguientes materiales.

##### Cretácico superior (Campaniense-Maastrichtiense)

Se trata de una potente serie de facies flysch, definida por una alternancia de calizas, calizas arcillosas, calizas arenosas, argilitas, con ocasionales intercalaciones de areniscas.

En el área de Donostia, estos materiales afloran, en la zona de Aiete, Intxaurreondo, Egía, Aldapeta, Igara y Berio, o bajo una importante acumulación de suelos en Amara y parte de la zona Centro. Corresponde al substrato rocoso existente en el subsuelo de la parcela investigada.

La serie se encuentra muy bien estratificada, dando lugar generalmente a bancos centimétricos a decimétricos, pudiendo alcanzar los 50 centímetros de espesor.

Las calizas arenosas, presentan frecuentemente estructuras de ordenamiento interno, tales como laminación paralela, estructuras de carga, etc.

### **Cretácico superior-Terciario (Maastrichtiense-Paleoceno)**

Se trata de una serie de calizas arcillosas grises y rojizas, con intercalaciones de argilitas, que se depositan en estratos de espesor decimétrico a centimétrico, y que representan la transición entre el Cretácico superior y el Paleoceno.

Estos materiales corresponden al tránsito entre las litologías cretácicas y las terciarias, conformando una franja de dirección Noreste-Suroeste de unos 500 metros de potencia en planta.

Afloran en la zona de Miramar, Gros y la parte inferior de la ladera Noroeste de Aiete, así como bajo una importante acumulación de suelos, en algunas zonas del Antiguo, zona Centro y Gros.

### **Terciario (Paleoceno-Eoceno inferior)**

También denominado “Flysch costero”, una secuencia tipo de esta formación viene definida por una alternancia bien estratificada de areniscas y calizas arenosas, que contienen intercalaciones de calizas arcillosas y argilitas.

Esta formación litológica aflora, en las laderas del Monte Igeldo, Isla Santa Clara y Monte Urgull, y bajo una gran acumulación de suelos en la zona de Ondarreta, Parte Vieja y Zurriola.

Las areniscas, que constituyen casi siempre la base de la serie, son cuarzosas, con contenidos importantes de feldspatos. En estado sano son de color gris, para adquirir al meteorizarse tonos amarillentos.

Las calizas arenosas son grises, de naturaleza turbidítica y presentan estructuras de ordenamiento interno (laminación paralela, etc.).

Las calizas arcillosas y las argilitas poseen cierta esquistosidad, que favorecen su meteorización, siendo, además, ricas en fauna fósil, que permiten la datación de la serie.

### **Terciario (Eoceno inferior)**

Se trata de un término predominantemente margoso, con intercalaciones esporádicas de niveles de margocalizas y, en menor grado, de calizas arenosas.

Son materiales que presentan en corte fresco un color gris verdoso, aunque en general se encuentran descalcificados.

Esta formación litológica aflora, al igual que la anteriormente descrita, en las laderas del Monte Igeldo, Isla Santa Clara y Monte Urgull, y bajo una gran acumulación de suelos en la zona de Ondarreta, Parte Vieja y Zurriola.

### **Cuaternario**

Se han diferenciado los principales recubrimientos cuaternarios de rellenos antrópicos, suelos aluviales y suelos coluviales.

### **Rellenos**

Corresponden a los vertidos realizados tanto para escombreras como los rellenos efectuados para alcanzar las cotas de urbanización necesarias.

Este último tipo de acumulaciones está muy extendido en todo el centro urbano de Donostia, así como en los polígonos industriales y urbanizaciones situados a las afueras del casco urbano.

### **Suelos aluviales**

Los suelos aluviales depositados en los márgenes de los principales ríos y regatas, se caracterizan por presentar una composición fundamentalmente arenosa, con contenidos variables de limo y arcilla. En la zona de Donostia destaca el aluvial del Río Urumea que llega a alcanzar los 30 o 40 metros de espesor.

En general las terrazas aluviales del área urbana de Donostia son de origen fluvial con influencia marina, por lo que presentan una composición predominantemente arenoso-limosa, con intercalaciones de gravas, que contienen proporciones variables de limo y arcilla.

Por otra parte se presentan acumulaciones de suelos aluviales marinos en las cercanías a la costa, observándose grandes depósitos fundamentalmente arenosos.

## Suelos coluviales

Los suelos coluviales, son depósitos gravitacionales existentes fundamentalmente en zonas de vaguada y pie de ladera. Generalmente, presentan una composición arcillosa, con cantidades variables de arena y grava.

Este tipo de suelos puede dar lugar frecuentemente a fenómenos de reptación y deslizamiento.

## ESTRUCTURA

Los materiales mesozoicos en la zona de Donostia, presentan una estructura general bastante uniforme, con rumbos NE-SW, y buzamientos en torno a los 30-40 grados hacia el Noroeste, existiendo zonas puntuales replegadas y algunas fallas de escasa continuidad lateral.

## HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico, las areniscas del Terciario, así como las calizas arenosas del Cretácico, pueden alcanzar valores importantes de permeabilidad como consecuencia de su porosidad intergranular, acrecentada muchas veces por fenómenos de fracturación.

El resto de materiales descritos, debido a su alto contenido en finos, presentan un comportamiento prácticamente impermeable en estado sano.

Ha de preverse la existencia de pequeños manantiales en aquellas zonas donde el macizo rocoso se encuentre meteorizado.

## SISMOLOGIA

Desde el punto de vista sísmológico, la localidad de Donostia presenta los siguientes valores de aceleración sísmica básica,  $a_b$  y del coeficiente de contribución K:

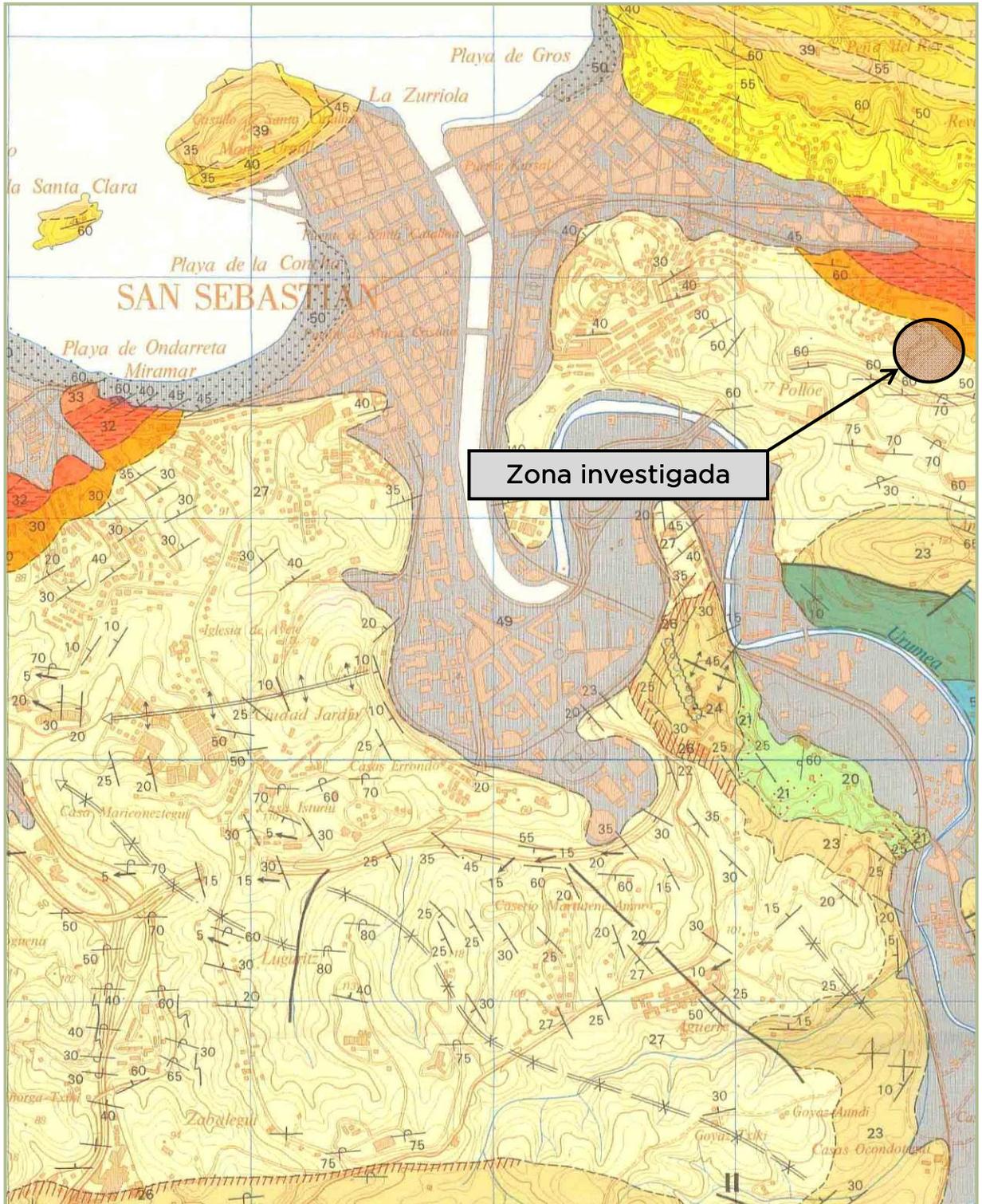
- $a_b = 0.04 \text{ g}$
- $K = 1.00$

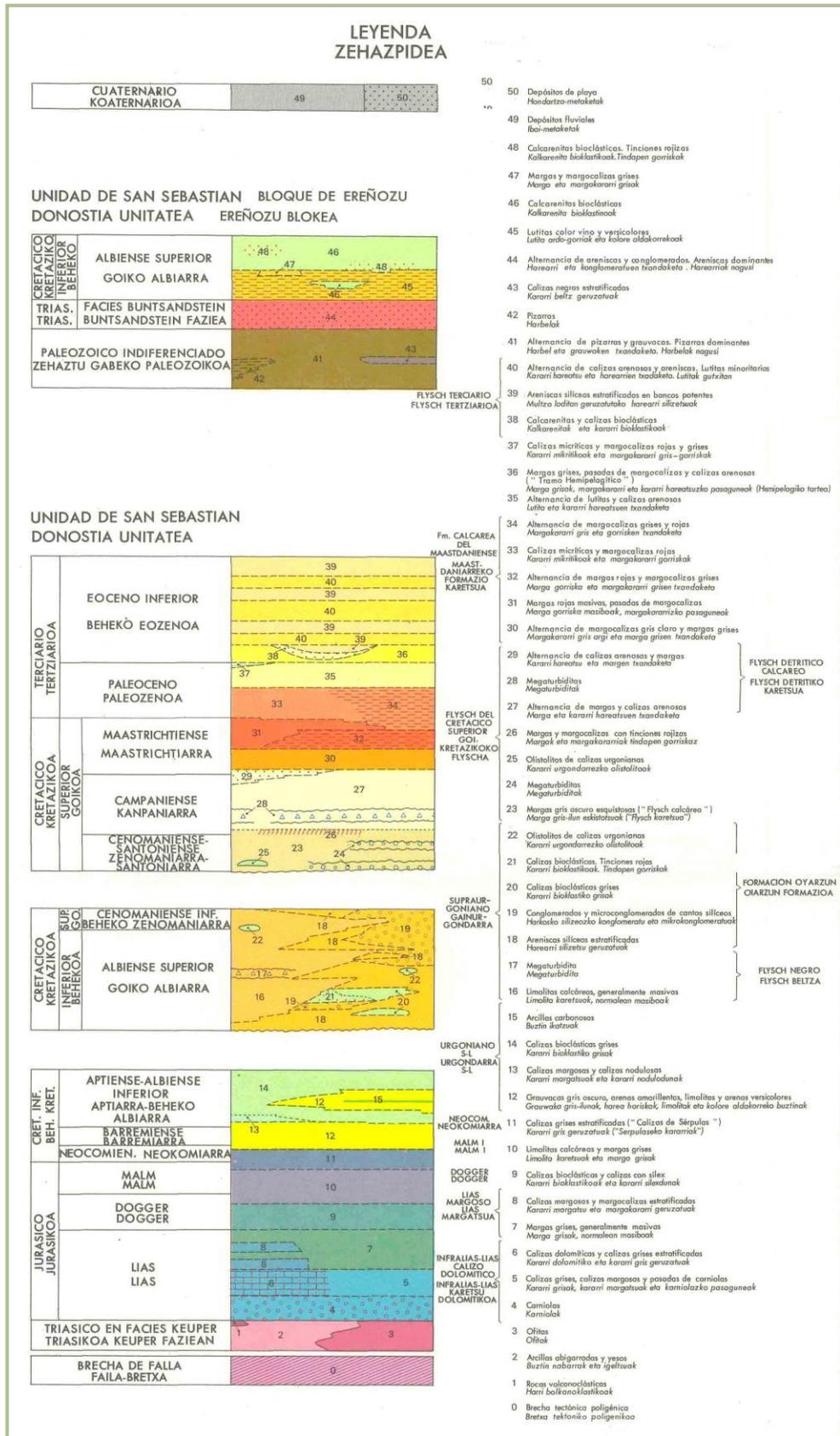
Estos valores se han obtenido de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), del Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, BOE 11 de Octubre de 2.002, num. 244/2002.

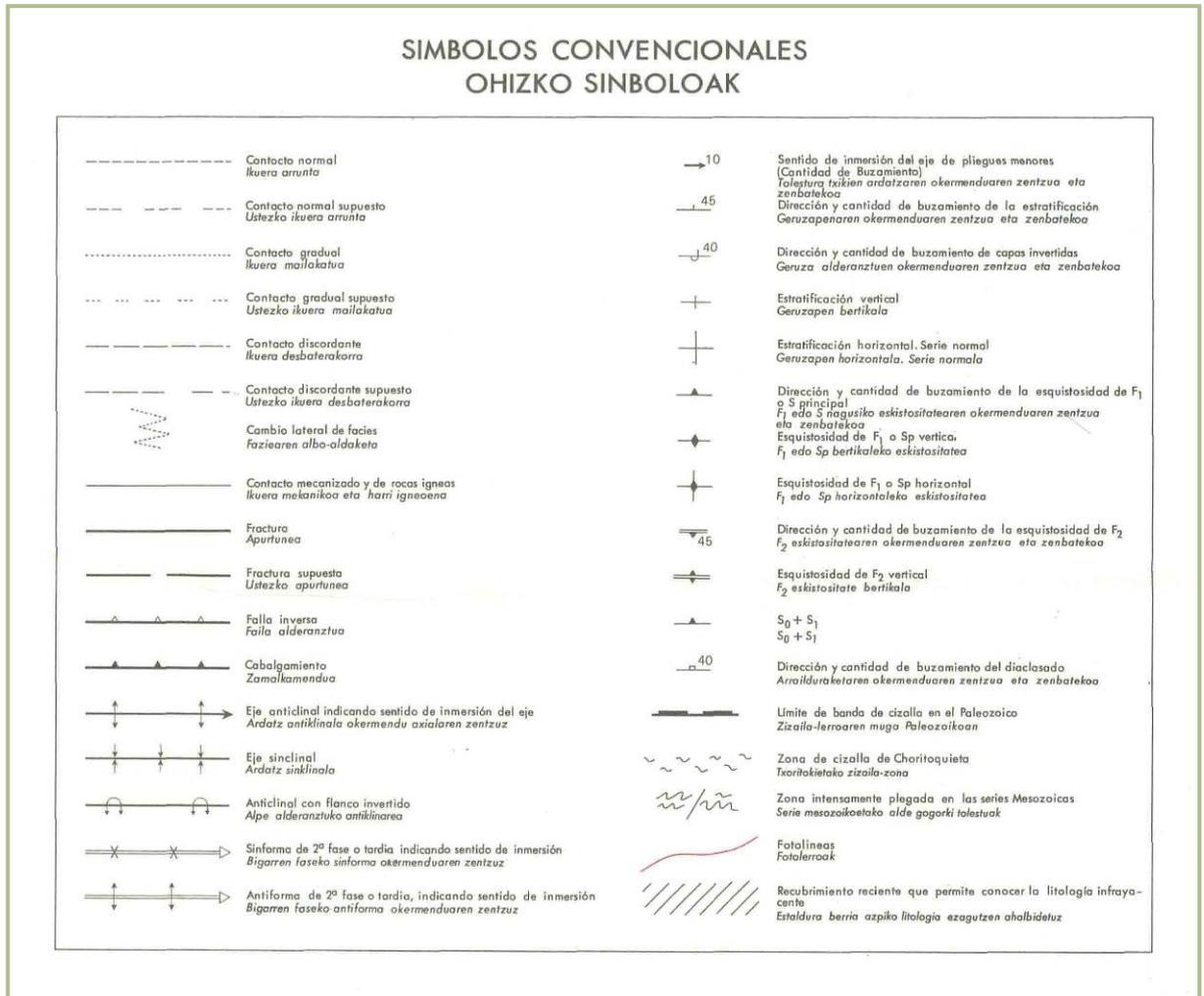


A continuación se presenta, una reproducción de la Hoja 64-II (SAN SEBASTIAN), a escala 1/25.000, correspondiente al mapa geológico del EVE.

