
PROYECTO: **EDIFICIO POLIDEPORTIVO EN SARRIGUREN**

FASE: **PROYECTO EJECUCION. Rev.03**

Nº REF: **16-04-Polideportivo Sarriguren**

SITUACION: **PARCELA E.1, REPARCELACION PSIS SALESIANOS. VALLE DE EGÜES.**

DOCUMENTO: **GEOTECNICO**

FECHA: **OCTUBRE-2021**

PROMOTOR: **AYUNTAMIENTO VALLE DE EGÜES**

ARQUITECTOS: **GERMAN VELAZQUEZ ARTEAGA (VART ARQUITECTOS S.L.P)- SARA VELAZQUEZ ARIZMENDI GERMAN VELAZQUEZ ARIZMENDI Y SILVIA MINGARRO CUARTERO (VELAZQUEZ MINGARRO S.L.P) JESUS RAMIREZ SANTESTEBAN**



**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN
EDIFICIO POLIDEPORTIVO EN LA PARCELA E.1, REPARCELACIÓN PSIS
SALESIANOS, EN SARRIGUREN, VALLE DE EGÜÉS (NAVARRA).**

CLIENTE: V ARQUITECTOS

REF. INFORME: ES/GE033/0416

ESTELLA, MAYO 2016

ÍNDICE

1	Introducción	1
2	Metodología	2
3	Características del terreno	3
3.1	Marco geológico, cartografía	3
3.2	Hidrogeología	4
3.3	Sismicidad	5
4	Trabajos de campo	7
4.1	Descripción de los sondeos.....	8
4.1.1	Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)	9
4.2	Descripción de los penetrómetros.	11
5	Cálculo de tensiones	13
5.1	Resultado de los Ensayos de Penetración.....	14
5.2	Estimación de las cargas admisibles del macizo rocoso	15
6	Ensayos de laboratorio.....	18
6.1	Resumen de trabajos realizados	19
7	Características geotécnicas de los materiales	20
8	Soluciones de cimentación	22
9	Estabilidad de taludes y ripabilidad	26
10	Conclusiones y recomendaciones	28

ANEXOS:

ANEXO 1: Mapa geológico y leyenda.

ANEXO 2: Columnas de sondeos y fotografías.

ANEXO 3: Registro de los ensayos de penetración dinámica.

ANEXO 4: Perfiles de correlación.

ANEXO 5: Boletín de los ensayos de laboratorio.

ANEXO 6: Plano de ubicación de pruebas de campo.

1 INTRODUCCIÓN

Se solicita a **GEEA GEÓLOGOS S.L.**, a requerimiento de **V ARQUITECTOS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la construcción de un edificio polideportivo en la parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, en Sarriguren, Egüés (Navarra).

Dicho edificio constará de sótano bajo rasante y planta baja. La superficie en planta del edificio es de aproximadamente 4.109 m².

En relación a la caracterización de la construcción proyectada y la zona en la que se emplaza respecto a la nomenclatura utilizada por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-C, consideramos un tipo de construcción C-1. El terreno es del grupo T-1.

Los servicios recogidos en el presente informe, tratan de caracterizar el terreno, identificar los diferentes tipos de materiales, obtener las resistencias de estos y proponer el tipo de cimentación más adecuada para el tipo de construcción que se piensa realizar, la profundidad de la misma, sobre que materiales debe estar apoyada y la carga a la que se podrán calcular las cimentaciones que se utilicen.

Los geólogos que firman el presente informe están avalados por su titulación para la realización de ensayos geotécnicos “in situ”, según consta en el real decreto 1378/2001 de 7 de diciembre, en el que se definen las funciones del geólogo. Los ensayos de laboratorio se han sido realizados por GEEA GEÓLOGOS, laboratorio acreditado para la realización de dichos ensayos. Las conclusiones de unos y otros ensayos obtenidas por los geólogos que firman el informe, han permitido la realización del mismo, que se encuentra avalado por la misma ley anteriormente comentada.

Siendo estas cuestiones las que se exponen en este informe con fecha 16 de mayo de 2.016.

2 METODOLOGÍA

Una vez indicados los objetivos de la investigación, el método ha sido ordenado de la siguiente manera:

Antecedentes del lugar.

1. Gobierno de Navarra// Mapa geológico de Navarra, hoja 141-II (Pamplona), escala 1:25.000.
2. Gobierno de Navarra// Mapa geológico de Navarra, escala 1:200.000.
3. Estudios previos realizados en la zona.

Cumplimiento del CTE

1. Superficie en planta de proyecto 4.109 m².
2. Tipos de construcción C1, grupo de terreno T1.
3. Ensayos de campo: dos sondeos (anexo 2) y dos ensayos DPSH (anexo 4).
4. Caracterización del horizonte de cimentación en laboratorio (anexo 5).
5. Secciones geotécnicas (anexo 5).
6. Plano de ubicación de los ensayos de campo (anexo 7).

Contenidos en informe.

1. Descripción geológica, hidrogeológica y sísmica (apartado 3).
2. Reconocimiento geotécnico, tipo de ensayos y profundidades (apartado 4).
3. Estimación de cargas admisibles (apartado 5).
4. Ensayos de laboratorio (apartado 6).
5. Parámetros geotécnicos, espesores, litologías (apartado 7).
6. Cota de cimentación y tipología de cimentación (apartado 8).
7. Cargas admisibles, asentos, agresividad (apartado 8).
8. Excavabilidad y estabilidad de taludes (apartado 9).

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

3.1 MARCO GEOLÓGICO, CARTOGRAFÍA

El área estudiada se sitúa, geológicamente, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, dentro del Dominio Pirenaico, en el subdominio Surpirenaico, de dirección Este-Oeste, limitado al oeste por la falla de Estella y extendiéndose al este hacia la zona de Jaca, formando una unidad denominada cuenca de Jaca-Pamplona, con predominio de materiales sedimentarios Paleocenos y Eocenos.

Estratigráficamente, y limitándonos al área de Pamplona aflora una serie de materiales de edad eocena, con la excepción de una serie de afloramientos de arcillas triásicas en facies Keuper de origen diapírico. La serie eocena está compuesta por una serie de depósitos margosos y arcillosos con facies flyschoides, siendo el nivel de referencia una formación de margas nodulosas grises con intercalaciones de niveles calcareníticos conocida como Margas de Pamplona, de edad Bartonense- Priabonense. La potencia de la serie varía entre 400 a 1500-2000 metros.

Desde un punto de vista tectónico, la cuenca de Jaca-Pamplona pertenece al subdominio surpirenaico, zona en la cual, materiales Mesozoicos y Cenozoicos han sufrido un empuje hacia el sur durante la orogenia alpina que ha desarrollado una serie de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia el sur que se disponen sobre la cuenca terciaria del Ebro. Estos cabalgamientos se han desarrollado a favor de la migración de materiales salinos del Keuper en respuesta a los esfuerzos producidos durante la orogenia alpina, actuando en la mayor parte de los casos como nivel de despegue de los cabalgamientos. Dentro de esta estructura regional la cuenca de Pamplona, se puede considerar como una cuenca de *piggy-back* asociada al cabalgamiento de la Sierra de Alaiz - Puente la Reina. A menor escala, el área de estudio presenta una estructura simple caracterizada por la existencia de pliegues de dirección NO-SE de amplio radio.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con un gran desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Arga y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados en una matriz arenoso-arcillosa; y una serie de coluviones y glacis de relativa importancia en laderas y piedemontes formados por limos, limos arcillosos y arenas con cantos dispersos, etc.

Concretamente, la parcela objeto de estudio se sitúa sobre las margas de Pamplona, las cuales aparecen bajo una capa de rellenos de espesor variable.

3.2 HIDROGEOLOGÍA

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- *Los rellenos antrópicos superficiales*, en los que en función del espesor de los mismos y de su granulometría, pueden aparecer bolsas de agua de forma puntual, ya que serán permeables por porosidad, en función de su naturaleza. El coeficiente de permeabilidad a estimar para este material es muy variable, desde valores bajos, en torno a 10^{-5} m/s en las zonas en las que estén formados por arcillas, a valores superiores a 10^{-2} m/s cuando sus componentes sean más granulares.
- *Formaciones margosas del Terciario*, materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés. En estado sano, estos materiales presentan un coeficiente de permeabilidad inferior a 10^{-9} m/s.

Durante la realización de los sondeos no se ha observado la presencia del nivel freático, habiéndose profundizado un máximo de 7,70 metros en el sondeo S1.

3.3 SISMICIDAD

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en 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. nº244 de 11 de Octubre de 2002).

La zona de estudio, **Egüés (Navarra)**, presenta unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de $a_b=0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución $K_v=1$.

Si la aceleración sísmica básica (a_b) es igual o mayor de $0,04g$ deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcciones en proyecto se calificarían 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).

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en los casos de construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, o en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones, cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,08g$. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, (a_c) es igual o mayor a $0,08g$.

En los casos en que sea de aplicación esta Norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

En los edificios en que ha de aplicarse esta Norma se requiere calcular la construcción para la acción sísmica definida en el capítulo 2, mediante los procedimientos descritos en el capítulo 3 de la presente Norma y cumplir las reglas de proyecto y las prescripciones constructivas indicadas en el capítulo 4.

La **aceleración sísmica de cálculo** vendría dada por la siguiente expresión (considerando una cimentación sobre sustrato rocoso):

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

Siendo:

a_b Aceleración sísmica básica

ρ coeficiente adimensional de riesgo

S Coeficiente de ampliación del terreno

ac Aceleración sísmica de cálculo	0.032	$a_c = S \times \rho \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	0.04	
ρ coeficiente adimensional de riesgo	1	1,0 Normal imp. 1,3 Especial Imp.
S Coeficiente de ampliación del terreno	0.80	Para $\rho \times a_b < 0,1 \text{ g}$ $S = C/1,25$ Para $0,1 \text{ g} \leq \rho \times a_b < 0,4 \text{ g}$ $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b / \text{g} - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4 \text{ g} \leq \rho \times a_b$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	1	tipo I: roca compacta C=1 tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro C=1,3 tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme C=1,6 tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando C=2,0

4 TRABAJOS DE CAMPO

Para establecer las características geotécnicas del terreno, se ha realizado un reconocimiento geológico que ha consistido en la ejecución de dos sondeos mecánicos y dos ensayos de penetración dinámica.

