

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE
EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).**

N/REFERENCIA: EG-3107

ÍNDICE

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	TRABAJOS REALIZADOS	2
2.1	TRABAJOS DE CAMPO	2
2.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	7
3.	MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	7
3.1	SISMICIDAD	11
4.	DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES	12
4.1	RELLENO ANTRÓPICO	12
4.2	TIERRA VEGETAL	13
4.3	SEDIMENTOS CUATERNARIOS	14
4.4	SUSTRATO PRECÁMBRICO (GRADO V A II)	17
5.	VALIDEZ DE LOS MATERIALES PARA SU EMPLEO EN VIALES Y TERRAPLENES	22
5.1	FORMACIÓN DE EXPLANADAS	24
6.	CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA	27
6.1	HIDROGEOLOGÍA REGIONAL	27
6.2	HIDROGEOLOGÍA LOCAL	29
7.	AGRESIVIDAD DEL MEDIO Y TIPO DE AMBIENTE	31
8.	EXCAVABILIDAD	32

9.	DESMONTES Y TERRAPLENES	35
9.1	DESMONTES.....	35
9.2	TERRAPLENES	53
10.	CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO	71
10.1	METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES.....	71
10.2	ESTRUCTURA EN VIAL 2. PK 0+045.....	75
10.3	ESTRUCTURA EN VIAL 2. PK 0+875.....	76
10.4	DEPÓSITO.....	77
10.5	TANQUE DE TORMENTAS.....	78
10.6	CUADRO RESUMEN DE LAS CIMENTACIONES ESTUDIADAS.....	82
ANEJO I.	PLANTA DE SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	I
ANEJO II.	CARTOGRAFÍA Y ZONAS INUNDABLES REALIZADA SOBRE LA SUPERFICIE INVESTIGADA	II
ANEJO III.	REGISTRO DE LAS CALICATAS.....	III
ANEJO IV.	REGISTRO DE LOS SONDEOS	IV
ANEJO V.	REGISTROS DE LAS PENETRACIONES DINÁMICAS.....	V
ANEJO VI.	INFORMES DE ENSAYOS DE LABORATORIO	VI
ANEJO VII.	CUADROS GEOTÉCNICOS.....	VIII
ANEJO VIII.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO.....	II

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).

N/REFERENCIA: EG-3107

1. INTRODUCCIÓN

Por encargo de XESTUR GALICIA, S.A., **Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L.** ha realizado el presente documento titulado ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).

El ámbito de actuación abarca una superficie de unas 40 hectáreas. La zona se sitúa entre la línea de ferrocarril y una carretera de nueva construcción que une la AC-2402 y AC-2405 en Cerceda – A Coruña.

La zona se caracteriza por situarse en la cuenca hidrológica de un regato tributario del río Barcés, por lo que se identifican importantes pendientes desde las zonas más alejadas en el ámbito de actuación hasta la cuenca de dicho regato.

El objeto de este informe es caracterizar geotécnicamente los materiales que conforman el subsuelo de la zona investigada, haciendo referencia a sus características resistentes, a su validez como materiales de relleno y a su capacidad de carga.

Por otro lado, se ha realizado un estudio sobre los aspectos geológicos, geotécnicos y constructivos de los desmontes y terraplenes presentes en la obra. De este modo se analizará la estabilidad de los desmontes con el objetivo de valorar las medidas de contención necesarias para la estabilización de los mismos, mientras en el caso de terraplenes además se analizará el tratamiento del cimiento y los asientos producidos por los mismos.

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Se ha programado una investigación geotécnica consistente en la perforación de sondeos mecánicos a rotación, la excavación de calicatas y la ejecución de ensayos de penetración dinámica.

La investigación se ha llevado a cabo del 28 de octubre al 5 de noviembre de 2009.

En principio, la distribución de los puntos de prospección ha estado condicionada fundamentalmente por la falta de accesos.

La localización de los puntos de ensayo puede consultarse en el anejo I.

2.1.1 Calicatas

Las calicatas se han realizado mediante una retroexcavadora mixta, alcanzando diferentes profundidades limitadas por la longitud del brazo de la maquinaria, así como por la ripabilidad del sustrato detectado.

Aprovechando la apertura de las calicatas se ha procedido a la toma de muestras representativas de los diferentes niveles identificados. Estas muestras se han trasladado a laboratorio donde se han programado los ensayos de laboratorio de caracterización oportunos.

A continuación se presenta una tabla donde se refleja la cota aproximada de cada una de las calicatas, profundidad alcanzada respecto de la superficie del terreno en el momento en el que se realizaron los trabajos de campo y las referencias – profundidad de las muestras tomadas:

Calicata nº	Cota	*Profundidad. (m)	Muestras	
			Nº de registro	Prof. (m)
C-1	293,00	1,00	-----	-----
C-2	294,50	1,80	ES-21475 ES-21476	0,50 – 0,75 1,50 – 1,70
C-3	305,50	1,80	ES-21478	1,40 – 1,60
C-4	301,50	0,80	-----	-----

Calicata n°	Cota	*Profundidad. (m)	Muestras	
			Nº de registro	Prof. (m)
C-5	317,00	1,40	ES-21483	0,80 – 1,00
C-6	322,00	1,60	-----	-----
C-7	325,00	2,10	-----	-----
C-8	320,00	1,50	-----	-----
C-9	314,50	1,30	ES-21482	0,90 – 1,10
C-10	307,00	1,70	ES-21477	0,70 – 0,80
C-11	306,50	2,20	-----	-----
C-12	304,00	3,10	ES-21479	1,00 – 1,30
C-13	324,00	2,50	ES-21480	1,20 – 1,40
C-14	329,50	3,20	-----	-----
C-15	336,00	1,70	-----	-----
C-16	338,00	2,50	ES-21481	1,00 – 1,10
C-17	342,00	1,50	-----	-----
C-18	317,00	0,70	-----	-----
C-19	313,50	2,00	-----	-----
C-20	312,50	1,80	-----	-----

*Profundidad medida respecto a la superficie del terreno en el momento en el que se realizaron los trabajos.

Los registros de las calicatas pueden consultarse en el anejo III, y su reportaje fotográfico en el anejo VIII.

2.1.2 Sondeos geotécnicos

Se han perforado un total de cuatro (4) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo.

Las perforaciones se han realizado con coronas de widia, siendo el diámetro de las mismas de entre 101 mm y 86 mm.

A lo largo de las columnas perforadas se ha procedido a la toma de muestras inalteradas y a la ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT).

Con la toma de muestras inalteradas "in situ", se pretende obtener porciones de suelo cuyas características permanezcan lo más intactas posibles, para posteriormente ser ensayadas en el laboratorio.

Los ensayos de penetración estándar (S.P.T.) han servido para conocer "in situ" la compacidad de los niveles atravesados en la perforación. Estos ensayos se han realizado mediante el empleo de una cuchara bipartida de dimensiones estandarizadas.

El mecanismo de ejecución tanto para el caso del S.P.T. como para la toma de muestras inalteradas es el mismo. Consiste en la hincas en el terreno de la cuchara bipartida, por golpeo y en caída libre de una maza de 63,5 Kg. de peso, que cae desde una altura de 75 cm. El elemento de ensayo se introduce en el terreno 60 cm. divididos en cuatro tramos de 15 cm., siendo el resultado del ensayo (N) el número de golpes necesarios para introducir los dos tramos intermedios de 15 cm. cada uno. Si el golpeo supera un valor de N = 100 golpes se interrumpe el ensayo, considerando que se ha alcanzado el rechazo.

En el cuadro adjunto se detallan los ensayos de penetración estándar (SPT) y las tomas de muestras inalteradas (MI), indicando las profundidades a las que se han realizado y los resultados obtenidos:

Sondeo N°	*Longitud sondeo (m)	Cota emboquille	Tipo de ensayo	Profundidad (m.)	Golpeo	N _{SPT}	Compacidad/ N° registro
S-1	8,20	314,50	MI-1 SPT-1	1,10 – 1,65 1,65 – 2,25	21/33/46/R 17/29/23/21	---- 52	ES-21495 MUY DENSA
S-2	6,40	299,50	SPT-1 MR-1	2,00 - 2,15 2,40 – 2,90	R -----	R 10	MUY DENSA ES-21497
S-3	10,00	322,00	MI-1 SPT-1 SPT-2 SPT-3	1,50 – 2,10 2,10 – 2,70 4,20 – 4,30 7,10 – 7,20	6/9/10/11 7/8/9/11 R R	----- 17 R R	ES-21498 MEDIA MUY DENSA MUY DENSA
S-4	8,90	317,00	MA-1 SPT-1	1,00 – 1,40 4,30 – 4,50	----- -----	----- -----	ES-21500 ES-21499

*Las longitudes de los sondeos están referidas a la superficie del terreno en el momento en el que se realizaron los trabajos de investigación geotécnica.

MI: Muestra inalterada

SPT: Ensayo de penetración estándar

MA: Muestra alterada

MR: Muestra de roca

En el anejo IV se encuentra recogido el corte estratigráfico de los sondeos, donde se referencian cada uno de los ensayos realizados "in situ". En el anejo VIII se adjunta un reportaje fotográfico de los testigos extraídos.

2.1.3 Penetraciones dinámicas

Los ensayos de penetración dinámica tipo Borro se han realizado con un penetrómetro marca ROLATEC ML-60-A, cuyas características técnicas son las siguientes:

- Puntaza de sección cuadrada
 - Área de la base 16 cm²
 - Conicidad 90°
- Peso de la maza 63,5 Kg
- Altura de caída de la maza 50 cm
- Diámetro del varillaje 3,2 cm
- Longitud de la varilla 1 m
- Peso de la varilla 5,6 Kg

Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg de peso que cae, en caída libre, desde una altura de 50 cm, con el objeto de medir el número de golpes que se requieren para conseguir una penetración en el terreno de 20 cm. El ensayo finaliza cuando tras varias andanadas de 100 golpes no se consigue el intervalo de 20 cm de penetración.

El resultado del ensayo se expresa en forma de gráfico, que en abscisas coloca el nº de golpes/20 cm. de penetración, y en ordenadas la profundidad, lo que permite hacerse una idea de cómo varía la resistencia dinámica del terreno en profundidad.

La siguiente tabla refleja las profundidades a las que se obtiene el rechazo en cada una de las penetraciones dinámicas y las cotas aproximadas de cada punto de ensayo:

Penetración dinámica nº	Cota de inicio del ensayo (m)	*Profundidad de rechazo (m.)	Cota de final de ensayo (m)
PD-1	295,50	4,97	290,53
PD-2	295,00	1,45	293,55
PD-3	299,00	2,34	296,66
PD-4	318,00	3,01	314,99
PD-5	312,00	1,63	310,37
PD-6	325,50	7,97	317,53
PD-7	308,00	2,42	305,58
PD-8	304,00	5,33	298,67
PD-9	321,00	3,35	317,65

Penetración dinámica nº	Cota de inicio del ensayo (m)	*Profundidad de rechazo (m.)	Cota de final de ensayo (m)
PD-10	318,50	1,77	316,73
PD-11	328,50	2,05	326,45
PD-12	308,00	3,82	304,18
PD-13	334,00	2,76	331,24
PD-14	340,00	2,32	337,68
PD-15	318,00	1,63	316,37
PD-16	312,00	2,36	309,64
PD-17	316,50	2,86	313,64

*Profundidad media respecto a la superficie actual del terreno en cada punto investigado.

En el anejo nº V se recogen los gráficos de penetración de los ensayos realizados.

Se asume la igualdad entre el ensayo de penetración estándar (SPT) y el ensayo de penetración dinámica Borros ($N_{20} = N_B$).

En una primera aproximación, de acuerdo con el golpeo obtenido en el ensayo, la compacidad de los terrenos granulares se puede valorar según las correlaciones propuestas por diversos autores:

Compacidad	Muy suelta	Suelta	Media	Densa	Muy densa
Nº de golpes	< 4	4 – 10	10 – 30	30 – 50	> 50

Es necesario reseñar que a la hora de la aplicación práctica de los resultados obtenidos en ensayos de penetración dinámica continua deben tenerse en cuenta las siguientes puntualizaciones:

- La interpretación de los ensayos de penetración debe ser fundamentalmente cualitativa, siendo un complemento de los sondeos mecánicos o calicatas de reconocimiento, los cuales informarán con precisión acerca de la litología y estratigrafía del terreno.
- Tratándose de un ensayo realizado de forma continua, su rapidez de ejecución hace que en suelos poco permeables y sumergidos, parte importante de la energía de hinca pueda transmitirse al agua intersticial, aumentando instantáneamente la resistencia a la penetración.
- En el caso de atravesar terrenos con bolos y/o gravas, es preciso interpretar los resultados con las debidas reservas, pues el golpeo de la puntaza sobre estos elementos gruesos puede conducir a resultados optimistas que no representan la resistencia real del terreno.

La información suministrada por estos ensayos se refiere a la resistencia del suelo (o roca muy alterada) en rotura. Al ser un ensayo de corte, los datos que aporta no tienen una correlación claramente determinada con posibles asentamientos.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelo tomadas se han realizado una serie de ensayos encaminados a la caracterización geotécnica de los materiales. Los ensayos efectuados se relacionan a continuación:

2.2.1 ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICOS

• Análisis granulométrico por tamizado	12
• Límites de Atterberg	12
• Determinación de la humedad natural	8
• Densidad aparente	2
• Corte directo consolidado y drenado	1
• Ensayo Próctor Modificado	3
• Ensayo C.B.R.	3
• Ensayo de Colapso	2
• Hinchamiento Libre	2
• Compresión simple en roca	2

2.2.2 ENSAYOS QUÍMICOS

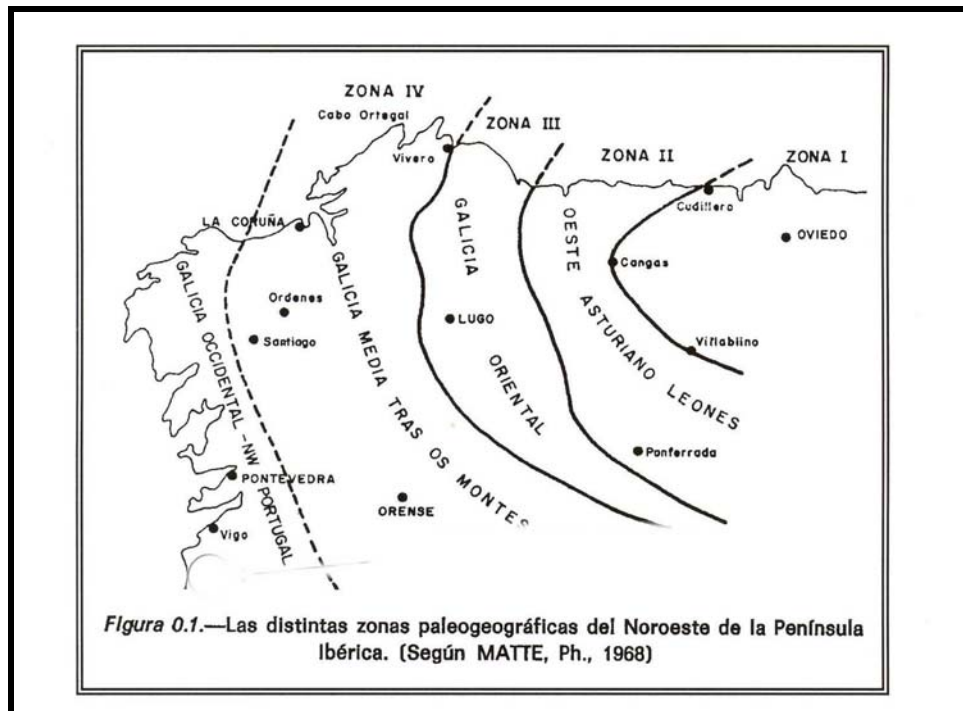
• Contenido en sulfatos solubles	3
• Contenido en sales solubles	4
• Determinación del contenido en materia orgánica	4
• Acidez Baumann – Gully	3
• Agresividad de las aguas frente al hormigón	2

Los informes de todas las analíticas realizadas pueden consultarse en el anejo VI.

3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La zona investigada se localiza en la Hoja nº 45: BETANZOS del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 publicado por el ITGE (1981).

Geológicamente, se encuentra enclavada dentro de la Zona Centro Ibérica, según la división del Hercínico de la Península (JULIVERT, FONTBOTE, RIBEIRO y CONDE, 1972) y que se corresponde con la Zona V definida por MATTE (1968), Galicia Occidental-NW de Portugal.



Los materiales aflorantes son netamente distintos y diferenciables. Así, existe un macizo granodiorítico que ocupa la región oeste de la Hoja en contacto al E y W con esquistos y grauwacas de la Serie de Ordenes, de características bien distintas a uno y otro lado, ya que mientras al Este del granito se trata de esquisto, neises y grauwacas afectados por el metamorfismo regional, al Oeste esta misma serie está afectada por un metamorfismo de contacto del granito, que suponemos muy próximo a la superficie actual.

De este modo, tal y como se ha señalado, los materiales representados en la hoja se pueden agrupar en dos dominios:

1. Dominio de las rocas plutónicas. Rocas graníticas. Se trata de granitos emplazados en diferentes etapas de la orogénesis Hercínica.
2. Dominio de la Serie de Ordenes. En líneas generales componen esta serie detrítica esquistos (en los que se pueden distinguir varios tipos), cuarzo esquistos y metagrauwacas en una sucesión rítmica con niveles turbidíticos, habiéndose observado en varios puntos estratificación gradada, si bien la secuencia completa de gradación, con el consiguiente criterio preciso de polaridad, ha podido constatarse sólo en unos pocos afloramientos.

La zona objeto de estudio se emplaza dentro del Dominio de la Serie de Ordenes, siendo las litologías dominantes esquistos y cuarzo-esquistos de tamaño de grano de fino a medio. Estas rocas en sus metros más superficiales suelen estar muy meteorizadas dando lugar a perfiles de alteración constituidos por arenas limosas de compacidad y espesor variable.

En las zonas próximas al regato tributario del río Barcés el basamento Precámbrico está cubierto por depósitos cuaternarios de edad holocena de carácter aluvial. Dentro de este grupo se incluyen depósitos de gravas con gran contenido en materia orgánica y depósitos limo arcillosos igualmente con importante porcentaje en materia orgánica.

3.1 SISMICIDAD

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), tiene por objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable.

A partir del mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional, se determina un valor de la aceleración sísmica básica (a_b) menor de 0,04 g.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c), se define con la siguiente expresión:

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

donde:

a_b = aceleración sísmica básica (<0,04 . g)

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

Construcciones de normal importancia $\rho = 1,0$

Construcciones de importancia especial $\rho = 1,3$

S = coeficiente de ampliación del terreno, toma diferentes valores dependiendo del valor de ρ a_b , y a su vez de una variable denominada C (Coeficiente del terreno, que es función de las características geotécnicas del terreno de cimentación).

Esta norma no es de obligada aplicación cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad) como es el caso de la zona que nos ocupa.

4. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se ha realizado la descripción de los materiales detectados a partir de las diferentes prospecciones realizadas. Además, se tomaron una serie de muestras representativas de dichos materiales con objeto de realizar los oportunos ensayos de identificación en el laboratorio.

En las observaciones de campo, se han diferenciado, de techo a muro, los siguientes niveles:

- 1. Relleno antrópico**
- 2. Tierra vegetal**
- 3. Sedimentos Cuaternarios**
 - Limos fangosos de color negro
 - Gravas con matriz areno-limosa
- 4. Sustrato Precámbrico (grado V a II)**
 - Arena limosa – Sustrato de alteración grado V
 - Sustrato esquistoso moderadamente meteorizado – sano (grado III-II)

4.1 RELLENO ANTRÓPICO

El nivel más superficial en la zona de emplazamiento de la penetración PD-1 y del sondeo S-4 está conformado por materiales de relleno no controlado. En el caso de la penetración dinámica el relleno es de una mezcla de materiales arenosos y fragmentos rocosos con tierra vegetal, mientras que en el sondeo los materiales de relleno son arenas con restos de materiales de construcción.

Los espesores de esta capa oscilan entre los 0,90 y los 2,00 m.

Tras el reconocimiento del área de estudio se han detectado materiales de relleno controlado en la siguiente zona:

- franja paralela a la carretera que une la AC-2402 y AC-2405, desde la C-11 hacia el norte hasta el límite de los terrenos del polígono

Cualquier nivel de relleno no controlado conforma un sustrato de gran anisotropía de forma que sus características geológico-geotécnicas varían tanto en profundidad como lateralmente. Por tanto, estos materiales carecen de interés desde el punto de vista geotécnico.

Las cotas a las que se identifica el nivel de relleno y su espesor se resume en la siguiente tabla:

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
PD-1	295,50	293,50	2,00
S-2	317,00	316,10	0,90

4.2 TIERRA VEGETAL

Se trata de un horizonte edáfico constituido por un nivel areno-limoso con un alto contenido en materia orgánica y color negro o marrón oscuro. El sustrato vegetal se ha detectado en superficie en todas aquellas zonas donde no existían materiales de relleno, es decir, tapizando la mayor parte de la superficie del área investigada.

Los espesores de esta capa oscilan entre los 0,25 y los 0,60 m. siendo su potencia media de aproximadamente 0,40 m. En el siguiente cuadro se exponen las potencias de esta capa en cada punto investigado:

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
C-1	293,00	292,60	0,40
C-3	305,50	305,15	0,35
C-4	201,50	201,20	0,30
C-5	317,00	316,60	0,40
C-6	322,00	321,55	0,45
C-7	325,00	324,50	0,50
C-8	320,00	319,70	0,30
C-9	314,50	314,20	0,30
C-10	307,00	306,60	0,40
C-11	306,50	306,10	0,40
C-12	304,00	303,65	0,35
C-13	324,00	323,60	0,40
C-14	329,50	329,10	0,40
C-15	336,00	335,55	0,45
C-16	338,00	337,70	0,30
C-17	342,00	341,75	0,25
C-18	317,00	316,50	0,50
C-19	313,50	313,00	0,50
C-20	312,50	312,20	0,30
S-1	314,50	313,90	0,60
S-2	299,50	298,90	0,60
S-3	322,00	321,50	0,50

Estos dos niveles superficiales carecen de interés geotécnico, debiendo ser obviados en todo caso como nivel de cimentación, para su empleo en terraplenes y como explanada.

4.3 SEDIMENTOS CUATERNARIOS

Se trata de una serie de depósitos asociados a la llanura de inundación de los diferentes regatos existentes en la zona. Debido a su carácter sedimentario se han detectado depósitos correspondientes a los diferentes ambientes sedimentarios de la llanura de inundación, por ello se describen distintos subniveles con características granulométricas muy variables.

En general se trata de materiales granulares re trabajados por corrientes fluviales y depositados cuando éstas pierden energía. A grandes rasgos estos materiales se disponen en secuencias granodecrescentes, localizándose los términos de granulometría más fina en superficie.

4.3.1 Limos fangosos

Por debajo del nivel de relleno en el punto de prospección S-4, bajo el horizonte edáfico en el caso de los puntos C-19, C-20 y S-2, o bien superficialmente en la calicata C-2 el subsuelo lo conforman materiales de naturaleza fangosa.

Desde el punto de vista granulométrico se pueden describir como limos o arenas fangosos con un alto porcentaje en materia orgánica que hace que el sedimento presente tonalidades negras y un olor fétido. Esporádicamente se detectan gravas redondeadas. Hay que destacar que en la calicata C-20 estos limos se caracterizan por la no presencia de materia orgánica presentado un color ocre.

La potencia de esta capa es del orden de 1,00 m. en el entorno de la calicata C-2 y sondeos S-2 y S-4, mientras que en el resto la potencia es de aproximadamente 0,50 metros.

En cuanto a las características resistentes, los ensayos de compacidad realizados in situ indican que se trata de materiales de compacidad de muy suelta a suelta, incluso se ha observado la existencia de intercalaciones de no más de 0,40 m. en las que el varillaje del equipo de penetración se introduce en el terreno por su propio peso, sin necesidad de golpeo.

En la siguiente tabla se muestran los espesores de esta capa medidos en los puntos donde se ha cortado y las cotas de la superficie de muro y techo de la misma:

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
C-2	294,50	293,40	1,10
C-19	313,00	312,50	0,50
C-20	312,20	311,70	0,50
S-2	298,90	298,00	0,90
S-4	316,10	315,20	0,90

El nivel de limos fangosos se ha caracterizado mediante ensayos de laboratorio. Los resultados de los análisis efectuados se resumen en la siguiente tabla:

REF. MUESTRA	ES-21475	ES-21500
LOCALIZACIÓN	C-2	S-4
	0,50 – 0,75	1,00 – 1,40
ENSAYOS		
% pasa por el tamiz 0,080 UNE	82,1	24,5
Límites de Atterberg		
L. Líquido	No	No
L. Plástico	No	No
I. Plasticidad	N.P.	N.P.
Acidez Baumann Gully (ml/kg)	-----	387,1
Sulfatos solubles (mg/Kg)	-----	15
Clasificación del suelo		
Casagrande	ML	SM
H.R.B. (I.G.)	A-4 (8)	A-2-4 (0)

A este grupo litológico se le pueden atribuir los siguientes parámetros geotécnicos:

- Densidad seca (gr/cm^3):.....1,60 – 1,65 (estimado)
- Cohesión (Kg/cm^2): 0 – 0,2 (estimado)
- Ángulo de rozamiento:18 - 22 (estimado)

4.3.2 Gravas con matriz areno-limosa

En la zona de excavación de las calicatas C-2, C-20, S-2 y S-4, bajo los sedimentos cuaternarios más finos (nivel 4.3.1) se identifican medios de mayor energía dominando por tanto la fracción gruesa sobre la fina, mientras que en la calicata C-10 dicha fracción se detecta inmediatamente bajo el horizonte edáfico de tierra vegetal.

Los materiales extraídos en esta zona por debajo del sustrato vegetal son gravas de morfologías redondeadas a subangulosa con matriz arenosa. La fracción fina presenta importantes índices de plasticidad, plasticidad media.

En la siguiente tabla se muestran los espesores de esta capa medidos en los puntos donde se ha cortado y las cotas de la superficie de muro y techo de la misma:

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
C-2	293,40	292,80	0,60
C-10	306,60	305,65	0,95
C-20	311,70	310,90	0,80
S-2	298,00	297,60	0,40
S-4	315,20	314,40	0,80

El nivel de gravas se ha caracterizado mediante ensayos de laboratorio. Los resultados de los análisis efectuados se resumen en la siguiente tabla:

REF. MUESTRA	ES-21476	ES-21477*
LOCALIZACIÓN	C-2	C-10
	1,50 – 1,70	0,70 - 0,80
ENSAYOS		
% pasa por el tamiz 0,080 UNE	6,0	77,1
Límites de Atterberg		
L. Líquido	42,7	36,1
L. Plástico	34,4	20,4
I. Plasticidad	8,3	15,7
Clasificación del suelo		
Casagrande	GP-GM	CL
H.R.B. (I.G.)	A-2-5 (0)	A-6 (10)

La muestra ES-21477 se clasifica como una arcilla de mediana plasticidad, con esporádicas gravas, lo que indica que los ensayos se han realizado sobre la matriz que embebe las gravas.

A estos materiales sedimentarios se les puede asignar los parámetros que se relacionan a continuación:

- Densidad aparente (gr/cm^3):2,00 – 2,20 (valor supuesto)
- Cohesión (Kg/cm^2): 0 (se recomienda)
- Ángulo de rozamiento: 35 - 45° (valor supuesto)
- Coeficiente de balasto K_{30} (Kg/cm^3):7 – 12 (valores supuestos)

4.4 SUSTRATO PRECÁMBRICO (GRADO V A II)

En la totalidad de las prospecciones realizadas bien bajo el horizonte edáfico de tierra vegetal o bajo los sedimentos cuaternarios se detecta un sustrato precámbrico, correspondiente a un esquisto con diferentes grados de alteración, desde grado V (material granular de baja o nula plasticidad) hasta grado III-II (sustrato rocoso).

4.4.1 ARENA LIMOSA – SUSTRATO DE ALERACIÓN GRADO V

Este basamento lo conforman arenas limosas o limos arenosos con finos no plásticos en la mayor parte de los casos. Como excepción en la muestra ES-21498 tomada en el sondeo S-3, estos suelos ofrecen una plasticidad media siendo clasificados como limos arenosos con un contenido en finos del 60,5%.

En cualquier caso estos suelos granulares son el resultado de los procesos de alteración "in situ" que afectaron al sustrato rocoso del que proceden. Según la escala de meteorización de las rocas (recogida en el apartado VII de los Anejos) se clasificaría como un esquisto completamente meteorizado (Grado V) con enclaves o restitos de cuarzo.

Cabe destacar que a muro del sustrato completamente meteorizado suelen aparecer gruesos centimétricos a decimétricos que no se deshacen con la mano y que caracteriza el sustrato como un esquisto de grado IV (ver apartado VII de los Anejos).

Los ensayos de compacidad indican que se trata de suelos de compacidad media en superficie que aumentan de resistencia con la profundidad pasando a densas – muy densas.

En la mayoría de los puntos investigados se ha cortado la superficie de muro detectando de este modo espesores máximos de 8,00 metros en el entorno del sondeo S-3, no obstante los espesores medios detectados se estiman entre 1,00 y 2,00 metros.

La superficie de techo de esta capa se ha cortado a las siguientes cotas:

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
C-1	292,60	292,00	0,60
C-3	305,15	-----	>1,45
C-5	316,60	315,60	1,00
C-6	321,55	320,40	1,15
C-7	324,50	-----	>1,60
C-8	319,70	318,50	1,20
C-10	305,65	305,30	0,35
C-11	306,10	305,10	1,00
C-12	303,65	-----	>2,75
C-13	323,60	-----	>2,10
C-14	329,10	-----	>2,80
C-15	335,55	334,30	1,25

Localización	Cota inicio capa (m)	Cota final capa (m)	Espesor (m.)
C-16	337,70	-----	>2,20
C-17	341,75	-----	>1,25
C-19	312,50	311,70	0,80
S-1	313,90	310,70	3,20
S-2	297,60	297,35	0,25
S-3	321,50	313,50	8,00

En la siguiente tabla se resumen los resultados de los ensayos de caracterización efectuados sobre unas muestras de este grupo litológico con un grado de meteorización V:

REF. MUESTRA	ES-21479	ES-21480	ES-21481	ES-21495	ES-21498
LOCALIZACIÓN	C-12	C-13	C-16	S-1	S-3
	1,00 – 1,30	1,20 – 1,40	1,00 – 1,10	1,10 – 1,65	1,50 – 2,10
ENSAYOS					
% pasa por el tamiz 0,080 UNE	23,1	10,2	50,0	15,0	60,5
Límites de Atterberg					
L. Líquido	No	No	No	No	35,4
L. Plástico	No	No	No	No	27,6
I. Plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	7,8
Humedad natural (%)	12,1	18,0	18,8	13,5	23,1
Sales solubles (%)	-----	0,05	-----	-----	
Densidad aparente (gr/cc)	-----	-----	-----	2,18	2,12
Materia orgánica (%)	-----	0,13	-----	-----	-----
Hinchamiento libre (%)	-----	0,0	-----	-----	-----
Colapso (%)	-----	0,19	-----	-----	-----
Corte directo					
Cohesión (Kg/cm ²)	-----	-----	-----	-----	0,09
Angulo rozamiento (°)	-----	-----	-----	-----	41
Acidez Baumann Gully (ml/kg)	163,8	-----	240,6	-----	-----
Sulfatos solubles (mg/Kg)	22	-----	11	-----	-----
PROCTOR MODIFICADO					
Densidad máxima	-----	1,77	-----	-----	-----
Humedad óptima	-----	12,2	-----	-----	-----
C.B.R. Índice (100%)	-----	27	-----	-----	-----
Clasificación del suelo					
Casagrande	SM	GW-GM	ML	SM	ML
H.R.B. (I.G.)	A-1-b (0)	A-1-a(0)	A-4 (3)	A-1-b (0)	A-4 (5)

Dado que en muchos casos a muro del sustrato grado V se han detectado gruesos centimétricos a decimétricos que no se deshacen con la mano se ha considerado conveniente proceder al análisis de este otro tipo de materiales grado IV a V. A continuación se muestran los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras tomadas:

REF. MUESTRA	ES-21478	ES-21482	ES-21483
LOCALIZACIÓN	C-3	C-9	C-5
	1,40 – 1,60	0,90 – 1,10	0,80 – 1,00
ENSAYOS			
% pasa por el tamiz 0,080 UNE	28,1	4,9	11,1
Límites de Atterberg			
L. Líquido	No	No	No
L. Plástico	No	No	No
I. Plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.
Humedad natural (%)	24,5	19,5	14,6
Sales solubles (%)	0,04	-----	0,08
Materia orgánica (%)	0,22	0,09	0,27
Hinchamiento libre (%)	0,1	-----	-----
Colapso (%)	0,07	-----	-----
PROCTOR MODIFICADO			
Densidad máxima	-----	1,76	1,86
Humedad óptima	-----	15,1	11,3
C.B.R. Índice (100%)	-----	57	44
Clasificación del suelo			
Casagrande	SM	GW	GP-GM
H.R.B. (I.G.)	A-2-4 (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)

A continuación se facilitan los parámetros geotécnicos estimativos para los materiales que conforman este nivel:

- Densidad aparente (gr/cm^3): 1,80 – 2,10
- Cohesión (Kg/cm^2): 0,1
- Ángulo de rozamiento: 41° (*)
- Coeficiente de balasto – K_{30} (kg/cm^3): 3 – 20

(*) El ángulo de rozamiento obtenido mediante ensayo en laboratorio a partir de muestra inalterada resulta elevado. Este resultado anómalo puede ser debido a la presencia de algún pequeño grueso dentro de la pastilla de ensayo. En base a la experiencia y otros ensayos realizados sobre estas litologías se recomienda que a efectos de cálculo, los valores de ángulo de rozamiento para estos materiales no superen los 35° .

4.4.2 Sustrato esquistoso moderadamente meteorizado – sano (Grado III-II)

El sustrato rocoso se ha cortado a diferentes profundidades en todos los sondeos realizados así como en la mayoría de las calicatas ejecutadas (excepto catas C-3, C-7, C-12, C-13, C-14, C-16 y C-17)

El sustrato rocoso que conforma el basamento en la zona de estudio se ha clasificado como un esquistos con intercalaciones de cuarzo esquistos.

Se trata de rocas metamórficas de tamaño de grano fino, compuestas fundamentalmente por minerales micáceos. Estas rocas presentan una marcada foliación definida por la existencia de pequeñas intercalaciones de cuarzo, la mayor parte de ellas concordantes con la esquistosidad. En ocasiones se observa que la esquistosidad se encuentra crenulada lo que evidencia que la roca ha sido afectada por varias fases de deformación.

Las rocas esquistosas presentan una esquistosidad de bajo buzamiento (20 - 30°).

El sustrato rocoso identificado presenta un grado de meteorización variable, pasando de moderadamente meteorizado (Grado III) a sano (Grado II).

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la cota a la que se corta el sustrato rocoso en cada uno de los puntos investigados:

Localización	Cota inicio de capa (m)
C-1	292,00
C-2	292,80
C-4	301,20
C-5	315,60
C-6	320,40
C-8	318,50
C-9	314,20
C-10	305,30
C-11	305,10
C-15	334,30
C-18	316,50
C-19	311,70
C-20	310,90
S-1	310,70
S-2	297,35
S-3	313,50
S-4	314,40

Se han seleccionado diez testigos de roca que han sido sometidos a rotura a compresión, los resultados del ensayo se presentan a continuación:

REF. MUESTRA	Localización	Densidad aparente (gr/cm ³)	Resistencia a compresión (MPa)	Clase de roca según I.S.R.M.
ES-21497	S-2 2,40 – 2,90	2,46	5,6	Roca blanda
ES-21499	S-4 4,30 – 4,50	2,65	9,2	Roca blanda

Según estos resultados se puede decir que el macizo está constituido por rocas de resistencia blanda (Clase R₂ según la clasificación ISRM, *International Society for Rock Mechanics*) a las que se les atribuye resistencias a compresión simple de entre 5 y 25 MPa.

A continuación se dan los parámetros geotécnicos estimativos para este sustrato:

- Densidad seca (gr/cm³): 2,40 – 2,70
- Cohesión (Kg/cm²): 2 - 3 (valor supuesto)
- Ángulo de rozamiento: 25 - 35° (valor supuesto)
- Coeficiente de balasto K30 (Kp/cm³): 30 – 500 (valores supuesto)

Nota: los parámetros geotécnicos propuestos para los diferente niveles son meramente orientativos, la mayor parte de las veces estimados a partir de referencias bibliográficas y la propia experiencia que se tiene sobre ese tipo de terrenos, o bien directamente a partir de ensayos de laboratorio cuando las condiciones lo permiten.

La densidad de los materiales, cohesión y ángulo de rozamiento que no han podido ser determinados en laboratorio se han tomado de la tabla "Parámetros característicos del suelo" según Grundbau-Taschenbuch, 1980.