Planta Geológica del EVE Hoja 64-II (SAN SEBASTIAN) Escala 1/25.000







### 3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

La parcela, situada en la esquina de los paseos de Mons y Zarategi, corresponde a una superficie ajardinada, con una ligera pendiente de unos 6° hacia el oeste. Actualmente, se trata una zona de prado rodeada de aceras.

Se observa un camino peatonal que atraviesa la parcela y algún árbol disperso.



Para el estudio del subsuelo, se ha realizado en primer lugar una cartografía geotécnica de superficie, a escala 1/200. En esta cartografía, se han determinado las características superficiales de las zonas objeto de estudio.

La investigación del subsuelo ha consistido en la perforación de 2 sondeos geotécnicos a rotación, con extracción continua de testigo, de 10 metros de profundidad cada uno. Posteriormente, se han realizado dos ensayos de penetración tipo DPSH, de 10 metros de profundidad cada uno.

Durante las labores de perforación, se han realizado “in situ” ensayos para caracterizar las diferentes capas del subsuelo (Vane Test y penetrómetro). Además, se han tomado muestras inalteradas y alteradas de las diferentes capas del terreno.

A partir de la investigación efectuada, se puede concluir que el subsuelo de la parcela, se caracteriza por presentar una acumulación importante de rellenos sobre el terreno natural. El espesor de estos rellenos, varía entre 4 y 7 metros.

El terreno natural, se caracteriza por presentar en algunas zonas una terraza de suelos aluviales sobre el macizo rocoso muy meteorizado. En otras zonas, se presenta directamente el macizo rocoso muy alterado bajo los rellenos.

En los apéndices 5.1 y 5.2 se adjuntan respectivamente, una clave de descripción de suelos, y el sistema unificado de clasificación de suelos, necesarios para comprender la terminología utilizada para describir el terreno. Asimismo, en los apartados 5.4 y 5.5 se presentan respectivamente, el registro de los sondeos perforados para este estudio, y el registro de los ensayos DPSH.

A continuación se describen las características geotécnicas de cada uno de los materiales observados y sus espesores, por orden descendente, comenzando por el más superficial.

### **Rellenos**

Como se ha citado anteriormente, los rellenos se presentan en toda la parcela. El espesor de los mismos varía entre 4 y 7 metros, siendo mayor en la zona inferior.

Los rellenos son muy heterogéneos observándose tanto gravas y arenas, como arcillas y limos. Aunque su procedencia general es de excavaciones en suelos y roca meteorizada, también se observa la presencia de escombros.

Se han observado tongadas de gravas con bastante arcilla y algo de arena, de densidad floja; arenas grises con bastante grava y algo de arcilla, flojas a muy flojas; e incluso limos y arcillas grisáceas y marrones con algo a bastante arena e indicios de grava, de consistencia firme.

Los ensayos al corte sin drenaje (Vane test) efectuados sobre las tongadas cohesivas, presentan generalmente, valores comprendidos entre 0.50 y 0.70 Kg/cm<sup>2</sup>. Mediante penetrómetro, se han obtenido generalmente, valores de resistencia a compresión simple comprendidos entre 1.40 y 3.40 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Suelos aluviales**

En la parte superior de la parcela, bajo los rellenos, se presenta una capa de suelos aluviales, de espesor en torno a 3,50 metros.

Se han diferenciado dos capas de suelos aluviales; una de naturaleza cohesiva, y otra de naturaleza granular.

La capa de suelos aluviales más representada corresponde a una arcilla/limo verde grisáceo con algo de arena e indicios de grava, de consistencia firme.



Los ensayos realizados al corte sin drenaje (Vane test) efectuados sobre estas arcillas/limos aluviales, presentan valores comprendidos entre 0.35 y 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>. Mediante penetrómetro, se han obtenido generalmente, valores de resistencia a compresión simple comprendidos entre 1.00 y 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

El espesor investigado de esta capa, es de unos 2,50 metros.

Sobre una muestra inalterada obtenida en el sondeo S-2, se han realizado en laboratorio, ensayos de identificación consistentes en la determinación de su densidad, humedad, granulometría y Límites de Atterberg.

Los resultados de dichos ensayos se adjuntan en el apartado 5.6. Se han obtenido los siguientes valores.

Humedad (%)	Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	Finos (%)	Límites de Atterberg		
			L.L.	L.P.	I.P.
26.18	2.24	83.31	43.2	22.8	20.4

Bajo esta capa de arcillas, limos, en algunas zonas aparece la segunda capa de suelos aluviales, definida como grava arcillosa marrón con algo de arena, medianamente densa.

El espesor de esta capa es ligeramente inferior a un metro.

## Roca

El macizo rocoso corresponde a una alternancia de calizas, calizas arcillosas, calizas arenosas y argilitas, de edad Cretácico superior (Campaniense).

El macizo rocoso se presenta completamente meteorizado o muy meteorizado (Grados V y IV en la escala de meteorización adjuntada en el apartado 5.3) en toda la profundidad investigada.

El macizo rocoso en estado completamente meteorizado y muy meteorizado, presenta el equivalente geomecánico de una arcilla marrón anaranjada y gris, con indicios a algo de arena muy firme y dura.

Se han realizado ensayos de resistencia al corte sin drenaje (Vane test) cuyos resultados de indican valores muy variables, comprendidos entre 0.50 y 1.50 Kg/cm<sup>2</sup>. Mediante penetrómetro, se han obtenido valores de resistencia a compresión simple también muy variables, comprendidos entre 1.20 y >6.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Sobre una muestra de roca muy meteorizada a completamente meteorizada, obtenida del sondeo S-1, se han realizado en laboratorio, ensayos de identificación consistentes en la determinación de su humedad, granulometría y Límites de Atterberg, Además, se han realizado ensayos para determinar su contenido en sulfatos, y su grado de acidez Baumman&Gully.

Los resultados de dichos ensayos se adjuntan en el apartado 5.6. Se han obtenido los siguientes valores:

Humedad (%)	Finos (%)	Límites de Atterberg		
		L.L.	L.P.	I.P.
45.70	94.79	51.4	31.7	19.7

Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> /Kg)	Acidez Baumman-Gully
122.3	12.31

## PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A continuación se presenta un cuadro con los parámetros geotécnicos estimados de los ensayos de campo y laboratorio efectuados, así como de la bibliografía existente, para las diferentes capas del terreno:

TIPO DE TERRENO	DENSIDAD (T/m <sup>3</sup> )	COHESION (T/m <sup>2</sup> )	ANGULO DE FRICCION (º)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/sg)
Relleno	1.90-2.10	0.50-1.00	25º-27º	1 x 10 <sup>-5</sup>
Aluvial cohesivo	1.90-2.10	1.00-3.00	24º-26º	1 x 10 <sup>-5</sup>
Aluvial granular	2.10-2.30	0.50-1.50	30º-33º	1 x 10 <sup>-4</sup>
Roca Grado IV-V	2.00-2.30	1.00-5.00	20º-25º	1 x 10 <sup>-5</sup>

En cuanto al grado de expansividad y colapso de estos materiales, se consideran despreciables.

## HIDROLOGÍA

Respecto a la hidrología de la zona investigada, se han instalado piezómetros en los sondeos perforados.

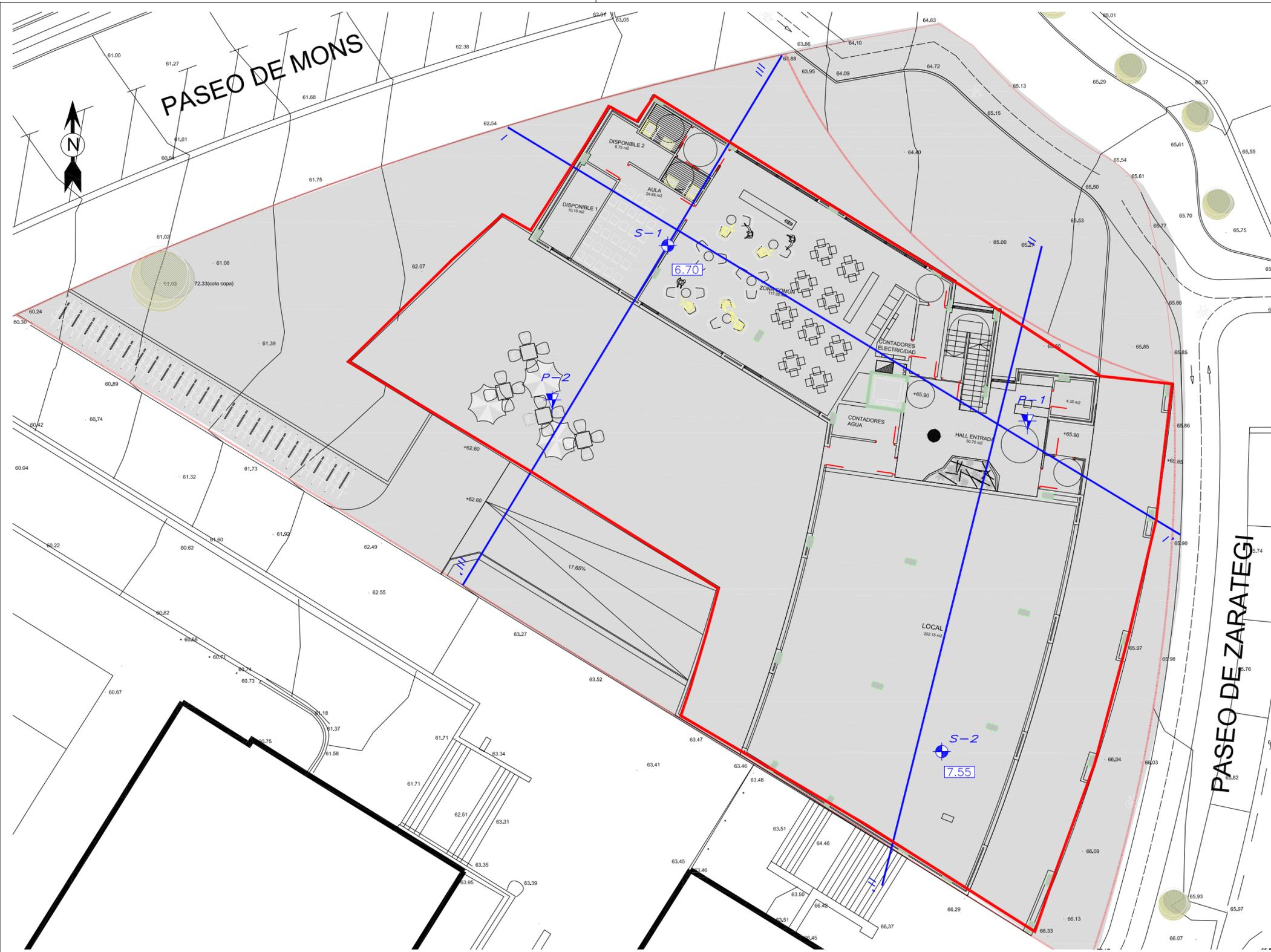
Se han efectuado diversas medidas, observándose que no existe nivel freático general.

Únicamente será posible la aparición de bolsadas de agua en los rellenos, así como ligeras fluencias de agua, en épocas de lluvias, en el contacto entre los rellenos y los suelos o la roca, y entre estratos de roca con diferente grado de meteorización.

■

A continuación se presenta una Planta Geotécnica, a escala 1/200, donde se pueden observar las características superficiales del subsuelo, la investigación efectuada y la disposición del bloque de apartamentos proyectado.

También se presenta la interpretación geológica de las secciones I-I' a III-III', a escala 1/200, por las zonas más representativas, donde se puede observar las características del terreno en profundidad, con los contactos entre los diferentes materiales, la investigación efectuada y la edificación proyectada.



LEYENDA

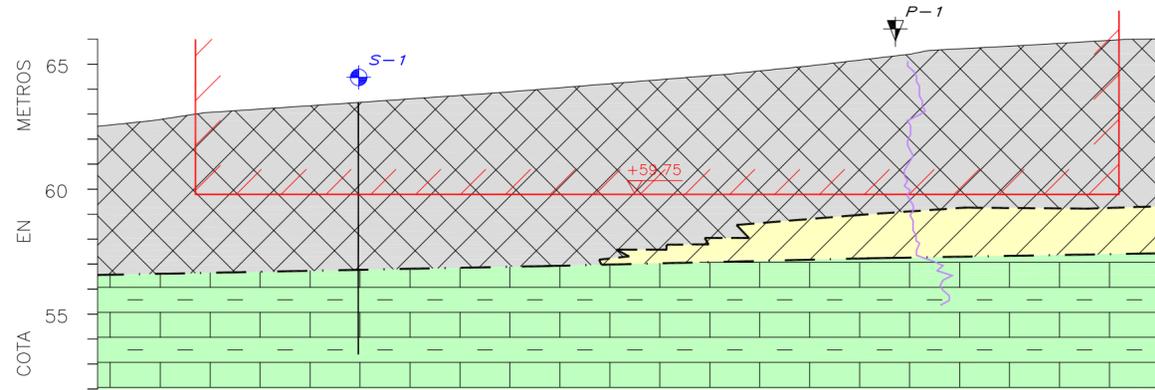
 RELLENO HETEROGENEO DE ESPESOR SUPERIOR A 3,00 Mts.