También se ha recopilado información de estudios previos y se ha realizado un reconocimiento visual del área afectada por el proyecto.

Los sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo nos permiten reconocer la naturaleza del terreno hasta la profundidad requerida, pudiendo recoger muestras inalteradas del material perforado a cualquier profundidad.

Las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta la cota de finalización del ensayo. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil por debajo de la cota de rechazo.

En el momento de ejecución de los trabajos de campo, la parcela se encuentra ocupada puntualmente por material de construcción perteneciente a la empresa constructora que está ejecutando las obras de urbanización de las calles adyacentes. La superficie de la parcela se encuentra sobre el nivel de la Avenida de la Unión Europea entre 2,5 y 3 metros, siendo en general homogénea, con ligera pendiente en descenso hacia el sur.

Adjunto a esta memoria, en la que se describen las características del terreno y las conclusiones y recomendaciones que se deducen del estudio, se presentan unos anexos que contienen el mapa geológico y la leyenda (anexo 1), las columnas de los sondeos y las fotografías (anexo 2), el registro de los ensayos de penetración (anexo 3), perfiles de correlación (anexo 4), ensayos de laboratorio (anexo 5) y un croquis con la ubicación de los ensayos realizados (anexo 6).

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS

Los sondeos se llevaron a cabo entre los días 4 y 5 de mayo de 2016, alcanzándose una profundidad de investigación máxima de 7,70 metros, perforándose un total de 13,80 metros. Para su realización se empleó una máquina de rotación, tipo TP30 LR montada sobre Land Rover, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 113 mm. Los testigos recuperados, así como las correspondientes muestras, fueron colocados en cajas plastificadas que, debidamente organizadas (ver anejo fotográfico), fueron examinadas por personal técnico especializado.

Para la descripción de los materiales extraídos en los sondeos se han seguido los criterios propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (I.S.M.R.):

GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
IA	SANA	No hay señales de alteración de la roca matriz.
IB	DÉBILMENTE METEORIZADA	Decoloración de superficies de discontinuidades principales.
II	LIGERAMENTE METEORIZADA	La decoloración indica la alteración de la roca matriz y de las superficies de discontinuidad. Toda la roca matriz puede estar decolorada y puede ser apreciablemente más débil que en su estado sano.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Menos de la mitad del material de la roca está descompuesto y/o desintegrado en forma de suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana y decolorada, bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
IV	MUY METEORIZADA	Más de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada en suelo. Pueden presentarse zonas de roca sana o decolorada bien formando un marco continuo bien como bloques o núcleos sanos.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada en forma de suelo. La estructura original del macizo permanece fundamentalmente intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	Toda la roca convertida en suelo. Destruída la estructura del macizo y material. Se produce un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transformado de modo significativo.

La columna litológica reconocida en dichos sondeos está compuesta por los siguientes niveles litológicos:

	NG0	NG0b	NGI	NGIb
<u>Sondeo S1</u>	0,00-2,20	2,20-3,10	3,10-5,00	5,00-7,70
<u>Sondeo S2</u>	0,00-0,90	--	0,90-2,00	2,00-6,10

		<u>Perfil litológico</u>
RELLENO/SUELO	NG0	Arcillas arenosas con cantos y algún resto de ladrillo tierra vegetal arcillosa. Rellenos Antrópicos y tierra vegetal.
CUATERNARIO	NG0b	Arcillas con cantos milimétricos. Color marrón oscuro. Depósitos aluviales-coluviales de ladera. Cuaternario.
TERCIARIO	NGI	Arcillas margosas de color ocre. Perfil de meteorización con alteración de grado VI-IV.
	NGIb	Margas grises poco alteradas (IB) y sanas. Sustrato rocoso sano. Margas de Pamplona.

No se observó la presencia de nivel freático en ninguno de los sondeos realizados.

En el anexo 2 del presente informe se adjuntan las columnas litológicas y las fotografías de las cajas (las fotografías de algunos sondeos no están disponibles).

4.1.1 Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)

El ensayo de penetración estándar (S.P.T.), se realiza 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 103-800.

Básicamente el ensayo viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo toma-muestras normalizado, mediante una maza de 63,5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

Cuando el terreno es arenoso-limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

Durante la ejecución de los sondeos se han realizado dos ensayos de penetración estándar (S.P.T.), de cara a comprobar la compacidad de los materiales atravesados.

Los golpes obtenidos y la profundidad a la que se realizó el ensayo se especifican a continuación:

Ensayo	Sondeo	Profundidad	Valores SPT, (N_{30})	Nivel analizado
1	1	3,10-3,70	2-4-5-6, (9)	NG I
2	2	1,50-2,02	9-25-36-50R↓7	NG I-Ib

Ambos ensayos se han realizado sobre el material perteneciente al perfil de meteorización del sustrato, nivel I, aunque en el caso del ensayo 2, se alcanza el rechazo en el cuarto tramo, interpretándose dicho rechazo provocado por la aparición del techo del sustrato rocoso poco alterado y sano.

El ensayo 1 se realizó en la zona superficial del perfil, nivel I, obteniéndose un valor de N_{30} bajo, lo que muestra que dicho perfil presenta cargas admisibles bajas en su zona superior, para ir creciendo en profundidad.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PENETRÓMETROS.

Este tipo de ensayos consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La hincada en el terreno se consigue golpeando el conjunto con una maza en caída libre.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el N° de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno (N_{20}).

El día 5 de mayo de 2016 se realizaron dos ensayos de penetración dinámica, cuyos registros se incluyen en el anexo 3, y su ubicación dentro de la zona de proyecto se puede encontrar en el croquis adjunto en el anexo 6.

Realización del ensayo y maquinaria necesaria

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce es, normalmente, del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando por algún motivo, se precisa realizar una excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo, se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota concreta.

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas de 100 golpes de penetración cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (en cada una de ellas aisladamente).

Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.

El resultado de los ensayos se representa en gráficos donde en ordenadas, figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm, y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

Los ensayos se han realizado mediante la sonda TP30-RL que cumple con las normas siguientes del SIMSFE (Sociedad internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones y el Comité Técnico de Pruebas de Penetración de Suelos):

- DPSH-Dynamic Probing Super Heavy
- S.P.T. Standard Penetration Test
- Mecanismo de golpeo automático

Los ensayos de penetración se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

Relación longitud/diámetro de la maza	$> \phi = 1$ y $< \phi = 2$
Masa de la Maza	63,5 Kg
Altura de Caída	75,0 cm
Masa yunque	7,2 Kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32,0 mm
Masa máxima varilla + niple	6,31 Kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Cilindro-cónica
Área de la puntaza	20,0 cm ²
Ángulo de la puntaza	90°
Cuento de golpes cada	N 20,0 cm

Rechazo: Con un mínimo de 100 golpes se hince un tramo de 5 cm o menos.

5 CÁLCULO DE TENSIONES

La estimación de la resistencia admisible del terreno se realiza a partir de los ensayos de penetración dinámica realizados, para ello se calcula 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, en cm

Mediante el coeficiente de Buisson, (que para el caso que nos ocupa se ha considerado un coeficiente de 0,5), se establece la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática.

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, en kg/cm².
- R_e = resistencia estática.
- F = coeficiente de seguridad (se ha adoptado un valor de 20).

5.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica, para obtener la resistencia del terreno identificado en los sondeos de reconocimiento.

El croquis con la ubicación de los ensayos se adjunta en el anexo 6.

Los ensayos de penetración dinámica presentan una gráfica envolvente con valores de golpeo variables de unos puntos a otros. En el siguiente cuadro resumen, se indican las resistencias estimadas en los diferentes tramos diferenciados y en el anexo 3 se muestran las gráficas correspondientes a los mismos. Hay que señalar que las profundidades indicadas son a partir de inicio del ensayo.

Ensayo	Profundidad (m)	Resist. estimada (kg/cm ²)
P-1	0,00-4,00	0,50
	4,00-5,00	1,00
	5,00-5,20	2,00
	5,20-6,60	3,00
	6,60	Rechazo
P-3	0,00-1,00	0,75
	1,00-1,20	1,50
	1,20-2,40	3,00
	2,40	Rechazo

El perfil litológico que ha sido reconocido en los sondeos de reconocimiento y las cargas registradas mediante los penetrómetros permiten definir los siguientes niveles geotécnicos:

- **Rellenos antrópicos superficiales y suelo coluvial cuaternario** (nivel geotécnico 0) formados por **arcillas arenosas con cantos y arcillas con cantos milimétricos de color marrón**. La potencia máxima observada de este conjunto es de 3,10 metros en el sondeo S1, interpretándose en el ensayo de penetración P1 hasta los 4,00 metros, con cargas admisibles de 0,50 y 0,75 kg/cm². En el sondeo S2 este nivel presenta sólo 0,90 metros de espesor, interpretándose en el ensayo P2 hasta 1,00 metro de profundidad. Otra posible interpretación en el caso del ensayo P1 es que el nivel registrado de carga admisible de 1,00 kg/cm² se corresponda con el nivel de arcillas coluviales con cantos milimétricos, y to-

do el nivel de $0,50 \text{ kg/cm}^2$ se corresponda con los rellenos antrópicos. En este supuesto, el conjunto definido como nivel geotécnico 0 alcanzaría los 5,00 metros de profundidad.

