

G-018/09

ESTUDIO GEOTÉCNICO

PETICIONARIO: D. ARTURO SILVOSA PÉREZ

PROMOTOR: EXCMO. CONCELLO DE LUGO

OBRA: EDIFICIO PARA "GARDERÍA INFANTIL SAN FIZ"

SITUACIÓN: PARCELA 10-C, MANZANA E, PLAN PARCIAL DE ORDENACIÓN SUR-K (LUGO)



COPIA

Lugo, 28 Enero de 2008

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA. ENTORNO GEOLÓGICO
3. SÍSMICIDAD
4. TRABAJOS REALIZADOS
 - 4.1. Sondeos geotécnicos
 - 4.2. Ensayos de penetración dinámica continua (DPSH)
 - 4.3. Ensayos de laboratorio
 - 4.4. Medición del nivel freático
5. RESULTADOS
 - 5.1. Estratigrafía del terreno y descripción geotécnica
 - 5.2. Características físicas del suelo (agresividad, expansividad y colapso)
 - 5.3. Clasificación según S.U.C.S.: Sistema unificado de clasificación de suelos (Clasificación de Casagrande)
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 6.1. Análisis de la cimentación
 - 6.1.1. Tensión Admisible
 - 6.1.2. Asientos
 - 6.1.3. Cimentación recomendada
 - 6.2. Módulo de Balasto
 - 6.3. Resistencia del terreno frente a acciones horizontales
 - 6.4. Grados de Impermeabilidad
 - 6.5. Excavabilidad
 - 6.6. Taludes y elementos de contención
 - 6.7. Otras recomendaciones
7. RESUMEN
8. ANEXOS
 - 8.1. Registro de sondeos
 - 8.2. Registro de ensayos de penetración dinámica continua superpesada (DPSH)
 - 8.3. Ensayos de laboratorio
 - 8.4. Situación de puntos a reconocer y perfiles geotécnicos.
 - 8.5. Fotografías

1. ANTECEDENTES

D. ARTURO SILVOSA PÉREZ, solicita los servicios de INVECO, S.L. para realizar el estudio geotécnico del solar en el que se pretende acometer la construcción de un edificio destinado a “GARDERÍA INFANTIL SAN FIZ”, promoción del **EXCMO. CONCELLO DE LUGO**.

El objetivo del estudio es determinar las características geológico-geotécnicas del terreno mediante ensayos de campo (sondeos, penetraciones dinámicas, medición del nivel freático...) y ensayos de laboratorio (clasificación, expansividad, agresividad, corte directo, roturas a compresión simple...) y en base a los mismos establecer varias conclusiones y recomendaciones, como: tensión admisible y tipología de cimentación, recomendaciones de excavación y contención, etc.

La programación de reconocimiento del terreno en el campo se realiza a partir de la información facilitada por el peticionario:

PLANOS DE LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA	Sí
SECCIÓN CON Nº PLANTAS Y SÓTANOS	Sí
SUPERFICIES CONSTRUIDAS	Sí
TOPOGRAFÍA DE LA PARCELA	Sí

A partir de los datos facilitados se define:

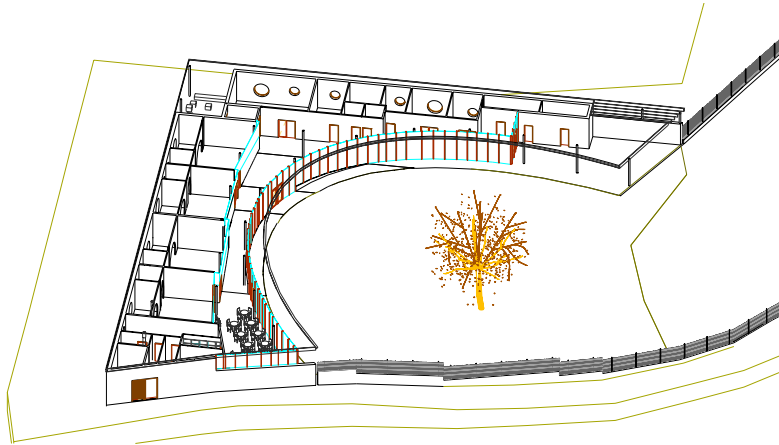
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	C-1
GRUPO DE TERRENO PREVISIBLE	T-2
DISTANCIAS MÁXIMAS ENTRE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO	30 m

El diseño de la campaña de campo se realiza siguiendo las directrices marcadas por el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural Cimientos (Marzo 2006).

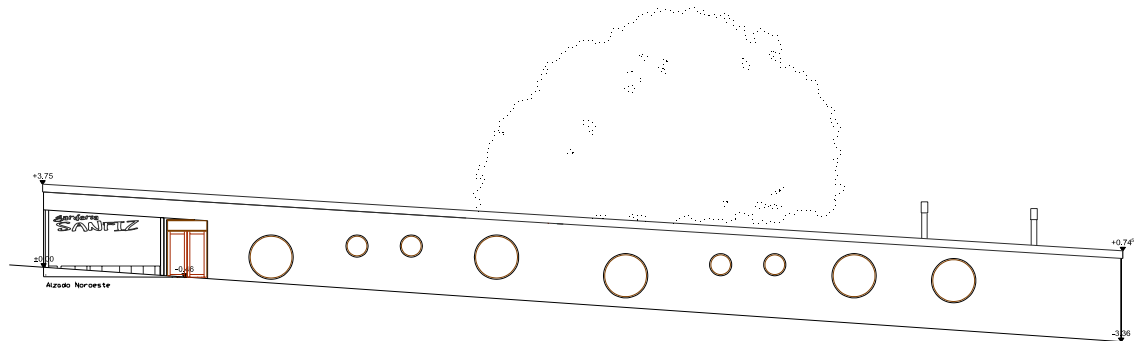
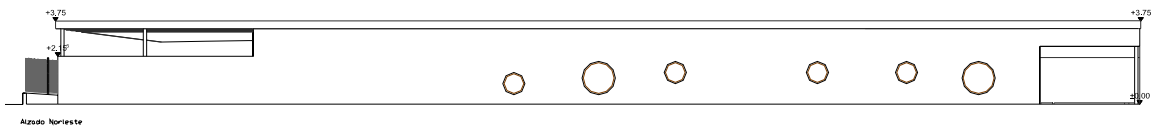
A efectos del presente informe se define como **cota 0,0 m** el nivel superior de la calle principal en su punto más elevado en la parcela, tal como se define en proyecto. Equivale a la **cota topográfica 421.8 m** según la topografía de proyecto.

A continuación se muestran varios aspectos de la edificación prevista.

Perspectiva general de la edificación prevista :



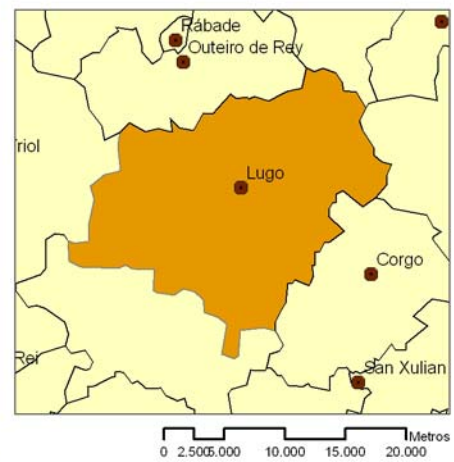
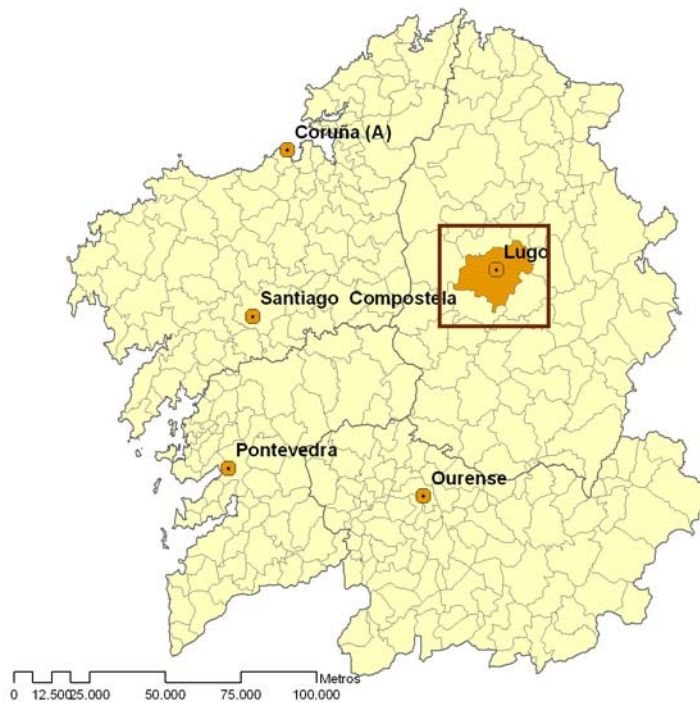
Alzados de la edificación prevista:



2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA. ENTORNO GEOLÓGICO

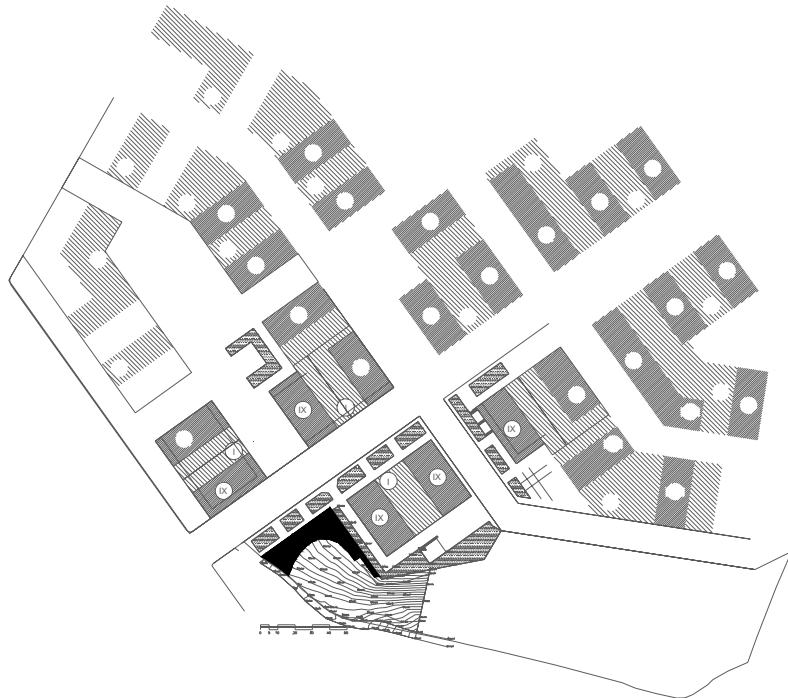
Situación Geográfica

LOCALIZACIÓN	Parcela 10-C, manzana E, plan parcial de ordenación Sur-K (LUGO)
Nº DE PLANTAS	Planta baja.
SUPERFICIE	Planta baja: 825.05 m ²



A continuación se muestra el plano de situación:

Plano parcial del área SUR-K y ubicación del solar objeto de estudio:



Entorno geológico

Geológicamente la parcela se sitúa en el dominio del Manto de Mondoñedo, perteneciente a la Zona Asturoccidental-Leonesa, de la división paleogeográfica del Macizo Hercínico de la Península Ibérica (Lotze, 1945 y Julivert y otros, 1972).

El sustrato rocoso está constituido por:

Serie de Villalba

Estudiada inicialmente por BARROIS (1882), quien la situó por debajo del Cámbrico y, posteriormente, por GARCIA DE FIGUEROLA (1965),

WALTER (1966, 1968) y sobre todo CAPDEVILA (1969), es una monótona serie de pizarras, esquistos y areniscas con delgadas intercalaciones de gneises anfibólicos MARTINEZ CATALAN (1981) diferencia dos tramos que pueden individualizarse cartográficamente:

Tramo inferior (PC e ζ)

Esta constituido por una alternancia de pizarras grises y areniscas o siltitas verdosas, amarillentas y blanquecinas a veces granoclasificadas, de composición grauvaquica o subgrauvaquica. Probablemente sean depósitos turbidíticos aunque las estructuras sedimentarias conservadas son muy escasas. Donde el metamorfismo ha alcanzado la isograda de la biotita las rocas son esquistos oscuros ricos en el mencionado mineral. Son características las intercalaciones de gneises anfibólicos compuestos por cuarzo plagioclasa hornblenda granate epidota esfena y apatito si bien alguno de estos minerales puede faltar. Los anfíboles se disponen a veces en gavillas y es frecuente que los niveles presenten una zonación simétrica.