El coeficiente de balasto se ha determinado a partir de los valores normativos propuestos por Terzaghi en "Curso Aplicado de Cimentaciones" para materiales de similares características litológicas. Para determinar el coeficiente de balasto de forma empírica se podrían realizar ensayos de carga con placa.

En el Anejo II se puede consultar un plano en el que se muestra la disposición espacial de los sedimentos cuaternarios, materiales de relleno y sustrato Paleozoico. En todo caso, la interpretación realizada, es una interpolación razonable, basada en criterios geológicos, que se realiza a partir de reconocimientos puntuales y espaciados, extrapolando la información a la totalidad de la superficie, por ello la cartografía representada puede no responder completamente a la realidad.

5. VALIDEZ DE LOS MATERIALES PARA SU EMPLEO EN VIALES Y TERRAPLENES

Dado que el objeto que se persigue en la zona estudiada es la construcción de un parque empresarial, una parte de la superficie estará destinada a zonas de viales y aparcamiento. Por ello, se han estudiado los materiales que afloran en la zona desde el punto de vista de su utilización en terraplenes y viales, así como el tipo de explanada que permiten alcanzar de acuerdo con las indicaciones recogidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, y en la instrucción 6.1.-I.C.

Los distintos suelos que conforman el subsuelo más superficial se han clasificado de acuerdo con el PG-3. Esta normativa clasifica los suelos para su validez en el empleo de terraplenes según los siguientes criterios:

Los materiales deben cumplir al menos una de estas condiciones granulométricas:

- Material que pasa por el tamiz UNE 20 mm mayor del 70%
- Material que pasa por el tamiz UNE 0,08 mm mayor del 35%

El resto de los parámetros que intervienen en la clasificación se resumen en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS		SUELOS MARGINALES	SUELOS TOLERABLES	SUELOS ADECUADOS	SUELOS SELECCIONADOS
Materia orgánica		<5	<2	<1	<0,2
Sales solubles en agua	Incluido del yeso	----	----	<0,2	<0,2
	Sin incluir el yeso	----	<1	----	----
Yeso (%)		----	<5	----	----
Tamaño máximo (mm)		----	----	≤100	≤100
Cernido por el tamiz 0,40 UNE		----	----	----	<15%
De no cumplir esta condición deberá cumplir todas y cada una de las condiciones siguientes					
Cernido por tamiz 2 UNE		----	----	<80%	<80%
Cernido por tamiz 0,40 UNE		----	----	----	<75%
Cernido por tamiz 0,08 UNE		----	----	<35%	<25%
Límite líquido		Si >90, IP < 0,73(LL-20)	<65 Si LL >40, IP > 0,73(LL-20)	<40 Si LL >30, IP >4	<30
Índice de plasticidad		----	----	----	<10
Colapso		----	<1%	----	----
Hinchamiento libre		<5%	<3%	----	----

En base a lo expuesto en los apartados anteriores y fundamentándose en las limitaciones impuestas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, se puede analizar la validez de los materiales diferenciados en este estudio:

NIVEL GEOTÉCNICO 4.4.1.- SUSTRATO DE ALTERACIÓN GRADO V a IV		
Numero de muestra	CLASIFICACIÓN	INDICE C.B.R.
ES-21478	ADECUADO	----
ES-21480	SELECCIONADO	27
ES-21482	SELECCIONADO	57
ES-21483	ADECUADO	44

En la siguiente tabla se muestra el empleo de los diferentes niveles en los terraplenes en función de la clasificación obtenida. No se ha considerado el empleo de los sedimentos cuaternarios (nivel 4.3) dado que se emplazan en zonas topográficamente deprimidas las excavaciones para la urbanización del parque empresarial son mínimas o inexistentes:

NIVEL GEOTÉCNICO	MATERIAL	CLASIFICACIÓN	EMPLEO
4.1	Relleno antrópico	INADECUADO	----
4.2	Tierra vegetal	INADECUADO	----
4.4.1	Suelo alteración (grado V a IV)	ADECUADO*	Cimiento – núcleo y coronación
4.4.2	Sustrato rocoso (grado III)	PEDRAPLÉN-TODO UNO	Cimiento y núcleo

De los resultados obtenidos se desprende que el nivel de relleno antrópico y tierra vegetal se clasifican como suelos INADECUADOS.

*Los suelos procedentes de la alteración del esquisto – esquisto cuarcítico en grados de alteración V a IV se presentan en la mayor parte de los casos como suelos SELECCIONADOS – ADECUADOS. No obstante, muestras como la ES-21481 y la ES-21498, pertenecientes a este tipo de suelos se corresponderían con suelos TOLERABLES. Por tanto a efectos de este estudio no se ha considerado dicha clasificación debido a la pequeña presencia de muestras con granulometría tan fina en el ámbito del presente estudio. Por tanto lo más probable es que una vez iniciadas las obras se mezclen con materiales de mayor granulometría pasando a comportarse el total de la unidad como suelos ADECUADOS.

El resto de materiales corresponde con la unidad Sustrato Rocosos (grado III-II), que se excavarán con ayuda de explosivos de modo parcial y los materiales obtenidos se clasifican como PEDRAPLÉN – TODO UNO.

5.1 FORMACIÓN DE EXPLANADAS

Para la formación de explanadas en las zonas de viales se recomienda retirar los suelos orgánicos (tierra vegetal y sedimentos fangosos), así como los materiales de relleno no controlado y los suelos de compacidad muy suelta de baja o nula capacidad portante.

Las potencias máximas de saneo se localizan en las zonas de excavación de las calicatas C-2 y C-19, de las penetraciones PD-1, PD-2, PD3, PD-15, PD-16 y PD-17 y de los sondeos S-2 y S-4, donde los espesores de los materiales de pobres características geotécnicas oscilan entre 1,00 m. y los 2,00 m. En el resto de los puntos investigados las potencias de los suelos orgánicos y/o blandos están comprendidos entre 0,30 m. y 0,80 m., siendo el espesor medio de 0,45 m.

En la siguiente tabla se reflejan las potencias de materiales que se deben sanear en cada uno de los puntos investigados:

PROSPECCIÓN	Espesor de saneo (m)	PROSPECCIÓN	Espesor de saneo (m)
C-1	0,40	S-1	0,70
C-2	1,10	S-2	1,50
C-3	0,45	S-3	0,60
C-4	0,30	S-4	1,80
C-5	0,40	PD-1	2,00
C-6	0,45	PD-2	1,20
C-7	0,50	PD-3	0,80
C-8	0,30	PD-4	0,60
C-9	0,30	PD-5	0,40
C-10	0,40	PD-6	0,40
C-11	0,50	PD-7	0,40
C-12	0,45	PD-8	0,60
C-13	0,40	PD-9	0,40
C-14	0,50	PD-10	0,40
C-15	0,45	PD-11	0,40
C-16	0,40	PD-12	0,80
C-17	0,35	PD-13	0,40
C-18	0,50	PD-14	0,40
C-19	1,80	PD-15	1,40
C-20	0,80	PD-16	1,80
		PD-17	1,80

**Se han sombreado las prospecciones y las potencias de saneo que superan los 1,00 m.*

Destacar el entorno donde se sitúan:

- las calicatas C-18, C-19, C-20, las penetraciones PD-15, PD-16 y PD-17 y sondeo S-4.
- la calicata C-2 y penetración PD-2.
- el sondeo S-2.

En dichas zonas el nivel freático se sitúa a profundidades someras lo que dificultará la retirada de los espesores propuestos. Por otro lado, la elevada humedad de los suelos superficiales complicará la actuación de maquinaria pesada.

Teniendo en cuenta estos inconvenientes, en las zonas donde de agua freática aflore por encima de la cota de saneo se podría limitar la retirada de los suelos orgánicos. En estos casos la cota de saneo deberá coincidir con la cota a la que se corta la superficie freática.

En cualquier caso, tras la retirada de los suelos de pobres características geotécnicas en aquellas zonas donde es viable, o bien, directamente sobre los mismos se procederá a la colocación de una escollera drenante. Para la correcta ejecución de la escollera se emplearán materiales pétreos procedentes de voladura que se extenderán por tongadas y se hincarán en el terreno a través de un proceso de vibro-compactación.

Los fragmentos deberán ser hincados hasta que el material drenante sobrepase en al menos 0,50 m la superficie del terreno. Posteriormente se ejecutará un material de filtro antes de la colocación de las tongadas de terraplén.

En cuanto a la definición de explanadas podemos dividir el área de estudio en dos zonas:

- **ZONA A** – Zonas topográficamente más elevada y que no se catalogan como potencialmente inundables (ver plano que se adjunta en el Anejo II).

En esta zona, mayoritariamente bajo el sustrato vegetal, el subsuelo lo conforman arenas limosas y limos arenosos de baja o nula plasticidad con presencia de gruesos centimétricos que no se deshacen con la mano que se han clasificado como suelos adecuados.

Dependiendo del tipo de explanada que se pretenda conseguir, se pueden adoptar las siguientes soluciones (6.1-IC "Secciones de Firme" – Ver siguiente figura):

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANADA (DESMONTES O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO))				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) / (3)	ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{vd} \geq 60 \text{ MPa}$					
	E2 $E_{vd} \geq 120 \text{ MPa}$					
	E3 $E_{vd} \geq 300 \text{ MPa}$					

IN: Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)

0: Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)

1: Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)

2: Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

3: Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 2: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

S-EST 3: Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)

HM-20: Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material

espesor mínimo en cm

suelo de explanación c de la obra de tierra subyacente

Formación de la explanada.

donde:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR ≥ 3 (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO_3) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR ≥ 5 (*)(**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

(*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(**) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR ≥ 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR ≥ 12 . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Materiales para la formación de las explanadas.

- **ZONA B** – Zona topográficamente deprimida y/o colindante a las cuencas de los regatos de la zona (ver plano que se adjunta en el Anejo II).

En toda esta zona se propone la extensión de tongadas de material pétreo procedente de voladura hasta superar la cota a la que se sitúa el nivel piezométrico, ya que al formar parte de la llanura de inundación de los regatos de la zona se trata de una zona potencialmente inundable.

Según la Instrucción de Carreteras (Norma 6.1 IC), tanto pedraplenes como rellenos todo-uno serán asimilables a suelos tipo 3 (seleccionados con C.B.R. ≥ 20), siempre y cuando el espesor sea igual o superior a 1,00 m.

Estos materiales conforman directamente un tipo de explanada E₂. En el caso de requerir una explanada E₃, sobre los materiales pétreos se deberá extender una capa de suelo estabilizado in situ con espesores mínimos de entre 0,25 y 0,30 m.

6. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

6.1 HIDROGEOLOGÍA REGIONAL

La zona investigada se encuentra enclavada en la cuenca hidrológica del río Barcés y más concretamente en la cuenta de un tributario de dicho río.

A grandes rasgos, considerando la cuenca y el entorno, se pueden separar dos conjuntos de terrenos, por un lado los Precámbricos y por otro los sedimentos cuaternarios cuaternarios.

TERRENOS PRECÁMBRICOS. La cuenca se encuentra excavada fundamentalmente sobre materiales de origen metamórfico cuya permeabilidad está directamente ligada al nivel de tectonización de la roca, así como de su grado de meteorización. La permeabilidad de estas rocas en estado fresco es prácticamente nula y en estado de alteración generalmente pequeña.

Un macizo rocoso como el definido por el esquisto, va a tener una porosidad primaria casi nula, menor cuanto más sana sea la roca que lo define. Esto hace que no pueda ser considerado como una formación acuífera en sí mismo, capaz de transmitir flujos de agua subterránea a través de la matriz rocosa. La porosidad del macizo va a venir definida por la denominada porosidad secundaria, la cual es función del grado de fracturación y diaclasado que presenta la roca.

La transmisión del agua va a deberse fundamentalmente a la fracturación de la roca, donde la circulación se produce a través de los planos de discontinuidad, viéndose obstaculizada en muchos casos por la presencia de rellenos de las fracturas.

Por tanto, se puede establecer que un macizo rocoso es un conjunto prácticamente impermeable en las zonas en las que aparece sano, si bien, las discontinuidades más o menos abiertas condicionan una porosidad secundaria que aumentará en las zonas descomprimidas y alteradas, disminuyendo notablemente en profundidad.

Aunque existen posibilidades de aprovechamiento puntual en zonas favorecidas por la percolación de las aguas a través de los perfiles de meteorización, la tendencia general es al aprovechamiento de la hidrología de superficie, especialmente si se tiene en cuenta el elevado índice pluviométrico de la región.

Diferentes son los aspectos a mencionar en las zonas más superficiales, en las que la meteorización de la roca ha dado lugar a un perfil de alteración de carácter granular, cuya permeabilidad es mucho mayor, facilitando la acumulación de las aguas infiltradas en épocas de lluvia, y permitiendo la circulación subterránea de las mismas, generalmente en el sentido de flujo regional, hacia el cauce de los cursos fluviales principales.

La granulometría arenosa y areno-limosa de los horizontes de alteración, van a incrementar notablemente la permeabilidad y transmisividad, actuando como un acuífero libre favorecido por la infiltración de las aguas, y como una fuente de alimentación del acuífero profundo, hasta alcanzar los niveles de roca sana impermeables, que se reducirá a la zona de fracturación más superficial y descomprimida, donde la circulación de las aguas va a estar muy restringida.

TERRENOS CUATERNARIOS. Estos sedimentos, a priori, presentan unas condiciones más favorables para la infiltración y almacenamiento del agua subterránea.

En el caso de los sedimentos fangosos a techo de la columna litológica, hace decrecer de modo notable la permeabilidad del conjunto, anulando prácticamente el desarrollo de acuíferos importantes.

Respecto a los materiales infrayacentes a dichos sedimentos cohesivos suelen tener buenas posibilidades hidrogeológicas, debido a su naturaleza granular y su morfología. Denominador común a todos es la superficialidad de los acuíferos, como causa directa de su pequeño espesor, lo que implica que se encuentren muy afectados por las variaciones estacionales.

6.2 HIDROGEOLOGÍA LOCAL

La caracterización hidrogeológica de la zona de estudio, va a adaptarse a los aspectos generales establecidos en el apartado anterior.

Una mínima parte de la zona está ocupada por las cuencas y llanuras de inundación de los regatos existentes, se trata de las zonas más deprimidas y con una topografía prácticamente llana lo que lleva consigo un drenaje deficiente, lo que las hace susceptibles de sufrir inundaciones. Hacia estas zonas fluyen las aguas de escorrentía que se recogen en las partes altas de la cuenca.

En toda esta zona los niveles superficiales están constituidos por sedimentos cuaternarios.

El espesor de los sedimentos cuaternarios es limitado, bajo los mismos los materiales aflorantes pertenecen al sustrato rocoso de grado V a II subyacente, que gracias a su composición y granulometría constituye un medio de permeabilidad baja.

6.2.1 PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

La asignación de un valor de permeabilidad a un material es tarea complicada ya que el margen de variabilidad es grande y puede variar considerablemente por pequeños cambios composicionales.

En este apartado se va a asignar un valor de permeabilidad a cada uno de los niveles identificados, no obstante son valores meramente orientativos obtenidos a partir de referencias bibliográficas (*Custodio y Llamas, 1983*).

En el cuadro siguiente se proponen los valores de permeabilidad:

NIVEL GEOTÉCNICO	K (m/día)	Clase de acuífero	Clase de permeabilidad
4.3.1 ARENAS Y LIMOS FANGOSOS	0,5 – 0,001	Acuitardo	Poco permeable
4.3.2 GRAVAS ARENOSAS	10 - 5	Acuífero de regular a bueno	Permeable
4.4.1 ARENAS LIMOSAS O LIMOS ARENOSOS, GRADO V	2 - 0,1	Acuífero pobre	Algo permeable
4.4.2 SUSTRATO ROCOSO GRADO III-II	$10^{-4} - 10^{-6}$	Acuicludo	Impermeable

6.2.2 NIVEL FREÁTICO

Tanto en las perforaciones como en las calicatas excavadas se han tomado medidas de la profundidad a la que se corta la superficie freática.

En la siguiente tabla se muestran las profundidades y cotas a las que se ha detectado agua en las diferentes calicatas excavadas:

Calicata nº	Cota inicio ensayo	Profundidad a la que se corta la superficie freática (m)	Cota a la que se corta la superficie freática (m)
C-2	294,50	1,30	293,20
C-19	313,50	1,00	312,50

Los sondeos S-2 y S-4 fueron revestidas con tubería piezométrica ranurada con el fin de realizar un seguimiento de las oscilaciones de la superficie freática. Las medidas realizadas se resumen en la siguiente tabla:

Sondeo nº	Cota inicio ensayo	Profundidad a la que se corta la superficie freática (m)	Cota a la que se corta la superficie freática (m)
S-2	299,50	0,85	298,65
S-4	317,00	0,70	316,30

De las medidas efectuadas, lo más relevante es tan sólo en las zonas más cercanas a las cuencas de los regatos existentes así como en las zonas susceptibles de inundación se detecta la superficie freática.

Los materiales más superficiales (rellenos y sedimentos cuaternarios) aportarán la mayor proporción de agua a la excavación. Para evitar la entrada del agua procedente de estos materiales podría recurrirse a un drenaje perimetral que tenga salida aguas abajo.

Es conveniente que previo al inicio de los trabajos de excavación se instale el sistema de drenaje con el fin de deprimir la superficie freática y así, provocar la consolidación del terreno.

7. AGRESIVIDAD DEL MEDIO Y TIPO DE AMBIENTE

De acuerdo con la EHE, antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometida cada elemento estructural.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que puede llegar a provocar su degradación.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras, de acuerdo con la tabla 8.2.2 de la EHE
- las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso, de entre las definidas en 8.2.3 de la EHE.

A efectos de determinar la agresividad del terreno se han tomado muestras de suelos de los diferentes niveles para su posterior análisis en el laboratorio. De acuerdo con los resultados de dichos análisis y a continuación se clasifican los terrenos en función de su agresividad:

Nivel geotécnico	Sulfatos solubles (mg/Kg)	Acidez Baumann Gully (ml/Kg)	Tipo de exposición
4.3 - Sedimentos cuaternarios	15	387,1	<i>Qa – Agresividad débil</i>
4.4.1 - Arenas limosas – Sustrato de alteración V	22 - 11	163,8 – 240,6	<i>Qa – Agresividad débil</i>
4.5 - Sustrato rocoso (grado III – II)	----	----	<i>No agresivo</i>

**En rocas no se realizan ensayos de agresividad. Ante la composición mineralógica y química del macizo rocoso este sustrato se puede considerar como no agresivo.*

También se han analizado dos muestras de agua procedentes de los sondeos con el fin de determinar su agresividad frente al hormigón, los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

PARÁMETROS	RESULTADOS	
	EQ-1481	EQ-1482
Valor de pH	7,2	7,7
Contenido sulfatos(mg/l)	1	24
Amonio (mg/l)	1	1
Magnesio (mg/l)	1	3

PARÁMETROS	RESULTADOS	
	EQ-1481	EQ-1482
Dióxido de carbono libre (mg/l)	17	18
Residuo seco (mg/l)	105	176
Tipo de exposición	Qa Agresividad débil	Qa Agresividad débil

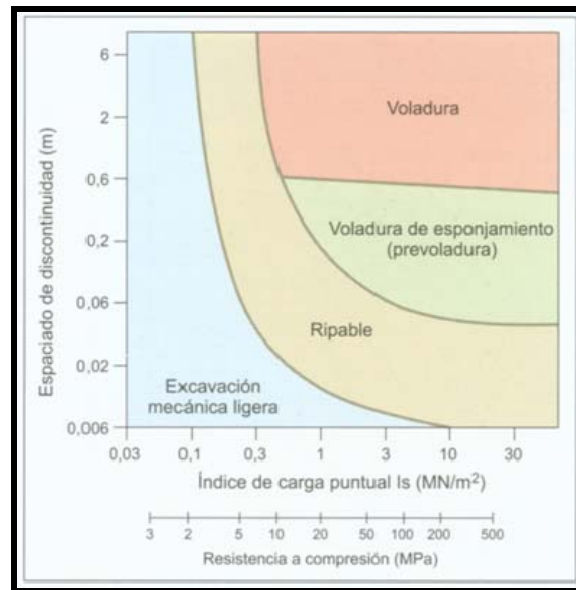
Ante el tipo de exposición definido deberán tomarse las medidas que la actual normativa (E.H.E.) estipula al respecto.

8. EXCAVABILIDAD

Teniendo en cuenta las características resistentes de los materiales que conforman el subsuelo se estima que los niveles de relleno, tierra vegetal, sedimentos cuaternarios y sustrato rocoso completamente meteorizado (niveles geotécnicos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.1), así como la parte más superficial del sustrato rocoso podrán excavarse mediante medios mecánicos convencionales. Para la excavación del sustrato rocoso de moderadamente meteorizado a sano (Grados III-II) se requerirá el empleo de martillo neumático o explosivo.

La excavabilidad de un macizo rocoso viene determinada por su grado de fracturación, la presencia de foliación y su resistencia a compresión simple. Entre el material completamente meteorizado y la roca sana se podrá presentar una amplia sucesión de términos intermedios.

En la siguiente figura se representa gráficamente la clasificación propuesta por Franklin para el estudio de los métodos de excavación en función de la resistencia a compresión simple y el espaciado entre fracturas. Como se puede observar, se consideran cuatro zonas o regiones, de acuerdo con los valores de los parámetros medios, pero no se especifican los tipos de maquinaria a utilizar, ni sus capacidades.



Clasificación de macizos rocosos para su arranque y excavación, según Franklin et al. (1971).

La zona de excavación directa corresponde a terrenos con una resistencia de la roca baja y un espaciado de discontinuidades reducido. Actualmente, el gráfico se encuentra algo desfasado, dado que las excavadoras hidráulicas de las últimas generaciones pueden ampliar la zona que corresponde al arranque directo, así como los tractores de más de 500 Kw de potencia, pueden hacer que solape su área de aplicación con el de la voladura.

Los valores de resistencia a compresión de las muestras ensayadas corresponden con resistencias blandas a techo del sustrato grado III, por lo que muy probablemente podrá excavar en su totalidad mediante maquinaria de alta capacidad con apoyo de martillo neumático. No obstante, a partir de 1,00 – 2.00 metros, desde el techo del nivel, se ha detectado un sustrato rocoso de mayor resistencia a compresión y con un valor de R.Q.D. igual o superior a 60, por lo que para el arrancamiento en este tipo de roca deberá recurrirse al empleo de explosivo.

Otro método para determinar el grado de ripabilidad de un macizo rocoso es el propuesto por Weaver (1975) y que se basa en la valoración de 7 factores característicos del sustrato rocoso en cuestión. Dependiendo de la valoración total obtenida se clasifica el macizo según su ripabilidad y se recomienda un tipo de maquinaria para su arrancamiento.

CLASE DE ROCA	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Roca muy buena	Roca buena	Roca media	Roca mala	Roca muy mala
VELOCIDAD SÍSMICA (m/s)	> 2150	2150-1850	1850-1500	1500-1200	1200-450
Valoración	26	24	20	12	5
DUREZA	Roca extr. dura	Roca muy dura	Roca dura	Roca blanda	Roca muy blanda
Valoración	10	5	2	1	0
ALTERACIÓN	Sana	Ligeramente alterada	Alterada	Muy alterada	Completamente alterada
Valoración	9	7	5	3	1
ESPACIADO DE JUNTAS (mm)	> 3000	3000-1000	1000-300	300-50	< 50
Valoración	30	25	20	10	5
CONTINUIDAD JUNTAS	Discontinuas	Poco continuas	Continuas sin relleno	Continua con algún relleno	Continua con relleno
Valoración	5	5	3	0	0
RELLENO EN LAS JUNTAS	Cerradas	Algo separadas	Separación < 1 mm	Relleno < 5 mm	Relleno > 5 mm
Valoración	5	5	4	3	1
ORIENTACIÓN DE DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO	Muy desfavorable	Desfavorable	Poco desfavorable	Favorable	Muy favorable
Valoración	15	13	10	5	3
VALORACIÓN TOTAL	100-90	90-70 *	70-50	50-25	< 25
VALORACIÓN DE LA RIPABILIDAD	Voladura	Extr. difícil de ripar. Voladura	Muy difícil de ripar	Difícil de ripar	Fácilmente ripable
SELECCIÓN DE MAQUINARIA	--	DD9G/D9G	D9/D8	D8/D7	D7
POTENCIA (CV)	--	770/385	385/270	270/180	180
kW	--	575/290	290/200	200/135	135

* La puntuación por encima de 75 se considera como no ripable sin prevoladura.

Clasificación de macizo rocoso según Weaver (1975).

Siguiendo las especificaciones del método de Weaver el macizo rocoso aflorante en la zona objeto de estudio se podría clasificar como una roca de Clase III-II, es decir, es decir, muy difícil de ripar o extremadamente difícil de ripar – voladura.

Más recientemente Scoble y Muftuoglu (1984) clasifican los medios rocosos en función de su excavación definiendo un “Índice de Excavabilidad” combinando cuatro parámetros geomecánicos. En la siguiente tabla se muestran el sistema de cuantificación que estos autores proponen:

PARÁMETROS	CLASES DE MACIZOS ROCOSOS				
	1	2	3	4	5
ALTERACIÓN	INTENSA	ALTA	MODERADA	LIGERA	NULA
Valoración (W)	< 0	5	15	20	25
RESISTENCIA DE LA ROCA (MPa)	< 20	20 - 60	40 - 60	60 - 100	> 100
COMPRESIÓN SIMPLE (MPa) $I_p(50)$	< 0,5	0,5 - 1,5	1,5 - 2,0	2 - 3,5	> 3,5
Valoración (S)	0	10	15	20	25
SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS (m)	0,3	0,6 - 1,5	0,6 - 1,5	1,5 - 2	> 2
Valoración (J)	5	15	30	45	50
POTENCIA DE ESTRATOS (m)	< 0,1	0,1 - 0,3	0,3 - 0,6	0,6 - 1,5	> 1,5
Valoración (B)	0	5	10	20	30

Índice de excavabilidad según Scoble y Muftuoglu (1984)

Una vez sumadas las valoraciones de los 4 parámetros considerados se establecen conclusiones mediante la siguiente tabla:

CLASE	FACILIDAD DE EXCAVACIÓN	ÍNDICE (W+S+J+B)	EQUIPO DE EXCAVACIÓN	MODELOS DE EQUIPOS EMPLEADOS
1	MUY FÁCIL	< 40	TRACTORES DE RIPADO	A. Tractor (Cat. D8) B. Dragalina > 5 m ³ (Lima 2400) C. Excavadora de cables > 3 m ³ (Ruston Bucyrus 71 RB)
2	FÁCIL	40 - 50	DRAGALINAS EXCAVADORAS	A. Tractor (Cat. D9) B. Dragalina > 8 m ³ (Marion 195) C. Excavadora de cables > 5 m ³ (Ruston Bucyrus 150 RB)
3	MODERADAMENTE DIFÍCIL	50 - 60	DRAGALINAS	A. Tractor - Excavadora - Pala Cargadora (Cat. D9) B. Excavadora hidráulica > 3 m ³ (Cat. 245)
4	DIFÍCIL	60 - 70	EXCAVADORAS	A. Tractor - Excavadora - Pala Cargadora (Cat. D10) B. Excavadora hidráulica > 3 m ³ (Cat. 245 ó O&K RH40)
5	MUY DIFÍCIL	70 - 95	EXCAVADORAS	Excavadora hidráulica > 3 m ³ (Cat. 245 ó O&K RH40)
6	EXTREMADAMENTE DIFÍCIL	95 - 100		Demag H111 Excavadoras Poclain 1000 CK hidráulicas P & H 1200 > 7 m ³ R H 75
7	MARGINAL SIN VOLADURA	> 100		Demag H 185 Excavadoras Demag H 241 hidráulicas O & K RH300 > 10 m ³

Equipo de excavación a emplear a partir de la clasificación de Scoble y Muftuoglu (1984)

Teniendo en cuenta las características del macizo rocoso descrito en los sondeos efectuados se podría clasificar como un sustrato de Clase 5-6.

9. DESMONTES Y TERRAPLENES

En este apartado se delimitará la inclinación de los desmontes y de los terraplenes a ejecutar en el futuro parque empresarial. Se analizará la estabilidad del cuerpo de los terraplenes, el tratamiento del cimiento, los asientos producidos por los mismos en fase constructiva.

9.1 DESMONTES

A continuación se realiza un estudio pormenorizado para los desmontes afectados por el parque empresarial, indicando la investigación efectuada para su caracterización, litología afectada, condiciones hidrogeológicas, tipo de explanada natural, inclinación y medidas a tomar en cada uno de ellos.

La investigación realizada corresponde a medidas puntuales por lo que su valor se ciñe a la zona investigada. Sin embargo pueden existir variaciones notables en cuanto a la alteración de los materiales, espesor de niveles arenizados, etc., que no pueden determinarse exactamente en cada desmante, por lo que en el presente capítulo se dan indicaciones generales, para que en el caso de existir variaciones en lo reconocido se puedan adoptar las decisiones pertinentes durante la obra.

La siguiente tabla muestra los principales desmontes proyectados, con su ubicación, longitud y espesor máximo de los mismos:

TRAZA DE PROPUESTA UTE MARTELO						
EJE	UBICACIÓN		LONGITUD (m)	UNIDADES GEOTÉCNICAS	ALTURA MÁXIMA (m) APROXIMADA	
	PK inicio	PK final			MI	MD
E-1	0+280	0+400	120	Sustrato Precámbrico	1,80	4,70
	0+540	0+800	260	Sustrato Precámbrico	2,00	9,90
E-2	0+100	0+440	340	Sustrato Precámbrico	8,80	5,60
E-3	0+000	0+180	180	Sustrato Precámbrico	4,10	2,35

9.1.1 Método de cálculo

Para el análisis de estabilidad en **desmontes tipo suelo** se ha utilizado el programa comercial SLOPE/w versión 5.0 de GEO/SLOPE Internacional (Calgary, Canadá), que permite el estudio de problemas de estabilidad de taludes por equilibrio límite en 2 dimensiones, calculando el factor de estabilidad o coeficiente de seguridad por el método de las rebanadas.

Los métodos que recoge el programa son el método de Bishop simplificado, aplicable a superficies de rotura circulares; el método de Janbu simplificado, para superficies de rotura de forma general; el método de Spencer, aplicable para todo tipo de superficies y el método de Morgenstern-Price, que considera el equilibrio de fuerzas y momentos. El método de Janbu simplificado tiene la posibilidad de aplicar un factor de corrección desarrollado por el autor para reducir el conservadurismo que se produce por la suposición de que no existen fuerzas entre las rebanadas. De todos ellos se han aplicado los métodos de Morgenstern-Price y Bishop.

El uso de los dos métodos permite verificar que el círculo de rotura de menor factor de seguridad hallado para cada uno de los métodos es sensiblemente igual. Por tanto, este uso combinado de los métodos permite detectar posibles errores.

El factor de seguridad considerado suficiente para asegurar la estabilidad de los desmontes ha sido de 1.50.

El programa genera superficies de deslizamiento aleatorias, a partir de las directrices dadas por el usuario. De este modo, evalúa numerosas superficies de rotura posibles presentando los coeficientes de seguridad de cada una de ellas.

Con la ayuda del citado programa se han modelizado los taludes definidos en proyecto para el tramo de estudio y los parámetros indicados.

Para el análisis de estabilidad en **desmontes tipo roca** la metodología de estudio empleada parte de la investigación realizada, siendo fundamentales en este caso el levantamiento mecánico de los afloramientos existentes en la zona con el objetivo de caracterizar las principales discontinuidades (juntas, diaclasado, esquistosidad ...), siendo el punto de partida para el posterior análisis del comportamiento global de la futura excavación, principalmente desde el punto de vista de la estabilidad.

En una fase posterior los datos de campo se han representado en la proyección estereográfica de Schmidt y equiareal hasta obtener una distribución de frecuencias de cada familia, con el fin de establecer las familias principales de discontinuidades.

Una vez definidas las diferentes familias de fracturas se han representado junto con las posibles direcciones que pueden tener los taludes de excavación.

Con estos resultados se ha valorado la estabilidad analizando el riesgo de rotura planar o formación de cuñas. En los casos en los que hay riesgo de formación de cuñas por intersección de discontinuidades se ha tratado la información con el programa Swedge de la casa Rocscience Inc. Con este programa se evalúa la probabilidad de formación de cuñas potencialmente inestables en taludes, así como su factor de seguridad. En los casos en los que es probable la formación de cuñas se puede estimar el tamaño de las mismas de acuerdo con la geometría del talud o bien, acorde a la continuidad y espaciado de los planos de fractura.

Cuando es evidente el riesgo de sufrir rotura planar, se utiliza el programa comercial RocPlane de la casa Rocscience (Toronto, Canadá). Este programa permite el estudio bidimensional de problemas de roturas planares desarrolladas en taludes de roca, calculando el factor estabilidad o coeficiente de seguridad frente al deslizamiento. En dicho programa se asume que la dirección del talud y la del plano de discontinuidad que controla la rotura planar son paralelas o casi ($\pm 20^\circ$), evaluando cual es la superficie de rotura cinemáticamente posible que presenta el menor factor de seguridad. A partir de aquí se define el sostenimiento necesario para alcanzar el factor de seguridad deseado.

Con el fin de garantizar la estabilidad del talud en roca se ha exigido un valor del coeficiente de seguridad $F \geq 1.5$. Cuando se alcance o supere este valor se clasificará el talud como estable.

Debe señalarse que el establecimiento de un modelo geotécnico del terreno parte de un método de análisis estadístico, por lo que los resultados obtenidos no son exactos, ya que

llevan implícitos referentes a la toma de datos estructurales, a la estimación de las dimensiones de los planos de discontinuidad y a la utilización de parámetros resistentes aproximados.

A continuación se detallan los cálculos realizados sobre cada uno de los desmontes proyectados y las conclusiones obtenidas.

9.1.2 Consideraciones generales

De manera general se deberá proceder a la realización de una cuneta de guarda en la coronación del desmonte.

Para taludes excavados en material granular se considera necesaria la realización de un pequeño escalón en el contacto entre el material granular y el sustrato rocoso para impedir o mitigar inestabilidades.

No se ha tenido en cuenta la presencia de nivel freático que afecta a los materiales tipo suelo, excepto en ocasiones puntuales donde la presencia de agua es muy patente (presencia de fuentes naturales), ya que en todos los casos se considera indispensable la captación y depresión del nivel freático con el objetivo de garantizar la estabilidad de estos taludes.

Se recomienda, en aquellos taludes en roca con altura superior a 7,00 metros la colocación de una malla de guiado de piedras o en su defecto la construcción de un cunetón de anchura y profundidad variable en cada caso.

En el caso de que los rellenos de las juntas presenten unas características mecánicas más desfavorables a las indicadas a continuación (c' y ϕ') será necesario recurrir a medidas de sostenimiento puntuales.

9.1.3 EJE 1.

Se trata de un vial que transcurre a lo largo del futuro parque empresarial de dirección suroeste-noreste, con una longitud de 1.004 metros y donde los desmontes alcanzarán una altura máxima de aproximadamente 10,00 metros

Debido a la disposición del eje 1 sobre la topografía que actualmente presenta la zona se ejecutarán dos desmontes los cuales se muestran a continuación:

- **Eje 1 – Desmonte 1:** comprendido entre los PKs 0+280 a 0+400.
- **Eje 1 – Desmonte 2:** comprendido entre los PKs 0+540 a 0+800.

9.1.3.1 Desmonte 1 en Eje 1

Características

Este desmonte se halla entre los PKs 0+280 y el 0+400, con un desarrollo longitudinal de 120 metros y una altura máxima de 4,70 metros en la margen derecha.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-16 y C-17.
- Penetraciones dinámicas: PD-13 y PD-14.
- Sondeos: S-3.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este desmante afectará por completo a la unidad geológica compuesta por el sustrato Precámbrico con un grado de meteorización V-IV hasta III (estado de roca).

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras en el entorno del presente desmante.

Caracterización geotécnica

A efectos de cálculo se podrán considerar aquí los parámetros definidos a continuación a modo de resumen:

Litología	Densidad Natural (T/m ³)	Cohesión (T/m ²)	Angulo de rozamiento (°)
Esquisto grado V a IV	1,95	1,00	35
Esquisto grado III	2,55	1,00*	30*

*Estos parámetros hacen referencia a las juntas observadas en el macizo.