- **Margas ocre y grises con grado de alteración V a III (Nivel geotécnico I).** Para este nivel se asignan valores de carga de entre $1,00$ y $3,00 \text{ kg/cm}^2$. La profundidad de la base del mismo se presenta variable en los sondeos, entre $2,00$ y $5,00$ metros (S2 y S1 respectivamente), mientras que en los sondeos se interpreta su base a las cotas de alcance de los rechazos, a $2,40$ y $6,60$ metros. Las cargas admisibles de este nivel son variables, crecientes en profundidad, desde valores de $1,00$ y $1,50 \text{ kg/cm}^2$ en su zona superior, hasta $3,00 \text{ kg/cm}^2$ a base. Esta variación de cargas es debida a la progresiva alteración del perfil en profundidad, más alterado en su zona superior.
- **Margas grises, sustrato rocoso sano (Nivel geotécnico Ib).** Este nivel se observa en los sondeos a partir de profundidades variables de entre $2,00$ metros en el sondeo S2, y $5,00$ metros en el sondeo S1. Para este nivel se asignan valores de carga admisible superiores a $3,00 \text{ kg/cm}^2$.

5.2 ESTIMACIÓN DE LAS CARGAS ADMISIBLES DEL MACIZO ROCOSO

La estimación de las cargas admisibles asignables al sustrato rocoso formado por margas grises terciarias, se realiza siguiendo la metodología de Serrano y Olalla (1993) para macizos rocosos homogéneos e isótropos.

El macizo rocoso lo componen los materiales margosos terciarios, sobre los que se han realizado dos ensayos de resistencia a la compresión simple sobre el sustrato rocoso sano. Los resultados de estos ensayos han sido los siguientes:

Ensayo	Sondeo	Profundidad	$Q_u \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
N08792	S1	5,20-5,80	118,52
N08793	S2	3,30-3,90	99,70

La carga de hundimiento se estima a partir de los siguientes parámetros:

i_2 - Inclinación de la carga con respecto a la vertical.

σ_1 - presión vertical actuante en el contorno situado junto a la cimentación correspondiente a la sobrecarga de tierras por encima de la base de las zapatas.

α - inclinación de la superficie del terreno junto a la zapata.

A continuación se expone el cálculo de la carga admisible en función de los valores de rotura obtenidos y de las observaciones de los testigos rocosos perforados.

Para la ejecución de los cálculos se considera que los valores de i_2 y α son iguales a cero, y el valor de σ_1 es igual a $0,63 \text{ Kg/cm}^2$ (para un espesor medio de 3,50 metros, con una densidad estimada para el conjunto del nivel 0 y I de $1,80 \text{ Kg/cm}^2$).

La carga de hundimiento P_h se obtiene de la expresión:

$$P_h = \beta(N_\beta - \zeta) \quad \text{En donde:}$$

$$\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8}$$

$$\zeta = \frac{8s}{m^2}$$

Siendo m y s los parámetros del criterio de Hoek y Brown (1980), y σ_{ci} el valor de la resistencia a compresión simple. Los valores de m y s que se obtienen a partir del programa *RockLab 1.0* son iguales a:

m	1,354
s	0,0060

Por otra parte, N_β es el coeficiente de carga y se obtiene en función de la inclinación de las cargas (i_2) y de la sobrecarga externa normalizada (σ_{01}) actuando alrededor de la zapata, que se determina como:

$$\sigma_{01} = \left(\frac{\sigma_1}{\beta} \right) + \zeta$$

El valor del coeficiente N_β se obtiene a partir de un gráfico que relaciona estos dos factores.

Se han realizado dos ensayos de resistencia a compresión simple sobre dos testigos de roca perteneciente a este nivel, obteniéndose un valor mínimo de 99,70 kg/cm². Considerando este valor obtenemos:

$$B = 16,87$$

$$\zeta = 0,026$$

$$\sigma_{01} = 0,06$$

$$N_B = 7$$

$$P_h = 117,68 \text{ Kg/cm}^2$$

La carga admisible (q_{adm}) vendrá determinada por el cociente de la presión de hundimiento por un factor de seguridad (F_s) determinado en función del valor de RMR y del valor de σ_{ci} , para el caso que nos ocupa $F_s = 16$.

$$q_{adm} = \frac{117,68}{16} = 7,35 \text{ Kg/cm}^2$$

6 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los resultados de los ensayos se han obtenido de acuerdo con la Normativa o, en su defecto, a través de técnicas habituales en mecánica de suelos. Cada ensayo tiene un grado de precisión recogido en la Norma asignada y, generalmente, en la bibliografía técnica.

Las características de los sucesivos materiales localizados en los ensayos, más allá de los puntos analizados, se pueden inferir a partir de los resultados en los mencionados puntos. Ahora bien, es necesario considerar que el conjunto no presenta variaciones litológicas y/o mecánicas bruscas. Esta condición previa puede ser, en ocasiones, incorrecta, declinando esta empresa toda responsabilidad derivada de la proyección de los resultados fuera de los puntos de ensayo.

Sobre la base del perfil litológico, obtenido del análisis de los sondeos, se seleccionaron varias muestras representativas del tipo de terreno reconocido, para ser trasladadas al laboratorio acreditado, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización geomecánica. Dichas muestras se tomaron en los sondeo S1 de 5,20 a 5,80 metros y en el S2 de 0,60 a 0,90 metros y de 3,30 a 3,90 metros.

El número y tipo de ensayos ejecutados, se han realizado según la siguiente normativa:

Denominación ensayo	Norma aplicada	Número
Límites de Atterberg	UNE 103103/94-103104/93	1
Contenido en sulfatos	UNE 83001/00	2
Resistencia compresión simple	UNE 22950/90	2

6.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de resultados de los ensayos realizados, cuyo informe desarrollado puede consultarse en el anexo 5, adjunto al final de la presente memoria.

	S1	S2	S2
Nº referencia	N08792	N08791	N0
Profundidad (m)	5,20-5,80	0,60-0,90	3,30-3,90
Límite líquido	--	37,6	--
Límite plástico	--	20,9	--
Índice de plasticidad	--	16,7	--
Resistencia (kg/cm ²)	118,52	--	99,70
Sulfatos (mg/kg)	<100	<100	--
Suelo	Margas (nivel Ib)	Arcillas inorgánicas, suelo arcilloso	Margas (nivel Ib)

El contenido en sulfatos en los análisis realizados, clasifica al suelo como **no agresivo al hormigón**.

7 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

El objeto de todo estudio geotécnico es definir las características de los diferentes estratos y niveles litológicos reconocidos, a fin de contar con los datos necesarios para un adecuado planteamiento posterior de la tipología y cota de cimentación, empujes del terreno, etc.

Los diferentes niveles geotécnicos definidos sobre la base de los horizontes litológicos observados y su resistencia, tienen unas características geotécnicas, que son las siguientes:

- En el primer nivel agruparemos el suelo vegetal arcilloso, las arcillas coluviales con cantos milimétricos y rellenos antrópicos formados por arcilla arenosas con cantos y restos de escombros puntuales observados en la zona superficial (nivel geotécnico 0). El espesor de este conjunto es muy variable, desde 0,90 metros en el sondeo S2 y 1,00 metro interpretado en el ensayo P2, hasta 3,10 metros observados en el sondeo S1, y 5,00 metros interpretados en el ensayo de penetración P1. Los espesores mayores se observan en la zona sur de la parcela, decreciendo hacia el norte. Este horizonte no se considera como apto para su uso como nivel de desplante de la estructura proyectada, debiendo ser atravesado o eliminado.
- Posteriormente se identifican margas de colores ocres y grises (Nivel geotécnico I), con alteración variable de grado VI a III. Estos materiales constituyen el perfil de meteorización alterado del sustrato rocoso subyacente. La base de este nivel se presenta variable, alcanzando una profundidad máxima observada de 5,00 metros en el sondeo S1, e interpretada a 5,00 metros en el ensayo de penetración P1. En las pruebas realizadas en la zona norte de la parcela, en el sondeo S2, la profundidad a la que se observa su aparición es a 0,90 metros, mientras que en el ensayo P2 se interpreta a partir de 1,00 metro. La carga admisible interpretada para este nivel es variable, más baja en la zona superficial, entre 1,00 y 1,50 kg/cm², para pasar en profundidad a valores de 3,00 kg/cm². Los parámetros geotécnicos que se asocian a estos materiales, considerando un valor de N₃₀ medio de 35 para el conjunto del nivel (en la zona supe-

rior el valor de N_{30} es sensiblemente inferior, pero no es representativo del conjunto), son:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	1,80-2,00
Cohesión c (kg/cm ²)	2,119
Ángulo de rozamiento interno φ (°)	0,00
Cohesión efectiva c' (kg/cm ²)	0,44
Ángulo de rozamiento interno φ' (°)	26,6
Módulo de elasticidad E (kg/cm ²)	284,38
Compresión simple q_u (kg/cm ²)	4,38
Carga admisible (kg/cm ²)	1,50-3,00

Fuente: Ensayos de laboratorio y Documento básico SE-C, C.T.E.

- Por debajo se observan **margas grises** poco alteradas (IB) y sanas, correspondiente a los materiales que forman el sustrato terciario de la zona, representado por las Margas de Pamplona. Su techo se observa variable, apareciendo entre 2,00 metros (S2) y 5,00 metros (S1), aunque en el penetrómetro P1 se interpreta su aparición a partir de los 6,60 metros de profundidad. Los parámetros geotécnicos que se asocian a estos materiales son:

Peso específico aparente γ (g/cm ³)	2,40-2,60
Cohesión c (kg/cm ²)	4,79
Ángulo de rozamiento interno φ' (°)	28,67
Módulo de elasticidad E (km/cm ²)	6.750,80
Compresión simple (km/cm ²)	99,7-118,52
Carga admisible (kg/cm ²)	7,35

Fuente: Ensayos de laboratorio y Rocklab.