SIMBOLOS CONVENCIONALES

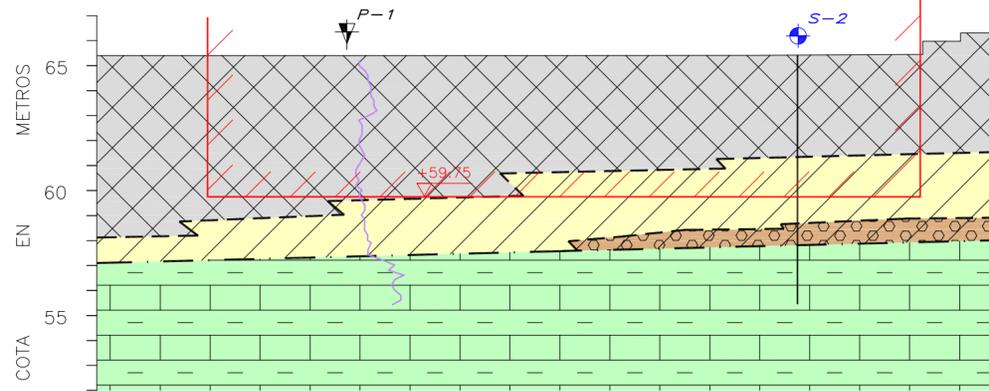
-  S-1 SITUACION DE SONDEO
-  P-1 SITUACION DE ENSAYO DE PENETRACION D.P.S.H.
-  7.55 PROFUNDIDAD DE APARICION DEL MACIZO ROCOSO (EN METROS)
-  SECCION INTERPRETADA
-  BLOQUE DE APARTAMENTOS PROYECTADO

REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA	CLIENTE/BEZEROA	TITULO/IZENBURUA	ESCALA/ESKALA	PLANO/PLANOA
EG-141336 JULIO 2.014	<b>FIARK</b> ARQUITECTOS	55 APARTAMENTOS PARA MAYORES EN EL A.I.U. "IN.05 MONS" DE DONOSTIA	1/200	PLANTA GEOTECNICA

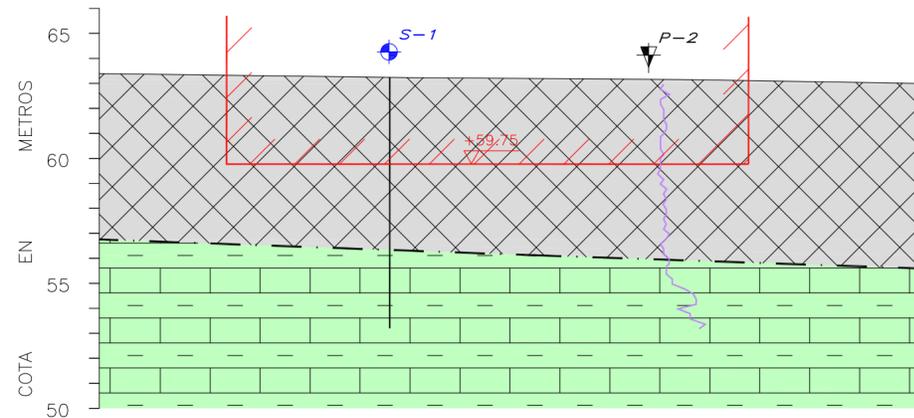




I-I'



II-II'



III-III'

LEYENDA

- RELLENO HETEROGENEO**
- GRAVAS Y ARENAS ARCILLOSAS FLOJAS CON TONGADAS DE LIMOS FIRMES
- CUATERNARIO SUELOS ALUVIALES**
- (CL) ARCILLA/LIMO VERDE GRISACEO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA. FIRME
- (ML)
- (GC) GRAVA ARCILLOSA MARRON CON ALGO DE ARENA. MEDIANAMENTE DENSA
- CRETACICO SUPERIOR (CAMPIENSE)**
- ALTERNANCIA DE CALIZAS, CALIZAS ARCILLOSAS, CALIZAS ARENOSAS Y ARGILITAS, MUY METEORIZADAS A COMPLETAMENTE METEORIZADAS

SIMBOLOS CONVENCIONALES

- CONTACTO RELLENO - SUELOS
- - - CONTACTO RELLENO/SUELOS - ROCA
- S-1 SITUACION DE SONDEO
- P-1 SITUACION DE ENSAYO DE PENETRACION D.P.S.H.
- PROFUNDIDAD INVESTIGADA
- LINEA DE ENSAYO D.P.S.H.
- +59.75 COTA SOLERA PROYECTADA
- BLOQUE DE APARTAMENTOS PROYECTADO

NOTAS.-

- LA TOPOGRAFIA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.
- LA SITUACION DE LAS SECCIONES SE PRESENTA EN LA PLANTA GEOTECNICA.
- EL TERRENO SOLO SE CONOCE EN LOS PUNTOS DONDE SE HAN PERFORADO LOS SONDEOS. LA INTERPRETACION DE ESTAS SECCIONES ES LA MAS RAZONABLE EN FUNCION DE LOS DATOS OBTENIDOS.
- NO SE HA DETECTADO NIVEL FREATICO EN EL MOMENTO DE LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO. SIN EMBARGO, ES DE PREVER HUMEDADES Y LIGERAS FLUENCIAS DE AGUA EN LOS CONTACTOS ENTRE LAS DIFERENTES CAPAS.

REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA	CLIENTE/BEZEROA	TITULO/IZENBURUA	ESCALA/ESKALA	PLANO/PLANOA
EG-141336 JULIO 2.014	<b>FIARK</b> ARQUITECTOS	55 APARTAMENTOS PARA MAYORES EN EL A.I.U. "IN.05 MONS" DE DONOSTIA	1/200	INTERPRETACION GEOLOGICA DE LAS SECCIONES I-I', II-II' Y III-III'

#### **4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO**

---

Se desean conocer las características geológicas y geotécnicas de una parcela situada en la esquina del Paseo de Mons y el Paseo de Zarategi, en el barrio de Intxaurreondo de la localidad de Donostia.

El Proyecto contempla la construcción un bloque de 55 apartamentos para mayores, que contará con 2 plantas de sótano, planta baja, 6 plantas y bajocubierta.

Las cotas de solera inferior proyectada implican la realización de excavaciones de alturas máximas del orden de 6 metros.

Con este estudio se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para conocer las condiciones de cimentación del bloque de viviendas proyectado, así como las recomendaciones para el movimiento de tierras proyectado.

El terreno, tal y como se ha descrito detalladamente en el apartado anterior, se caracteriza por presentar una acumulación importante de rellenos muy heterogéneos sobre el terreno natural. El espesor de estos rellenos, varía entre 4 y 7 metros.

El terreno natural, se caracteriza por presentar en algunas zonas una terraza de suelos aluviales, de unos 3,50 metros de espesor máximo, sobre el macizo rocoso muy meteorizado. En otras zonas, se presenta directamente el macizo rocoso muy alterado bajo los rellenos.

A continuación, se describen por separado las recomendaciones tanto para el movimiento de tierras proyectado, como para la cimentación de cada uno de los edificios proyectados.

##### **4.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

El movimiento de tierras proyectado, corresponde a las excavaciones necesarias para alcanzar la cota de solera inferior proyectada para el edificio.

La cota de solera inferior proyectada implica la realización de excavaciones de unos 6 metros de altura máxima.

## Excavabilidad y recomendaciones para la utilización del material

Las excavaciones van a afectar en su totalidad a rellenos y suelos aluviales, por lo que serán excavables por medios mecánicos convencionales.

Los materiales procedentes de la excavación a priori no resultan muy adecuados para rellenos de urbanización, debido a su heterogeneidad, presencia de escombros, etc. En el caso de querer utilizarlos, deberán de realizarse los ensayos de caracterización pertinentes.

## Metodología de cálculos

Se han realizado una serie de cálculos, referentes a la estabilidad de las excavaciones proyectadas, habiéndose estudiado la posibilidad de rotura circular a través de los rellenos. La totalidad de los cálculos, se presentan en el apartado 5.7 de este Informe.

Se han realizado cálculos utilizando una sección tipo, y se han establecido los parámetros del terreno a partir de los datos de campo, laboratorio y la bibliografía existente.

A partir de aquí y mediante un programa informático que utiliza diversos métodos, se ha calculado el talud estable y los empujes que se generarían sobre una excavación vertical.

Los parámetros utilizados han sido los siguientes:

Material	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Fricción (°)
Rellenos	2.00	0.75	25
Suelos aluviales	2.00	1.00	24
Roca meteorizada	2.20	2.00	20

## Taludes estables. Empujes. Recomendaciones

De los cálculos efectuados, se deduce para excavaciones temporales (F.S.=1.3), inclinaciones de talud máximas 3(H):2(V)

Aunque en la zona investigada no se ha observado la presencia de nivel freático general, podrán existir ligeras fluencias de agua. Por ello, en el trasdós de los muros es aconsejable colocar un drenaje, que podría consistir en un relleno granular filtrante, en cuyo pie se colocaría una tubería de P.V.C. ranurada.

Dada la existencia de aceras, viales, paseos, e incluso en el extremo sureste una edificación cercana, en muchas de las excavaciones el talud recomendado resulta demasiado tendido.

Teniendo en cuenta las alturas de excavación, así como las características de los materiales a excavar, no se considera segura la realización de estas excavaciones mediante bataches subverticales.

Por ello, en el caso de no poder realizarse las excavaciones con taludes estables, se deberán proyectar elementos de contención, que puede consistir en la realización de una pantalla continua, o una pantalla de micropilotes o pilotes. También podría realizarse un sistema de excavación con bermas.

Los sistemas de contención, deberán ser diseñados por una ingeniería especializada.

En el caso de pantallas, el empotramiento debe de ser el necesario para obtener un empuje pasivo que equilibre la pantalla, o de lo contrario será necesario anclar o arriostrar la pantalla. En cualquier caso siempre deberá estar empotrada en la roca, aunque se encuentre alterada.

Para conocer el empotramiento mínimo de la pantalla continua, o pantalla de pilotes o micropilotes en la roca meteorizada, habrá que tener en cuenta la resistencia por fuste de los materiales atravesados.

Además, se deberá de diseñar un sistema de anclajes o arriostramientos intermedios.

Para el dimensionamiento de la pantalla continua, o la pantalla de micropilotes o pilotes, los arriostramientos y los anclajes, a continuación se presentan los parámetros geotécnicos estimados de las diferentes capas descritas.

Tipo de terreno	Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)	Coefficiente de balasto horizontal (Kg/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Deformación (Kp/cm <sup>2</sup> )	Resistencia por fuste límite (MPa)
Rellenos	2.00	0.75	25	1.5	45	IU- 0.05 IR-0.10 IRS-0.15
Aluvial CL/ML	2.00	1.00	24	1.5	45	IU- 0.10 IR-0.18 IRS-0.26
Aluvial GC	2.20	0.75	30	4.0	400	IU- 0.10 IR-0.18 IRS-0.26
Roca meteorizada	2.00	2.00	20	2.0	90	IU- 0.18 IR-0.27 IRS-0.40

**Nota:** I.U.= Inyección única. I.R.= Inyección repetitiva. I.R.S.= Inyección repetitiva sistemática.

La tensión de adherencia/resistencia por fuste presentada en esta tabla corresponde a la tensión de adherencia límite. A esta tensión habrá que aplicar el factor de seguridad deseado.

El coeficiente de rozamiento entre la base inferior de los encepados micropilotados y el terreno, necesario para conocer el efecto de las cargas laterales sobre las cimentaciones de pilares será de 2/3 la tangente entre la fricción del hormigón con el terreno. Esta fricción se estima en torno a 23 grados y por lo tanto, el coeficiente de fricción se estima en torno a 0.28.

El cálculo de los empujes sobre la pantalla, así como el empotramiento de los pilotes o micropilotes en la roca meteorizada, deberá ser realizado por la Ingeniería que proyecte el muro pantalla, teniendo en cuenta las características del terreno señaladas, las sobrecargas de edificaciones, tráfico, etc.

No obstante, a modo orientativo, se ha realizado un cálculo de empujes, el cual se presenta en el apartado 5.7.

En estos cálculos, orientativos, se ha obtenido para F.S.= 1.0, un empuje horizontal de  $E_h=1.8 \text{ T/m}^2$ . Para el caso de anclajes colocados con una inclinación 2(H):1(V), y un factor de seguridad F.S.= 1.3, se ha obtenido una tensión de anclaje de  $T_a=3.5 \text{ T/m}^2$ .

En el caso de optar por la realización de anclajes en lugar de arriostramientos, se deberá tener en cuenta la cimentación de los edificios colindantes, así como las instalaciones situadas en las inmediaciones, con objeto de no dañar los mismas.

La longitud de dichos anclajes deberá ser igual a la suma de la longitud de bulbo de anclaje y la longitud existente entre el muro y el macizo rocoso, ya que se recomienda anclarlos en la roca, aunque se encuentre muy meteorizada.

Para estimar la longitud del bulbo deberán seguirse las recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno H.P.8-96. (Versión 19-09-03). La resistencia última del bulbo en roca se podrá estimar mediante el valor de adherencia señalado en la tabla anterior.

#### **4.2.- CONDICIONES DE CIMENTACION**

Una vez efectuado el movimiento de tierras proyectado, se presentarán directamente los rellenos, o los suelos aluviales. La roca muy alterada se presentará a una profundidad variable entre 1,50 y 4,00 metros.

Los rellenos, son muy heterogéneos, y presentan restos de escombros. Los suelos aluviales no tienen continuidad lateral. Por ello, no se aconseja la cimentación en ninguno de estos terrenos.

A la vista de las características del terreno, se aconseja la cimentación del edificio mediante zapatas aisladas apoyadas sobre el macizo rocoso meteorizado.

A la hora de calcular la capacidad de carga del macizo rocoso meteorizado, se han tenido en cuenta los resultados de los ensayos efectuados in situ, así como los resultados de laboratorio y la bibliografía existente.

De los cálculos efectuados, los cuales se presentan en el apartado 5.7, se obtiene, para un empotramiento de 1.00 metro de las zapatas en la roca meteorizada, una carga admisible de 3.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este valor podrá incrementarse un 25% en hipótesis de cargas desfavorables. Los cálculos se han efectuado de manera que los asentamientos que se puedan producir sean inferiores a 2.50 centímetros.

Las excavaciones para la ejecución de los pozos de cimentación se podrán efectuar mediante medios mecánicos convencionales. Los taludes de los pozos podrán excavarse subverticales, o 2(V):1(H) si van a permanecer abiertos durante mucho tiempo.

Se recomienda verter una capa de hormigón de limpieza bajo las zapatas, inmediatamente después de haberse efectuado la excavación, apoyando la armadura sobre separadores.

La excavación de los últimos 20 cm. no es aconsejable que se efectúe hasta instantes antes del vertido del hormigón, con objeto de evitar que el terreno se remoldee y pase a consistencias más blandas, disminuyendo su capacidad portante.

La cota de cimentación recomendada, alcanzará una profundidad tal que quizás resulte elevada para zapatas. En este caso se podrán efectuar pedestales de hormigón pobre o ciclópeo bajo las zapatas, con las mismas condiciones de empotramiento, que a la vez sirvan para uniformizar la cota de cimentación.

### **Solera e Impermeabilizaciones**

Tal y como se ha señalado en el apartado de hidrología del capítulo anterior, durante la campaña de campo, se ha comprobado que en la zona objeto de estudio, no existe nivel freático general.

No obstante, es probable la existencia de bolsas de agua en los rellenos y ligeras fluencias de agua, en épocas de grandes lluvias.

A la hora de diseñar las impermeabilizaciones, se considera una “Presencia de agua” “BAJA”. Los coeficientes de permeabilidad han sido señalados en el apartado de parámetros geotécnicos. Se deberá consultar el Código Técnico de la Edificación en su sección DB HS 2.1.1 y 2.2.1.

Antes de efectuar la solera inferior del edificio, se recomienda asegurar bajo las mismas un espesor de zahorra bien compactada, que en principio se considera debiera ser en torno a 0.20 metros. Asimismo, en el caso de observarse en alguna zona rellenos con escombros, se aconseja sustituirlos en un espesor de un metro

Para el cálculo de las soleras, se podrán estimar los coeficientes de balasto, medido en placa de 30 cm de lado.

Material	Coefficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> )
Zahorra bien compactada	10
Rellenos	3
Suelos aluviales	3
Roca meteorizada	4

### Condiciones sísmicas

Para el diseño de la estructura, se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones sísmicas de la zona:

- Aceleración sísmica básica:  $a_b = 0.04g$
- Coeficiente de contribución  $K = 1.00$

El tipo de terreno de cimentación corresponde a roca compacta, del Tipo 1, siendo el coeficiente  $C=1.0$ , según la norma de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), del Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, BOE 11 de Octubre de 2.002, num. 244/2002.