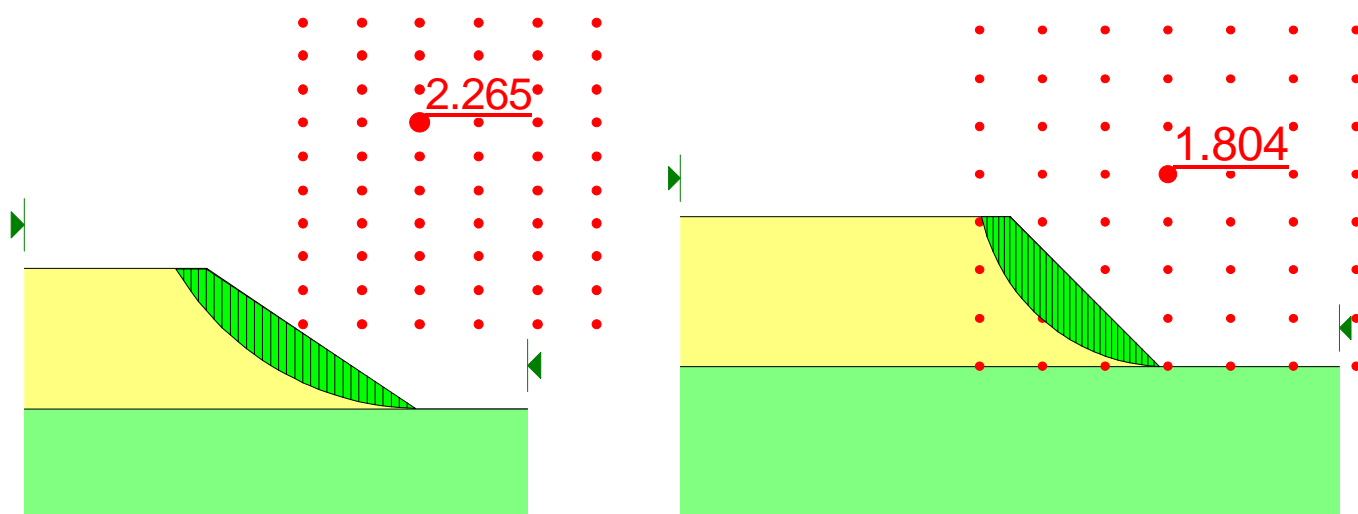
Cálculo estabilidad

A efectos de cálculo se considera un desmante formado mayoritariamente por suelos pertenecientes a la formación esquisto grado V a IV, dejando paso puntualmente a un sustrato rocoso de grado III.

Dada la escasa envergadura del desmante ($h_{m\acute{a}x}$ en torno a 4,50 metros) donde el grado de fracturación del macizo grado III es muy elevado con un RQD <25% se ha considerado lo más adecuado modelizar este desmante como de tipo suelo.

De este modo se ha realizado el cálculo de estabilidad del desmante mediante el método de Bishop. Aplicando dicho método establecido para el cálculo del factor de seguridad pésimo, con los parámetros y perfiles determinados anteriormente, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para cada inclinación del talud:

METODO	3H:2V	1H:1V
Bishop	2,26	1,80



Modelización para desmorte de 5,00 metros con geometrías 3H/2V (FS=2.26) y 1H/1V (FS=1.80)

Según los resultados obtenidos, para el desmorte considerado, y teniendo en cuenta que el factor de seguridad mínimo que se deber respetar es $F=1.5$, la inclinación para asegurar la estabilidad del talud frente a la rotura global podría alcanzar una geometría 1H/1V.

Excavabilidad y aprovechamiento

En cuanto a la excavabilidad de los materiales del desmorte y su aprovechamiento a continuación se adjunta una tabla resumen:

Excavabilidad (profundidad m.)		Clasificación según PG-3	Aprovechamiento
<4,50	Exc. Mecánica. (80%) Martillo picador ó D9-D10*	Adecuado	Cimiento, núcleo y coronación

*≈ tractor muy pesado >350 KW.

Como se observa se prevé que litológicamente la práctica totalidad del desmorte se correspondan con rocas alteradas y excavables procedentes de la alteración del sustrato esquistoso, y por tanta serán excavados mecánicamente o bien con la puntual ayuda de martillo picador o maquinaria pesada de potencia >350 Kw, el material obtenido se clasifica como adecuado, según PG-3, pudiendo reutilizarse como cimiento, núcleo y coronación de terraplén.

Explanada natural

El fondo de excavación situado sobre sustrato rocoso grado V a IV, se considera como material adecuado. En el caso de que el fondo afecte a la formación rocosa grado III, éste deberá considerarse como fondo de excavación en roca.

9.1.3.2 Desmante 2 en Eje 1.

Características

Este desmante se halla entre los PKs 0+540 y el 0+800, con un desarrollo longitudinal de 260 metros y una altura máxima de 9,90 metros en la margen derecha.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-13 y C-15.
- Penetraciones dinámicas: PD-11.
- Sondeos: S-1 y S-3.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este desmante afectará por completo a la unidad geológica compuesta por el sustrato Precámbrico de naturaleza esquistosa. Se trata de materiales que pueden presentar un grado de alteración III en estado rocoso, hasta V-IV en estado granular, tipo suelo, cuando se disponen como un nivel de alteración sobre el sustrato grado III.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras en el entorno del presente desmante.

Caracterización geotécnica

A efectos de cálculo se podrán considerar aquí los parámetros definidos a continuación a modo de resumen:

Litología	Densidad Natural (T/m ³)	Cohesión (T/m ²)	Angulo de rozamiento (°)
Esquisto grado V a IV	1,95	1,00	35
Esquisto grado III	2,55	1,00*	30*

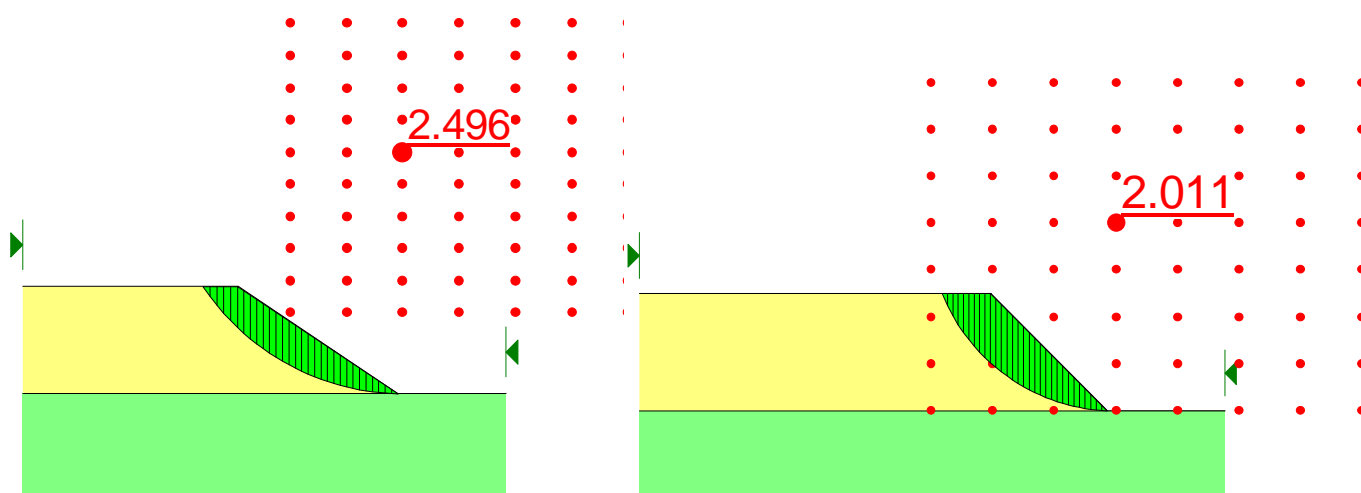
*Estos parámetros hacen referencia a las juntas observadas en el macizo.

Cálculo estabilidad

A efectos de cálculo se considera un desmante formado en su montera (aproximadamente 4,00 metros) por suelos pertenecientes a la formación Paleozoica grado IV-V, dejando paso a un sustrato rocoso correspondiente a la formación Paleozoica grado III.

De este modo se ha realizado el cálculo de estabilidad de la montera mediante el método de Bishop. Aplicando el método establecido para el cálculo del factor de seguridad pésimo, con los parámetros y perfiles definidos anteriormente, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para cada inclinación del talud:

METODO	3H:2V	1H:1V
Bishop	2,49	2,01



Modelización para montera de 4,00 metros con geometrías 3H/2V (FS=2.49) y 1H/1V (FS=2.01)

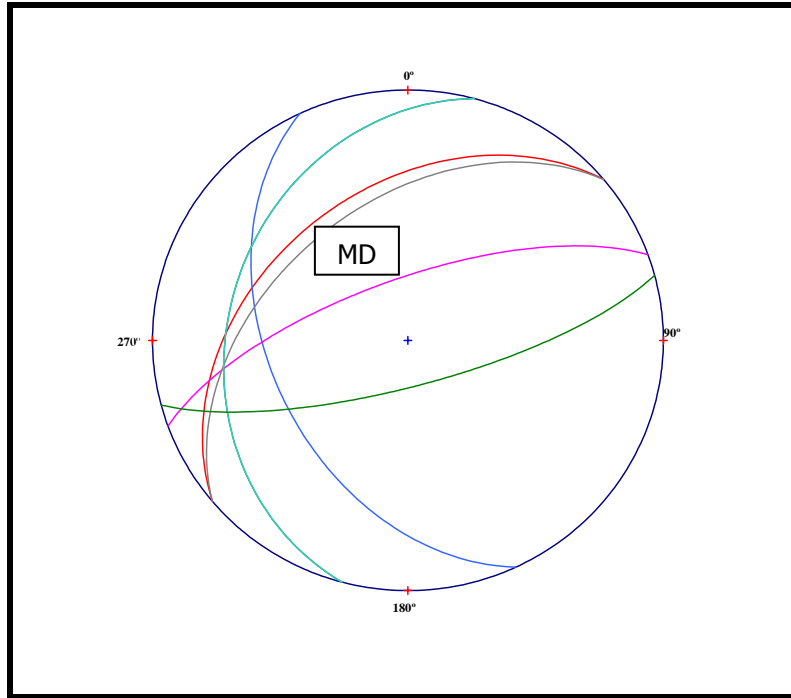
Según los resultados obtenidos, para el desmote considerado, y teniendo en cuenta que el factor de seguridad mínimo que se deber respetar es $F=1.5$, la inclinación para asegurar la estabilidad de la montera del talud frente a la rotura global podría alcanzar una geometría 1H/1V.

Para el estudio de estabilidad del desmote a efectuar sobre la unidad geotécnica, sustrato Paleozoico grado III se ha procedido a la identificación de las principales familias de discontinuidades, las cuales se han obtenido a partir de la estación geomecánica EO-1, y se presentan en la siguiente tabla:

FAMILIA	ORIENTACIÓN	
	AZIMUT	BUZAMIENTO
J1	245	45
E1	285	30
J3	320	40
J4	165	75
J5	340	70
MD	320	45

No se ha considerado la margen izquierda dado que el desmote presentará una altura máxima de 2,00 metros y por tanto su excavación se considera en material de tipo suelo.

Las distintas familias se han representado en una proyección estereográfica a partir de la cual se ha detectado el riesgo de rotura planar y el riesgo de formación de cuñas potencialmente inestables.

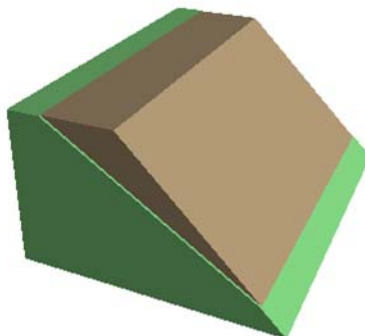


Proyección Schmidt, para desmonte en margen derecha

De este modo a continuación se presenta una tabla resumen donde se muestra la principal problemática del desmonte para un talud 1H/1V:

Margen estudiada	Familias implicadas	Tipo de rotura	Factor de seguridad	Medidas	Carga sustentación necesaria (T/m ²)
MD	talud – J3	planar	1.31	retaluzado – malla de anclajes	0,35
	J1/E1	cuña	7.70	-----	-----
	J1/J3	cuña	7.11	-----	-----
	E1/J3	cuña	1.09	Bulonado puntual	0,23
	J3/J5	Cuña	10.55	-----	-----
	J3/J4	cuña	16.89	-----	-----
	J4/J5	cuña	41.10	-----	-----

A continuación se presenta de manera orientativa el dimensionado de la rotura planar que se prevé se produzca en el margen derecho:



Perspective

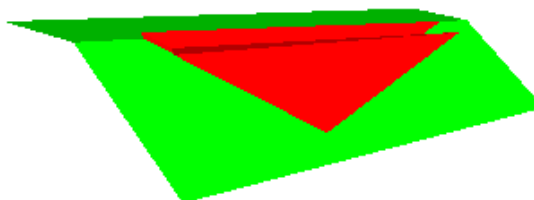
Rotura planar en margen derecho. FS=1.31.

Por tanto en esta zona del desmonte donde aparece el sustrato rocoso grado III para inclinaciones 1H/1V en caso de quererse alcanzar factores entorno a 1.5 en el margen derecho, tal y como se refleja en la tabla anteriormente indicada, por lo que se recomienda para la sustentación de las roturas planares a una malla de anclajes o retaluzado.

En caso de optar por una malla de anclajes se recomienda la ejecución de una malla 5Hx5V con anclajes de barra tipo gewi o similar y $\varnothing 20$, con una longitud estimada de 6 metros.

En caso de optar por la no realización de sostenimiento, se debería realizar un talud con inclinación 3H/2V.

A continuación se presenta de manera orientativa el dimensionado de la rotura en cuña que se prevé se produzca en el margen derecho:



Rotura en cuña en margen derecho entre esquistosidad y J3. FS=1.09.

De este modo en aquellas zonas del desmonte donde se "intercepten" la familia J3 y la esquistosidad se producirán puntuales cuñas, por lo que se recomienda la utilización de un bulonado puntual o retaluzado.

En caso de optar por bulones puntuales estos serán de barra tipo gewi o similar y $\varnothing 20$, con una longitud estimada de 5 metros.

En caso de optar por la no realización de sostenimiento, se debería realizar un talud con inclinación 3H/2V.

Cabe destacar que todas las conclusiones obtenidas sobre la mecánica del macizo rocoso se han obtenido a partir de un único punto de observación, EO-1, por lo que se recomienda mantener un estricto seguimiento del desmonte una vez se comience su excavación con el objetivo de corroborar los datos sobre los que se apoya el análisis de estabilidad del citado desmonte.

Excavabilidad y aprovechamiento

En cuanto a la excavabilidad de los materiales del desmonte y su aprovechamiento a continuación se adjunta una tabla resumen:

Excavabilidad (profundidad m.)		Clasificación según PG-3	Aprovechamiento
<4,00	Exc. Mecánica. (80%) Martillo picador ó D9 –D10* (20%)	Adecuado	Cimiento, núcleo y coronación
4,00 – 10,00	Voladura	Todo uno	Cimiento y núcleo

*≈ tractor muy pesado >350 KW

Como se observa los primeros 4,00 metros de desmonte se prevé que litológicamente se correspondan con rocas alteradas y excavables procedentes de la alteración del sustrato esquistoso, y por tanto serán excavados mecánicamente con puntual ayuda de martillo picador o maquinaria pesada de potencia >350 kW, el material obtenido se clasifica como adecuado, según PG3, pudiendo reutilizarse como cimiento, núcleo y coronación.

El resto de materiales corresponde con un esquistos grado III, que se excavan con la ayuda de explosivos y los materiales obtenidos se clasifican como "todo uno".

Explanada natural

El fondo de excavación situado sobre sustrato rocoso grado V a IV, se considera como material adecuado, mientras que en parte del desmonte el fondo afectará a la formación rocosa grado III por lo que el mismo deberá considerarse en roca.

9.1.4 EJE 2.

Se trata de un vial que transcurre en forma de Π y que se encuentra aproximadamente en el centro del polígono. Este eje presenta varias direcciones, sur-norte hasta aproximadamente el PK 0+400, suroeste-noreste entre PK 0+400 y PK 0+600, y finalmente

noroeste-sureste entre PK 0+600 a final de eje. La longitud total es de 949 metros y los terraplenes alcanzarán un espesor máximo de 16,00 metros

Debido a la disposición del vial 2 sobre la topografía que actualmente presenta la zona se dispondrá un desmante que se muestra a continuación

- **Eje 2 – Desmante 1:** comprendido entre los PKs 0+100 a 0+440.

9.1.4.1 Desmante 1 en Eje 2.

Características

Este desmante se halla entre los PKs 0+100 y el 0+440, con un desarrollo longitudinal de 320 metros y una altura máxima de 8,80 metros en la margen izquierda.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-5, C-6, C-7 y C-8.
- Penetraciones dinámicas: PD-4 y PD-9.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este desmante afectará por completo a la unidad geológica compuesta por el sustrato Precámbrico de naturaleza esquistosa. Se trata de materiales que pueden presentar un grado de alteración III en estado rocoso, hasta V-IV en estado granular, tipo suelo, cuando se disponen como un nivel de alteración sobre el sustrato grado III.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras en el entorno del presente desmante.

Caracterización geotécnica

A efectos de cálculo se podrán considerar aquí los parámetros definidos a continuación a modo de resumen:

Litología	Densidad Natural (T/m ³)	Cohesión (T/m ²)	Angulo de rozamiento (°)
Esquisto grado V a IV	1,95	1,00	35
Esquisto grado III	2,55	1,00*	30*

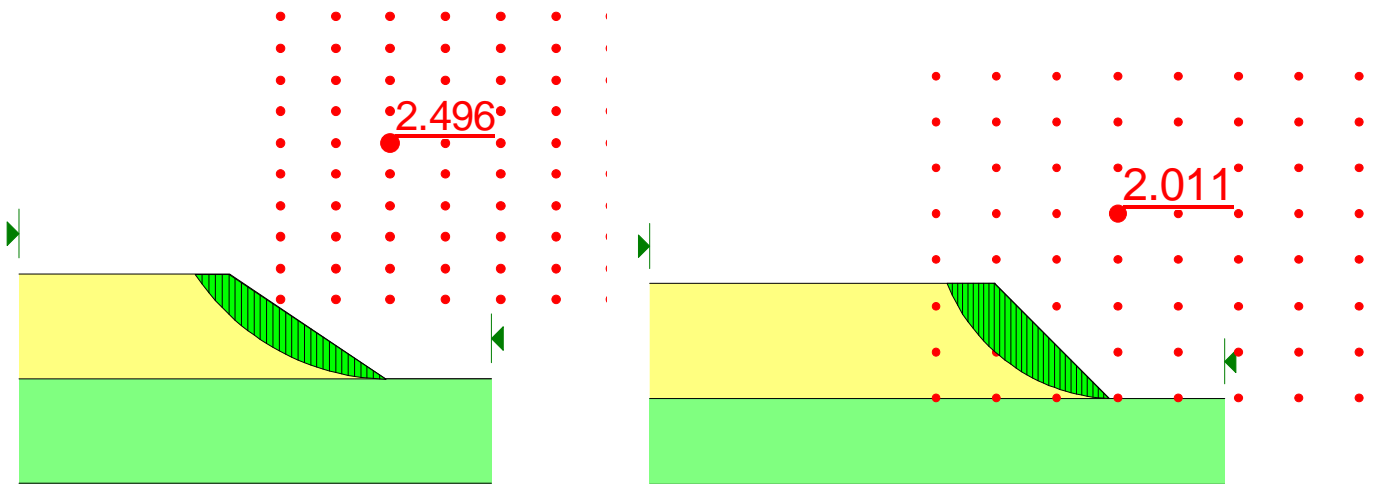
*Estos parámetros hacen referencia a las juntas observadas en el macizo.

Cálculo estabilidad

A efectos de cálculo se considera un desmante formado en su montera (aproximadamente 4,00 metros) por suelos pertenecientes a la formación Paleozoica grado IV-V, dejando paso a un sustrato rocoso correspondiente a la formación Paleozoica grado III.

De este modo se ha realizado el cálculo de estabilidad de la montera mediante el método de Bishop. Aplicando el método establecido para el cálculo del factor de seguridad pésimo, con los parámetros y perfiles definidos anteriormente, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para cada inclinación del talud:

METODO	3H:2V	1H:1V
Bishop	2,49	2,01



Modelización para montera de 4,00 metros con geometrías 3H/2V (FS=2.49) y 1H/1V (FS=2.01)

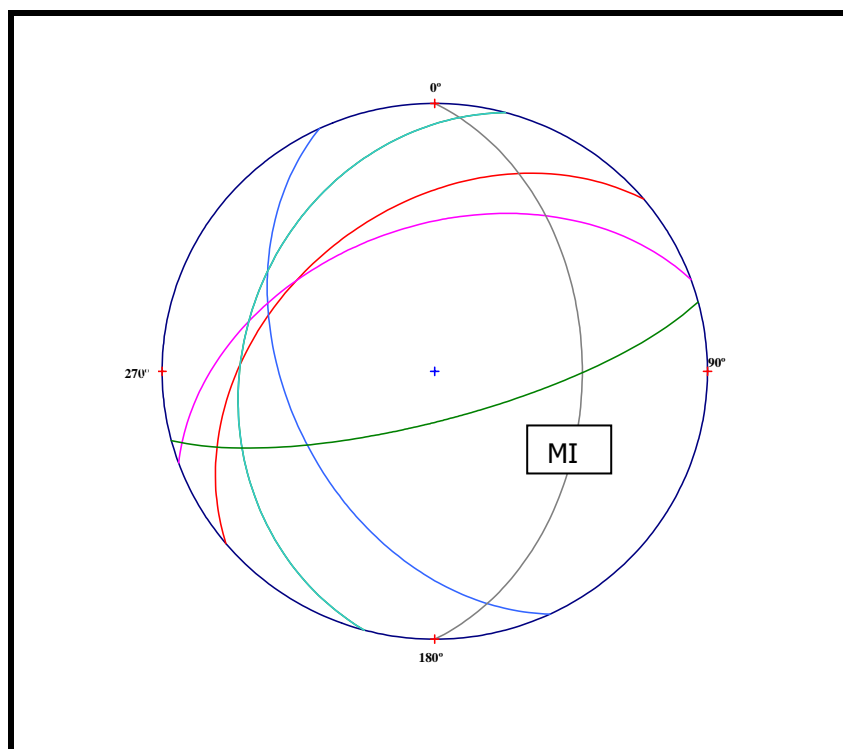
Según los resultados obtenidos, para el desmonte considerado, y teniendo en cuenta que el factor de seguridad mínimo que se deber respetar es $F=1.5$, la inclinación para asegurar la estabilidad del talud frente a la rotura global podría alcanzar una geometría 1H/1V.

Para el estudio de estabilidad del desmonte a efectuar sobre la unidad geotécnica, sustrato Paleozoico grado III se ha procedido a la identificación de las principales familias de discontinuidades, las cuales se han obtenido a partir de la estación geomecánica EO-1, y se presentan en la siguiente tabla:

FAMILIA	ORIENTACIÓN	
	AZIMUT	BUZAMIENTO
J1	245	45
E1	285	30
J3	320	40
J4	165	75
J5	340	70
MI	90	45

No se ha considerado la margen derecha dado que el desmorte presentará una altura máxima de 5,60 metros en una zona puntual y por tanto su excavación se considera más representativa en material de tipo suelo.

Las distintas familias se han representado en una proyección estereográfica a partir de la cual se ha detectado el riesgo de rotura planar y el riesgo de formación de cuñas potencialmente inestables.



Proyección Schmidt, para desmorte en margen izquierda

Por tanto en este desmorte donde aparece el sustrato grado III para inclinaciones 1H/1V no se prevé la aparición de roturas en cuña ni roturas planares.

Cabe destacar que todas las conclusiones obtenidas sobre la mecánica del macizo rocoso se han obtenido a partir de un único punto de observación, EO-1, por lo que se recomienda mantener un estricto seguimiento del desmorte una vez se comience su excavación con el objetivo de corroborar los datos sobre los que se apoya el análisis de estabilidad del citado desmorte.

Excavabilidad y aprovechamiento

En cuanto a la excavabilidad de los materiales del desmorte y su aprovechamiento a continuación se adjunta una tabla resumen:

Excavabilidad (profundidad m.)		Clasificación según PG-3	Aprovechamiento
<4,00	Exc. Mecánica. (80%) Martillo picador D9-D10* (20%)	Adecuado	Cimiento, núcleo y coronación
4,00 – 9,00	Voladura	Todo uno	Cimiento y núcleo

Como se observa los primeros 4,00 metros de desmonte se prevé que litológicamente se correspondan con rocas alteradas y excavables procedentes de la alteración del sustrato esquistoso, y por tanto serán excavados mecánicamente con puntual ayuda de martillo picador o maquinaria pesada de potencia >350 kW, el material obtenido se clasifica como adecuado, según PG3, pudiendo reutilizarse como cimiento, núcleo y coronación.

El resto de materiales corresponde con un esquistos grado III, que se excavan con la ayuda de explosivos y los materiales obtenidos se clasifican como "todo uno".

Explanada natural

El fondo de excavación situado sobre sustrato rocoso grado V a IV, se considera como material adecuado, mientras que en parte del desmonte el fondo afectará a la formación rocosa grado III por lo que el mismo deberá considerarse en roca.

9.1.5 EJE 3.

Se trata de un pequeño vial que transcurre en dirección suroeste-noreste, con una longitud de 371 metros y donde se ejecutará un único desmonte que alcanzará una altura máxima de 4,10 metros.

- **Eje 3 – Desmonte 1:** comprendido entre los PKs 0+000 a 0+180.

9.1.5.1 Desmonte 1 en Eje 3

Características

Este desmonte se halla entre los PKs 0+000 y el 0+180, con un desarrollo longitudinal de 180 metros y una altura máxima de 4,10 metros en la margen izquierda

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-8 y C-9.
- Penetraciones dinámicas: PD-5 y PD-9.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este desmonte afectará por completo a la unidad geológica compuesta por el sustrato Precámbrico con un grado de meteorización V-IV hasta III (estado de roca).

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras en el entorno del presente desmonte.

Caracterización geotécnica

A efectos de cálculo se podrán considerar aquí los parámetros definidos a continuación a modo de resumen:

Litología	Densidad Natural (T/m ³)	Cohesión (T/m ²)	Angulo de rozamiento (°)
Esquisto grado V a IV	1,95	1,00	35
Esquisto grado III	2,55	1,00*	30*

*Estos parámetros hacen referencia a las juntas observadas en el macizo.

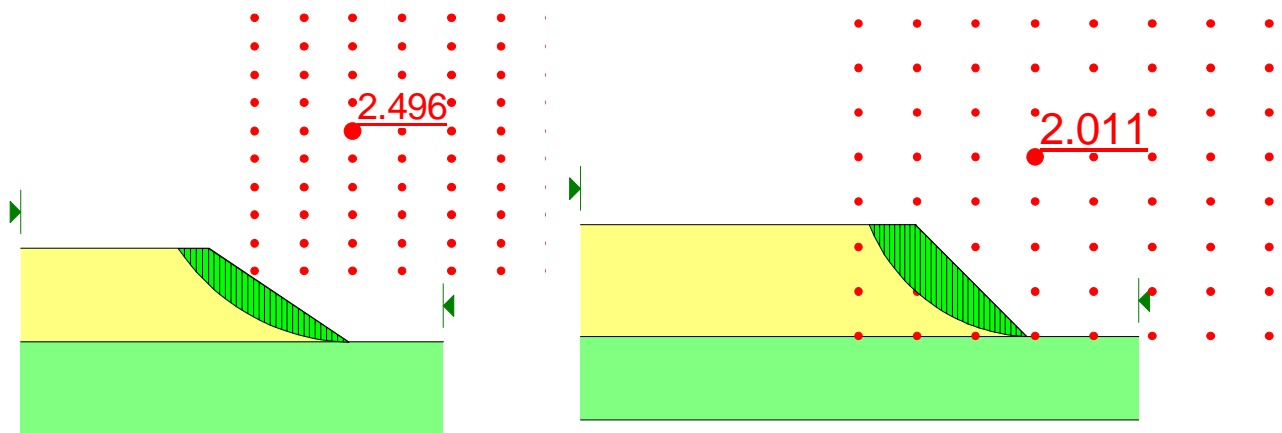
Cálculo estabilidad

A efectos de cálculo se considera un desmonte formado mayoritariamente por suelos pertenecientes a la formación esquisto grado V a IV, dejando paso puntualmente a un sustrato rocoso de grado III.

Dada la escasa envergadura del desmonte ($h_{m\acute{a}x}$ en torno a 4,00 metros) donde el grado de fracturación del macizo grado III es muy elevado con un RQD <25% se ha considerado lo más adecuado modelizar este desmonte como de tipo suelo.

De este modo se ha realizado el cálculo de estabilidad del desmonte mediante el método de Bishop. Aplicando dicho método establecido para el cálculo del factor de seguridad pésimo, con los parámetros y perfiles determinados anteriormente, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para cada inclinación del talud:

METODO	3H:2V	1H:1V
Bishop	2,49	2,01



Modelización para desmorte de 4,00 metros con geometrías 3H/2V (FS=2.49) y 1H/1V (FS=2.01)

Según los resultados obtenidos, para el desmorte considerado, y teniendo en cuenta que el factor de seguridad mínimo que se debe respetar es $F=1.5$, la inclinación para asegurar la estabilidad del talud frente a la rotura global podría alcanzar una geometría 1H/1V.

Excavabilidad y aprovechamiento

En cuanto a la excavabilidad de los materiales del desmorte y su aprovechamiento a continuación se adjunta una tabla resumen:

Excavabilidad (profundidad m.)		Clasificación según PG-3	Aprovechamiento
<4,00	Exc. Mecánica. (70%) Martillo picador ó D9-D10* (30%)	Adecuado	Cimiento, núcleo y coronación

*≈ tractor muy pesado >350 KW

Como se observa se prevé que litológicamente la práctica totalidad del desmorte se correspondan con rocas alteradas y excavables procedentes de la alteración del sustrato esquistoso, y por tanto serán excavados mecánicamente o bien con la puntual ayuda de martillo picador o maquinaria pesada de potencia >350 kW, el material obtenido se clasifica como adecuado, según PG-3, pudiendo reutilizarse como cimiento, núcleo y coronación de terraplén.

Explanada natural

El fondo de excavación situado sobre sustrato rocoso grado V a IV, se considera como material adecuado. En el caso de que el fondo afecte a la formación rocosa grado III, éste deberá considerarse como fondo de excavación en roca.

9.1.6 Cuadro resumen de los desmontes estudiados

CUADRO RESUMEN DE DESMONTES

DESMONTE Nº	DE P.K.	A P.K.	ESPEJOR MÁXIMO / EJE	FORMACIÓN GEOLÓGICA	SOLUCIONES GEOMÉTRICAS*		REUTILIZACIÓN	FONDO DE EXCAVACIÓN	ESPEJOR (m)			OBSERVACIONES
					MD	MI			RIPABLE	MARTILLO PICADOR / D9-10*	VOLADURA	
EJE 1 - DESMONTE 1	0+280	0+400	4,70 / MD	SUSTRATO PRECÁMBRICO (Esquisto grado V a IV, puntual III)	1H/1V		BASE - NUCLEO - CORONACIÓN	ADECUADO	4,00	1,00	-----	-----
EJE 1 - DESMONTE 2	0+540	0+800	9,90 / MD	SUSTRATO PRECÁMBRICO (Esquisto grado V a IV a III-II)	3H/2V ó 1H/1V con sostenimiento	1H/1V	BASE - NUCLEO y CORONACIÓN EL SUELO	ADECUADO - GRADO III ROCA	4,00	1,00	excavaciones superiores a 5,00 m.	Rotura planar y cuñas en MD. Propuesta: retaluzado a 3H/2V ó malla de anclajes 5x5 de Ø20 tipo gewi y longitud estimada 7 m. Malla guiado de piedras o cunetón en aquellas zonas de desmonte >7,00 m.
EJE 2 - DESMONTE 1	0+100	0+440	8,80 / MI	SUSTRATO PRECÁMBRICO (Esquisto grado V a IV a III-II)	1H/1V		BASE - NUCLEO y CORONACIÓN EL SUELO	ADECUADO - GRADO III ROCA	4,00	1,00	excavaciones superiores a 5,00 m.	Malla guiado de piedras o cunetón en aquellas zonas de desmonte >7,00 m.
EJE 3 - DESMONTE 1	0+000	0+180	4,10 / MI	SUSTRATO PRECÁMBRICO (Esquisto grado V a IV, puntual III)	1H/1V		BASE - NUCLEO - CORONACIÓN	ADECUADO	3,00	1,00	-----	-----

NOTAS:

* en el caso de que los rellenos de las juntas presenten unas características mecánicas más desfavorables que las indicadas en el presente informe (c y Ø) será necesario recurrir a medidas de sostenimiento puntuales.

*-D9 - D10 o similar, tractor de potencia > 350 kW.

9.2 TERRAPLENES

En este apartado se desarrollarán los criterios de estabilidad, tratamiento de los cimientos y medidas que se deben tomar para una correcta puesta en obra.

La siguiente tabla muestra los principales terraplenes proyectados, con su ubicación, longitud y espesor máximo de los mismos:

TRAZA DE PROPUESTA UTE MARTELO						
EJE	UBICACIÓN		LONGITUD (m)	UNIDADES GEOTÉCNICAS	ESPESOR MÁXIMO (m) APROXIMADO	
	PK inicio	PK final			MI	MD
E-1	0+000	0+280	280	Sustrato Precámbrico	5,00	4,00
	0+400	0+540	140	Sustrato Precámbrico	8,00	3,50
	0+800	1+004	204	Sustrato Precámbrico	12,50	5,00
E-2	0+000	0+100	100	Sustrato Precámbrico y Sed. Cuaternarios	7,00	9,00
	0+440	0+949	509	Sustrato Precámbrico y Sed. Cuaternarios	16,00	14,00
E-3	0+180	0+371	191	Sustrato Precámbrico	6,00	7,00

9.2.1 Método de Cálculo

Para el análisis de estabilidad en **terraplenes** se ha utilizado el programa comercial SLOPE/w versión 5.0 de GEO/SLOPE Internacional (Calgary, Canadá), que permite el estudio de problemas de estabilidad de terraplenes por equilibrio límite en 2 dimensiones, calculando el factor de estabilidad o coeficiente de seguridad por el método de las rebanadas. La metodología del programa queda reflejada en el apartado de desmontes 9.1.1

A continuación se detallan los cálculos realizados sobre el relleno de mayor altura con el objetivo de analizar su estabilidad, considerando la posibilidad de roturas del cuerpo del relleno.

9.2.2 Caracterización geotécnica de los materiales del núcleo

Los materiales a utilizar en la construcción de los rellenos provendrán de la excavación de los taludes de desmontes. De acuerdo con el estudio realizado los niveles arenosos y limosos, procedentes de la completa meteorización del sustrato pizarroso infrayacente son

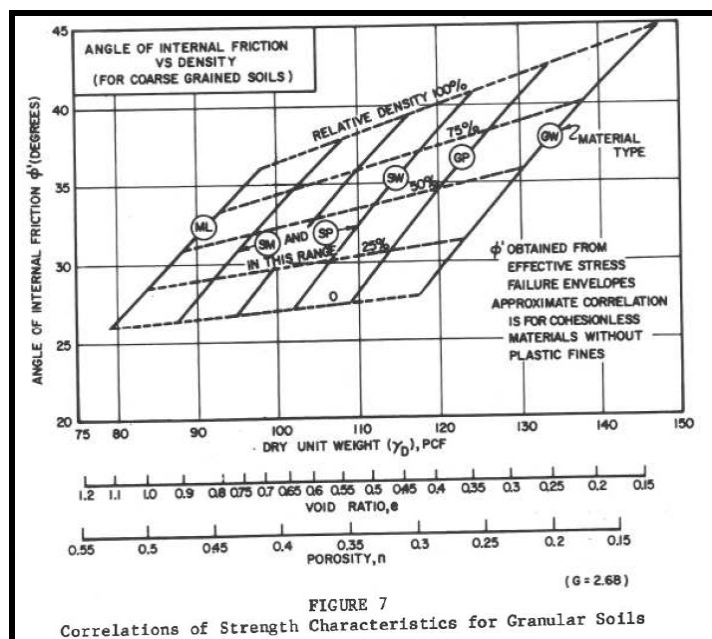
materiales aprovechables, de calidad adecuada. En el caso del sustrato rocoso podrá destinarse a la formación de "todo uno" o pedraplén.

Teniendo en cuenta estos dos tipos de materiales se ha considerado que el material puesto en obra tendrá características de "todo uno". En función del porcentaje de material fino o fragmentos de roca que contenga, los parámetros característicos del material oscilarán entre los valores que se indican a continuación.

Material	Densidad (T/m ³)	Cohesión (T/m ²)	Ángulo de fricción (°)
Todo uno "grosso"	2,2	1,00	38
Todo uno "fino"	2,1	2,00	31

El material denominado "todo uno grosso" está constituido por materiales pétreos procedentes de la excavación de los desmontes, los cuales se presentan dentro de una matriz limo-arenosa. Según la clasificación USCS serán asimilables al grupo (GP) "gravas mal graduadas con mezcla de arena y pocos finos o sin ellos". Puntualmente pueden llegar a constituir un material más grosso, tipo escollera.

Para este grupo de material y debido a la facilidad de compactación que presenta, se puede conseguir un 85% de densidad relativa y por tanto se le ha asignado un ángulo de rozamiento de 38°. Para valorar el contenido en material fino se ha considerado una cohesión de 1 T/m².



El material denominado “todo uno fino” está constituido por mezclas de grava, arena y limo. Proceden de la excavación de los desmontes, en aquellas zonas con mayor contenido en material fino y menos porcentaje de material pétreo de voladura. Según la clasificación USCS se encontrarán entre los grupos (GM) “gravas limosas mal graduadas” y (SM) “arenas limosas con más del 10% de contenido en finos”.

