

DOCUMENTO:

ANEXO VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO.



Informe Geológico-Geotécnico



Informe Geológico-Geotécnico.		
Ciente	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL	
Obra: 33015	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)	
Nº Albarán: 181888		Página 1 de 30
Editado e impreso por ©Laboratorios Entecsa. Reproducción prohibida. Este informe geotécnico sólo puede reproducirse totalmente con la autorización por escrito de la empresa Laboratorios Entecsa®		
Fecha de emisión: 12 de septiembre de 2022		

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Índice

1	Antecedentes	4
2	Objetivo del reconocimiento.....	4
3	Acreditaciones oficiales para la realización del informe geotécnico	4
4	Descripción de la obra proyectada y del solar	4
4.1	Descripción y localización del solar.....	4
4.2	Descripción de la obra proyectada.....	6
5	Campaña geotécnica	6
5.1	Normativa utilizada	6
5.2	Justificación de la campaña. Trabajos de campo	7
6	Marco geológico.....	7
6.1	Situación geológica.....	7
6.2	Hidrogeología	7
6.3	Sismicidad	7
6.4	Inundabilidad	11
6.5	Aplicación del documento HS6. Protección frente al Radón.	11
7	Trabajos realizados.....	11
7.1	Sondeos de reconocimiento	12
7.1.1	Perfil litológico	12
7.1.2	Nivel freático.....	12
7.1.3	Ensayo estándar de penetración (SPT)	12
7.1.4	Muestras parafinadas / plastificadas.....	13
7.2	Ensayo de penetración dinámica	13
7.2.1	Metodología	13
7.2.2	Resultados obtenidos.....	14
7.3	Ensayos de laboratorio.....	15
7.3.1	Toma de muestras.....	15
7.3.2	Resultados obtenidos.....	15
8	Propiedades geotécnicas de los materiales	16
8.1	Arcillas. UG 1.	17
8.2	Margas grises. Tramo de alteración del Sustrato cretácico. UG 3a	20
8.3	Margas grises. GM II-I. Sustrato cretácico.....	22
8.4	Agresividad al hormigón	23
8.5	Recomendaciones para el cumplimiento del DB-HS 1	23
9	Análisis de la cimentación	23
9.1	Cálculo de tensiones.	24
9.2	Estimación de asentos.....	25
9.3	Cimentaciones.....	26
10	Recomendaciones generales.....	26

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



10.1	Excavabilidad.....	26
10.2	Taludes	26
10.3	Cimentación de grúas y elementos auxiliares.....	27
10.4	Recomendaciones para la cimentación sobre arcillas y limos	27
<u>11</u>	<u>Recomendaciones y conclusiones</u>	<u>27</u>
<u>12</u>	<u>Limitaciones del estudio.....</u>	<u>29</u>

ANEJOS

ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS.

ANEJO 2: SITUACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA.

ANEJO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEJO 4: PERFILES DE CORRELACIÓN.

ANEJO 5: SONDEOS DE RECONOCIMIENTO.

ANEJO 6: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

ANEJO FOTOGRÁFICO.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



1 ANTECEDENTES

A solicitud del AYUNTAMIENTO DE ARAKIL, se ha realizado el estudio geotécnico para la rehabilitación de un edificio en la población de Ihabar. Los trabajos de campo se han realizado en fecha 31 de marzo de 2025. El presente informe recoge dichos trabajos, así como los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras seleccionadas y los resultados y conclusiones que de ellos pueden deducirse.

Se hace llegar al personal del departamento de Geotecnia y Cimientos de Laboratorios Entecsa S.A., la siguiente documentación para la ejecución del informe geotécnico

- Situación de la parcela
- Planos estado actual del edificio a rehabilitar.
- Propuesta de rehabilitación del edificio para realización de 6 viviendas.

2 OBJETIVO DEL RECONOCIMIENTO

El objetivo de este informe geotécnico es dar a conocer al peticionario y al proyectista el perfil del terreno existente en la parcela, las características y propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio, situar el nivel freático, determinar la carga admisible del terreno (con objeto de recomendar la cimentación más apropiada y estimar los asentamientos generados bajo estas condiciones), y otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno, tipo de hormigón a utilizar en función de la agresividad del terreno y otras recomendaciones que se consideren oportunas, con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de las estructuras proyectadas.

3 ACREDITACIONES OFICIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL INFORME GEOTÉCNICO

Laboratorios Entecsa® está inscrito en el Registro General de Laboratorios Acreditados del Ministerio de vivienda en varias áreas de acreditación, para la realización de este informe geotécnico se destacan:

- (GTC)- Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos
- (GTL)- Área de ensayos de laboratorio de geotecnia.

4 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR

4.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL SOLAR

La parcela de actuación corresponde a la parcela 2 del polígono 14, sita en la calle San Esteban 3 de la localidad d Ihabar, en el término municipal de Arakil (Navarra).

Se trata de una parcela urbana con una superficie total de 1349 m², en la que se encuentra el actual edificio a rehabilitar, con una superficie en planta de unos 345 m² y que se desarrolla en planta baja más una altura y bajocubierta.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

Registro de la Riqueza Territorial - Catastro de Navarra

Consulta de referencia catastral

Municipio: ARAKIL (25)

Polígono: 14

Parcela: 2

Población: IHABAR

-- Opciones para la Parcela -- ▾

Subárea: 1

Calle: CL. SAN ESTEBAN/SAN ESTEBAN KALEA

Portal: 3

Solicitar todas las cédulas por correo electrónico

Unidades urbanas

Bien Inmueble	UNIDAD	Escal.	Planta	Puerta	Destino	Superf.(m²)	PETICIÓN
310000000001516790AO *	1		Bajo		VIVIENDA	277,00	----- Opciones ----- ▾
310000000001516790AO *	2		Sótano		ALMACEN	238,00	----- Opciones ----- ▾
310000000001516790AO *	3		Bajo		BAJERA SIN USO	174,00	----- Opciones ----- ▾
310000000001516790AO *	4		1º		ALMACEN AGRICOLA	344,00	----- Opciones ----- ▾
310000000001516790AO *	5		Bajo		EDIFICIO MENOR	12,00	----- Opciones ----- ▾

Ilustración 1: Descripción de la parcela.



Ilustración 2: Situación de la zona de estudio (<https://catastro.navarra.es>)

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

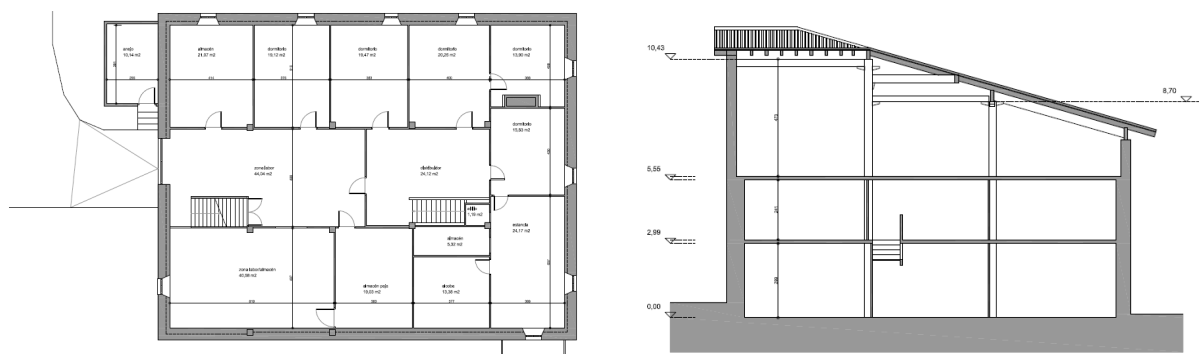


Ilustración 3: Planta y sección transversal del edificio en su estado inicial.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

El proyecto contempla la rehabilitación del actual edificio para la creación de 6 viviendas, que se desarrollará, al igual que el actual edificio, en planta baja más una altura y bajocubierta.

El edificio se cataloga según CTE como C-1.

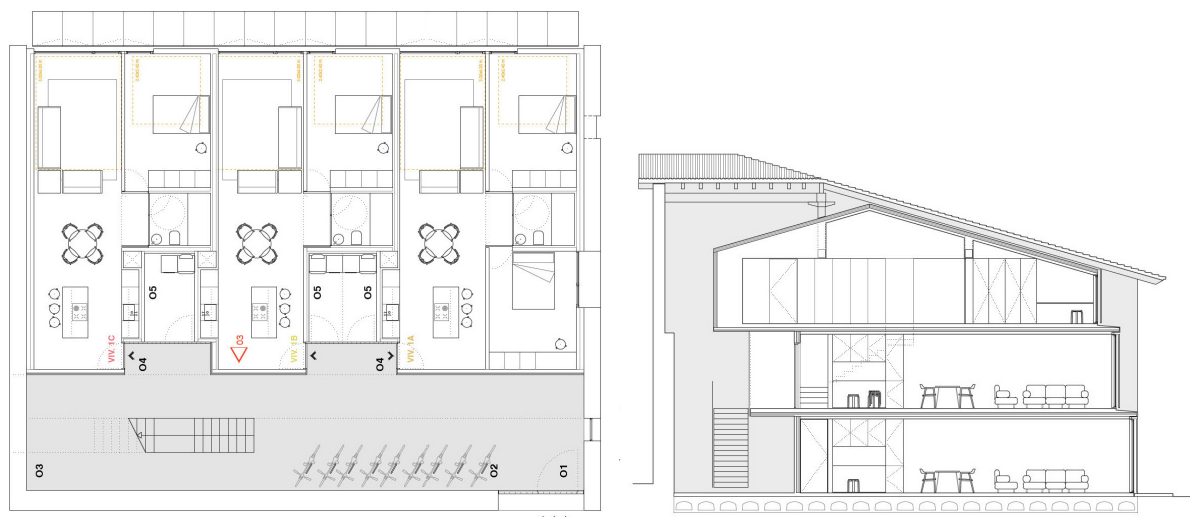


Ilustración 4: Planta y sección transversal tras la reforma del edificio.

5 CAMPAÑA GEOTÉCNICA

Se determina la realización de la Campaña: CTE.

5.1 NORMATIVA UTILIZADA

- NCSR-02. Norma de la construcción sismorresistente: Parte general y edificación
- Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos
- Normas UNE, relativas a los procedimientos de ensayo ejecutados “in situ” o en el laboratorio
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Código Estructural, reglamentación que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



5.2 JUSTIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA. TRABAJOS DE CAMPO

De acuerdo con las características de la obra proyectada según la información facilitada y el tipo de terreno que previsiblemente puede aparecer en la zona de estudio por su emplazamiento geológico, la campaña geotécnica se clasifica según el CTE:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	GRUPO DE TERRENO	SUPERFICIE OCUPADA (PLANTA)
C-1	T-1	≈345 m ² (rehabilitación)

Las técnicas que se han utilizado son las adecuadas para asegurar el conocimiento de las características del terreno, así como su grado de homogeneidad, en este caso se han utilizado:

- 1 sondeo mecánico a rotación con extracción continua de muestra.
- 2 pruebas de penetración dinámica superpesada, según Norma UNE – ENE ISO 22476 -2 2008.
- Pruebas de penetración estándar, según Norma UNE – EN ISO 22476 – 3 2006, realizadas en los sondeos de investigación.

6 MARCO GEOLÓGICO

6.1 SITUACIÓN GEOLÓGICA

La zona de estudio se encuentra ubicada en el canal morfológico formado por el valle del río Araquil, que con dirección oeste – este, separa las sierras de Aralar al norte y las de Urbasa, Andía, San Donato y Satrústegui al sur.

Litológicamente, el sustrato de la zona de actuación está constituido por una alternancia rítmica de margas y margocalizas bien estratificadas, de color gris – azulado, de edad Santoniense superior (Cretácico superior)

Los depósitos cuaternarios coluviales, procedentes de la erosión de los relieves cretácicos, se extienden tapizando los depósitos cretácicos y constituyendo un glacis de cobertera formado por arcillas y limos con cantos de calizas y margas. Estos glacis, enlazan lateralmente con los depósitos aluviales (terrazas) del río Arakil.

La parcela de estudio se sitúa sobre el glacis cuaternario, de carácter principalmente arcilloso procedente de la erosión y alteración de las propias margas cretácicas, que a su vez se apoya sobre los materiales margosos del Cretácico.

En el anejo 2 se acompaña mapa de detalle de la situación geológica de la zona de estudio.

6.2 HIDROGEOLOGÍA

Desde un punto de vista hidrogeológico, la población de Hiabar se encuentra fuera del ámbito de toda unidad hidrogeológica. Los materiales cretácicos, de naturaleza predominantemente margosa, presentan un interés muy bajo de cara a la ubicación de niveles acuíferos. Hacia el norte, sí se desarrolla la unidad hidrogeológica 19, Sierra de Aralar.

Los depósitos aluviales del río Araquil pueden constituir niveles de interés en aquellos puntos que se encuentren saturados por debajo del nivel de base del río.

Tampoco el recubrimiento del glacis cuaternario puede presentar nivel de interés dada su naturaleza arcillosa y escaso desarrollo.

6.3 SISMICIDAD

De acuerdo con la **Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)**, según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002), la aceleración sísmica básica en la población de Arakil es $a_b = 0,04g$.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

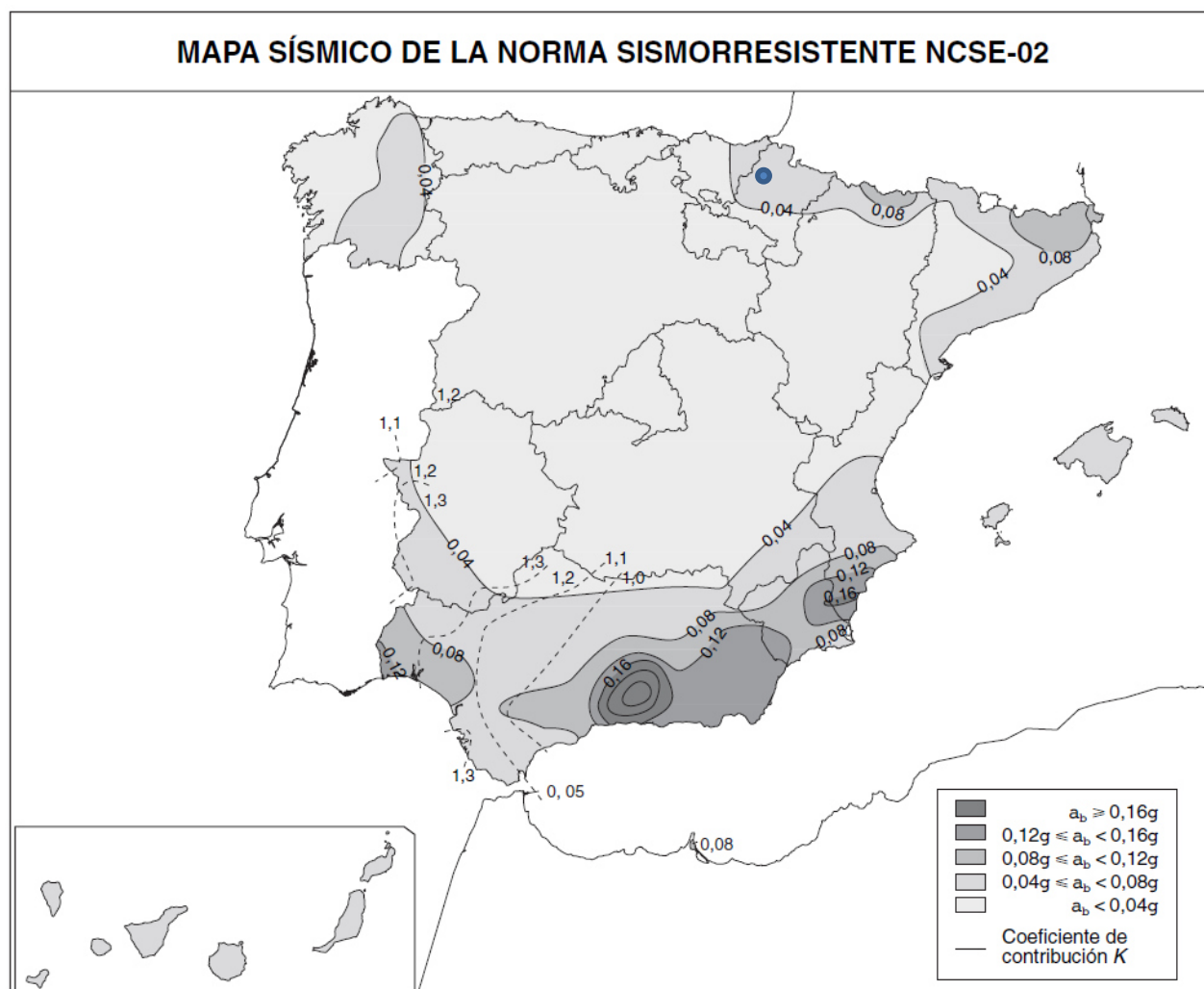
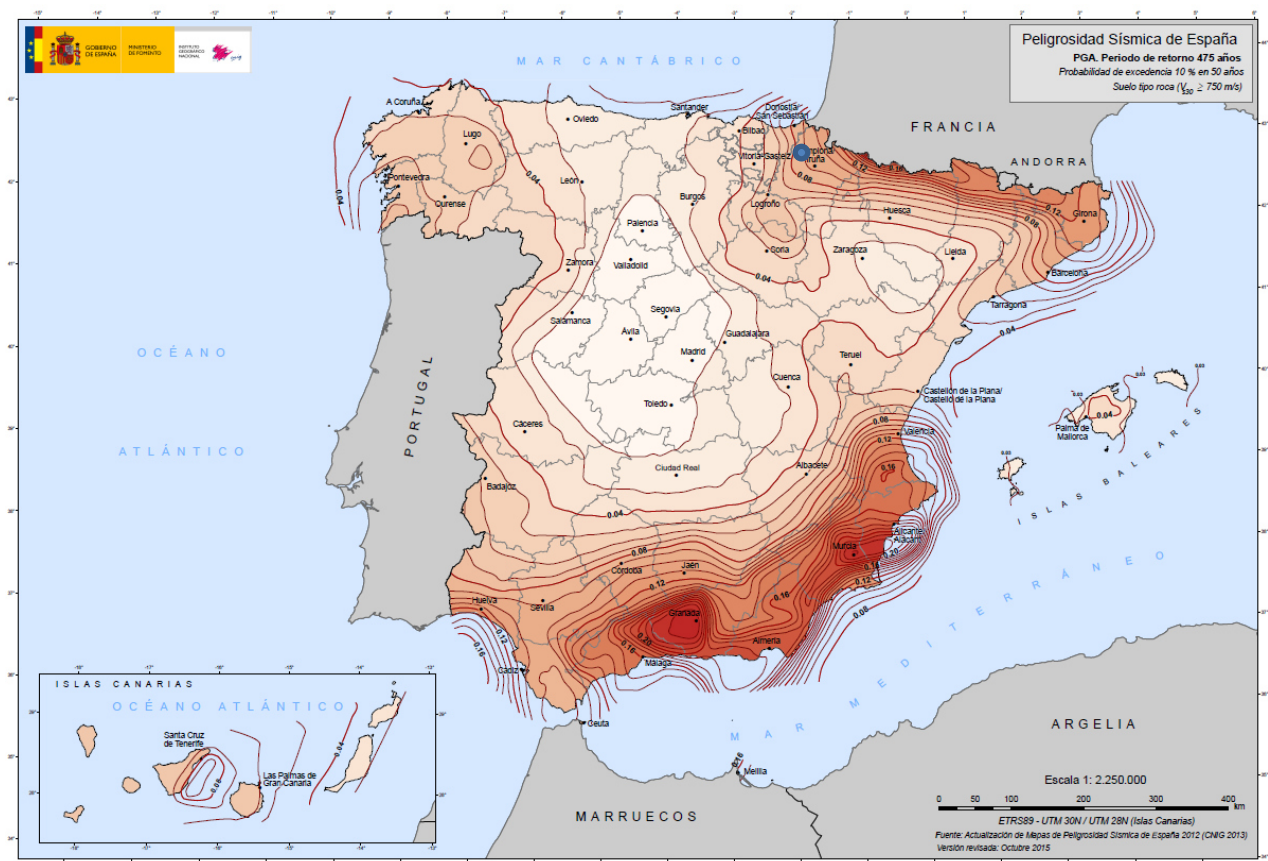


Ilustración 5: Mapa sísmico de la NCSR - 02.

Sin embargo, es recomendable tener en cuenta que la NCSR – 02 en vigor, se encuentra en fase de una profunda revisión, especialmente a partir del terremoto de Lorca de 2011, fruto del cual se ha desarrollado el nuevo mapa de peligrosidad sísmica, actualizado en octubre de 2015. Si bien esta actualización no es de obligado cumplimiento, el nuevo mapa de riesgos sísmicos sí implica un aumento de la fuerza sísmica, de forma que el término municipal de Arakil, la nueva a_r toma un valor de 0,09g.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



TIPO DE TERRENO	CARACTERISTICAS	COEFICIENTE C
I	Roca Compacta, o Similar	1,0
II	Roca Muy Fracturada, Cohesivos Duros	1,3
III	Compacidad Media, Cohesivos Firme	1,6
IV	Compacidad Baja, Cohesivo Blando	2,0

Para obtener el valor del Coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 y e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, **existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.**

Se adoptará como valor de C, el obtenido en la siguiente expresión:

$$C = \frac{\sum C_i * e_i}{30}$$

Según la **clasificación de las construcciones** dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de **Normal Importancia** (aquellas construcciones 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). Por lo tanto, $p = 1,0$ y $p \times a_r \leq 0,1 g$.

Para el cálculo de C, se considera $a_b=0,04$ y se adopta el siguiente perfil:

De	A	Espesor e_i	Tipo de terreno	Características	Coeficiente C_i
				Suelo granular suelto o cohesivo blando.	
0	1,8	1,8	IV	$V_s < 200$ m/s.	2
				Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.	
1,8	2,5	0,7	II	$750 \text{ m/s} > V_s > 400 \text{ m/s}$.	1,3
				Roca Compacta, suelo cementado o granular muy denso. $V_s > 700$ m/s.	
2,5	30	27,5	I		1

Por lo tanto:

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DEL TERRENO C:	1,067
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN DEL TERRENO S:	0,854
ACELERACIÓN DE CÁLCULO a_c:	0,034g

En caso de que se quiera contemplar la acción sísmica, de acuerdo con el mapa actualizado de peligrosidad sísmica, la aceleración sísmica en el término de Arakil es $a_r = 0,09$, de forma que:

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DEL TERRENO C:	1,067
COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN DEL TERRENO S:	1,067
ACELERACIÓN DE CÁLCULO a_c:	0,096g

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

6.4 INUNDABILIDAD

Según la cartografía de zonas inundables (<http://iber.chebro.es/geoportal/>) la zona de actuación no presenta riesgo de inundación por avenidas, situándose fuera de las zonas inundables cartografiadas por CHE.

En el anejo 2 se presenta mapa de inundabilidad de la zona.

6.5 APLICACIÓN DEL DOCUMENTO HS6. PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN.

De acuerdo con el documento básico HS salubridad, HS6 protección frente a la exposición al radón, el municipio de Arakil se encuentra incluido dentro de la zona I, por lo que se deberá disponer de una barrera de protección con las características indicadas en el apartado 3.1 del documento HS6 del código técnico de la edificación, entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los *locales habitables* del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el apartado 3.2 y separada de los *locales habitables* mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.