Tramo superior (PC e p)

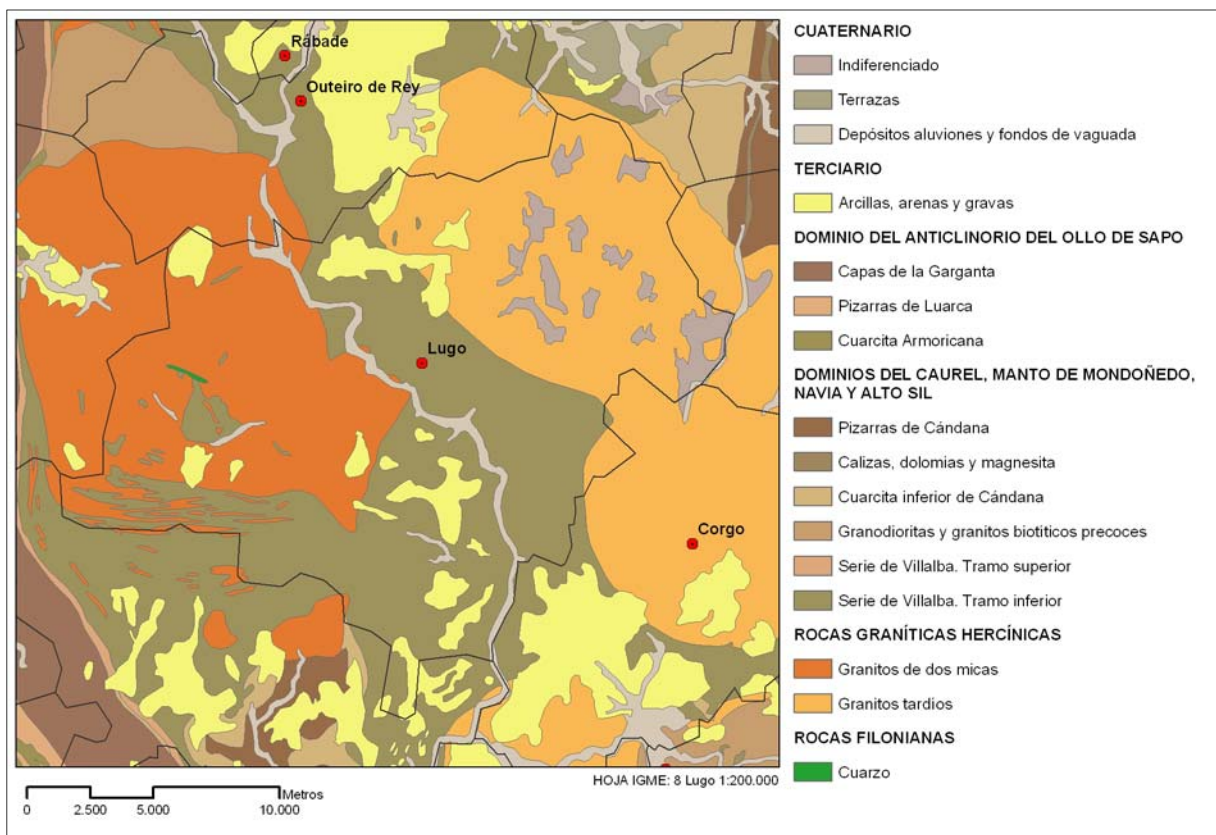
Consiste en pelitas grises o negras localmente ampelíticas que alternan rítmicamente con siltitas Se identifican secuencias de tipo T_{b-e} y T_{c-e} de BOUMA (1962) que inducen a interpretarlas como turbiditas probablemente distales. Hay además algunas capas lenticulares de areniscas y cuarcitas El cloritoide es frecuente en las pelitas como mineral de metamorfismo lo que las diferencia del tramo inferior donde no existe nunca.

Cuando el metamorfismo es relativamente intenso, el tramo superior se compone de esquistos moscovíticos brillantes con silicatos de aluminio, granate y estauroлита, que suelen dar un resalte en el paisaje. Este tramo sólo aflora en el Sur y Oeste del Domo de Lugo, habiendo desaparecido en el resto por efecto de la discordancia asintica. El espesor del tramo inferior supera los 2.000 m y el del superior alcanza en algunos puntos los 500.

Rellenos

Se detectan niveles de relleno. Corresponde a excavaciones recientes en la parcela, posteriormente rellenada. Afecta principalmente a la zona más elevada de la misma.

Ubicación geológica:



3. SISMICIDAD

Objeto y ámbito de aplicación

Desde la aprobación de la norma de construcción sismorresistente: parte general de edificación (NCSE-02) mediante el REAL DECRETO 997/2002 y con fecha de 27 de septiembre de 2002, son de obligada aplicación los criterios técnicos en ella indicados. Dicha norma tiene como objeto proporcionar las pautas a seguir para la consideración de la acción sísmica en las estructuras de edificación, a fin de que su comportamiento, ante fenómenos sísmicos, evite consecuencias graves para la salud y seguridad de las personas.

Esta Norma es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta; en casos de reforma o rehabilitación se tendrá en cuenta a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original.

Aceleración sísmica básica y de cálculo

La aceleración sísmica básica, a_b , expresada en relación al valor de la gravedad, g , viene indicada en el mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional. Este es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, necesario para la obtención de la aceleración sísmica de cálculo a_c , que queda definida como el producto:

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

Donde:

a_b = aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie.

ρ = coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

Construcciones de importancia normal $\rho = 1.0$

Construcciones de importancia especial $\rho = 1.3$

S = coeficiente de aplicación del terreno.

C = coeficiente del terreno, que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación, y se clasifica en cuatro tipos

Párametros de cálculo

Aceleración básica de cálculo

ab	0,04
----	------

 g

Coefficiente de riesgo

ρ	1
--------	---

Coefficiente de amplificación del terreno

S	0,9333
---	--------

$$\rho \cdot a_b \leq 0,1 \cdot g \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$0,1 \cdot g < \rho \cdot a_b < 0,4 \cdot g \quad S = \frac{C}{1,25} + 0,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$0,4 \cdot g \leq \rho \cdot a_b \quad S = 1,0$$



Coefficiente del terreno

C=	1,1667
----	--------

	e(m)	Ci
E1	2	2
E2	2	1,6
E3	6	1,3
E4	20	1
E5		
E6		
E7		
E8		
E9		
E10		

Tipo de terreno	C	Descripción
I	1,0	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs > 750 m/s.
II	1,3	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s > Vs > 400 m/s.
III	1,6	Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s > Vs > 200 m/s.
IV	2,0	Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs ≤ 200 m/s.

ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO= 0,0373 g

Una vez efectuadas las operaciones pertinentes se obtiene un valor con el que se acudirá al apartado 1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma (NCSE-02).

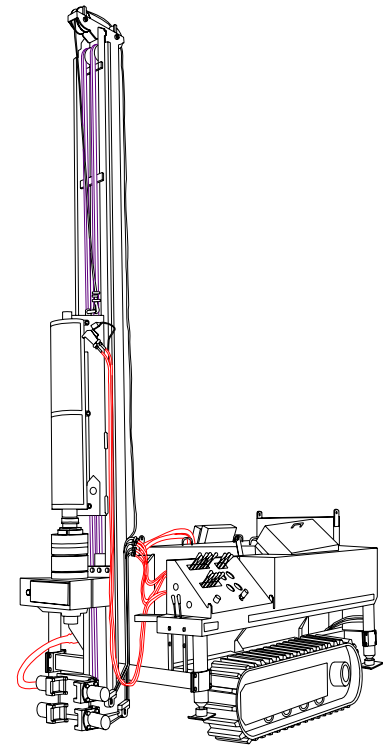
4. TRABAJOS REALIZADOS

Nº	TRABAJOS DE CAMPO
2	Sondeos geotécnicos
2	Ensayos de penetración dinámica continua superpesada (DPSH).
	ENSAYOS DE LABORATORIO

4.1. Sondeos Geotécnicos

Los sondeos geotécnicos se realizan con una máquina ROLATEC RL-48. A continuación se indican sus principales características:

MOTOR	DEUTZ-DIESEL F4L 912 de 62 CV a 2.300 r.p.m. con el conjunto de bombas hidráulicas.
CUADRO DE MANDOS	Centralizado, con sistema hidráulico completo con regulación de la velocidad de avance y de la fuerza de empuje o retención. Tomas de presión de rotación, empuje y bomba de inyección.
CABEZA DE ROTACIÓN	- Eje hueco estriado paso 100 mm. Rosca para acoplar rotación directa. - Velocidad de rotación de 0 a 1500 r.p.m., control variable desde cuadro de mando. Par máximo de rotación 450 Kg - Apertura hidráulica de la cabeza dejando libre la zona de sondeo.
MORDAZA Y RETENEDOR HIDRAÚLICO	Instalada en cabeza, con capacidad de varillaje hasta (HQ) 90 mm. Capacidad de guía y retención hasta 143 mm. Fijo y desmontable
MASTIL CONJUNTO DE AVANCE	Accionado por cilindro hidráulico y cadena. Elevación y abatimiento hidráulico. Conjunto de poleas con prolongación, con altura para maniobras de 6 mts. Carrera del cabezal 3.400 mm. Tracción máxima 7.000 Kg Empuje regulado de 0 a 2.500 Kg
CABRESTANTE CONVENCIONAL Y WIRE LINE	De maniobra. Capacidad 2.000 Kg en tiro directo. Capacidad de 200 mts en wire line con cable de 6 mm de diámetro.
BOMBA DE INYECCIÓN DE AGUA	Triplex accionada hidráulicamente. Caudal de 0 – 140 l.p.m. Presión: 0 – 50 Bar.
UNIDAD DE GOLPEO AUTOMÁTICO	Instalada en equipo. Peso de maza 63,5 Kg. Carrera de caída libre 76 cm. Cuenta golpes electrónico digital. Cumple las normas NI de la SIMSFE siguientes: DPSH y SPT Cumple la norma UNE 103-801-94. Régimen de golpeo entre 20 y 30 g.p.m.
MONTAJE DE LA PERFORADORA Y NIVELACIÓN	Sobre chasis de orugas de caucho accionado por el mismo motor del equipo Peso del equipo 3.700 Kg. Cuatro cilindros con placa orientable, con válvulas antirretorno pilotadas.



Máquina de sondeos Rolatec RL-48

El ensayo de penetración estándar (SPT) se realiza en base a la norma UNE 103-800-92.

El SPT trata de determinar la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero, en el interior de un sondeo, al tiempo que permite obtener una muestra representativa para su identificación, aunque con su estructura alterada.

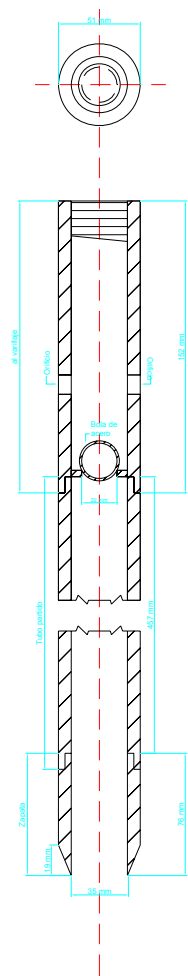
Para la ejecución de la prueba de penetración el sondeo ha de mantener sus paredes estables, pudiendo utilizarse tuberías de revestimiento. El fondo del sondeo se limpia hasta eliminar el sedimento que pudiera haberse depositado, con los equipos adecuados para que el suelo a ensayar no se altere.

Cuando se trabaja bajo el nivel freático, el agua o fluido de perforación se mantiene siempre por encima del nivel freático. Y la extracción de los útiles de perforación y limpieza se realiza lentamente para evitar fenómenos de succión que tienden a aflojar el suelo a ensayar.

Una vez alcanzado en el sondeo la profundidad deseada para realizar el ensayo, se limpia el fondo y se baja suavemente el tomamuestras acoplado al varillaje, que a su vez lleva incorporado el dispositivo de golpeo.

Se toma nota del descenso inicial que se produce por el propio peso del conjunto. Si este descenso es igual o superior a 450 mm, el ensayo se dará por terminado tomando para "N" un valor de cero.

Después del descenso que se produce inicialmente, el ensayo se realiza en dos etapas. Y consiste básicamente en golpear sobre la cabeza de un varillaje al que esta unido solidamente el tomamuestras, mediante una maza con una masa de 63.5 Kg. y con una altura de caída de 760 mm. El ensayo se realiza sin interrupción y con una frecuencia de golpeo constante, que no deberá superar los 30 golpes por minuto.



Tomamuestras bipartido

En la primera etapa tiene lugar la “penetración de asiento”; se hinca el tomamuestras una longitud de 150 mm, anotando el número de golpes necesarios para la operación.

La segunda etapa consiste en la continua hinca del tomamuestras hasta que penetre 300 mm más, anotando las tandas de golpes requeridos en cada intervalo de 150 mm de penetración. El número de golpes requerido para la penetración de 300 mm constituye la resistencia a la penetración estándar o valor “N”.

El ensayo se dará por finalizado en caso de alcanzar los 50 golpes durante la penetración de asiento o en cualquiera de los otros dos intervalos de 150 mm. En el registro se anota la penetración alcanzada en estos casos y el símbolo R en lugar de N.

A continuación se indican las profundidades alcanzadas:

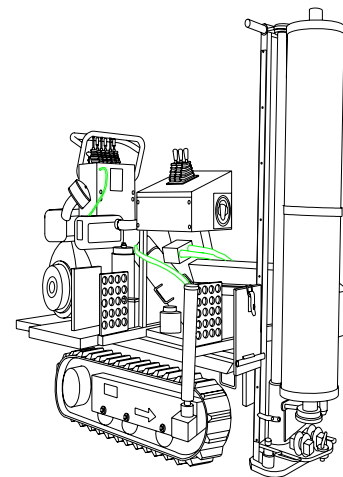
SONDEOS GEOTÉCNICOS									
Sondeo	Cota de inicio (m)		Suelo (m)	Relleno (m)	Roca muy alterada (m)	Roca poco alterada (m)	Profundidad total (m)	Profundidad (m) respecto a:	
	Topográfica	Respecto a cota 0,0 m.						Cota topográfica	Cota 0.0 m
S-1	421.80	0.00		1.90		4.10	6.00	415.8	6.00
S-2	419.10	-2.70	1.20	1.20	2.00	2.20	6.60	412.5	9.30

En el anexo 8.1 se expone la testificación de los mismos y en el anexo 8.5 las fotografías realizadas.