Este grupo de material ha sido caracterizado con un ángulo de rozamiento de 31° y una cohesión de 2 T/m². Estos valores son ligeramente más conservadores que los recomendados por la NAVFAC (1971) para suelos compactos granulares sin finos plásticos (SM) ($\gamma_{seca} = 1,9 \text{ gr/cm}^3$, $c = 2,1 \text{ T/m}^2$ y $\phi = 34^\circ$). Para las gravas limosas (GM) la NAVFAC propone ángulos de rozamiento superiores a 34°, según se recoge en la siguiente tabla.

TABLA I
Propiedades típicas de los suelos compactados (NAVFAC, 1971)

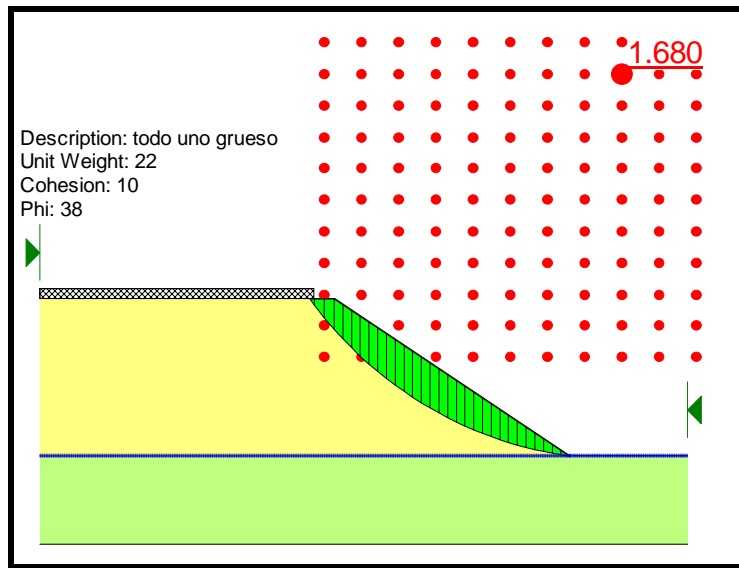
<i>Símbolo del grupo</i>	<i>Tipo de suelo</i>	<i>Cohesión tn./m.²</i>	<i>Angulo de rozamiento</i>
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena.	0	>38°
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena.	0	>37°
GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo, mal graduadas.	—	>34°

9.2.3 Geometría de los rellenos y factor de seguridad

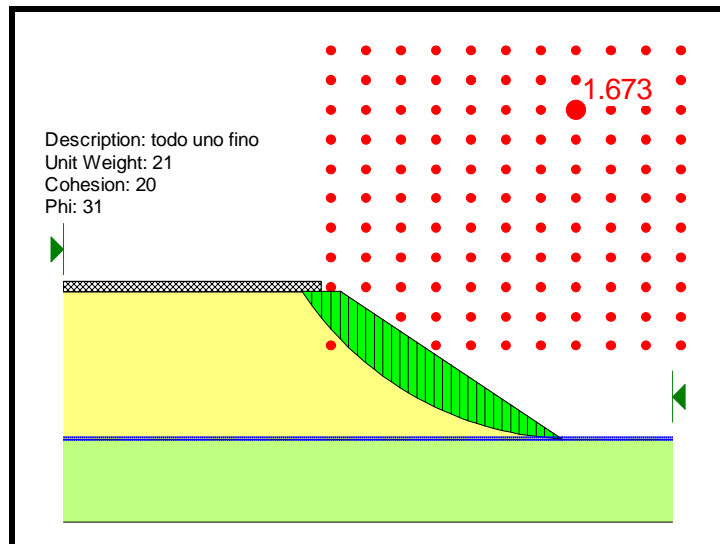
Los taludes de los rellenos se han diseñado con un talud 3H:2V, en los cuales se ha hecho un análisis de estabilidad para confirmar que el relleno de mayor altura será estable, considerando la posibilidad de roturas por su cuerpo.

Para realizar el cálculo de estabilidad se ha considerado un relleno de 16 m de altura, que es la máxima contemplada en proyecto.

De acuerdo con los modelos realizados, los cuales se reproducen a continuación, con un talud 3H:2V se alcanza un factor de seguridad entorno a 1,67 – 1,68.



Factor de seguridad que se alcanza con un relleno tipo "todo uno grueso"



Factor de seguridad que se alcanza con un relleno tipo "todo uno fino"

El coeficiente de seguridad que ha de cumplir el talud de este terraplén es el "Normal", definido en el apartado 4.4 de la Guía de cimentaciones en obras de carretera de la Dirección General de Carreteras, para una combinación de acciones "Casi permanente".

TABLA 4.1. ESTABILIDAD GLOBAL: COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE NORMAL	COEFICIENTE REDUCIDO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 1,50$	$F_{1,red} \geq 1,30$
Característica	$F_2 \geq 1,30$	$F_{2,red} \geq 1,20$
Accidental	$F_3 \geq 1,10$	$F_{3,red} \geq 1,05$

9.2.4 Tratamiento del cimiento

Cuando el relleno se construya sobre terreno natural se procederá al desbroce del terreno. El suelo vegetal se recomienda reservarlo para revegetaciones de los paramentos del relleno si bien, de acuerdo con lo indicado en el apartado 300.2.1 del PG-3 ... *"el Director de la Obra podrá eximir de la eliminación de esta capa de tierra vegetal en relleno tipo todo-uno de más de 10 m de altura donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños, comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad"*. Por otro lado ... *"en rellenos de tipo todo-uno sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas."*

En el caso de rellenos antrópicos se recomienda no emplearlos en ninguna parte de la obra, excepto si se asegura una compactación adecuada y se demuestran unos asientos admisibles en el relleno a medio y largo plazo.

Asimismo, no se consideran aptos como elementos de cimiento los niveles de depósitos cuaternarios asociados a la red fluvial de la zona de composición limo arenoso tipo fango y todo material que de manera general presente una compacidad suelta a muy suelta.

Una vez retirados los materiales incompetentes y previamente antes de comenzar el relleno, se deberá compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

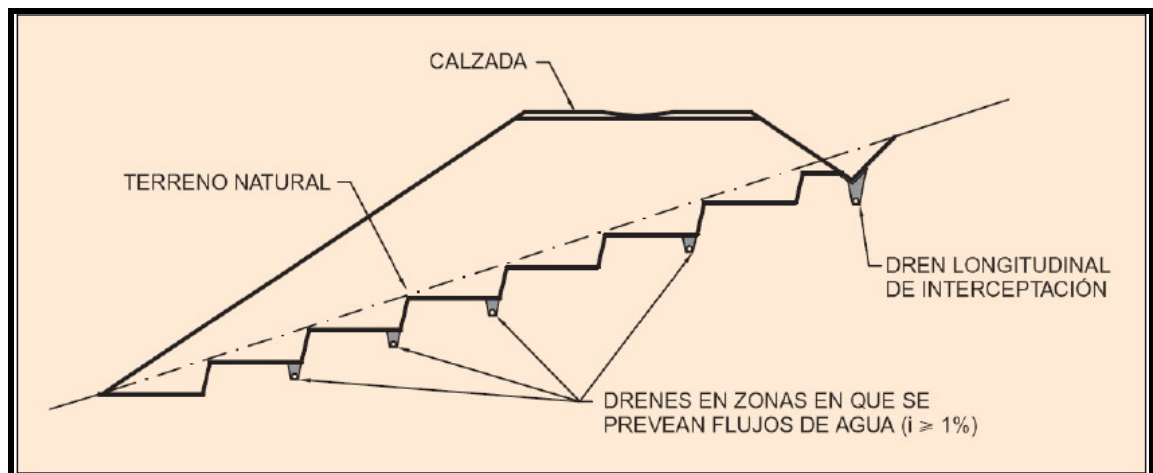
En caso de aflorar agua, deberá recogerse y canalizarse hacia zonas alejadas del cimiento, evitando su acumulación en la base del relleno. Este deberá ejecutarse utilizando un pedraplén que alcance como mínimo la cota del terreno natural. Sobre el pedraplén se colocará un geotextil que impida el lavado de finos, y sobre esta lámina se comenzarán a ejecutar las tongadas del terraplén.

En los rellenos situados a media ladera se recomienda preparar la superficie de apoyo del terraplén saneando el material más alterado y efectuando un cajeo de la pendiente natural de la ladera para conseguir que la pendiente máxima no supere los 10º en sentido transversal. La pendiente longitudinal mínima de estas bermas será del 1-2% para facilitar la salida del agua y tendrán una anchura suficientemente holgada como para permitir el paso de maquinaria sobre ellas.

Es muy importante la separación y canalización de las aguas de escorrentía superficiales y las que fluyen en el terreno natural en la cimentación de los rellenos mediante drenes de interceptación y obras de drenaje transversales encajadas en la medida de lo posible

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).

en las curvas de nivel de terreno. Este aspecto es fundamental ya que el análisis de estabilidad de los rellenos se ha realizado suponiendo condiciones drenadas. Se desaconseja la ejecución de obras de fábrica en el interior de los rellenos que pueden dar lugar a asentamientos post-constructivos y la saturación del relleno debajo de ellas en caso de fallo.



9.2.5 Estudio particularizado de rellenos

A continuación se realiza un estudio pormenorizado de los rellenos a construir en el trazado, indicando las medidas a tomar en cada uno de ellos, su geometría, inclinación, litología del cimiento, condiciones hidrogeológicas e investigación efectuada para la caracterización de la base de apoyo.

La investigación realizada corresponde a medidas puntuales por lo que su valor se ciñe a la zona investigada. Sin embargo pueden existir variaciones notables en cuanto a la profundidad de la alteración de los materiales y de los niveles alterados, variaciones en el espesor del suelo vegetal, presencia local o general del nivel freático, etc., que no pueden determinarse exactamente en cada uno de los rellenos, por lo que en el presente capítulo se dan además unas indicaciones para que en el caso de existir variaciones en lo reconocido se puedan adoptar las decisiones pertinentes durante la obra.

9.2.6 Metodología utilizada para la estimación de asentamientos

Para realizar la estimación de asentamientos constructivos y postconstructivos se han estudiado dos aspectos independientes:

- por una parte, se ha estimado el asiento que se producirá en el cimiento como consecuencia de la tensión que éste recibe por el peso del relleno, y,
- por otra parte, se ha estimado el asiento que sufrirá el propio cuerpo del terraplén.

9.2.6.1 Asientos sufridos por el cimiento

Una vez realizadas las labores de saneo y retirada de la tierra vegetal, los rellenos se apoyarán fundamentalmente sobre los niveles de granitos y esquistos meteorizados.

Para el cálculo se usará el método de Steinbrenner. Este método se basa en despreciar la modificación de la distribución de tensiones debida a la existencia de capas de diferente rigidez. Con esta hipótesis, Steinbrenner calculó el descenso que se produce en un punto situado a una profundidad z bajo la esquina de un rectángulo cargado. A partir de este valor, componiendo áreas rectangulares, se puede calcular el asiento bajo cualquier punto:

$$s_z = \frac{q b}{2 E} (A \phi_1 - B \phi_2)$$

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2\nu^2$$

siendo:

- Sz: asiento
- q: carga aplicada
- z: profundidad de cálculo
- a: largo de zapata
- b: ancho de zapata
- E: módulo de elasticidad
- ν : coeficiente de Poisson
- ϕ_1 : función dependiente de z , a y b .
- ϕ_2 : función dependiente de z , a y b .

Las expresiones ϕ_1 y ϕ_2 se evalúan mediante:

$$m = \frac{z}{b}; \quad n = \frac{a}{b}$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{\sqrt{1+n^2+m^2} + n}{\sqrt{1+n^2+m^2} - n} + n \ln \frac{\sqrt{1+n^2+m^2} + 1}{\sqrt{1+n^2+m^2} - 1} \right]$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \tan^{-1} \frac{n}{m\sqrt{1+n^2+m^2}}$$

El asiento de cada capa se obtiene por diferencia entre el asiento calculado con las expresiones anteriores para el punto superior y para el punto inferior

En el terreno naturaleza granular no son previsible asentamientos postconstructivos importantes y por tanto no se ha considerado la necesidad de realizar las correspondientes simulaciones de consolidación.

9.2.6.2 Asientos sufridos por el cuerpo de terraplén

Una forma usual de considerar los asentamientos diferidos del cuerpo del terraplén es considerar que su valor es un porcentaje de la altura, usualmente el 0,1-0,4 %.

9.2.7 EJE 1.

Se trata de un vial que transcurre a lo largo del futuro parque empresarial de dirección suroeste-noreste, con una longitud de 1.004 metros y donde los terraplenes alcanzarán un espesor máximo de 12,50 metros

Debido a la disposición del eje 1 sobre la topografía que actualmente presenta la zona se dispondrán tres terraplenes los cuales se muestran a continuación:

- **Eje 1 – Terraplén 1:** comprendido entre los PKs 0+000 a 0+280.
- **Eje 1 – Terraplén 2:** comprendido entre los PKs 0+400 a 0+540.
- **Eje 1 – Terraplén 3:** comprendido entre los PKs: 0+800 a 1+004.

9.2.7.1 Terraplén 1 en Eje 1

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+000 y el 0+280, con un desarrollo longitudinal de 280 metros y una potencia máxima de 5,00 metros en la margen izquierda.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-16 y C-17.
- Penetraciones dinámicas: PD-13 y PD-14.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en el sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de entre 0,35 y 0,40 metros.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras.

Tratamientos del cimiento

Se recomienda la retirada de la tierra vegetal y horizontes de compacidad muy suelta, por lo que se estima un saneo promedio de 0,40 m. A continuación se procederá a compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por los ensayos de penetración dinámica PD-13 y PD-14.

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estima un asiento máximo del cimiento del orden de 0,50 – 0,80 cm ($\approx 0,15\%$ de la altura máxima del terraplén).

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 0,50 y 2,00 cm.

9.2.7.2 Terraplén 2 en Eje 1

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+400 y el 0+540, con un desarrollo longitudinal de 140 metros y una potencia máxima de 8,00 metros en la margen izquierda.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Sondeos: S-3.
- Penetraciones dinámicas: PD-11.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en el sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de entorno a 0,50 metros.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras.

Tratamientos del cimiento

Se recomienda la retirada de la tierra vegetal y horizontes de compacidad muy suelta, por lo que se estima un saneo promedio de 0,50 m. A continuación se procederá a compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

Cajeado del cimiento

De manera general en aquellos casos en que el relleno se asiente sobre una ladera natural con pendiente superior al 20% (5H/1V), aprox. 10°) se deberá proceder a escalonar la superficie de apoyo.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por los ensayos de penetración dinámica PD-11 y sondeo S-3.

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estima un asiento máximo del cimiento del orden de 1,75 cm ($\approx 0,20$ % de la altura máxima del terraplén).

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 0,80 y 3,20 cm.

9.2.7.3 Terraplén 3 en Eje 1

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+800 y el 1+004, con un desarrollo longitudinal de 204 metros y una potencia máxima de 12,50 metros en la margen izquierda.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Sondeos: S-1.
- Calicatas: C-13.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en el sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de entorno a 0,50 metros.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras.

Tratamientos del cimiento

Se recomienda la retirada de la tierra vegetal y horizontes de compacidad muy suelta, por lo que se estima un saneo promedio de 0,50 m. A continuación se procederá a compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

Cajeado del cimiento

De manera general en aquellos casos en que el relleno se asiente sobre una ladera natural con pendiente superior al 20% (5H/1V), aprox. 10°) se deberá proceder a escalonar la superficie de apoyo.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por el sondeo S-1.

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estima un asiento máximo del cimiento del orden de 2,60 cm ($\approx 0,20$ % de la altura máxima del terraplén).

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 1,20 y 5,00 cm.

9.2.8 EJE 2.

Se trata de un vial que transcurre en forma de \square y que se encuentra aproximadamente en el centro del polígono. Este eje presenta varias direcciones, sur-norte hasta aproximadamente el PK 0+400, suroeste-noreste entre PK 0+400 y PK 0+600, y finalmente noroeste-sureste entre PK 0+600 a final de eje. La longitud total es de 949 metros y los terraplenes alcanzarán un espesor máximo de 16,00 metros

Debido a la disposición del vial 2 sobre la topografía que actualmente presenta la zona se dispondrán dos terraplenes los cuales se muestran a continuación:

- **Eje 2 – Terraplén 1:** comprendido entre los PKs 0+000 a 0+100.
- **Eje 2 – Terraplén 2:** comprendido entre los PKs 0+440 a 0+949.

9.2.8.1 Terraplén 1 en Eje 2.

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+000 y el 0+100, con un desarrollo longitudinal de 100 metros y una altura máxima de 9,00 metros en la margen derecha.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Penetraciones dinámicas: PD-6, PD-10 y PD-15.
- Sondeos: S-4.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en un sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de espesor aproximado 0,40 metros.

Entre los PPKK 0+020 y 0+065, correspondiente al entorno del cauce del regato más importante detectado en la zona, prácticamente de manera superficial o bajo el relleno, que

presenta una potencia $\approx 0,90$ m., existente en el entorno del sondeo S-4, los materiales detectados son fundamentalmente cuaternarios de tipo limo arenoso orgánico, con potencias máximas de 1,40 metros y mínimas de 0,90 metros. Estos suelos orgánicos dejarán paso al sustrato esquistoso (GM V - III) en el entorno al PD-15, y a depósitos cuaternarios compuestos por gravas con matriz areno limosa entorno al S-4.

En las zonas donde se ha detectado los depósitos cuaternarios se ha observado la presencia de nivel freático de manera muy superficial.

Tratamientos del cimiento

Una vez retirado el suelo vegetal y suelos de compacidad suelta, con una potencia entorno a 0,40 m, se deberá compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

En el entorno del regato existente en la zona (entre PK 0+020 y 0+065) los materiales detectados son cuaternarios orgánicos que presentan potencias máximas de 1,40 metros. También debe destacarse la presencia de 0,90 m. de relleno antrópico en el entorno del sondeo S-4.

Tanto los sedimentos cuaternarios orgánicos como el nivel de relleno antrópico deberán ser saneados en su totalidad, considerando necesario el hincado de fragmentos rocosos en el terreno que funcionen de trabazón del mismo y sobre ellos colocar una lámina de geotextil para comenzar la ejecución del terraplén.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por los ensayos de penetración dinámica PD-6, PD-10, PD-15 y el sondeo mecánico S-4, así como el saneo de los depósitos cuaternarios orgánicos (tipo fango) y rellenos antrópicos existentes en las zonas donde se ha observado agua superficial o cursos de agua (PK 0+020 a 0+065).

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estima un asiento máximo del cimiento del orden de 3,25 cm (un 0,35 % de la altura máxima del terraplén).

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 0,90 y 3,6 cm.

9.2.8.2 Terraplén 2 en Eje 2.

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+440 y el 0+949, con un desarrollo longitudinal de 509 metros y una altura máxima de 16,00 metros en la margen izquierda.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-2, C3, C-4 y C-5.
- Penetraciones dinámicas: PD-2, PD-3, PD-4 y PD-12.
- Sondeos: S-2.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en un sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de espesor aproximado 0,35 metros.

Entre los PPKK 0+865 y 0+900, correspondiente al entorno del cauce del regato más importante detectado en la zona, bajo el horizonte superficial de tierra vegetal, los materiales detectados son fundamentalmente cuaternarios de tipo limo arenoso orgánico, con potencias entorno a 0,90 metros. Estos suelos orgánicos dejarán paso a gravas con matriz areno limosa de escasa potencia ($e < 0,50$ metros).

En las zonas donde se ha detectado los depósitos cuaternarios se ha observado la presencia de nivel freático de manera muy superficial.

Tratamientos del cimiento

Una vez retirado el suelo vegetal y materiales de compacidad suelta, con una potencia entorno a 0,80 m entre PK 0+440 a PK 0+700 y una potencia media de 0,45 entre PK 0+700 y PK 0+949, se deberá compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

La diferencia entre ambas zonas radica fundamentalmente en que el principio del terraplén discurre por una zona donde se han detectado varios regatos de escasa importancia, pero los cuales han provocado una mayor degradación del sustrato infrayacente hasta limos arenosos de compacidad suelta.

Hay que destacar que en el entorno del regato existente en la zona (entre PK 0+865 y 0+900) los materiales detectados bajo la tierra vegetal son cuaternarios orgánicos y presentan potencias entorno a 0,90 metros. Los sedimentos cuaternarios orgánicos (limos arenoso) deberán ser saneados en su totalidad, considerando necesario el hincado de fragmentos rocosos en el terreno que funcionen de trabazón del mismo y sobre ellos colocar una lámina de geotextil para comenzar la ejecución del terraplén.

Este tipo de tratamiento también se recomienda entre los PKs 0+440 a 0+700 debido igualmente a la existencia de pequeños regatos.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por los ensayos de penetración dinámica PD-2, PD-3 y PD-12 así como el saneo de los suelos sueltos, depósitos cuaternarios orgánicos (tipo fango) en las zonas donde se ha observado agua superficial o cursos de agua (PK 0+020 a 0+065).

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estima un asiento máximo del cimiento del orden de 5,00 cm (un 0,30 % de la altura máxima del terraplén).

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 1,60 y 6,4 cm.

9.2.9 EJE 3.

Se trata de un pequeño vial que transcurre en dirección suroeste-noreste, con una longitud de 371 metros y donde se ejecutará un único terraplén que alcanzará espesor máximo de 7,00 metros.

- **Eje 3 – Terraplén 1:** comprendido entre los PKs 0+180 a 0+371.

9.2.9.1 Terraplén 1 en Eje 3

Características

Este terraplén se halla entre los PKs 0+180 y el 0+371, con un desarrollo longitudinal de 191 metros y una potencia máxima de 7,00 metros en la margen derecha.

Reconocimientos efectuados

Además de la cartografía geológica de superficie, se cuenta para la caracterización geológica de los materiales detectados para el apoyo de este relleno, con los siguientes reconocimientos:

- Calicatas: C-9.
- Penetraciones dinámicas: PD-5.

Caracterización geológica

De acuerdo con los reconocimientos realizados, este terraplén se apoyará mayoritariamente en el sustrato Precámbrico cubierto por un horizonte vegetal de 0,30 metros.

No se ha detectado el nivel freático a profundidades someras.

Tratamientos del cimiento

Se recomienda la retirada de la tierra vegetal y horizontes de compacidad muy suelta, por lo que se estima un saneo promedio de 0,30 m. A continuación se procederá a compactar el terreno natural con cuatro a seis pasadas de rodillo vibratorio antes de comenzar a extender las sucesivas tongadas de material.

Asiento del cimiento

Para este cálculo se han tenido en cuenta los resultados arrojados por el ensayo de penetración dinámica PD-5.

Siguiendo la formulación indicada, y en función de los datos arrojados por la campaña de campo, se estiman asientos prácticamente nulos.

El asiento diferido del cuerpo del terraplén estará comprendido entre 0,7 y 2,8 cm.

9.2.10 Cuadro resumen de los terraplenes estudiados

CUADRO RESUMEN DE RELLENOS

TERRAPLÉN Nº	DE P.K.	A P.K.	ESPEJOR MÁXIMO / EJE	SOLUCIONES GEOMÉTRICAS	ESPEJOR MEDIO DE TIERRA VEGETAL (m)	ESPEJOR DE SANEO EN m (además de tierra vegetal)	OBSERVACIONES*
EJE 1 - TERRAPLÉN 1	0+000	0+280	5,00 / MI	3H/2V	0,35 - 0,40	-----	-----
EJE 1 - TERRAPLÉN 2	0+400	0+540	8,00 MI	3H/2V	0,50	-----	Cajeado especial en la zona debido a la importante pendiente del terreno natural
EJE 1 - TERRAPLÉN 3	0+800	1+004	12,50 MI	3H/2V	0,50	-----	Cajeado especial en la zona debido a la importante pendiente del terreno natural
EJE 2 - TERRAPLÉN 1	0+000	0+100	9,00 MD	3H/2V	0,40	En el entorno del regato existente en la zona (entre PK 0+020 y 0+065) saneos máximos entorno al S-4 de 1,80 m afectando a relleno y limos arenosos con m.o. y de 1,40 m entorno al PD-15 afectando a limos arenosos con m.o.	PK 0+020 a 0+065 debido a presencia de agua freática, se recomienda comenzar el relleno utilizando un pedraplén que alcance la cota del terreno natural. Sobre pedraplén colocación de geotéxtil
EJE 2 - TERRAPLÉN 2	0+440	0+949	16,00 MI	3H/2V	0,35	0,45 m entre PK 0+440 a PK 0+700 - 0,10 m entre PK 0+700 y PK 0+949 y 0,90 m entre PK 0+865 a 0+900. Estos saneos afectan fundamentalmente a suelos sueltos excepto entorno al regato principal (0+865-0+900) que afectan a limos arenosos con m.o.	PK 0+440 a 0+700 y 0+865 a 0+900 debido a presencia de agua freática, se recomienda comenzar el relleno utilizando un pedraplén que alcance la cota del terreno natural. Sobre pedraplén colocación de geotéxtil
EJE 3 - TERRAPLÉN 1	0+180	0+371	7,00 MD	3H/2V	0,30	-----	-----

NOTAS:

- *-Se deberá acentuar al máximo el drenaje de la plataforma de apoyo. Se captarán y desviarán todas las aguas, que procedentes de escorrentía o infiltración se presentarán en las vaguadas.
- *-Se deberá proceder a la compactación de la superficie natural del terreno, una vez saneados los materiales correspondientes, mediante cuatro o seis pasadas de rodillo vibratorio.

9.2.11 Coeficientes de paso material excavado / Puesto en obra

Se trata de estimar los coeficientes o relaciones entre los volúmenes que ocupan los materiales "in situ" y puesto (compactado) en obra.

Si V es el volumen de material "in situ", y V_c es el que ocupa formando parte de un relleno, el coeficiente de paso viene dado por la relación V_c/V .

Por otra parte,

$$\begin{aligned} V_c &= P_s / \gamma_{d,c} \\ V &= P_s / \gamma_{d,i} \end{aligned}$$

donde:

$$P_s = \text{Peso de los sólidos}$$

$$\gamma_{d,c} = \text{Densidad seca del material compactado}$$

$$\gamma_{d,i} = \text{Densidad seca del material "in situ"}$$

El coeficiente de paso puede expresarse entonces por:

$$\text{Coef. de paso} = \gamma_{d,i} / \gamma_{d,c}$$

Es decir, que el coeficiente de paso compactado "in situ" viene dado por la relación entre las densidades secas del material "in situ" y compactado respectivamente.

Durante la excavación de los desmontes, se van a extraer principalmente suelos limosos, producto de la meteorización del sustrato pizarroso, así como materiales rocosos. Lógicamente los coeficientes de paso de los materiales tipo suelo diferirán de los coeficientes de paso de los materiales rocosos, por lo que se estudia cada caso por separado:

9.2.11.1 Materiales tipo suelo

En el siguiente cuadro se adjuntan las densidades obtenidas del Proctor Modificado en las diversas calicatas realizadas:

CALICATA	PROCTOR MODIFICADO	
	Dens. Max. Seca (gr/cm^3)	$W_{\text{OPT.}}$ (%)
C-13	1,58	12,2
C-9	1,53	15,1
C-5	1,67	11,3
MEDIA	1,59	12,86

Se estima una densidad seca in situ media de $1,55 \text{ gr}/\text{cm}^3$ para los materiales tipo suelo.

Por lo tanto, y diferenciando la zona de coronación del resto de zonas del relleno, obtenemos los siguientes coeficientes de paso:

- Zona de coronación. Según indica la Orden Ministerial FOM 1382/2002, la densidad seca después de la compactación será del 100 % de la obtenida en el ensayo Proctor referencia. Por lo que:

$$C_{paso} (Coronación) = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,c}} = \frac{1,55}{1,59} = 0,97$$

- Resto de zonas. Según indica la Orden Ministerial FOM 1382/2002, la densidad seca después de la compactación será del 95 % de la obtenida en el ensayo Proctor referencia. Por lo que:

$$C_{paso} (Coronación) = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,c}} = \frac{1,55}{1,51} = 1,02$$

9.2.11.2 Material rocoso

El coeficiente de paso de material en origen puesto en obra, sin tener en cuenta las pérdidas viene dado por la expresión:

$$C_{paso} (Rocas) = \frac{V_c}{V_i} = \frac{\gamma_i \cdot (1 - n_i)}{\gamma_c \cdot (1 - n_c)} = \frac{(1 - n_i)}{(1 - n_c)}$$

donde:

V_i, V_c = Volumen in situ y compactado

$\gamma_i = \gamma_c$ = Densidades de la roca matriz in situ y colocada, por tanto son iguales.

n_i, n_c = Porosidades in situ y compactado

Por tanto, para el cálculo del coeficiente de paso no es necesario conocer el valor de la densidad de la roca matriz

Con carácter conservador, y dado que las juntas en general se presentan cerradas en profundidad, se adopta un valor nulo para la porosidad in situ.

Con respecto a la porosidad de puesta en obra, según diversos autores se encuentra comprendida entre el 15 y el 25 % para pedraplenes y alrededor de 10-15 % en todo uno.

Adoptando una porosidad de puesta en obra del 20 % en pedraplenes y del 10 % para todo uno, los coeficientes de paso son de:

- o C=1,25 para pedraplenes
- o C=1,17 para todo uno.

10. CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO

En el proyecto de construcción de un nuevo parque empresarial en Cerceda se ha previsto la construcción de un depósito, un tanque de tormentas así como de dos estructuras en el vial_1 que salvarán el regato más importante existente en la zona de actuación.

Según el mapa geotécnico general, en la zona de estudio se incluyen terrenos de sedimentación reciente con una capacidad de carga baja. Su valor como suelos de cimentación pobre pudiendo surgir además problemas de tipo geomorfológico e hidrológico.

Evidentemente tanto el nivel de relleno antrópico, como los niveles de tierra vegetal y sedimentos cuaternarios, no se consideran aptos para el apoyo de elementos de cimentación debido a su heterogeneidad, alto contenido en materia orgánica y a su baja o nula resistencia. De este modo la totalidad de los elementos de cimentación deberán quedar emplazados en el sustrato Precámbrico (grado V a II).

No obstante a pesar de que se conoce la zona donde se implantarán tanto el tanque de tormentas como la depuradora, se desconoce su implantación definitiva. Por este motivo se recomienda una vez conocida dicha implantación corroborar los datos que se presentan a continuación o en su defecto realizar un control sobre la excavación de las cimentaciones con el objetivo de cerciorarse de que los materiales de apoyo se corresponden con los indicados en los siguientes apartados.

Teniendo en cuenta las premisas anteriormente señaladas a continuación se analizará la capacidad de carga de los materiales existentes en la zona de implantación de los elementos anteriormente señalados.

10.1 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

Se desarrollan en este apartado los métodos de cálculo utilizados para definir los parámetros de cimentación.

10.1.1 Metodología para el cálculo de la carga admisible por hundimiento en suelos granulares

Para la estimación de la tensión admisible de los materiales que conforman el nivel de apoyo se empleará la fórmula de Brinch-Hansen, recogida en la "Guía de cimentaciones en obras de carretera", del Ministerio de Fomento (2002).

$$Q_h = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

siendo:

Qh: carga de hundimiento

q: Sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, en el entorno del cimiento

c: Cohesión de cálculo

γ : Peso específico del terreno

B*: Anchura equivalente del cimiento

Nq, Nc, N γ : Factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno

$d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q$: Factores adimensionales, cuyos valores se indican en la citada Guía.

La carga admisible por hundimiento será la resultante de aplicar un factor de seguridad de 3 a la obtenida en la anterior fórmula.

10.1.2 Estimación de asentos. Método de Burland y Burbidge

La estimación de asentos se ha realizado con la expresión de Burland y Burbidge, recomendada en la "Guía de cimentaciones en obras de carretera", del Ministerio de Fomento (2002) para terrenos granulares (contenido en finos inferior al 35%).

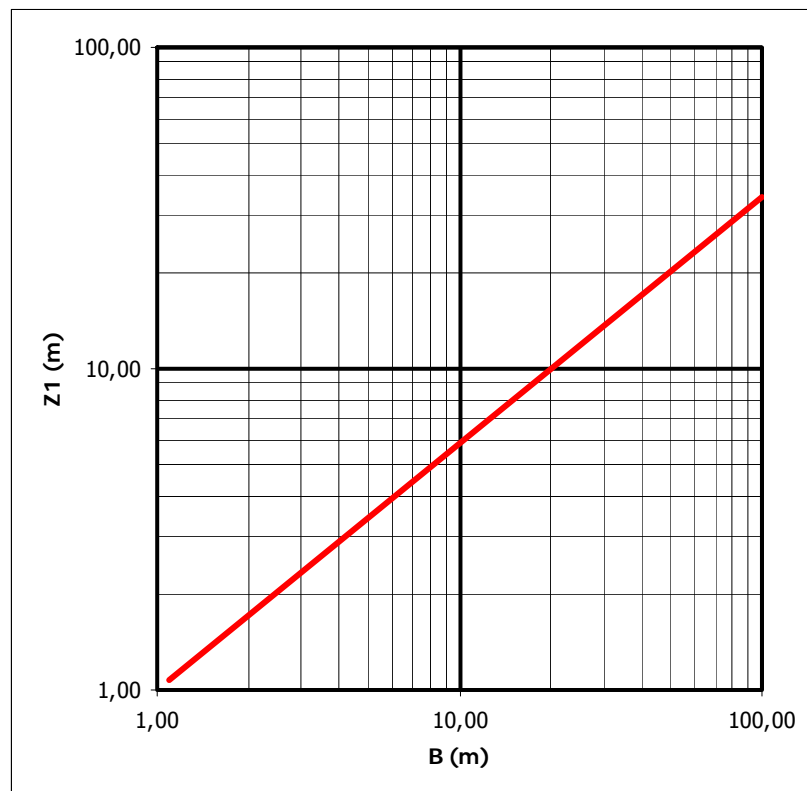
La expresión del asiento es:

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

siendo:

- S_i : asiento medio al final de la construcción, en mm
- q'_b : presión efectiva de cálculo, en kN/m^2
- B : ancho de la zapata o losa, en m
- I_c : índice de compresibilidad
- f_s : coeficiente dependiente de las dimensiones de la cimentación
- f_i : factor de corrección por la presencia de una capa rígida

En el cálculo hay que considerar la zona de influencia de la cimentación (Z_1) en función del ancho de la zapata o losa. Este valor se obtiene del siguiente diagrama:



El índice de compresibilidad (I_c) depende del golpeo medio SPT (N_{med}) en la zona de influencia según:

$$I_c = \frac{1,7}{N_{med}^{1,4}}$$

La expresión del coeficiente dependiente de las dimensiones de la cimentación (f_s) es:

$$f_s = \left(\frac{1,25 \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25} \right)^2$$

En caso de que exista una capa rígida a una profundidad (H_s) inferior a la de la zona de influencia habrá que aplicar un coeficiente de corrección (f_i) cuya expresión es:

$$f_i = \frac{H_s}{Z_1} \left(2 - \frac{H_s}{Z_1} \right)$$

Finalmente, los citados autores señalan que, aun tratándose de suelos granulares, se tiene constancia de la producción de asientos diferidos en el tiempo. Para tener en cuenta este efecto proponen emplear la expresión:

$$S_i = f_t \cdot S_i$$

Donde:

f_t : 1,5 para cargas estáticas y para un periodo de 30 años.

f_t : 2,5 para cargas cíclicas y el mismo periodo de tiempo.

10.1.3 Metodologías para la estimación de la carga admisible de sustratos rocosos

Respecto a las cargas de trabajo sobre macizos rocosos Rodríguez Ortiz (1993) indica que los macizos rocosos homogéneos y sin grandes discontinuidades, en general, constituyen un excelente terreno de cimentación, que se traduce en elevadas cargas de trabajo y asientos inapreciables. Si bien el sustrato rocoso puede presentar problemas de excavación y no todos los litotipos presentan características igualmente favorables.

Cuando el apoyo se realiza en rocas alteradas o fracturadas, como podíamos considerar la mayoría de nuestros casos, para obtener la capacidad portante de las cimentaciones se adoptarán las recomendaciones incluidas en la "Guía de cimentaciones en obras de carretera", del Ministerio de Fomento (2002)".

En esta Guía, se indica que en los casos de rocas muy débiles ($q_u < 1$ MPa) o que estén fuertemente diaclasadas (RQD < 10 %), o que estén bastante meteorizadas (grado de meteorización igual o mayor que IV), la roca debe tratarse como un suelo.

En el caso de rocas menos débiles, menos diaclasadas y menos alteradas que lo indicado en el párrafo anterior, se puede determinar la tensión admisible a partir de los datos siguientes:

- Resistencia a compresión simple de la roca sana, q_u
- Tipo de roca
- Grado de alteración medio
- Valor del RQD y separaciones de las litoclasas

Estos parámetros deben ser representativos del comportamiento del volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad de 1,5 veces al ancho de cimentación, medida desde su plano de apoyo.