7 TRABAJOS REALIZADOS

Se ha realizado un (1) sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo, y dos (2) ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta rechazo, cuya ubicación puede consultarse en el anejo nº 1. Sobre muestras representativas de los diferentes tipos de suelos, se han realizado los correspondientes ensayos de laboratorio

No se ha dispuesto de levantamiento topográfico de la parcela ni de nivelación de los puntos de investigación, referenciándose las profundidades de los contactos a la superficie del terreno en el inicio de cada ensayo y considerando la superficie del terreno horizontal.

Los trabajos se realizaron en fecha 31 de marzo de 2025.



Ilustración 7: Situación de los puntos de investigación.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



7.1 SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

El sondeo de reconocimiento ha alcanzado profundidad de investigación de 6 metros. Para su realización se ha empleado una máquina de rotación con circulación directa y empuje hidráulico TECOINSA TP 30 montada sobre vehículo Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 116 mm.

Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras plastificadas, fueron colocados en cajas de cartón parafinadas que, debidamente organizadas (ver anejo fotográfico), fueron trasladadas al laboratorio, para ser examinadas por personal técnico especializado.

Las columnas litológicas del sondeo se pueden consultar en el anejo nº 5, adjunto al final de la presente memoria.

7.1.1 Perfil litológico

El perfil litológico que se observa en el sondeo realizado está compuesto por los siguientes niveles litológicos.

U.G.	Litologías	Sondeo	Prof. (m)
1	Suelo y rellenos antropogénicos. Limos marrones con cantos, materia orgánica y restos vegetales. Suelo vegetal, se observan sobre todo a techo materiales de origen antropogénico.	S-1	0,00-1,00
2	Cuaternario. Coluvial / eluvial. Arcillas de color gris y mediana plasticidad, consistencia blanda. Glacis / coluvial y/o suelo residual.	S-1	1,00-1,80
3	Sustrato Cretácico. Margas grises.		
3a	Margas arcillosas grises, consistencia dura. GM IV-III. RQD 0-25	S-1	180-2,50
3	Margas y margocalizas grises GM II-I, RQD 75-90.	S-1	2,50-6,00

Las margas y margocalizas grises del Cretácico (UG 3) se prolongan por debajo de la profundidad de investigación alcanzada en el sondeo de reconocimiento, con un espesor de varios cientos de metros. Constituyen el sustrato geotécnico de la zona de estudio, con un comportamiento geotécnico como roca blanda.

7.1.2 Nivel freático

Durante la realización de los trabajos de campo no se ha identificado la presencia de nivel freático, siendo la profundidad máxima de investigación alcanzada de 6 metros.

7.1.3 Ensayo estándar de penetración (SPT)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado ensayos de penetración estándar (S.P.T.), con objeto de estimar la resistencia, así como la mayor o menor compacidad de los diferentes estratos atravesados, a partir de la determinación de la resistencia del suelo a la penetración de un toma-muestras tubular de acero, en el interior del sondeo. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE – EN ISO 22476-3 (julio 2006).

Los ensayos SPT realizados y los valores de campo obtenidos son los siguientes:

Sondeo	Cota			Litología	UG
S-1	3	-	3,3	Margas	3a
S-1	5,2	-	5,4	Margas	3

Los valores de campo N_{30} obtenidos se corrigen en gabinete de acuerdo a la norma indicada. En el caso en que se haya utilizado puntaza cerrada (gravas, rocas, etc.), se aplica la corrección recomendada por Jiménez Salas et al (1975):

- N (puntaza) = $1,3N$ (cuchara).

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



7.1.4 Muestras parafinadas / plastificadas

Se han tomado las siguientes muestras plastificadas de los testigos obtenidos:

Sondeo	Cota			Litología	UG
S-1	3	-	3,3	Margas	3a
S-1	5,2	-	5,4	Margas	3

7.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

7.2.1 Metodología

Este ensayo permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno
- Evaluar la compacidad de un suelo
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa del suelo

Todo ello, teniendo presente la limitación de la profundidad de investigación conseguida, que vendrá dada por la profundidad a la que se alcance el rechazo al ensayo de penetración dinámica. No permite extracción del testigo del suelo, por lo que no se conoce la litología atravesada.

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en la hincada de una puntaza con su varilla en el terreno, mediante golpes de maza, con una altura de caída constante. Se ha utilizado un penetrómetro con caída de maza libre tipo DPSH - B. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE – EN ISO 22476-2, Investigación y ensayos geotécnicos, Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica.

Las características del equipo utilizado son las que a continuación se mencionan.

- Peso de la maza: 63.5 Kg
- Altura de caída: 75 cm.
- Diámetro varillaje: 32 mm
- Sección puntaza: 20 cm².
- Puntaza cónica de 51 mm de diámetro, con ángulo en la punta de 90°.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa por los golpes necesarios para hincar la puntaza y su varilla en una longitud de 20 cm. Se designa N₂₀ al número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

Se dará por finalizado el ensayo cuando se satisfagan alguna de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se había establecido.
- Se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm.
- Cuando tres valores consecutivos de N₂₀ sean iguales o superiores a 75 golpes.

Con los datos obtenidos en el ensayo se ha confeccionado el correspondiente gráfico de penetración, que relaciona el número de golpes (N₂₀) con la profundidad en metros, que puede consultarse en el anejo nº 2, adjunto al final del presente informe.

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados. El proceso de cálculo de dicha carga se expone detalladamente a continuación:

- Obtención de la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{\left((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}} \right) \right)}$$

siendo,

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



- M: peso de la maza (63.5 Kg)
- H: altura de caída de la maza (75 cm)
- P: peso de yunque + varillas (8 kg/m)
- A: área de la puntaza (20 cm²)
- 20/N₂₀: penetración por golpe (cm)
- La correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática, puede realizarse mediante el coeficiente de BUISSON, que varía en función del tipo de terreno, y cuyo valor oscila entre 0.3 y 0.75. Para el caso que nos ocupa se toma un valor de 0,5.
- Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo,

- Q_{adm} : presión admisible de cálculo (kg/cm²)
- R_e : resistencia estática
- F : coeficiente de seguridad (por convenio se adopta un valor de 20)

7.2.2 Resultados obtenidos

En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados a partir de la penetración dinámica.

Ensayo	Profundidad (m)	Resistencia estimada (kg/cm ²)
DPSH 1	0,00-1,20	Rellenos
	1,20-1,45	3
	1,45	Rechazo
DPSH 2	0,00-1,60	Rellenos
	1,60-2,15	1
	2,15	Rechazo
DPSH 3	0,00-1,85	Rellenos
	1,85	Rechazo

A partir de los ensayos de penetración dinámica DPSH realizados, se define:

- Un primer nivel con resistencias estimadas del orden o incluso inferiores a 0,5 kg/cm² y espesores de 1,2 -1,8 metros, que se correlaciona con el nivel superior de suelo y rellenos (UG 2) y el recubrimiento cuaternario de coluvial / eluvial (UG 2), constituido por arcillas blandas, no pudiéndose diferenciar ambos tramos de forma clara únicamente por medio de los golpesos N₂₀.
- A continuación, se observa un incremento rápido de los golpesos N₂₀, con resistencias estimadas a partir de la penetración dinámica del orden o superiores a los 3 kg/cm², que se prolongan hasta el rechazo, que se alcanza entre los 1,5 y 1,85 metros de profundidad. Tanto este nivel como el rechazo se asocia a las margas arcillosas del tramo de alteración (UG 2) de consistencia dura.

Se debe de tener en cuenta que en los DPSH no se obtiene testigo litológico, realizándose la correlación únicamente a partir de los golpesos N₂₀ obtenidos con las observaciones en los sondeos de reconocimiento, por lo que se deberá confirmar estas observaciones durante los trabajos de urbanización y cimentación.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

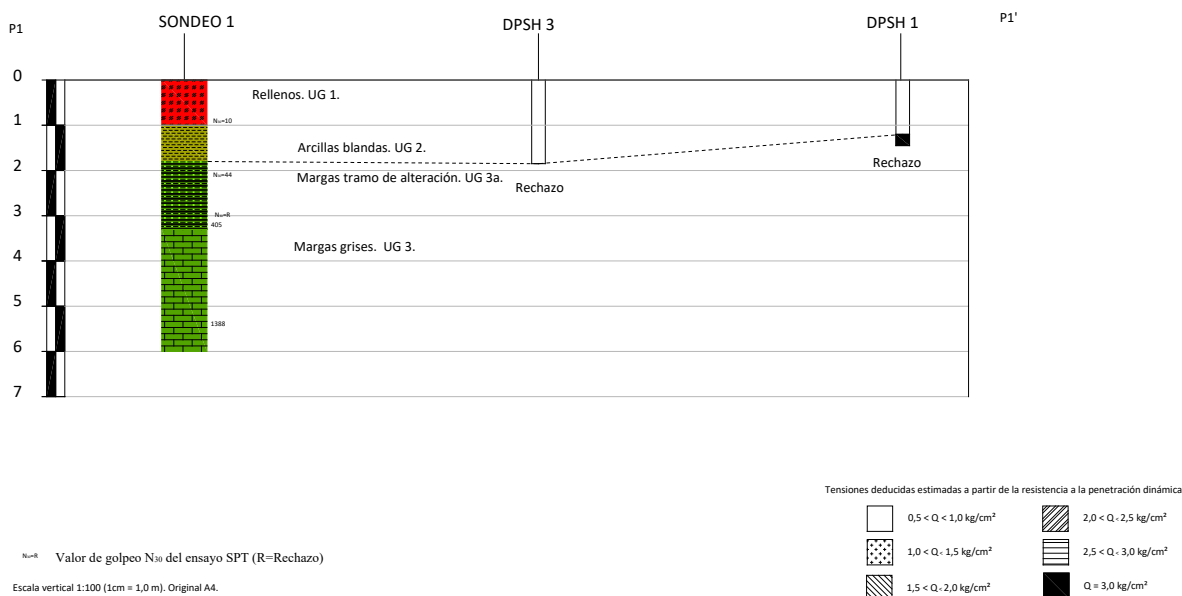


Ilustración 8: Perfil de correlación geotécnico.

7.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

7.3.1 Toma de muestras

Sobre la base del perfil del terreno, obtenido de la testificación del material extraído en los sondeos, se seleccionaron una serie de muestras representativas de los diferentes tipos de terreno reconocidos, para ser trasladadas al laboratorio, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica.

Las muestras extraídas son representativas (R) obtenidas con el saca-muestras del ensayo S.P.T y de testigo de perforación.

A continuación, se expone una tabla de situación de las distintas muestras ensayadas.

Código muestra	COTA	Muestra	1	2	3	4	5
181888-GEO-TNA-S1-M1	1,00-1,40	PVC	X	X	X	X	
181888-GEO-TNA-S1-M2	3,00-3,30	PLASTIFICADA				X	X
181888-GEO-TNA-S1-M3	5,20-5,40	PLASTIFICADA					X

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/Norma UNE-EN ISO 17892-1:2015
2. Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/Norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
3. Determinación de límites de Atterberg de un suelo, s/Norma UNE-EN ISO 17892-12:2019
4. Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de suelo, s/Norma UNE 83693
5. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/Norma UNE-EN ISO 17892-7:2019

7.3.2 Resultados obtenidos

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anejo nº 3, adjunto al final de la presente memoria.

Sondeo	Muestra nº:	Profundidad (m)	UG	% pasa 5mm	% pasa 0,08 mm	LL %	LP %	IP %	Clas.	RCS KPa	γ_d (g/cm³)	γ_{ap} (g/cm³)	w (%)	mg/kg SO ₄ ²⁻
S-1	M-1	1,00-1,40	2	100	95,7	36,1	17,8	18,3	CL				11,9	875
S-1	M-2	3,00-3,30	3							405	2,15	2,36	9,9	97
S-1	M-3	5,20-5,40	3							1388	2,17	2,38	9,6	

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

8 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas (los resultados pueden consultarse en el anejo 3: ENSAYOS DE LABORATORIO).

A continuación, se describen las características geotécnicas de los materiales que se identifican en el sondeo de reconocimiento. No se incluye el nivel superior de suelo vegetal y rellenos (UG 1), recomendándose su retirada y no debiéndose utilizar como nivel de apoyo de cimentaciones, soleras o estructuras.

- Arcillas. UG 2.
- Margas. Tramo de alteración. UG 3a.
- Margas grises. Sustrato cretácico. UG 3.

Debe de tenerse en cuenta que en los ensayos DSPH no se obtiene testigo del perfil atravesado, estimándose los contactos entre las diferentes unidades a partir de los golpesos N_{20} y sus correlaciones con el perfil litológico observado en el sondeo de reconocimiento, por lo que estos contactos deberán ser contrastados durante los trabajos de acondicionamiento de la parcela y cimentación.



Ilustración 9: Aspecto del nivel de suelo y rellenos.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

8.1 ARCILLAS. UG 1.

Se desarrollan en los puntos de investigación realizados entre las siguientes profundidades:

PUNTO	Profundidad techo	Profundidad base
S-1	1,00	1,80
DPSH-1	-	1,20
DPSH-2	-	1,60
DPSH-3	-	1,85

En los ensayos DPSH, su techo no se puede diferenciar de forma clara únicamente a partir de los golpes N₂₀ del tramo superior de suelo y rellenos. Su base se asocia con el incremento fuerte de golpes N₂₀ y/o el rechazo, que se produce en la unidad 3a.

Visualmente se observan como arcillas marrones de mediana plasticidad. Se clasifican como CL según Casagrande.

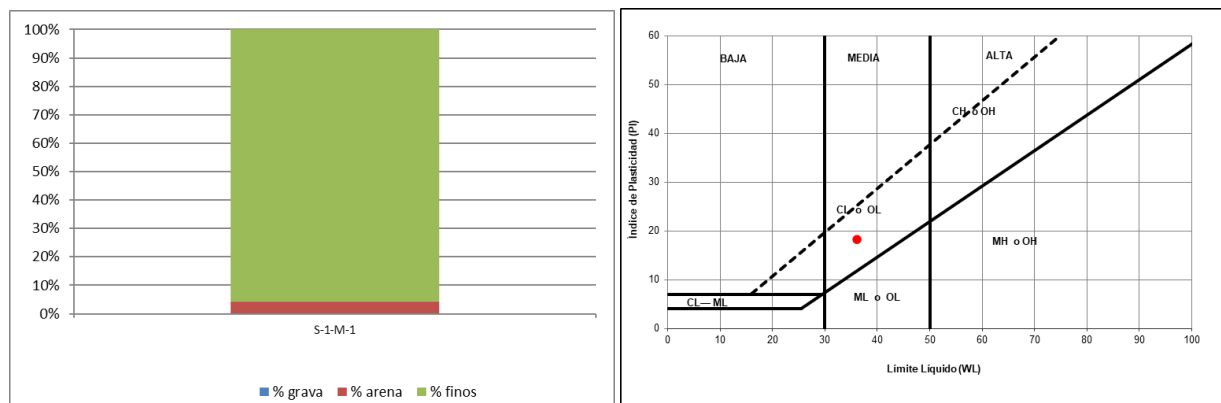


Ilustración 10: Distribución granulométrica y clasificación de Casagrande. UG 1.



Ilustración 11: Aspecto de las arcillas blandas del coluvial/eluvial, UG 2.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

Su comportamiento geotécnico se ha evaluado mediante ensayos de penetración dinámica (SPT, DPSH).

Los ensayos DPSH presentan valores N_{20} comprendidos entre 1 y 12, con un valor promedio de 6. A partir de la correlación establecida por Dapena et al (2002)¹:

$$N_{SPT} = 13 \cdot \log(N_{DPSH}) - 2$$

Se puede adoptar a partir de los DPSH, un valor promedio $N_{30} \approx 6$.

El SPT realizado en esta unidad presenta un valor de campo $N_{30} = 10$ y un valor ya corregido de 7, similar al deducido de los DPSH.

Se adopta como valor N_{30} característico $N_{30} = 6$ (Arcillas de consistencia blanda a medianamente firme) a partir de los valores DPSH.

En suelos cohesivos, las correlaciones obtenidas a partir de los ensayos SPT deben de considerarse solamente como orientativas al obtenerse una dispersión muy importante de los resultados debidos a las presiones intersticiales que se crean durante el golpeo, así como a rozamientos parásitos que afectan a los resultados.

No obstante, puede dar una idea de su consistencia, existiendo diversas relaciones que con prudencia y la experiencia local pueden utilizarse.

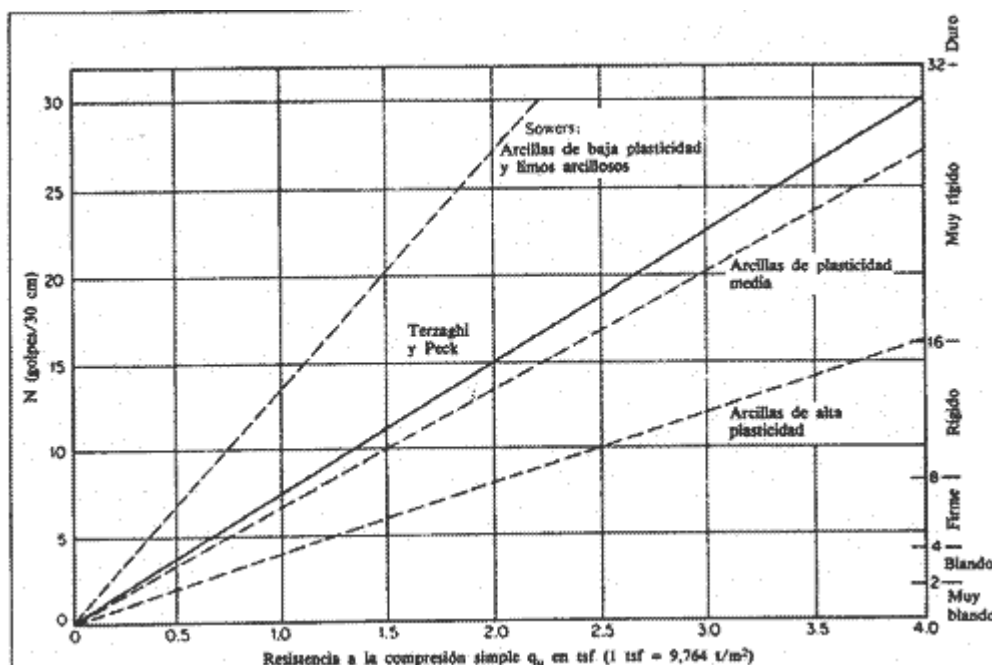


Ilustración 12: Valores de la resistencia a compresión simple a partir del SPT para suelos cohesivos. (NAVFAC 1971)

Según esta gráfica, puede correlacionarse el valor de resistencia a compresión simple q_u con el valor N_{30} según la relación:

$$q_u = \frac{N_{30}}{C_r}$$

donde C_r toma un valor normalmente comprendido entre 7,5 y 10 para arcillas y de 14 para limos, siendo el valor más habitual en torno a 8 (Terzaghi y Peck).

A partir de los valores N_{30} obtenidos, pueden utilizarse diferentes correlaciones con la cohesión sin drenaje (c_u):

¹ Dapena, E.; Lacasa, J. García, A. (2000). "Relación entre los resultados de los ensayos de penetración dinámica Borros DPSH y el SPT en un suelo arcilloso". Actas del Simp. sobre geotecnia de las infraestructuras lineales. Soc. Española de Mec. del Suelo e Ing. Geotécnica.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

- Stroud y Bulder, (1975): $C_u = 4N$ KPa para $N > 5$.
- Bowles: $C_u = 5,7N$.

Los valores de cohesión sin drenaje C_u que pueden deducirse para un N_{30} característico de 6 son los siguientes:

	BOWLES	STROUD	NAVFAC	Promedio
c_u KPa	34,6	24,0	37,5	32

El módulo elástico puede estimarse a partir de la cohesión sin drenaje a partir de la expresión:

$$E = a \cdot C_u$$

Donde a adopta un valor de 150 para arcillas de consistencia blanda a media y 300 para arcillas de consistencia dura (manual de ingeniería geotécnica, editorial Garceta). Adoptando de forma conservadora $a = 150$, se obtiene $E \approx 4,8$ MPa.

El módulo de balasto para una placa cuadrada de 30 cm de lado puede estimarse a partir del módulo elástico mediante la ecuación de VOGT:

$$k = 1,33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

Adoptando $L=B=0,3m$ se obtiene:

$$K_{30} = 21 \text{ MN/m}^3.$$

A partir de los límites de Atterberg, estas arcillas se clasificarían como de expansividad baja a media (grado II).

Grado	Expansividad	Finos (%)	Límite líquido	Índice Lambe (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	Hinchamiento libre (%)
I	Baja	< 30	< 35	< 80	< 25	< 1
II	Baja a media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	Media a alta	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	Muy alta	> 95	> 65	> 230	> 300	> 10

Ilustración 13: Grados de expansividad potencial, en González de Vallejo (ingeniería geológica, 2002)

Atendiendo a los criterios de peligrosidad a partir de la expansión (Oteo, 1986) este suelo queda en sus condiciones actual de humedad, incluido dentro del grupo I, expansividad baja.

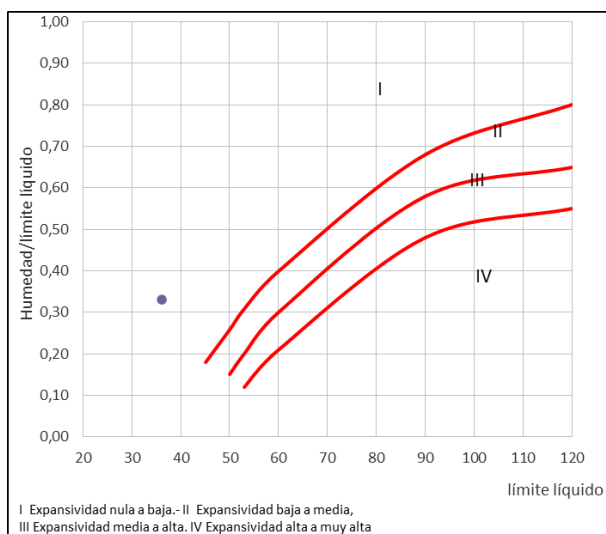


Ilustración 14: Criterio de peligrosidad por expansividad (Oteo, 1986), en González Vallejo (ingeniería geológica, 2002)

Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

CLASIFICACION			
Granulometría	% pasa tamiz 5 UNE		% pasa tamiz 0,08 UNE
	100		95,7
Límites de Atterberg %	L. Líquido (w _p)	L. Plástico (w _L)	I. Plasticidad (I _p)
	36,1	17,8	18,3
Clasificación S.U.C.S.	Arcillas de mediana plasticidad. CL		
PROPIEDADES MECANICAS			
Cohesión, C'	0 – 5 KPa	Angulo rozamiento interno, Φ'	25 - 26°
Cohesión sin drenaje (c _u)	32 KPa		
Expansividad	Nula a baja, grado I.		
Colapsabilidad	Nula		
Módulo de deformación, E	4,8 MPa *		
Módulo balasto (30 x 30 cm.), K ₃₀	21 MN/m ³		
Coeficiente de Poisson	0.35		
Ensayo penetración	N ₂₀ D.P.S.H.		N ₃₀ S.P.T.
	1 – 12 (x̄=6)		6
Compresión simple	-		
Consistencia	Blanda a medianamente firme.		
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS			
Densidad, γ _d	17 – 18 KN/m ³ *	Humedad	12%
Permeabilidad	< 10 ⁻⁵ cm/s		
Sulfatos solubles en agua	875 mg/kg (no agresivo al hormigón).		