4.2. Ensayos de penetración dinámica continua superpesada (DPSH)

Los ensayos de penetración se realizan con un penetrómetro tipo Borro Superpesado marca TECOINSA, modelo PDP 2000P (D.P.S.H.) que consta de las siguientes características:

MOTOR	DIESEL YANMAR serie LA. Con una Potencia de 10 CV. (7.35Kw.) Refrigerador de aceite Cuadro de mandos centralizado
PENETRÓMETRO	Maza de golpeo 63.5 Kg. Con una altura de caída de 760 mm. Varilla admisible de 1000 mm. Cuenta golpes electrónico. Regla graduada para control de penetración. Juego de llaves dinamométricas para control de par. Velocidad de translación en primera marcha de 1-2 Km/h. Velocidad de translación en segunda marcha de 2-3.5 Km/h.
DIMENSIONES	Longitud: 2150 mm. Altura: 1435 mm. Anchura: 1000 mm. Ancho cadena: 180 mm. Ancho exterior cadenas: 760 mm. Peso: 785 Kg.
Nº DE FABRICACIÓN	00.18.721



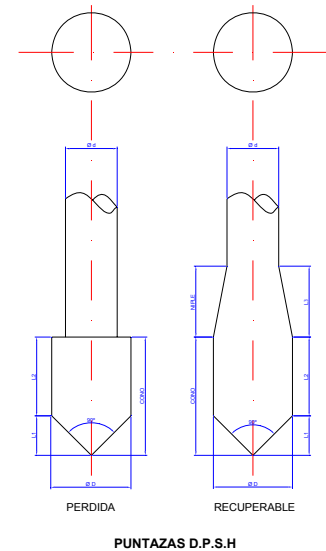
Penetrómetro DPSH TECOINSA PDP 2000P

La prueba de penetración dinámica se realiza en base a la norma UNE 108-801-94.

Esta prueba consiste en un cono acoplado a un varillaje, que se sitúa sobre el punto elegido mediante un soporte guía. El punto de ensayo debe distanciarse al menos metro y medio de cualquier otro punto ya ensayado, con el fin de que no haya habido perturbaciones.

El dispositivo se emplaza de forma que el soporte guía y el eje de la guidera queden perfectamente verticales y centrados sobre el punto. Al otro extremo del varillaje se coloca el sistema de golpeo. Se efectúa un golpeo con una frecuencia comprendida entre 15 y 30 golpes por minuto, y se registra el número de golpes necesarios para introducir en el terreno el cono a intervalos de 200 mm.

La prueba se da por finalizada cuando se alcance la profundidad previamente establecida, se superen los 100 golpes para un intervalo de penetración, se igualen o superen los 75 golpes en tres intervalos consecutivos, o cuando el valor par de rozamiento supere los 200 N-m.



A continuación se indican las profundidades alcanzadas:

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA SUPERPESADA (DPSH)					
Ensayo	Profundidad del ensayo (m)	Cota de inicio (m)		Profundidad alcanzada (m) respecto a:	
		Topográfica	Respecto a cota 0,0	Cota topográfica	Respecto a cota 0,0 m
PD-1	2.40	421.5	-0.3	419.1	2.70
PD-2	2.00	420.6	-1.20	418.6	3.20

En el anexo 8.2. se expone los gráficos resultantes tomando en abscisas el número de golpes (N_{20}) y en ordenadas la profundidad correspondiente.

4.3. Ensayos de Laboratorio

Sobre las muestras extraídas se han realizado los siguientes ensayos:

Nº ensayos	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN	
1	Análisis granulométrico	UNE 103.101
1	Límites de Atterberg	UNE 103-103/104
Nº ensayos	ENSAYOS MECÁNICOS	
1	Compresión simple en roca	UNE 22.950
Nº ensayos	ENSAYOS QUÍMICOS	
1	Agresividad del suelo	EHE
1	Agresividad del agua	EHE

Los resultados de los ensayos de laboratorio se incluyen en Anexo 8.3.

4.4. Medición del Nivel Freático

A continuación se indican los niveles del agua freática obtenidos en los diferentes días que se realizaron las mediciones, para ello se han dejado estabilizar los niveles de manera que no sea previsible la existencia de agua proveniente del ensayo:

NIVEL FREÁTICO				
ENSAYO	FECHA	Profundidad (m)	Profundidad (m):	
			Cota topográfica:	Respecto a cota 0.0 m:
S-1	26-01-09	2.25	419.55	2.25
S-2	26-01-09	4.05	415.05	6.75

El agua freática se sitúa por debajo del nivel de cimentación previsto y recomendado. La distribución del agua en el sustrato rocoso meteorizado es irregular, de modo que circula por zonas preferentes asociadas a zonas muy fracturadas.

Nota: las medidas del nivel freático son datos puntuales en el tiempo que pueden verse afectados por el régimen de precipitaciones, conforme a variaciones puntuales o estacionales.

5. RESULTADOS

Los resultados de los trabajos de campo, así como de los ensayos de laboratorio de las muestras tomadas, nos permiten definir:

- Estratigrafía del terreno y descripción geotécnica
- Expansividad, agresividad y colapso

5.1. Estratigrafía del terreno y descripción geotécnica

A partir de los ensayos de campo y análisis de laboratorio realizados podemos definir lo siguientes niveles geotécnicos:

- **Nivel geotécnico 1: relleno:** suelo de diferentes naturalezas, con escombros, fragmentos de roca y tierra vegetal, asociado a tareas de excavación para préstamo y posterior relleno de la misma. Es generalizado en toda la parcela, aunque afecta principalmente a la zona de S-1 y PD-1, donde presenta mayor espesor, hasta 1,90 m. En el resto, su espesor medio es de 1,0 m en los puntos de ensayo. No se descarta que su espesor pueda variar. En todo caso debe ser superado en profundidad por la cimentación. Nula calidad geotécnica.
- **Nivel geotécnico 2: suelo y roca totalmente meteorizada (grado V según ISRM):** se trata de arenas limosas de color marrón. Su consistencia es alta, con valores $N_{20} > 25$ y $N_{SPT} > 25$. Sólo se detecta en S-2, y PD-2.

MUESTRA	Clasificación U.S.C.S.	LL-LP-IP	Cernido # 0.08 (%)	Densidad aparente (T/m ³)	Ángulo de rozamiento int.: ϕ (°)	Cohesión: c (kpa)
M-144/09	SM	NO-NO-NO	24.8			
ESPESOR DETECTADO			0 a 1.20			m
PROFUNDIDAD DE APARICIÓN			1.0 a 1.90 m respecto a rasante del terreno			m
Consistencia ($N_{20} - N_{SPT}$)			>20 (compacto)			

- **Nivel geotécnico 3: roca muy meteorizada (IV según ISRM).** Roca blanda. Se considera como un suelo a efectos de cálculo, presentando una consistencia muy elevada. Color marrón. Constituye un nivel de tránsito al sustrato rocoso prácticamente sano. Sólo se detecta en S-2, y posiblemente en PD-2.

ESPESOR	0 a 2.0 m
PROFUNDIDAD DE APARICIÓN	2.0 a 2.40 m respecto a rasante del terreno
Consistencia ($N_{20} - N_{SPT}$)	Rechazo

- **Nivel geotécnico 4: sustrato rocoso moderadamente meteorizado (III-II según ISRM):** esquistos de la Serie de Villalba, meteorizados en grado III-II según ISRM. Color grisáceo y marrón grisáceo.

Grado de meteorización	III-II			Escala ISRM
Densidad aparente	2.67			T/m ³
Rotura a compresión simple (q_u)	288.99			Kg/cm ²
Fracturas:		Familia 1	Familia 2	Familia 3
	Orientación	40°	70°	
	Espaciado	5-20	30-200	
	Estado y rugosidad	Rugosas y rellenas con óxidos de Fe y cuarzo	Rugosas y rellenas con óxidos de Fe y cuarzo	
R.Q.D.	90			

PROFUNDIDAD DE APARICIÓN	1.90 a 4.40 m respecto a rasante del terreno
--------------------------	--

Tal como se aprecia en las secciones geotécnicas la distribución de los diferentes niveles geotécnicos es variable en cuanto a la profundidad de aparición y espesor de los mismos, aunque existe una tendencia a aumentar el grado de meteorización del sustrato rocoso hacia la zona de menor cota de la parcela. En consecuencia aumenta el espesor de los tramos indicados, y disminuye su consistencia, aunque se mantiene en valores elevados.

5.2. Características físicas del suelo (expansividad, agresividad y colapso)

Expansividad:

Las características del suelo, unido a las condiciones climáticas y de humedad del mismo no son favorables para que se produzca expansividad. Se concluye:

EXPANSIVIDAD:	NO EXPANSIVO
---------------	---------------------

Agresividad:

Se han realizado ensayos completos de agresividad sobre las muestras extraídas según criterios de EHE. (Anexo 8.3). Se obtienen los siguientes resultados:

SUELO	TIPO DE AGRESIVIDAD:	NO AGRESIVO
ROCA	TIPO DE AGRESIVIDAD:	---
AGUA	TIPO DE AGRESIVIDAD:	NO AGRESIVA

TIPO DE AMBIENTE:	Ila
-------------------	------------

De acuerdo con el tipo de ambiente, a la hora de elegir el hormigón a emplear en la cimentación se recomienda tener en cuenta los criterios de la E.H.E. referentes al hormigón de elementos estructurales (tablas 8.2.2 y 8.3.3.a):

Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras (EHE Tabla. 8.2.2)			
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso
No agresiva		I	Ninguno
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros
	En zona de mareas	IIIc	Corrosión por cloruros
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros

Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión (EHE Tabla 8.2.3.a)			
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso
Química Agresiva	Débil	Qa	Ataque químico
	Media	Qb	Ataque químico
	Fuerte	Qc	Ataque químico
Con heladas	Sin sales fundentes	H	Ataque hielo-deshielo
	Con sales fundentes	F	Ataque por sales fundentes
Erosión		E	Abrasión / Cavitación

ESTUDIO GEOTÉCNICO

LUGO

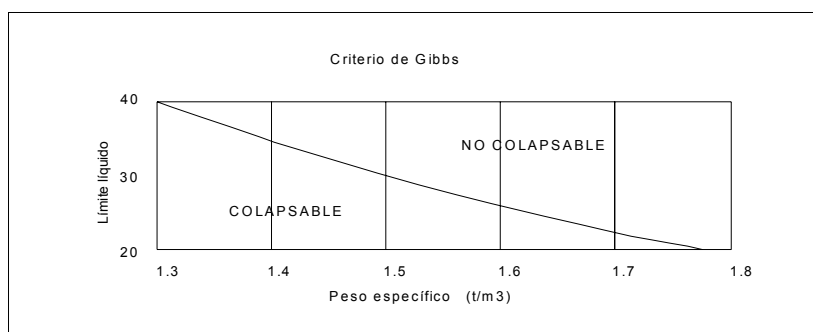
G-018/09

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	Ninguno	- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones - elementos de hormigón en masa	- interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	humedad alta	IIa	corrosión de origen diferente de los cloruros	- interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones - exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - elementos enterrados o sumergidos.	- sótanos no ventilados - cimentaciones - tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	- construcciones exteriores protegidas de la lluvia - tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
Marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar - elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	- edificaciones en las proximidades de la costa - puentes en las proximidades de la costa - zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral - instalaciones portuarias
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	- zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral - cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	- zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral - zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	- piscinas - pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve - estaciones de tratamiento de agua.

CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
Química Agresiva	débil	Qa	ataque químico	- elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver Tabla 8.2.3.b)	- instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b. - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b.
	media	Qb	ataque químico	- elementos en contacto con agua de mar - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver Tabla 8.2.3.b)	- dolos, bloques y otros elementos para diques - estructuras marinas, en general - instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b. - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3.b. - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b.
	fuerte	Qc	ataque químico	- elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver Tabla 8.2.3.b)	- instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b. - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b.
con heladas	sin sales fundentes	H	ataque hielo-deshielo	- elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C	- construcciones en zonas de alta montaña - estaciones invernales
	con sales fundentes	F	ataque por sales fundentes	- elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C	- tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña
erosión		E	abrasión cavitación	- elementos sometidos a desgaste superficial - elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua	- pilas de puente en cauces muy torrenciales - elementos de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes - pavimentos de hormigón - tuberías de alta presión

Colapso:

A pesar de no existir en la zona de estudio referencias de suelos en los que se presente este tipo de fenómenos, se aplica el Criterio de Gibbs, que relaciona el peso específico seco (densidad seca) del suelo y su límite líquido, para determinar si el suelo es o no potencialmente colapsable.



La cimentación coincide sobre el sustrato rocoso meteorizado en diferentes grados.

En base a lo anterior, se concluye:

Suelos existentes	NO COLAPSABLE
-------------------	----------------------

5.3. Clasificación según S.U.C.S.: sistema unificado de clasificación de suelos (Casagrande).

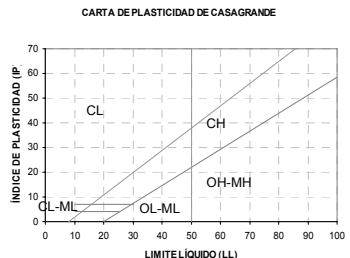
Las muestras obtenidas se someten a ensayos de identificación, permitiendo clasificarlas conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (también clasificación de Casagrande).

CLASIFICACIÓN S.U.C.S (CASAGRANDE)				
Muestra	Profundidad (m)	Unidad geotécnica	Símbolo de grupo	Descripción
M-144/09	1.50	2: Suelo y roca meteorizada en grado V	SM	Arenas con limos no plásticos

OBSERVACIONES:

Esta clasificación es considerando el suelo como un material, es decir que sirve para identificar la calidad de una porción de suelo, de una muestra, sin relacionarla con el conjunto de la masa, ni juzgar sobre la abundancia o escasez de la misma.

El resultado de todos los análisis realizados se encuentra en el anexo 8.3 Ensayos de Laboratorio.