### Agresividad

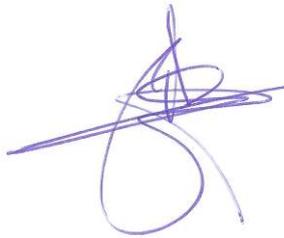
De los análisis de contenido en sulfatos y grado de acidez Baumman-Gully realizados sobre una muestra del terreno, se deduce que **NO** es agresivo al hormigón.

Por lo tanto, no se considera necesario la utilización de medidas especiales en cuanto a la agresividad, en los elementos estructurales en contacto con el subsuelo.



Hay que señalar que aunque este estudio proporciona una buena base para la realización del Proyecto, se considera **necesaria** la supervisión de las obras a cargo de personal especialista en geotecnia. Este Geólogo, deberá comprobar las recomendaciones indicadas en este estudio, e introducir en su caso, las modificaciones necesarias.

En Donostia-San Sebastián, a 11 de julio de 2.014.



Fdo: Patxi Aguirregomezcorta Larrea  
Geólogo (Colegiado nº 2175)



Fdo: Igor Rebollo Loinaz  
Geólogo (Colegiado nº 4010)

## 5. APENDICES

---

## 5.1. CLAVE DE DESCRIPCION DE SUELOS

---

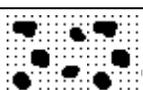
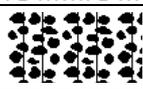
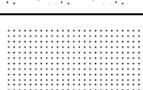
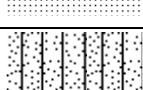
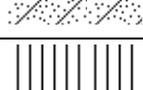
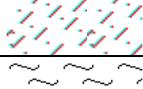
## CLAVE DE DESCRIPCION DE SUELOS

CLASIFICACION DE LAS PARTICULAS DE SUELO SEGÚN SU TAMAÑO		
TIPO DE SUELO	DENOMINACION	DIAMETRO DE PARTICULAS EN mm.
GRANO FINO	ARCILLA	< 0,002
	LIMO	0,002 a 0,074
GRANO GRUESO	ARENA FINA	0,074 a 0,420
	ARENA MEDIA	0,420 a 2,000
	ARENA GRUESA	2,000 a 4,750
	GRAVA FINA	4,750 a 19,100
	GRAVA GRUESA	19,100 a 100,000
	BOLOS	100,000 a 300,000
	BLOQUES	> 300,000
SUELOS DE GRANO GRUESO DENSIDAD RELATIVA SEGÚN ENSAYO S.P.T.		
DENSIDAD	GOLPEO S.P.T./30 cm.	
MUY FLOJO	< 5	
FLOJO	5 a 10	
MEDIANAMENTE DENSO	11 a 30	
DENSO	31 a 50	
MUY DENSO	>50	
SUELOS DE GRANO FINO RESISTENCIA SEGÚN COHESION		
RESISTENCIA	COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	
MUY BLANDO	< 0,125	
BLANDO	0,125 a 0,250	
MODERADAMENTE FIRME	0,250 a 0,500	
FIRME	0,500 a 1,000	
MUY FIRME	1,000 a 2,000	
DURO	> 2,000	
FRACCIONES SECUNDARIAS		
DESCRIPCION	PROPORCION (% EN PESO)	
INDICIOS	5 a 10	
ALGO	10 a 20	
BASTANTE	20 a 35	
SUFIJO OSO/OSA	35 a 50	

## 5.2. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

---

## SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

GRUPOS PRINCIPALES			SIMBOL O GRAFICO	SIMBOLO DE LETRAS	DESCRIPCION DEL SUELO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA	GRAVA LIMPIA		GW	GRAVAS BIEN GRADADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS	
				GP	GRAVAS MAL GRADADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS	
		GRAVA CON FINOS		GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	
		(FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE)		GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	
	MAS DEL 50% DEL MATERIAL QUEDA RETENIDO POR EL TAMIZ N°200	ARENA Y SUELOS ARENOSO S	ARENA LIMPIA		SW	ARENAS BIEN GRADADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
					SP	ARENAS MAL GRADADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
		MAS DEL 50% DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ N°4	ARENA CON FINOS		SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO
			(FINOS EN CANTIDAD APRECIABLE)		SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA
SUELOS DE GRANO FINO	LIMO Y ARCILLA LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50			ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS ARCILLOSOS POCO PLASTICOS	
				CL	ARCILLAS INORGANICAS POCO PLASTICAS O DE PLASTICIDAD MEDIANA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS	
				OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS POCO PLASTICAS	
	MAS DEL 50% DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ N°200	LIMO Y ARCILLA LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50			MH	LIMOS INORGANICOS CON MICA O ARENA FINA DE DIATOMEAS, O SUELOS LIMOSOS
					CH	ARCILLAS INORGANICAS MUY PLASTICAS, ARCILLAS GRASAS
					OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIANA O MUY PLASTICAS, LIMOS INORGANICOS
SUELOS MUY ORGANICOS			PT	TURBA, HUMUS, SUELOS DE PANTANO CON MUCHA MATERIA ORGANICA		

**NOTA:** SE UTILIZARAN SIMBOLOS DOBLES PARA CASOS INTERMEDIOS DE CLASIFICACION

### 5.3. ESCALA DE METEORIZACION DEL MACIZO ROCOSO

---

## ESCALA DE METEORIZACION DEL MACIZO ROCOSO

GRADO DE METEORIZACION	DENOMINACION	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
I	SANA	ROCA NO METEORIZADA. CONSERVA EL COLOR LUSTROSO EN TODA LA MASA
II	SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE OXIDO	LAS CARAS DE LAS JUNTAS ESTAN MANCHADAS DE OXIDO, PERO EL BLOQUE UNITARIO ENTRE JUNTAS MANTIENE EL COLOR LUSTROSO DE LA ROCA
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	CLARAMENTE METEORIZADA A TRAVES DE LA PETROFABRICA RECONOCIENDOSE EL CAMBIO DE COLOR RESPECTO DE LA ROCA SANA.  TROZOS DE 25 cm <sup>2</sup> DE SECCION NO PUEDEN ROMPERSE A MANO.
IV	MUY METEORIZADA	ROCA INTENSAMENTE METEORIZADA, QUE PUEDE DESMENUZARSE A MANO Y ROMPERSE
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	MATERIAL CON ASPECTO DE SUELO DESCOMPUESTO, PERO CON ESTRUCTURA ORIGINAL RECONOCIBLE

#### 5.4. REGISTRO DE SONDEOS

---



ESTUDIO: APARTAMENTOS EN MONS

FECHA: 01/07/14

SONDEO: S-2

COTA (EN METROS)	RECUPERACION (%)	MUESTRA	GOLPEO	PERDIDA AGUA (%)	METEORIZACION	R.Q.D. (%)	FRACTURACION / 30 cm	DEFINICION	COLUMNA	Clasificación SUCS	Nivel Freático	ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO							ESTRUCTURA				
												R.C.S.D. ENSAYO VANE (kg/cm²)	Densidad seca (gr/cm³)	HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD	% FINOS		R.C.S. (Kp/cm²)			
0	100							<b>0.00m TIERRA VEGETAL</b>															
0	100							<b>0.05m RELLENO:</b> GRAVA MARRON CON ALGO A BASTANTE ARCILLA Y ALGO DE ARENA. MUY FLOJA A FLOJA. - Presencia de ocasionales tongadas intercaladas, formadas por arcilla marrón y gris con algo de grava y algo de arena. Firme. - Presencia de ocasionales restos de escombros.				0.60											
1	100											0.50											
2	80	↓	2223																				
2	100																						
3	100							<b>2.90m RELLENO:</b> GRAVA MARRON CON BASTANTE ARCILLA/LIMO Y ALGO DE ARENA. FLOJA. - Presencia de abundantes restos de ladrillos.															
4	100							<b>4.00m ANTIGUA TIERRA VEGETAL</b>															
4	95	↓	3366					<b>4.40m ALUVIAL:</b> ARCILLA/LIMO VERDE GRISACEO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA. FIRME. - La grava presenta contornos semirodados. - Se observa la presencia de restos de materia orgánica en estado semidescompuesto. - A 5.90m la consistencia pasa a moderadamente firme-firme.				0.75											
5	100											0.70											
5	100											0.60											
5	100											0.75											
6	100											0.35											
6	100											0.50											
7	90	■						<b>6.70m ALUVIAL:</b> GRAVA ARCILLOSA MARRON CON ALGO DE ARENA. MEDIANAMENTE DENSA.															
7	100											1.776	26.1	43.2	22.8	20.4	83.3						
8	100							<b>7.55m ROCA:</b> ALTERNANCIA DE CALIZAS, CALIZAS ARCILLOSAS CALIZAS ARENOSAS Y ARGILITAS. GRADO IV-V. - Edad: Cretácico superior (Campaniense). - Equivalente geomecánico: Arcilla marrón anaranjada y marrón grisácea con algo de arena. Muy firme a dura. - Presencia de intercalaciones de calizas arenosas completamente arenizadas.															
8	100											0.50											
9	100											1.25											
9	100																						
10	60	↓	8 14 19 20					-FIN DE SONDEO A 10.00m EN ROCA GRADO IV-V.															

SIMBOLOS: ENSAYO S.P.T. MUESTRA INALTERADA



EMPLAZAMIENTO



REGISTRO FOTOGRAFICO



## 5.5. REGISTRO DE ENSAYOS DPSH

---

 AROA GEOTECNIA, S.L.L. Poligono Asua -berri. Pabellón 99 48950 - ASUA (BIZKAIA) Tfn: 94 4531552 Fax 94 4531661				<b>ACTA DE RESULTADOS</b>											
				<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH - B (UNE- EN ISO 22476-2)</b>											
				<b>Características del penetrómetro :</b> Masa de la maza : 63,5 kg.      Altura de caída : 76 cm. Masa disp. de golpeo : 115 kg      Area de la puntaza : 20 cm <sup>2</sup>				<b>Varillaie :</b> Diámetro : 32 mm      Longitud : 1 m Masa : 6,2 Kg/m							
<b>OBRA / PROYECTO :</b> <b>APARCAMIENTOS EN MONS, INTXAURRONDO, DONOSTIA</b>				<b>CLIENTE :</b> <b>LURTEK</b>		<b>EXP :</b> <b>3067</b>		<b>S/REF :</b>		<b>ENSAYO :</b> <b>P-1</b>					
<b>OPERARIO :</b> <b>SANTIAGO ALONSO</b>				<b>MAQUINARIA :</b> <b>RL-3</b>				<b>TIPO DE PUNTAZA</b>							
								Recuperable		X					
								Perdida							
<b>FECHA :</b> <b>1-jul-14</b>		<b>HORA :</b> <b>12:30</b>		<b>DURACION :</b> <b>20 min</b>				<b>Verificacion equipo previo ensayo</b>							
								Equipo verificado y conforme con la norma europea EN ISO 22476-2		<b>FECHA</b> <b>14/04/2014</b>					
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>															
<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>
0,20	4	2		5,20	3			10,20				15,20			
0,40	4			5,40	5			10,40				15,40			
0,60	6			5,60	4			10,60				15,60			
0,80	7			5,80	5			10,80				15,80			
1,00	7	1	70	6,00	6	1	115	11,00				16,00			
1,20	8			6,20	6			11,20				16,20			
1,40	8			6,40	5			11,40				16,40			
1,60	8			6,60	6			11,60				16,60			
1,80	9			6,80	6			11,80				16,80			
2,00	9	1	90	7,00	6	1	130	12,00				17,00			
2,20	10			7,20	7			12,20				17,20			
2,30	9			7,40	7			12,40				17,40			
2,60	4			7,50	8			12,60				17,60			
2,80	5			7,80	7			12,80				17,80			
3,00	5	1	75	8,00	7	1	140	13,00				18,00			
3,15	5			8,20	12			13,20				18,20			
3,40	4			8,40	16			13,40				18,40			
3,60	4			8,60	14			13,60				18,60			
3,80	5			8,80	19			13,80				18,80			
4,00	6	1	110	9,00	16	1	190	14,00				19,00			
4,20	5			9,20	15			14,20				19,20			
4,40	4			9,40	16			14,40				19,40			
4,60	3			9,60	18			14,60				19,60			
4,80	3			9,80	18			14,80				19,80			
5,00	4	1	110	10,00	15			15,00				20,00			
<b>OBSERVACIONES :</b>															

DIRECTOR LABORATORIO

RESPONSABLE



Fdo. Jose Gaminde



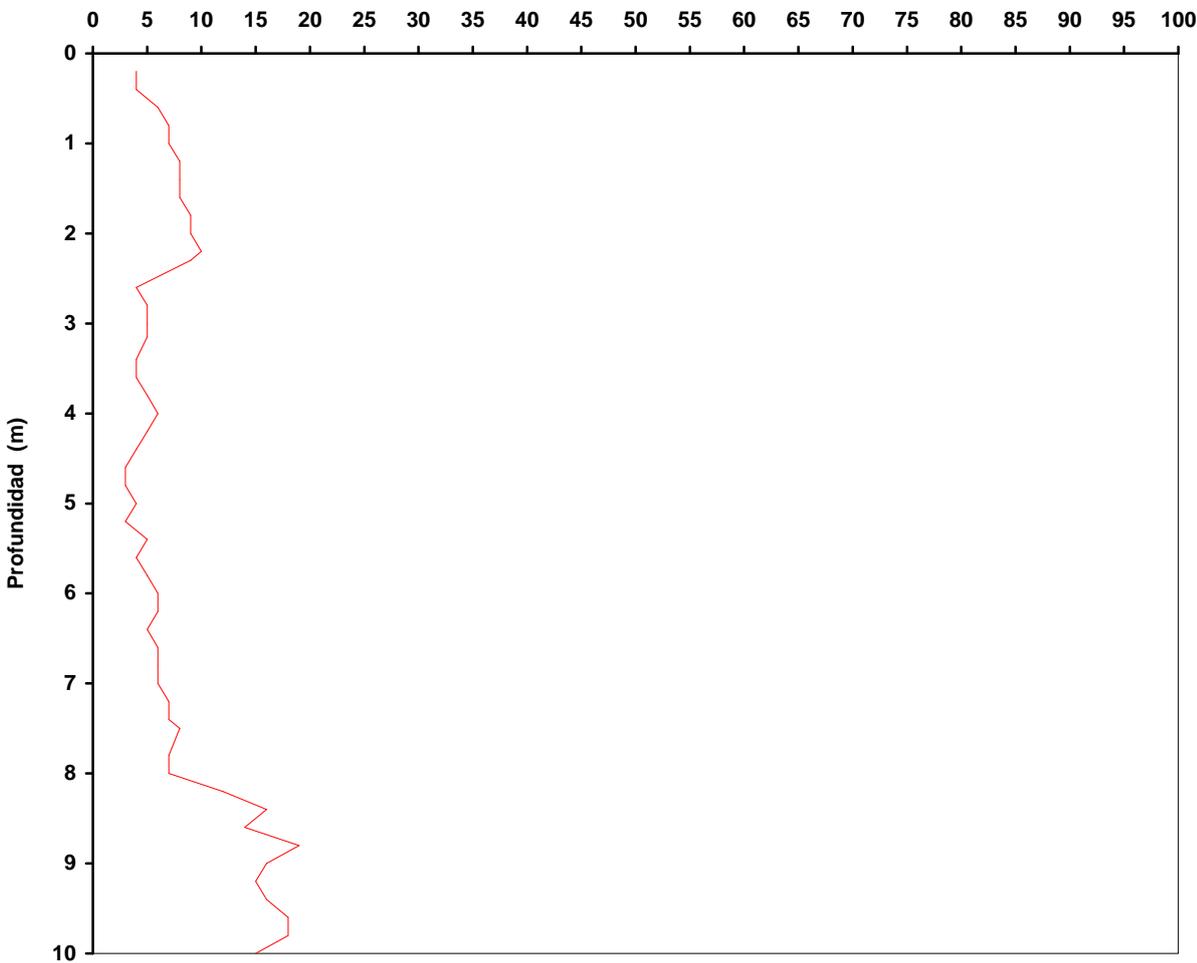
Fdo. Javier Serrano

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACION (GEOTECNIA) ACREDITADO POR LA DIRECCION DE VIVIENDA, INNOVACION Y CONTROL DEL GOBIERNO VASCO, SEGUN REAL DECRETO 410/2010. Nº DE REG.LECCE PVS-L-008 (REG.GENERAL DEL CTE)