8 SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

A continuación, se expone el desarrollo de las posibles soluciones que se consideran como válidas a utilizar en el diseño de las cimentaciones. La elección de la más adecuada es potestad del técnico proyectista de la obra, una vez considerados otros factores 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.

En la parcela objeto de estudio está proyectada la construcción de un edificio polideportivo que estará formado por sótano y planta baja.

El subsuelo de la zona está formado, según los datos obtenidos de la campaña de campo realizada, por margas grises con grado de meteorización variable, que en profundidad pasa a sustrato rocoso terciario sano, representado por la Formación Margas de Pamplona. Sobre estos materiales aparece un nivel de rellenos antrópicos y puntualmente arcillas marrones de origen aluvial-coluvial cuaternario, con potencias de este conjunto observadas entre 0,90 y 3,10 metros, e interpretables en el ensayo P1 hasta los 5,00 metros de profundidad. Así, el sustrato rocoso aparece más superficial en la zona norte de la parcela, mientras que en el extremo sur aparece a una profundidad ya importante, de entre 5,00 y 6,60 metros.

En el momento de ejecutar los trabajos de campo, la superficie de la parcela se encuentra en general regular, pero elevada respecto a los viales que la rodean, entre 2,50 y 3 metros. Esto significa que la excavación a realizar para la ejecución del sótano será de importancia, especialmente si consideramos que la planta baja quedará a la rasante de la acera de la Avenida Unión Europea y de la calle Santa Engracia. Considerando una excavación para el sótano de entre tres y cuatro metros de profundidad, el total de excavación a realizar desde la actual rasante de la parcela puede alcanzar en algunos puntos los 7 metros de altura.

Teniendo en cuenta los distintos niveles geotécnicos definidos, y la existencia del sótano proyectado, se considera como nivel geotécnico más adecuado para cimentar el nivel geotécnico Ib, sustrato rocoso terciario de la zona, en su estado sano.

La profundidad de aparición del nivel geotécnico Ib es la siguiente en cada prueba, desde la cota de inicio de cada ensayo a la rasante de la superficie de la parcela, y desde la cota de rasante de la Avenida Unión Europea (variable entre 454,64 y 455,64 metros aproximadamente):

Sondeo	Profundidad de techo		Profundidad de techo
	Sup. parcela	Av. Unión Europea	Cota absoluta
S1	-5,00	-2,18	452,46
P1	-6,60	-4,14	450,50
S2	-2,00	+0,81	456,45
P2	-2,40	+0,74	456,39
El signo positivo indica que la roca aparece a una cota superior a la de referencia.			

De acuerdo con el modelo geotécnico definido a partir de las pruebas de campo realizadas y teniendo en cuenta las profundidades de aparición del techo del nivel Ib, se considera como opción más conveniente, tras la excavación del sótano, la ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas** apoyadas sobre el nivel de **margas grises sanas (nivel geotécnico Ib)** con una **tensión de trabajo admisible no superior a 7,35 kg/cm²**.

En caso de que tras la excavación no se alcanzase el nivel rocoso de forma directa, se podría requerir la ejecución de pozos de cimentación para alcanzar el nivel requerido. En este caso, los pozos de cimentación tendrán idénticas dimensiones en planta que las zapatas correspondientes y un canto igual a la profundidad necesaria para alcanzar el nivel Ib, menos la profundidad existente hasta la cara baja de zapata. Se utilizará, en su ejecución, hormigón pobre, una vez retirado el terreno inadecuado. Sobre los pozos se apoyarán a la cota requerida, las zapatas correspondientes.

En cualquier caso, la cimentación deberá ser apoyada siempre sobre el mismo nivel geotécnico, margas sanas, evitando de esa forma la aparición de asientos diferenciales.

Cálculo de asientos

Los asientos previsible estimados, se determinan a través de la expresión de modelos elásticos isótropos, donde:

$$S = \frac{KBq(1-\nu^2)}{E}$$

siendo:

- S= Asiento total.
- K = Coeficiente.
- B = Ancho de zapata.
- q = Carga aplicada.
- ν = Coeficiente de Poisson.
- E = Módulo de elasticidad.

Para el caso de cimentar sobre el nivel Ib, Margas de Pamplona, se considera que no aparecerán asientos reseñables, ya que se trata de una cimentación en roca sana.

No obstante podemos hacer una estimación, para lo cual consideraremos una carga admisible de 7,35 kg/cm², y un valor de E para este material de 6.750,80 kg/cm², el asiento máximo estimado para diferentes anchos de zapatas son los siguientes:

Ancho B (m)	1,00	1,50	2,00	2,50
Asiento (cm)	0,10	0,15	0,20	0,26

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los márgenes permitidos por la norma para el tipo de edificación considerado.

Asientos Admisibles (Según NTE 1998, "Acondicionamiento del Terreno y Cimentación")

Asiento	Máximo (mm)		Diferencial (mm/m)
	Granular	Cohesivo	
Edificios monumentales	12	25	1,3
Edificios convencionales	35	50	2,0
Edificio de fabrica de ladrillo de pórticos de hormigón y acero de pequeña rigidez	50	75	2,0

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 41, 31620 Huarte
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

Estella.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336

Si alguna de las zapatas posee mayor asiento del indicado en esta tabla, o bien entre dos zapatas consecutivas existe un asiento diferencial relativo a su separación, superior al indicado en la misma, se rebajara la presión de diseño de la zapata que asiente más, aumentando sus dimensiones hasta que cumpla.

9 ESTABILIDAD DE TALUDES Y RIPABILIDAD

De acuerdo con la información del proyecto facilitada por el peticionario, se prevé la ejecución de un sótano estimado en una profundidad de excavación de entre tres y cuatro metros.

Teniendo en cuenta esa profundidad de excavación prevista, y la altura a la que se encuentra la superficie de la parcela en el momento de la realización de las pruebas de campo, la excavación afectará a la totalidad de los rellenos y las arcillas cuaternarias (nivel 0), y la práctica totalidad del perfil de meteorización (nivel I), quedando la superficie de la excavación directamente en sustrato rocoso (nivel Ib) en la zona norte de la parcela, pudiendo quedar en perfil en la zona sur, concretamente en la zona en la que se emplazó el ensayo P1, en donde la roca sana se interpreta a partir de 6,60 metros de profundidad.

Para los taludes de excavación en suelos (rellenos, arcillas cuaternarias y perfil más alterado), se recomiendan taludes provisionales máximos 2H:3V (54°), aunque los rellenos antrópicos en caso de no presentar cohesión pueden requerir taludes más tendidos 2H:1V (27°).

Factores que pueden incidir en la desestabilización de los taludes son: los agentes atmosféricos, las surgencias de aguas freáticas, las sobrecargas, o conducciones subterráneas paralelas a la excavación, aspectos que se deberán controlar en el momento de realización de la obra.

Una vez alcanzado el sustrato rocoso se podrán realizar inicialmente taludes verticalizados aunque se deberían comprobar in situ las orientaciones del diaclasado durante la excavación para comprobar las posibles inestabilidades en función de las distintas orientaciones de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso, en caso de considerarse inestable, se recomendarían las preceptivas soluciones de contención y estabilización.

Durante la ejecución de la excavación se deberá realizar el saneo de los taludes de cara a eliminar cualquier bloque de material que pueda quedar en equilibrio meta estable y sea susceptible de caída.

Durante el tiempo en que los taludes estén abiertos, deberán ser protegidos de la intemperie para evitar en lo posible la alteración de los materiales que lo componen.

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 41, 31620 Huarte
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

Estella.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336

Para posibles cálculos de los sostenimientos de los taludes de excavación, habrán de considerarse los parámetros geotécnicos descritos en el apartado 7 de la presente memoria para cada uno de los niveles geotécnicos diferenciados.

Quedan a criterio y juicio del técnico proyectista, las soluciones de contención y sostenimiento lateral del terreno, una vez ponderados y valorados otros criterios además de los específicamente geotécnicos.

Por otro lado, en cuanto a la ripabilidad, los materiales pertenecientes a los niveles 0 y I, se consideran excavables mediante máquina retroexcavadora convencional. El nivel Ib, sustrato poco alterado y sano, no se considera excavables mediante ese tipo de maquinaria, requiriéndose el uso de martillo picador para su excavación.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se solicita a **GEEA Geólogos S.L.**, a requerimiento de **V ARQUITECTOS**, la prestación de servicios profesionales con relación a la construcción de un edificio polideportivo en la parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, en Sarriguren, Egüés (Navarra). Dicho edificio constará de sótano bajo rasante y planta baja. La superficie en planta del edificio es de aproximadamente 4.109 m².
- El perfil litológico obtenido a partir de los sondeos y resistente, obtenido con los penetrómetros, permite definir los siguientes niveles geotécnicos:
 - Suelo vegetal arcilloso, las arcillas coluviales con cantos milimétricos y rellenos antrópicos formados por arcilla arenosas con cantos y restos de escombros puntuales observados en la zona superficial (nivel geotécnico 0). El espesor de este conjunto es muy variable, desde 0,90 metros en el sondeo S2 y 1,00 metro interpretado en el ensayo P2, hasta 3,10 metros observados en el sondeo S1, y 5,00 metros interpretados en el ensayo de penetración P1. Los espesores mayores se observan en la zona sur de la parcela, decreciendo hacia el norte. Este horizonte no se considera como apto para su uso como nivel de desplante de la estructura proyectada, debiendo ser atravesado o eliminado.
 - Margas de colores ocre y grises (Nivel geotécnico I), con alteración variable de grado VI a III. Estos materiales constituyen el **perfil de meteorización** alterado del sustrato rocoso subyacente. La base de este nivel se presenta variable, alcanzando una profundidad máxima observada de 5,00 metros en el sondeo S1, e interpretada a 5,00 metros en el ensayo de penetración P1. En las pruebas realizadas en la zona norte de la parcela, en el sondeo S2, la profundidad a la que se observa su aparición es a 0,90 metros, mientras que en el ensayo P2 se interpreta a partir de 1,00 metro.