CLASIFICACIÓN SUELOS SEGÚN CASAGRANDE (S.U.C.S: sistema unificado de clasificación de suelos)					
SUELO DE PARTICULAS GRUESAS (Más de la mitad retenido en el tamiz 0.060 mm)	GRAVAS (Más de la mitad de la fracción gruesa retenido en el tamiz 5mm)	GRAVAS LIMPIAS	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con un poco o nada de fino	$C_u > 4$ $1 < C_c < 3$
		GRAVAS CON FINOS	GP	Gravas bien graduadas, mezclas de grava con un poco o nada de fino	No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW
			GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	Límites Atterberg debajo de la "línea A" o $IP < 4$
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	Límites Atterberg arriba de la "línea A" o $IP > 7$		
	ARENAS (Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5mm)	ARENA LIMPIA	SW	Arenas bien graduadas, arenas con gravas, poco o nada de finos	$C_u > 4$ $1 < C_c < 3$
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos	No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW
ARENA CON FINOS		SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limo	Límites Atterberg debajo de la "línea A" o $IP < 4$	Arriba de la "línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos frontera que requieren el uso de símbolos dobles
SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	Límites Atterberg arriba de la "línea A" o $IP > 7$			
SUELO DE PARTICULAS FINAS (Más de la mitad retenido en el tamiz 0.060 mm)	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos		
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres		
		OL	Limos inorgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas		
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PI	Turbas y otros suelos altamente orgánicos			

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Análisis de la cimentación

A continuación se analizan las posibilidades de cimentación, atendiendo a las características de la obra prevista facilitadas por la propiedad y el autor de proyecto:

Número de sótanos:	0	
Cota 0.0 m (a efectos del presente informe)	Cota topográfica 421.80 (Calle principal en punto más elevado en límite de la parcela.)	
COTA DE CIMENTACIÓN PREVISTA	Respecto a 0.0 m	- 1.00 a – 4.30 tratándose de cimentación escalonada a lo largo de la calle principal, adaptándose a la pendiente de la misma.
	Topográfica	420.8 a 417.5 m (escalonada)

En base a lo anterior la cimentación prevista se apoya en el siguiente tipo de suelo/roca:

COTA DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA Y NIVEL DE APOYO DE CIMENTACIÓN	El nivel de apoyo de la cimentación recomendado es la roca esquistosa meteorizada en diferentes grados, coincidiendo aproximadamente en el 50% de la zona de actuación con la cota prevista. En el resto, debido a la presencia de un espesor de relleno hasta 1.90 m deberá aumentarse la profundidad de cimentación, hasta superarlo.
---	---

El nivel de cimentación previsto, coincide por tanto con materiales de diferente consistencia, según el grado de meteorización del sustrato rocoso, incluso con el nivel de relleno detectado.

Teniendo en cuenta el tipo de suelo/roca de apoyo de la cimentación se determina la tensión admisible, se analizan los asientos previstos y se determina la tipología de cimentación más recomendada. .

A continuación se describen los métodos aplicados para determinar la tensión admisible.

6.1.1.a Tensión admisible (roca)

Se aplica al nivel geotécnico 4, en la zona de S-1 y PD-1; alcanzado una vez se supera el relleno existente. Para determinar la tensión admisible se aplica la siguiente expresión:

$$\sigma_{adm} = \rho_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot (q_u / \rho_0)^{1/2}$$

Donde:

ρ_0 = presión de referencia deberá tomarse un valor de 1 Mpa

q_u = resistencia a compresión simple de la roca sana

$\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3$ = parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento entre litoclasas

Influencia del tipo de roca

$$\alpha_1 = (10 \cdot q_t / q_u)^{1/2}$$

q_t = resistencia a tracción simple

Grupo	Nombre genérico	Ejemplos	α_1
1	rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	calizas dolomías y mármoles puros. Calcarenitas de baja porosidad	1
2	rocas ígneas y rocas metamórficas	granitos, cuarcitas, andesitas, riolitas, pizarras esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal).	0,8
3	rocas sedimentarias y alguna metamórfica	calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados, pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada) Yesos.	0,6
4	rocas poco soldadas	areniscas limolitas y conglomerados poco cementados. Margas	0,4

Influencia del grado de meteorización

Grado de meteorización	α_2
I (Roca sana o fresca)	1
II (roca ligeramente meteorizada)	0,7
III (roca moderadamente meteorizada)	0,5

Influencia del espaciado entre litoclasas

α_3 = mínimo entre los dos valores siguientes a y b:

$$a = (s/1m)^{1/2} \quad b = (RQD/100)^{1/2}$$

s = Espaciamiento entre las litoclasas expresado en m. Se utilizará el correspondiente a la familia de diaclasas que conduzca a un valor menor.

1m se utiliza para hacer adimensional la expresión correspondiente.

RQD. Valor del parámetro en tanto por ciento

s (m) α_3	0.10	a	0.32
RQD (%) α_3	90	b	0.95

DATOS APLICADOS

Resistencia a compresión simple q_u (Mpa)	Influencia del tipo de roca α_1	Influencia del grado de meteorización α_2	Influencia del espaciado de litoclasas α_3
28.8	0.8	0.5	0.32

RESULTADO

Tensión admisible (Mpa)	0.69	Tensión admisible (Kg/cm ²)	6.87
-------------------------	-------------	---	-------------

6.1.1.b Tensión admisible (roca muy meteorizada o suelo)

Se aplica el nivel geotécnico 2 y 3; clasificándose como arenas limosas no plásticas. Para determinar la tensión admisible se aplica la siguiente expresión:

$$Q_n = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (\text{zapata corrida})$$

$$Q_n = 1.2 c N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma \quad (\text{zapata cuadrada o circular})$$

Siendo:

q = sobrecarga sobre el nivel de cimentación

B = ancho de la zapata corrida

γ = peso específico del terreno bajo el nivel de cimentación

c = cohesión bajo el terreno de cimentación

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga, funciones de ϕ

Aplicando la expresión anterior los valores resultan muy elevados debido a los altos factores de capacidad de carga, dependientes del ángulo de rozamiento interno; no quedando garantizados los asientos. Por ello se estima conveniente determinar la tensión admisible mediante las expresiones de Terzaghi para suelos granulares. En este tipo de suelos la capacidad portante no suele ser limitante y si los asientos que se producen. Según Terzaghi, en suelos granulares, la capacidad portante se determina según:

$$\sigma_{adm} = N.Sa.W'.K_d / 8 \quad \text{si } B \leq 1,20$$

$$\sigma_{adm} = N.Sa.(B+0,3/B)^2.W'.K_d / 12 \quad \text{si } B \geq 1,20$$

Siendo:

σ_{adm} : la presión admisible por consideración de asiento en Kg/cm²

N: el valor del ensayo dinámico o S.P.T.

Sa: el asiento considerado en pulgadas.

B: el ancho del cimiento en metros.

W': factor de corrección por efecto de sumergencia.

K_d: factor de corrección por efecto de profundidad.

Se aplica un factor de corrección que afecta al valor N aplicado en el cálculo. Dicho factor es 1,27; incluyendo una corrección por energía de caída en el ensayo y la correlación entre SPT y DPSH.

A continuación se exponen los datos y resultados obtenidos según el tipo de cimentación y su correspondiente zona de influencia. Se aplica un valor medio de N :

Ensayo	Profundidad del nivel de cimentación en el ensayo	S (asiento)	ZAPATAS		LOSA	
			N	Tensión admisible (kg/cm ²)	N	Tensión admisible (kg/cm ²)
S-2 y PD-2	1.70 a 1.20	1" (2,54 cm)	25	3.13-2.52		

Nota: los valores medios de N, se obtienen para anchos de cimiento medios entre 1 y 3 m.

6.1.2. Asientos

Cimentación en roca:

En la zona de cimentación en roca los asientos pueden considerarse nulos a efectos de las cargas reducidas que la estructura transmitirá al mismo, considerándose como nivel indeformable.

Cimentación en suelo o roca completamente meteorizada:

La determinación de la tensión admisible con la expresión anterior, da resultados para previsiones de asientos inferiores a 1". Los asientos reales suelen ser inferiores. En todo caso se realiza una evaluación de los mismos mediante el método de Burland y Burbidge.

$$S_i = f_i \cdot f_s \cdot q' \cdot B^{0,7} \cdot I_c$$

S_i = asiento medio (mm)
 q' = tensión efectiva bruta (KN/m²)
 B = ancho de la zapata o losa en metros
 I_c = Índice de compresibilidad, en función del spt
 H_s = profundidad hasta la capa rígida
 Z_i = profundidad de influencia de la cimentación

$$f_s = (1,25 \cdot L/B) / (L/B) + 0,25$$

$$f_i = (H_s/Z_i) (2 - (H_s/Z_i))$$

$$I_c = 1,7/N^{1,4}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Zapatas: asientos para $\sigma_{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2$							
Profundidad capa rígida	B (ancho de cimiento)	N	ASIENTO (cm)	Profundidad capa rígida	B (ancho de cimiento)	N	ASIENTO (cm)
$H_s = 1.0 \text{ m}$	1-2	25	0.70-0.95				

Los resultados obtenidos son por lo tanto inferiores a los que limita la Norma Básica de la Edificación AE-88, estando igualmente las distorsiones angulares por debajo del valor límite para las fisuraciones (1/500).

Nota: el cálculo de asientos debe considerarse una aproximación, estableciendo unas condiciones globales, puesto que su análisis real requeriría un estudio prácticamente directo sobre cada uno de los cimientos.

6.1.3. Cimentación recomendada

Teniendo en cuenta las características geotécnicas del terreno, el tipo de obra proyectado y los parámetros de cálculo expuestos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la cota de cimentación prevista y las características del terreno, se diferencian dos grandes zonas: **zona 1, paralela a calle principal de acceso (perfil A-B), y zona 2, paralela a calle peatonal (perfil C-D)**. En la primera la cimentación se presenta escalonada, adaptándose al nivel de la calle, situándose en general entre -0.5 y -1.5 m respecto al nivel de calle. En esta zona la cimentación prevista generalmente superará el nivel de relleno, al ser reducido. En todo caso, el objetivo es superar dicho relleno. La cimentación se apoyará en el nivel geotécnico 2 y 3 principalmente. En la segunda zona (zona 2), el nivel de cimentación previsto se mantiene a la misma cota, - 1.0 m inicialmente; si bien el espesor de relleno es más elevado, hasta 1,90 m respecto a la rasante del terreno, por lo que será necesario aumentar la profundidad de cimentación. La cimentación se apoyará en el nivel geotécnico 4, puntualmente 3. Se superará el relleno.
- En consecuencia se **recomienda una cimentación mediante zapatas a la cota prevista en la zona 1, y cimentación mediante zapatas sobre pozos de hormigón pobre o ciclópeo de aprox. 0,90 m de profundidad en zona 2**. El objetivo es superar el tramo de relleno.
- Tal como se ha determinado en el apartado anterior, la cimentación se apoyará en diferentes niveles geotécnicos, pudiendo diferenciar básicamente una zona de capacidad portante muy elevada (zona 2) y una zona de capacidad portante media-alta (zona 1). Puesto que la edificación sólo presenta planta baja y la repercusión de diferenciar dos tensiones admisibles es reducida, se recomienda adoptar el menor valor. En consecuencia se recomienda **adoptar la siguiente tensión admisible:**

$$\sigma_{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = 250 \text{ KN/m}^2$$

6.2. Módulo de Balasto

A continuación se indican valores orientativos del K_{30} (Coeficiente de Balasto) en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	K_{30} (kp/cm ³) para placa de 1 pie ²
**Suelo fangoso.....	0,50 - 1,50
*Arena seca o húmeda, suelta (N_{SPT} 3 a 9).....	1,20 - 3,60
*Arena seca o húmeda, media (N_{SPT} 9 a 30).....	3,60 - 12,00
*Arena seca o húmeda, densa (N_{SPT} 30 a 50).....	12,00 - 24,00
*Grava fina con arena fina.....	8,00 - 10,00
*Grava media con arena fina.....	10,00 - 12,00
*Grava media con arena gruesa.....	12,00 - 15,00
*Grava gruesa con arena gruesa.....	15,00 - 20,00
*Grava gruesa firmemente estratificada.....	20,00 - 40,00
**Arcilla blanda (q_u 0,25 a 0,50 kg/cm ²).....	0,65 - 1,30
**Arcilla media (q_u 0,50 a 2,00 kg/cm ²).....	1,30 - 4,00
**Arcilla compacta (q_u 2,00 a 4,00 kg/cm ²).....	4,00 - 8,00
Arcilla margosa dura (q_u 4,00 a 10,00 kg/cm ²).....	8,00 - 21,00
Marga arenosa rígida.....	21,00 - 44,00
Arena de miga y tosco.....	22 - 110
Marga.....	22 - 2200
Caliza margosa alterada.....	150 - 220
Caliza sana.....	885 - 36000
Granito meteorizado.....	30 - 9000
Granito sano.....	1700 - 3600

* = Los terrenos granulares si están sumergidos tomarán un K_{s1} igual a los de la tabla multiplicados por 0,60.

** = Los valores considerados corresponden a cargas de corta duración.

Si se consideran cargas permanentes que produzcan Q y M y ha de tener lugar la consolidación, se multiplican los valores de la tabla por 0,25

En función del tipo de sustrato existente en el solar se recomienda adoptar de modo global, a la cota de cimentación, el siguiente coeficiente de balasto.

Coeficiente de balasto	
	Suelo: $K_{30} = 5 \text{ Kg/cm}^3$

El coeficiente de balasto horizontal, en caso de ser necesario, puede calcularse en base las fórmulas de Terzaghi y Broms:

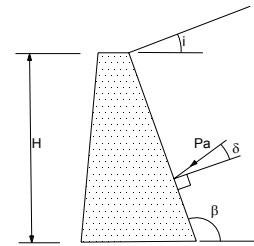
Caso de fuste rectangular: $K_H = 0.75 E_0/B$

Caso de fuste circular $K_H = 0.75 E_0/D$

6.3. Resistencia del terreno frente a acciones horizontales

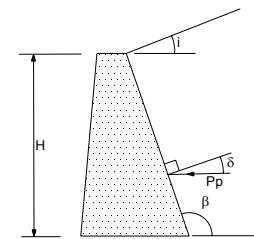
Coefficiente de empuje activo:

$$K_A = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \times \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') \times \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$



Coefficiente de empuje pasivo:

$$K_P = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \times \operatorname{sen}(\beta + \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta - \delta) - \frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') \times \operatorname{sen}(\phi' + i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$



Coefficiente de empuje en reposo:

$$K_0 = (1 - \operatorname{sen} \phi') \times (R_{oc})^{1/2}$$

Siendo ϕ' el ángulo de rozamiento efectivo del terreno

R_{oc} la razón de sobreconsolidación definida en el anexo A de este DB. La fórmula no se debería utilizar para valores extremadamente altos de R_{oc} , superiores a 25-30.