EL PRESENTE ACTA DE ENSAYO NO DE PUEDE REPRODUCIR MAS QUE EN SU TOTALIDAD, SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO

F-170202

EL PRESENTE ACTA CONCIERNE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO Y AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES

 AROA GEOTECNIA, S.L.L. Poligono Asua -berri. Pabellón 99 48950 - ASUA (BIZKAIA) Tfno: 94 4531552 Fax 94 4531661		<b>ACTA DE RESULTADOS</b>			
		<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH - B (UNE- EN ISO 22476-2)</b>			
		Características del penetrómetro : Masa de la maza : 63,5 kg.      Altura de caída : 76 cm. Masa disp. de golpeo : 115 kg      Area de la puntaza : 20 cm <sup>2</sup>		Varillaie : Diámetro : 32 mm      Longitud : 1 m Masa : 6,2 Kg/m	
OBRA / PROYECTO : <b>APARCAMIENTOS EN MONS, INTXAURRONGO, DONOSTIA</b>		CLIENTE : <b>LURTEK</b>	EXP: <b>3067</b>	S/REF:	ENSAYO : <b>P-1</b>
OPERARIO : <b>SANTIAGO ALONSO</b>		MAQUINARIA : <b>RL-3</b>		TIPO DE PUNTAZA	
				Recuperable	X
				Perdida	
FECHA : <b>1-jul-14</b>	HORA : <b>12:30</b>	DURACION : <b>20 min</b>		Verificacion equipo previo ensayo	
				Equipo verificado y conforme con la norma europea EN ISO 22476-2	FECHA <b>14/04/2014</b>
<b>GRAFICO DEL ENSAYO</b>					
Valores de N20					
					

DIRECTOR LABORATORIO

RESPONSABLE



Fdo. Jose Gaminde



Fdo. Javier Serrano

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACION (GEOTECNIA) ACREDITADO POR LA DIRECCION DE VIVIENDA, INNOVACION Y CONTROL DEL GOBIERNO VASCO, SEGÚN REAL DECRETO 410/2010. Nº DE REG.LECCE PVS-L-008 (REG.GENERAL DEL CTE)

EL PRESENTE ACTA DE ENSAYO NO DE PUEDE REPRODUCIR MAS QUE EN SU TOTALIDAD, SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO

F-170202

EL PRESENTE ACTA CONCIERNE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO Y AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES

 AROA GEOTECNIA, S.L.L. Poligono Asua -berri. Pabellón 99 48950 - ASUA (BIZKAIA) Tfn: 94 4531552 Fax 94 4531661				<b>ACTA DE RESULTADOS</b>											
				<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH - B (UNE- EN ISO 22476-2)</b>											
				<b>Características del penetrómetro :</b> Masa de la maza : 63,5 kg.      Altura de caída : 76 cm. Masa disp. de golpeo : 115 kg      Area de la puntaza : 20 cm <sup>2</sup>				<b>Varillaie :</b> Diámetro : 32 mm      Longitud : 1 m Masa : 6,2 Kg/m							
<b>OBRA / PROYECTO :</b> <b>APARCAMIENTOS EN MONS, INTXAURRONDO, DONOSTIA</b>				<b>CLIENTE :</b> <b>LURTEK</b>		<b>EXP :</b> <b>3067</b>		<b>S/REF :</b>		<b>ENSAYO :</b> <b>P-2</b>					
<b>OPERARIO :</b> <b>SANTIAGO ALONSO</b>				<b>MAQUINARIA :</b> <b>RL-3</b>				<b>TIPO DE PUNTAZA</b>							
								Recuperable		X					
								Perdida							
<b>FECHA :</b> <b>1-jul-14</b>		<b>HORA :</b> <b>13:00</b>		<b>DURACION :</b> <b>20 min</b>				<b>Verificacion equipo previo ensayo</b>							
								Equipo verificado y conforme con la norma europea EN ISO 22476-2		<b>FECHA</b> <b>14/04/2014</b>					
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>															
<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>N20</b>	<b>Varilla (m)</b>	<b>Par (N.m)</b>
0,20	5	2		5,20	6			10,20				15,20			
0,40	4			5,40	6			10,40				15,40			
0,60	7			5,60	5			10,60				15,60			
0,80	4			5,80	6			10,80				15,80			
1,00	4	1	80	6,00	5	1	120	11,00				16,00			
1,20	5			6,20	7			11,20				16,20			
1,40	5			6,40	6			11,40				16,40			
1,60	5			6,60	4			11,60				16,60			
1,80	6			6,80	5			11,80				16,80			
2,00	6	1	90	7,00	5	1	160	12,00				17,00			
2,20	5			7,20	7			12,20				17,20			
2,30	4			7,40	7			12,40				17,40			
2,60	4			7,50	6			12,60				17,60			
2,80	4			7,80	6			12,80				17,80			
3,00	5	1	80	8,00	8	1	180	13,00				18,00			
3,15	4			8,20	8			13,20				18,20			
3,40	4			8,40	12			13,40				18,40			
3,60	4			8,60	15			13,60				18,60			
3,80	3			8,80	16			13,80				18,80			
4,00	5	1	115	9,00	16	1	185	14,00				19,00			
4,20	4			9,20	10			14,20				19,20			
4,40	6			9,40	14			14,40				19,40			
4,60	5			9,60	14			14,60				19,60			
4,80	6			9,80	19			14,80				19,80			
5,00	5	1	120	10,00	17			15,00				20,00			
<b>OBSERVACIONES :</b>															

DIRECTOR LABORATORIO

RESPONSABLE



Fdo. Jose Gaminde



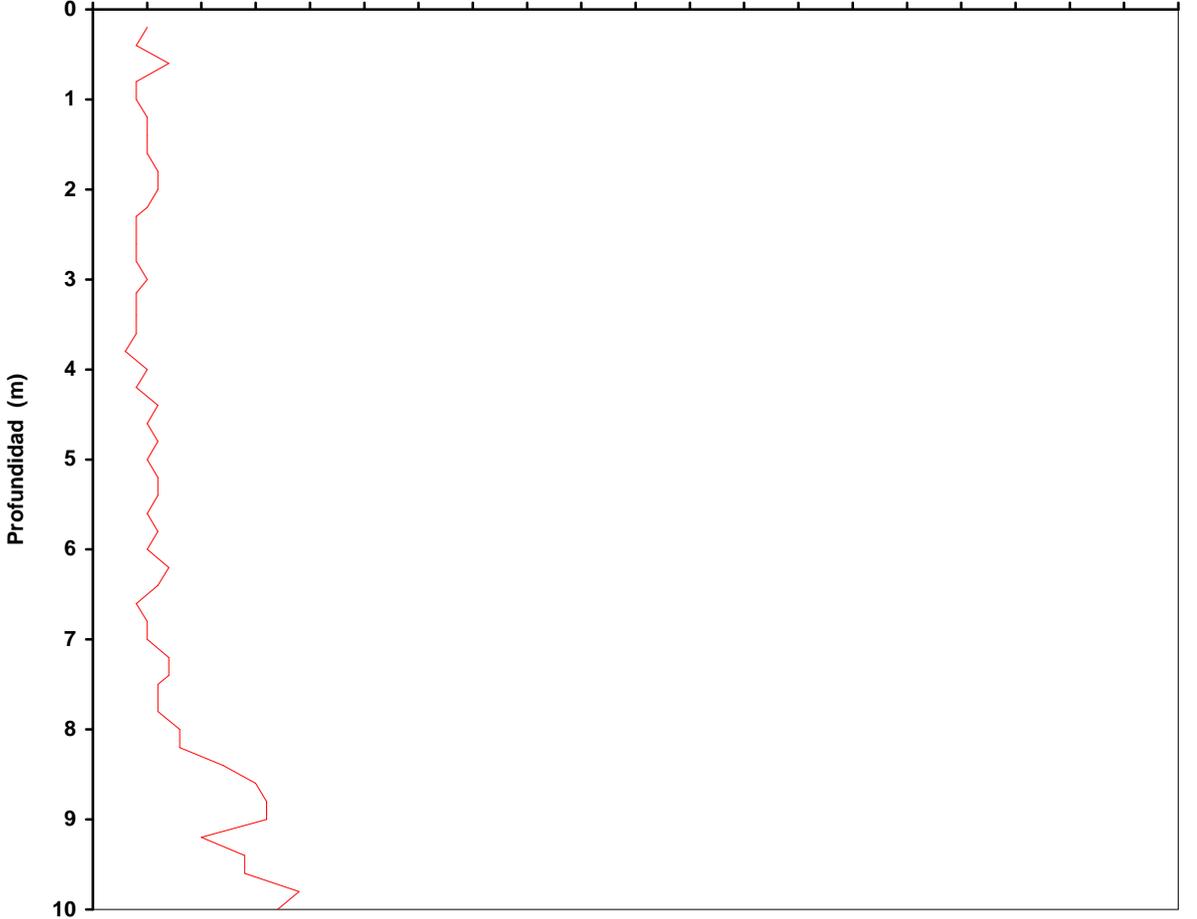
Fdo. Javier Serrano

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACION (GEOTECNIA) ACREDITADO POR LA DIRECCION DE VIVIENDA, INNOVACION Y CONTROL DEL GOBIERNO VASCO, SEGUN REAL DECRETO 410/2010. Nº DE REG.LECCE PVS-L-008 (REG.GENERAL DEL CTE)

EL PRESENTE ACTA DE ENSAYO NO DE PUEDE REPRODUCIR MAS QUE EN SU TOTALIDAD, SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO

F-170202

EL PRESENTE ACTA CONCIERNE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO Y AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES

 AROA GEOTECNIA, S.L.L. Poligono Asua -berri. Pabellón 99 48950 - ASUA (BIZKAIA) Tfno: 94 4531552 Fax 94 4531661		<b>ACTA DE RESULTADOS</b> <b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH - B (UNE- EN ISO 22476-2)</b>			
		<u>Características del penetrómetro :</u> Masa de la maza : 63,5 kg.      Altura de caída : 76 cm. Masa disp. de golpeo : 115 kg      Area de la puntaza : 20 cm <sup>2</sup>		<u>Varillaie :</u> Diámetro : 32 mm      Longitud : 1 m Masa : 6,2 Kg/m	
OBRA / PROYECTO : <b>APARCAMIENTOS EN MONS, INTXAURRONGO, DONOSTIA</b>		CLIENTE : <b>LURTEK</b>	EXP: <b>3067</b>	S/REF:	ENSAYO : <b>P-2</b>
OPERARIO : <b>SANTIAGO ALONSO</b>		MAQUINARIA : <b>RL-3</b>		TIPO DE PUNTAZA	
				Recuperable	X
				Perdida	
FECHA : <b>1-jul-14</b>	HORA : <b>13:00</b>	DURACION : <b>20 min</b>		Verificacion equipo previo ensayo	
				Equipo verificado y conforme con la norma europea EN ISO 22476-2	FECHA <b>14/04/2014</b>
<u>GRAFICO DEL ENSAYO</u>					
<b>Valores de N20</b>					
0    5    10    15    20    25    30    35    40    45    50    55    60    65    70    75    80    85    90    95    100					
					
Profundidad (m)					
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10					

DIRECTOR LABORATORIO

RESPONSABLE



Fdo. Jose Gaminde



Fdo. Javier Serrano

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACION (GEOTECNIA) ACREDITADO POR LA DIRECCION DE VIVIENDA, INNOVACION Y CONTROL DEL GOBIERNO VASCO, SEGÚN REAL DECRETO 410/2010. Nº DE REG.LECCE PVS-L-008 (REG.GENERAL DEL CTE)

EL PRESENTE ACTA DE ENSAYO NO DE PUEDE REPRODUCIR MAS QUE EN SU TOTALIDAD, SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO

F-170202

EL PRESENTE ACTA CONCIERNE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS SOMETIDAS A ENSAYO Y AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES

## 5.6. ENSAYOS DE LABORATORIO

---

# CEPASA

Ensayos Geotécnicos, S.A.  
Nicolás Copérnico, 12 Polg. Ind. CODEIN  
28940-FUENLABRADA – MADRID  
Telf: 91-606.88.54 Fax: 609.88.55

**Laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación:**  
**Ensayos de Geotecnia (GT)**  
**Ensayos de Viales (VS)**  
**Ensayos de Hormigón Estructural (EH)**  
**Ensayos de Aguas**

TRABAJO N°: 14147

PETICIONARIO: Empresa: LURTEK  
Domicilio: Extremadura nº 11 Bajo  
20015 – San Sebastián (Guipuzkoa)  
At: D. Igor Rebollo

DENOMINACIÓN: Obra: DONOSTIA. SAN SEBASTIAN  
Situación: 55 APARTAMENTOS PARA MAYORES EN AIU  
“IN.05.MONS” PASEO DE MONS. BARRIO INTXAURRONDO

TIPO DE MUESTRA: SUELO

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: Fecha: 03/07/014  
Entregada por el peticionario en el laboratorio de CEPASA

ENSAYOS SOLICITADOS:

Humedad (UNE 103300)  
Densidad (UNE 103301)  
Granulometría (UNE 103101)  
Límites de Atterberg (UNE 103103 y 103104)  
Sulfatos (UNE 83963)  
Acidez de Baumman-Gully según EHE ((NE 83962)



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

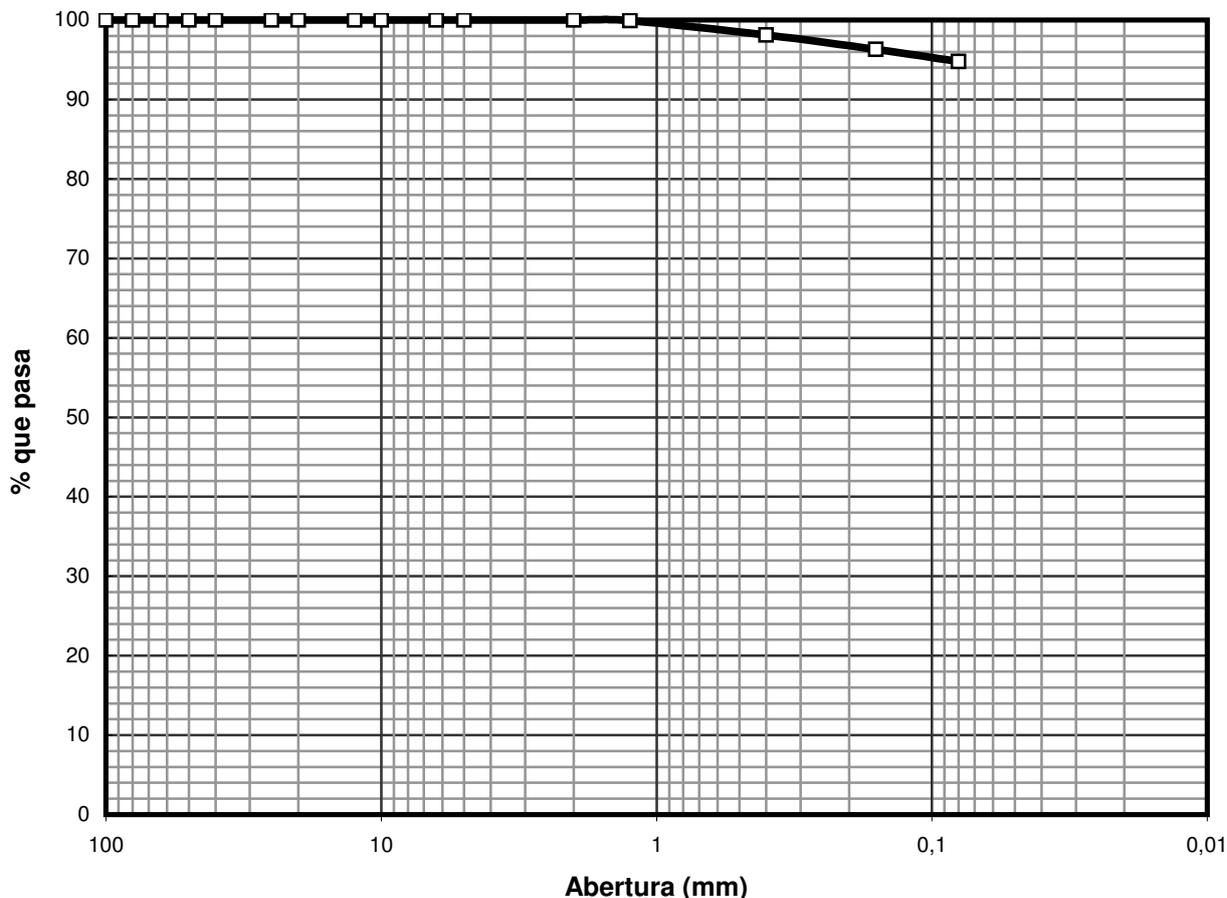
**CLIENTE:** LURTEK  
**TRABAJO:** 55 APAR. MAYORES EN AIU IN.05 MONS. BARRIO INTXAURROND  
**INDICATIVO:** 14147 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-1 MA 7,00 **FECHA:** 08/07/14 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