8.2 MARGAS GRISES. TRAMO DE ALTERACIÓN DEL SUSTRATO CRETÁCICO. UG 3a

Se desarrollan en los puntos de investigación realizados entre:

PUNTO	Profundidad techo	Profundidad base
S-1	1,80	3,30
DPSH-1	1,20	-
DPSH-2	1,60	-
DPSH-3	1,85	-

Los ensayos DPSH obtienen el rechazo a techo de este nivel, no alcanzando por lo tanto la base del tramo.

Visualmente se observan como margas grises, más arcillosas a techo, GM IV y RQD=0, evolucionando hacia la base a GM III y RQD 0-25%.



Ilustración 15: Aspecto de las margas de alteración, UG 3a

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

En los ensayos DPSH viene caracterizado por un incremento rápido y fuerte de los golpes N_{20} , alcanzando rápidamente el rechazo al ensayo, probablemente en niveles más carbonatados. El SPT realizado presenta un valor de campo $N_{30}=44$ y un N_{30} ya corregido de 38 (arcillas de consistencia dura).

En suelos cohesivos, las correlaciones obtenidas a partir de los ensayos SPT deben de considerarse solamente como orientativas al obtenerse una dispersión muy importante de los resultados debidos a las presiones intersticiales que se crean durante el golpeo, así como a rozamientos parásitos que afectan a los resultados.

No obstante, puede dar una idea de su consistencia, existiendo diversas relaciones que con prudencia y la experiencia local pueden utilizarse.

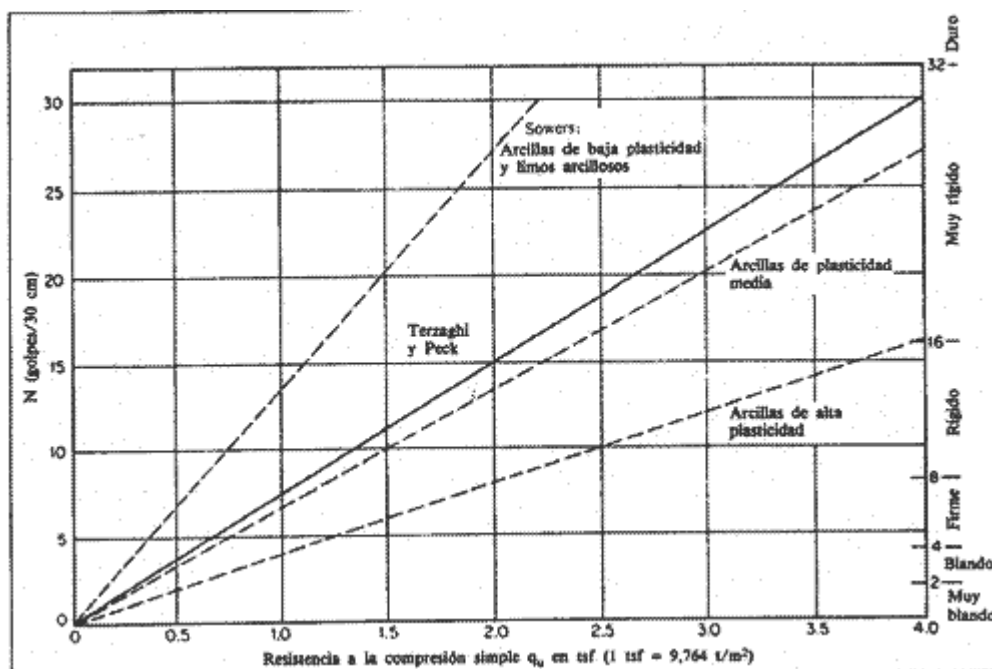


Ilustración 16: Valores de la resistencia a compresión simple a partir del SPT para suelos cohesivos. (NAVFAC 1971)

Según esta gráfica, puede correlacionarse el valor de resistencia a compresión simple q_u con el valor N_{30} según la relación:

$$q_u = \frac{N_{30}}{C_r}$$

donde C_r toma un valor normalmente comprendido entre 7,5 y 10 para arcillas y de 14 para limos, siendo el valor más habitual en torno a 8 (Terzaghi y Peck).

A partir de los valores N_{30} obtenidos, pueden utilizarse diferentes correlaciones con la cohesión sin drenaje (c_u):

- Stroud y Bulder, (1975): $C_u = 4N$ KPa para $N > 5$.
- Bowles: $C_u = 5,7N$.

Los valores de cohesión sin drenaje C_u que pueden deducirse para un N_{30} característico de 38 son los siguientes:

	BOWLES	STROUD	NAVFAC	Promedio
c_u KPa	219,3	152,3	238,0	203

El ensayo de resistencia a compresión simple realizado presenta una carga de rotura de 405 KPa. Aceptando que $c_u = \frac{1}{2} \cdot q_u$, se obtiene una cohesión sin drenaje de 202 KPa, igual a la deducida a partir de los SPT.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



El módulo elástico puede estimarse a partir de la cohesión sin drenaje a partir de la expresión:

$$E = a \cdot c_u$$

Donde a adopta un valor de 150 para arcillas de consistencia blanda a media y 300 para arcillas de consistencia dura (manual de ingeniería geotécnica, editorial Garceta). Adoptando para arcillas de consistencia dura $a = 300$, se obtiene $E \approx 40,6$ MPa.

El módulo de balasto para una placa cuadrada de 30 cm de lado puede estimarse a partir del módulo elástico mediante la ecuación de VOGT:

$$k = 1,33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

Adoptando $L=B=0,3$ m se obtiene:

$$K_{30} = 180 \text{ MN/m}^3.$$

Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

PROPIEDADES MECANICAS			
Cohesión, C'	20 - 30 KPa	Angulo rozamiento interno, Φ'	25 - 26°
Cohesión sin drenaje (c _u)	200 KPa		
Expansividad	Nula		
Colapsabilidad	Nula		
Módulo de deformación, E	40,6 MPa *		
Módulo balasto (30 x 30 cm.), K ₃₀	180 MN/m ³		
Coeficiente de Poisson	0.35		
Ensayo penetración	N ₂₀ D.P.S.H.	N ₃₀ S.P.T.	
	Rechazo	48 (x̄=38 tras correcciones)	
Compresión simple	405 KPa.		
Consistencia	Dura		
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS			
Densidad, γ _d	21.5 KN/m ³ *	Humedad	10%
Densidad aparente γ _{ap}	23,6 KN/m ³ .		
Permeabilidad	< 10 ⁻⁵ cm/s		
Sulfatos solubles en agua	97 mg/kg (no agresivo al hormigón).		

8.3 MARGAS GRISES. GM II-I. SUSTRATO CRETÁCICO.

Se alcanzan en el sondeo de reconocimiento a partir de los 3,5 metros de profundidad y se prolongan por debajo de la profundidad de investigación alcanzada en el sondeo de reconocimiento. Representan el sustrato rocoso (Cretácico) de la zona de estudio.

Se han caracterizado mediante un ensayo de rotura a compresión simple no confinada, con una carga de rotura de 1,38 MPa (roca blanda).

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Ilustración 17: Aspecto de las margas grises del Cretácico GM <II (UG 3).

8.4 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

Los análisis químicos realizados indican que las muestras de suelos analizadas y a las profundidades indicadas, no presentan agresividad al hormigón.

8.5 RECOMENDACIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DEL DB-HS 1

De cara al cumplimiento del DB-HS 1 se podrá considerar, a modo de resumen.

- Permeabilidad de los rellenos (UG 1) entre $10^{-2} - 10^{-5}$ cm/s.
- Permeabilidad de las arcillas (UG 2) $\approx 10^{-5}$ cm/s.
- Permeabilidad de las margas de alteración (UG 3a) $< 10^{-5}$ cm/s.
- Permeabilidad de las margas grises (UG 3) $< 10^{-5}$ cm/s.
- No se identifica nivel freático durante la realización de los trabajos de campo.

9 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de las distintas posibilidades que se recomiendan como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones de las instalaciones objeto de los trabajos. **La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.**

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe. Estos planteamientos se realizan a partir del esquema de correlación que se adjunta en el anejo nº4.

El proyecto contempla la rehabilitación del actual edificio para la construcción de 6 viviendas, que se desarrollarán en planta baja más una altura y bajocubierta,

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



El perfil geotécnico denota un nivel de rellenos (UG 1) y arcillas coluviales / eluviales (UG 2) de consistencia blanda, que se desarrollan hasta los 1,2 – 1,8 metros de profundidad. Por debajo se desarrolla el tramo de alteración del sustrato cretácico (margas arcillosas, UG 3a) de consistencia dura y, a partir de los 3,3 metros de profundidad. El sustrato rocoso (margas grises del Cretácico, UG 3).

Se analiza como nivel de cimentación, las margas arcillosas del tramo de alteración, UG 3a.

9.1 CÁLCULO DE TENSIONES.

La expresión de una cimentación directa vendrá definida por la ecuación:

$$q_h = c_k \cdot N_c \cdot d_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot t_c + q_{0k} \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot t_q + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot t_\gamma$$

Siendo:

- q_h : La presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno.
- q_{0k} : La presión vertical característica al nivel del cimiento, alrededor de éste.
- c_k : El valor característico de la cohesión del terreno.
- B : El ancho equivalente del cimiento.
- γ_k : Peso específico característico por debajo del terreno de cimentación.
- N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno del terreno (φ). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.
- d_c, d_q, d_γ : Los coeficientes correctores o de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad.
- s_c, s_q, s_γ : Coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento.
- i_c, i_q, i_γ : Coeficientes de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.
- t_c, t_q, t_γ : Coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Los parámetros característicos de la resistencia del terreno (c_k, φ) deben de ser representativos para cada situación de dimensionado, de la resistencia del terreno en una profundidad comprendida al menos entre vez y media y dos veces el ancho real de la cimentación (B) a contar desde la base de ésta.

Como consideramos que el terreno es puramente cohesivo ($\varphi = 0$), se consideran las condiciones sin drenaje a corto plazo y por lo tanto los factores de capacidad de carga serán:

N_c	5,14
N_q	1,00
N_γ	0,00

Se adoptan como coeficientes correctores:

Zapatas cuadradas:

- $d_c = d_q = d_\gamma = 1$.
- $s_c = 1,2, s_q = 1, s_\gamma = 0,7$

Zapatas continuas_

- $d_c = d_q = d_\gamma = 1$.
- $s_c = 1,02, s_q = 1, s_\gamma = 0,97$

No se consideran correcciones por la inclinación de las acciones sobre la cimentación ni por proximidad de talud.

Para el caso que nos ocupa, no se considera sobrecarga sobre el plano de cimentación y se adopta una densidad del suelo bajo el plano de apoyo de 20 kN/m³.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Considerando para las arcillas de la UG 3a, una cohesión sin drenaje $c_u = 200$ KPa, tenemos que:

Zapatas cuadradas:

- $Q_h = 1234$ KPa,
- $Q_{adm} = 400$ KPa.

Zapatas continuas_

- $Q_h = 1049$ KPa,
- $Q_{adm} = 350$ KPa.

9.2 ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

Para la estimación de asientos se considera un modelo multicapa siguiendo el método de Steinbrenner.

Steinbrenner determinó el asiento producido en un punto situado a una profundidad "z" bajo la esquina de un rectángulo cargado, bajo la hipótesis de Boussinesq mediante la expresión:

$$s_z = \frac{q \cdot B}{2 \cdot E} (a \Phi_1 - b \Phi_2)$$

Siendo:

- $a = 1 - v^2$
- $b = 1 - v - 2v^2$

Φ_1 y Φ_2 son unas funciones que dependen de las dimensiones del rectángulo de cimentación y de la profundidad.

Así para una capa determinada, se calcula la carga que se transmite a techo y muro de la misma, se calculan los asientos con los parámetros de esa capa. La diferencia entre los asientos que se producen a techo y muro de la capa serán los asientos debidos al estrato en cuestión. El sumatorio de los asientos de todos los estratos que constituyen el modelo da el asiento total del terreno.

La última capa viene dada bien por la presencia de un sustrato indeformable o bien por la profundidad a partir de la cual los asientos pueden considerarse despreciables. En general, se considera como tal una profundidad a partir de la cual el incremento de carga es inferior al 10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno antes de construir el edificio.

El modelo considerado en el caso que nos ocupa es el siguiente:

LITOLOGÍA	NIVEL	BASE	Z _i Final	E (MPa)	Coficiente de Poisson	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN
Margas arcillosas	UG 3a	3,3	1,5	40,6	0,3	1,8
Sustrato cretácico.	UG 3					

Se considera, a efectos prácticos, que las margas del sustrato cretácico (UG 3) a partir de los 3,3 metros de profundidad, constituyen un nivel indeformable para el incremento de tensiones generado por la cimentación.

Los asientos estimados para diferentes anchos de zapata son:

- Zapatas cuadradas y una tensión de diseño de 400 KPa:

Q_{adm} (KPa)	400	400	400	400	400	400	400	400
Ancho B (m)	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Asientos s (mm)	8,2	9,1	9,5	9,7	9,7	9,7	9,6	9,5

- Zapatas continuas y una tensión de diseño de 350 KPa:

Q_{adm} (KPa)	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0	350,0
Ancho B (m)	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
Asientos s (mm)	6,2	7,0	7,7	8,1	8,5	8,7	8,9	9,0

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



9.3 CIMENTACIONES

A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos, se plantea la siguiente solución de cimentación:

- Cimentación directa mediante zapatas / pozos hasta alcanzar las margas arcillosas del tramo de alteración, UG 3a. Podrá adoptarse para el diseño de la cimentación, una tensión admisible no superior a:
 - 400 KPa para zapatas cuadradas.
 - 350 KPa para zapatas continuas.

Las margas del tramo de alteración se alcanzan a las siguientes profundidades en los puntos de investigación realizados:

PUNTO	Profundidad techo
S-1	1,80
DPSH-1	1,20
DPSH-2	1,60
DPSH-3	1,85

Hay que tener en cuenta que, en los ensayos DPSH, no se obtiene testigo del sondeo, correlacionándose de acuerdo con el perfil obtenido en el sondeo de reconocimiento, el rechazo con el techo de las margas arcillosas de la UG 3a. Este punto deberá ser debidamente comprobado y corroborado durante la realización de los pozos de cimentación.

En cualquier caso, se deberá retirar cualquier nivel de rellenos, suelo vegetal o tramo más blando y alterado que se haya podido desarrollar, complementando posteriormente con hormigón de limpieza hasta cota de cara baja de zapata o, si fuera necesario, mediante la realización de pozos de cimentación.

Estos pozos tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad requerida y citada anteriormente, menos la profundidad existente hasta cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre tipo H-100 o ciclópeo, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas correspondientes.

10 RECOMENDACIONES GENERALES

10.1 EXCAVABILIDAD

La excavabilidad se puede considerar:

- Rellenos (UG 1) y coluvial/eluvial (UG 2): No debe presentar problemas, siendo posible su realización mediante medios convencionales.
- Margas arcillosas del tramo de alteración (UG 3a). Dificultad media, aumentando con la profundidad. Necesario el empleo de maquinaria de media – alta potencia.
- Margas y margocalizas (UG 3): Difícil, será necesario el empleo de maquinaria específica de alta potencia para la excavación y destroza (martillo hidráulico).

10.2 TALUDES

No se van a realizar excavaciones de sótano, por lo que no se realizarán taludes de interés. Con carácter general se podrá adoptar, siempre a corto plazo y en ausencia de nivel freático:

- Rellenos (UG 1) y arcillas del coluvial/eluvial (UG2): Taludes 1H:1V para alturas de talud no superiores a 3 metros.
- Margas del tramo de alteración (UG 3a): Taludes 2H:3V para alturas de talud no superiores a 3 metros
- Margas y margocalizas (UG 3): Taludes subverticales (1H:3V) para alturas de talud no superiores a 3 metros. Se deberá prestar especial atención a la posible presencia de planos, fracturas o discontinuidades, que puedan dar lugar a deslizamientos planares, caídas de cuñas o bloques, adoptando si es necesario medidas complementarias como puede ser el saneo y retaluzado o bulonado de bloques y planos.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



- Los taludes de los pozos de cimentación se podrán realizar subverticales, siempre teniendo la precaución de hormigonarlos inmediatamente tras su ejecución, para evitar posibles derrumbes de los rellenos y arcillas superiores y evitar la alteración del fondo de cimentación.

Se deberá poner especial atención durante la excavación, especialmente en los niveles de rellenos superiores, en previsión de tramos o bolsas de material de peor calidad y baja consistencia y que pueden ser de difícil identificación por el carácter puntal de los reconocimientos realizados, que pueden obligar a adoptar taludes más tendidos o bien a la adopción de medidas de contención complementarias.

La presencia de rellenos superficiales correspondientes a servicios bajo aceras, bordillos y demás obras de acondicionamiento de la urbanización perimetral, deberán de ser contenidos al realizar cualquier tipo de excavación ya que, en función de las condiciones de puesta en obra de los mismos, pueden dar lugar a desprendimientos y provocar la caída por arrastre de los materiales que se encuentran sobre ellos.

10.3 CIMENTACIÓN DE GRÚAS Y ELEMENTOS AUXILIARES

La cimentación de elementos auxiliares, tales como grúas, etc., podrá realizarse, sobre las margas del tramo de alteración (UG 3a). Para una cimentación de anchura $B = 5,00$ metros, habitual en grúas, podrá adoptarse una tensión admisible no superior a 50 KPa para asientos máximos estimados de 9,5 mm.

10.4 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN SOBRE ARCILLAS Y LIMOS

- Es fundamental la creación de una capa de zahorra artificial bien compactada (98% del proctor modificado y un espesor mínimo de 20 cm. con drenaje al exterior) entre la solera y las arcillas o bien crear un forjado sobreelevado con cámara de aire.
- Alternativamente, puede utilizarse relleno de bolo rodado lavado de material no degradable (caliza, cuarcita, etc.) exento de fino y de granulometría la disponible en la zona (20/50, 40/80...), que presenta como ventaja que no es necesario compactar, trabajando por rozamiento entre los cantos de grava. En el contacto entre las arcillas y el relleno de bolo se colocará una lámina geotextil que impida la contaminación del bolo por finos. A techo del relleno de bolos, se colocará una lámina de polietileno que impida que se percole el hormigón en el relleno.
- Los pavimentos que rodeen la edificación serán impermeables, un ancho superior a 2 m. y con pendiente hacia un drenaje exterior que garantice que no se aporte agua ni humedad a la cimentación.
- Se realizará un sellado estanco de todas las juntas en los encuentros entre pavimentación y cerramientos exteriores de la edificación para reducir las infiltraciones de agua de lluvia en el terreno.
- Se eliminarán en lo posible los jardines, ya que son una posible vía de entrada de humedad a la cimentación. Si no se pueden evitar, se impermeabilizarán para que el agua no penetre a la cimentación.
- Los saneamientos deben proyectarse de manera que sean fácilmente observables o colgados. Si es posible realizados con juntas y tubos flexibles tipo PVC o similar. Construir arquetas de hormigón sin juntas entre paredes y fondo. Prestar especial atención a la entrada y salida de tubos.
- Utilizar material granular adecuado para rellenar zanjas.

11 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- Este estudio geotécnico está basado en los criterios indicados en el Documento Básico SE – C del Código Técnico de la Construcción de marzo del 2006, definiéndose la siguiente campaña de campo mediante la realización de un (1) sondeo de reconocimiento y dos (2) ensayos de penetración dinámica continua (DPSH) hasta rechazo.
 - **Tipo de construcción:** rehabilitación de un edificio que se desarrolla en planta baja más una altura y bajocubierta. Superficie construida $>300 \text{ m}^2$: **Edificio tipo C-1.**
 - **Geología del terreno:** Puede describirse como “terrenos de baja variabilidad”. **Grupo T-1.**

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



- Según la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002), la aceleración básica de cálculo para el término de Arakil es $a_b = 0,04g$, por lo que se deberá atender a lo dispuesto en la mencionada norma en todo aquello que atañe al proyecto.
- De acuerdo con el documento básico HS salubridad, HS6 protección frente a la exposición al radón, el municipio de Arakil se encuentra incluido dentro de la zona I, por lo que se deberá disponer de una barrera de protección con las características indicadas en el apartado 3.1 del documento HS6 del código técnico de la edificación, entre el terreno y los locales habitables del edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno.
- El perfil litológico que se observa en el sondeo realizado está compuesto por los siguientes niveles litológicos.

U.G.	Litologías	Sondeo	Prof. (m)
1	Suelo y rellenos antropogénicos. Limos marrones con cantos, materia orgánica y restos vegetales. Suelo vegetal, se observan sobre todo a techo materiales de origen antropogénico.	S-1	0,00-1,00
2	Cuaternario. Coluvial / eluvial. Arcillas de color gris y mediana plasticidad, consistencia blanda. Glacis / coluvial y/o suelo residual.	S-1	1,00-1,80
3	Sustrato Cretácico. Margas grises.		
3a	Margas arcillosas grises, consistencia dura. GM IV-III. RQD 0-25	S-1	180-2,50
3	Margas y margocalizas grises GM II-I, RQD 75-90.	S-1	2,50-6,00

- Durante la realización de los trabajos de campo no se ha identificado la presencia de nivel freático, siendo la profundidad máxima de investigación alcanzada de 6 metros.
- A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos, se plantea la siguiente solución de cimentación, cuyo desarrollo completo se presenta en el apartado 9 del presente informe. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

- Cimentación directa mediante zapatas / pozos hasta alcanzar las margas arcillosas del tramo de alteración, UG 3a. Podrá adoptarse para el diseño de la cimentación, una tensión admisible no superior a:
 - 400 KPa para zapatas cuadradas.
 - 350 KPa para zapatas continuas.

- La excavabilidad se puede considerar:
 - Rellenos (UG 1) y coluvial/eluvial (UG 2): No debe presentar problemas, siendo posible su realización mediante medios convencionales.
 - Margas arcillosas del tramo de alteración (UG 3a). Dificultad media, aumentando con la profundidad. Necesario el empleo de maquinaria de media – alta potencia.
 - Margas y margocalizas (UG 3): Difícil, será necesario el empleo de maquinaria específica de alta potencia para la excavación y destroza (martillo hidráulico).
- La cimentación de elementos auxiliares, tales como grúas, etc., podrá realizarse, sobre las margas del tramo de alteración (UG 3a). Para una cimentación de anchura $B = 5,00$ metros, habitual en grúas, podrá adoptarse una tensión admisible no superior a 50 KPa para asientos máximos estimados de 9,5 mm.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



- Los análisis químicos realizados indican que las muestras de suelos analizadas y a las profundidades indicadas, no presentan agresividad al hormigón.
- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de urbanización y edificación de la parcela mediante un seguimiento por técnico especializado, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.
- Los resultados y conclusiones reflejados en el presente documento carecen de validez técnica y aplicación para parcelas o terrenos colindantes, no incluidos en este estudio.

12 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Para la confección de este informe se han realizado 1 sondeo y dos penetrómetros. Además, se ha realizado un reconocimiento en campo de la parcela.

Con posterioridad y una vez realizados todos los ensayos de campo se han elaborado los correspondientes ensayos de laboratorio a las muestras seleccionadas, correspondiendo en este caso a los ensayos que se pueden observar en el cuadro del apartado 7.3.

Asumiendo un grupo de terreno T-1 según el Código Técnico de Edificación y teniendo en cuenta la información previa existente, la extensión del área, el tipo de edificación prevista y nuestra experiencia en la zona, se ha definido la campaña anteriormente descrita.