- **Margas grises** poco alteradas (IB) y sanas, correspondiente a los materiales que forman el sustrato terciario de la zona, representado por las **Margas de Pamplona**. Su techo se observa variable, apareciendo entre 2,00 metros (S2) y 5,00 metros (S1), interpretándose a partir de 6,60 metros en el ensayo P1.
- Durante la realización de las pruebas de campo no se observó la presencia del nivel freático.
- De cara a la cimentación de las estructuras proyectadas, se considera como opción más conveniente, tras la excavación del sótano, la ejecución de una **cimentación superficial mediante zapatas** apoyadas sobre el nivel de **margas grises sanas (nivel geotécnico Ib)** con una **tensión de trabajo admisible no superior a 7,35 kg/cm²**.
- En caso de que tras la excavación no se alcanzase el nivel rocoso de forma directa, se podría requerir la ejecución de pozos de cimentación para alcanzar el nivel requerido.
- Los asientos calculados para este tipo de cimentación se consideran dentro de lo admisible por la Norma Tecnológica de la Edificación para este tipo de edificación.
- El contenido en sulfatos de las muestras analizadas, permite clasificar al suelo como no agresivo al hormigón.
- Los materiales pertenecientes a los niveles 0 y I, se consideran excavables mediante máquina retroexcavadora convencional. El nivel Ib, sustrato poco alterado y sano, no se considera excavables mediante ese tipo de maquinaria, requiriéndose el uso de martillo picador para su excavación.

Pamplona

Pol. Ind. Areta, c/ Irumuga 41, 31620 Huarte
T: 948.382.975, F: 948.382.319, M: 696.435.907

Estella.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui
T y F: 948.554.811, M: 606.507.335

Logroño

C/ Baltasar Gracián 11, 1º of. 5, 26006
T: 941.509.482, M: 695.363.336

- Se recomienda que las conclusiones emitidas en el presente informe, sean corroboradas y matizadas durante los trabajos de ejecución de la estructura proyectada, considerando necesario que durante la ejecución de la cimentación esté presente un geólogo, ante la posibilidad de la aparición de elementos singulares, como pueden ser cambios laterales de facies muy puntuales que hagan que varíe la profundidad de los materiales que aparecen en este informe, de difícil detección mediante la extrapolación de los resultados obtenidos.

Estella, 16 de mayo de 2016



A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

Fdo. :
JAVIER ARNEDILLO RUIZ-AGUIRRE
GEÓLOGO Col. Nº 3.078.

A handwritten signature in blue ink, featuring a series of overlapping loops and a diagonal stroke.

Fdo. :
GUILLERMO ERICE LACABE
GEÓLOGO Col. Nº 2.577.

A handwritten signature in blue ink, with a prominent vertical stroke and several loops.

Fdo. :
EDUARDO ARANA RICO
GEÓLOGO Col. Nº 3.461.

ANEXO GRÁFICO

- **MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA.**
- **COLUMNAS DE SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS.**
- **REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.**
- **PERFILES DE CORRELACIÓN.**
- **BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- **PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO.**

ANEXO N° 1

MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA

Hoja: I.G.M.E.: 1:25.000 Pamplona (mapa 141-II)

ANEXO N° 2

COLUMNAS DE SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

OBRA: Polideportivo en parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, Egüés (Navarra)

FECHA: 4 de mayo de 2016

S-1

X: --
Y: --
Z: --

CLIENTE: V ARQUITECTOS

REF.: G08142

REF. INFORME: ES/GE033/0416

Batería	Diámetro (m)	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N ₁₅	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm ²	Humedad %	Límites Atterberg L _{lp}	Granulometría % pasa 0.4-0.08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
B	113	1	2,20		Arcillas arenosas con cantos de tamaño y naturaleza variables, y algunos restos de escombros. Rellenos.																
		2	2,20																		
			0,90		Arcillas de color marrón verdoso con cantos milimétricos y restos de gasterópodos.																
		3	3,10		Margas de color ocre y gris, perfil de meteorización con alteración V-III.							3,10-3,70	2-4-5-6								
	98	4	1,90																		
T	86	5			Margas grises poco alteradas (IB) y sanas. Sustrato rocoso terciario. Margas de Pamplona.							5,20-5,80			118,52						
		6	2,70																		
		7																			
		7,70																			
		8			FIN DE SONDEO																
		9																			
		10																			
		11																			

Tipo de Sonda tp30-RL M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanettest, C.S.: Ensayo de compresión simple.

B: Batería simple; T: Batería doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

PERFIL LITOLÓGICO SONDEO DE RECONOCIMIENTO

SONDEO:

COORDENADAS UTM

S-2

X: --
Y: --
Z: --

OBRA: Polideportivo en parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, Egüés (Navarra)

FECHA: 4 de mayo de 2016

CLIENTE: V ARQUITECTOS

REF.: G08143

REF. INFORME: ES/GE033/0416

Batería	Diámetro	Profundidad (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	R.Q.D.				Grado de meteorización	Prof. (m)	S.P.T. N ₁₅	P.L.T. Is (50) Mpa	C.S. kg/cm ²	Humedad %	Límites Atterberg U ₁₀₀	Granulometría % pasa 0,4-0,08	Sulfatos mg/kg	Clasificación Casagrande/AASHTO	FOTOGRAFÍAS SONDEO.
							20	40	60	80	VI	V	IV	III	II						
B	113		0,90		Arcillas arenosas con cantos milimétricos. color marrón oscuro. Cuaternario.																
			0,90-1,10		Margas de color ocre y gris, perfil de meteorización con alteración VI-III.							0,60-0,90									
T	86		1,10		Margas grises poco alteradas (IB) y sanas. Sustrato rocoso terciario. Margas de Pamplona.							1,50-2,02	9-25-36-50R17								
			2																		
			3																		
			4									3,30-3,90			99,70						
			4,10																		
			5																		
			6																		
			6,10																		
			7																		
			8																		
			9																		
			10																		
			11																		
					FIN DE SONDEO																

Tipo de Sonda TP30-RL M.I.: Muestra inalterada; R: Rechazo; Su: Ensayo Vanetest, C.S.: Ensayo de compresión simple.
B: Bateria simple; T: Bateria doble tubo; W: Corona de Widia; D: Corona de diamante; C: Corona de carburo

ANEXO N° 3

REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Polideportivo en Valle de Egüés (Navarra)

Cliente: V ARQUITECTOS

Ref. Inf.: ES/GE033/0416

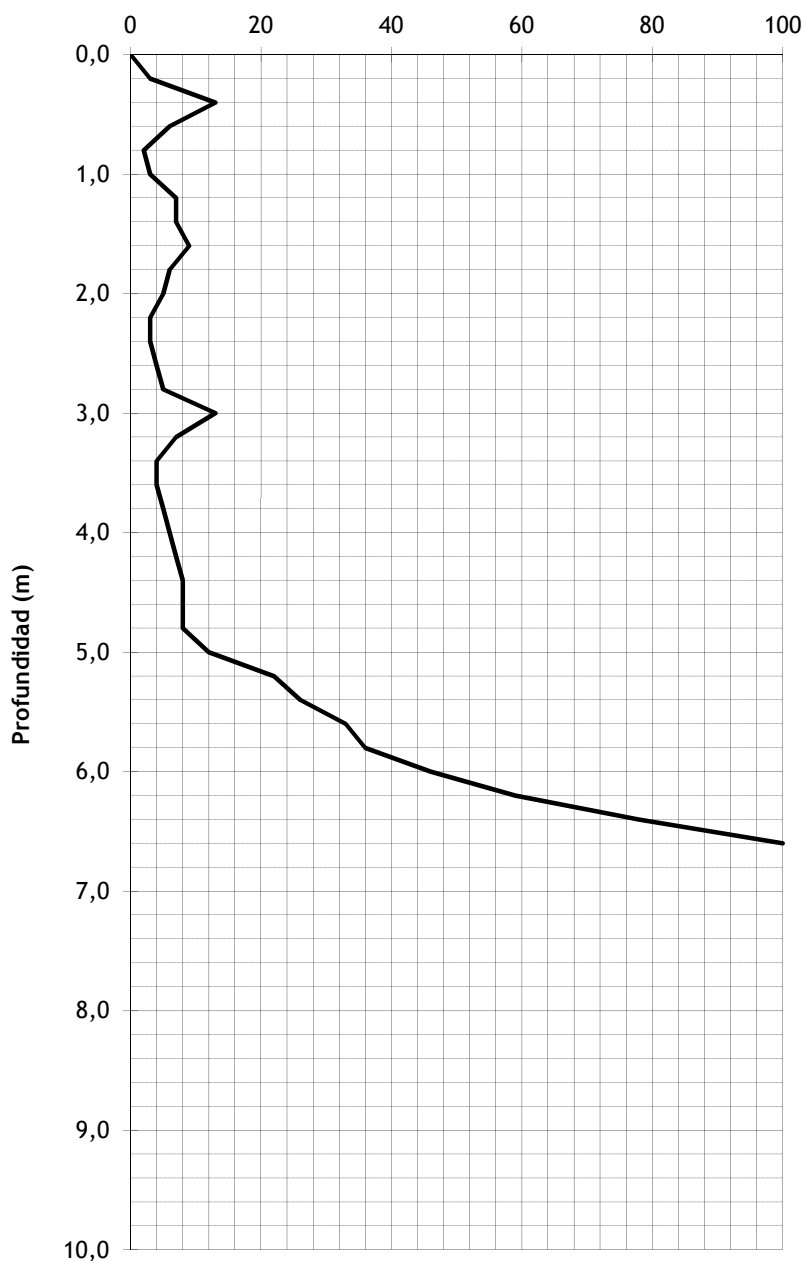
Penetración N°: 1

Referencia: G08144

Fecha: 5 de mayo de 2016

Golpeos

Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	3
0.20-0.40	13
0.40-0.60	6
0.60-0.80	2
0.80-1.00	3
1.00-1.20	7
1.20-1.40	7
1.40-1.60	9
1.60-1.80	6
1.80-2.00	5
2.00-2.20	3
2.20-2.40	3
2.40-2.60	4
2.60-2.80	5
2.80-3.00	13
3.00-3.20	7
3.20-3.40	4
3.40-3.60	4
3.60-3.80	5
3.80-4.00	6
4.00-4.20	7
4.20-4.40	8
4.40-4.60	8
4.60-4.80	8
4.80-5.00	12
5.00-5.20	22
5.20-5.40	26
5.40-5.60	33
5.60-5.80	36
5.80-6.00	46
6.00-6.20	59
6.20-6.40	78
6.40-6.60	RECHAZO
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	





www.geea.es

GEEA GEÓLOGOS, S.L.