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			154,82	100,00	
80			154,82	100,00	
63			154,82	100,00	
50			154,82	100,00	
40			154,82	100,00	
25			154,82	100,00	
20			154,82	100,00	
12,5		0,00	154,82	100,00	
10		0,00	154,82	100,00	
6,3		0,00	154,82	100,00	
5		0,00	154,82	100,00	
2		0,00	154,82	100,00	
1,25	0,13	0,13	154,69	99,92	
0,4	2,92	2,92	151,90	98,11	
0,16	5,70	5,70	149,12	96,32	
0,08	8,07	8,07	146,75	94,79	

### Representación gráfica



Observaciones:



## ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

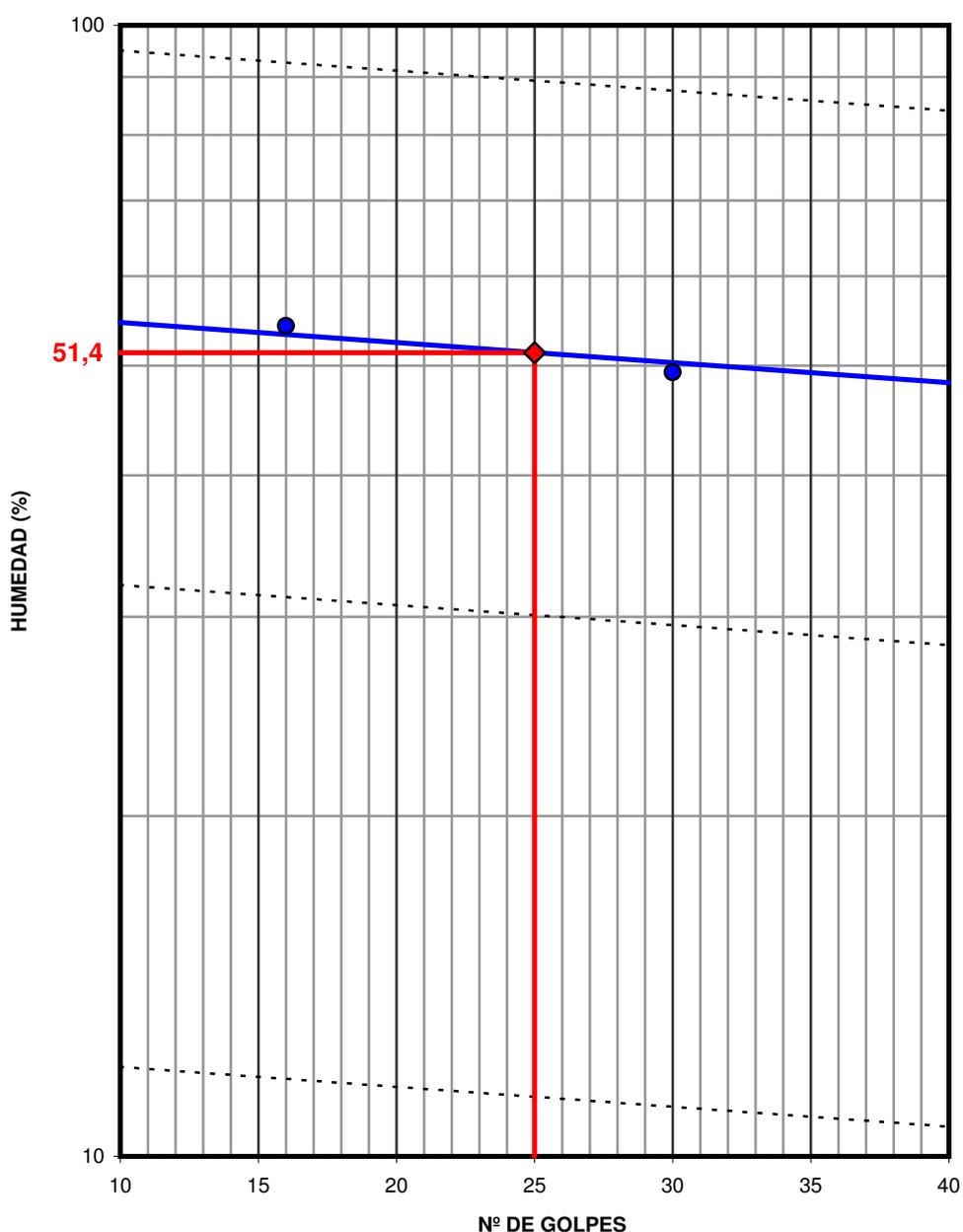
(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

**CLIENTE:** LURTEK  
**TRABAJO:** 55 APAR. MAYORES EN AIU IN.05 MONS. BARRIO INTXAURRONDO  
**INDICATIVO:** 14147 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-1 MA 7,00 **FECHA:** 08/07/14 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	30	16	T+S+A (g):	24,88	25,32		<b>LL: 51,4</b>
T+S+A (g):	25,33	31,04	T+S (g):	22,67	23,06		<b>LP: 31,7</b>
T+S (g):	19,99	23,38	T (g):	15,69	15,94		<b>IP: 19,7</b>
T (g):	9,17	9,25	A (g):	2,21	2,26		
A (g):	5,34	7,66	S (g):	6,98	7,12		
S (g):	10,82	14,13	Humedad (%):	31,66	31,74	<b>31,70</b>	
Humedad (%):	49,35	54,21					

### Representación gráfica



Observaciones:



## ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG

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

**CLIENTE:** LURTEK  
**TRABAJO:** 55 APAR. MAYORES EN AIU IN.05 MONS. BARRIO INTXAURRONDO  
**INDICATIVO:** 14147 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-2 MI 6,40-7,00 **FECHA:** 08/07/14 Hoja 1 de 1

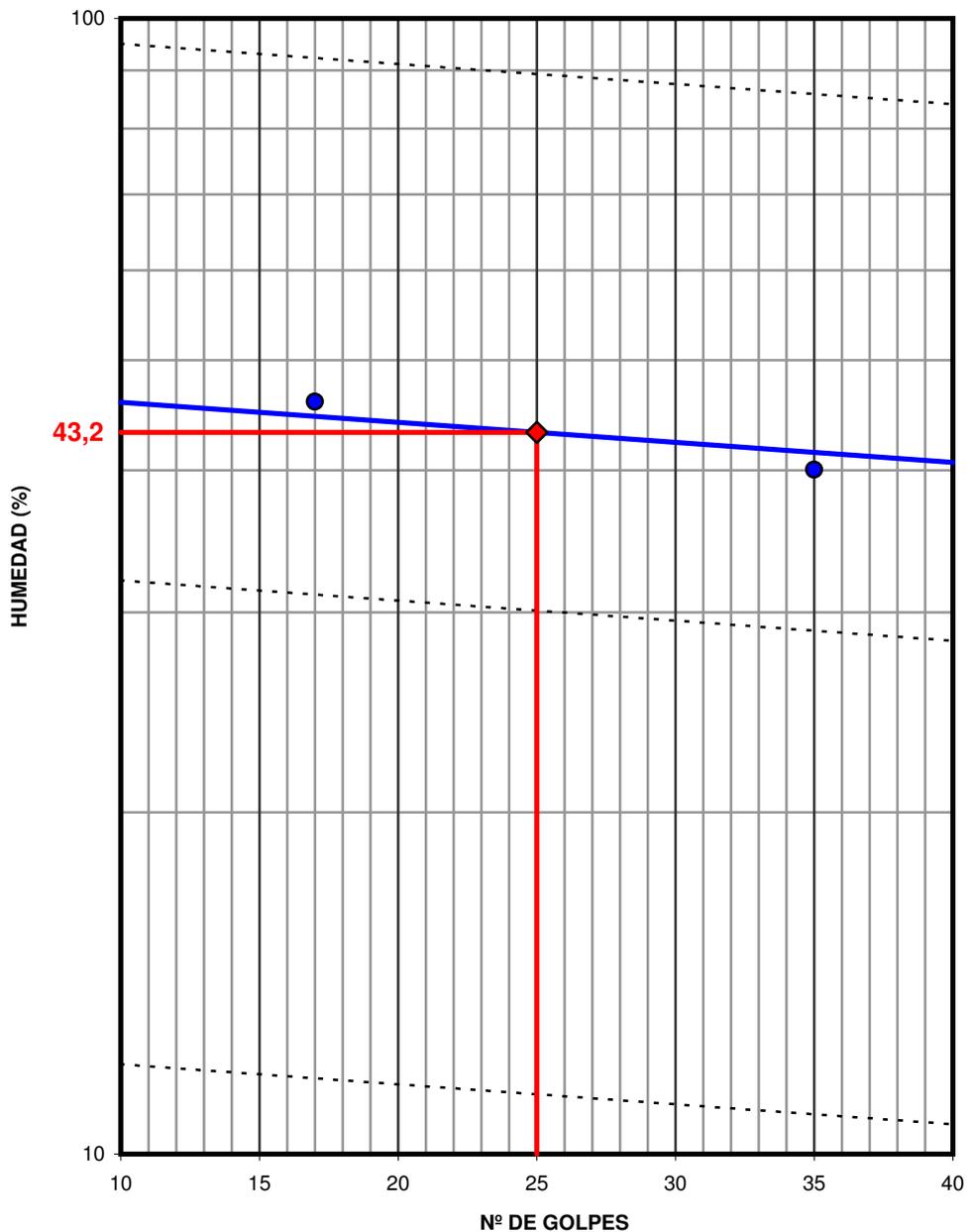
CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes:	35	17
T+S+A (g):	31,63	33,69
T+S (g):	25,16	25,88
T (g):	9,01	8,90
A (g):	6,47	7,81
S (g):	16,15	16,98
Humedad (%):	40,06	46,00

L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media
T+S+A (g):	28,53	25,85	
T+S (g):	26,61	23,75	
T (g):	18,19	14,53	
A (g):	1,92	2,10	
S (g):	8,42	9,22	
Humedad (%):	22,80	22,78	22,79

Resultados	
<b>LL:</b>	<b>43,2</b>
<b>LP:</b>	<b>22,8</b>
<b>IP:</b>	<b>20,4</b>

### Representación gráfica



Observaciones:



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

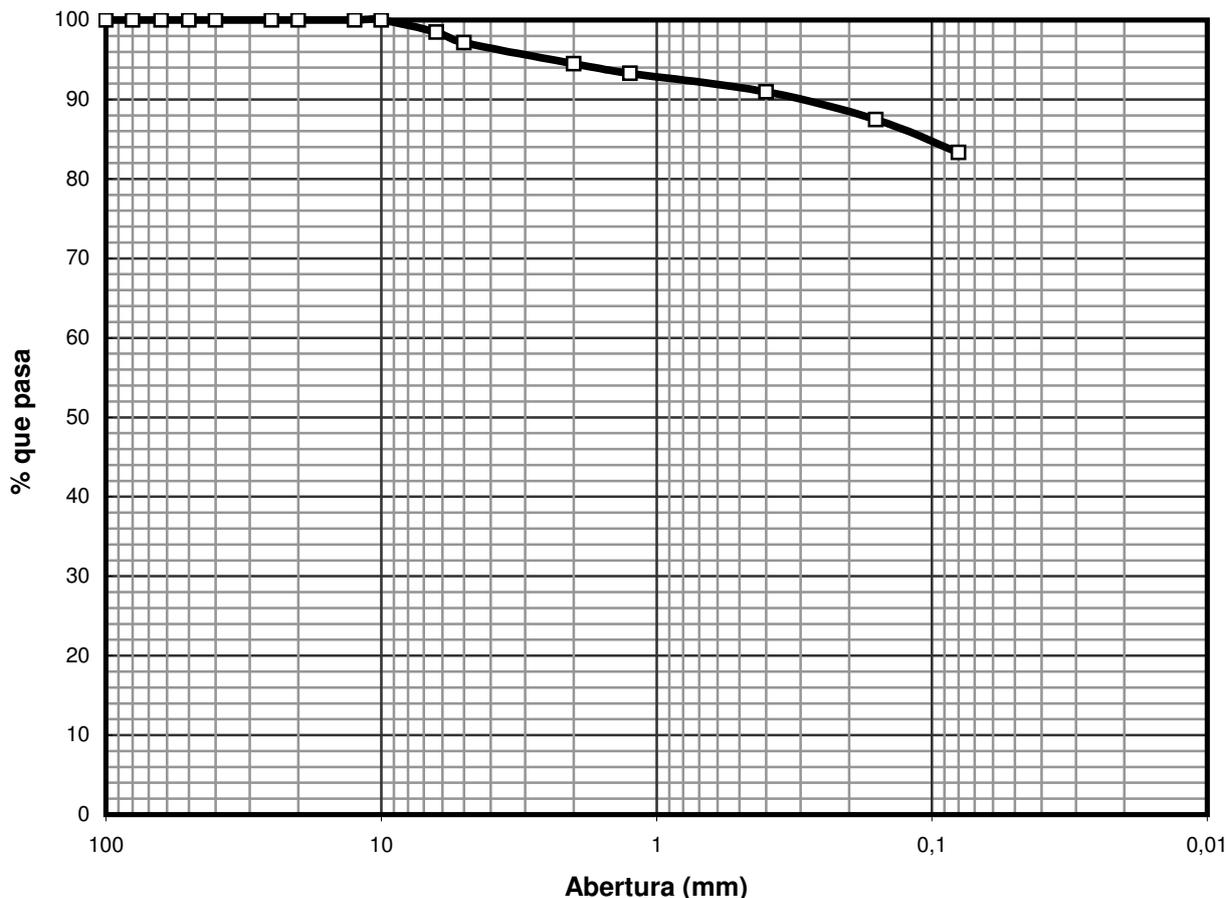
**CLIENTE:** LURTEK  
**TRABAJO:** 55 APAR. MAYORES EN AIU IN.05 MONS. BARRIO INTXAURROND  
**INDICATIVO:** 14147 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-2 MI 6,40-7,00 **FECHA:** 08/07/14 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