Si el terreno se eleva a partir del muro con un ángulo $i \leq \phi'$ con respecto a la horizontal, la componente horizontal del empuje de tierras efectivo σ'_{ho} se puede relacionar con la tensión efectiva debida al peso por la relación K_{oi} que es igual a:

$$K_{oi} = K_o \times (1 - \operatorname{sen} i)$$

La dirección del empuje de tierras se puede suponer, entonces, paralela a la superficie del terreno.

- o No se prevé la ejecución de sótano. En todo caso, si se ejecutan pequeños muretes, a efectos de empujes sobre los mismos se recomienda adoptar los siguientes parámetros:

Suelo y roca grado V-IV:	$\phi = 35^\circ$	$c = 0.5 \text{ T/m}^2$	$\gamma = 1.9 \text{ T/m}^3$
Relleno:	$\phi = 25^\circ$	$c = 0.5 \text{ T/m}^2$	$\gamma = 1.7 \text{ T/m}^3$

6.4. Grados de impermeabilidad

Dichos coeficientes cuantifican los datos relativos al terreno y al agua para la aplicación del DB SH-1 Protección Frente a la Humedad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido tanto a los Muros como a los Suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 y 2.3 respectivamente (Documento Básico HS Salubridad, Sección HS-1) en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera:

- Baja: cuando la cara inferior del Suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- Media: cuando la cara inferior del Suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- Alta: cuando la cara inferior del Suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Grado de impermeabilidad mínimo exigido para Muros:

TABLA 2.1 (DB HS, HS-1)

Presencia de Agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

Nivel Freático	Coeficiente de permeabilidad	Presencia de agua	Grado de impermeabilidad para Muros
2.25 a 4.05 m respecto a rasante del terreno	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	BAJA	1 (a priori no se prevé ejecución de sótano por lo que no se aplicaría éste valor)

Nota: tal como se indica en el apartado 4.4 Medición del nivel freático, éste es una medida puntual en el tiempo, de modo que pueden producirse oscilaciones naturales de forma que puede afectar a la clasificación de "presencia de agua". En la clasificación, se tiene en cuenta este hecho y se opta por aportar el valor más adecuado en cada caso.

Grado de impermeabilidad mínimo exigido para Suelos:

TABLA 2.3 (DB HS, HS-1)

Presencia de Agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Nivel Freático	Coeficiente de permeabilidad	Presencia de agua	Grado de impermeabilidad para Suelos
2.25 a 4.05 m respecto a rasante del terreno	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	BAJA	2

Nota: tal como se indica en el apartado 4.4 Medición del nivel freático, éste es una medida puntual en el tiempo, de modo que pueden producirse oscilaciones naturales de forma que puede afectar a la clasificación de "presencia de agua". En la clasificación, se tiene en cuenta este hecho y se opta por aportar el valor más adecuado en cada caso.

Nota: puesto que la "presencia de agua" depende de la cota de Suelo, los valores recomendados anteriormente, tanto para Muros como para Suelos, pueden variar según la cota final de éste. A partir de los datos indicados en los cuadros anteriores ("nivel freático" y "coeficiente de permeabilidad") podrán determinarse los grados de impermeabilidad para las nuevas cotas de Suelo, en el caso de que varíen respecto a los datos facilitados inicialmente. Los valores indicados del grado de impermeabilidad corresponden a los obtenidos según las características de permeabilidad del terreno y la presencia de agua determinada a partir de los datos facilitados por el Promotor en cuanto a cota de Suelo.

A continuación se indican valores orientativos del coef. de permeabilidad en diferentes tipos de terreno:

VALORES ORIENTATIVOS DEL COEF. DE PERMEABILIDAD	K_s (cm/s)
Grava limpia	> 10
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10^{-3}
Arena fina, limo, mezcla de arenas, limos y arcillas	$10^{-3} - 10^{-7}$
Arcilla	$< 10^{-7}$

6.5. Excavabilidad

En base a los ensayos realizados se obtiene el índice de excavabilidad a partir de varios parámetros geotécnicos.

CLASE	FACILIDAD DE EXCAVACIÓN	INDICE (W+S+J+B)	EQUIPO DE EXCAVACIÓN	MODELOS DE EQUIPOS EMPLEADOS
1	Muy fácil	< 40	Tractores de ripado Dragalinas Excavadoras	-Tractor -Dragalina 5m ³
2	Fácil	40-50		-Tractor -Dragalina > 8m ³ -Excavación de Cables > 5m ³
3	Moderadamente difícil	50-60	Dragalinas Excavadoras	-Tractor-Excavadora-Pala Cargadora -Excavadora Hidráulica > 3m ³
4	Difícil	60-70		-Tractor-Excavadora-Pala Cargadora -Excavadora Hidráulica > 3m ³
5	Muy difícil	70-95	Excavadoras	-Excavadora Hidráulica > 3m ³
6	Extremadamente difícil	95-100		-Excavadora Hidráulica > 7m ³
7	Marginal sin voladura	> 100		-Excavadora Hidráulica > 10m ³

Se establece un índice de excavabilidad del terreno para el desmante a realizar:

EXCAVABILIDAD	Relleno, suelo y esquistos muy meteorizados (grado V)	MUY FÁCIL Y FÁCIL
	Esquistos moderadamente meteorizados (grado IV)	DIFÍCIL Y MUY DIFÍCIL
	Esquistos ligeramente meteorizados (grado III-II)	NO PODRÁ REALIZARSE

Nota: es conveniente contrastar los datos expuestos en este apartado con clasificaciones o tablas de ripabilidad y excavabilidad que generalmente acompaña las especificaciones de la maquinaria que se pretenda emplear en las tareas de desmante; puesto que el tipo de maquinaria y su potencia son determinantes.

6.6. Taludes y elementos de contención

En aquellos casos en que se requiera excavación provisional de taludes se recomienda a modo de criterios generales:

- En niveles de rellenos antrópicos, niveles de tierra vegetal o suelos muy sueltos se pueden adoptar taludes 1H:1V. Si dichos taludes pueden estar varios meses abiertos se deben considerar taludes 2H:1V. Estas recomendaciones son válidas para alturas de excavación inferiores a 5 m y siempre que los edificios y viales del entorno se sitúen a distancias superiores a la altura máxima de excavación.
- Para alcanzar la cota de cimentación de 1 sótano si no existe posibilidad de ejecutar taludes con dichas proporciones se recomienda una ejecución por bataches cortos alternativos siguiendo las recomendaciones NTE A+C, hormigonados lo más rápidamente posible una vez abiertos.
- En el caso de desniveles de más de cinco metros se recomienda la ejecución de muros colgados convenientemente anclados ejecutados mediante bataches cortos.

Con estas recomendaciones generales se pretende evitar el riesgo de inestabilidad en las cimentaciones y viales anexos a la parcela.

No se prevé la ejecución de sótano, por lo que la excavación prevista será muy reducida, no requiriendo medidas especiales de excavación y contención.

En todo caso puesto que en la zona 2 será necesario profundizar la cimentación más de lo previsto inicialmente, se recomienda ejecución mediante bataches o bien ángulo de talud tendido, puesto que hay disponibilidad de espacio. Esta medida puede aplicarse también a la zona 1.

6.7. Otras recomendaciones

- Debido a la complejidad natural en las características del terreno, es recomendable inspeccionar el fondo del vaciado a realizar para construir la cimentación, con el objeto de no pasar por alto la existencia de zonas excesivamente blandas y rellenadas que no hayan sido detectadas en los ensayos realizados.
- Los valores de los parámetros del terreno se han comprobado con los valores representativos para suelos propuestos por Terzaghi y Peck, 1948; Grundbau-Taschenbuch 1980; EAU-1970. En los casos en que se trata de valores estimados hemos adoptado un valor ligeramente conservador. El valor de ϕ se ha comprobado mediante las expresiones de Meyerhoff (1965) basadas en la densidad relativa (DR%) y la expresión propuesta por Muromachi (1974) a partir del valor N_{spt} :

N_{SPT}	Compacidad	Φ ángulo rozamiento interno arenas
<4	Muy floja	<29°
4-10	Floja	29°-30°
10-30	Media	30°-36°
30-50	Densa	36°-41°
>50	Muy densa	>41

Muromachi (1974):	$\phi = 20 + 3.5\sqrt{N}$
Meyerhoff (1965)	

CARACTERÍSTICAS MEDIAS DE LOS SUELOS PARA ANTEPROYECTOS (EAU-1970)						
CLASE DE SUELO	PESO ESPECÍFICO		VALORES DE CÁLCULO			MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD
	γ_3 (t/m ³)	γ_{surg} (t/m ³)	RESISTENCIA FINAL		RESISTENCIA INICIAL	
			Ángulo de rozamiento (°)	Cohesión c' (t/m ²)	Resistencia al corte sin drenaje c_u (t/cm ²)	E_{s2} t/m ²
SUELOS NO COHESIVOS						
Arena suelta, redondeada	1.8	1.0	30	-	-	2000-5000
Arena suelta, angulosa	1.8	1.0	32.5	-	-	4000-8000
Arena semidensa redondeada	1.9	1.1	32.5	-	-	5000-10000
Arena semidensa angulosa	1.9	1.1	35	-	-	8000-15000
Grava sin arena	1.6	1.0	37.5	-	-	10000-20000
Grava gruesa, angulosa	1.8	1.1	40	-	-	15000-30000

7. RESUMEN

- ARTURO SILVOSA PÉREZ, solicita los servicios de INVECO, S.L. para realizar el estudio geotécnico del solar en el que se pretende acometer la construcción de “GARDERÍA INFANTIL SAN FIZ”, promoción del **EXCMO. CONCELLO DE LUGO**.

LOCALIZACIÓN	Parcela 10-C, manzana E, plan parcial de ordenación Sur-K (Lugo).
Nº DE PLANTAS	Planta baja.
SUPERFICIE	Planta baja: 825.05 m ²

- El terreno existente en la parcela donde se pretende realizar la obra está constituido por:
 - **Nivel geotécnico 1: relleno:** suelo de diferentes naturalezas, con escombros, fragmentos de roca y tierra vegetal, asociado a tareas de excavación para préstamo y posterior relleno de la misma. Es generalizado en toda la parcela, aunque afecta principalmente a la zona de S-1 y PD-1, donde presenta mayor espesor, hasta 1,90 m. En el resto su espesor medio es de 1,0 m en los puntos de ensayo. No se descarta que su espesor pueda variar. En todo caso debe ser superado en profundidad por la cimentación. Nula calidad geotécnica.
 - **Nivel geotécnico 2: suelo y roca totalmente meteorizada (grado V según ISRM):** se trata de arenas limosas de color marrón. Su consistencia es alta, con valores $N_{20} > 25$ y $N_{SPT} > 25$. Sólo se detecta en S-2, y PD-2.

MUESTRA	Clasificación U.S.C.S.	LL-LP-IP	Cernido # 0.08 (%)	Densidad aparente (T/m ³)	Ángulo de rozamiento int.: ϕ (°)	Cohesión: c (kpa)
M-144/09	SM	NO-NO-NO	24.80			
ESPESOR DETECTADO			0 a 1.20			m
PROFUNDIDAD DE APARICIÓN			1.0 a 1.90 m respecto a rasante del terreno			m
Consistencia ($N_{20} - N_{SPT}$)			>20 (compacto)			

- **Nivel geotécnico 3: roca muy meteorizada (IV según ISRM).** Roca blanda. Se considera como un suelo a efectos de cálculo, presentando una consistencia muy elevada. Color marrón. Constituye un nivel de tránsito al sustrato rocoso prácticamente sano. Sólo se detecta en S-2, y posiblemente en PD-2.

ESPESOR	0 a 2.0 m
PROFUNDIDAD DE APARICIÓN	2.0 a 2.40 m respecto a rasante del terreno
Consistencia ($N_{20} - N_{SPT}$)	Rechazo

- **Nivel geotécnico 4: sustrato rocoso moderadamente meteorizado (III-II según ISRM):** esquistos de la Serie de Villalba, meteorizados en grado III-II según ISRM. Color grisáceo y marrón grisáceo.

Grado de meteorización	III-II	Escala ISRM		
Densidad aparente	2.67	T/m ³		
Rotura a compresión simple (q_u)	288.99	Kg/cm ²		
Fracturas:		Familia 1	Familia 2	Familia 3
	Orientación	40°	70°	° respecto a eje de sondeo
	Espaciado	5-20	30-200	cm
	Estado y rugosidad	Rugosas y rellenas con óxidos de Fe y cuarzo	Rugosas y rellenas con óxidos de Fe y cuarzo	
R.Q.D.	90			

PROFUNDIDAD DE APARICIÓN	1.90 a 4.40 m respecto a rasante del terreno
--------------------------	--

Tal como se aprecia en las secciones geotécnicas la distribución de los diferentes niveles geotécnicos es variable en cuanto a la profundidad de aparición y espesor de los mismos, aunque existe una tendencia a aumentar el grado de meteorización del sustrato rocoso hacia la zona de menor cota de la parcela. En consecuencia aumenta el espesor de los tramos indicados, y disminuye su consistencia, aunque se mantiene en valores elevados.

- En cuanto a tensión admisible y tipología de cimentación se recomienda:

Cota de cimentación prevista	Respecto a cota 0.0 m	- 1.00 a – 4.30 tratándose de cimentación escalonada a lo largo de la calle principal, adaptándose a la pendiente de la misma.
	Cota topográfica	420.8 a 417.5 m (escalonada en la zona 1)
Tipología de cimentación recomendada		Zapatas escalonadas en la zona 1 y zapatas con pozos en la zona 2 (máx. 0,90 m)
Tensión admisible recomendada		2.5 kg/cm ² (250 KN/m ²)

- A continuación se resumen varias características:

AGRESIVIDAD	Suelo / Roca	NO AGRESIVO
	Agua	NO AGRESIVA
TIPO DE AMBIENTE RECOMENDADO		Ila

MÓDULO DE BALASTO		Suelo: K ₃₀ = 5 Kg/cm ³	
GRADO DE IMPERMEABILIDAD	Muros	1 (a priori no se prevé sótano, por lo que éste factor no es aplicable).	
	Suelo (soleras)	2	
EXCAVABILIDAD	Nivel geotécnico 1y 2	Relleno, suelo y roca totalmente meteorizada	MUY FÁCIL Y FÁCIL
	Nivel geotécnico 3	Roca muy meteorizada (IV)	DIFÍCIL Y MUY DIFÍCIL
	Nivel geotécnico 4	Roca ligeramente meteorizada (II-III)	NO EXCAVABLE

- Referente a la excavación y taludes se recomienda:

No se prevé la ejecución de sótano, por lo que la excavación prevista será muy reducida, no requiriendo medidas especiales de excavación y contención.