La presión admisible puede determinarse por la siguiente expresión:

$$P_{vadm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

donde:

p_{vadm} : presión admisible

p_0 : presión de referencia. 1 MPa

q_u : resistencia a compresión simple de la roca sana

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y espaciamiento de litoclasas, según se indica en la Guía.

10.2 ESTRUCTURA EN VIAL 2. PK 0+045

Para analizar las condiciones de cimentación de esta estructura se cuenta con la siguiente información:

Localización	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA			
	Tipo de prospección	Cota inicio (m)	Profundidad alcanzada (m)	Emplazamiento
Vial 2. PK 0+045	Sondeo S-4	317,00	308,10	MD regato
	Penetración PD-10	318,50	316,87	MI regato
	Penetración PD-15	318,00	316,87	MI regato

A partir de dicha investigación se deduce que en la zona existen superficialmente depósitos aluviales compuestos por una secuencia granodecreciente, limos arenosos tipo fango a techo que dejan paso a gravas y gravillas con matriz limosa, de manera que todo el conjunto presenta un color negro y se caracteriza por una baja capacidad portante. Estos materiales presentan una potencia entre 1,40 y 1,70 metros. Puntualmente en el entorno del sondeo S-4 se ha detectado superficialmente un relleno antrópico compuesto por cascotes de obra embebidos en arenas limosas, con un espesor de 0,90 metros.

Bajo los depósitos aluviales, los cuales no se consideran aptos para el apoyo de elementos de cimentación, se detecta un sustrato rocoso moderadamente meteorizado (grado III), caracterizado por una resistencia a compresión simple de 9,2 MPa y un R.Q.D. variable entre el 40% y el 100%.

Considerando los resultados de los ensayos "in situ" realizados en la zona, una vez retirados tanto el nivel de relleno como de depósitos aluviales, se establece que la totalidad de la cimentación de la estructura deberá apoyarse y empotrarse directamente sobre el sustrato rocoso de composición esquistosa moderadamente meteorizado (grado III), calculada para transmitir al terreno una carga de 5,00 Kp/cm², independientemente del ancho de la cimentación y para asientos esperables prácticamente nulos.

La profundidad a la cual se detecta el sustrato grado III es variable entre 2,60 metros en el entorno del sondeo S-4 y 1,40 metros en el entorno de la penetración dinámica PD-15.

10.3 ESTRUCTURA EN VIAL 2. PK 0+875

Para analizar las condiciones de cimentación de esta estructura se cuenta con la información suministrada por el sondeo S-2, emboquillado a la cota 299,50 y con una longitud de 6,40 metros.

De este modo en la zona de emboquille de dicho sondeo se ha detectado superficialmente un horizonte edáfico de tierra vegetal bajo el cual se emplazan depósitos aluviales en secuencia granodecreciente hasta una profundidad de 1,90 metros. En contacto discordante con estos materiales aparece el sustrato Precámbrico con potencias de 0,25 metros en grado de alteración V que dejan paso a un sustrato rocoso moderadamente meteorizado (grado III).

Por tanto a partir de los resultados obtenidos en la zona, se considera que la cimentación deberá quedar alojada en el sustrato moderadamente meteorizado (grado III), localizado a una profundidad de 2,15 metros respecto a la cota de emboquille del sondeo. Este

sustrato rocoso se caracteriza por presentar roturas a compresión simple de 5,6 MPa, y un R.Q.D. variable entre el 60% y el 100%.

De este modo sustrato rocoso que servirá de apoyo de la cimentación en dicho entorno podrá soportar cargas admisibles de 5,00 kp/cm², independientemente del ancho de la cimentación y para asientos esperables prácticamente nulos.

10.4 DEPÓSITO

Para analizar las condiciones de cimentación del depósito se cuenta con la siguiente información:

Localización	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA		
	Tipo de prospección	Cota inicio (m)	Profundidad alcanzada (m)
Depósito	Calicata C-16	338,00	335,50
	Calicata C-17	342,00	340,50
	Penetración PD-13	334,00	331,24
	Penetración PD-14	340,00	337,68

A partir de los resultados de las investigaciones geotécnicas realizadas, se establece que el subsuelo en la zona lo conforma un nivel de tierra vegetal bajo el cual aparece un sustrato Precámbrico de completamente meteorizado (Grado V) formado por limos arenosos-arenas limosas a moderadamente meteorizado (grado III)

Ante las características geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo más superficial se concluye que la cimentación podrá quedar emplazada sobre dicho sustrato Precámbrico (nivel geotécnico 4.4), de compacidad media a densa.

El nivel considerado apto para el apoyo de las cimentaciones se ha detectado, en el peor de los casos, a partir de 1,50 m. de profundidad. Este terreno de cimentación presenta una compacidad media a densa, de manera que estas características resistentes indican que se trata de suelos con alta capacidad de carga.

Analizados los resultados de las estimaciones realizadas, se concluye que para cimentaciones alojadas sobre el nivel 4.4 con una compacidad media y detectado en el peor de los casos a profundidades de 1,50 metros respecto a la rasante que presenta la zona en el momento de la investigación, se podrá adoptar una tensión admisible de 3,00 Kp/cm² de manera que los asientos máximos estimados se sitúan entorno a 2,50 cm. para zapatas de ancho máximo 6,00 metros.

10.5 TANQUE DE TORMENTAS

Para analizar las condiciones de cimentación del depósito se cuenta con la siguiente información:

Localización	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA		
	Tipo de prospección	Cota inicio (m)	Profundidad alcanzada (m)
Tanque de tormentas	Calicata C-11	306,50	304,30
	Calicata C-12	304,00	300,90
	Penetración PD-7	308,00	305,58
	Penetración PD-8	304,00	298,67
	Penetración PD-12	308,00	304,18

La zona de implantación del tanque de tormentas se caracteriza por presentar una elevada pendiente por lo que para alcanzar cota de explanación proyectada en la zona conllevará la ejecución de un importante relleno (>10 metros).

Por este motivo a continuación se definirá por un lado la tensión admisible del terreno existente en la zona, y por otro se presentarán las recomendaciones necesarias para garantizar la construcción de una cimentación sobre un relleno estructural.

10.5.1 Capacidad de carga del terreno existente

A partir de los resultados de las investigaciones geotécnicas realizadas, se establece que el subsuelo en la zona lo conforma un nivel de tierra vegetal bajo el cual aparece, al igual que en la zona del depósito, un sustrato Precámbrico de completamente meteorizado (Grado V) formado por limos arenosos-arenas limosas a moderadamente meteorizado (grado III).

Ante las características geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo más superficial se concluye que la cimentación podrá quedar emplazada sobre dicho sustrato Precámbrico (nivel geotécnico 4.4), una vez retirado el horizonte edáfico de tierra vegetal.

En este caso la cimentación vendrá condicionada por el apoyo de la misma sobre un sustrato grado V, caracterizado por golpes N_B entorno a 15, ya que el sustrato rocoso en grado III presenta mejores características resistentes que el sustrato grado V.

Analizados los resultados de las estimaciones realizadas, se concluye que para cimentaciones apoyadas sobre el nivel 4.4 con una compacidad $N_B \approx 15$ y detectado en el peor de los casos a profundidades de 0,80 metros respecto a la rasante que presenta la zona en el

momento de la investigación, se podrá adoptar una tensión admisible de 2,00 Kp/cm² de manera que los asientos máximos estimados se sitúan entorno a 2,50 cm. para zapatas de ancho máximo 3,00 metros.

10.5.2 Capacidad de carga de un relleno controlado.

Tal y como se ha señalado anteriormente en la zona de implantación del tanque de tormentas se ejecutará un relleno de espesor superior a 10 metros, dado que la misma se encuentra por debajo de la rasante prevista.

En primer lugar hay que destacar que la superficie de apoyo del relleno es un aspecto muy a tener en cuenta en su ejecución, ya que las consecuencias de su preparación y tratamiento pueden ser aún más importantes que las derivadas de la propia ejecución.

Destacar que para la correcta ejecución del relleno estructural se deberán seguir las siguientes indicaciones:

- Dado que la zona se caracteriza por una fuerte pendiente se deberá llevar a cabo un correcto cajeo del terreno natural con el objetivo de evitar roturas circulares entre el terreno natural y el relleno.
 - Se han detectado un espesor máximo de materiales sueltos/tierra vegetal de 1,00 metro. Por tanto lo más recomendable sería proceder a la completa retirada de este material.
 - Por último se ejecutará el relleno con un material seleccionado o adecuado, que deberá instalarse por tongadas de no más de 30 cm. compactadas al menos al 95% del Próctor modificado. Este proceso se repetirá hasta alcanzar la cota de apoyo de la cimentación.
- Previamente a cualquier labor se deberá construir un drenaje perimetral, con el objeto de que todos los trabajos se ejecuten en condiciones secas, sin perjuicio de los que se deberán realizar a fin de evitar la inundación del relleno a construir. Este drenaje deberá tener carácter definitivo a fin de mantener el nivel freático por debajo de la posición del terreno natural, a fin de evitar la degradación del relleno.
 - En el caso de que durante las labores de excavación o relleno se produzcan fuertes precipitaciones, los trabajos se deberán detener hasta que la zona de trabajo se encuentre drenada y oreada.
 - Se recomienda que la cimentación se implante horizontalmente en el terreno con el objeto de evitar excentricidades de carga.

- La cimentación deberá quedar entregada completamente en el material de relleno, y nunca quedará su canto al descubierto.
- Dada la desfavorable climatología de la zona, se recomienda que la ejecución del relleno estructural se aborde en época seca o estival.

El control se realizará con base a los siguientes parámetros: granulometría y alterabilidad del préstamo, espesor de tongada, número de pasadas y buen funcionamiento del rodillo, teniendo en cuenta las consideraciones que se exponen en el PG-3.

Para garantizar el funcionamiento del relleno estructural, éste debe realizarse bajo un control de calidad estricto. Ante la carencia de referentes bibliográficos sobre rellenos para el apoyo de cimentaciones, de manera general se adoptan las prescripciones del artículo 30 del PG-3. Las especificaciones de este pliego se resumen a continuación:

Materiales

Naturaleza granular, con granulometría bien graduada y un porcentaje de finos suficiente para garantizar una adecuada compacidad: Suelos ADECUADOS - SELECCIONADOS (Según el PG-3).

Compactación

Espesor de las tongadas nunca superior a 0,30 m.

Compactación al menos al 95% del Próctor (cimiento y núcleo), siendo del 100% en coronación

Control de la densidad de compactación "in situ" mediante aparato nuclear, en cada una de las tongadas, además de la realización de algún ensayo de carga con placa en tongadas intermedias y de coronación.

Frecuencia del control

- Materiales

1. Previo al inicio del relleno se deberá comprobar que el material seleccionado para realizarlo cumple las especificaciones exigidas, para lo cual se realizará un análisis completo de una muestra tomada en la zona de extracción, realizándose los siguientes ensayos iniciales:

Granulometría por tamizado

Determinación de límites de Atterberg

Contenido en materia orgánica

Densidad máxima Proctor

Índice C.B.R.

Contenido en sales solubles

Colapso

Hinchamiento libre

2. Los resultados obtenidos en estos ensayos deberán permitir clasificar el material como suelo ADECUADO/SELECCIONADO según las especificaciones marcadas por el PG-3.
3. Cuando se alcance el 50% del volumen de material estimado para la realización del relleno, se tomará una nueva muestra representativa, para la realización de los mismos ensayos relacionados en el apartado 1. Se procederá del mismo modo si se cambiara la procedencia del material.

- Compactación

Se tomarán de forma aleatoria cinco determinaciones de densidad in situ mediante aparato nuclear por cada tongada extendida, o bien, una determinación de densidad y humedad in situ cada 200-250 m², con un mínimo de dos por tongada.

- Explanación

A la cota de explanación prevista, así como en una de las tongadas intermedias, se realizarán ensayos de carga de placa según la norma UNE 7.391-75.

La realización de este tipo de rellenos estará fuertemente condicionada por una climatología desfavorable. Este hecho provoca que no se ofrezcan plenas garantías a la hora de efectuar una compactación óptima del relleno debido a la falta de control sobre la humedad del material empleado.

Siempre y cuando se realice el relleno según las premisas anteriormente señaladas y su control ponga de manifiesto su correcta ejecución, se podrá abordar una cimentación directa mediante zapatas.

Para el dimensionamiento de la cimentación se podrá optar por una carga admisible de 1,50 kg/cm² para anchos no superiores a 3,00 metros, con asientos esperables entorno a 1,30 cm.


En este sentido para la estimación de dichos asientos no se han tenido en cuenta los producidos por el cuerpo y cimiento del terraplén, ya que se desconoce la naturaleza de los materiales a emplear en dicha zona así como el espesor de saneo que se realizará en dicha zona.

10.6 CUADRO RESUMEN DE LAS CIMENTACIONES ESTUDIADAS

Estructura	Cimentación recomendada	Carga admisible (kp/cm ²)	Ancho cimentación (m)	Asiento (cm)
En vial 2. PK 0+045	Cimentación semiprofunda alojada en el sustrato rocoso detectado entorno a 1,40 – 2,60 metros de profundidad.	5,00	indiferente	<1,00
en vial 2. PK 0+875	Cimentación semiprofunda alojada en el sustrato rocoso detectado entorno a 2,15 metros de profundidad.	5,00	indiferente	<1,00
Depósito	Cimentación directa/semiprofunda alojada, en el peor de los casos, a partir de una profundidad de 1,50 m.	3,00	máx. 6,00	2,50
Tanque de tormentas	Cimentación directa/semiprofunda alojada, en el peor de los casos, a partir de una profundidad de 0,80 m.	2,00	máx. 3,00	2,50
	Sobre relleno controlado	1,50	máx. 3,00	1,30*

*para la estimación de dicho asiento no se ha tenido en cuenta los producidos por el cuerpo y el cimiento del terraplén.

Vilaboá, 27 de Noviembre de 2009.

Vº.Bº. SOFÍA SECO PARDO
JEFE DE OFICINA TÉCNICA
(ICCyP)




Fdo.: MIGUEL ANGEL LUCAS
ÁREA DE GEOTECNIA
(Geólogo)

**ANEJO I. Planta de situación de la
investigación**

PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA NUEVO PARQUE EMPRESARIAL DE CERCEDA (A CORUÑA)

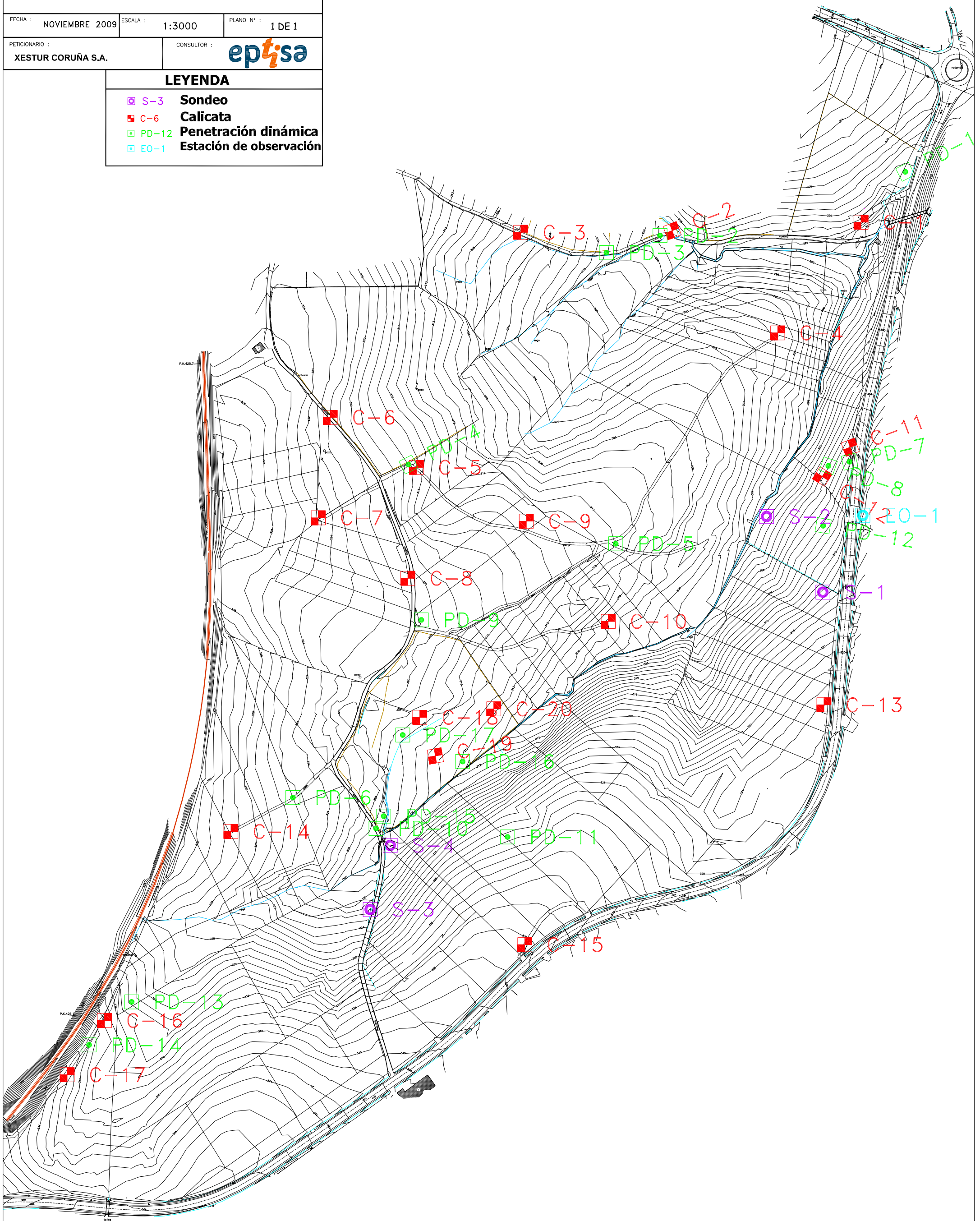
TÍTULO PLANO : SITUACIÓN EN PLANTA DE LA INVESTIGACIÓN

FECHA : NOVIEMBRE 2009 ESCALA : 1:3000 PLANO Nº : 1 DE 1

PETICIONARIO : XESTUR CORUÑA S.A. CONSULTOR : 

LEYENDA

-  S-3 **Sondeo**
-  C-6 **Calicata**
-  PD-12 **Penetración dinámica**
-  EO-1 **Estación de observación**



**ANEJO II. Cartografía y zonas inundables
realizada sobre la superficie
investigada**

PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA NUEVO PARQUE EMPRESARIAL DE CERCEDA (A CORUÑA)

TÍTULO PLANO : CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

FECHA : NOVIEMBRE 2009 ESCALA : 1:3000 PLANO Nº : 1 DE 1

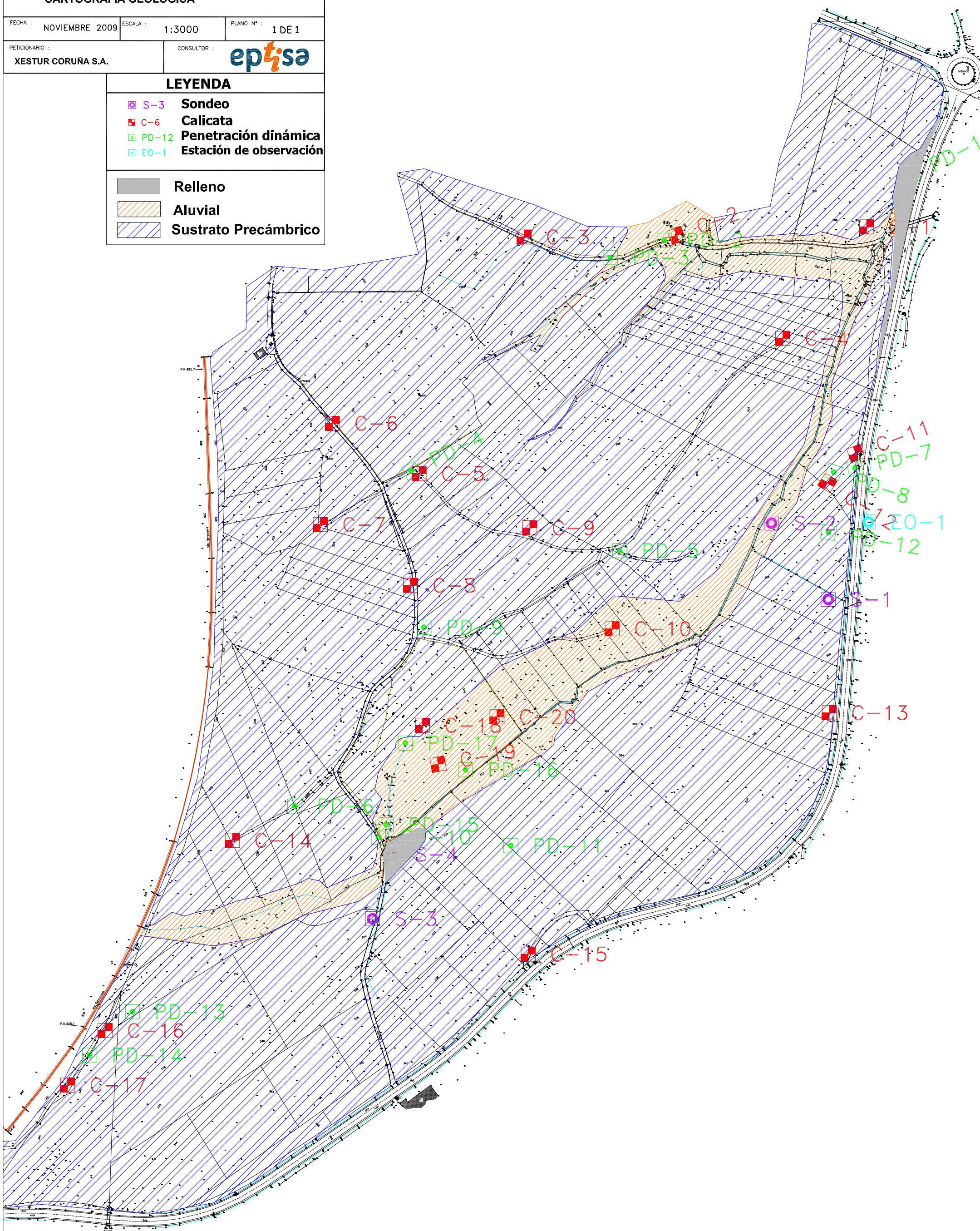
PETICIONARIO : XESTUR CORUÑA S.A.

CONSULTOR : 

LEYENDA

-  S-3 **Sondeo**
-  C-6 **Calicata**
-  PD-12 **Penetración dinámica**
-  EO-1 **Estación de observación**

-  **Relleno**
-  **Aluvial**
-  **Sustrato Precámbrico**



PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA NUEVO PARQUE EMPRESARIAL DE CERCEDA (A CORUÑA)


TÍTULO PLANO : CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

FECHA : NOVIEMBRE 2009 ESCALA : 1:3000 PLANO Nº : 1 DE 1

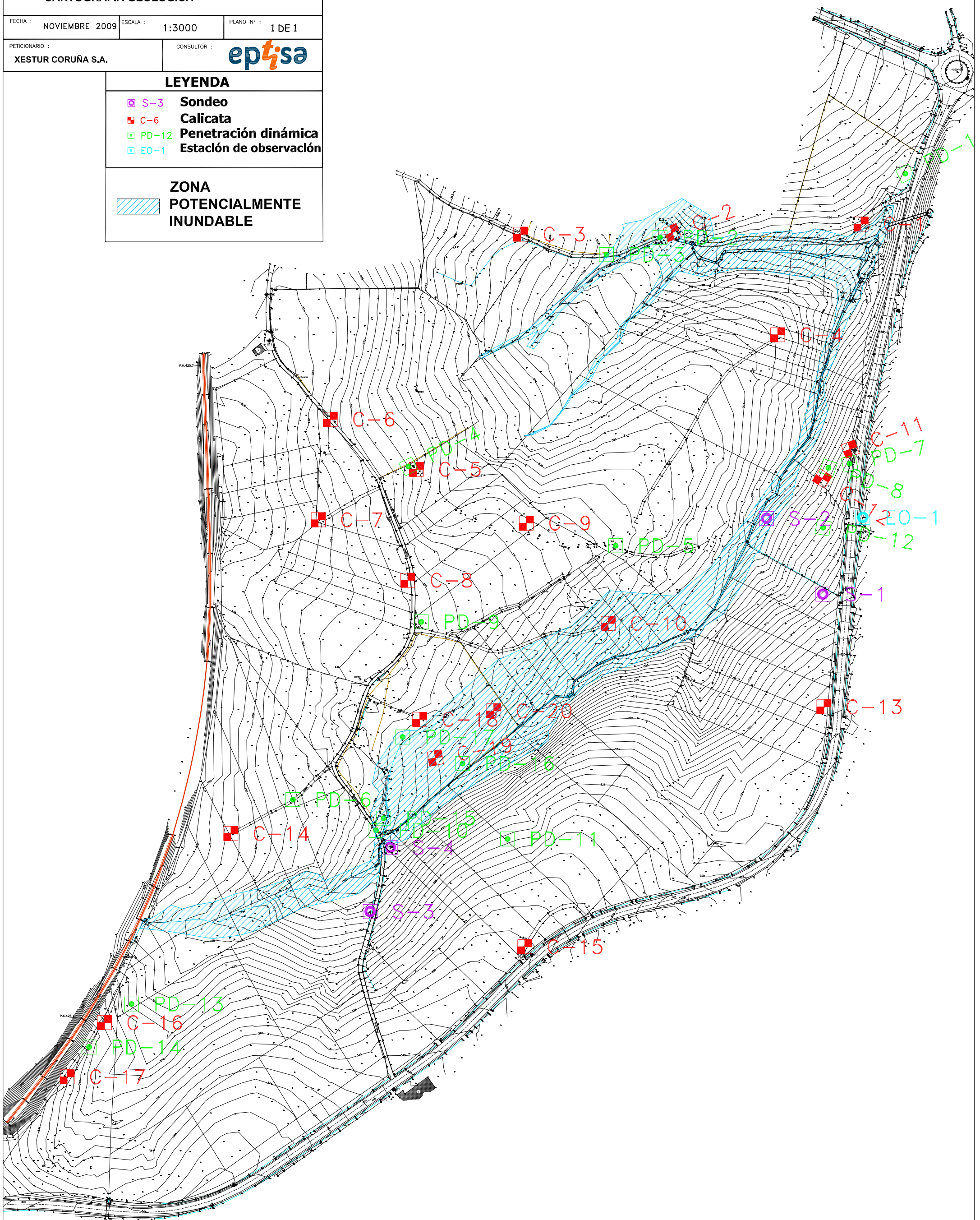
PETICIONARIO : XESTUR CORUÑA S.A.

CONSULTOR : 





LEYENDA


-  S-3 **Sondeo**
-  C-6 **Calicata**
-  PD-12 **Penetración dinámica**
-  EO-1 **Estación de observación**



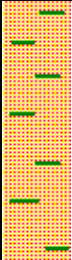
 **ZONA POTENCIALMENTE INUNDABLE**









ANEJO III. Registro de las calicatas




			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-1				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S.A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39276		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,40	0,40		TIERRA VEGETAL								
		0,60		SUSTRATO ROCOSO GRADO IV HASTA 1,00 M. CARACTERIZADO POR LA PRESENCIA DE GRUESOS CENTIMÉTRICOS								
1	1,00			SUSTRATO ROCOSO GRADO III. ROCA ESQUISTOSA COLOR GRIS.								
				FIN DE CATA 1,00								
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONE				NO SE DETECTA PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR EL FONDO DE LA CATA.								
E 482/70-01												




			LOCALIZACION: E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-2				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39277		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
				FANGO NEGRO. LIMOS-ARCILLOSOS.								
	1,10	1,10		GRAVAS EMBEBIDAS EN MATRIZ ARENOSA. DEPÓSITOS ALUVIALES.				ES-21475	S			
	1,70	0,60		SUSTRATO GRADO III COLOR GRIS				ES-21476	S			
	1,80	0,10		FIN CALICATA 1,80 m								
	2											
	3											
	4											
	5											
OBSERVACIONES				PRESENCIA DE AGUA A 1,30M. CAEN GRAVAS CON AGUA. NO RIPA LA CATA.								
E 482/70-01												




			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-3 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39278				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,35	0,35		TIERRA VEGETAL								
				ESQUISTO GRADO V LIMO ARENOSO CON ALGUNOS GRUESOS. A PARTIR DE 1,60 METROS PRESENCIA DE GRUESOS CENTIMÉTRICOS GRADO IV QUE NO SE DESHACEN CON LA MANO.								
1		1,45										
		1,80		FIN CALICATA 1,8 m				ES.21478	S			
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. NO RIPA BIEN.								
E 482/70-01												




			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-4				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39279		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,30	0,30		TIERRA VEGETAL								
				SUSTRATO ROCOSO MODERADAMENTE METEORIZADO - GRADU III. A TECHO ALTAMENTE FRACTURADO.								
1	0,80	0,50		FIN CALICATA 0,8 m								
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				AGUA. NO SE CAEN LAS PAREES. NO RIPA LA CATA.								
E 482/70-01												



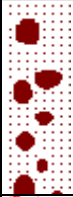

			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-5 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39280				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,40	0,40		TIERRA VEGETAL								
1		1,00		GRADO IV GRUESOS ARENOSOS EN LAJAS Y FRECUENTE PRESENCIA DE SUSTRATO MODERAMENTE METEORIZADO - GRADO III				ES-21483	S			
2		1,40		FIN CALICATA 1,4 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. NO RIPA LA CATA.								
E 482/70-01												



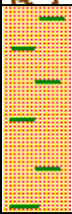

			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-6				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39281		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,45	0,45		TIERRA VEGETAL								
1		1,15		SISTRATO MUY METEORIZADO GRADO IV EMBEBIDISEN MATRIZ GRANULAR.								
2		1,60		FIN CALICATA 1,6 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. NO RIPAMUY BIEN LA CATA.								
E 482/70-01												


			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-7				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39282		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,50	0,50		TIERRA VEGETAL								
1				ARENA LIMOSA CON GRAVAS QUE SE DESHACEN CON LA MANO.								
		1,60		ESQUISTO GRADO V-IV.								
2		2,10										
3				FIN CALICATA 2,1 m								
4												
5												
OBSERVACIONES				PRESENCIA DE AGUA A 1,30. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												


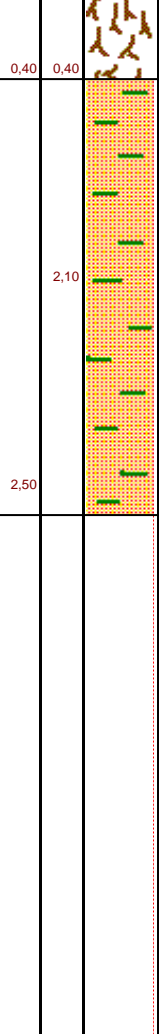
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-8 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39283				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,30	0,30		TIERRA VEGETAL								
1		1,20		Sustrato rocoso muy meteorizado grado IV. Compuesto por gruesos centimétricos embebidos en arenas limosas no plásticas. Color marrón.								
2		1,50		FIN CALICATA 1,5 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				nº HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												


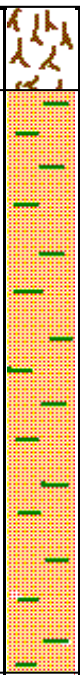
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-9 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39284				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,30	0,30		TIERRA VEGETAL								
		1,00		SISTRATO ROCOSO MUY METEORIZADO - GRADO IV - CON FRAGMENTOS DE GRADO III. ROCA MUY FRAGTURADA CON PASADAS ARENOSAS.								
1		1,30		FIN CALICATA 1,30 m				ES-21482	S			
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												





			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-10				
			PETICIONARIO: XESTUR S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39285		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,40	0,40		TIERRA VEGETAL								
1	1,35	0,95		GRAVILLA SUBREDONDEADA CON LIMOS - ARCILLOSOS DE MEDIANA PLASTICIDAD QUE CORRESPONDE A DEPÓSITOS ALUVIALES.			ES-21477	S				
	1,70	0,35		SISTRATO ESQUISTOS GRADO IV A III DIFICILMENTE RIPABLE.								
2				FIN CALICATA 1,7 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												


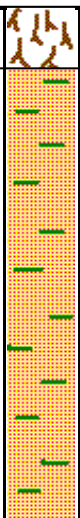
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-11				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39286		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI /NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,40	0,40		TIERRA VEGETAL COLOR NEGRO CON IMPORTANTE PORCENTAJE EN MATERIA ORGÁNICA								
1		1,00		ARENA LIMOSA GRADO V QUE CONSTITUYE UN ESQUISTO PIZARROSO COMPLETAMENTE METEORIZADO. SE OBSERVA CON CLARIDAD LA TEXTURA. PRESENCIA DE ALGÚN GRUESO PEQUEÑO.								
2		1,40		A PARTIR DE 1,40M GRANDES GRUESOS DECIMÉTRICOS DE ESQUISTO QUE NO SE DESHACEN CON LA MANO. COLOR GRIS.								
		0,80		GRADO IV.								
		2,20		FIN CALICATA 2,2 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												


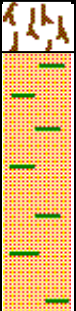
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-12			
			PETICIONARIO: XESTUR S.A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39287	
PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0											
	0,35	0,35	TIERRA VEGETAL								
1			ARENA LIMOSA GRADO V QUE CONSTITUYE UN ESQUISTO PIZARROSO COMPLETAMENTE METEORIZADO CON ALGÚN GRUESO PEQUEÑO.								
2		2,75	SE OBSERVA CON CLARIDAD LA TEXTURA DEL PROTOTIPO ORIGINAL.								
3		3,10	FIN CALICATA 3,10 m								
4											
5											
OBSERVACIONES			NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA								
E 482/70-01											




			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-13 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39288				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
				TIERRA VEGETAL ESQUISTO GRADO V COMPLETAMENTE METEORIZADO. ARENA LIMOSA NO PLÁSTICA CON GRUESOS CENTIMÉTRICOS QUE SE DESHACEN CON LA MANO.								
	1											
	2											
	3			FIN CALICATA 2,5 m								
	4											
	5											
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. PROFUNDIDAD LIMITADA POR LA LONGITUD DEL BRAZO ESCAVADOR.								
E 482/70-01												



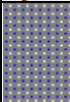

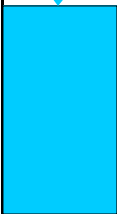


			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-14 HOJA Nº					
			PETICIONARIO: XESTUR S. A.			FECHA: 28/10/09		Nº REG.: ESI-39289					
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO	
0													
				TIERRA VEGETAL COLOR NEGRO									
		0,40	0,40	LIMO ARENOSO DE BAJA-NULA PLASTICIDAD. GRADO V DE ESQUISTO. SE OBSERVA CON CLARIDAD LA TEXTURA DEL PROTOLITO ORIGINAL.									
1													
			2,80	A PARTIR DE 2,80 METROS SE OBSERVA UNA MAYORITARIA PRESENCIA DE GRUESOS QUE SE DESHACEN CON LA MANO.									
2													
			3,20	FIN CALICATA 3,2 m									
3													
4													
5													
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. A FONDO RIPA BIEN PERO LE CUESTA ALGO.									
E 482/70-01													


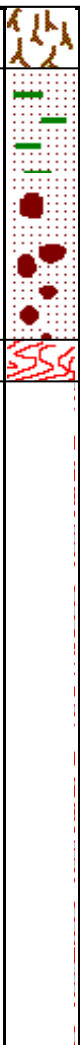
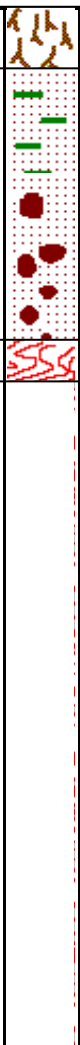
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-15			
			PETICIONARIO: XESTUR S. A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39290	
PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0											
	0,45	0,45		TIERRA VEGETAL COLOR NEGRO							
1		1,25		SUSTRATO ESQUISTOSO MUY METEORIZADO IV. COMPUESTOS POR LAJAS CENTIMÉTRICAS EMBEBIDAS EN ARENAS LIMOSAS NO PLÁSTICAS.							
2		1,70		FIN CALICATA 1,70 m							
3											
4											
5											
OBSERVACIONES			NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUETA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01											

			LOCALIZACION: E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-16					
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S.A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39291			
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO	
0													
	0,30	0,30		TIERRA VEGETAL DE COLOR NEGRO.									
1				LIMO ARENOSO QUE CONSTITUYE UN SUELO RESIDUAL DE ESQUISTO DONDE SE OBSERVA CON DIFICULTAD LA TX. DEL PROTOLITO ORIGINAL. A PARTIR DE 1,50 PRESENCIA DE GRUESOS GRADO IV QUE NO SE DESHACEN CON LA MANO.									
2		2,20											
3		2,50		FIN CALICATA 2,50 m									
4													
5													
OBSERVACIONES				NO SE DETECTA PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. LE CUESTA RIPAR EL FONDO DE LA CATA.									
E 482/70-01													