Cañada Real de Imas, nave 12, 31240 Ayegui

T y F: 948 554 811, M: 606 507 335

Pol. Areta, c/ Irumuga 41, 31.620 Huarte Pamplona

T: 948 382 975, F: 948 382 319, M: 696 435 907

Baltasar Gracián nº 11, 1º, of 5, 26006 Logroño

T: 941 509 482, M: 695 363336

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (D.P.S.H)

Obra: Polideportivo en Valle de Egüés (Navarra)

Cliente: V ARQUITECTOS

Ref. Inf.: ES/GE033/0416

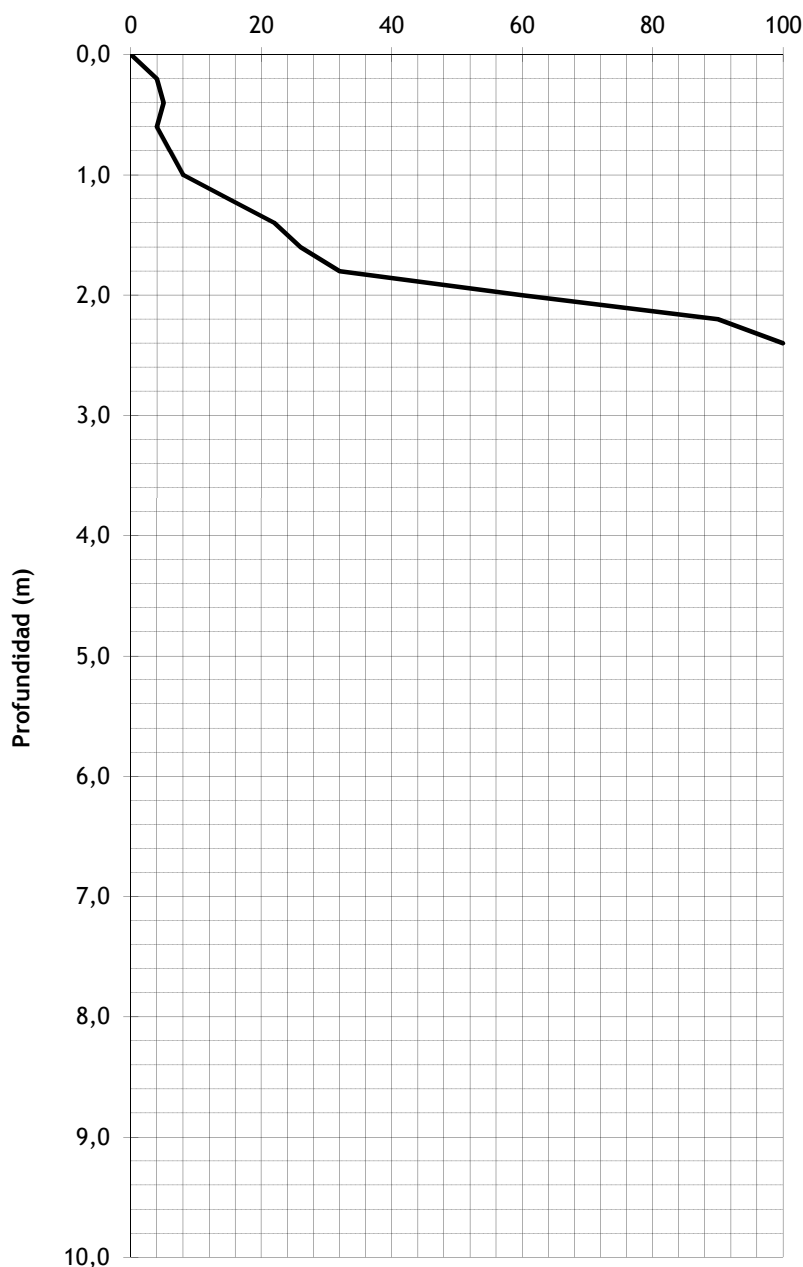
Penetración N°: 2

Referencia: G08144

Fecha: 5 de mayo de 2016

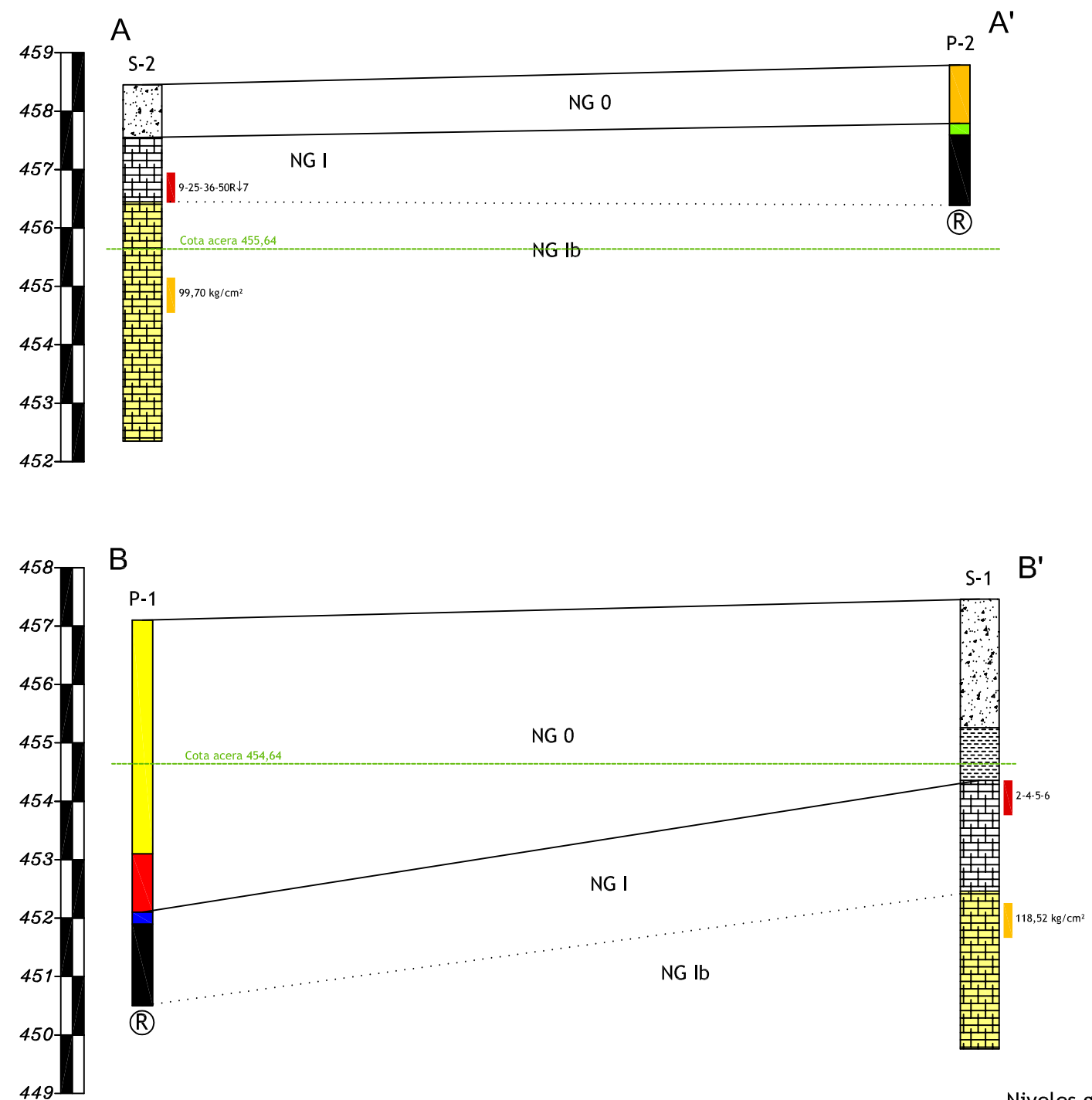
Prof. (m)	Nº Golpes(N20)
0.00-0.20	4
0.20-0.40	5
0.40-0.60	4
0.60-0.80	6
0.80-1.00	8
1.00-1.20	15
1.20-1.40	22
1.40-1.60	26
1.60-1.80	32
1.80-2.00	60
2.00-2.20	90
2.20-2.40	RECHAZO
2.40-2.60	
2.60-2.80	
2.80-3.00	
3.00-3.20	
3.20-3.40	
3.40-3.60	
3.60-3.80	
3.80-4.00	
4.00-4.20	
4.20-4.40	
4.40-4.60	
4.60-4.80	
4.80-5.00	
5.00-5.20	
5.20-5.40	
5.40-5.60	
5.60-5.80	
5.80-6.00	
6.00-6.20	
6.20-6.40	
6.40-6.60	
6.60-6.80	
6.80-7.00	
7.00-7.20	
7.20-7.40	
7.40-7.60	
7.60-7.80	
7.80-8.00	
8.00-8.20	
8.20-8.40	
8.40-8.60	
8.60-8.80	
8.80-9.00	
9.00-9.20	
9.20-9.40	
9.40-9.60	
9.60-9.80	
9.80-10.00	