En todo caso puesto que en la zona 2 será necesario profundizar la cimentación más de lo previsto inicialmente, se recomienda ejecución mediante bataches o bien ángulo de talud tendido, puesto que hay disponibilidad de espacio. Esta medida puede aplicarse también a la zona 1.

Las conclusiones y recomendaciones expuestas en el presente informe, responden a la elaboración y discusión de los datos resultantes de ensayar en laboratorio las muestras seleccionadas, así como de los datos obtenidos "in situ" en la campaña de campo proyectada. Son todos ellos valores y datos puntuales, que se hacen extensivos al resto de la parcela.

El presente informe consta de portada y - 38 - páginas numeradas correlativamente, y sus correspondientes anexos.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe.

AUTOR DEL INFORME



José Luis Canoura Fraga
Geólogo. Colegiado nº 3380

Vº Bº DIRECTOR TÉCNICO



Antonio López Vega

8. ANEXOS

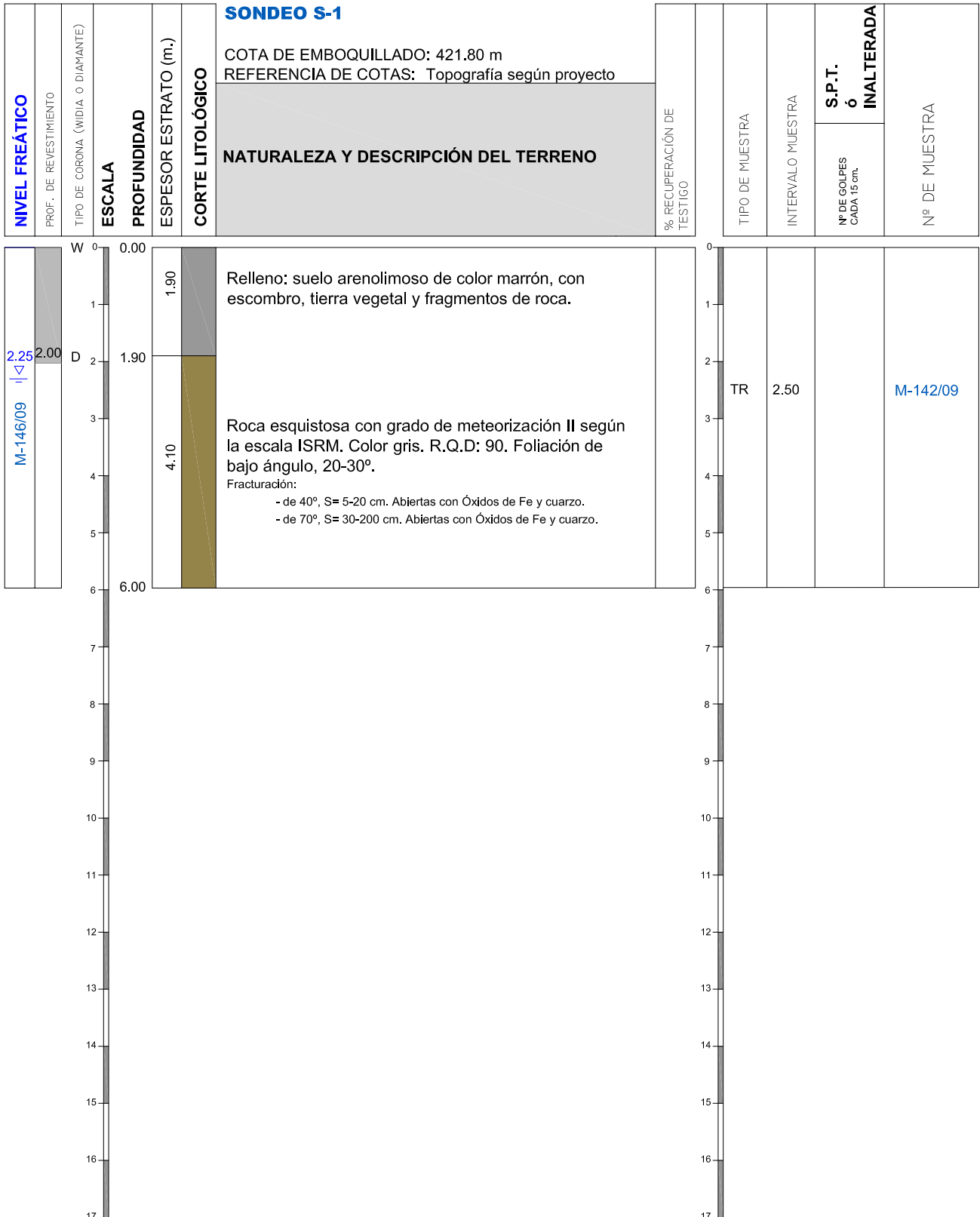
8.1 REGISTRO DE SONDEOS

REGISTRO DE SONDEOS

Expte.: **G-018/09**

EMPLAZAMIENTO: PARCELA 10 C, MANZ. E – SUR K (LUGO)
PETICIONARIO: CONCELLO DE LUGO

FECHA DE COMIENZO: 23-01-09
FECHA DE FINALIZACIÓN: 23-01-09



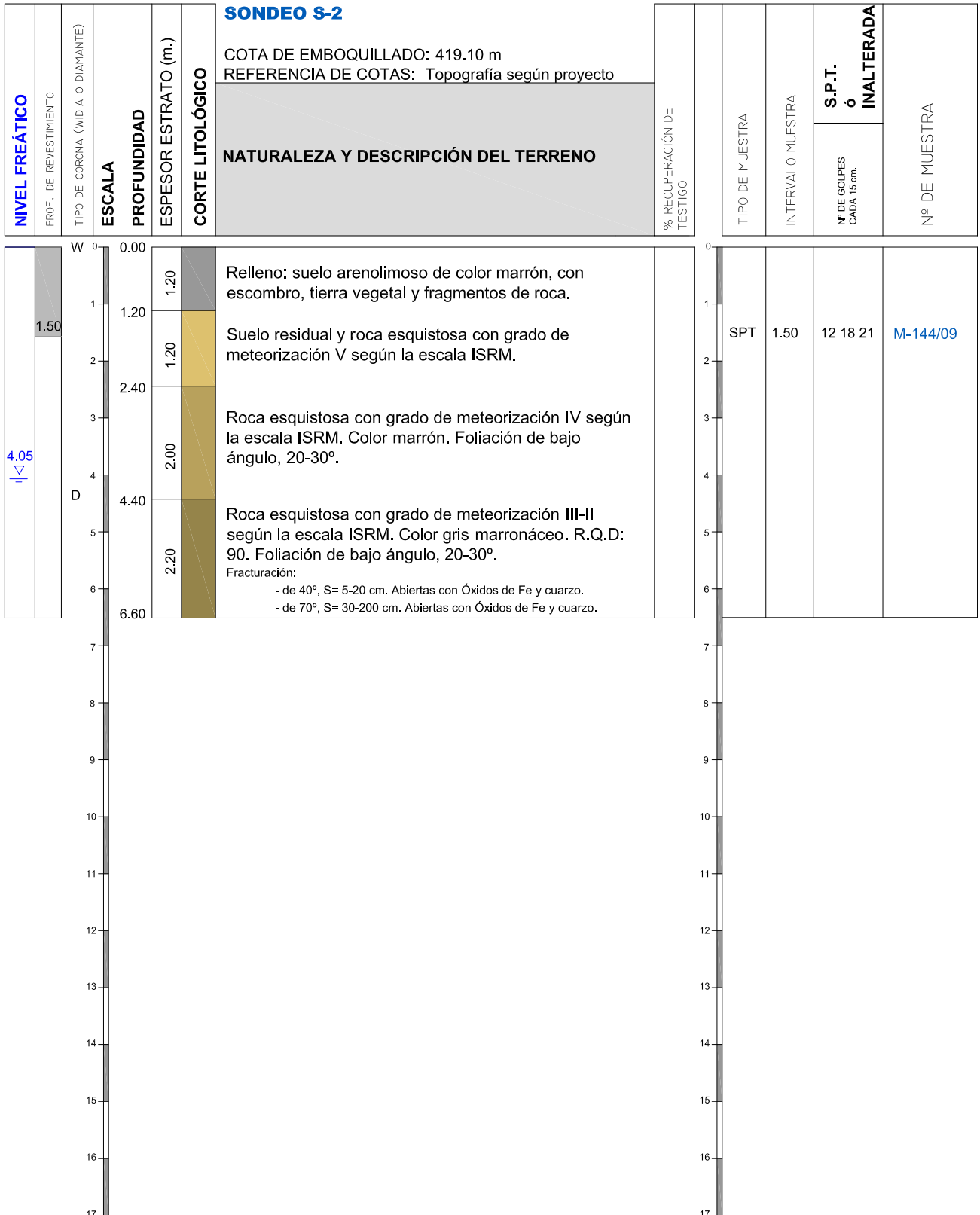
Ø REVESTIMIENTO (MM.): 98 || Ø BATERÍA: B-86 || SPT (ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR), MI (MUESTRA INALTERADA), TR (TESTIGO DE ROCA; TRP SI ES PARAFINADO)

REGISTRO DE SONDEOS

Expte.: **G-018/09**

EMPLAZAMIENTO: PARCELA 10 C, MANZ. E – SUR K (LUGO)
PETICIONARIO: CONCELLO DE LUGO

FECHA DE COMIENZO: 26-01-09
FECHA DE FINALIZACIÓN: 26-01-09



Ø REVESTIMIENTO (MM.): 98 || Ø BATERÍA: B-86 || SPT (ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR), MI (MUESTRA INALTERADA), TR (TESTIGO DE ROCA; TRP SI ES PARAFINADO)

8.2. REGISTRO DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA SUPERPESADA (DPSH)

ESTUDIO GEOTÉCNICO: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH)

G-018/09

COTA: 421,50 m
REFERENCIA: topografía según proyecto
ESTIMACIÓN NIVEL FREÁTICO:

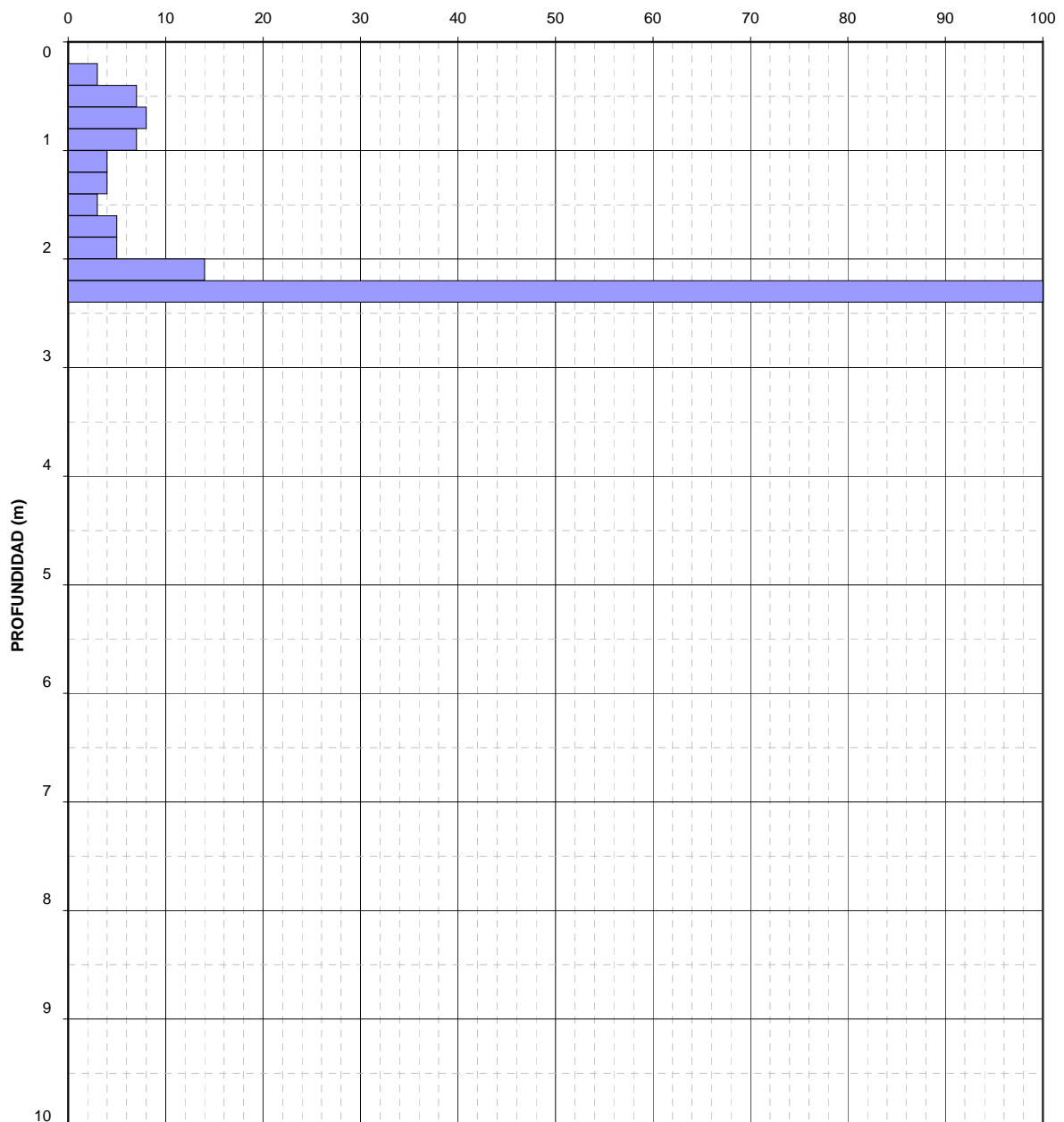
ENSAYO PD- 1
Fecha: 20/01/2009

VALORES N20

0 m - 1 m	1 m - 2 m	2 m - 3 m	3 m - 4 m	4 m - 5 m	5 m - 6 m	6 m - 7 m	7 m - 8 m	8 m - 9 m	9 m - 10 m
0,0-0,2 0	1,0-1,2 4	2,0,2,2 14	3,0-3,2	4,0-4,2	5,0-5,2	6,0-6,2	7,0-7,2	8,0-8,2	9,0-9,2
0,2-0,4 3	1,2-1,4 4	2,2-2,4 100	3,2-3,4	4,2-4,4	5,2-5,4	6,2-6,4	7,2-7,4	8,2-8,4	9,2-9,4
0,4-0,6 7	1,4-1,6 3	2,4-2,6	3,4-3,6	4,4-4,6	5,4-5,6	6,4-6,6	7,4-7,6	8,4-8,6	9,4-9,6
0,6-0,8 8	1,6-1,8 5	2,6-2,8	3,6-3,8	4,6-4,8	5,6-5,8	6,6-6,8	7,6-7,8	8,6-8,8	9,6-9,8
0,8-1,0 7	1,8-2,0 5	2,8-3,0	3,8-4,0	4,8-5,0	5,8-6,0	6,8-7,0	7,8-8,0	8,8-9,0	9,8-10,0