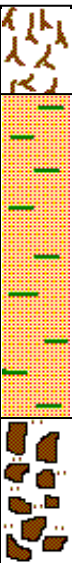
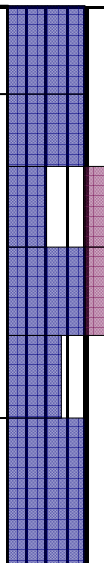
			LOCALIZACION: E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-17				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S.A.			FECHA: 28/10/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39292		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,25	0,25		TIERRA VEGETAL. SUSTRATO ROCOSO GRADO V CON FRECUENTE PRESENCIA DE GRUESOS GRADO IV QUE NO SE DESHACEN CON LA MANO. TAMAÑO HASTA DECIMÉTRICO.								
1		1,25										
		1,50		FIN CALICATA 1,50 m								
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO SE DETECTA PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR EL FONDO DE LA CATA.								
E 482/70-01												


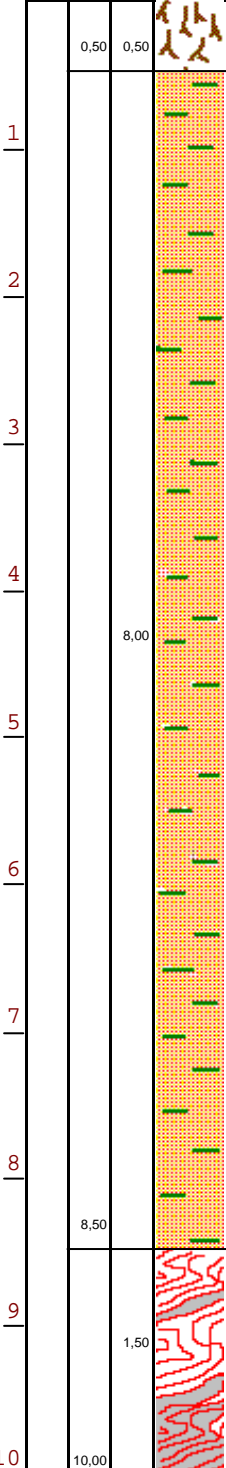
			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-18				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 4/11/09		HOJA Nº		Nº REG.: ESI-39297		
	PROFUNDIDAD (m)	ESPEJOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,50	0,50		TIERRA VEGETAL, DE COLOR NEGRO.								
	0,70	0,20		GRADO III, ESQUISTO MODERADAMENTE METEORIZADO								
1				FIN CALICATA 0,7 m								
2												
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. CUESTA RIPAR LA CATA.								
E 482/70-01												

			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-19 HOJA Nº				
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 4/11/09		Nº REG.: ESI-39298				
	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA Nº	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0												
	0,50	0,50		TIERRA VEGETAL CON GRAVILLAS. COLOR NEGRO.								
1	1,00	####		FANGO LIMO-ARENOSO CON GRAVAS Y GRANDES BOLOS REDONDEADOS.								
		0,80		SUELO RESIDUAL DE COLOR GRIS, COHESIVO, CONSISTENCIA MUY BLANDA.								
2	1,80			Sustrato Grado IV a III.								
	2,00	0,20		FIN CALICATA 2 m								
3												
4												
5												
OBSERVACIONES				pRESENCIA DE AGUA A 1,00M. CAEN LAS PAREDES. RIPA CON MUCHA DIFICULTAD.								
E 482/70-01												

			LOCALIZACION: E. G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA.			COORDENADAS X= Y= Z=		CATA C-20			
			PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S. A.			FECHA: 4/11/09		HOJA N°		N° REG.: ESI-39299	
PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO			INTERVALO MUESTRA	MUESTRA N°	ENSAYOS LAB. SI / NO	VANE TEST (Kp/cm2)	PENETRO BOLSILLO (Kp/cm2)	NIVEL FREÁTICO
0											
	0,30	0,30		TIERRA VEGETAL NEGRA							
				SECUENCIA GRANODECRECIENTE CON LIMAS OCREAS A TECHOS QUE DEJAN PASO A ARENAS CON GRAVAS.							
1	0,80	0,50		MATERIAL CLASTOSOPORTADO A BASE DEL NIVEL.							
				DEPÓSITOS ALUVIALES CORRESPONDIENTES A LA LLANURA DE INUNDACIÓN DEL REGATO EXISTENTE EN LA ZONA.							
	1,60										
2	1,80	0,20		GRADO III ESQUISTO DE COLOR GRIS LUSTROSO.							
				FIN CALICATA 1,8 m							
3											
4											
5											
OBSERVACIONES			NO HAY PRESENCIA DE AGUA. NO SE CAEN LAS PAREDES. NO RIPA LA CATA.								
E 482/70-01											

ANEJO IV. Registro de los sondeos

		LOCALIZACION: E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA		COORDENADAS X= Y= Z=		SONDEO S-1																					
		PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S.A.				HOJA N° 1 DE 2		N° REG.: ESI-39317																			
				FECHA: 2/11/09		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
DIAM. Y TIPO DE PERF.		PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR DEL ESTRATO(m)		CORTE LITOLÓGICO		NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO		% RECUPERACION		INTERVALO MUESTRA		MUESTRA N°		GOLPEOS / 15 cm		ENSAYOS LAB. SI / NO		VANE TEST (Kp/cm2)		PERMEABILIDAD IN SITU		cm / s		PIEZOMETRIA	
0																											
1		0,60		0,60				TIERRA VEGETAL. ARENA LIMOSA DE COLOR NEGRO.		0 50 100																	
2		2,20				LIMO ARENOSO QUE CONSTITUYE UN ESQUISTO COMPLETAMENTE METEORIZADO - GRADO V. COLOR VERDOSO-MARRÓN. COMPACIDAD MUY DENSA A PARTIR DE 1,50 M,		A PARTIR DE 2,00 METROS SE APRECIA PRESENCIA DE GRUESOS.				MI-1		21/33/46/R		S						ES-21495					
3		2,80		1,00		SUSTRATO ESQUISTOSO MUY METEORIZADO - GRADO IV - COMPUESTO POR GRUESOS LAJOSOS DE TAMAÑO CENTIMÉTRICO.				SPT-1		17/29/23/21															
4		3,80				PASA A MODELO ROCA 3,80																					
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											

		LOCALIZACION: E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA - A CORUÑA		COORDENADAS X= Y= Z=		SONDEO S-3	
		PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA S.A.		FECHA: 4/11/09		ENSAYOS DE LABORATORIO	
DIAM. Y TIPO DE PERF.		PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR DEL ESTRATO(m)		HOJA N° 1 DE 1	
CORTE LITOLOGICO		NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO		% RECUPERACION		PIEZOMETRIA	
				INTERVALO MUESTRA		MUESTRA N°	
				GOLPEOS / 15 cm		ENSAYOS LAB. SI/NO	
				VANE TEST (Kp/cm2)		PERMEABILIDAD IN SITU	
				cm / s			
0				0 50 100			
				TIERRA VEGETAL, RESTOS VEGETALES.			
1		ARENA LIMOSA, LIMO ARENOSO CON CIERTO GRADO DE PLASTICIDAD A TECHO, QUE CONSTITUYE UN ESQUISTO COMPLETAMENTE METEORIZADO - GRADO V.					
2		COLOR GRIS.		MI-1 6/9/10/11			
3				SPT-1 7/8/9/11			
4		COMPACIDAD MODERADA A DENSA QUE PASA A MUY DENSA A PARTIR DE 4,00 METROS.		SPT-2 R			
5							
6		INTERMITENTEMENTE SE OBSERVAN LAJAS MILIMÉTRICAS DE ESQUISTO QUE SE DESHACEN DIFICILMENTE CON LA MANO.					
7				SPT-3 R			
8							
9		ESQUISTO MODERADAMENTE METEORIZADO A SANO (GRADO III - II). COLOR GRIS CON BETAS BLANCAS.					
10							



LOCALIZACION:
E.G. PARA CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA)
PETICIONARIO:
XESTUR CORUÑA S.A.

COORDENADAS

X=
Y=
Z=

SONDEO S-4
HOJA N° 1 DE 1

FECHA: 5/11/09

N° REG.: ESI-39320

DIAM. Y TIPO DE PERF.	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO(m)	CORTE LITOLOGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL TERRENO	% RECUPERACION DE TESTIGO	R Q D	GRADO DE FRACTURACION	GRADO DE METEORIZACION	DIR. JUNTAS	BUZ. JUNTAS	ESPACIADO (cm)	RUGOSIDAD	TIPO DE RELLENO	ESPESOR (mm)	MUESTRAS	ENSAYO FRANKLIN (Kp/cm2)	OTROS ENSAYOS
					0 50 100	50 100	16 8 4 2 0 V IV III II I										
	0.90			RELLENO DE ARENA LIMOSA TIPO JABRE CON CASCOTES PROCEDENTES DE OBRA.													
	0.90			LIMO ARENO-ARCILLOSO QUE CONSTITUYE DEPÓSITOS ALUVIALES DE TIPO FANGOSO													
	1.80			GRAVAS Y GRAVILLAS DE SUBANGULOSAS A ANGULOSAS CON MATRIZ LIMOSA. COLOR NEGRO.													
	0.80			SUSTRATO ESQUISTOSO MODERADAMENTE METEORIZADO (GRADO III), CON ESQUISTOSIDAD SUBHORIZONTAL.													
	2.60			A PARTIR DE 4,20 METROS ESQUISTO SANO (GRADO II) DE COLOR GRIS CON BETAS BLANCAS.													
	6.30																
	8.90																
				FIN SONDEO 8,90 m													

**ANEJO V. Registros de las penetraciones
dinámicas**



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.: ESI-39300

PENETRACION BORROS

CLAVE : PD-1

PESO DE LA MAZA 63,5 Kg

PUNTAZA DE SECCION CUADRADA

FECHA ENSAYO: 26/10/09

ALTURA DE CAIDA 0,50 m

AREA BASE: 16 cm² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.

COTA(m): la del terreno en el instante de la investigación

NIVEL FREATICO(m): Taponado a 4,00

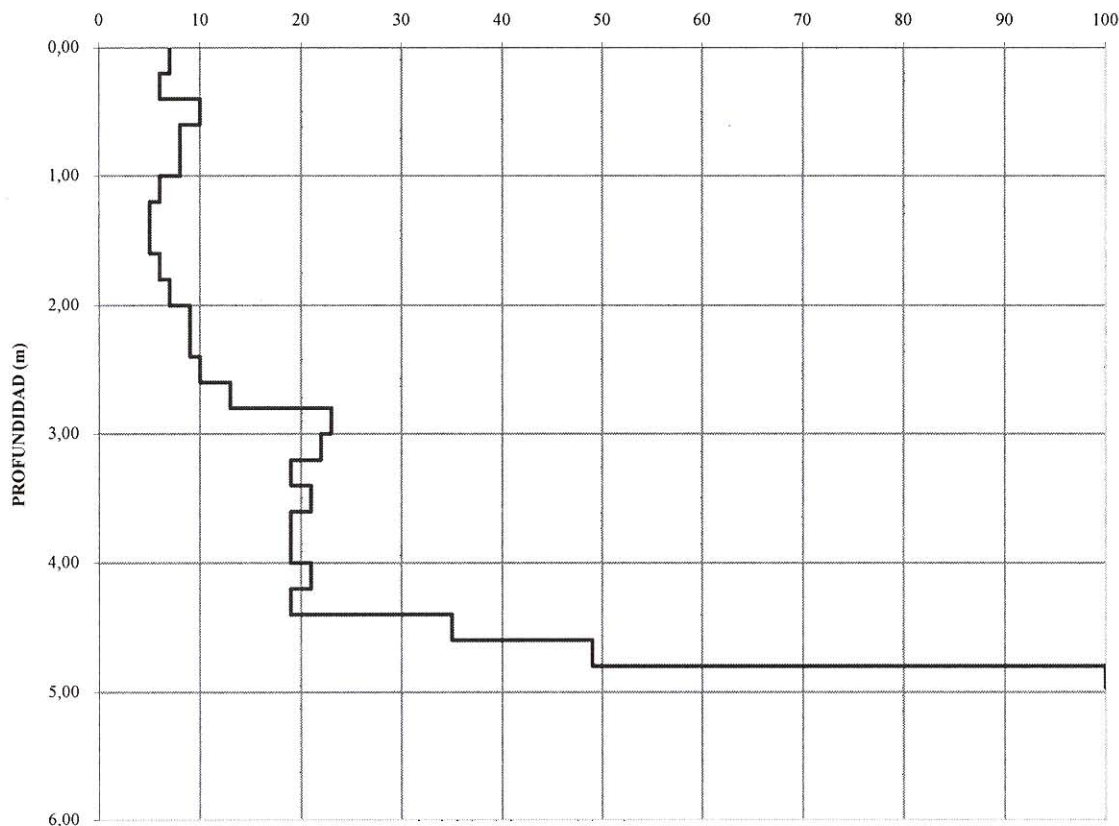
Hoja 1 de 1

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.

LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	7	4,00 - 4,20	21	-	-	-	-	-	-
0,20 - 0,40	6	4,20 - 4,40	19	-	-	-	-	-	-
0,40 - 0,60	10	4,40 - 4,60	35	-	-	-	-	-	-
0,60 - 0,80	8	4,60 - 4,80	49	-	-	-	-	-	-
0,80 - 1,00	8	4,80 - 4,91	100	-	-	-	-	-	-
1,00 - 1,20	6	4,91 - 4,95	100	-	-	-	-	-	-
1,20 - 1,40	5	4,95 - 4,97	100	-	-	-	-	-	-
1,40 - 1,60	5	4,97 -		-	-	-	-	-	-
1,60 - 1,80	6	-		-	-	-	-	-	-
1,80 - 2,00	7	-		-	-	-	-	-	-
2,00 - 2,20	9	-		-	-	-	-	-	-
2,20 - 2,40	9	-		-	-	-	-	-	-
2,40 - 2,60	10	-		-	-	-	-	-	-
2,60 - 2,80	13	-		-	-	-	-	-	-
2,80 - 3,00	23	-		-	-	-	-	-	-
3,00 - 3,20	22	-		-	-	-	-	-	-
3,20 - 3,40	19	-		-	-	-	-	-	-
3,40 - 3,60	21	-		-	-	-	-	-	-
3,60 - 3,80	19	-		-	-	-	-	-	-
3,80 - 4,00	19	-		-	-	-	-	-	-

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTINEZ LOZANO
(Licenciado en ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

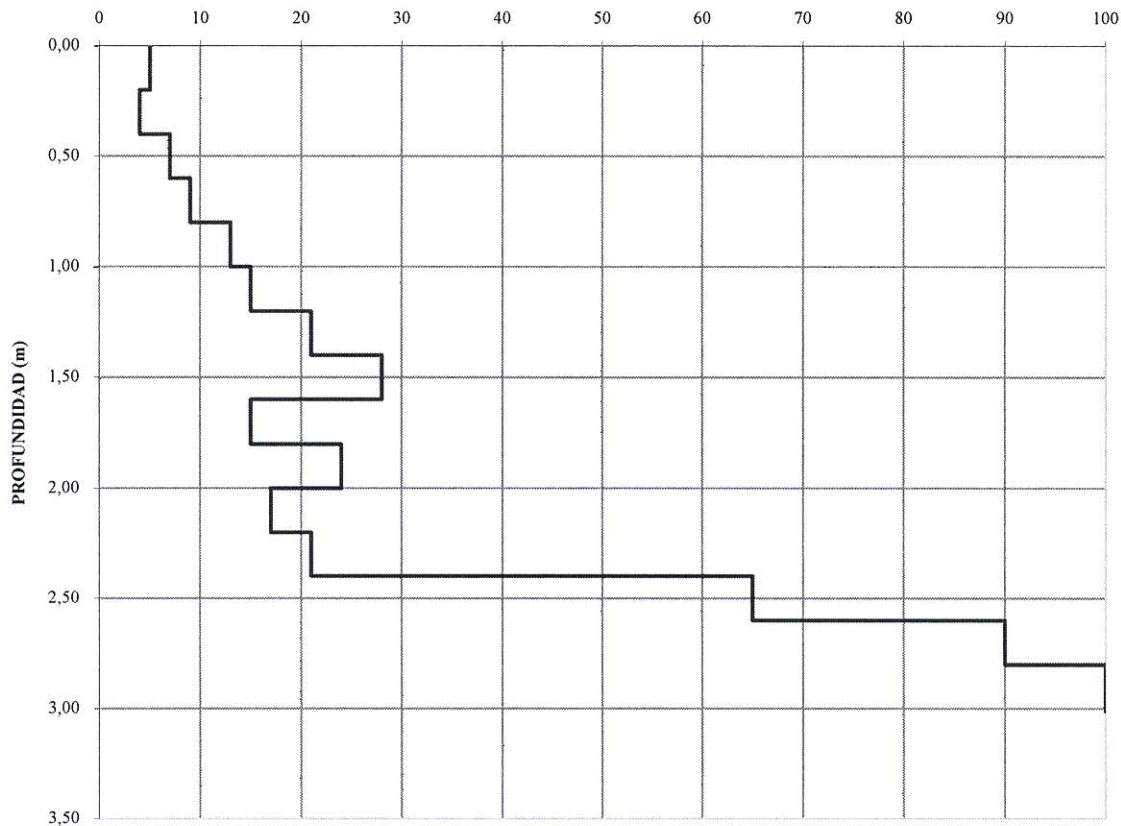
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39303	PENETRACION BORROS	
CLAVE :	PD-4	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	26/10/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	ÁREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREÁTICO(m):	Taponado a 2,70
Hoja 1 de 1			

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	5	-		-		-		-	
0,20 - 0,40	4	-		-		-		-	
0,40 - 0,60	7	-		-		-		-	
0,60 - 0,80	9	-		-		-		-	
0,80 - 1,00	13	-		-		-		-	
1,00 - 1,20	15	-		-		-		-	
1,20 - 1,40	21	-		-		-		-	
1,40 - 1,60	28	-		-		-		-	
1,60 - 1,80	15	-		-		-		-	
1,80 - 2,00	24	-		-		-		-	
2,00 - 2,20	17	-		-		-		-	
2,20 - 2,40	21	-		-		-		-	
2,40 - 2,60	65	-		-		-		-	
2,60 - 2,80	90	-		-		-		-	
2,80 - 2,90	100	-		-		-		-	
2,90 - 2,97	100	-		-		-		-	
2,97 - 3,01	100	-		-		-		-	
3,01 -		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	

GOLPEO / 20 cm



VºBº



FDO.: FRANCISCO MARTÍNEZ LOZANO
(Licenciado en ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009



FDO.: ANA M. PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

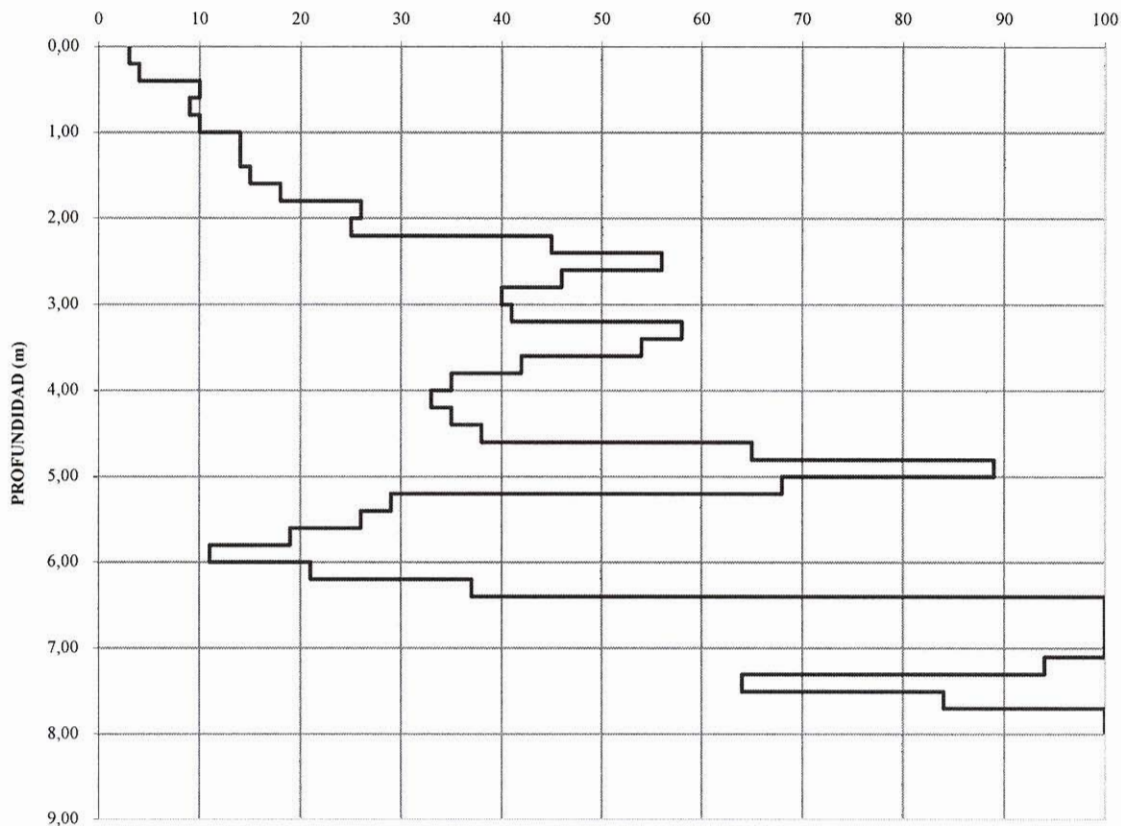
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39305	PENETRACION BORROS	
CLAVE :	PD-6	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	26/10/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	AREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREATICO(m):	Taponado a 6,00, Agua a 1,80
		Hoja 1 de 1	

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	3	4,00 - 4,20	33	7,85 - 7,92	100	-	-	-	-
0,20 - 0,40	4	4,20 - 4,40	35	7,92 - 7,97	100	-	-	-	-
0,40 - 0,60	10	4,40 - 4,60	38	7,97 -		-	-	-	-
0,60 - 0,80	9	4,60 - 4,80	65	-		-	-	-	-
0,80 - 1,00	10	4,80 - 5,00	89	-		-	-	-	-
1,00 - 1,20	14	5,00 - 5,20	68	-		-	-	-	-
1,20 - 1,40	14	5,20 - 5,40	29	-		-	-	-	-
1,40 - 1,60	15	5,40 - 5,60	26	-		-	-	-	-
1,60 - 1,80	18	5,60 - 5,80	19	-		-	-	-	-
1,80 - 2,00	26	5,80 - 6,00	11	-		-	-	-	-
2,00 - 2,20	25	6,00 - 6,20	21	-		-	-	-	-
2,20 - 2,40	45	6,20 - 6,40	37	-		-	-	-	-
2,40 - 2,60	56	6,40 - 6,55	100	-		-	-	-	-
2,60 - 2,80	46	6,55 - 6,70	100	-		-	-	-	-
2,80 - 3,00	40	6,70 - 6,90	100	-		-	-	-	-
3,00 - 3,20	41	6,90 - 7,10	100	-		-	-	-	-
3,20 - 3,40	58	7,10 - 7,30	94	-		-	-	-	-
3,40 - 3,60	54	7,30 - 7,50	64	-		-	-	-	-
3,60 - 3,80	42	7,50 - 7,70	84	-		-	-	-	-
3,80 - 4,00	35	7,70 - 7,85	100	-		-	-	-	-

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTINEZ LOZANO
(Licenciado en Ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

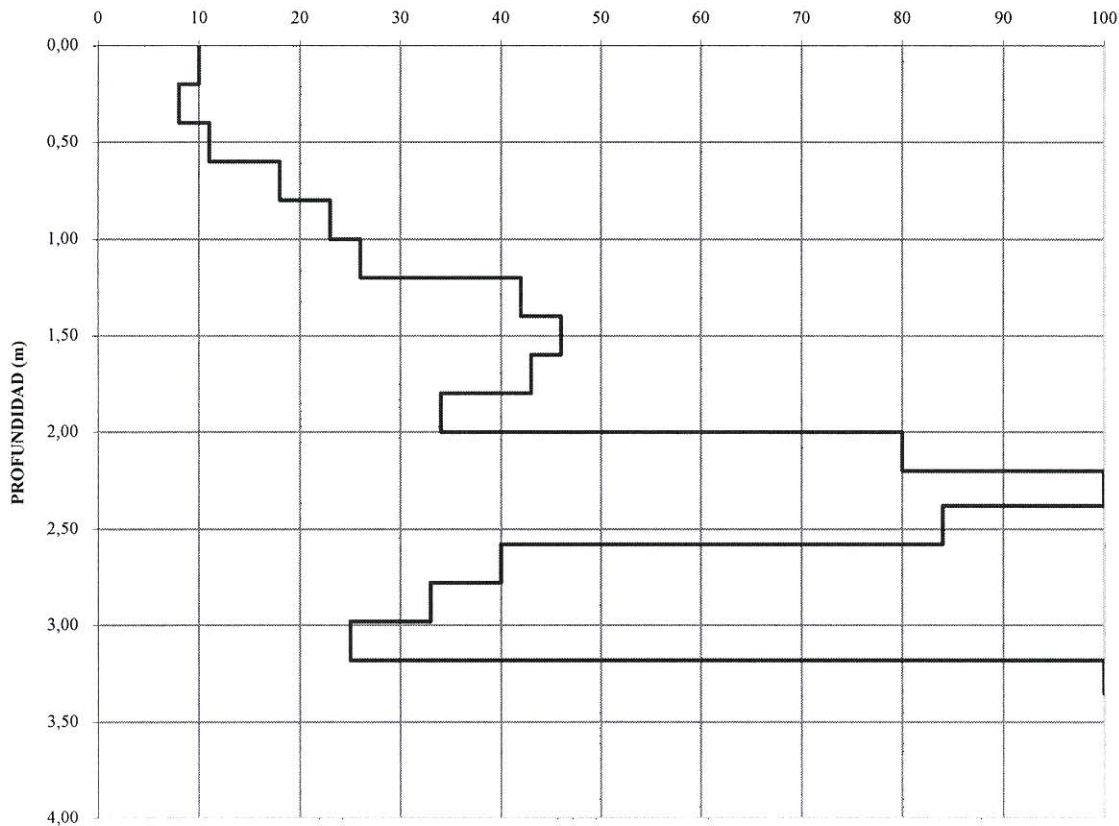
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39308	PENETRACION BORROS	
CLAVE :	PD-9	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	28/10/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	AREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREATICO(m):	Taponado a 3,10
Hoja 1 de 1			

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	10	-		-		-		-	
0,20 - 0,40	8	-		-		-		-	
0,40 - 0,60	11	-		-		-		-	
0,60 - 0,80	18	-		-		-		-	
0,80 - 1,00	23	-		-		-		-	
1,00 - 1,20	26	-		-		-		-	
1,20 - 1,40	42	-		-		-		-	
1,40 - 1,60	46	-		-		-		-	
1,60 - 1,80	43	-		-		-		-	
1,80 - 2,00	34	-		-		-		-	
2,00 - 2,20	80	-		-		-		-	
2,20 - 2,38	100	-		-		-		-	
2,38 - 2,58	84	-		-		-		-	
2,58 - 2,78	40	-		-		-		-	
2,78 - 2,98	33	-		-		-		-	
2,98 - 3,18	25	-		-		-		-	
3,18 - 3,29	100	-		-		-		-	
3,29 - 3,33	100	-		-		-		-	
3,33 - 3,35	100	-		-		-		-	
3,35 -		-		-		-		-	

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTÍNEZ LOZANO
(Licenciado en ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

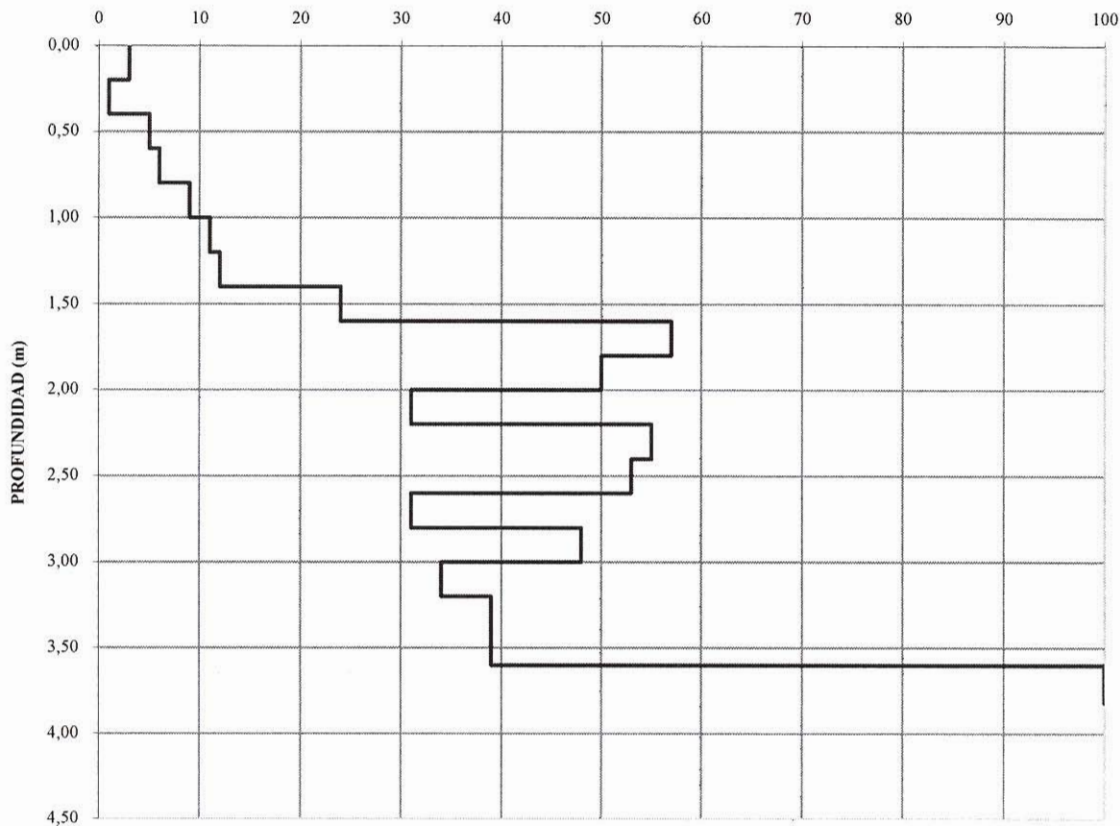
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39311	PENETRACION BORROS	
CLAVE :	PD-12	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	02/11/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	AREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREATICO(m):	Taponado a 2,90, Agua a 2,80
		Hoja 1 de 1	

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	3	3,80 - 3,82	100	-	-	-	-	-	-
0,20 - 0,40	1	3,82 -		-	-	-	-	-	-
0,40 - 0,60	5	-		-	-	-	-	-	-
0,60 - 0,80	6	-		-	-	-	-	-	-
0,80 - 1,00	9	-		-	-	-	-	-	-
1,00 - 1,20	11	-		-	-	-	-	-	-
1,20 - 1,40	12	-		-	-	-	-	-	-
1,40 - 1,60	24	-		-	-	-	-	-	-
1,60 - 1,80	57	-		-	-	-	-	-	-
1,80 - 2,00	50	-		-	-	-	-	-	-
2,00 - 2,20	31	-		-	-	-	-	-	-
2,20 - 2,40	55	-		-	-	-	-	-	-
2,40 - 2,60	53	-		-	-	-	-	-	-
2,60 - 2,80	31	-		-	-	-	-	-	-
2,80 - 3,00	48	-		-	-	-	-	-	-
3,00 - 3,20	34	-		-	-	-	-	-	-
3,20 - 3,40	39	-		-	-	-	-	-	-
3,40 - 3,60	39	-		-	-	-	-	-	-
3,60 - 3,76	100	-		-	-	-	-	-	-
3,76 - 3,80	100	-		-	-	-	-	-	-

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTÍNEZ LOZANO
(Licenciado en ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

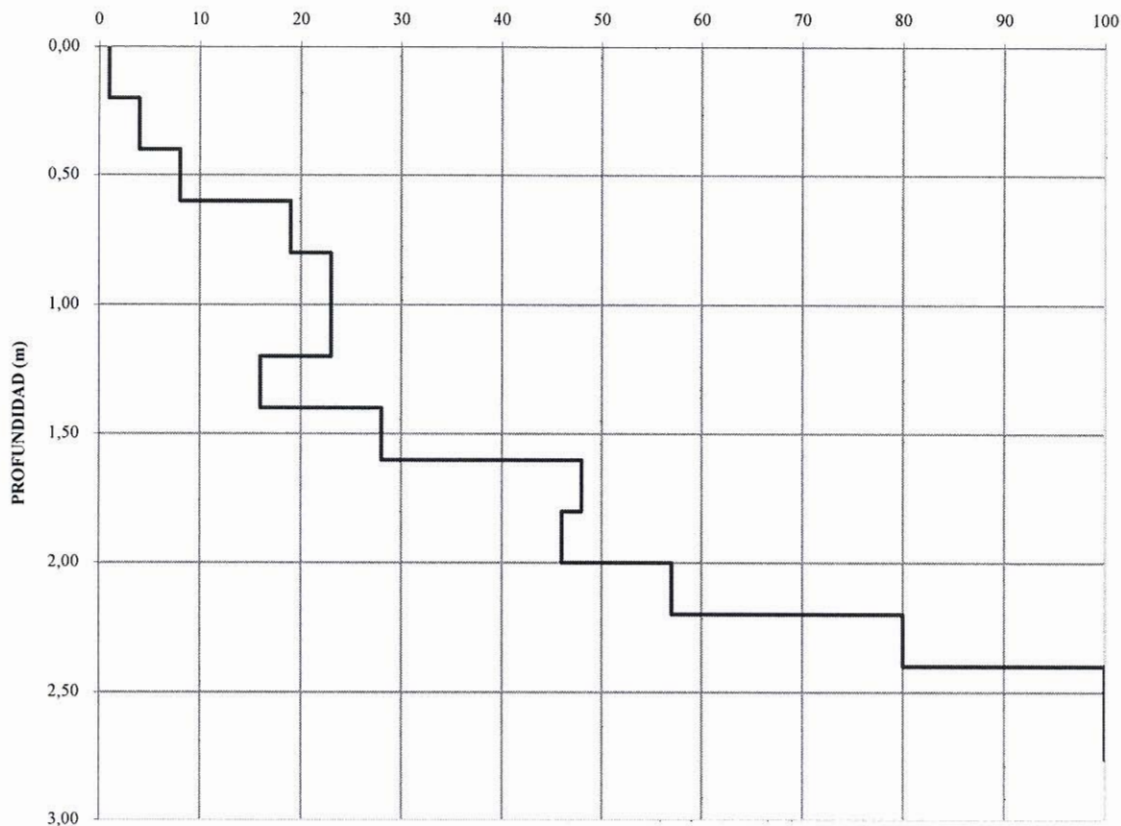
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39312	PENETRACION BORROS	
CLAVE :	PD-13	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	02/11/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	AREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90° - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREATICO(m):	Taponado a 2,30
Hoja 1 de 1			

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	1	-		-		-		-	
0,20 - 0,40	4	-		-		-		-	
0,40 - 0,60	8	-		-		-		-	
0,60 - 0,80	19	-		-		-		-	
0,80 - 1,00	23	-		-		-		-	
1,00 - 1,20	23	-		-		-		-	
1,20 - 1,40	16	-		-		-		-	
1,40 - 1,60	28	-		-		-		-	
1,60 - 1,80	48	-		-		-		-	
1,80 - 2,00	46	-		-		-		-	
2,00 - 2,20	57	-		-		-		-	
2,20 - 2,40	80	-		-		-		-	
2,40 - 2,56	100	-		-		-		-	
2,56 - 2,68	100	-		-		-		-	
2,68 - 2,76	100	-		-		-		-	
2,76 -		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTÍNEZ LOZANO
(Licenciado en ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa a, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA



LABORATORIO EPTISA
Rua Xafonte, nº 1-bajo. RUTIS
Tfno.: 66 . 09 . 58
15174 CULLEREDO (LA CORUÑA)