La sección realizada, así como la testificación de los sondeos, constituyen una interpretación de los datos obtenidos en los ensayos de campo. De este modo asumimos esta interpretación como la más razonable, dentro de las limitaciones existentes por el carácter puntual de los reconocimientos realizados, lo que implica la existencia de otras interpretaciones posibles.

Este informe se realiza a partir de los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, de tal modo que los mismos han sido interpretados y correlacionados a toda el área de estudio. Existen puntos de la parcela en los que no se han realizado reconocimiento y que por lo tanto no se encuentran definidos, por lo que es probable que existan variaciones asumibles.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el director de obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

Tudela, 22 de abril de 2025

Noemí Guallar Machín
Geóloga: Colegiada nº 8250

Fdo:

Julián Clement
Geólogo. Colegiado nº 3102

Vº Bº:

Rosalina Bolea Til
Geóloga. Colegiada nº 7474.
Directora laboratorio.



Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



TRABAJO DE CAMPO: Equipo Penetrómetro DPSH - Sonda Rotativa TP-30.

Sondistas: Carlos Val.

Geólogo Supervisor: Julián Clemente. Noemí Guallar.

TRABAJO DE LABORATORIO: Ingeniera química: Marta Brun.

Ayudante técnico de laboratorio: Mariano Latorre.

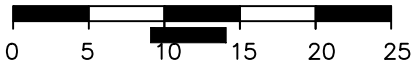
TRABAJO DE GABINETE (equipo técnico): Julián Clemente. Noemí Guallar.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



ANEJO 1

PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS



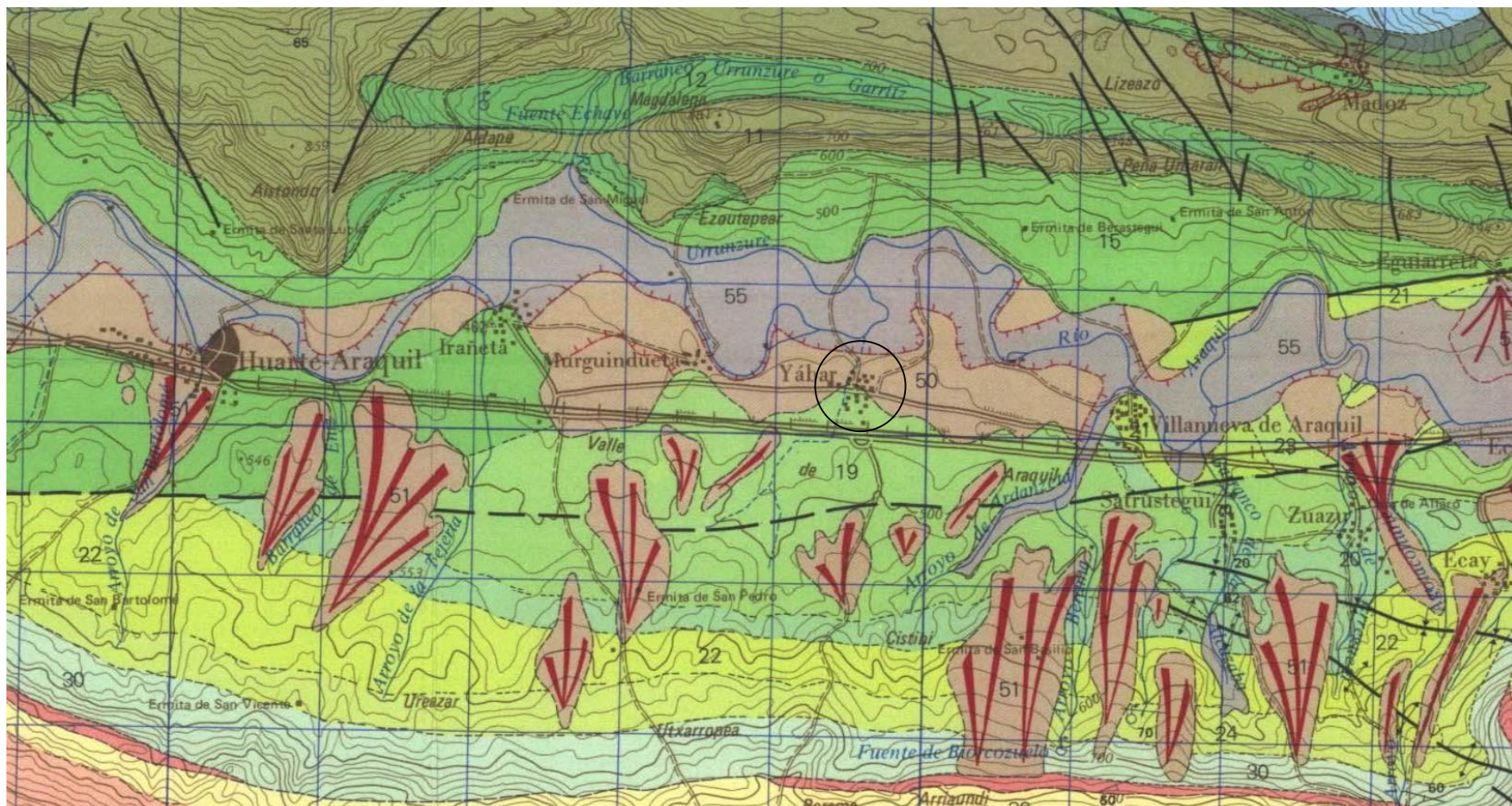
Albarán: 181888		Fecha de emisión: ABRIL 2025	Proyecto: REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)	Nº. Plano 01
Modif. nº:	Escala:		Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ARAKIL	
Sustituye:	1/500 Original A4		Plano: Situación de los puntos de investigación geotécnicos	

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



ANEJO 2

MAPA GEOLOGICO Y LEYENDA



Situación geológica de la zona de estudio. Detalle de la hoja 114 Alsasua, del mapa geológico nacional a escala 1:50.000 (IGME).

Leyenda del mapa geológico.

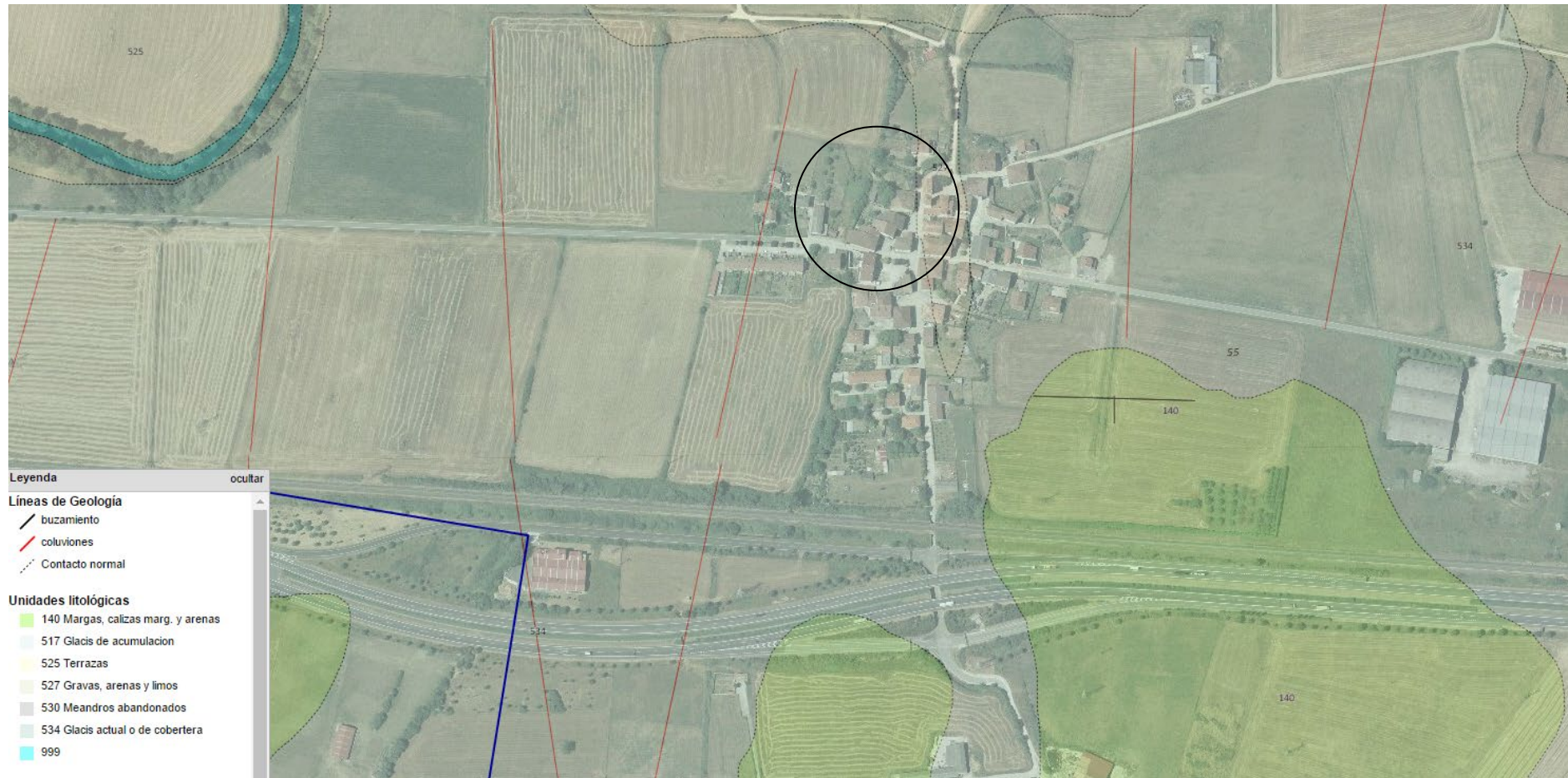
LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		55	54	53	52
	PLEISTOCENO		50		51	52
	EOCENO	BIARRITZIENSE				
		LUTE- CIENSE	44	47	46	45
TERCIARIO	MEDIO	SUP.	43			
		INF.	42			
	PALEOCENO	CUISIENSE	40		41	
		ILERDIENSE	37		39	
		THANETIENSE	36		38	
		MONTIENSE	35			
CRETACICO	DANIENSE	34				
	MAASTRICHTIENS.	32	31	33		
	CAMPANIENSE	29	30			
	SANTONIENSE	24	23	27		
	CONIACIENSE	18	22	21	26	
	TURONIENSE	17	20	15		
JURASICO	CENOMANIENSE	14	19	12		
	ALBIENSE	11	12	13		
	APTIENSE	10	9			
	BARREMIENSE	7				
	VALANGINIEN.	6				
	BERRIASIENSE	8				
CRETACICO	PORTLANDIEN.					
	KIMMERIDGIENSE					
	OXFORDIENSE					
	CALLOVIENSE					
	BATHONIENSE					
	BAJOCIENSE					
JURASICO	AALeniENSE					
	TOARCIENSE					
	PLIENSbACHIENS.					
	SINEMURIENSE					
	HETTANGIENSE					
	RETHIENSE					
TRIASICO	F. KEUPER	1	2			

55	Limos y gravas. Aluvial y terrazas de inundación
54	Cantos calcáreos con matriz arcillosa. Coluviones
53	Cantos, limos y arcillas. Conos de deyección
52	Gravas, limos y arcillas. Abanicos aluviales
51	Cantos, limos. Glacis
50	Gravas, limos y arcillas. Terrazas altas
49	Margas y margas alternantes con calcarentas
48	Calcarentas de color oscuro. A techo margas
47	Calcarentas algo margosas, finamente estratificadas
46	Calcarentas en bancos gruesos
45	Margas azules
44	Areniscas calcáreas
43	Margas, margocalizas arenosas y calizas
42	Calcarentas en bancos gruesos
41	Calizas masivas y margocalizas
40	Calizas con Alveolinas
39	Margas con intercalaciones de calizas margosas, más frecuentes hacia el techo
38	Calizas y margocalizas alternantes con margas
37	Calizas y margocalizas
36	Margas arenosas y margocalizas
35	Calizas
34	Margocalizas y margas
33	Calizas, calizas arrecifales y calizas brechoides
32	Dolomías y calizas dolomíticas
31	Calizas
30	Margocalizas y margas a veces arenosas
29	Alternancia de calizas, margocalizas y margas arenosas
28	Alternancia de margas y areniscas
27	Calcarentas
26	Calcarentas en bancos gruesos
25	Calizas margosas, margas
24	Margas y margocalizas, con predominio de las primeras
23	Margocalizas en la base y margas
22	Margocalizas y margas
21	Margocalizas y margas
20	Margocalizas y margas
19	Alternancia de margas arcillosas y calizas margosas
18	Alternancia de margas calcáreas y calizas margosas
17	Calcarentas recristalizadas
16	Calizas arrecifales
15	Margas grisáceas, margas micáceas con nódulos ferruginosos y escasas areniscas
14	Areniscas y arcillas. Intercalaciones de calizas arrecifales
13	Calizas margosas con intercalaciones de margas calcáreas
12	Arcillas calcáreas y margas con intercalaciones de calizas margosas y arenas
11	Caliza arrecifal masiva. Intercalaciones de calizas margosas y calcarenitas
10	Arcillas detriticas con Dethalleites. Intercalaciones de calizas y arenas
9	Areniscas, margas y arcillas
8	Alternancia de calizas lumaquélitas, ancolíticas y dolomías con arcillas, margas y areniscas. Al W. margas y calizas oncolíticas
7	Calizas recristalizadas organógenas, oolíticas al W.
6	Calizas a veces bioclásticas y con nódulos de sílex, oolíticas al W. Dolomías
5	Calizas y calizas margosas
4	Calizas margosas y margas
3	Dolomías, calizas dolomíticas y calizas
2	Ofitas
1	Arcillas yesíferas abigarradas

- 55 Limos y gravas. Aluvial y terrazas de inundación
54 Cantos calcáreos con matriz arcillosa. Coluviones
53 Cantos, limos y arcillas. Conos de deyección
52 Gravas, limos y arcillas. Abanicos aluviales
51 Cantos, limos. Glacis
50 Gravas, limos y arcillas. Terrazas altas
49 Margas y margas alternantes con calcarenitas
48 Calcarentitas de color oscuro. A. techo margas
47 Calcarentitas algo margosas, finamente estratificadas
46 Calcarentitas en bancos gruesos
45 Margas azules
44 Areniscas calcáreas
43 Margas, margocalizas arenosas y calizas
42 Calcarentitas en bancos gruesos
41 Calizas masivas y margocalizas
40 Calizas con Alveolinas
39 Margas con intercalaciones de calizas margosas, más frecuentes hacia el techo
38 Calizas y margocalizas alternantes con margas
37 Calizas y margocalizas
36 Margas arenosas y margocalizas
35 Calizas
34 Margocalizas y margas
33 Calizas, calizas arrecifales y calizas brechoides
32 Dolomías y calizas dolomíticas
31 Calizas
30 Margocalizas y margas a veces arenosas
29 Alternancia de calizas, margocalizas y margas arenosas
28 Alternancia de margas y areniscas
27 Calcarentitas
26 Calcarentitas en bancos gruesos
25 Calizas margosas, margas
24 Margas y margocalizas, con predominio de las primeras
23 Margocalizas en la base y margas
22 Margocalizas y margas
21 Margocalizas y margas
20 Margocalizas y margas
19 Alternancia de margas arcillosas y calizas margosas
18 Alternancia de margas calcáreas y calizas margosas
17 Calcarentitas recristalizadas
16 Calizas arrecifales
15 Margas grisáceas, margas micáceas con nódulos ferruginosos y escasas areniscas
14 Areniscas y arcillas. Intercalaciones de calizas arrecifales
13 Calizas margosas con intercalaciones de margas calcáreas
12 Arcillas calcáreas y margas con intercalaciones de calizas margosas y arenas
11 Caliza arrecifal masiva. Intercalaciones de calizas margosas y calcarenitas
10 Arcillas detríticas con Deshallesites. Intercalaciones de calizas y arenas
9 Areniscas, margas y arcillas
8 Alternancia de calizas lumaquéticas, ancolíticas y dolomías con arcillas, margas y areniscas. Al W. margas y calizas oncolíticas
7 Calizas recristalizadas organógenas, oolíticas al W.
6 Calizas a veces bioclásticas y con nódulos de sílex, oolíticas al W. Dolomías
5 Calizas y calizas margosas
4 Calizas margosas y margas
3 Dolomías, calizas dolomíticas y calizas
2 Ofitas
1 Arcillas yesíferas abigarradas

Situación geológica de la zona de estudio. Mapa geológico digital a escala 1:50.000 sobre fotografía aérea (IGME).



Situación geológica de la zona de estudio. Mapa geológico geológico de Navarra a escala 1:25.000.



Cartografía de zonas inundables. La parcela se encuentra fuera de la zona de riesgo de inundación para períodos de retorno de 500 años. Fuente; Confederación hidrográfica del Ebro (<http://iber.chebro.es/geoportall/>).

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)

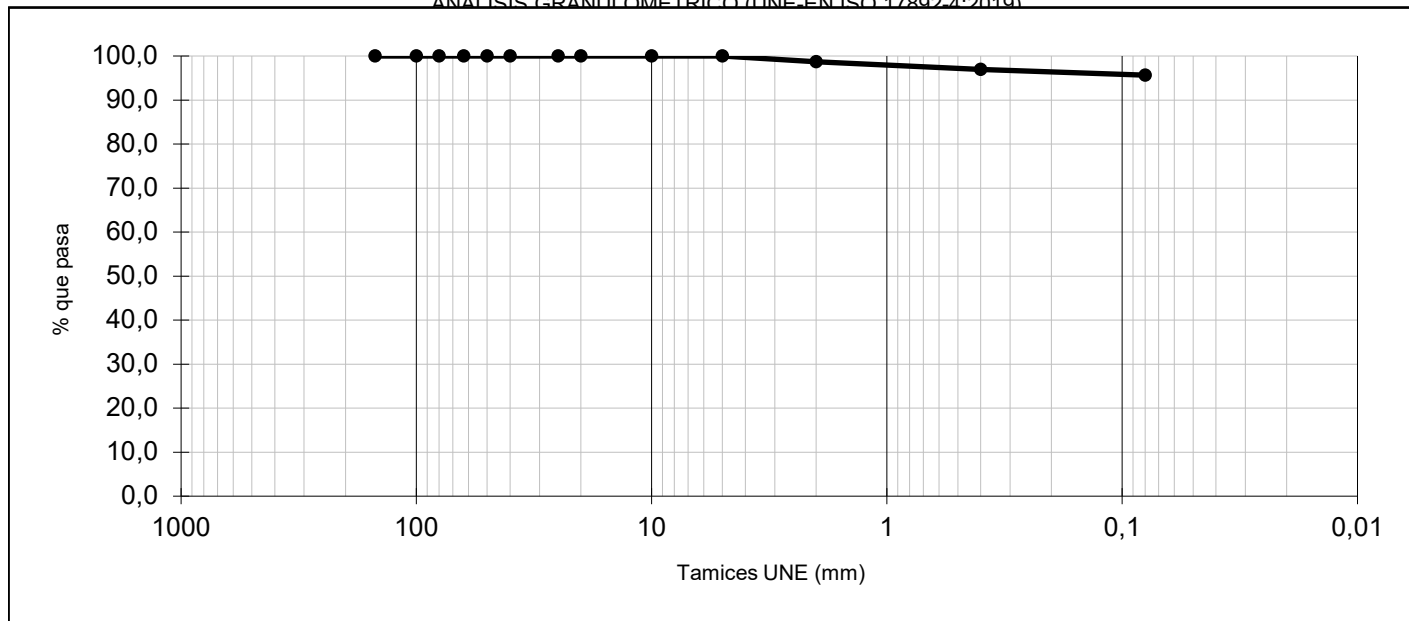


ANEJO 3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	181344	25/11/2024	15/11/2024	181344-GEO-TNA-S-1-M-1-1,00-1,40	S-1-M-1 de 1,00-1,40

Resultados:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE-EN ISO 17892-4:2019)



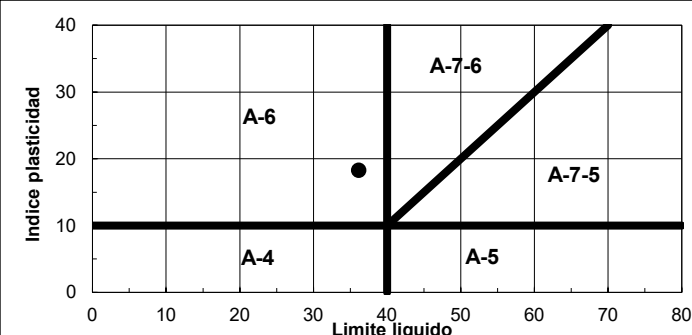
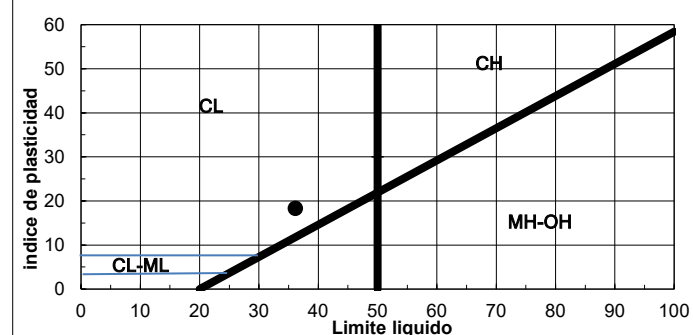
Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	97,0	95,7

LIMITES DE ATTERBERG (UNE-EN ISO 17892-12:2019)

LIMITE LIQUIDO	36,1
LIMITE PLASTICO	17,8
INDICE DE PLASTICIDAD	18,3

DETERMINACION DE LA HUMEDAD (UNE 103300:1993)

HUMEDAD NATURAL (%) UNE-EN ISO 17892-1:2015		11,9
CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)
	CTE	ARCILLA
CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO (mg/kg de SO ₄ ²⁻) NORMA: UNE 103201:2019		875
OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³) UNE-EN ISO 17892-2:2015:		-
DENSIDAD SECA (g/cm ³):		-
PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS (g/cm ³) UNE-EN ISO 17892-3:2018:		-



Observaciones:

Directora de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til



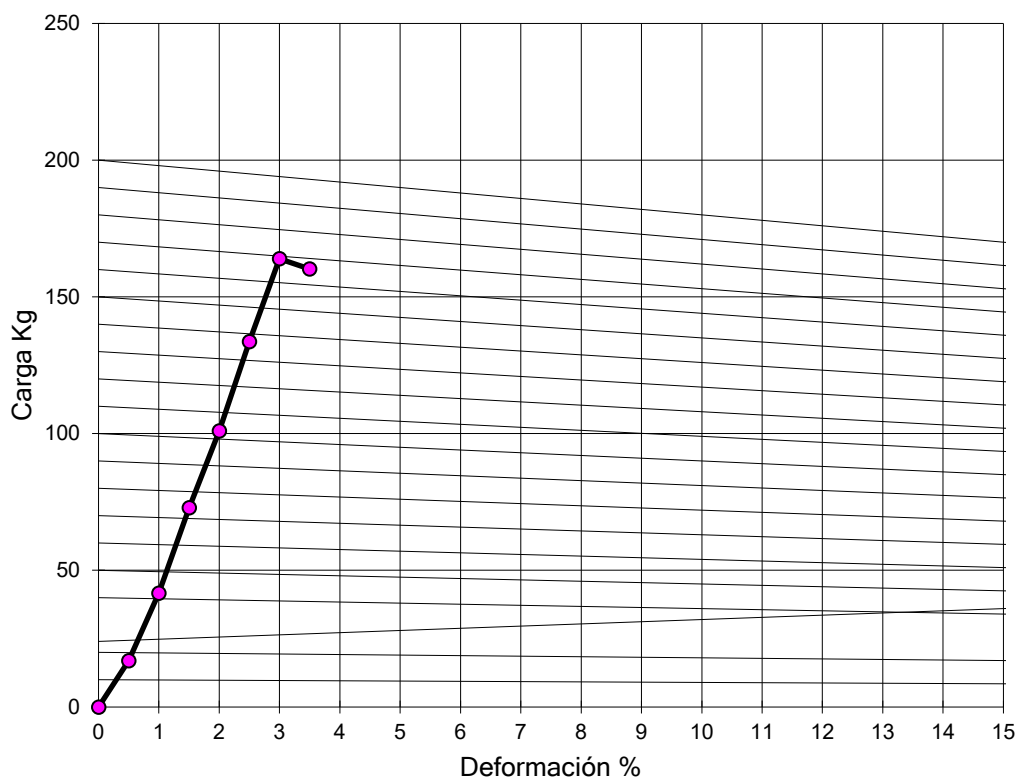
Responsable del área



Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	181888	1704/2025	31/03/2025	181888-GEO-TNA-S-1-M-2-3,00-3,30	S-1-M-2 de 3,00-3,30

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE: UNE-EN ISO 17892-7:2019

PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	HUMEDAD	DENSIDAD seca	RESISTENCIA
TIPO	cm	cm	%	g/cm ³	kg/cm ²
PLASTIFICADA	7,1	13,92	9,9	2,15	4,13
					405 KPa



Observaciones:

Directora de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til



Responsable del área
Julián Clemente Gracia





+ de 25 años de experiencia a su servicio

Gracias

Informe de ensayo

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, Inscr. 1ª a 7ª. C.I.F.: A-31536113. Polígono Industrial. 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº:ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad NAVL-001 en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta solo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	181344	25/11/2024	15/11/2024	181344-GEO-TNA-S-1-M-2-3,00-3,30	S-1-M-2 de 3,00-3,30

NORMA: UNE 103201:2019

DETERMINACION	RESULTADO	UNIDADES
CONTENIDO EN SULFATOS DE UN SUELO	97	mg/kg suelo seco
OBSERVACIONES: La muestra ensayada, a la profundidad indicada, NO PRESENTA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		

Observaciones:

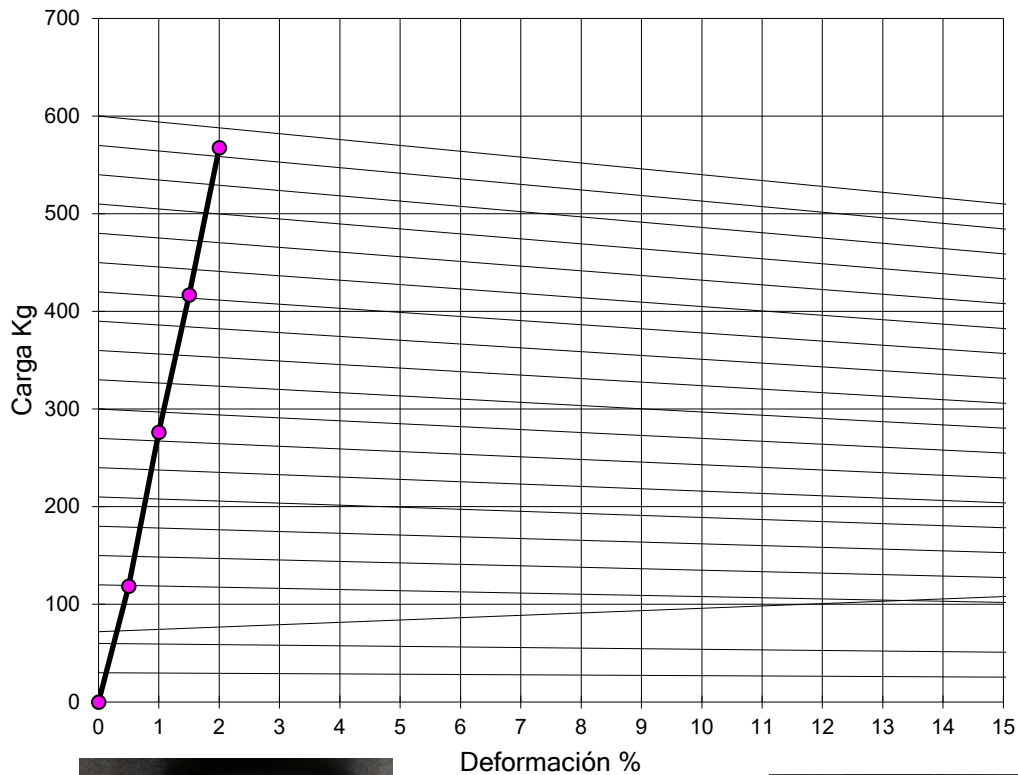
Directora de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til

Responsable del área
Julián Clemente Gracia

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Muestra	Material y procedencia de la muestra
	181888	1704/2025	31/03/2025	181888-GEO-TNA-S-1-M-3-5,202-5,40	S-1-M-3 de 5,202-5,40

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE: UNE-EN ISO 17892-7:2019

PROBETA	DIÁMETRO	ALTURA	HUMEDAD	DENSIDAD seca	RESISTENCIA
TIPO	cm	cm	%	g/cm ³	kg/cm ²
PLASTIFICADA	7,13	13,9	9,6	2,17	14,15
					1388 KPa



Observaciones:

Directora de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til



Responsable del área
Julián Clemente Gracia



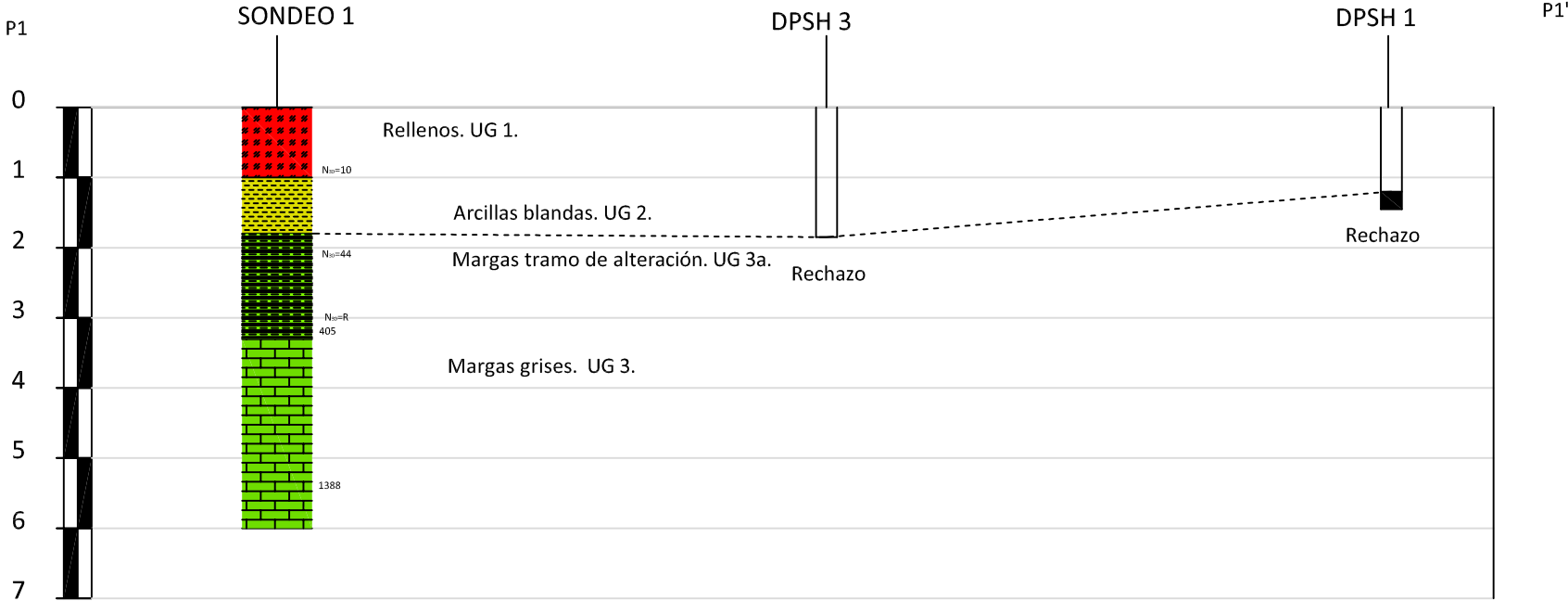
Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



ANEJO 4

PERFILES DE CORRELACIÓN

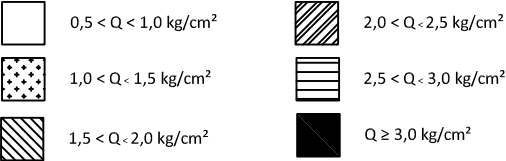
PERFILES DE CORRELACIÓN



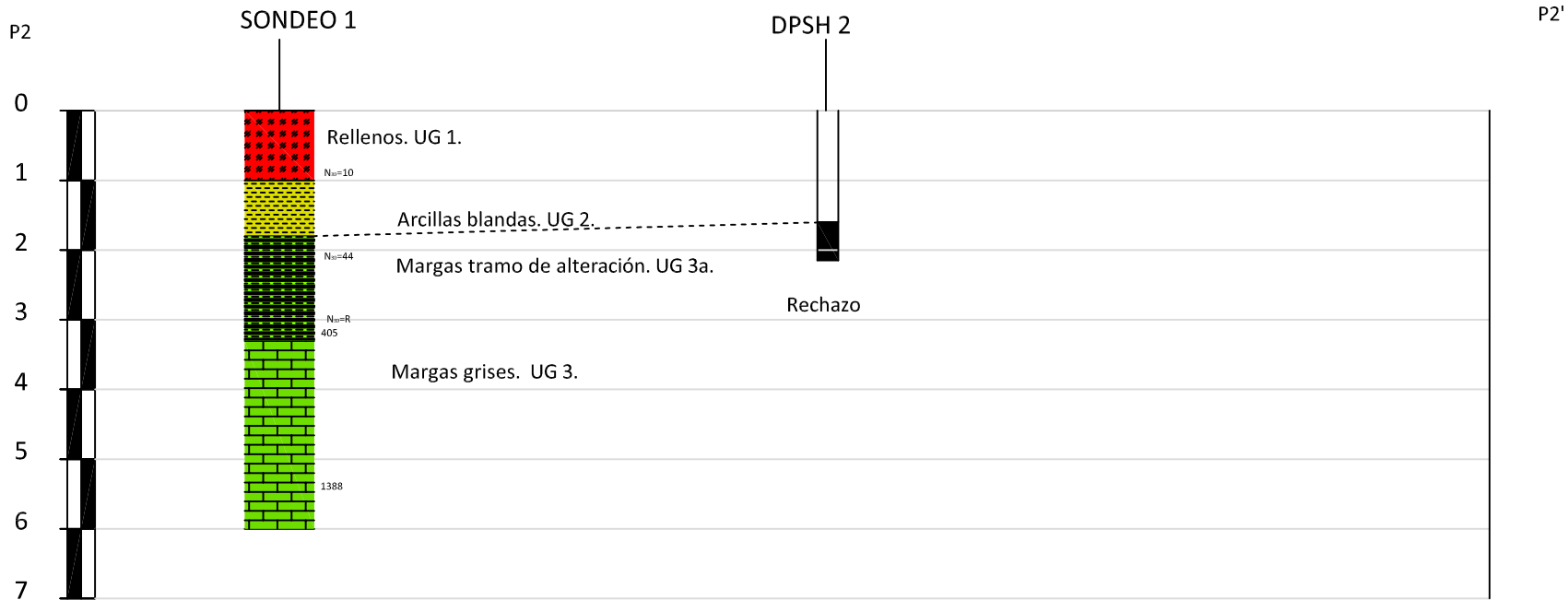
$N_{60}=R$ Valor de golpeo N_{30} del ensayo SPT (R=Rechazo)

Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Tensiones deducidas estimadas a partir de la resistencia a la penetración dinámica



PERFILES DE CORRELACIÓN



$N_{60}=R$ Valor de golpeo N_{60} del ensayo SPT (R=Rechazo)

Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Tensiones deducidas estimadas a partir de la resistencia a la penetración dinámica

	$0,5 < Q < 1,0 \text{ kg/cm}^2$		$2,0 < Q < 2,5 \text{ kg/cm}^2$
	$1,0 < Q < 1,5 \text{ kg/cm}^2$		$2,5 < Q < 3,0 \text{ kg/cm}^2$
	$1,5 < Q < 2,0 \text{ kg/cm}^2$		$Q \geq 3,0 \text{ kg/cm}^2$

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



ANEJO 5

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Peticionario	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL					Coord. X	-	Sistema referencia: ETRS89 30N
Obra	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)					Coord. Y	-	Coord. Z -
Nº Acta	Albarán	Fecha inicio	Fecha final	Muestra				
	163248	31/03/2025	31/03/2025					

SONDEO				1				NORMAS: ASTM D2113-99, XP94-202				TIPO DE PERFORACIÓN: ROTACIÓN CONTINUA; TECOINSA TP-50																				
CAJAS TESTIFICADAS:				2				PROFUNDIDAD TOTAL:				6,00 M																				
				Hoja 1 de 1; De 0,00 a 9,00 m.																												
Revestimiento				Profundidad	Columna litológica	Profundidad	Espesor	Nivel freático	Muestras	SPT	Recuperación	RQD	Contenido en sulfatos mg/kg	Compresión simple (KPa)	Presión hinchamiento (KPa)	Densidad g/cm³	Límite líquido / Índice plast.	Clasificación de Casagrande	Descripción litológica													
Ø98	98B-w	seco	1		1,00	No se identifica nivel freático				6-5-5-5 N ₆₀ =10 0,60-1,20	100%		875				31,1/18,3	CL	0,00-1,00: UG 1. Limos marrón grisáceos con cantos. Suelo vegetal y rellenos antropogénicos.													
	86-w		2		1,00														1,80	13-24-20-17 N ₆₀ =44 1,80-2,40	1,00-1,80: UG 2. Arcillas blandas a medianamente firmes. Tram oalteración GM VI - V.											
86T-w	agua	3		1,80	1,50														TESTIGO 3,00-3,30	R N ₆₀ =R 2,70-2,73	1,80-2,50: UG 3a. Margas arcillosas de consistencia compacta dura. Sustrto rocoso GM IV-III											
		4		3,30	3,50																											
		5		3,50																												
		6		6,00	TESTIGO 5,20-5,40																1388	2,17	2,50-6,00: UG 3. Margas grises. Sustrato rocoso GM II-I.									
			7																													
			8																													
			9																													



Escala vertical 1:100 (1cm = 1,0 m). Original A4.

Director de Laboratorio: Rosalina Bolea Til

Responsable área de geotecnia: Julián Clemente

Observaciones:

MA; Muestra alterada / MI: Muestra inalterada / TP: Testigo parafinado

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



ANEJO 6

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:
	181888	31/03/2025	31/03/2025		Y: Z

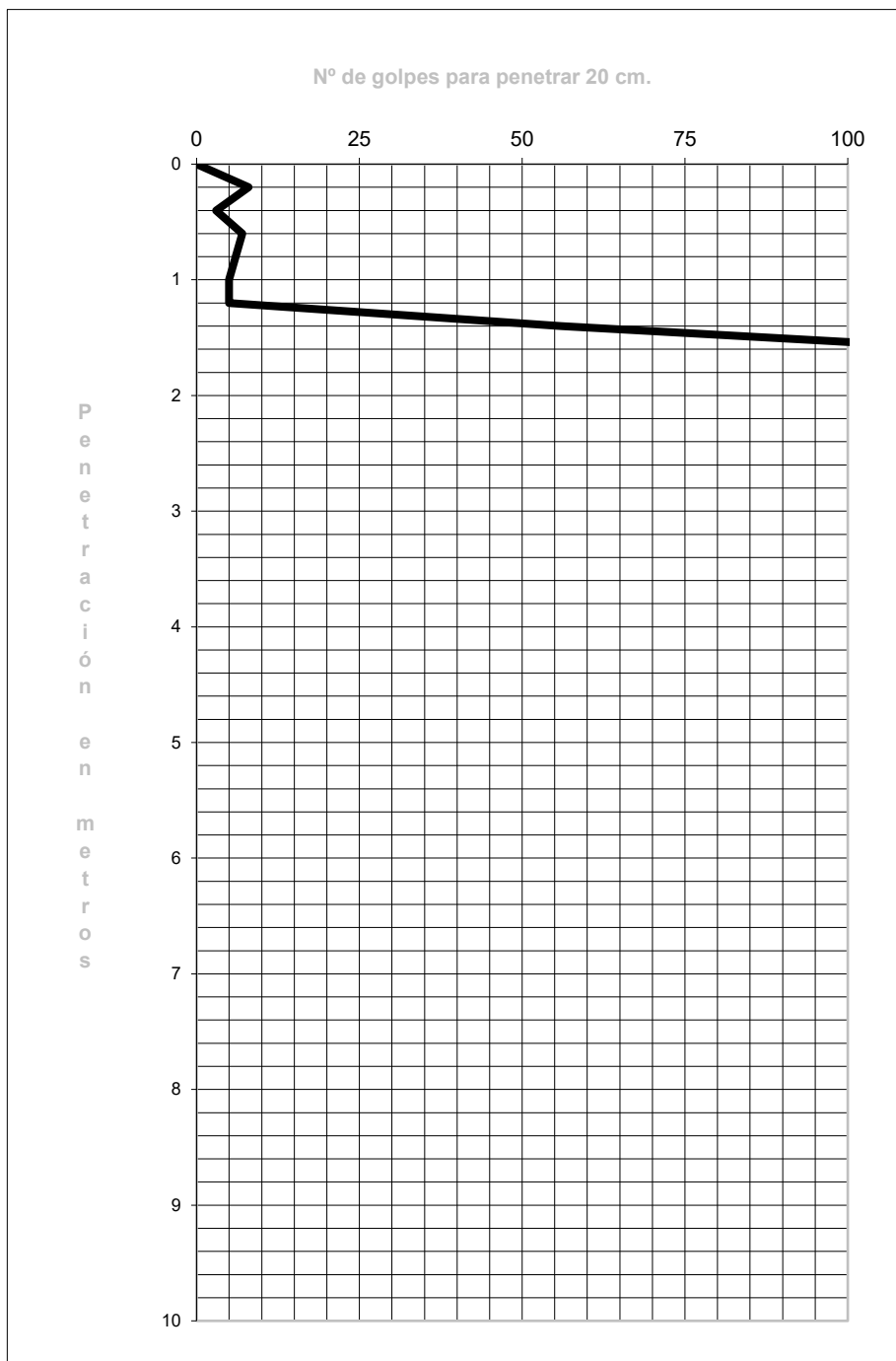
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 1

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	8	10,4	
0,4	3	10,6	
0,6	7	10,8	
0,8	6	11,0	
1,0	5	11,2	
1,2	5	11,4	
1,4	56	11,6	
1,6	Rechazo	11,8	
1,8		12,0	
2,0		12,2	
2,2		12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:

Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:
	181888	31/03/2025	31/03/2025		Y: Z

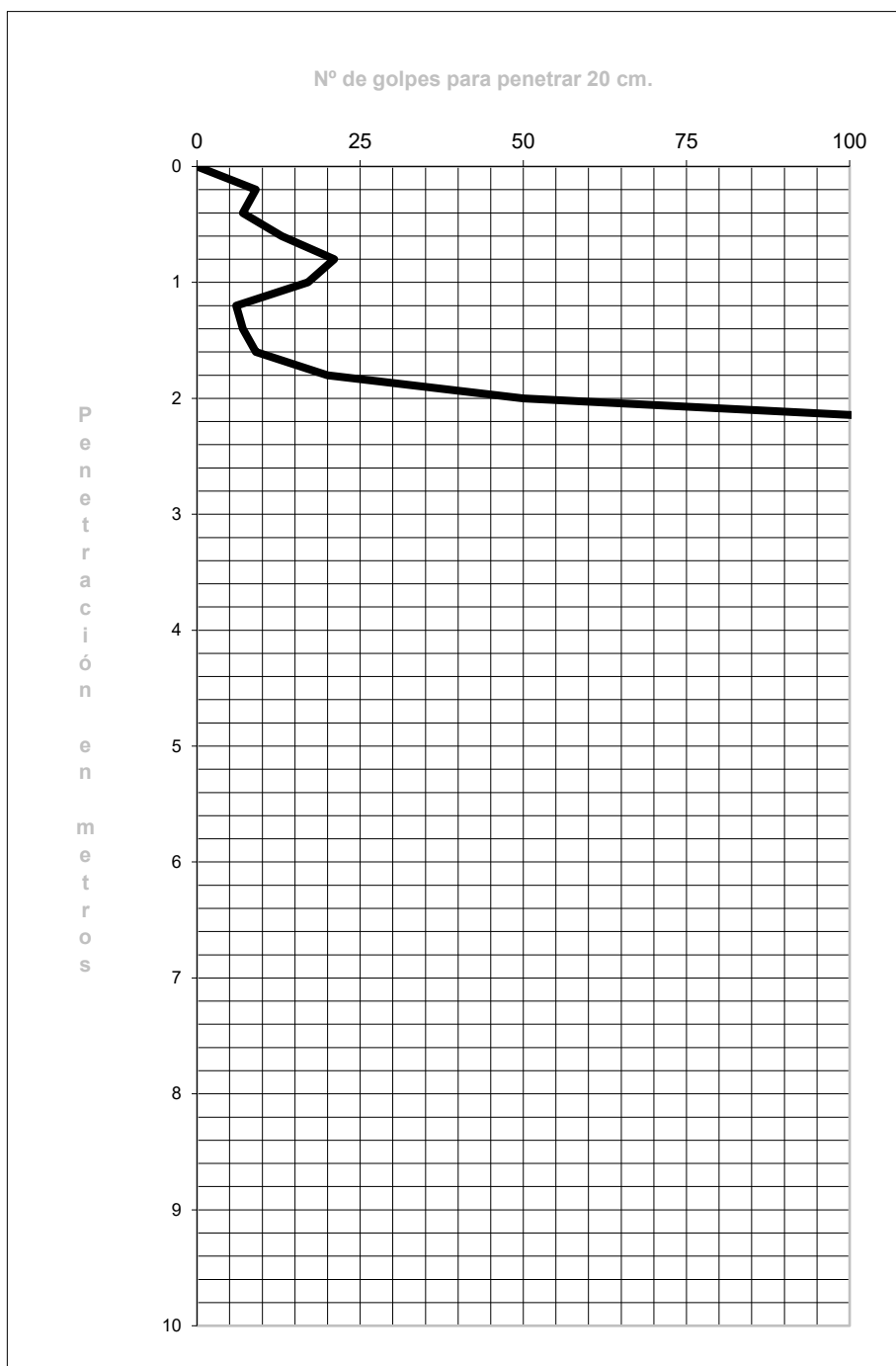
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 2

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	9	10,4	
0,4	7	10,6	
0,6	13	10,8	
0,8	21	11,0	
1,0	17	11,2	
1,2	6	11,4	
1,4	7	11,6	
1,6	9	11,8	
1,8	20	12,0	
2,0	50	12,2	
2,2	Rechazo	12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:

Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:
	181888	31/03/2025	31/03/2025		Y: Z

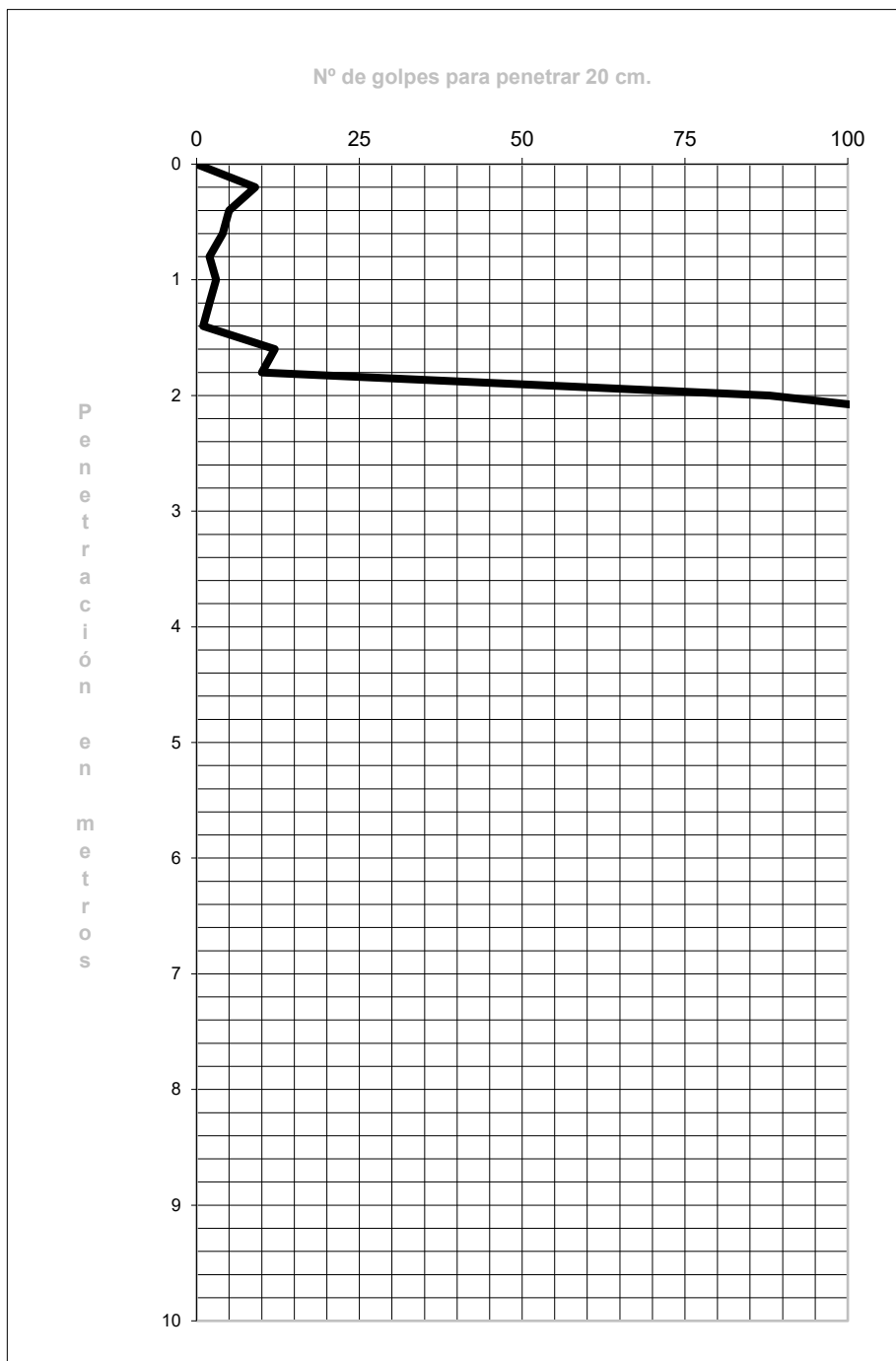
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 3

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	9	10,4	
0,4	5	10,6	
0,6	4	10,8	
0,8	2	11,0	
1,0	3	11,2	
1,2	2	11,4	
1,4	1	11,6	
1,6	12	11,8	
1,8	10	12,0	
2,0	88	12,2	
2,2	Rechazo	12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:

Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:

Julián Clemente

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



REPORTAJE FOTOGRAFICO

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Situación DPSH 1

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Situación DPSH 2

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Situación DPSH 3

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Situación sondeo 1.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA)



Sondeo 1, de 0 a 3 m.



Sondeo 1, de 3 a 6 m.



Informe Geológico-Geotécnico



Informe Geológico-Geotécnico.		
Cliente	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL	
Obra: 33015	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO	
Nº Albarán: 181933		Página 1 de 13
Editado e impreso por ©Laboratorios Entecsa. Reproducción prohibida. Este informe geotécnico sólo puede reproducirse totalmente con la autorización por escrito de la empresa Laboratorios Entecsa®		
Fecha de emisión: 8 de marzo de 2025		

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Índice

1	<u>Antecedentes</u>	<u>3</u>
2	<u>Objetivo del reconocimiento.....</u>	<u>3</u>
3	<u>Trabajos realizados.....</u>	<u>3</u>
3.1	Calicatas de reconocimiento	4
3.2	Ensayo de penetración dinámica	4
3.2.1	Metodología	4
3.2.2	Resultados obtenidos	6
4	<u>Propiedades geotécnicas de los materiales</u>	<u>6</u>
4.1	Arcillas aluviales.	7
4.2	Margas grises. Tramo de alteración del Sustrato cretácico.	8
5	<u>Análisis de la cimentación</u>	<u>9</u>
5.1	Cálculo de tensiones. Losa sobre las arcillas margosas.....	9
5.2	Cimentaciones.....	11
6	<u>Recomendaciones para la cimentación sobre arcillas y limos</u>	<u>11</u>
7	<u>Recomendaciones y conclusiones</u>	<u>12</u>
8	<u>Limitaciones del estudio.....</u>	<u>13</u>

ANEJOS

ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS.

ANEJO 2: PERFILES DE CORRELACIÓN.

ANEJO 3: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

ANEJO FOTOGRÁFICO.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO

1 ANTECEDENTES

A solicitud del AYUNTAMIENTO DE ARAKIL, se ha realizado un estudio complementario al estudio geotécnico previo para la rehabilitación de un edificio en la población de Ihabar. Los trabajos de campo se han realizado en fecha 30 de abril de 2025. El presente informe recoge dichos trabajos, así como los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras seleccionadas y los resultados y conclusiones que de ellos pueden deducirse.

Se hace llegar al personal del departamento de Geotecnia y Cimientos de Laboratorios Entecsa S.A., la siguiente documentación para la ejecución del informe geotécnico

- Situación de la parcela
- Planos estado actual del edificio a rehabilitar.
- Propuesta de rehabilitación del edificio para realización de 6 viviendas.

2 OBJETIVO DEL RECONOCIMIENTO

El presente estudio complementario tiene como finalidad ampliar y precisar la información obtenida en el estudio previo. Para ello, se han llevado a cabo calicatas en distintos puntos perimetrales del edificio con el objetivo de verificar el nivel de apoyo de los muros de carga, identificando así la profundidad de cimentación y el tipo de terreno sobre el que se apoya la estructura. Asimismo, se han realizado ensayos de penetración dinámica en distintos puntos del interior de la edificación, con el propósito de obtener una estimación de la resistencia del terreno en profundidad y, al mismo tiempo, disponer de datos que permitan establecer una correlación directa con los resultados obtenidos en el estudio geotécnico inicial.

3 TRABAJOS REALIZADOS

Se han realizado dos (2) calicatas de reconocimiento, y cuatro (4) ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta rechazo, cuya ubicación puede consultarse en el anejo nº 1.

Los trabajos se realizaron en fecha 30 de abril de 2025.

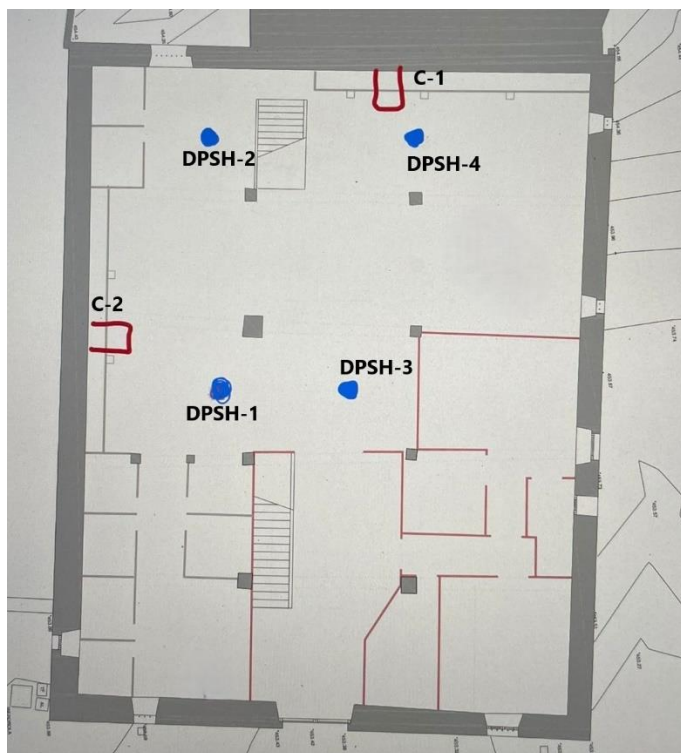


Ilustración 1: Situación de los puntos de investigación.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO

3.1 CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

Se han realizado un total de 2 calicatas de reconocimiento mediante una miniexcavadora.

En ambas calicatas realizadas en el interior de la vivienda se ha identificado un perfil estratigráfico similar. Bajo la solera se localiza un pequeño nivel de bolos, de aproximadamente 20 cm de espesor, que corresponde a la zapata de cimentación del muro. Por debajo aparece un estrato de arcillas de color grisáceo, que se interpreta como un recubrimiento cuaternario de coluvial / eluvial observado en el sondeo del estudio geotécnico. Se ha podido comprobar que el muro de carga apoya directamente sobre este nivel arcilloso.

Las cotas de apoyo de los muros han sido tomadas a partir de la **cota 0, definida a partir del escalón de acceso de la puerta principal**. Según las mediciones obtenidas, en la **calicata 1** el apoyo del muro se sitúa a **22 cm sobre la cota 0**, mientras que en la **calicata 2** se encuentra a **3 cm sobre dicha cota**.



Ilustración 2: Calicata 1 y calicata 2 indicando el nivel de apoyo del muro

3.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

3.2.1 Metodología

Este ensayo permite:

- Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno
- Evaluar la compacidad de un suelo
- Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa del suelo

Todo ello, teniendo presente la limitación de la profundidad de investigación conseguida, que vendrá dada por la profundidad a la que se alcance el rechazo al ensayo de penetración dinámica. No permite extracción del testigo del suelo, por lo que no se conoce la litología atravesada.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en la hincada de una puntaza con su varilla en el terreno, mediante golpes de maza, con una altura de caída constante. Se ha utilizado un penetrómetro con caída de maza libre tipo DPSH - B. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE – EN ISO 22476-2, Investigación y ensayos geotécnicos, Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica.

Las características del equipo utilizado son las que a continuación se mencionan.

- Peso de la maza: 63.5 Kg
- Altura de caída: 75 cm.
- Diámetro varillaje: 32 mm
- Sección puntaza: 20 cm².
- Puntaza cónica de 51 mm de diámetro, con ángulo en la punta de 90°.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa por los golpes necesarios para hincar la puntaza y su varilla en una longitud de 20 cm. Se designa N₂₀ al número de golpes necesarios para una penetración del cono en el terreno de 20 cm de profundidad.

Se dará por finalizado el ensayo cuando se satisfagan alguna de las siguientes condiciones:

- Se alcance la profundidad que previamente se había establecido.
- Se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm.
- Cuando tres valores consecutivos de N₂₀ sean iguales o superiores a 75 golpes.

Con los datos obtenidos en el ensayo se ha confeccionado el correspondiente gráfico de penetración, que relaciona el número de golpes (N₂₀) con la profundidad en metros, que puede consultarse en el anejo nº 2, adjunto al final del presente informe.

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados. El proceso de cálculo de dicha carga se expone detalladamente a continuación:

- Obtención de la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses", cuya expresión es:

$$R = \frac{(M^2 \cdot H)}{\left((M + P) \cdot A \cdot \left(\frac{20}{N_{20}} \right) \right)}$$

siendo,

- M: peso de la maza (63.5 Kg)
- H: altura de caída de la maza (75 cm)
- P: peso de yunque + varillas (8 kg/m)
- A: área de la puntaza (20 cm²)
- 20/N₂₀: penetración por golpe (cm)
- La correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática, puede realizarse mediante el coeficiente de BUISSON, que varía en función del tipo de terreno, y cuyo valor oscila entre 0.3 y 0.75. Para el caso que nos ocupa se toma un valor de 0,5.
- Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{R_e}{F}$$

siendo,

- Q_{adm} : presión admisible de cálculo (kg/cm²)
- R_e : resistencia estática
- F : coeficiente de seguridad (por convenio se adopta un valor de 20)

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO

3.2.2 Resultados obtenidos

En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados a partir de la penetración dinámica.

Ensayo	Profundidad (m)	Resistencia estimada (kg/cm^2)
DPSH 1	0,00-1,60	0,5
	1,60-3,00	>3
	3	Rechazo
DPSH 2	0,00-0,80	0,5
	0,80-1,60	1,5
	1,60-2,20	>3
	2,2	Rechazo
DPSH 3	0,00-1,40	0,5
	1,40-2,20	>3
	2,2	Rechazo
DPSH 4	0,00-1,20	0,5
	1,20-2,40	>3
	2,4	Rechazo

A partir de los ensayos de penetración dinámica DPSH realizados, se define:

- Un primer nivel con resistencias estimadas del orden o incluso inferiores a $0,5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y espesores de 1,2 -1,6 metros, que se correlaciona con el nivel rellenos y el recubrimiento cuaternario de coluvial / eluvial (UG 2), constituido por arcillas blandas, no pudiéndose diferenciar ambos tramos de forma clara únicamente por medio de los golpes N_{20} .
- A continuación, se observa un incremento rápido de los golpes N_{20} , con resistencias estimadas a partir de la penetración dinámica del orden o superiores a los $3 \text{ kg}/\text{cm}^2$, que se prolongan hasta el rechazo, que se alcanza entre los 2,20 y 3,00 metros de profundidad. Tanto este nivel como el rechazo se asocia a las margas arcillosas del tramo de alteración de consistencia dura.

Se debe de tener en cuenta que en los DPSH no se obtiene testigo litológico, realizándose la correlación únicamente a partir de los golpes N_{20} obtenidos con las observaciones en los sondeos de reconocimiento, por lo que se deberá confirmar estas observaciones durante los trabajos de urbanización y cimentación.

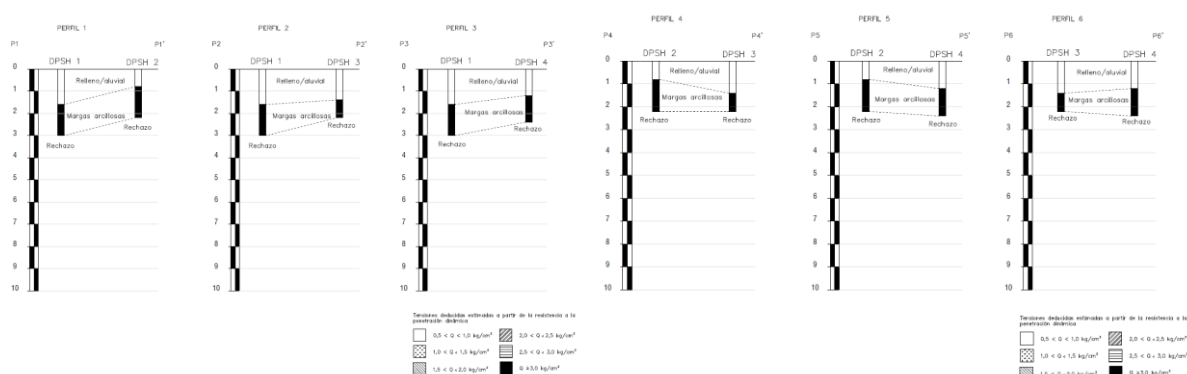


Ilustración 3: Perfil de correlación geotécnico.

4 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

En el presente estudio se ha utilizado el ensayo de penetración dinámica para la caracterización del terreno en profundidad. Pero hay que tener en cuenta que en los ensayos DPSH no se obtiene testigo del perfil atravesado, estimándose los contactos entre las diferentes unidades a partir de los golpes N_{20} y sus correlaciones con el perfil

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO

litológico observado en el sondeo de reconocimiento realizado en el estudio geotécnico previo, por lo que estos contactos deberán ser contrastados durante los trabajos de acondicionamiento de la parcela y cimentación.

Además, los parámetros geotécnicos obtenidos en el presente estudio se han correlacionado con los definidos en el informe geotécnico previo, observándose una buena concordancia entre ellos

4.1 ARCILLAS ALUVIALES.

Se desarrollan en los puntos de investigación realizados entre:

PUNTO	Profundidad techo	Profundidad base
DPSH-1	0,80	1,80
DPSH-2	0,80	1,60
DPSH-3	1,00	1,40
DPSH-4	0,80	1,60

Los ensayos DPSH presentan valores N_{20} comprendidos entre 5 y 13, con un valor promedio de 8. A partir de la correlación establecida por Dapena et al (2002)¹:

$$N_{SPT} = 13 \cdot \log(N_{DPSH}) - 2$$

Se puede adoptar a partir de los DPSH, un valor promedio $N_{30} \approx 10$.

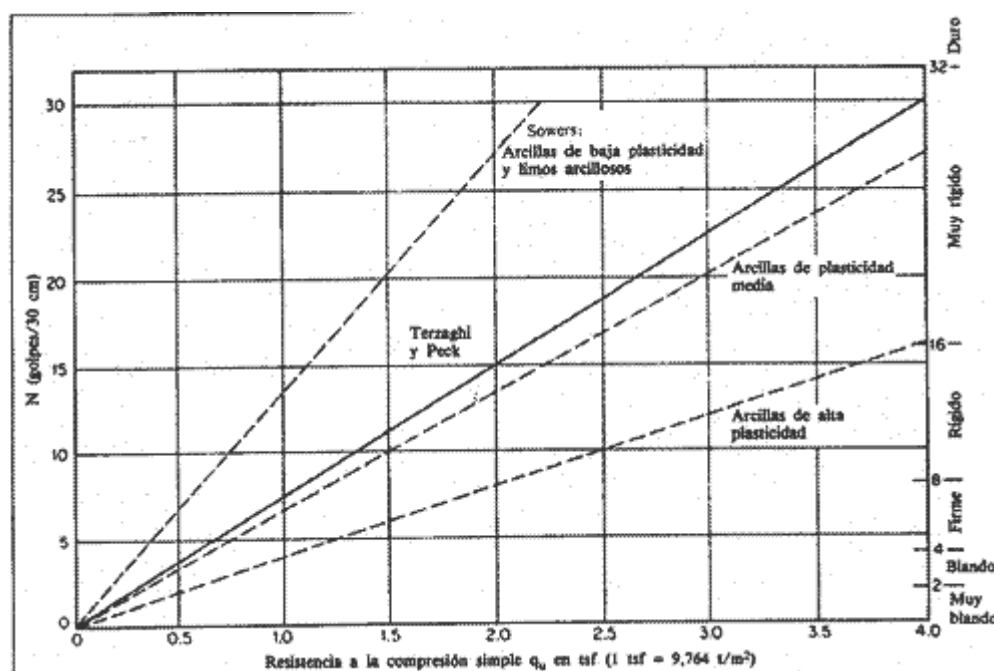


Ilustración 4: Valores de la resistencia a compresión simple a partir del SPT para suelos cohesivos. (NAVFAC 1971)

Según esta gráfica, puede correlacionarse el valor de resistencia a compresión simple q_u con el valor N_{30} según la relación:

¹ Dapena, E.; Lacasa, J. García, A. (2000). "Relación entre los resultados de los ensayos de penetración dinámica Borros DPSH y el SPT en un suelo arcilloso". Actas del Simp. sobre geotecnia de las infraestructuras lineales. Soc. Española de Mec. del Suelo e Ing. Geotécnica.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



$$q_u = \frac{N_{30}}{C_r}$$

donde C_r toma un valor normalmente comprendido entre 7,5 y 10 para arcillas y de 14 para limos, siendo el valor más habitual en torno a 8 (Terzaghi y Peck).

A partir de los valores N_{30} obtenidos, pueden utilizarse diferentes correlaciones con la cohesión sin drenaje (c_u):

- Stroud y Bulder, (1975): $C_u = 4N$ KPa para $N > 5$.
- Bowles: $C_u = 5,7N$.

Los valores de cohesión sin drenaje C_u que pueden deducirse para un N_{30} característico de 10 son los siguientes:

	BOWLES	STROUD	NAVFAC	Promedio
c_u KPa	57,6	40,0	62,5	53

El módulo elástico puede estimarse a partir de la cohesión sin drenaje a partir de la expresión:

$$E = a \cdot c_u$$

Donde a adopta un valor de 150 para arcillas de consistencia blanda a media y 300 para arcillas de consistencia dura (manual de ingeniería geotécnica, editorial Garceta). Adoptando para arcillas de consistencia dura $a = 150$, se obtiene $E \approx 8,0$ MPa.

El módulo de balasto para una placa cuadrada de 30 cm de lado puede estimarse a partir del módulo elástico mediante la ecuación de VOGT:

$$k = 1,33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}}$$

Adoptando $L=B=0,3$ m se obtiene:

$$K_{30} = 35 \text{ MN/m}^3.$$

Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

PROPIEDADES MECANICAS				
Cohesión, C'	0 - 5 KPa		Angulo rozamiento interno, Φ'	24 - 25°
Cohesión sin drenaje (c _u)		53 KPa		
Expansividad		Nula		
Colapsabilidad		Nula		
Módulo de deformación, E		8,0 MPa *		
Módulo balasto (30 x 30 cm.), K ₃₀		35 MN/m ³		
Coeficiente de Poisson		0.35		
Ensayo penetración	N ₂₀ D.P.S.H.			
	5-13 (x̄=10)			
Consistencia		Medianamente dura		

4.2 MARGAS GRISES. TRAMO DE ALTERACIÓN DEL SUSTRATO CRETÁCICO.

Se desarrollan en los puntos de investigación realizados a partir:

PUNTO	Profundidad techo
DPSH-1	1,80
DPSH-2	1,60
DPSH-3	1,40
DPSH-4	1,60

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



En los ensayos DPSH viene caracterizado por un incremento rápido y fuerte de los golpes N_{20} , alcanzando rápidamente el rechazo al ensayo.

Para la caracterización de este nivel, se utilizarán los parámetros geotécnicos definidos en el estudio geotécnico previo, ya que este incluye ensayos y sondeos de reconocimiento más profundos y representativos del conjunto del terreno. El estudio actual tiene un carácter complementario y ha permitido confirmar la presencia y continuidad de este nivel en el interior de la vivienda, sirviendo como apoyo para validar los valores ya establecidos.