GRÁFICO DE ENSAYO DPSH

VALORES N20



ESTUDIO GEOTÉCNICO: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH)

G-018/09

COTA: 420,60 m
REFERENCIA: topografía según proyecto
ESTIMACIÓN NIVEL FREÁTICO:

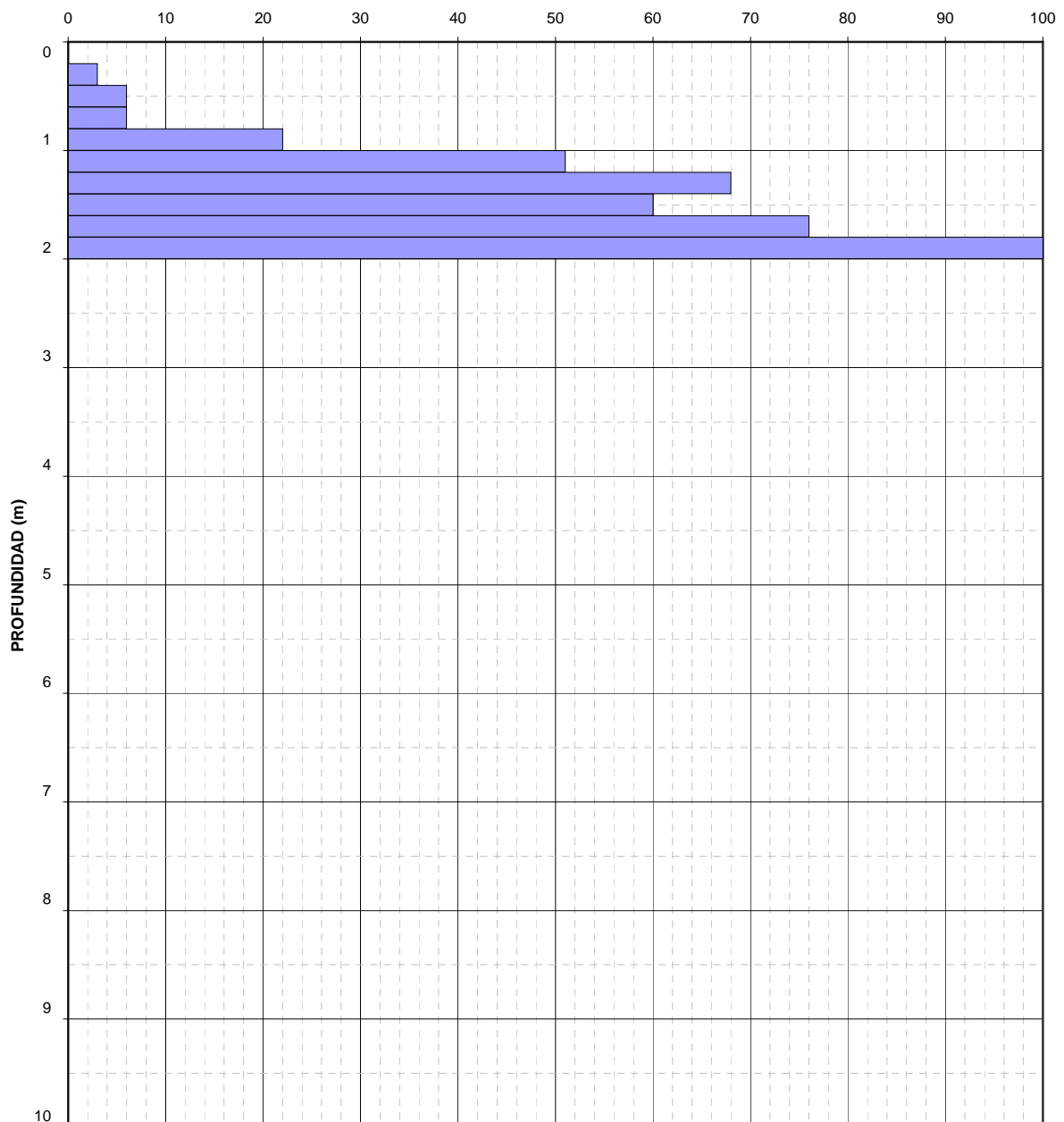
ENSAYO PD- 2
Fecha: 20/01/2009

VALORES N20

0 m - 1 m	1 m - 2 m	2 m - 3 m	3 m - 4 m	4 m - 5 m	5 m - 6 m	6 m - 7 m	7 m - 8 m	8 m - 9 m	9 m - 10 m
0,0-0,2 0	1,0-1,2 51	2,0,2,2	3,0-3,2	4,0-4,2	5,0-5,2	6,0-6,2	7,0-7,2	8,0-8,2	9,0-9,2
0,2-0,4 3	1,2-1,4 68	2,2-2,4	3,2-3,4	4,2-4,4	5,2-5,4	6,2-6,4	7,2-7,4	8,2-8,4	9,2-9,4
0,4-0,6 6	1,4-1,6 60	2,4-2,6	3,4-3,6	4,4-4,6	5,4-5,6	6,4-6,6	7,4-7,6	8,4-8,6	9,4-9,6
0,6-0,8 6	1,6-1,8 76	2,6-2,8	3,6-3,8	4,6-4,8	5,6-5,8	6,6-6,8	7,6-7,8	8,6-8,8	9,6-9,8
0,8-1,0 22	1,8-2,0 100	2,8-3,0	3,8-4,0	4,8-5,0	5,8-6,0	6,8-7,0	7,8-8,0	8,8-9,0	9,8-10,0

GRÁFICO DE ENSAYO DPSH

VALORES N20



8.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIO GEOTECNICO: ENSAYOS DE LABORATORIO

G-018/09

DATOS DE LA OBRA:

Obra: GARDERÍA SAN FIZ
Promotor: EXCMO. CONCELLO DE LUGO
Situación: Parcela 10-C, manzana E, plan parcial de ordenación sur-K. (Lugo)

DATOS MUESTRAS:

Referencia	Localización	Identificación	Profundidad
M-142/09	S-1	Roca	2,00 m
M-144/09	S-2	Suelo	1,50 m
M-146/09	S-1	Agua	2,25 m

FECHAS ENSAYOS:

Inicio: 27/01/2009 **Finalización:** 28/01/2009 **Informe:** 28/01/2009

ENSAYOS SOLICITADOS:

Nº	Ensayo	Norma
1	Análisis Granulométrico	UNE 103.101
1	Determinación Límites de Atterberg	UNE 103.103-104
1	Ensayo Agresividad del Suelo	EHE
1	Ensayo Agresividad del Agua	EHE
1	Rotura a Compresión Simple en Roca	UNE 22 950-90

El presente informe de ensayos de laboratorio consta de 4 páginas numeradas correlativamente
Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización expresa del laboratorio

AUTOR DEL INFORME



INVECO
INVESTIGACIÓN Y CONTROL LUGO SL

Fdo.: José Luis Canoura Fraga
Geólogo

VºBº DIRECTOR TÉCNICO



INVECO

Fdo.: Antonio López Vega

ESTUDIO GEOTECNICO: ENSAYOS DE LABORATORIO

G-018/09

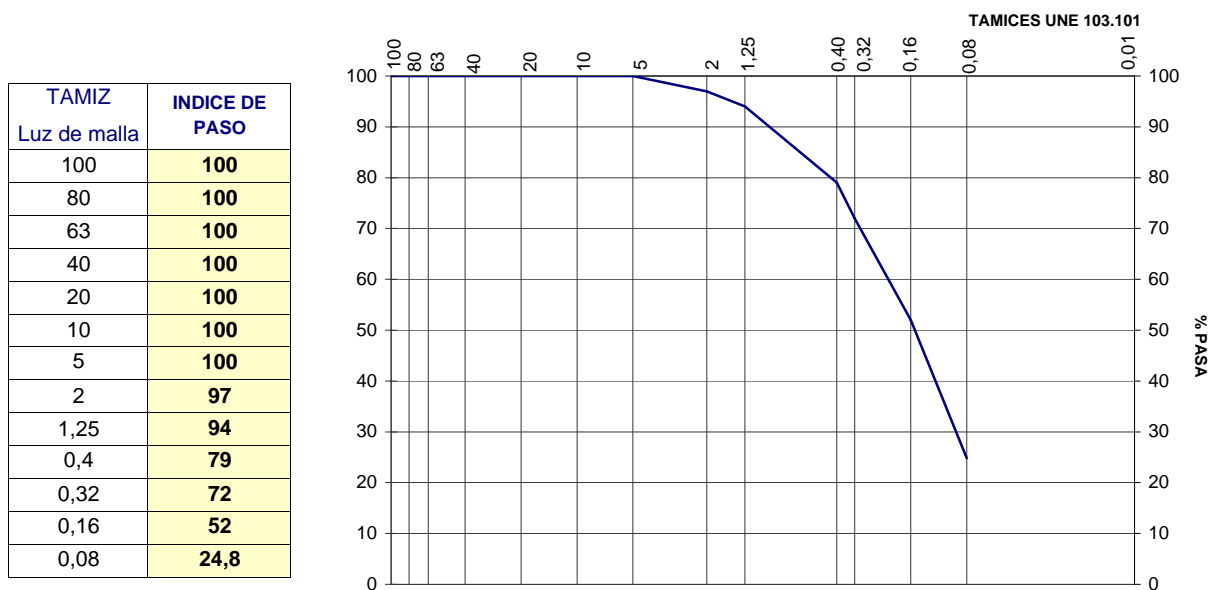
Muestra: M-144/09

Ubicación: S-2

Profundidad: 1,5 m

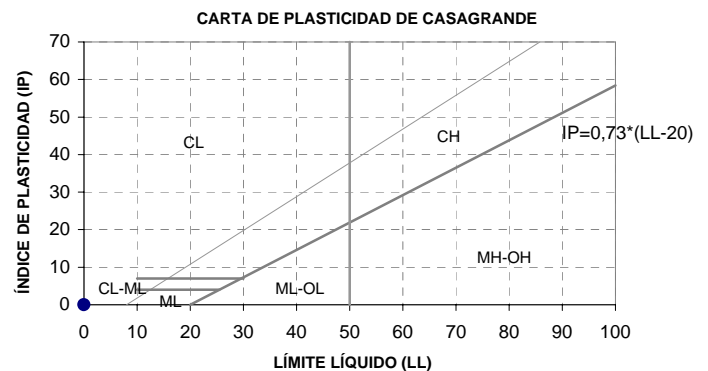
Fecha muestreo: 26/01/2009

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS



Límites de Atterberg: UNE 103.103-104

Límite líquido (%):	No tiene
Límite plástico (%):	No tiene
Índice de plasticidad:	No plástico



CLASIFICACIÓN U.S.C.S: **SM**

ENSAYOS DE DETERMINACIÓN AGRESIVIDAD SUELO (EHE)

PARÁMETRO	RESULTADO	Unidades
Acidez Baumman-Gully	0	ml/kg
Sulfatos	21	mg/kg

GRADO DE AGRESIVIDAD EHE		
DEBIL	MEDIO	FUERTE
>200	-	-
2000-3000	3000-12000	>12000

El suelo presenta para el hormigón: **No presenta agresividad**

Muestra: M-146/09

Ubicación: S-1

Profundidad: 2,25 m

Fecha muestreo: 26/01/2009

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD DEL AGUA

Profundidad Nivel Freático: 2,25 m
Tipo de agua: Freática y de infiltración
Propiedades del agua: Normal
Condiciones de contorno: Terreno urbano

Apariencia: Normal
Olor: Normal

ANÁLISIS DEL AGUA	
PARÁMETRO	RESULTADO
Valor del pH	6,8 mg/l
Magnesio (Mg ²⁺)	3,4 mg/l
Amonio	0,1 mg/l
Sulfato	26,0 mg/l
CO ₂	3,4 mg/l
Residuo Seco	154,0 mg/l

GRADO DE AGRESIVIDAD EHE		
DÉBIL	MEDIO	FUERTE
6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
15 - 30	30 - 60	> 60
200 - 600	600 - 3000	> 3000
15 - 40	40 - 100	> 100
150-75	75-50	< 50