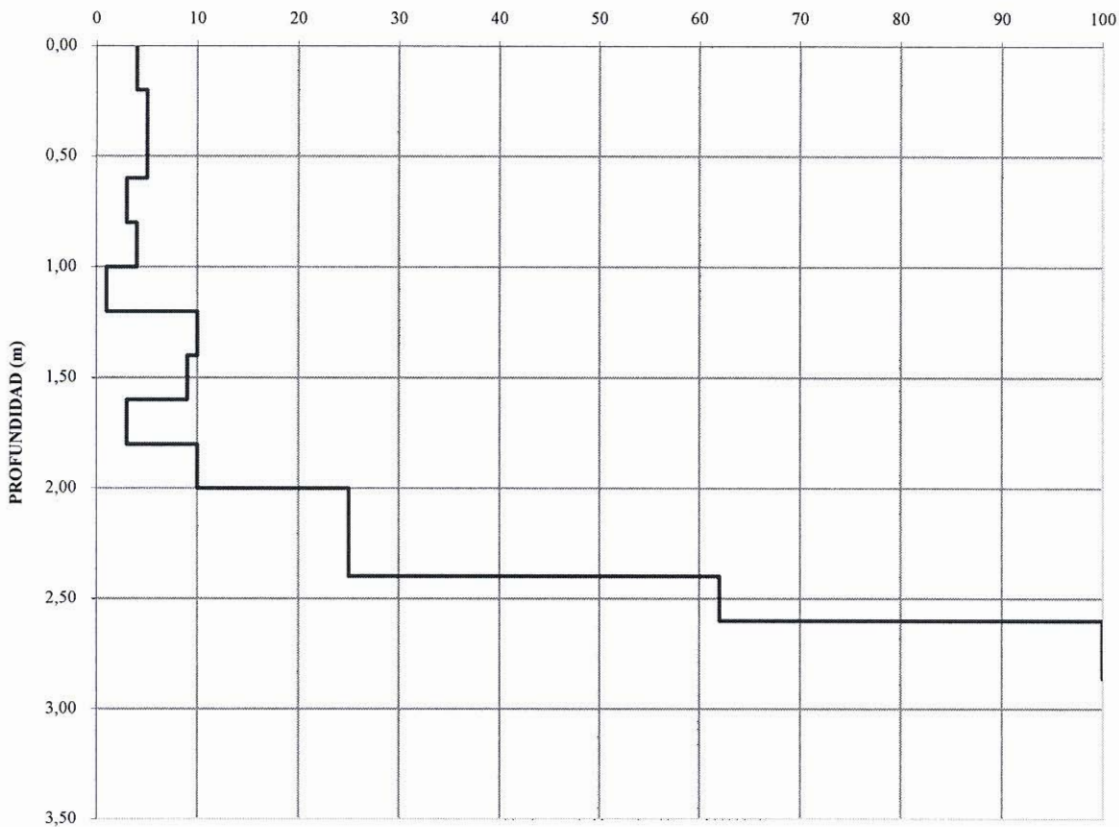
ÁREA DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y
ENSAYOS IN SITU PARA RECONOCIMIENTOS
GEOTÉCNICOS. Nº REGISTRO 15012 GTC 05 B
DOG 21 - JUNIO - 2005

Nº REG.:	ESI-39316	PENETRACION BORROS	
CLAVE:	PD-17	PESO DE LA MAZA 63,5 Kg	PUNTAZA DE SECCION CUADRADA
FECHA ENSAYO:	02/11/09	ALTURA DE CAIDA 0,50 m	AREA BASE: 16 cm ² - CONICIDAD 90º - LONGITUD 180 mm.
COTA(m):	la del terreno en el instante de la investigación	NIVEL FREATICO(m):	Taponado a 0,60, Agua a 0,40
		Hoja 1 de 1	

PETICIONARIO: XESTUR CORUÑA, S.A.
LOCALIZACION: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA. A CORUÑA

PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP	PROF(m)	GOLP
0,00 - 0,20	4	-		-		-		-	
0,20 - 0,40	5	-		-		-		-	
0,40 - 0,60	5	-		-		-		-	
0,60 - 0,80	3	-		-		-		-	
0,80 - 1,00	4	-		-		-		-	
1,00 - 1,20	1	-		-		-		-	
1,20 - 1,40	10	-		-		-		-	
1,40 - 1,60	9	-		-		-		-	
1,60 - 1,80	3	-		-		-		-	
1,80 - 2,00	10	-		-		-		-	
2,00 - 2,20	25	-		-		-		-	
2,20 - 2,40	25	-		-		-		-	
2,40 - 2,60	62	-		-		-		-	
2,60 - 2,73	100	-		-		-		-	
2,73 - 2,81	100	-		-		-		-	
2,81 - 2,86	100	-		-		-		-	
2,86 -		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-	

GOLPEO / 20 cm



VºBº

FDO.: FRANCISCO MARTÍNEZ LOZANO
(Licenciado en Ciencias Geológicas)
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Vilaboa, 10/11/2009

FDO.: ANA Mª PLAZA GARCÍA
(Licenciada en Ciencias Geológicas)
JEFE DE AREA

ANEJO VI. Informes de ensayos de laboratorio

TRABAJO: EP-091025-034

MUESTRA: ES.21475

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo areno-arcilloso no plástico. Color negro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 0,50 - 0,75 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 16/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21475**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo areno-arcilloso no plástico. Color negro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 0,50 - 0,75 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		ML	
Clasificación AASHTO		A-4 (8)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,6 99,1 94,4 82,1	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21475**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

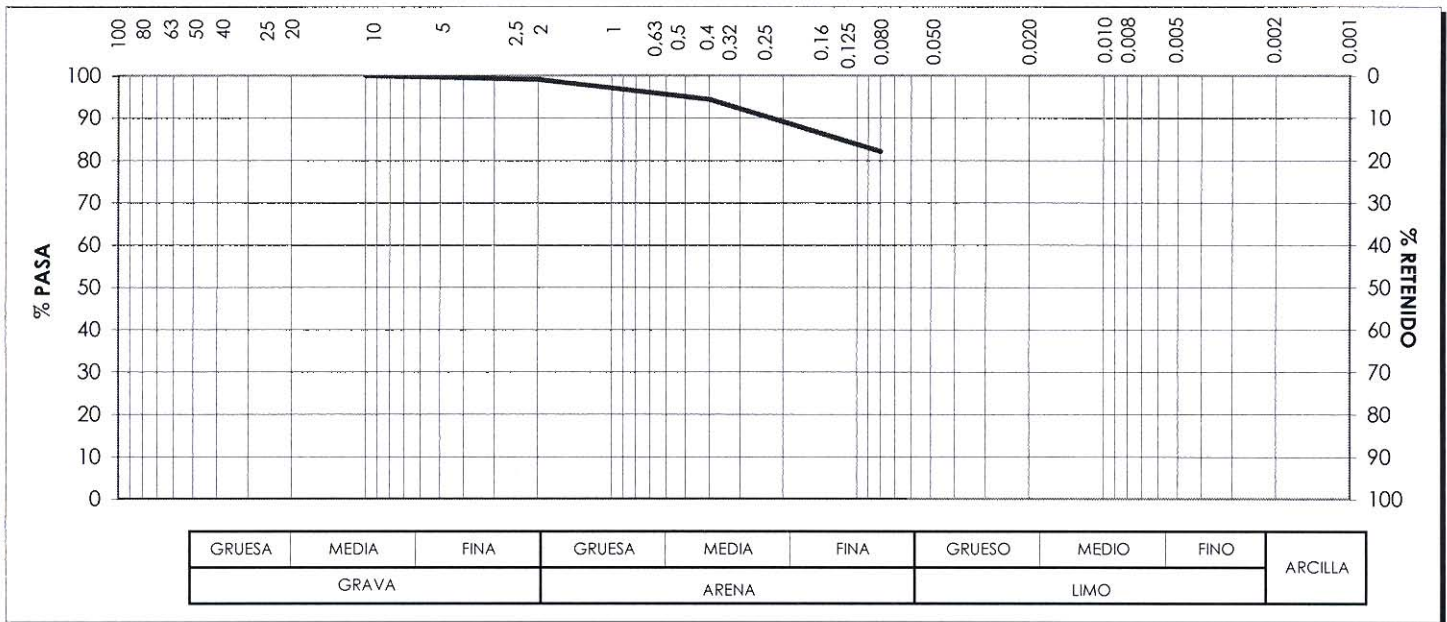
Material: Limo areno-arcilloso no plástico. Color negro
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:
Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 0,50 - 0,75 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 02-11-2009

Fecha finalización ensayo: 03-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063	
% que pasa												100,0			99,6			99,1			94,4					82,1	

Observaciones:

TRABAJO: EP-091025-034

MUESTRA: ES.21476

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gravas arenosas con finos de plasticidad media. Color gris

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 1,50 - 1,70 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C

V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 16/11/2009

Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21476**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gravas arenosas con finos de plasticidad media. Color gris

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 1,50 - 1,70 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		GP-GM	
Clasificación AASHTO		A-2-5 (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	42,7	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	34,4	
Índice de plasticidad		8,3	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾			
	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 96,1 93,3 67,8 57,4 41,6 37,8 29,8 23,9 12,4 6,0	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21476**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gravas arenosas con finos de plasticidad media. Color gris

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

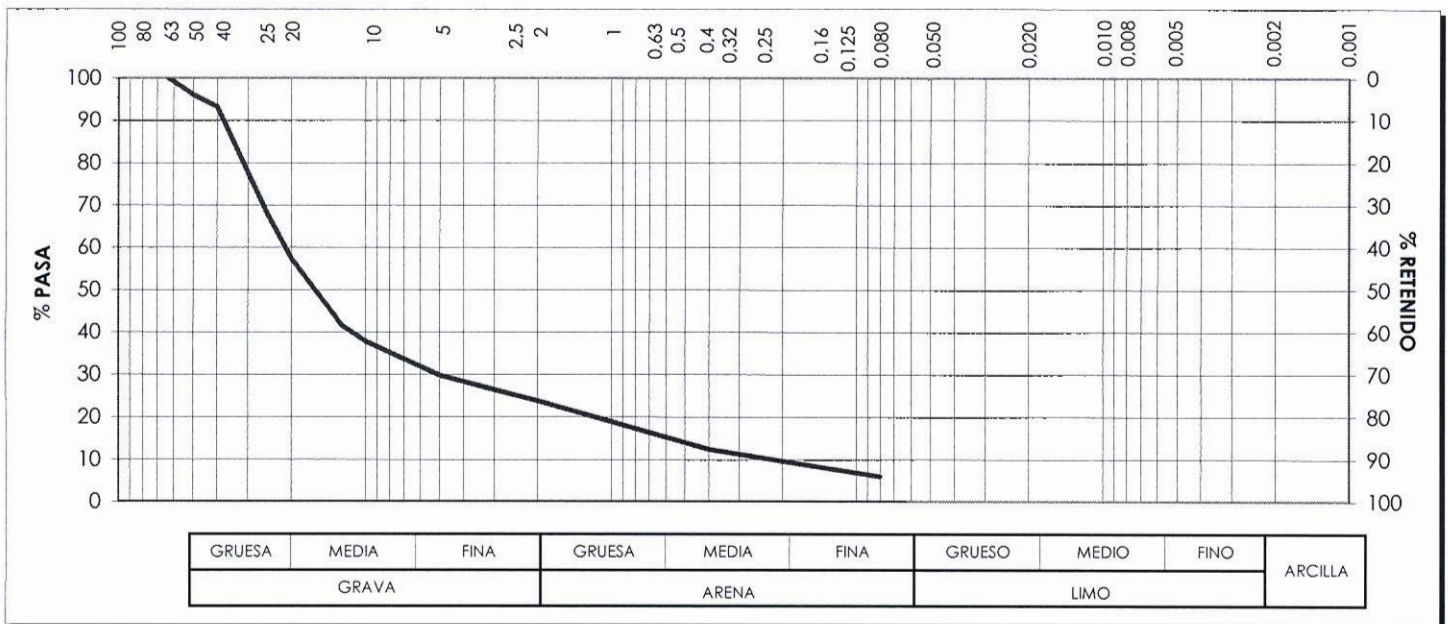
Lugar de toma:

Procedencia: C-2. PROFUNDIDAD: 1,50 - 1,70 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 10-11-2009

Fecha finalización ensayo: 12-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa					100,0	96,1	93,3	67,8	57,4	41,6	37,8				29,8			23,9			12,4					6,0

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21477**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arcillas con gravas de mediana plasticidad. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-10. PROFUNDIDAD: 0,70 - 0,80 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 16/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21477**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arcillas con gravas de mediana plasticidad. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-10. PROFUNDIDAD: 0,70 - 0,80 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		CL	
Clasificación AASHTO		A-6 (10)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	36,1	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	20,4	
Índice de plasticidad		15,7	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,0 98,8 97,6 94,6 89,1 77,1	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21477** CLAVE: Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arcillas con gravas de mediana plasticidad. Color marrón

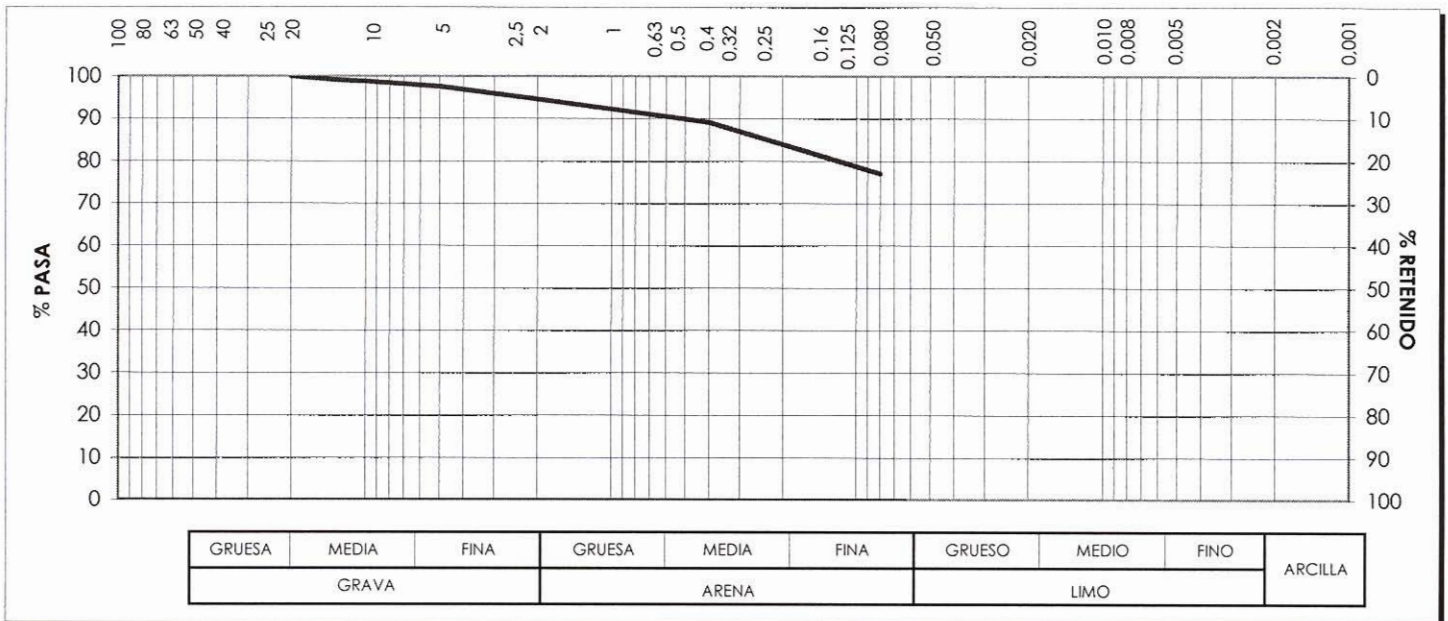
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-10. PROFUNDIDAD: 0,70 - 0,80 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 30-10-2009 **Fecha finalización ensayo:** 02-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa										100,0	99,0	98,8			97,6			94,6			89,1					77,1

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21478**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA
Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)
Material: Arena limosa, con gruesos, no plástica. Color marrón
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009
Lugar de toma:
Procedencia: C-3 PROFUNDIDAD: 1,40 - 1,60 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Hinchariento libre
Índice de colapso
Sales solubles en suelos
Materia orgánica (permanganato potásico)

Observaciones:


Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 18/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21478**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, con gruesos, no plástica. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-3 PROFUNDIDAD: 1,40 - 1,60 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		SM A-2-4 (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	24,5	
Materia orgánica (%)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,22	Resultado referido muestra total.
Sales solubles	NLT-114/99	mg/l (ppm) % 34 0,04	
Colapso (en edómetro)		Tipo de probeta: Remoldeada.	Diám. Prob. (mm) 45 Alt. Prob. (mm) 12
Índice de colapso (%)		0,07	W inicial W final D.seca (%) (%) (g/cm³)
Potencial porcentual colapso (%)	NLT 254/99	0,07	12,2 27,7 1,7
Presión vert. de colapso (Mpa)		2,00	
Hinchamiento libre en edómetro		D.seca (g/cm³) Hincham. (%)	W inicial (%) W final (%)
Prepar. probeta: Por remoldeo	UNE 103 601:1996	1,68 0,1	12,2 29,2
Análisis granul. tamizado (1)	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa		100,0 91,9 90,2 82,5 80,0 69,5 58,2 41,1 28,1	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21478**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, con gruesos, no plástica. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

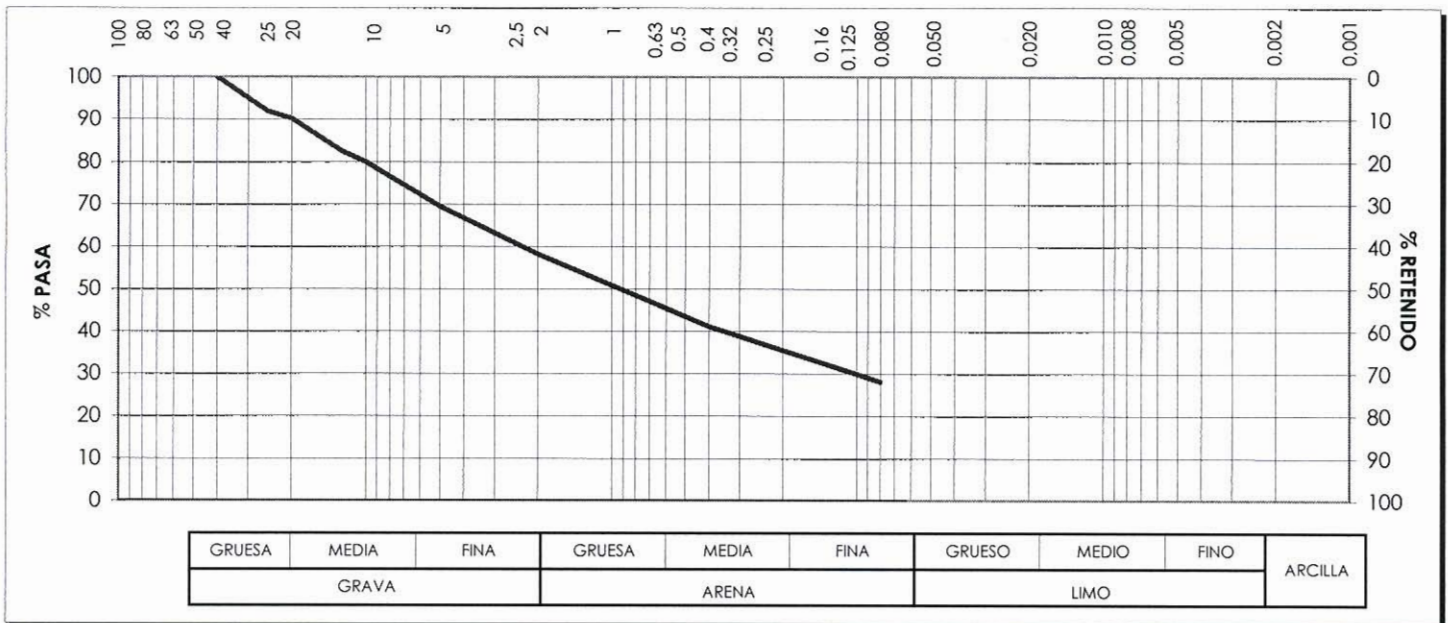
Lugar de toma:

Procedencia: C-3 PROFUNDIDAD: 1,40 - 1,60 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 30-10-2009

Fecha finalización ensayo: 02-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063
% que pasa								100,0	91,9	90,2	82,5	80,0			69,5			58,2			41,1					28,1

Observaciones:

TRABAJO: EP-091025-034

MUESTRA: ES.21479

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón claro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-12. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,30 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Acidez Baumann-Gully
Contenido en sulfatos según proced. según EHE

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisca Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA a 18/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21479**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.

Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón claro

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-12. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,30 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		SM	
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	12,1	
Sulfatos solubles (mg/kg)	proced. según EHE	22	Resultado referido muestra total
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Proced. según EHE	163,8	Resultado referido a la muestra total
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 98,3 98,3 93,6 91,6 81,5 64,3 35,0 23,1	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21479** CLAVE: Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón claro

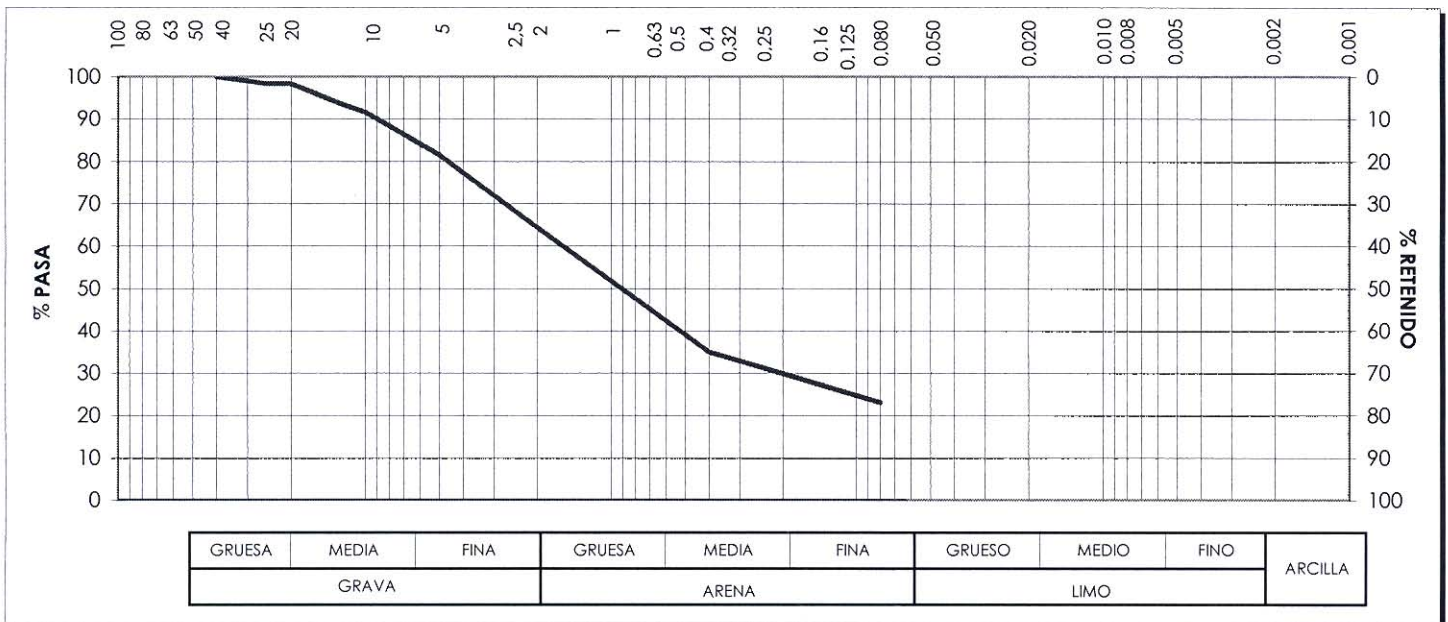
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-12. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,30 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 30-10-2009 **Fecha finalización ensayo:** 02-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063
% que pasa								100.0	98.3	98.3	93.6	91.6			81.5			64.3			35.0					23.1

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21480**

CLAVE:

Hoja 1 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena y gruesos, no plásticod. Color beige

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-13. PROFUNDIDAD: 1,20 - 1,40 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Próctor modificado
Índice CBR
Hinchamiento libre
Índice de colapso
Sales solubles en suelos
Materia orgánica (permanganato potásico)

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C

V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 18/11/2009

Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21480**

CLAVE:

Hoja 2 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena y gruesos, no plásticod. Color beige

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-13. PROFUNDIDAD: 1,20 - 1,40 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO					INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		GW-GM A-1-a (0)					
Límites de Atterberg							
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No					
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No					
Índice de plasticidad		No plástico					
Ensayo Proctor ⁽¹⁾		<i>D.máx. (g/cm³)</i>		<i>W. óptima (%)</i>			
Proctor modificado	UNE 103 501:1994	1,77		12,2			
C.B.R. ⁽¹⁾							
% Compactación	UNE 103 502:1995	95	98	100			
Índice CBR		15	22	27			
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	18,0					
Materia orgánica (%)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,13					Resultado referido muestra total.
Sales solubles	NLT-114/99	<i>mg/l (ppm)</i>		%			
		47		0,05			
Colapso (en edómetro)		Tipo de probeta: Remoldeada.			Diám. Prob. (mm) 45 Alt. Prob. (mm) 12		
Índice de colapso (%)		0,19			<i>W inicial</i>	<i>W final</i>	
Potencial porcentual colapso (%)	NLT 254/99	0,18			(%)	(%)	
Presión vert. de colapso (Mpa)		2,00			24,1	37,5	
					1,5	(g/cm³)	
Hinchamiento libre en edómetro		<i>D.seca (g/cm³)</i>		<i>Hincham. (%)</i>			
Prepar. probeta: Por tallado	UNE 103 601:1996	1,68		0,0			
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995	<i>W inicial (%)</i>		<i>W final (%)</i>			
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		12,2		27,7			
% que pasa		100,0	96,3	86,8	80,1	77,4	
		67,8	61,8	42,5	33,0	19,2	
							10,2

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21480** CLAVE: Hoja 3 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

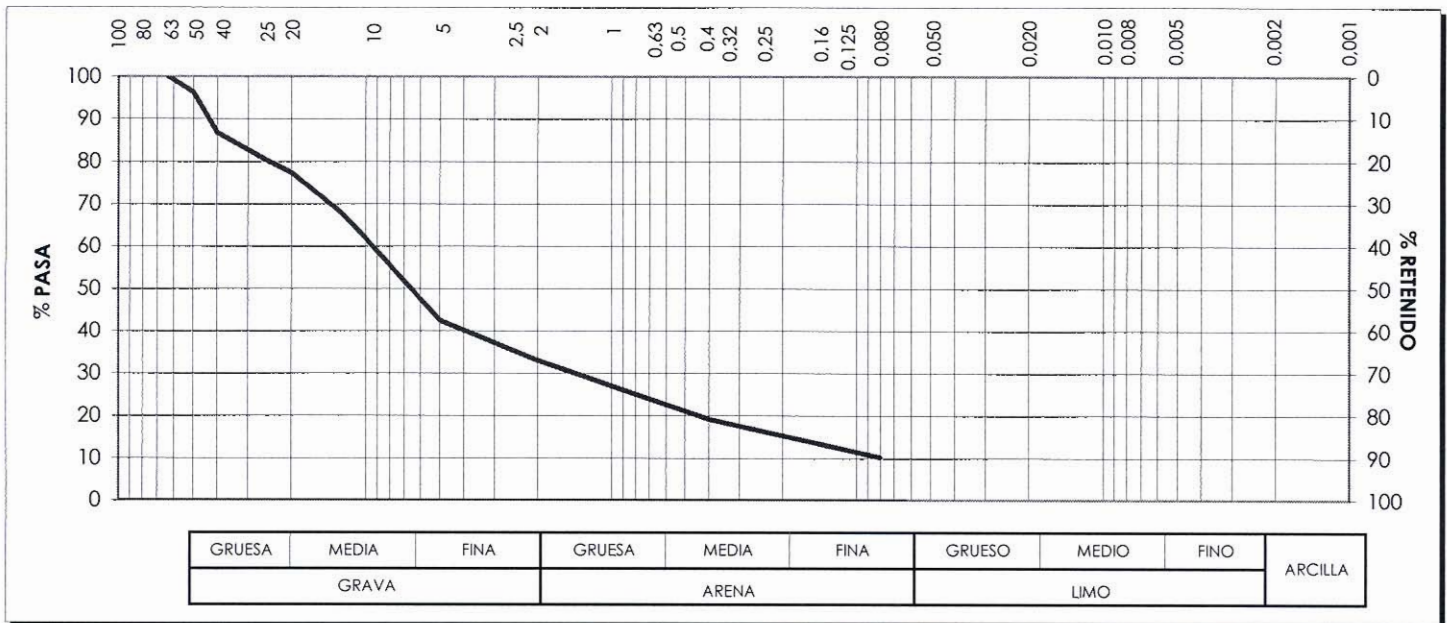
Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena y gruesos, no plásticod. Color beige
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:
Procedencia: C-13. PROFUNDIDAD: 1,20 - 1,40 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 04-11-2009 **Fecha finalización ensayo:** 05-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063	
% que pasa						100.0	96.3	86.8	80.1	77.4	67.8	61.8			42.5			33.0			19.2					10.2	

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21480**

CLAVE:

Hoja 4 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena y gruesos, no plásticod. Color beige

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-13. PROFUNDIDAD: 1,20 - 1,40 m.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 02-11-2009

Fecha finalización ensayo: 03-11-2009

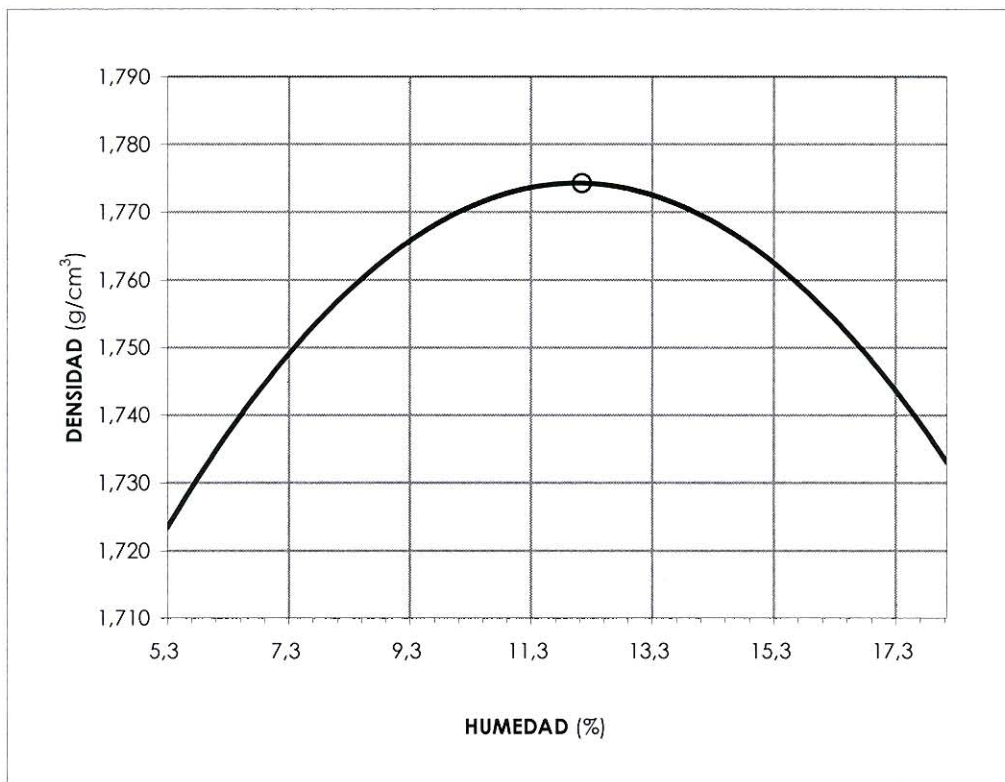
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,77

Humedad óptima (%): 12,2



Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21480**

CLAVE:

Hoja 5 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena y gruesos, no plásticod. Color beige

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-13. PROFUNDIDAD: 1,20 - 1,40 m.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 03-11-2009

Fecha finalización ensayo: 06-11-2009

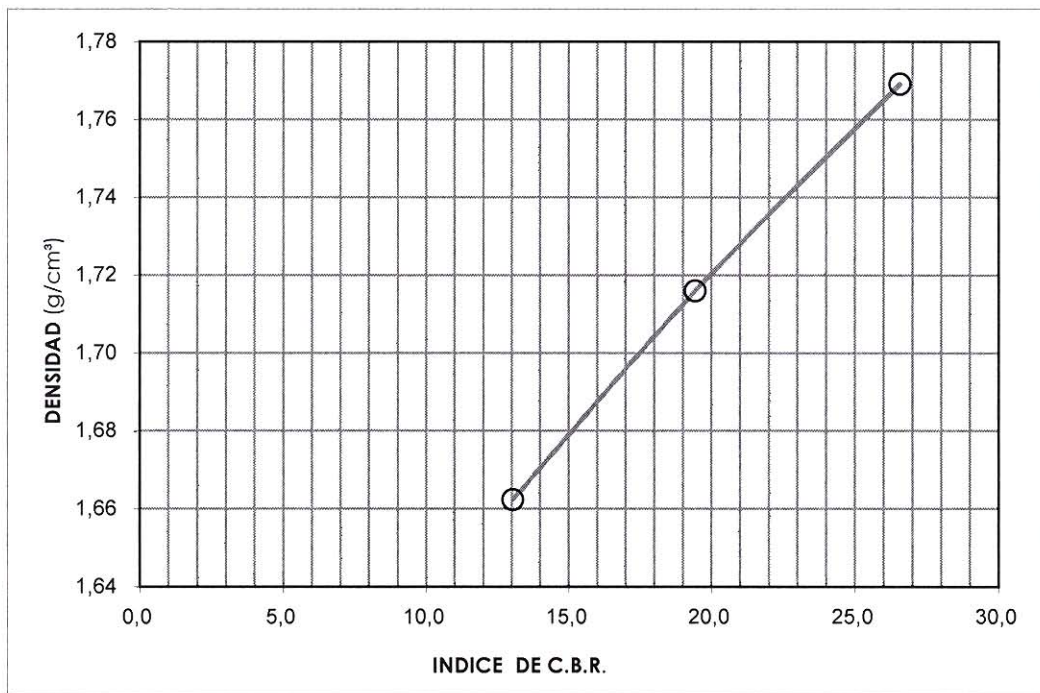
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: si

Proctor: MODIFICADO **Densidad máxima (g/cm³):** 1,77

Humedad óptima (%): 12,2



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,66	1,72	1,77
Humedad (%)	10,2	10,2	10,2
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)	0,03	0,03	24,86
Índice C.B.R.	13	19	27

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	15	22	27

Observaciones:



EPTISA
RUA XAFONTE Nº 1 BAJO
15174 CULLEREDO (A CORUÑA)
rutis@eptisa.es
Tfno.981.66.09.58 Fax. 981.65.44.68

Ver acreditaciones a pie de hoja

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21481**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA
Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)
Material: Limo arenoso, no plástico. Color marrón
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009
Lugar de toma:
Procedencia: C-16. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,10 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Acidez Baumann-Gully
Contenido en sulfatos según proced. según EHE

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C

V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 17/11/2009

Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21481**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso, no plástico. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-16. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,10 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		ML A-4 (3)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	18,8	
Sulfatos solubles (mg/kg)	proced. según EHE	11	Resultado referido muestra total
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Proced. según EHE	240,6	Resultado referido a la muestra total
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,1 98,0 91,3 81,5 67,9 50,0	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21481** CLAVE: **Hoja 3 de 3**

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso, no plástico. Color marrón

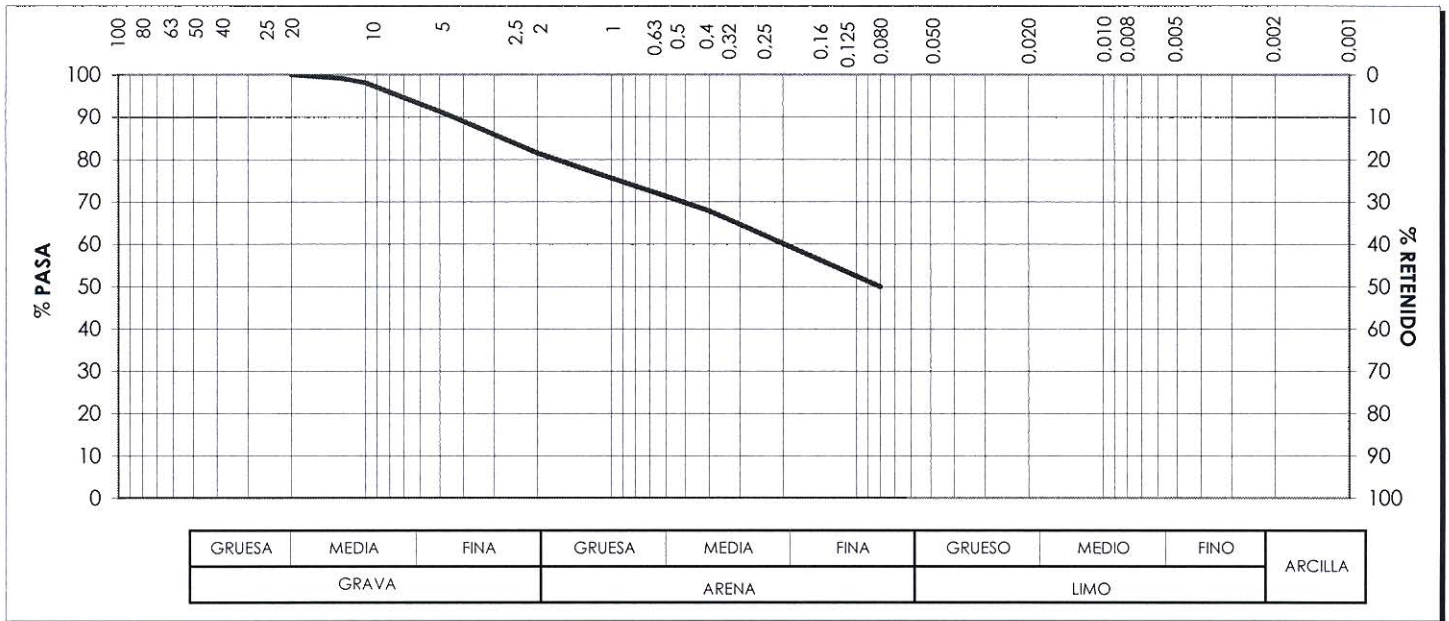
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-16. PROFUNDIDAD: 1,00 - 1,10 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 30-10-2009 **Fecha finalización ensayo:** 02-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063	
% que pasa										100.0	99.1	98.0			91.3			81.5			67.9					50.0	