Los parámetros geotécnicos que pueden asociarse a estos materiales son:

PROPIEDADES MECANICAS			
Cohesión, C'	20 - 30 KPa	Angulo rozamiento interno, Φ'	25 - 26°
Cohesión sin drenaje (c_u)	200 KPa		
Expansividad	Nula		
Colapsabilidad	Nula		
Módulo de deformación, E	40,6 MPa *		
Módulo balasto (30 x 30 cm.), K_{30}	180 MN/m ³		
Coeficiente de Poisson	0.35		
Ensayo penetración	N_{20} D.P.S.H.		N_{30} S.P.T.
	Rechazo		48 ($\bar{x}=38$ tras correcciones)
Compresión simple	405 KPa.		
Consistencia	Dura		

5 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Se expone a continuación el desarrollo de las distintas posibilidades que se recomiendan como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones de las instalaciones objeto de los trabajos. **La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.**

Debe hacerse mención que los planteamientos aquí expuestos, están realizados a partir de los datos obtenidos con los medios de investigación utilizados y sus limitaciones, referidas a lo largo del presente informe. Estos planteamientos se realizan a partir del esquema de correlación que se adjunta en el anejo nº4.

El proyecto contempla la rehabilitación del actual edificio para la construcción de 6 viviendas, que se desarrollarán en planta baja más una altura y bajocubierta.

A partir del perfil geotécnico obtenido en el estudio geotécnico previo se puede estimar a través de los ensayos DPSH realizados para este informe complementario, un nivel de rellenos y arcillas coluviales / eluviales de consistencia blanda, que se desarrollan hasta los 1,2 – 1,6 metros de profundidad. Por debajo se desarrolla el tramo de alteración del sustrato cretácico (margas arcillosas) de consistencia dura y, a partir de los 2,2-3,0 metros de profundidad el sustrato rocoso (margas grises del Cretácico).

En este caso se ha planteado una solución preferente de cimentación por parte del equipo de arquitectura, planteando una cimentación mediante losa alcanzando las arcillas aluviales

5.1 CÁLCULO DE TENSIONES. LOSA SOBRE LAS ARCILLAS MARGOSAS.

La carga de hundimiento neta para una losa sobre un suelo arcilloso (puramente cohesivo) viene dada por;

$$q_{h, \text{net}} = (c_u * 5.14) * \left(1 + \frac{0.195 B}{L}\right) * \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{B}\right)^2$$

² (Braja M. Das, Principio de Ingeniería de cimentaciones)

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Donde:

- c_u = resistencia al corte sin drenaje
- B = Ancho de la losa
- L = Longitud de la losa
- D_f = Cota de la base de la losa

La tensión admisible se determina a partir de la carga de hundimiento, aplicando un coeficiente F (que en cimentaciones toma habitualmente un valor de 3), de forma que:

$$q_{adm} = \frac{q_{h,neta}}{F}$$

Para una cohesión $c_u = 53$ KPa (estimada para las arcillas margosas, a partir de los trabajos realizados), tenemos que para una losa de dimensiones 20x15,5 metros (dimensiones aproximadas del edificio):

- $q_{h,neta} \approx 314$ KPa
- $q_{adm} \approx 105$ KPa.

Para la estimación de asientos se considera un modelo multicapa siguiendo el método de Steinbrenner.

Steinbrenner determinó el asiento producido en un punto situado a una profundidad " z " bajo la esquina de un rectángulo cargado, bajo la hipótesis de Boussinesq mediante la expresión:

$$s_z = \frac{q \cdot B}{2 \cdot E} (a\Phi_1 - b\Phi_2)$$

Siendo:

- $a = 1 - v^2$
- $b = 1 - v - 2v^2$

Φ_1 y Φ_2 son unas funciones que dependen de las dimensiones del rectángulo de cimentación y de la profundidad.

Así para una capa determinada, se calcula la carga que se transmite a techo y muro de la misma, se calculan los asientos con los parámetros de esa capa. La diferencia entre los asientos que se producen a techo y muro de la capa serán los asientos debidos al estrato en cuestión. El sumatorio de los asientos de todos los estratos que constituyen el modelo da el asiento total del terreno.

La última capa viene dada bien por la presencia de un sustrato indeformable o bien por la profundidad a partir de la cual los asientos pueden considerarse despreciables. En general, se considera como tal una profundidad a partir de la cual el incremento de carga es inferior al 10% de la carga vertical inicial.

El modelo considerado en el caso que nos ocupa es el siguiente:

LITOLOGÍA	NIVEL	BASE	Zi Final	E (MPa)	Coefficiente de Poisson
Arcillas aluviales	UG 2	1,8	1,8	8	0,35
Arcillas margosas	UG 3a	2,4	2,4	40,6	0,35
Margas	UG 3				
			Sustrato indeformable		

En la práctica, en cimentaciones superficiales los espesores en suelos que se consideran como capa deformable del terreno bajo la cimentación (Boussinesq) son:

- Bajo zapatas aisladas: 2B.
- Bajo zapatas corridas: 4B.
- Bajo losas: B

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Siendo B el ancho de la cimentación.

Para el caso que nos ocupa, se considera el sustrato cretácico, situado a partir de los 2,40-3,00 metros, como un nivel indeformable para las cargas transmitidas por la cimentación.

Los asientos estimados para una losa de 20x15,5 metros para diferentes tensiones transmitidas son las siguientes:

Q_{adm} (KPa)	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
Lado mayor L (m)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lado menor B (m)	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Asientos s (mm)	5,71	6,85	7,99	9,13	10,27	11,41

El asiento estimado para una losa de 20x15,5 metros para una tensión de 100 KPa es de 11,41 mm. Se puede adoptar un módulo de balasto $K_s = 100\text{KPa} / 11,41\text{mm} = 8,76 \text{ MN/m}^3$.

Aplicando la formulación de Terzaghi para suelos cohesivos, se obtiene un módulo de balasto equivalente para placa cuadrada de 30 cm, $K_{30} \approx 489 \text{ MN/m}^3$.

5.2 CIMENTACIONES

➤ **Cimentación superficial mediante losa armada sobre las arcillas aluviales. Podrá adoptarse para el diseño de la cimentación, una tensión admisible no superior a 100 KPa y un módulo de balasto $K_b = 8,76 \text{ MN/m}^3$ ($K_{30} = 489 \text{ MN/m}^3$).**

Para la ejecución de la losa, se deberá retirar la totalidad del nivel de suelo vegetal y rellenos antropogénicos identificados, cimentándose sobre las arcillas aluviales que aparecen entre de las siguientes profundidades:

PUNTO	Profundidad techo	Profundidad base
DPSH-1	0,80	1,80
DPSH-2	0,80	1,60
DPSH-3	1,00	1,40
DPSH-4	0,80	1,60

Se deberá retirar la totalidad de material inadecuado para la cimentación, rellenando posteriormente con material granular hasta cota de cara baja de losa.

Para la sustitución del material retirado y hasta alcanzar la cota de cara baja de losa, se podrá considerar:

- Relleno de material granular seleccionado de granulometría continua (zahorras), compactadas como mínimo al 98% PM. Se realizará el extendido y compactado en capas de espesor no superior a 25 – 30 cm y con un riguroso control de densidades y humedades de puesta en obra en cada tongada.
- Relleno de bolo granular rodado lavado, exento de finos, de material no degradable. En el contacto entre el estrato de limos (UG 2) y el bolo, se recomienda la colocación de una lámina geotextil que favorezca el drenaje e impida la contaminación del lecho de bolos por finos. A techo de los bolos, se colocará una lámina de polietileno que impida la percolación del hormigón.

6 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN SOBRE ARCILLAS Y LIMOS

- Es fundamental la creación de una capa de zahorra artificial bien compactada (98% del proctor modificado y un espesor mínimo de 20 cm. con drenaje al exterior) entre la solera y las arcillas o bien crear un forjado sobreelevado con cámara de aire.
- Alternativamente, puede utilizarse relleno de bolo rodado lavado de material no degradable (caliza, cuarcita, etc.) exento de fino y de granulometría la disponible en la zona (20/50, 40/80...), que presenta como ventaja que no es necesario compactar, trabajando por rozamiento entre los cantos de grava. En el contacto entre las arcillas y el relleno de bolo se colocará una lámina geotextil que impida la contaminación del bolo por finos. A

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



techo del relleno de bolos, se colocará una lámina de polietileno que impida que se percole el hormigón en el relleno.

- Los pavimentos que rodeen la edificación serán impermeables, un ancho superior a 2 m. y con pendiente hacia un drenaje exterior que garantice que no se aporte agua ni humedad a la cimentación.
- Se realizará un sellado estanco de todas las juntas en los encuentros entre pavimentación y cerramientos exteriores de la edificación para reducir las infiltraciones de agua de lluvia en el terreno.
- Se eliminarán en lo posible los jardines, ya que son una posible vía de entrada de humedad a la cimentación. Si no se pueden evitar, se impermeabilizarán para que el agua no penetre a la cimentación.
- Los saneamientos deben proyectarse de manera que sean fácilmente observables o colgados. Si es posible realizados con juntas y tubos flexibles tipo PVC o similar. Construir arquetas de hormigón sin juntas entre paredes y fondo. Prestar especial atención a la entrada y salida de tubos.
- Utilizar material granular adecuado para rellenar zanjas.

7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- Este estudio geotécnico está basado en los criterios indicados en el Documento Básico SE – C del Código Técnico de la Construcción de marzo del 2006, definiéndose la siguiente campaña de campo mediante la realización de un (1) sondeo de reconocimiento y dos (2) ensayos de penetración dinámica continua (DPSH) hasta rechazo.
 - **Tipo de construcción:** rehabilitación de un edificio que se desarrolla en planta baja más una altura y bajocubierta. Superficie construida $>300 \text{ m}^2$: **Edificio tipo C-1.**
 - **Geología del terreno:** Puede describirse como “terrenos de baja variabilidad”. **Grupo T-1.**
- A partir de los trabajos realizados y los resultados obtenidos, se plantea la siguiente solución de cimentación, cuyo desarrollo completo se presenta en el apartado 9 del presente informe. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros criterios además de los estrictamente geotécnicos.

➤ **Cimentación superficial mediante losa armada sobre las arcillas aluviales. Podrá adoptarse para el diseño de la cimentación, una tensión admisible no superior a 100 KPa y un módulo de balasto $K_b = 8,76 \text{ MN/m}^3$ ($K_{30} = 489 \text{ MN/m}^3$).**

- La excavabilidad se puede considerar:
 - Rellenos (UG 1) y coluvial/eluvial (UG 2): No debe presentar problemas, siendo posible su realización mediante medios convencionales.
 - Margas arcillosas del tramo de alteración (UG 3a). Dificultad media, aumentando con la profundidad. Necesario el empleo de maquinaria de media – alta potencia.
 - Margas y margocalizas (UG 3): Difícil, será necesario el empleo de maquinaria específica de alta potencia para la excavación y destroza (martillo hidráulico).
- La cimentación de elementos auxiliares, tales como grúas, etc., podrá realizarse, sobre las arcillas aluviales. ara una cimentación de anchura $B = 5,00$ metros, habitual en grúas, podrá adoptarse una tensión admisible no superior a 50 KPa para asientos máximos estimados de 7,07 mm.
- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de urbanización y edificación de la parcela mediante un seguimiento por técnico especializado, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



- Los resultados y conclusiones reflejados en el presente documento carecen de validez técnica y aplicación para parcelas o terrenos colindantes, no incluidos en este estudio.

8 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio complementario se basa en un número limitado de calicatas y ensayos de penetración dinámica realizados exclusivamente en el interior de la vivienda, por lo que los resultados reflejan condiciones puntuales del terreno. Al no obtenerse testigo continuo en los ensayos DPSH, la identificación de unidades geotécnicas se ha realizado mediante la interpretación de registros de golpeo y su correlación con el perfil litológico del estudio geotécnico previo. Por tanto, los contactos entre materiales y las propiedades asignadas deben considerarse aproximados y deberán verificarse durante la ejecución de los trabajos de acondicionamiento y cimentación.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el director de obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

Tudela, 8 de marzo de 2025

Noemí Guallar Machín
Geóloga: Colegiada nº 8250

Fdo:

Julián Clement
Geólogo. Colegiado nº 3102

Vº Bº:

Rosalina Bolea Til.
Geóloga. Colegiada nº 7474.
Directora laboratorio.



TRABAJOS DE CAMPO: Equipo Penetrómetro DPSH

Geólogo Supervisor: Julián Clemente. Noemí Guallar.

TRABAJOS DE LABORATORIO: Ingeniera química: Marta Brun.

Ayudante técnico de laboratorio: Mariano Latorre.

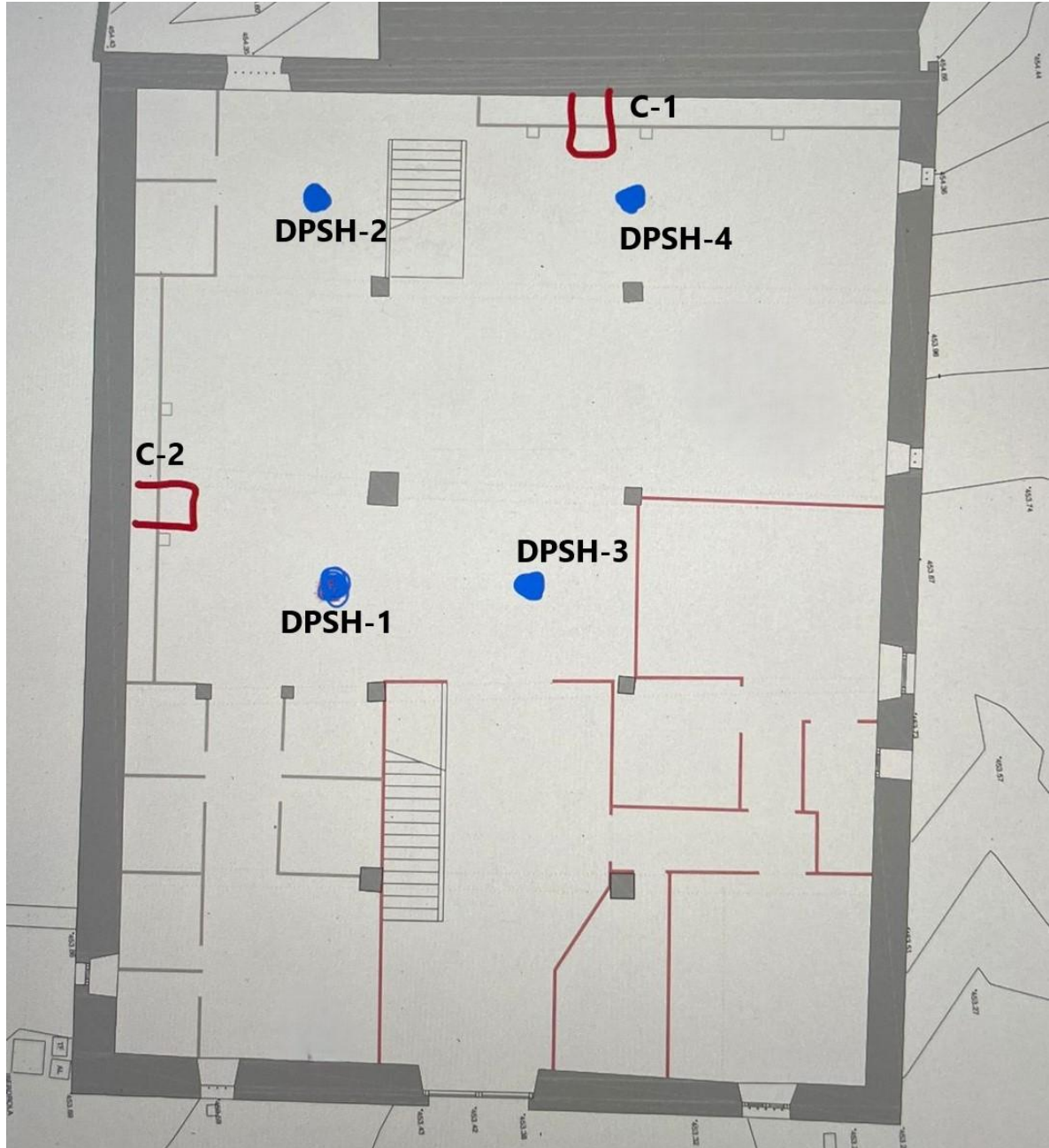
TRABAJO DE GABINETE (equipo técnico): Julián Clemente. Noemí Guallar.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



ANEJO 1

PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS

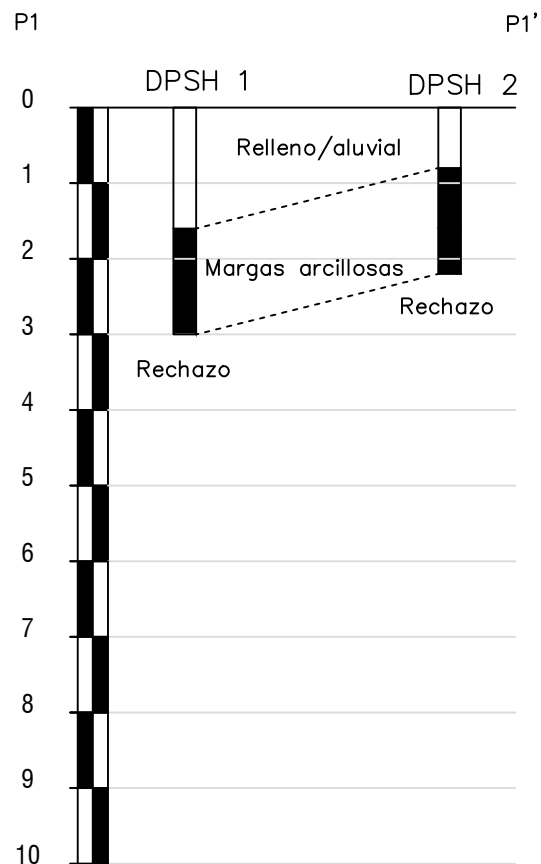


Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO

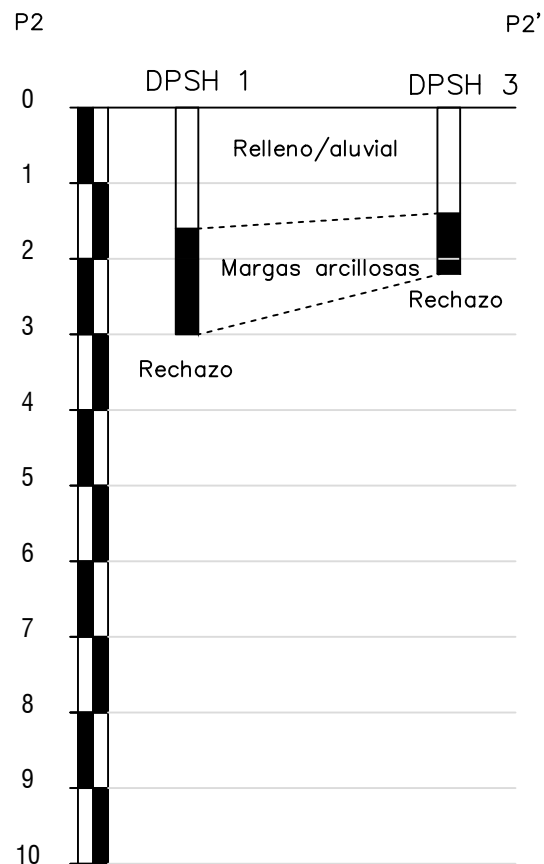


ANEJO 2 PERFILES DE CORRELACIÓN

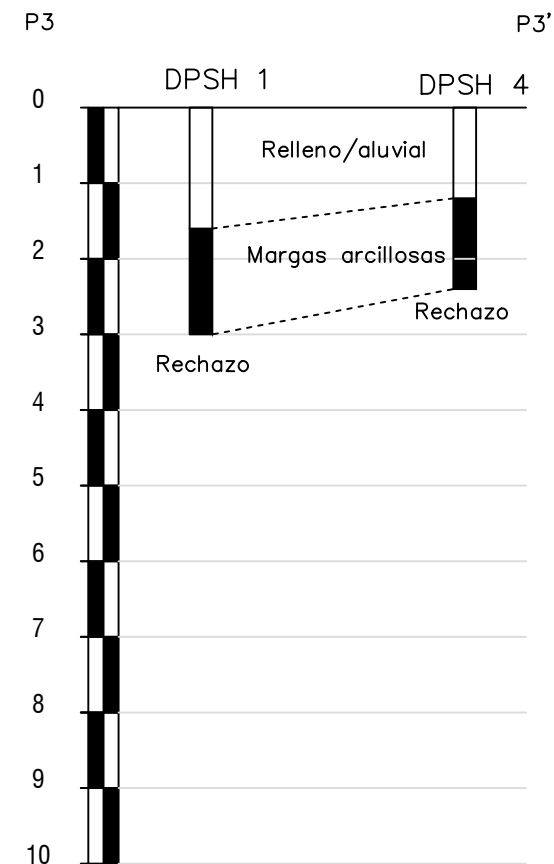
PERFIL 1



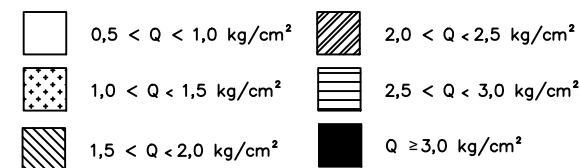
PERFIL 2



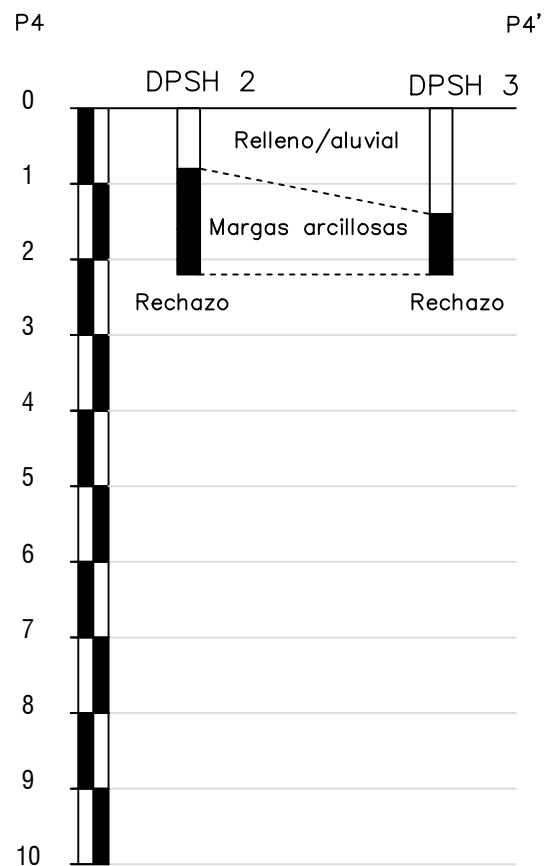
PERFIL 3



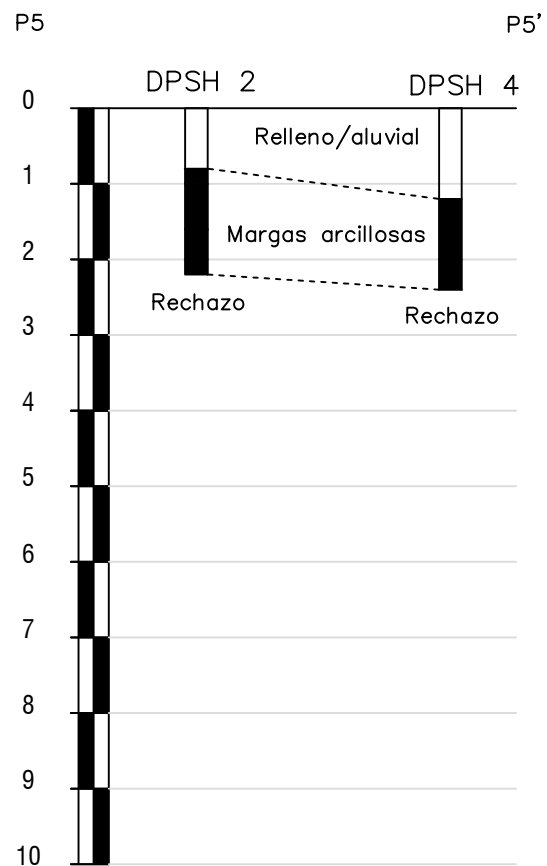
Tensiones deducidas estimadas a partir de la resistencia a la penetración dinámica