Golpes



ANEXO N° 4

PERFILES DE CORRELACIÓN

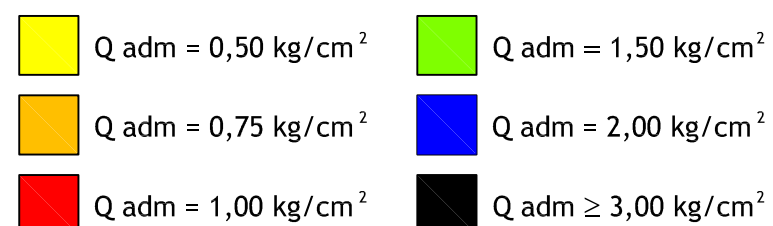


Niveles geotécnicos:
NG 0: Rellenos y cuaternario
NG I: Perfil de alteración. Terciario
NG Ib: Sustrato poco alterado y sano. Terciario

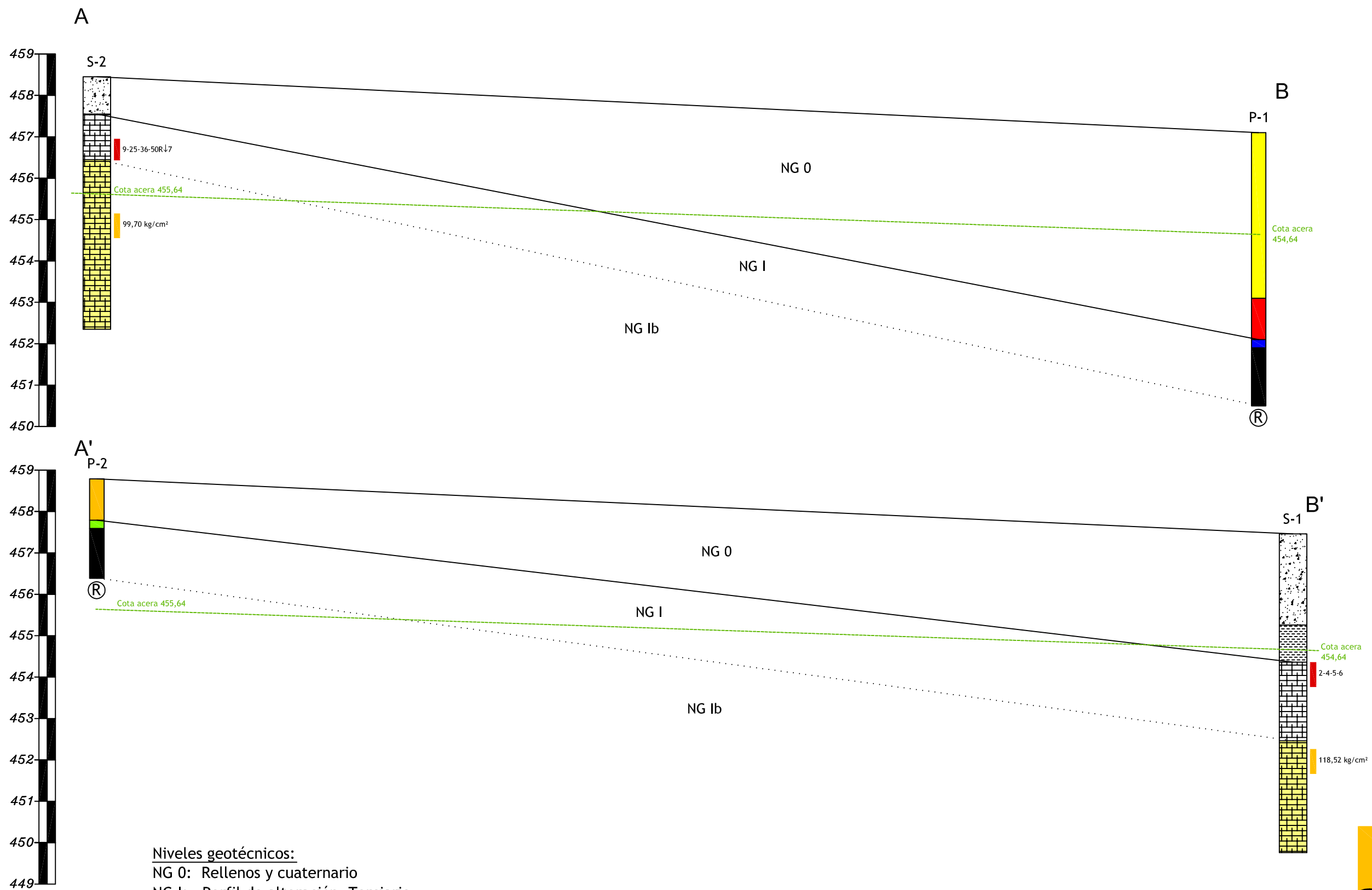


Escala vertical 1/100
Escala horizontal 1/300

FECHA: Mayo de 2016	
OBRA: Construcción de edificio polideportivo en parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, Valle de Egüés (Navarra).	
CLIENTE: V ARQUITECTOS	REF. INFORME: ES/GE033/0416
PERFILES DE CORRELACIÓN AA' Y BB'	



S.:Sondeo mecánico
■ Ensayo SPT
■ Ensayo compresión simple
P.: Ensayo de penetración

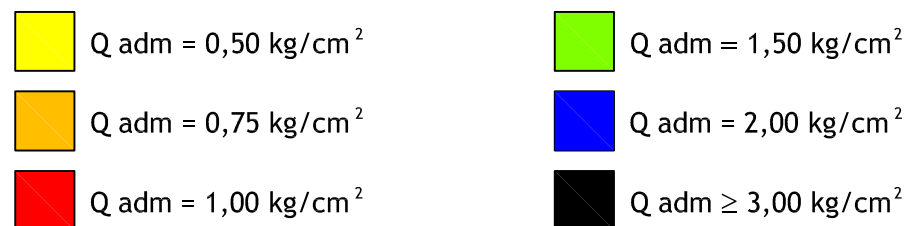


Niveles geotécnicos:

NG 0: Rellenos y cuaternario

NG I: Perfil de alteración. Terciario

NG Ib: Sustrato poco alterado y sano. Terciario



S.: Sondeo mecánico

 Ensayo SPT

 Ensayo compresión simple

P.: Ensayo de penetración

Escala vertical 1/100

Escala horizontal 1/300

FECHA: Mayo de 2016

OBRA: Construcción de edificio polideportivo en parcela E.1, reparcelación PSIS Salesianos, Valle de Egüés (Navarra).

CLIENTE: V ARQUITECTOS

REF. INFORME: ES/GE033/0416

PERFILES DE CORRELACIÓN AB Y A'B'



ANEXO N° 5

BOLETÍN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**TALLADO, REFRENTADO Y ROTURA
DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA**

Norma

UNE 22950/90

Acta n°

AN032525

N° Copia

Copia 1. V ARQUITECTOS**Referencia Muestra.... N08792**

PROCEDENCIA SONDEO

TIPO DE MUESTRA PLASTIFICADA

FECHA ENTRADA 5 DE MAYO DE 2016

Referencia Informe..... EN-372/16

REF. CLIENTE S1 C3 DE 5,2 A 5,8 METROS

PETICIONARIO V ARQUITECTOS

DEN. OBRA SARRIGUREN

DATOS PROBETA

PESO (gr)	1493,90	SUP. BASE (cm ²)	39,76
DIAMETRO. (mm)	71,15	VOL. PROBETA (cm ³)	584,46
ALTURA (mm)	147,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,56

RESULTADO DEL ENSAYO

LECTURA PRENSA (Tm) 4,69

ESBELTEZ 2,07

COEFICIENTE (K) 1,00

CARGA ROTURA CORREGIDA 4,71

TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²) 118,52

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 10 DE MAYO DE 2016

HOJA 1 DE 2

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

*Ensayo***CONTENIDO DE
SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS***Norma***UNE 83001:2000***Acta nº***AN032526***Nº Copia***Copia 1. V ARQUITECTOS****Referencia Muestra.... N08792**

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA PLASTIFICADA
FECHA ENTRADA 5 DE MAYO DE 2016