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			151,73	100,00	
80			151,73	100,00	
63			151,73	100,00	
50			151,73	100,00	
40			151,73	100,00	
25			151,73	100,00	
20			151,73	100,00	
12,5		0,00	151,73	100,00	
10		0,00	151,73	100,00	
6,3	2,33	2,33	149,40	98,46	
5	4,32	4,32	147,41	97,15	
2	8,37	8,37	143,36	94,48	
1,25	1,84	10,21	141,52	93,27	
0,4	5,33	13,70	138,03	90,97	
0,16	10,65	19,02	132,71	87,46	
0,08	16,95	25,32	126,41	83,31	

### Representación gráfica



Observaciones:



**HUMEDAD (UNE-103.300)**  
**DENSIDAD (UNE-103.301)**

<b>CLIENTE:</b>	LURTEK
<b>TRABAJO:</b>	55 APARTAMENTOS PARA MAYORES EN AIU "IN.05 MONS . PASEO DE MONS. BARRIO INTXAURRONDO
<b>INDICATIVO:</b>	14147
<b>FECHA:</b>	08/07/14

**Resultados de los ensayos**

<b>MUESTRA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)</b>
S-1 MA 7.00	45,70	
S-2 MI 6.40-7.00	26,18	1,776



## DETERMINACIÓN DE SULFATOS EN SUELOS SEGÚN UNE 83963

<b>CLIENTE:</b>	LURTEK
<b>TRABAJO:</b>	55 APAR. MAYORES EN AIU IN. 05 MONS. PASEO DE MONS. BARRIO INTXAURRONDO. DONOSTIA. SAN SEBASTIAN
<b>INDICATIVO:</b>	14147
<b>FECHA:</b>	08/07/14

### Resultados de los ensayos

REFERENCIA MUESTRA	CONTENIDO EN SULFATOS (mg/Kg)
S-1 MA 7.00	122,3



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

**CLIENTE:** LURTEK  
**TRABAJO:** 55 APAR. MAYORES EN AIU IN. O5 MONS. PASEO DE  
MONS. BARRIO INTXAURRONDO. DONOSTIA. SAN  
SEBASTIAN  
**INDICATIVO:** 14147  
**FECHA:** 08/07/14

**Resultados de los ensayos**

MUESTRA	Acidez Baumman-Gully (ml/kg)
S-1 MA 7.00	12,31

## 5.7. CALCULOS EFECTUADOS

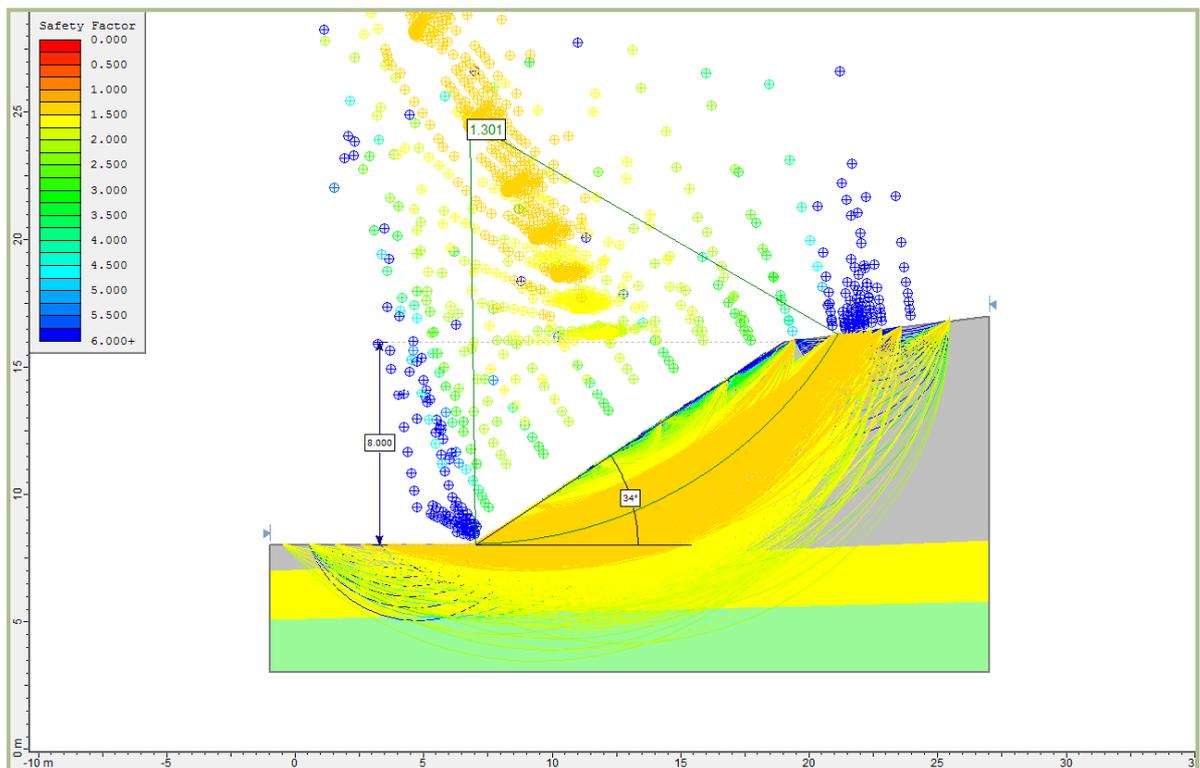
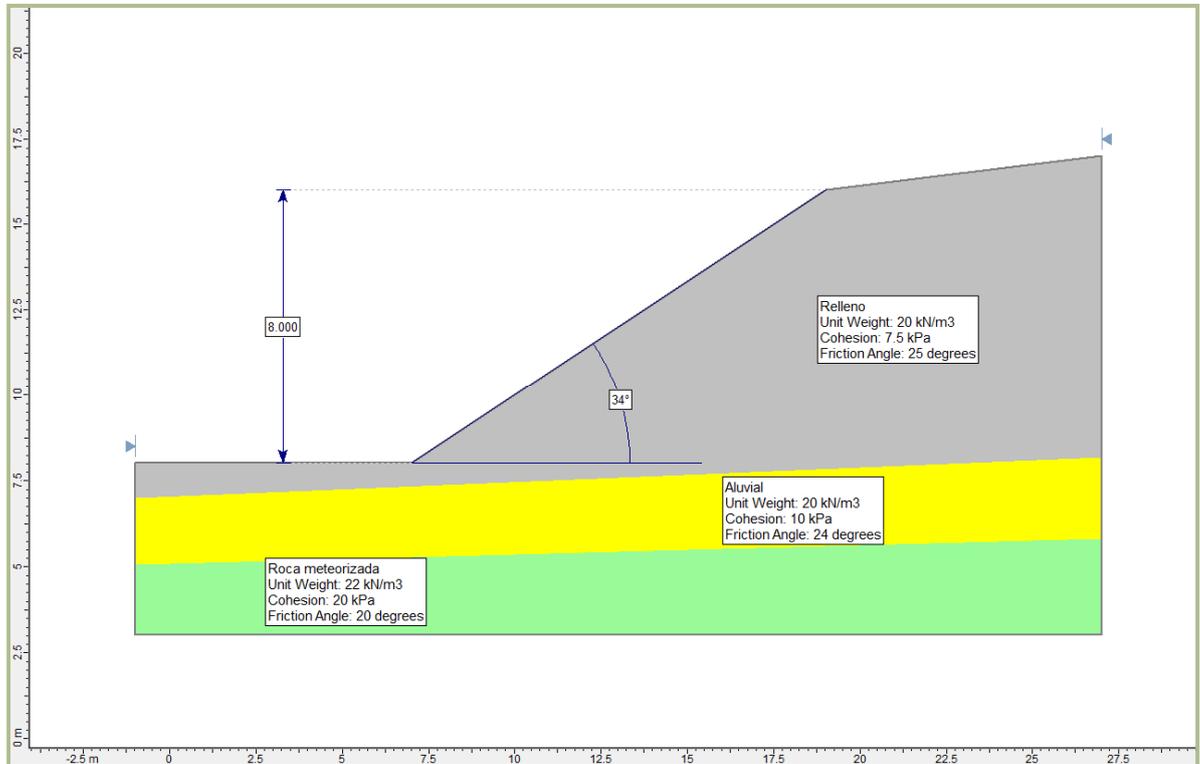
---

Cálculos de estabilidad frente a roturas circulares

---

## SECCIÓN DE CÁLCULO: SECCIÓN TIPO

CONDICIONES DE ESTABILIDAD. EXCAVACIONES CON TALUD 3(H):2(V). F.S.>1.3



## DATOS DE CÁLCULO

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: slidete.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### Material Properties

#### Material: Relleno

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 7.5 kPa  
Friction Angle: 25 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Aluvial

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 24 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Roca meteorizada

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 22 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 20 kPa  
Friction Angle: 20 degrees  
Water Surface: None

### Global Minimums

#### Method: ordinary/fellenius

FS: 1.241190  
Center: 8.268, 21.874  
Radius: 13.930  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.013, 16.252  
Resisting Moment=5701.52 kN-m  
Driving Moment=4593.58 kN-m

#### Method: bishop simplified

FS: 1.307770  
Center: 6.860, 24.456  
Radius: 16.457  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.000  
Right Slip Surface Endpoint: 21.134, 16.267  
Resisting Moment=6424.97 kN-m  
Driving Moment=4912.92 kN-m

#### Method: janbu simplified

FS: 1.223440  
Center: 8.268, 21.874  
Radius: 13.930  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.013, 16.252  
Resisting Horizontal Force=359.91 kN  
Driving Horizontal Force=294.18 kN

#### Method: janbu corrected

FS: 1.299740  
Center: 8.268, 21.874  
Radius: 13.930  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.013, 16.252  
Resisting Horizontal Force=382.357 kN  
Driving Horizontal Force=294.18 kN

#### Method: spencer

FS: 1.300670  
Center: 6.777, 24.607  
Radius: 16.608  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.139, 16.267  
Resisting Moment=6410.77 kN-m  
Driving Moment=4928.83 kN-m  
Resisting Horizontal Force=328.888 kN  
Driving Horizontal Force=252.861 kN

#### Method: corp of eng#1

FS: 1.318630  
Center: 6.777, 24.607  
Radius: 16.608  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.139, 16.267  
Resisting Horizontal Force=330.183 kN  
Driving Horizontal Force=250.399 kN

#### Method: corp of eng#2

FS: 1.327770  
Center: 6.704, 24.533  
Radius: 16.533  
Left Slip Surface Endpoint: 7.004, 8.003  
Right Slip Surface Endpoint: 21.013, 16.252  
Resisting Horizontal Force=323.182 kN  
Driving Horizontal Force=243.401 kN

#### Method: lowe-karafiath

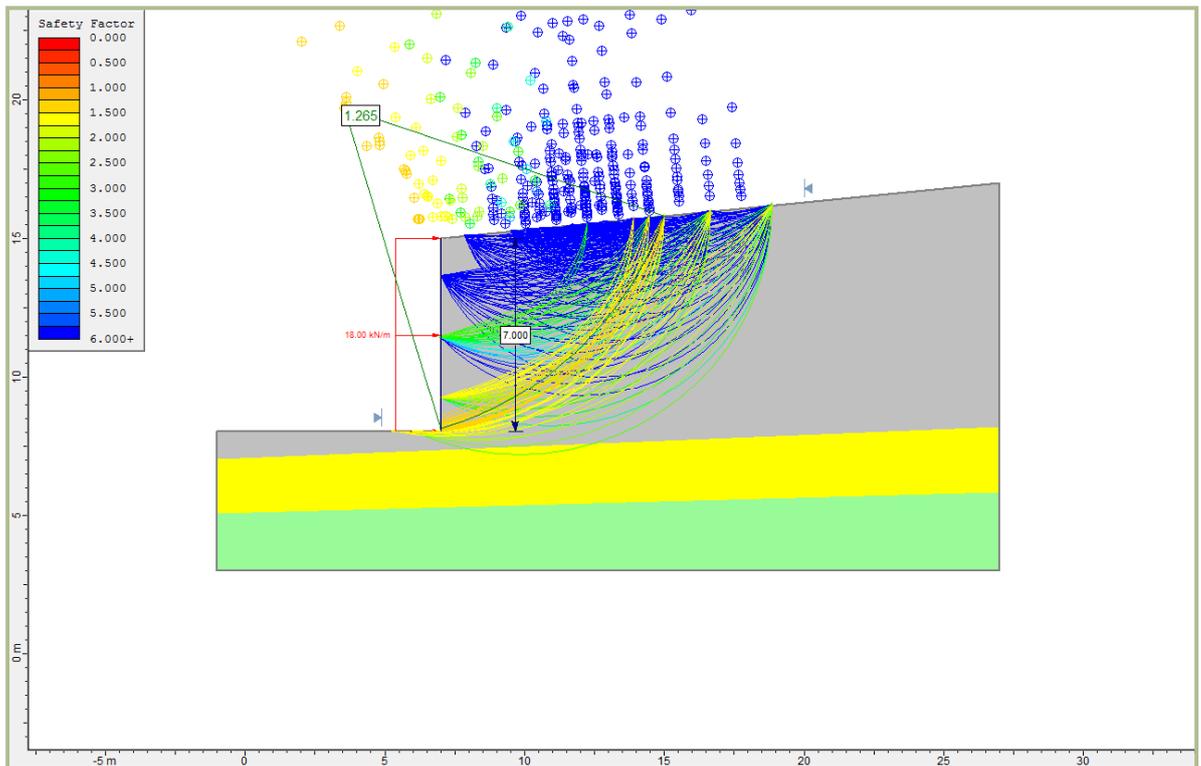
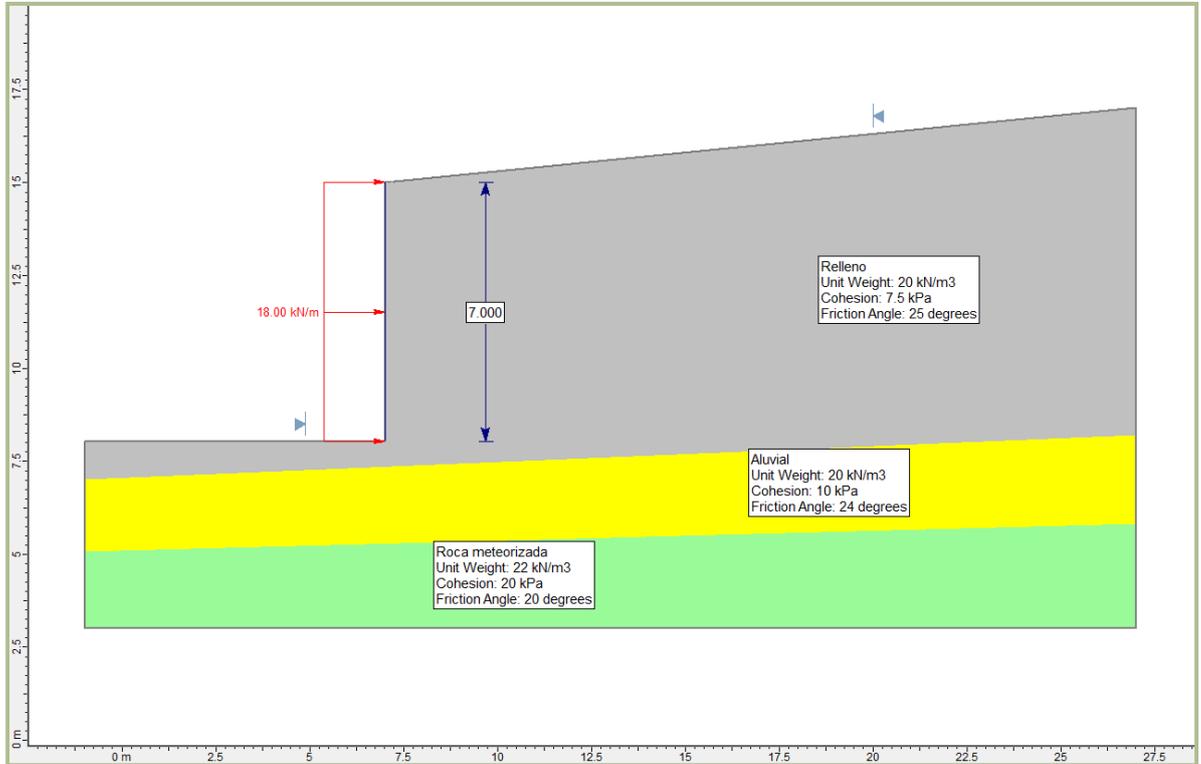
FS: 1.314890  
Center: 6.827, 24.424  
Radius: 16.425  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.000  
Right Slip Surface Endpoint: 21.080, 16.260  
Resisting Horizontal Force=328.353 kN  
Driving Horizontal Force=249.718 kN

#### Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.301100  
Center: 6.802, 24.566  
Radius: 16.566  
Left Slip Surface Endpoint: 7.002, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 21.139, 16.267  
Resisting Moment=6408.37 kN-m  
Driving Moment=4925.34 kN-m  
Resisting Horizontal Force=329.564 kN  
Driving Horizontal Force=253.296 kN

## SECCIÓN DE CÁLCULO: SECCIÓN TIPO

### EMPUJE HORIZONTAL EXCAVACIONES VERTICALES. F.S.>1.0



## DATOS DE CÁLCULO

### **Slide Analysis Information**

#### Document Name

File Name: slideeh.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

#### Loading

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant  
Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 0.00 degrees, Magnitude: 18 kN/m

### **Material Properties**

#### Material: Relleno

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 7.5 kPa  
Friction Angle: 25 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Aluvial

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 24 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Roca meteorizada

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 22 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 20 kPa  
Friction Angle: 20 degrees  
Water Surface: None

### **Global Minimums**

#### Method: ordinary/fellenius

FS: 0.018449  
Center: 6.891, 8.200  
Radius: 0.213  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.017  
Right Slip Surface Endpoint: 7.104, 8.200  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 7.104 15.010  
Resisting Moment=7.71519 kN-m  
Driving Moment=418.199 kN-m

#### Method: bishop simplified

FS: 0.000001  
Center: 6.763, 8.313  
Radius: 0.314  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.107  
Right Slip Surface Endpoint: 7.077, 8.313  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 7.077 15.008  
Resisting Moment=0.000222307 kN-m  
Driving Moment=404.978 kN-m

#### Method: janbu simplified

FS: 0.982521  
Center: -22.306, 32.833  
Radius: 38.196  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.336  
Right Slip Surface Endpoint: 11.716, 15.472  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 11.716 15.472  
Resisting Horizontal Force=116.789 kN  
Driving Horizontal Force=118.867 kN

#### Method: janbu corrected

FS: 0.993282  
Center: -54.049, 54.078  
Radius: 76.260  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.378  
Right Slip Surface Endpoint: 11.716, 15.472  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 11.716 15.472  
Resisting Horizontal Force=111.535 kN  
Driving Horizontal Force=112.289 kN

#### Method: spencer

FS: 1.264660  
Center: 3.562, 19.690  
Radius: 12.108  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.080  
Right Slip Surface Endpoint: 15.029, 15.803  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 15.029 15.803  
Resisting Moment=5028.37 kN-m  
Driving Moment=3976.08 kN-m  
Resisting Horizontal Force=326.947 kN  
Driving Horizontal Force=258.527 kN

#### Method: corp of eng#1

FS: 0.999909  
Center: -54.049, 54.078  
Radius: 76.260  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.378  
Right Slip Surface Endpoint: 11.716, 15.472  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 11.716 15.472  
Resisting Horizontal Force=112.478 kN  
Driving Horizontal Force=112.488 kN

#### Method: corp of eng#2

FS: 0.986177  
Center: -54.049, 54.078  
Radius: 76.260  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.378  
Right Slip Surface Endpoint: 11.716, 15.472  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 11.716 15.472  
Resisting Horizontal Force=111.057 kN  
Driving Horizontal Force=112.614 kN

#### Method: lowe-karafiath

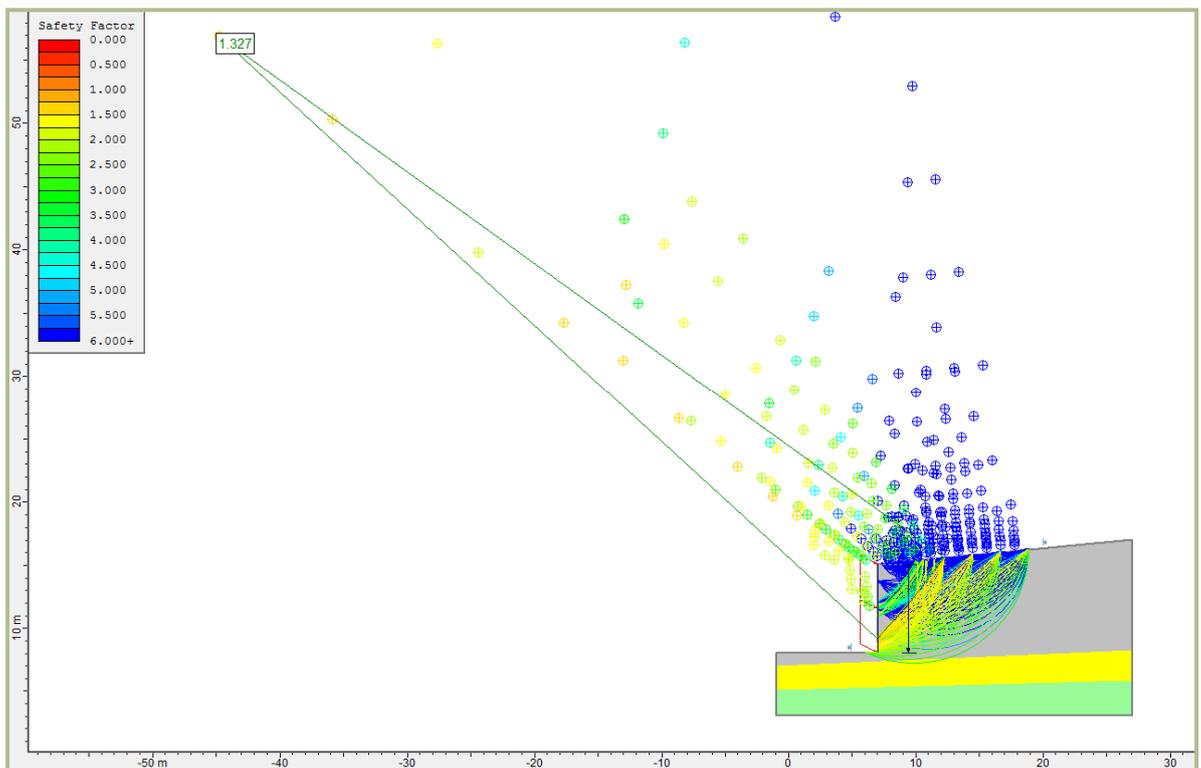
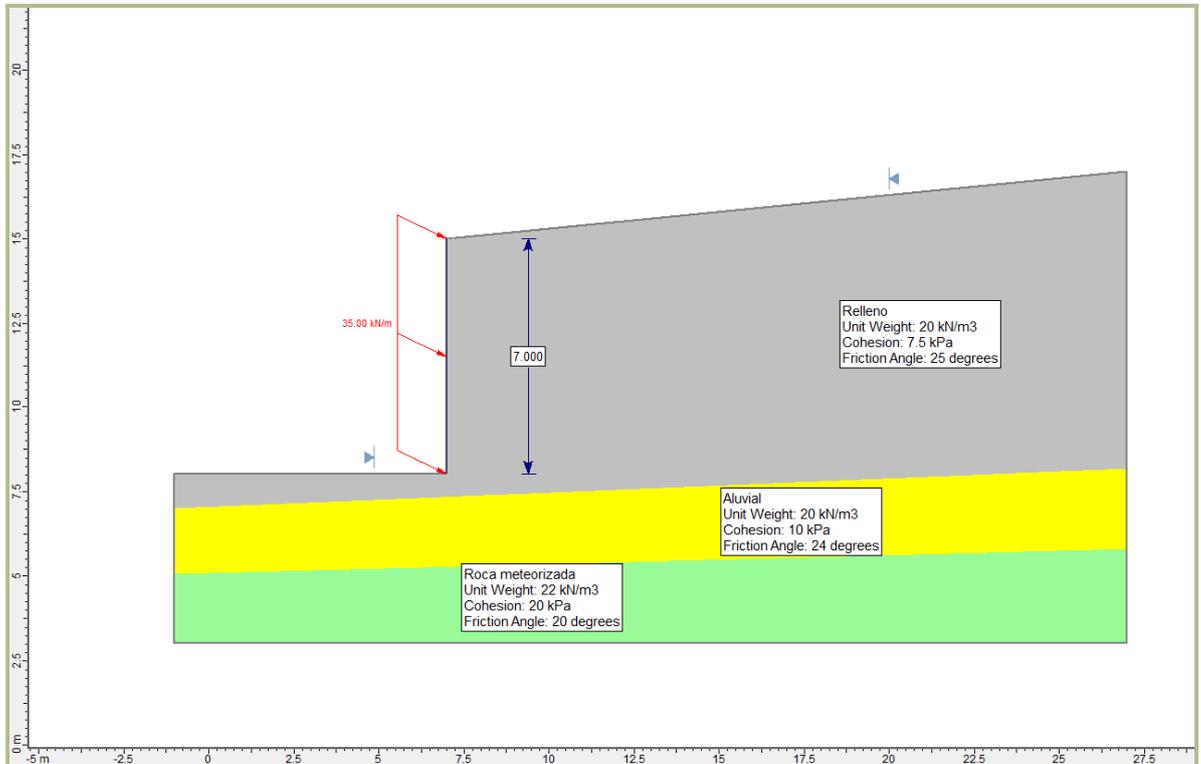
FS: 0.990981  
Center: -54.049, 54.078  
Radius: 76.260  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.378  
Right Slip Surface Endpoint: 11.716, 15.472  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 11.716 15.472  
Resisting Horizontal Force=111.565 kN  
Driving Horizontal Force=112.58 kN

#### Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.294770  
Center: 3.620, 19.888  
Radius: 12.119  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.250  
Right Slip Surface Endpoint: 15.029, 15.803  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 15.029 15.803  
Resisting Moment=4927.55 kN-m  
Driving Moment=3805.75 kN-m  
Resisting Horizontal Force=322.192 kN  
Driving Horizontal Force=248.842 kN

## SECCIÓN DE CÁLCULO: SECCIÓN TIPO

TENSIÓN DE ANCLAJE EXCAVACIONES VERTICALES. ANCLAJES 2(H):1(V). F.S.>1.3



## DATOS DE CÁLCULO

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: slideta.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

#### Loading

1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant  
Distribution, Orientation: Angle to horizontal, Angle: 334.00 degrees, Magnitude: 35 kN/m

### Material Properties

#### Material: Relleno

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 7.5 kPa  
Friction Angle: 25 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Aluvial

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 10 kPa  
Friction Angle: 24 degrees  
Water Surface: None

#### Material: Roca meteorizada

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 22 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 20 kPa  
Friction Angle: 20 degrees  
Water Surface: None

### Global Minimums

#### Method: ordinary/fellenius

FS: 0.021170  
Center: 6.925, 8.145  
Radius: 0.162  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 7.087, 8.145  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 7.087 15.009  
Resisting Moment=15.8427 kN-m  
Driving Moment=748.362 kN-m

#### Method: bishop simplified

FS: 0.000031  
Center: 6.925, 8.145  
Radius: 0.162  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.001  
Right Slip Surface Endpoint: 7.087, 8.145  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 7.087 15.009  
Resisting Moment=0.0231606 kN-m  
Driving Moment=748.362 kN-m

#### Method: janbu simplified

FS: 1.326810  
Center: -44.836, 56.875  
Radius: 70.503  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 9.088  
Right Slip Surface Endpoint: 12.268, 15.527  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 12.268 15.527  
Resisting Horizontal Force=165.708 kN  
Driving Horizontal Force=124.892 kN

#### Method: janbu corrected

FS: 1.336410  
Center: -44.836, 56.875  
Radius: 70.503  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 9.088  
Right Slip Surface Endpoint: 12.268, 15.527  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 12.268 15.527  
Resisting Horizontal Force=166.906 kN  
Driving Horizontal Force=124.892 kN

#### Method: spencer

FS: 1.825920  
Center: 3.400, 22.643  
Radius: 14.868  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.218  
Right Slip Surface Endpoint: 16.686, 15.969  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 16.686 15.969  
Resisting Moment=8200.87 kN-m  
Driving Moment=4491.36 kN-m  
Resisting Horizontal Force=462.439 kN  
Driving Horizontal Force=253.263 kN

#### Method: corp of eng#1

FS: 1.356560  
Center: -44.836, 56.875  
Radius: 70.503  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 9.088  
Right Slip Surface Endpoint: 12.268, 15.527  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 12.268 15.527  
Resisting Horizontal Force=167.017 kN  
Driving Horizontal Force=123.118 kN

#### Method: corp of eng#2

FS: 1.330870  
Center: -44.836, 56.875  
Radius: 70.503  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 9.088  
Right Slip Surface Endpoint: 12.268, 15.527  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 12.268 15.527  
Resisting Horizontal Force=165.877 kN  
Driving Horizontal Force=124.638 kN

#### Method: lowe-karafiath

FS: 1.343680  
Center: -44.836, 56.875  
Radius: 70.503  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 9.088  
Right Slip Surface Endpoint: 12.268, 15.527  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 12.268 15.527  
Resisting Horizontal Force=166.281 kN  
Driving Horizontal Force=123.75 kN

#### Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.984460  
Center: 2.813, 27.275  
Radius: 19.532  
Left Slip Surface Endpoint: 7.000, 8.196  
Right Slip Surface Endpoint: 18.895, 16.189  
Left Slope Intercept: 7.000 15.000  
Right Slope Intercept: 18.895 16.189  
Resisting Moment=12725.3 kN-m  
Driving Moment=6412.46 kN-m  
Resisting Horizontal Force=568.352 kN  
Driving Horizontal Force=286.402 kN

Cálculos de carga admisible

---

## CALCULO DE TENSION ADMISIBLE

### Roca meteorizada

(Terzaghi)

D1 =	10 m	Nivel Freático
$\varphi$ =	0,00 Grados	Fricción
C =	12,00 Ton/m <sup>2</sup>	Cohesión
N <sub>c</sub> =	5,70	Factor de capacidad de carga
N <sub>q</sub> =	1,00	Factor de capacidad de carga
N <sub>γ</sub> =	0,00	Factor de capacidad de carga
D <sub>f</sub> =	1,00 m	Empotramiento de zapata
$\gamma$ =	2,00 Ton/m <sup>3</sup>	Densidad natural
$\gamma_{sat}$ =	2,10 Ton/m <sup>3</sup>	Densidad saturada
S =	2,50 cm	Asiento máximo admisible
	s Cuadrada	Tipo de zapata
B =	1,00 m	Ancho de zapata
Q <sub>u</sub> =	90,92 Ton/m <sup>2</sup>	Tensión neta
F.S. =	3	Factor de seguridad
<b>Q<sub>a</sub> =</b>	<b>30,3 Ton/m<sup>2</sup></b>	<b>Tensión admisible del terreno</b>
<b>Q<sub>a</sub> =</b>	<b>3,03 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Tensión admisible del terreno</b>





**LURTEK**  
CONSULTORES GEOTÉCNICOS

LURTEK CONSULTORES, S.L.U. C/ Extremadura, 11 - Bajo 20015 DONOSTIA - SAN SEBASTIAN (Gipuzkoa)  
☎ 943 293312 Fax 943 275028 lurtek@lurtek.com [www.lurtek.com](http://www.lurtek.com)