El agua presenta para el hormigón: **No agresividad**

ESTUDIO GEOTECNICO: ENSAYOS DE LABORATORIO

G-018/09

Muestra: M-142/09

Ubicación: S-1

Profundidad: 2 m

Fecha muestreo: 23/01/2009

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

UNE 22950/90

DIMENSIONES PROBETA					
Diámetro:	7,08 cm	Altura:	12,14 cm	Superficie:	39,37 cm ²

Carga de rotura	112,81 kN
Carga de rotura	11,50 T
Tensión de rotura	28.340,10 kPa

RESULTADOS					
Densidad aparente	2,673 T/m ³	Densidad aparente seca	T/m ³	Humedad natural	%

RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE: 288,99 kg/cm²

Módulo de Young:	kp/cm ²
Módulo de Poisson:	
Deformación máxima:	1,07 %
Deformación máxima:	1,299 mm

Fotografía de rotura

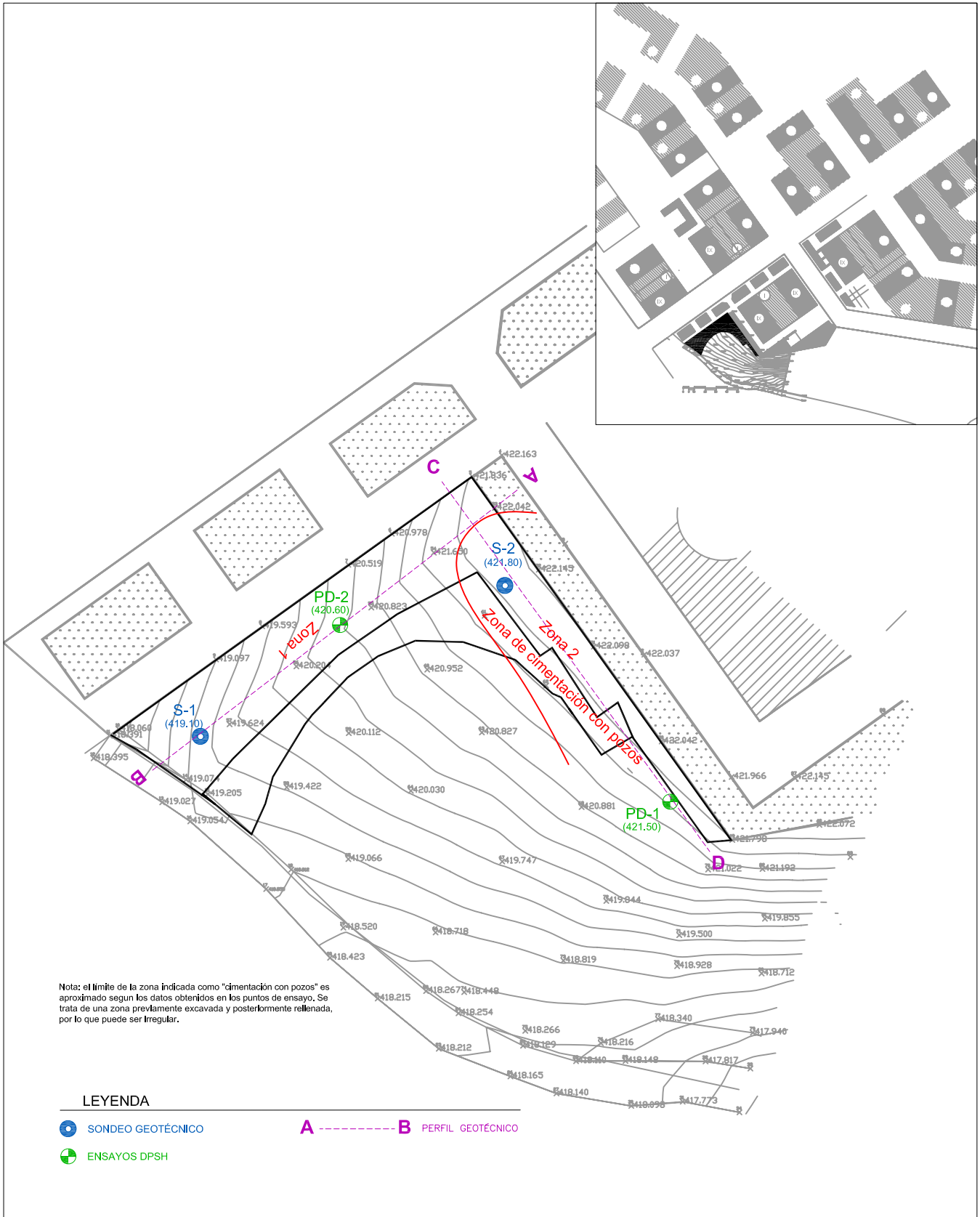


TENSIÓN - DEFORMACIÓN



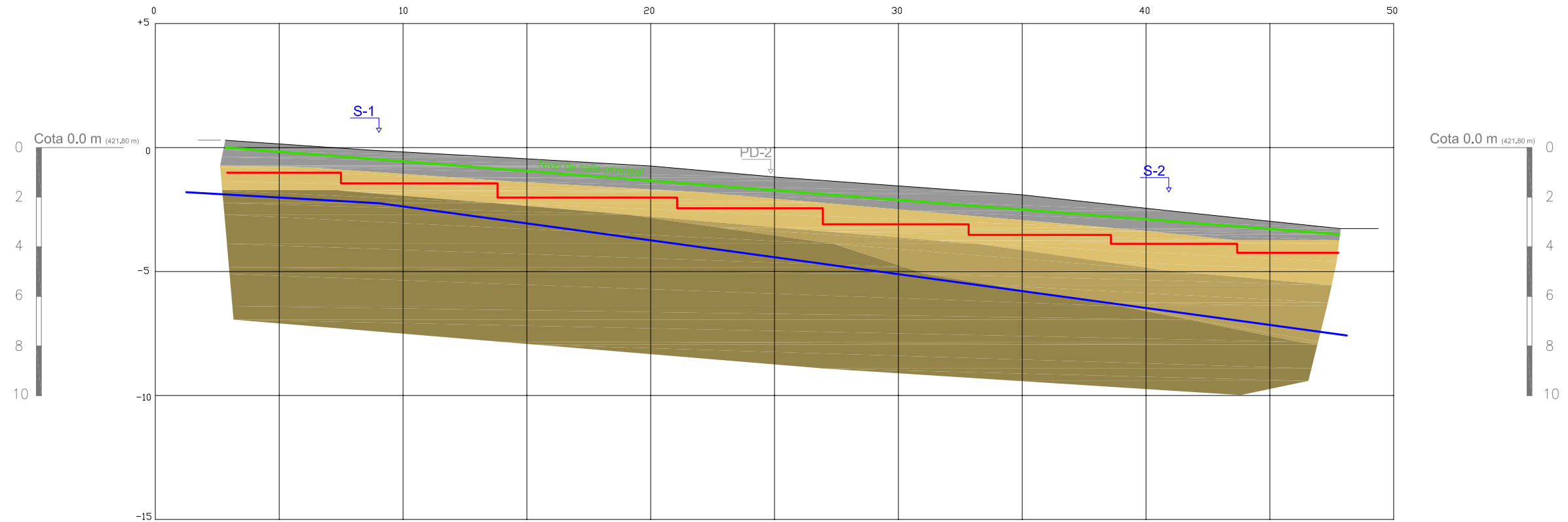
OBSERVACIONES:

8.4. PLANO DE SITUACIÓN Y PERFILES GEOTÉCNICOS



INVECO S.L. INVESTIGACIÓN Y CONTROL LUGO S.L.	PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO	
	PROMOTOR: EXCMO. CONCELLO DE LUGO	TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS
	FECHA: 27-01-2009	
	SITUACIÓN: PARCELA 10 C, MANZANA E - PLAN ORDENACIÓN SUR-K (LUGO)	
AUTOR:	FIRMA:	ESCALA: 1:600
		ESCALA V1: 1:5000
		NÚMERO DE PLANO: 1 DE 3

PERFIL A-B



LEYENDA

- RELLENO
- SUELO RESIDUAL Y ROCA METEORIZADA EN GRADO V SEGÚN ISRM
- SUSTRATO ROCOSO MUY METEORIZADO (GRADO IV SEGÚN ISRM)
- SUSTRATO ROCOSO MODERADAMENTE METEORIZADO (GRADO II-III SEGÚN ISRM)

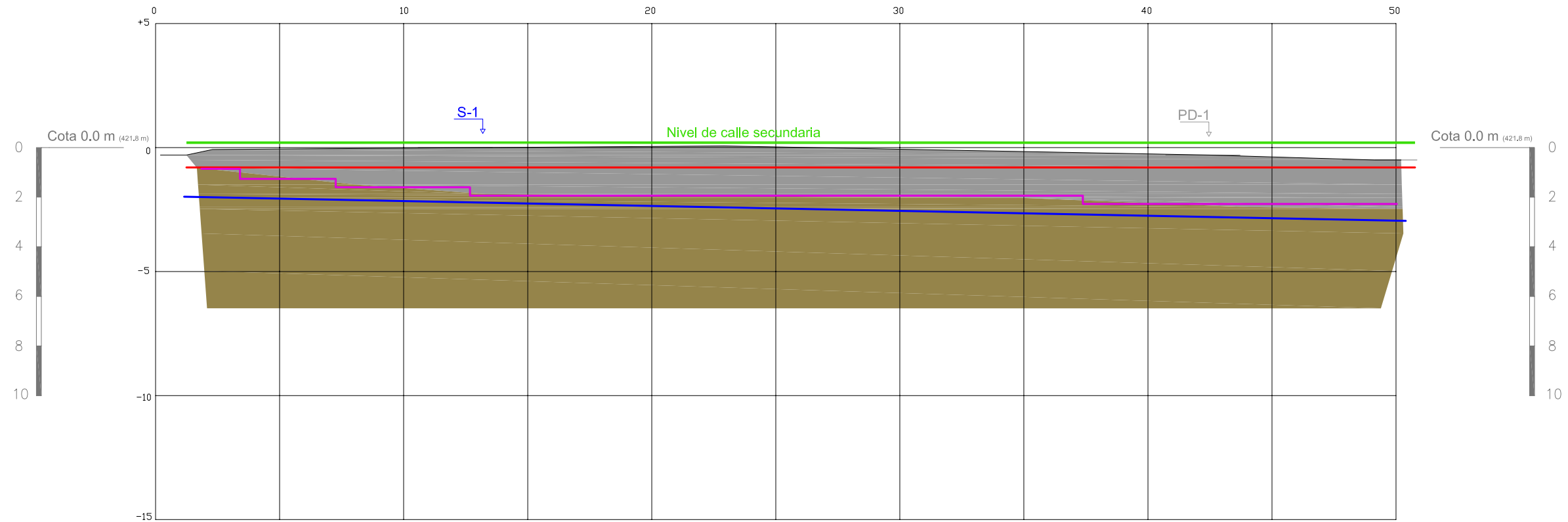
- NIVEL DE CIMENTACIÓN PREVISTO
- NIVEL DE CIMENTACIÓN RECOMENDADO
- NIVEL FREÁTICO

- NIVELES SEGÚN COMPACIDAD:
- N<10
 - 10<N<30
 - 30<N<100

Nota:
Las características del terreno se conocen en los puntos de ensayo. El perfil es una interpretación, extrapolando los datos obtenidos en base a criterios geológicos y geotécnicos.

INVECO S.L. INVESTIGACIÓN Y CONTROL LUGO S.L.	PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO	PROMOTOR: EXCMO. CONCELLO DE LUGO	AUTOR:	FIRMA:	ESCALA: 1:200	FECHA: 27-01-2009
	TÍTULO: PERFIL GEOTÉCNICO	SITUACIÓN: PARCELA 10 C, MANZANA E - PLAN ORDENACIÓN SUR-K (LUGO)	NUMERO DE PLANO: 2 DE 3			

PERFIL C-D



Nota:
El tramo de relleno corresponde a una zona excavada para préstamo de la urbanización Sur K, que ha sido posteriormente rellenado. Su profundidad puede ser por tanto variable, aunque se han detectado espesores superiores a 2 m.

Nota:
Las características del terreno se conocen en los puntos de ensayo. El perfil es una interpretación, extrapolando los datos obtenidos en base a criterios geológicos y geotécnicos.

LEYENDA

- RELLENO
- SUELO RESIDUAL Y ROCA METEORIZADA EN GRADO V SEGÚN ISRM
- SUSTRATO ROCOSO MUY METEORIZADO (GRADO IV SEGÚN ISRM)
- SUSTRATO ROCOSO MODERADAMENTE METEORIZADO (GRADO II-III SEGÚN ISRM)

- NIVEL DE CIMENTACIÓN PREVISTO
- NIVEL DE CIMENTACIÓN RECOMENDADO
- NIVEL FREÁTICO

NIVELES SEGÚN COMPACIDAD:	
	N < 10
	10 < N < 30
	30 < N < 100

INVECO S.L. INVESTIGACIÓN Y CONTROL LUGO S.L.	PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO	PROMOTOR: EXMO. CONCELLO DE LUGO	AUTOR:	FIRMA:	ESCALA: 1:200	FECHA: 27-01-2009
	TÍTULO: PERFIL GEOTÉCNICO	SITUACIÓN: PARCELA 10 C, MANZANA E - PLAN ORDENACIÓN SUR-K (LUGO)				NÚMERO DE PLANO: 3 DE 3

8.5. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1: entorno y ubicación del solar.



Fotografía 2: vista parcial del solar.



Fotografía 3: vista parcial del solar.

SONDEO S-1

COTA DE INICIO: 421.80 REFERENCIA: topografía
PROFUNDIDAD ALCANZADA: 6.00 m

CAJA 1: 0.00-3.00 m



CAJA 2: 3.00 – 6.00 m



SONDEO S-2

COTA DE INICIO: 419.10 REFERENCIA: topografía
PROFUNDIDAD ALCANZADA: 6.60 m

CAJA 1: 0.00-3.60 m



CAJA 2: 3.60 – 6.60 m