Referencia Informe..... EN-372/16

REF. CLIENTE S1 C3 DE 5,2 A 5,8 METROS
PETICIONARIO V ARQUITECTOS
DEN. OBRA SARRIGUREN

RESULTADO ENSAYO
$$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$$

$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco) <100

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

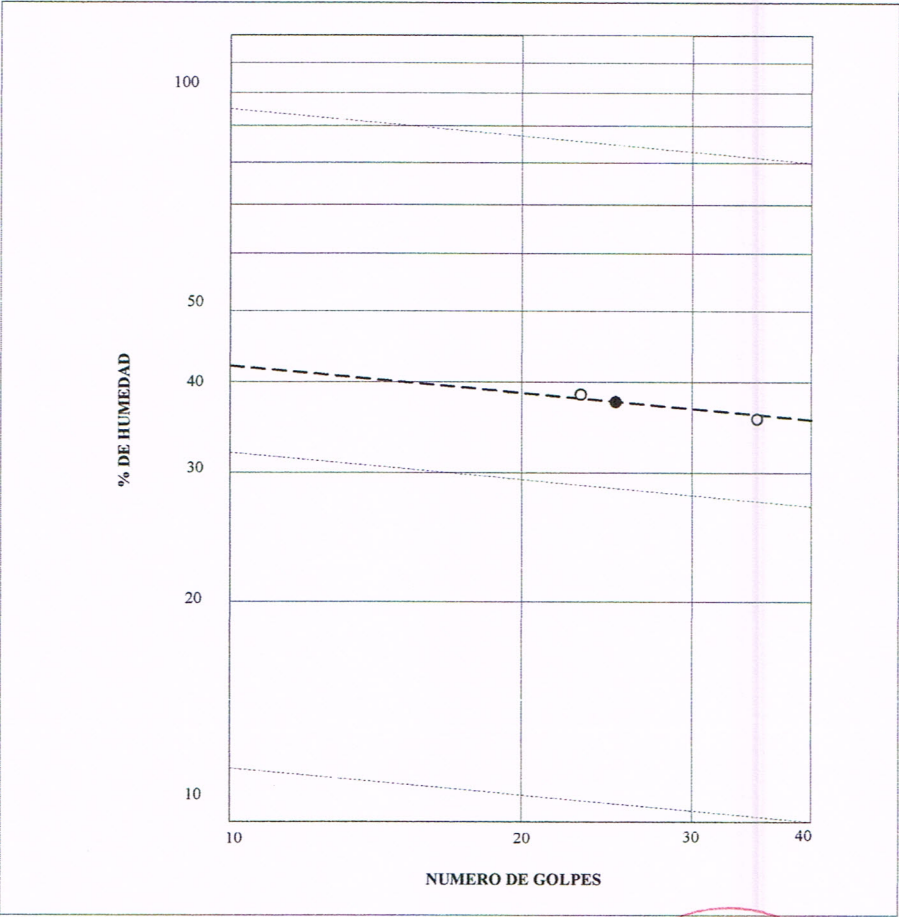
Ayegui, 10 DE MAYO DE 2016

HOJA 2 DE 2

	GEEA GEÓLOGOS S.L.		Ensayo		DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
	Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11		Norma		UNE 103103/94 103104/93	
			Acta n°		N° Copia	
			AN032544		Copia 1. V ARQUITECTOS	

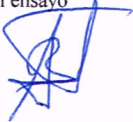
Referencia Muestra....	N08791	Referencia Informe.....	EN-372/16
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 DE 0,8 A 0,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	5 DE MAYO DE 2016	DEN. OBRA	SARRIGUREN

CALCULO LIMITE LIQUIDO				CALCULO LIMITE PLASTICO			
-	Nº de golpes	23	35	-	Referencia tara	NQ26	NQ25
-	Referencia tara	NQ34	NQ1	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,57	1,26
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	4,90	4,45	t+s+a	Tara + suelo + agua	17,62	15,75
t+s+a	Tara + suelo + agua	25,86	25,42	t+s	Tara + suelo	16,05	14,49
t+s	Tara + suelo	20,96	20,97	t	Tara	8,45	8,52
t	Tara	8,23	8,49	s=(t+s)-t	Suelo	7,60	5,97
s=(t+s)-t	Suelo	12,73	12,48	w=100*(a/s)	% Humedad	20,7	21,1
w=100*(a/s)	% Humedad	38,5	35,7				

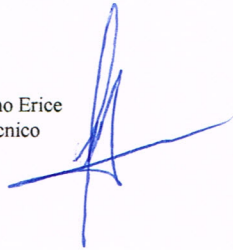


RESULTADOS DEL ENSAYO		
LIMITE LIQUIDO =		37,6
LIMITE PLASTICO =		20,9
INDICE PLASTICIDAD =		16,7

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo




VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



 GEEA GEÓLOGOS S.L. Cañada Real de Imas, nave 12 31240 Ayegui- Navarra T. y F. 948 55 48 11	<i>Ensayo</i> CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS	
	<i>Norma</i> UNE 83001:2000	
	<i>Acta nº</i> AN032545	<i>Nº Copia</i> Copia 1. V ARQUITECTOS

Referencia Muestra....	N08791	Referencia Informe.....	EN-372/16
PROCEDENCIA	SONDEO	REF. CLIENTE	S2 DE 0,8 A 0,9 METROS
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA	PETICIONARIO	V ARQUITECTOS
FECHA ENTRADA	5 DE MAYO DE 2016	DEN. OBRA	SARRIGUREN

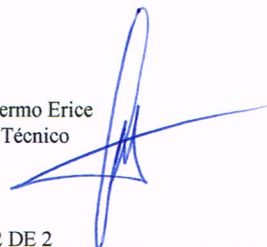
RESULTADO ENSAYO	
$SO_4^{=}(mg/kg \text{ de suelo seco}) = (0,416 * ((T+R) - T)) / M$	
$SO_4^{=}$ (mg/kg de suelo seco)	<100



Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico



Ayegui, 16 DE MAYO DE 2016

HOJA 2 DE 2

**GEEA GEÓLOGOS S.L.**

Cañada Real de Imas, nave 12
31240 Ayegui- Navarra
T. y F. 948 55 48 11

Ensayo

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL
DE PROBETAS CILINDRICAS DE ROCA**

Norma

UNE 22950-1/90

Acta n°

AN032527

N° Copia

Copia 1. V ARQUITECTOS**Referencia Muestra.... N08793**

PROCEDENCIA SONDEO
TIPO DE MUESTRA PLASTIFICADA
FECHA ENTRADA 5 DE MAYO DE 2016

Referencia Informe..... EN-372/16

REF. CLIENTE S2 C2 DE 3,3 A 3,9 METROS
PETICIONARIO V ARQUITECTOS
DEN. OBRA SARRIGUREN

DATOS PROBETA

PESO (gr)	1615,45	SUP. BASE (cm ²)	39,76
DIAMETRO. (mm)	71,15	VOL. PROBETA (cm ³)	648,08
ALTURA (mm)	163,00	DENS. PROB. (gr/cm ³)	2,49

RESULTADO DEL ENSAYO

LECTURA PRENSA (Tm)	3,90
ESBELTEZ	2,29
COEFICIENTE (K)	0,98
CARGA ROTURA CORREGIDA	3,96
TENSIÓN DE ROTURA (Kg/cm²)	99,7

Fdo: Ana Quintanar
Responsable del ensayo



VºBº: Guillermo Erice
Director Técnico

Ayegui, 10 DE MAYO DE 2016

HOJA 1 DE 1

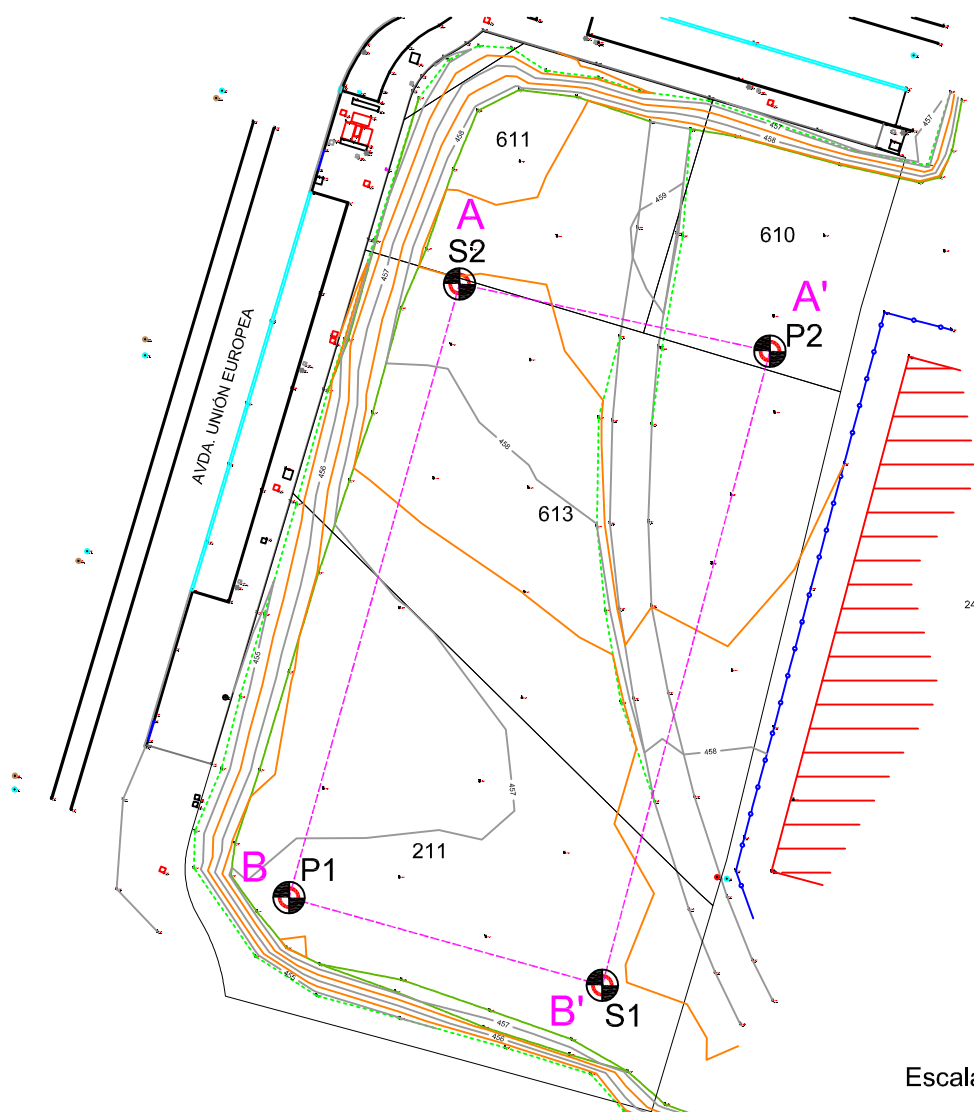
ANEXO N° 6

PLANO DE UBICACIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

Obra: Construcción de un edificio polideportivo en parcela E.1,
 reparcelación PSIS Salesianos, Valle de Egüés (Navarra).
 Referencia: ES/GE033/0416



Sin escala



Escala 1/1000