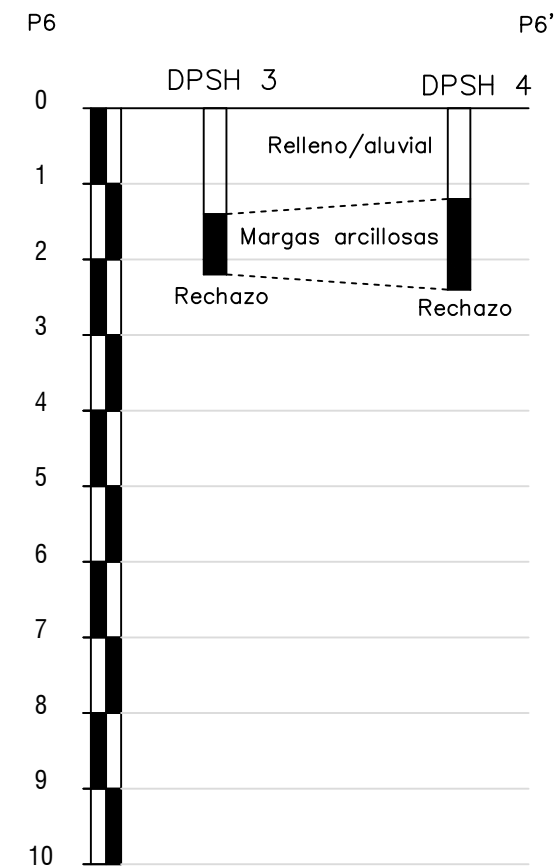
PERFIL 4



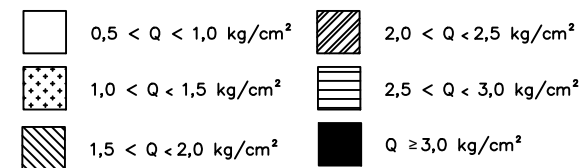
PERFIL 5



PERFIL 6



Tensiones deducidas estimadas a partir de la resistencia a la penetración dinámica



Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



ANEJO 3

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



20 años de experiencia a su servicio
Gracias

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, insc. 1ª a 7ª. C.I.F.: A-31536113. Polígono Industrial. 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº-ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

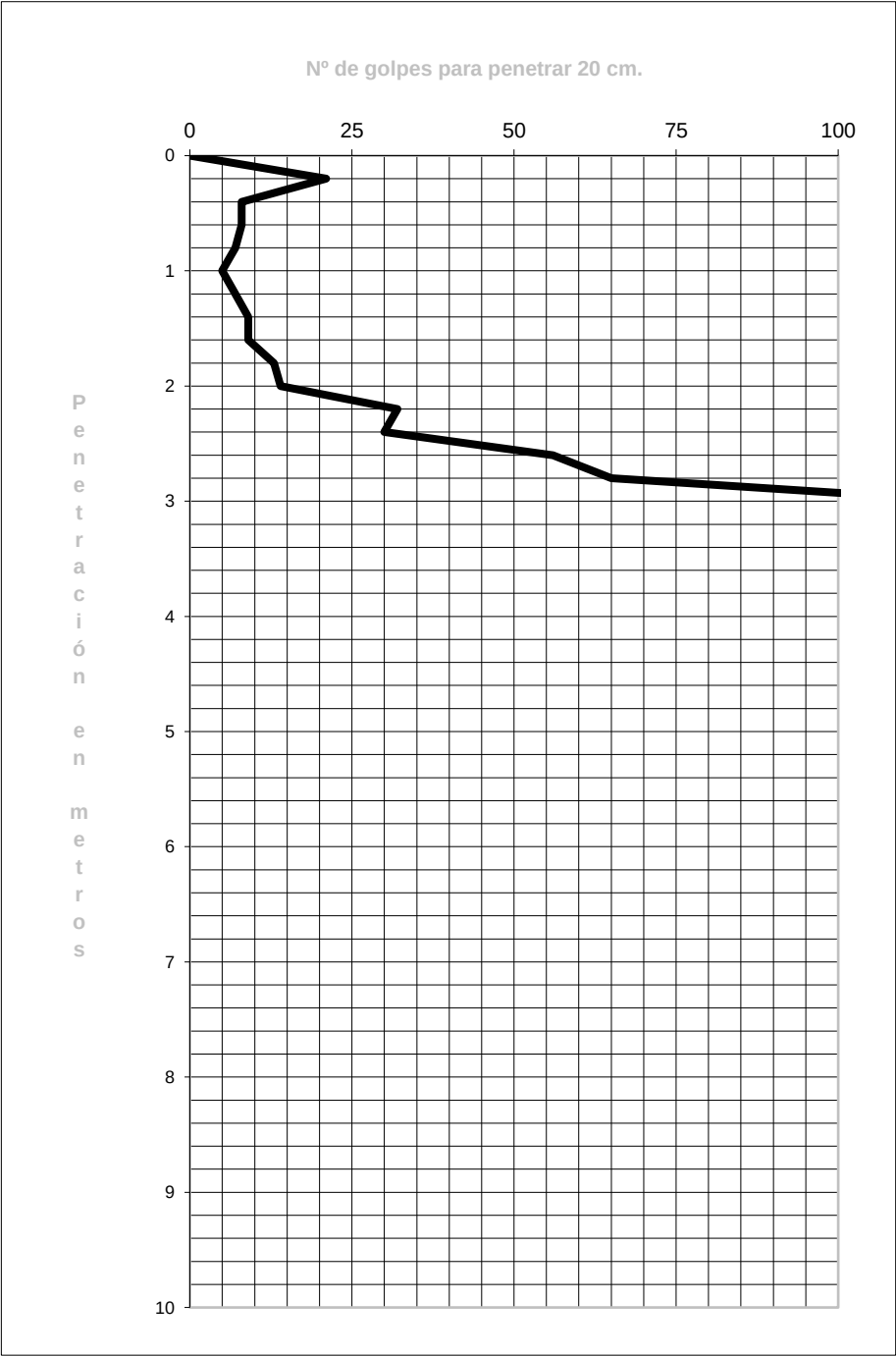
Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	CALICATAS DE RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA, IHABAR, ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:
	181933	30/04/2025	30/04/2025		Y: Z:

PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008 DPSH Nº: 1

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	21	10,4	
0,4	8	10,6	
0,6	8	10,8	
0,8	7	11,0	
1,0	5	11,2	
1,2	7	11,4	
1,4	9	11,6	
1,6	9	11,8	
1,8	13	12,0	
2,0	14	12,2	
2,2	32	12,4	
2,4	30	12,6	
2,6	56	12,8	
2,8	65	13,0	
3,0	Rechazo	13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:
Julián Clemente



20 años de experiencia a su servicio

Gracias

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, insc. 1ª a 7ª. C.I.F.: A-31536113. Polígono Industrial. 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº-ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL					
Obra:	CALICATAS DE RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA, IHABAR, ARAKIL (NAVARRA)					
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:	
	181933	30/04/2025	30/04/2025		Y:	
					Z:	

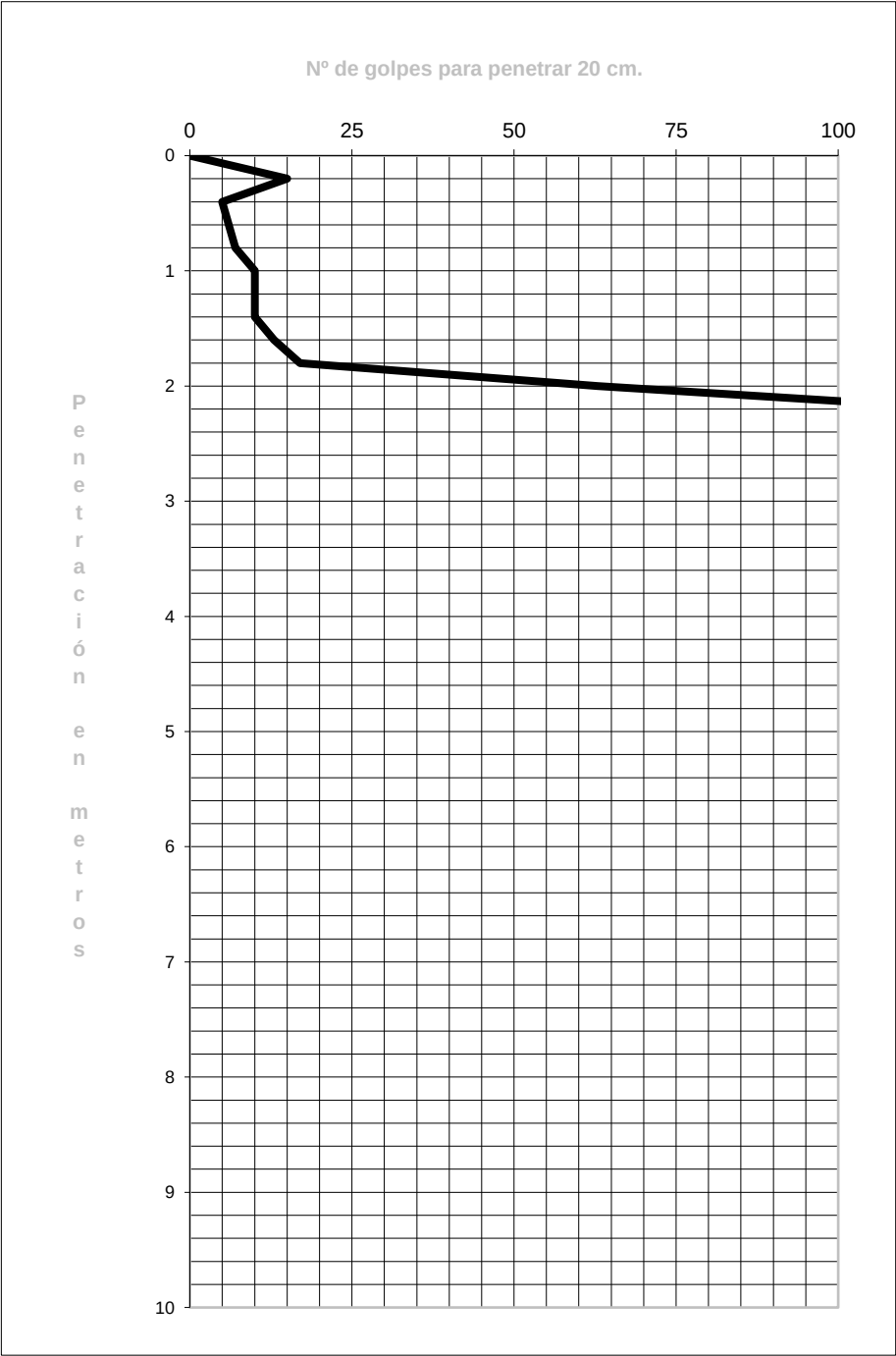
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 2

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	15	10,4	
0,4	5	10,6	
0,6	6	10,8	
0,8	7	11,0	
1,0	10	11,2	
1,2	10	11,4	
1,4	10	11,6	
1,6	13	11,8	
1,8	17	12,0	
2,0	63	12,2	
2,2	Rechazo	12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:
Julián Clemente



20 años de experiencia a su servicio

Gracias

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, insc. 1ª a 7ª. C.I.F.: A-31536113. Polígono Industrial. 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº-ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL					
Obra:	CALICATAS DE RECONOCIMIENTO Y ENSAYOAS DE PENETRACIÓN DINÁMICA, IHABAR, ARAKIL (NAVARRA)					
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:	
	181933	30/04/2025	30/04/2025		Y:	
					Z:	

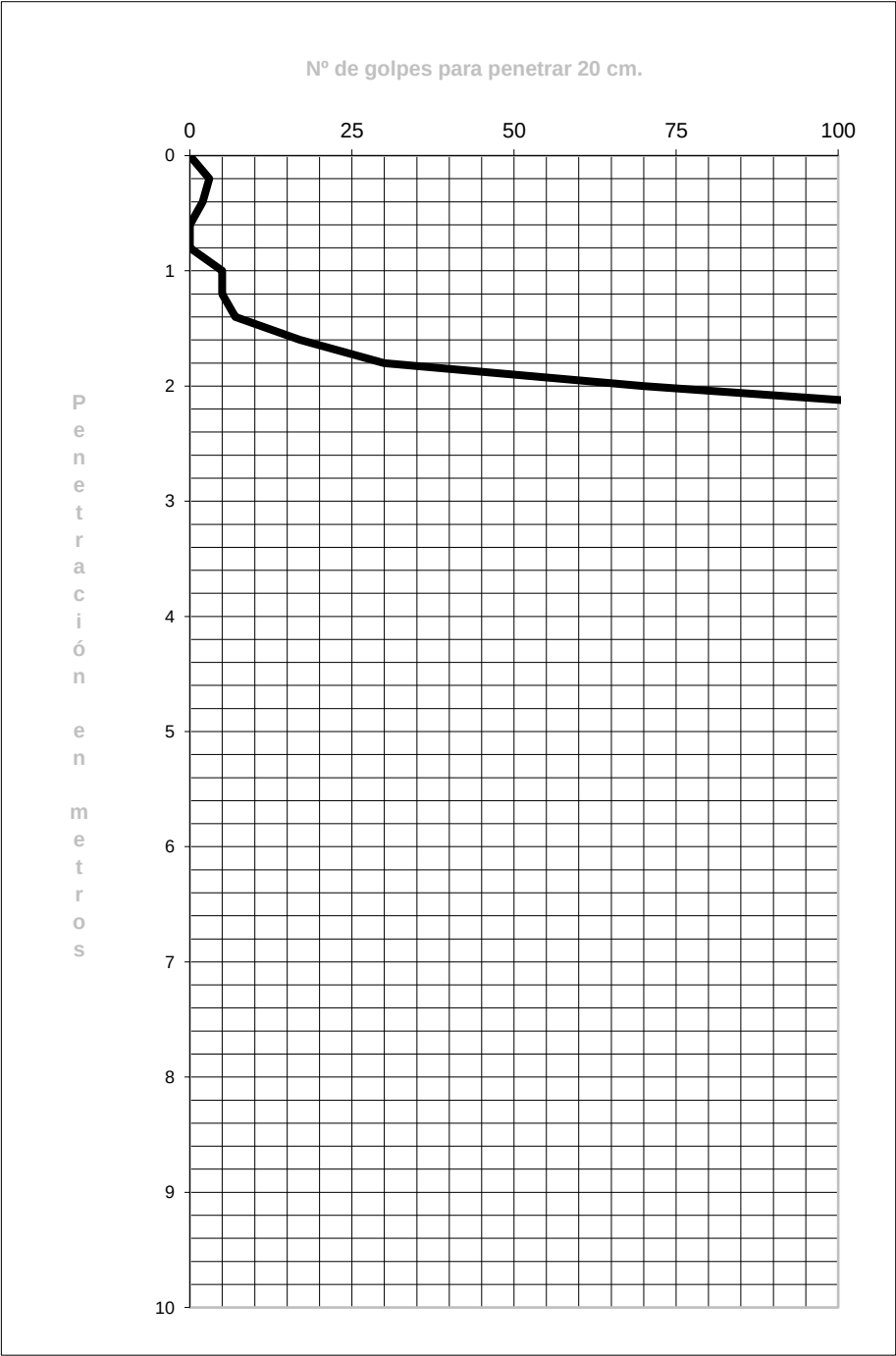
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 3

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	3	10,4	
0,4	2	10,6	
0,6	0	10,8	
0,8	0	11,0	
1,0	5	11,2	
1,2	5	11,4	
1,4	7	11,6	
1,6	17	11,8	
1,8	30	12,0	
2,0	70	12,2	
2,2	Rechazo	12,4	
2,4		12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:
Julián Clemente



20 años de experiencia a su servicio
Gracias

Laboratorios Entecsa SA inscrita en el Registro Mercantil de Navarra, en el tomo 431 general, folio 55, hoja NA-9467, insc. 1ª a 7ª. C.I.F.: A-31536113. Polígono Industrial. 31500 Tudela (Navarra) Tel. 648412535. Empresa certificada por AENOR (Nº-ER-1923/2000), según norma UNE EN ISO 9001 (nº: GA-2011/0098), según norma UNE EN ISO 14001. Sistema de calidad conforme a los requisitos de la norma UNE EN ISO IEC 17025. Laboratorio legislado según RD 410/2010, e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en los grupos de ensayo: ensayos de geotecnia, viales, pruebas de servicio, de estructuras de hormigón estructural, de estructuras de acero estructural, de obras de albañilería. Los resultados contenidos en la presente acta sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este acta no podrá ser reproducida sin el consentimiento de Laboratorios Entecsa.

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL				
Obra:	CALICATAS DE RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA, IHABAR, ARAKIL (NAVARRA)				
Nº acta	Nº Albarán	Fecha ensayo	Fecha muestra	Coordenada UTM ETRS89 (30N)	X:
	181933	30/04/2025	30/04/2025		Y:
					Z:

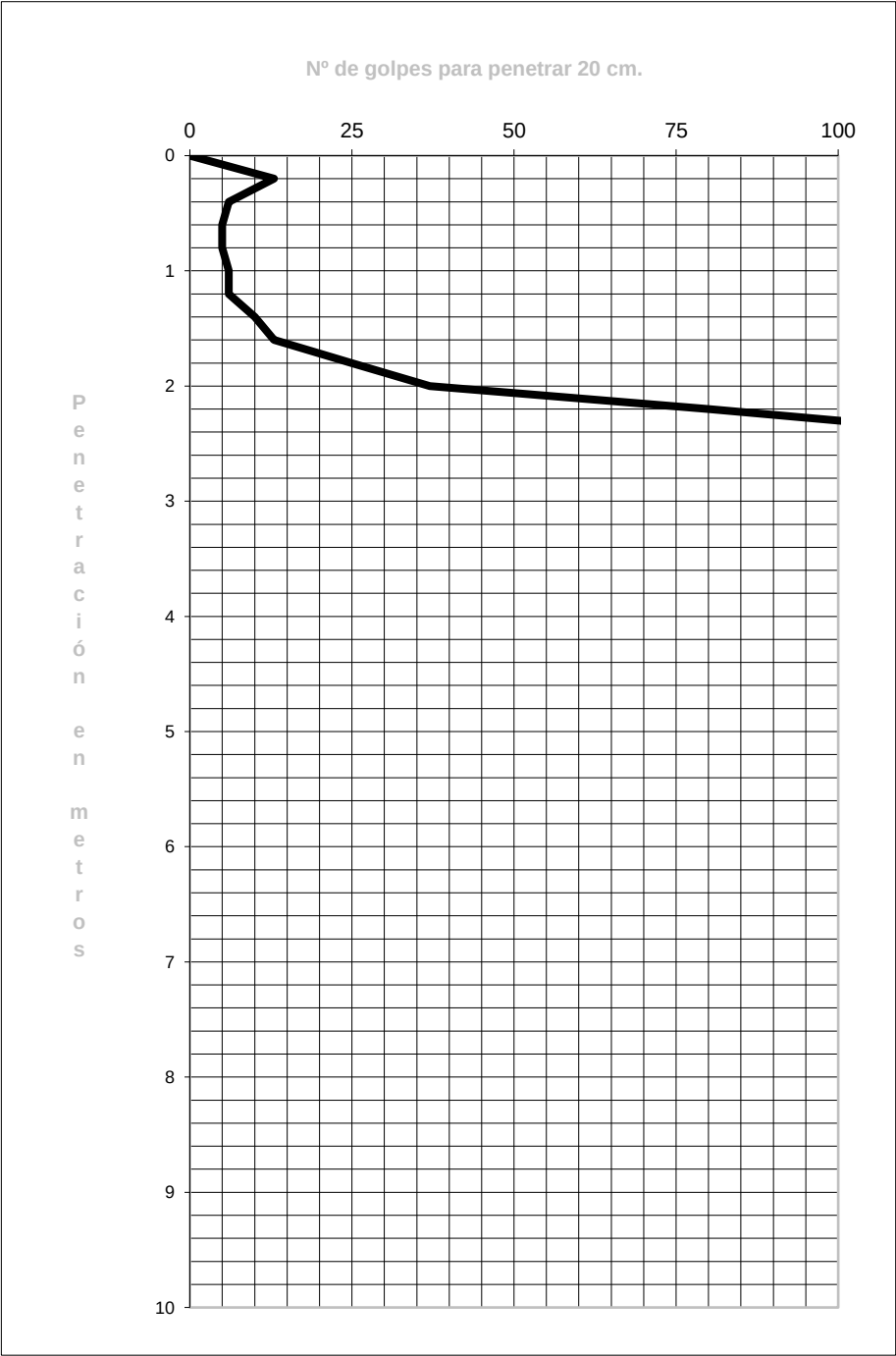
PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.

NORMA: UNE EN ISO 22476-2:2008

DPSH Nº: 4

DATOS DEL ENSAYO

Prof. (m.)	Nº golpes	Prof. (m.)	Nº golpes
0,0	0	10,2	
0,2	13	10,4	
0,4	6	10,6	
0,6	5	10,8	
0,8	5	11,0	
1,0	6	11,2	
1,2	6	11,4	
1,4	10	11,6	
1,6	13	11,8	
1,8	25	12,0	
2,0	37	12,2	
2,2	80	12,4	
2,4	Rechazo	12,6	
2,6		12,8	
2,8		13,0	
3,0		13,2	
3,2		13,4	
3,4		13,6	
3,6		13,8	
3,8		14,0	
4,0		14,2	
4,2		14,4	
4,4		14,6	
4,6		14,8	
4,8		15,0	
5,0		15,2	
5,2		15,4	
5,4		15,6	
5,6		15,8	
5,8		16,0	
6,0		16,2	
6,2		16,4	
6,4		16,6	
6,6		16,8	
6,8		17,0	
7,0		17,2	
7,2		17,4	
7,4		17,6	
7,6		17,8	
7,8		18,0	
8,0		18,2	
8,2		18,4	
8,4		18,6	
8,6		18,8	
8,8		19,0	
9,0		19,2	
9,2		19,4	
9,4		19,6	
9,6		19,8	
9,8		20,0	
10,0		20,2	



Observaciones:

Director de Laboratorio:
Rosalina Bolea Til

Responsable del área GTC:
Julián Clemente

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



REPORTAJE FOTOGRAFICO

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación calicata 1

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Calicata 1

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación calicata 2

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación DPSH 1

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación DPSH 2

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación DPSH 3

Peticionario:	AYUNTAMIENTO DE ARAKIL
Obra:	REHABILITACIÓN EDIFICIO C/ SAN ESTEBAN 3. IHABAR. ARAKIL (NAVARRA) INFORME COMPLEMENTARIO



Situación DPSH 4.