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21482**

CLAVE:

Hoja 1 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos arenosos, no plásticos. Color marrón rojizo

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-9. PROFUNDIDAD: 0,90 - 1,10 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Próctor modificado
Índice CBR
Sales solubles en suelos
Materia orgánica (permanganato potásico)

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C

VILABOA, a 18/11/2009



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21482**

CLAVE:

Hoja 2 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos arenosos, no plásticos. Color marrón rojizo

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-9. PROFUNDIDAD: 0,90 - 1,10 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO		INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		GW A-1-a (0)		
Límites de Atterberg				
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No		
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No		
Índice de plasticidad		No plástico		
Ensayo Proctor ⁽¹⁾		<i>D.máx. (g/cm³)</i>	<i>W. óptima (%)</i>	
Proctor modificado	UNE 103 501:1994	1,76	15,1	
C.B.R. ⁽¹⁾				
% Compactación	UNE 103 502:1995	95	98	100
Índice CBR		33	48	57
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	19,5		
Materia orgánica (%)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,09		<i>Resultado referido muestra total.</i>
Sales solubles	NLT-114/99	<i>mg/l (ppm)</i>	<i>%</i>	
		44	0,04	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995			
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa	100,0 73,9 73,9 57,0 55,3 48,7 45,6 41,9 34,7 31,6	20,9	17,1	8,9
				4,9

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21482** CLAVE: Hoja 3 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos arenosos, no plásticos. Color marrón rojizo

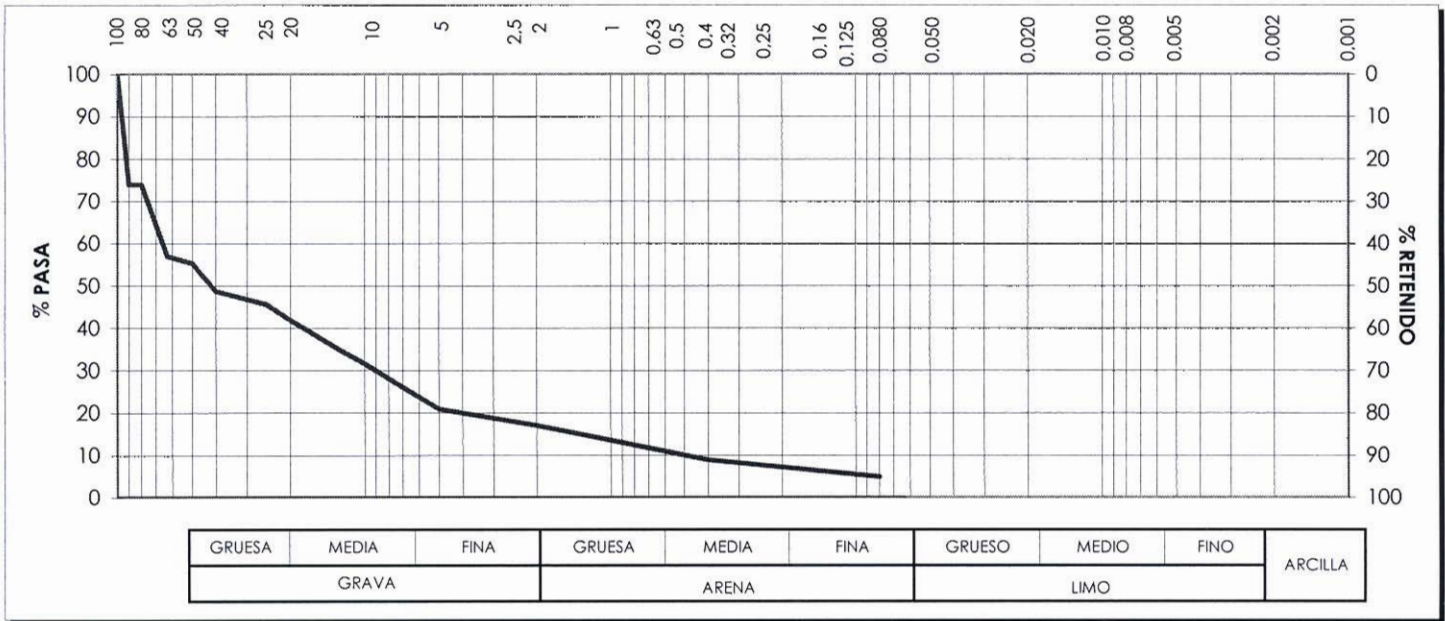
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-9. PROFUNDIDAD: 0,90 - 1,10 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 03-11-2009 **Fecha finalización ensayo:** 04-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	2.5	2	1.25	0.5	0.4	0.25	0.16	0.125	0.08	0.063	
% que pasa			100,0	73,9	73,9	57,0	55,3	48,7	45,6	41,9	34,7	31,6			20,9			17,1			8,9					4,9	

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21482**

CLAVE:

Hoja 4 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos arenosos, no plásticos. Color marrón rojizo

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-9. PROFUNDIDAD: 0,90 - 1,10 m.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 02-11-2009

Fecha finalización ensayo: 03-11-2009

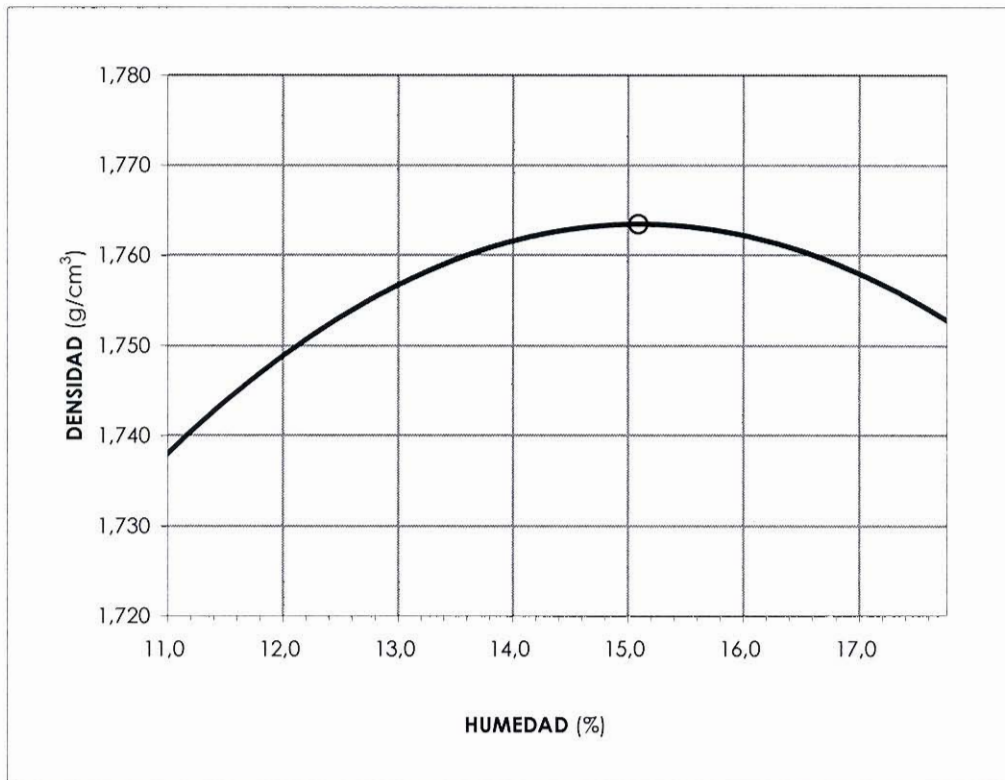
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,76

Humedad óptima (%): 15,1



Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21482**

CLAVE:

Hoja 5 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos arenosos, no plásticos. Color marrón rojizo

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-9. PROFUNDIDAD: 0,90 - 1,10 m.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 03-11-2009

Fecha finalización ensayo: 06-11-2009

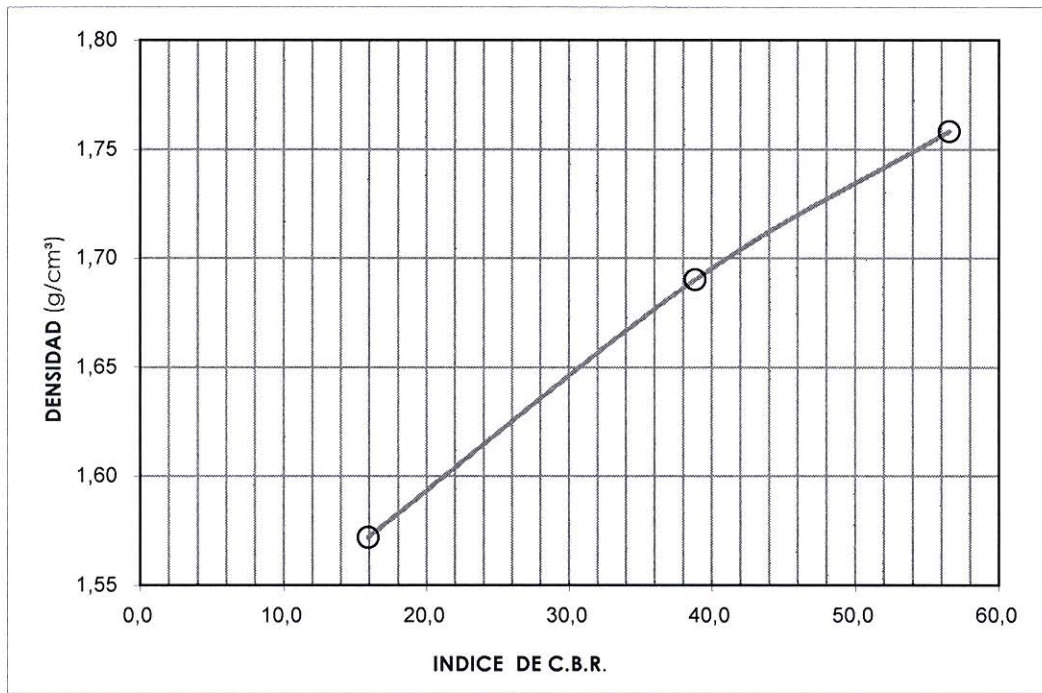
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO **Densidad máxima (g/cm³):** 1,76

Humedad óptima (%): 15,1



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,57	1,69	1,76
Humedad (%)	14,6	14,6	14,6
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)	0,00	0,00	0,00
Índice C.B.R.	16	39	57

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	33	48	57

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21483**

CLAVE:

Hoja 1 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos con arena y limos, no plásticos. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-5. PROFUNDIDAD: 0,80 - 1,00 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Próctor modificado
Índice CBR
Sales solubles en suelos
Materia orgánica (permanganato potásico)

Observaciones:


Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 18/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21483**

CLAVE:

Hoja 2 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos con arena y limos, no plásticos. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-5. PROFUNDIDAD: 0,80 - 1,00 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO		INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		GP-GM A-1-a (0)		
Límites de Atterberg				
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No		
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No		
Índice de plasticidad		No plástico		
Ensayo Proctor ⁽¹⁾		<i>D.máx. (g/cm³)</i>	<i>W. óptima (%)</i>	
Proctor modificado	UNE 103 501:1994	1,86	11,3	
C.B.R. ⁽¹⁾				
% Compactación	UNE 103 502:1995	95	98	100
Índice CBR		21	33	44
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	14,6		
Materia orgánica (%)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,27		<i>Resultado referido muestra total.</i>
Sales solubles	NLT-114/99	<i>mg/l (ppm)</i>	<i>%</i>	
		74	0,08	
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995			
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa		100,0	87,7	82,0 81,0 69,4 65,8 52,8 49,6 34,1 27,5 17,4 11,1

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21483**

CLAVE:

Hoja 3 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos con arena y limos, no plásticos. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

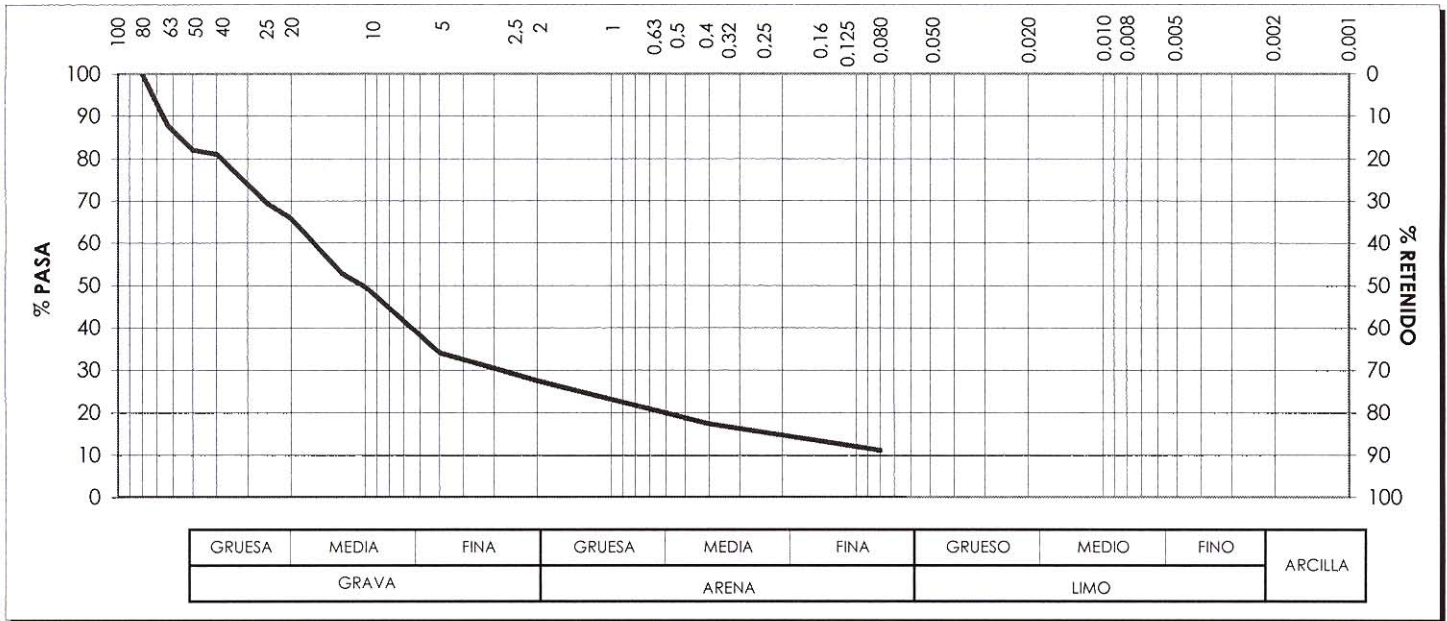
Lugar de toma:

Procedencia: C-5. PROFUNDIDAD: 0,80 - 1,00 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 03-11-2009

Fecha finalización ensayo: 04-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa					100,0	87,7	82,0	81,0	69,4	65,8	52,8	49,6			34,1			27,5			17,4					11,1

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21483**

CLAVE:

Hoja 4 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos con arena y limos, no plásticos. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-5. PROFUNDIDAD: 0,80 - 1,00 m.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 02-11-2009

Fecha finalización ensayo: 03-11-2009

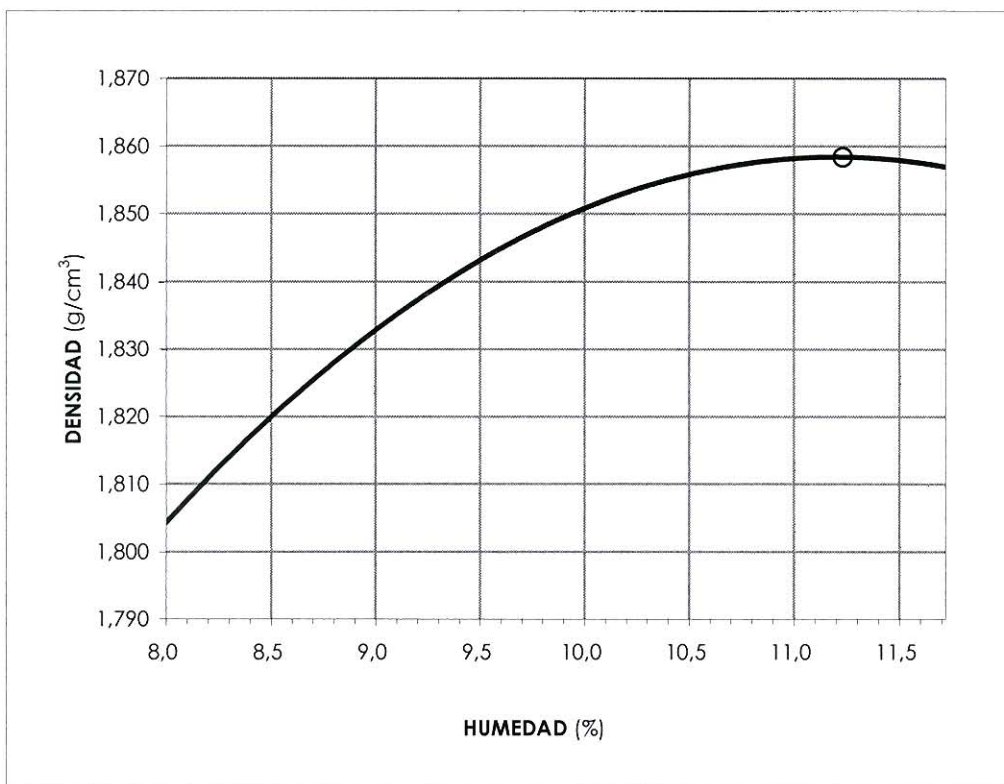
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,86

Humedad óptima (%): 11,3



Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21483**

CLAVE:

Hoja 5 de 5

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Gruesos con arena y limos, no plásticos. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 28-10-2009

Lugar de toma:

Procedencia: C-5. PROFUNDIDAD: 0,80 - 1,00 m.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 03-11-2009

Fecha finalización ensayo: 06-11-2009

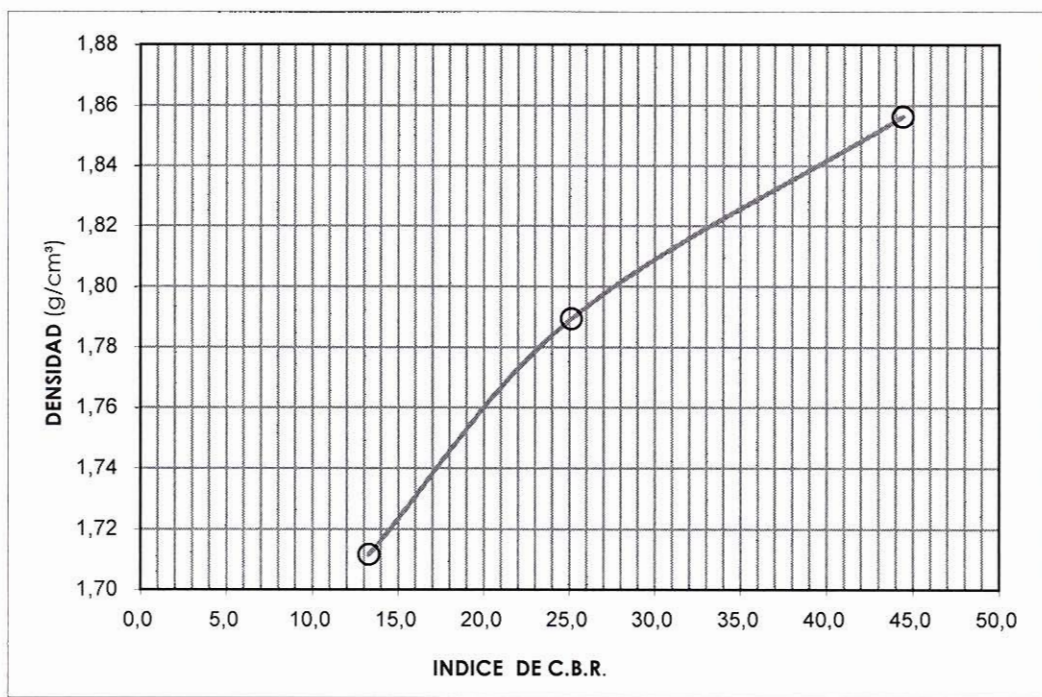
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO **Densidad máxima (g/cm³):** 1,86

Humedad óptima (%): 11,3



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,71	1,79	1,86
Humedad (%)	10,3	10,3	10,3
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)	0,00	0,00	0,00
Índice C.B.R.	13	25	44

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	21	33	44

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21495**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 1. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,10 a 1,65 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Densidad aparente y seca

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C

V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 17/11/2009

Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21495**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 1. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,10 a 1,65 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		SM A-1-b (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	13,5	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³) 2,18	Seca (g/cm ³) 1,92
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa		100,0 97,6 96,0 91,0 86,8	68,2 50,9 28,1 15,0

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21495**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa, no plástica. Color marrón

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

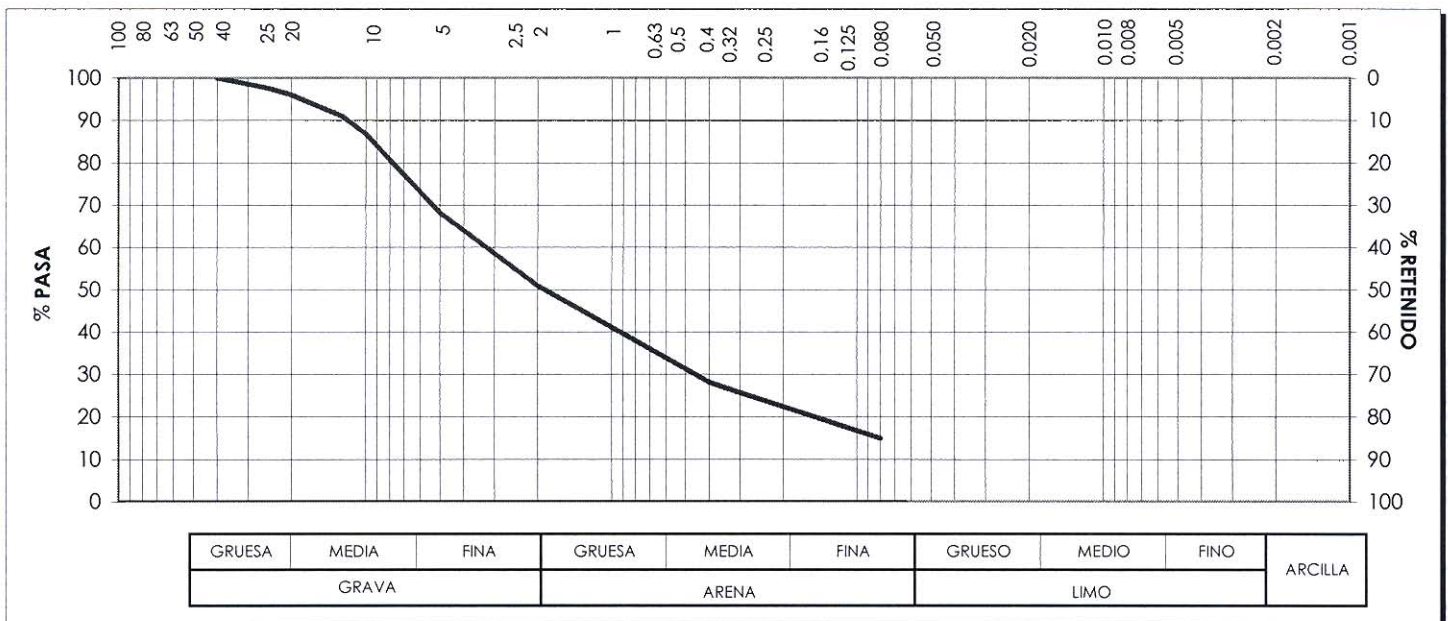
Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 1. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,10 a 1,65 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 11-11-2009

Fecha finalización ensayo: 13-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa								100,0	97,6	96,0	91,0	86,8			68,2			50,9			28,1					15,0

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21497**

CLAVE:

Hoja 1 de 2

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.

Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 09/11/2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 2. MR 1. PROFUNDIDAD: 2,40 a 2,90 m.

ROCAS: ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de rocas

Observaciones:



V.º B.º: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOIA, a 19/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21497**

CLAVE:

Hoja 2 de 2

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09/11/2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 2. MR 1. PROFUNDIDAD: 2,40 a 2,90 m.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS DE ROCA
 (NLT-250/91)

Fecha Inicio ensayo: 11/11/2009

Fecha finalización ensayo: 12/11/2009

Diámetro	mm	84,0
Altura:	mm	163,0
Relación altura/diámetro		1,9
Humedad	%	2,1
Densidad húmeda	g/cm ³	2,46
Densidad seca	g/cm ³	2,41
Humedad de la probeta en el momento de ensayo:		
Orientación del eje carga s/ planos de estratificación	°	
Resistencia compresión	MPa	5,6
Resistencia compresión	kp/cm ²	57,1
Resistencia compresión corregida	MPa	5,6

Croquis de la rotura de la probeta



Descripción de la probeta antes de ensayo:

Descripción de la rotura de la probeta:

Observaciones:

TRABAJO: EP-091025-034

MUESTRA: ES.21498

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso de mediana plasticidad. Color marrón claro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 3. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,50 a 2,10 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Humedad natural
Densidad aparente y seca
Corte directo

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 17/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21498**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso de mediana plasticidad. Color marrón claro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 3. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,50 a 2,10 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO		ML A-4 (5)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	35,4	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	27,6	
Índice de plasticidad		7,8	
Humedad natural (%)	UNE 103 300:1993	23,1	
Densidad suelo	UNE 103 301:1994	Húmeda (g/cm ³) 2,12	Seca (g/cm ³) 1,72
Corte directo tipo C.D.	UNE 103 401:1998	C (kPa): 9,04	φ°: 41
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE 150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063			
% que pasa		100,0 97,2 95,5	91,4 87,5 77,4 60,5

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21498** CLAVE: Hoja 3 de 4

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso de mediana plasticidad. Color marrón claro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

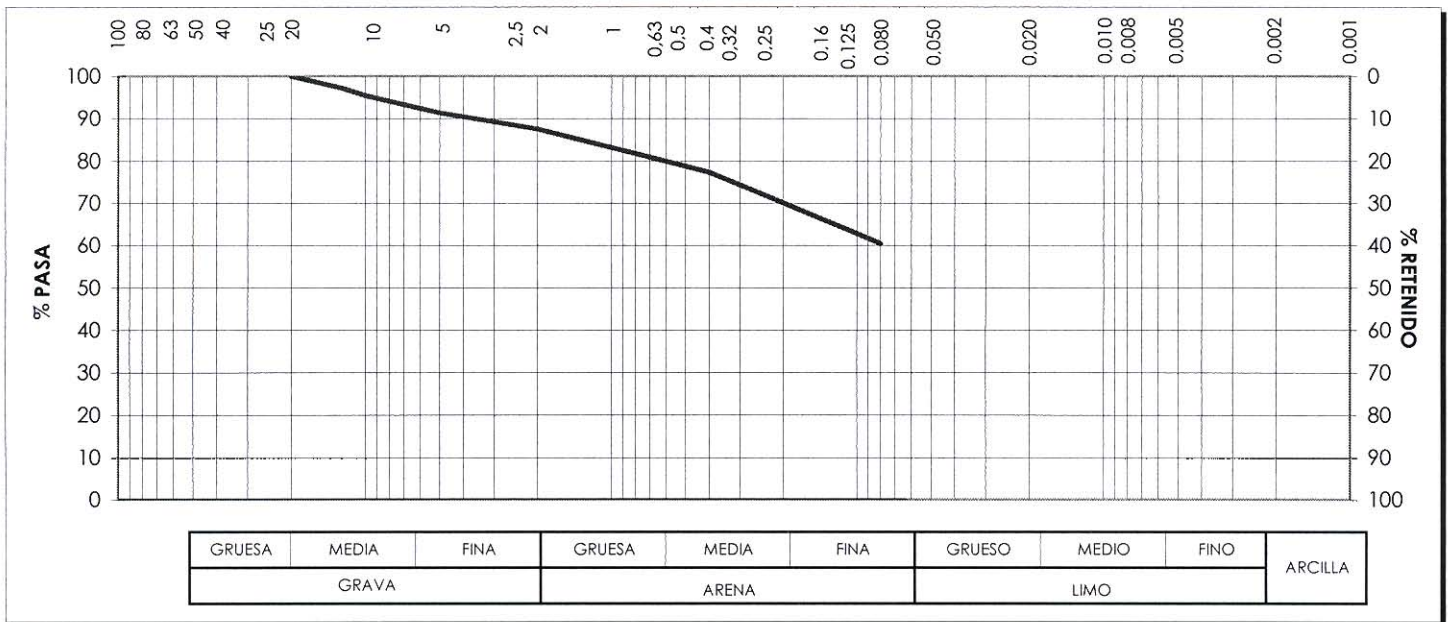
Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 3. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,50 a 2,10 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 13-11-2009

Fecha finalización ensayo: 16-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa										100,0	97,2	95,5			91,4			87,5			77,4					60,5

Observaciones:

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Limo arenoso de mediana plasticidad. Color marrón claro
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:
Procedencia: SONDEO 3. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,50 a 2,10 m.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA DE SUELO EN LA CAJA DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401:1998)

Fecha inicio ensayo: 10/11/2009 **Fecha finalización ensayo:** 16/11/2000

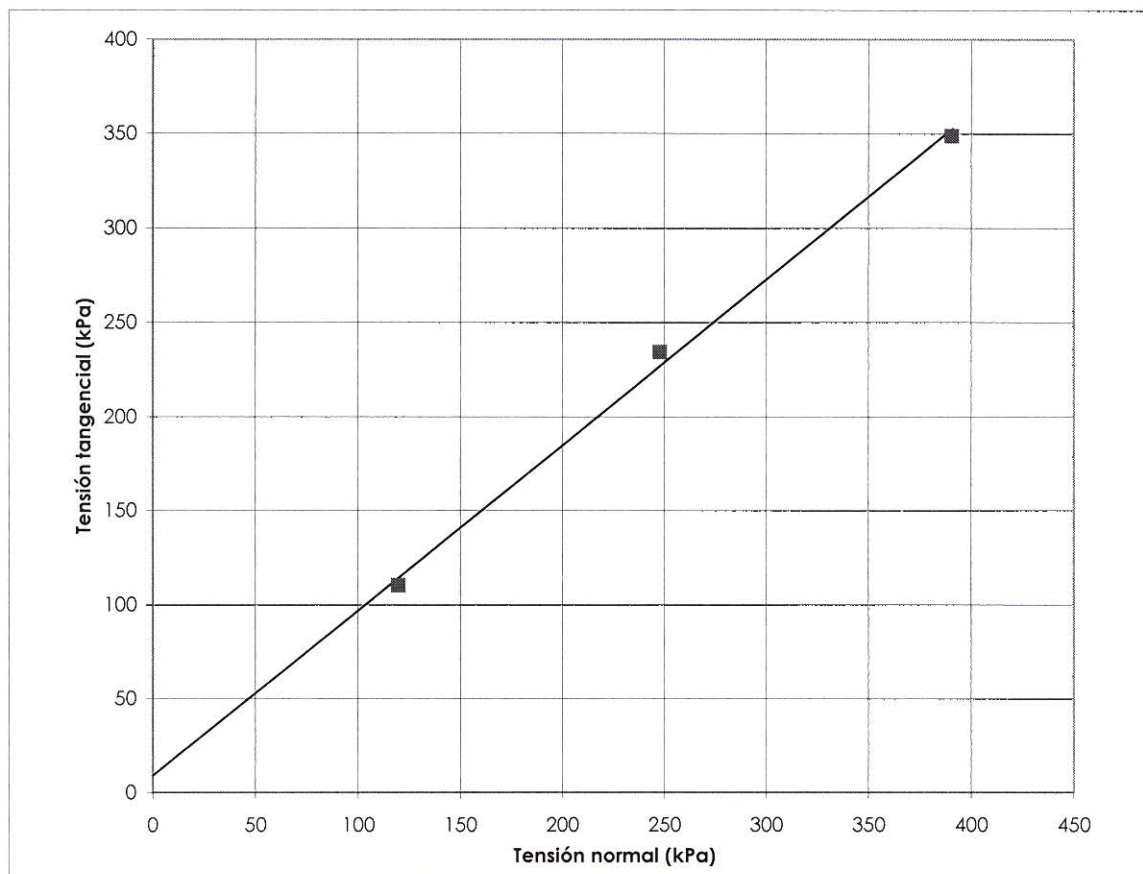
Tipo: **Resistencia:** **Velocidad (mm/min):** **Area de la probeta mm²:**

Tipo de muestra: Inalterada

Puntos	Tensión normal (kPa)	Tensión tangencial (kPa)	Humedad %		Densidad (g/cm ³)		P. e. partic. (g/cm ³)	Índice de huecos %		Grado de saturación %
			inicial	final	seca	aparente		inicial	final	
1	119,70	110,25	23,52	29,91	1,52	1,88				
2	247,80	234,15	18,94	26,32	1,58	1,88				
3	390,60	348,60	14,30	22,07	1,66	1,90				

C = **kPa**

Φ = **°**



Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21499**

CLAVE:

Hoja 1 de 2

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.

Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 09/11/2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 4. MR 1. PROFUNDIDAD: 4,30 a 4,50 m.

ROCAS: ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de rocas

Observaciones:



V.º B.º: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 17/11/2009



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21499**

CLAVE:

Hoja 2 de 2

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:

Muestra: Tomada por EPTISA

Fecha de toma: 09/11/2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 4. MR 1. PROFUNDIDAD: 4,30 a 4,50 m.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE PROBETAS DE ROCA
(NLT-250/91)

Fecha Inicio ensayo: 11/11/2009

Fecha finalización ensayo: 12/11/2009

Diámetro	mm	70,0
Altura:	mm	146,0
Relación altura/diámetro		2,1
Humedad	%	1,8
Densidad húmeda	g/cm ³	2,65
Densidad seca	g/cm ³	2,60
Humedad de la probeta en el momento de ensayo:		Con la que se recibe
Orientación del eje carga s/ planos de estratificación	°	
Resistencia compresión	MPa	9,1
Resistencia compresión	kp/cm ²	93,1
Resistencia compresión corregida	MPa	9,2

Croquis de la rotura de la probeta



Descripción de la probeta antes de ensayo:

Descripción de la rotura de la probeta:

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21500**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA
Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)
Material: Arena limosa , no plástica. Color negro
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009
Lugar de toma:
Procedencia: SONDEO 4. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,00 a 1,40 m.

SUELOS: ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico
Límites de Atterberg
Acidez Baumann-Gully
Contenido en sulfatos según proced. según EHE

Observaciones:

Áreas de acreditación:

Control de hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero. Número de registro 15012 EHA 08 B + C
Sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos. Número de registro 15012 GTC 05 B
Ensayos de laboratorio de Geotecnia. Número de registro 15012 GTL 05 B + C
Suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. Número de registro 15012 VSG 05 B + C
Control de perfiles de acero para estructuras. Número de registro 15012 EAP 05 B + C
Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero. Número de registro 15012 EAS 05 B + C



V.B.: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO

VILABOA, a 19/11/2009


Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE ÁREA

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **ES.21500** CLAVE: **Hoja 2 de 3**

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa , no plástica. Color negro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 4. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,00 a 1,40 m.

ENSAYOS DE SUELOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	INFORMACIÓN ADICIONAL
Clasificación Casagrande		SM	
Clasificación AASHTO		A-2-4 (0)	
Límites de Atterberg			
Límite líquido	UNE 103 103:1994	No	
Límite plástico	UNE 103 104:1993	No	
Índice de plasticidad		No plástico	
Sulfatos solubles (mg/kg)	proced. según EHE	15	Resultado referido muestra total
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Proced. según EHE	387,1	Resultado referido a la muestra total
Análisis granul. tamizado ⁽¹⁾	UNE 103 101:1995		
Tamices UNE	150 125 100 90 80 63 50 40 25 20 12,5 10 8 6,3 5 4 2,5 2 1,25 0,5 0,4 0,25 0,16 0,125 0,08 0,063		
% que pasa		100,0 99,1 96,8 65,1 24,5	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **EP-091025-034**

MUESTRA: **ES.21500**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material: Arena limosa , no plástica. Color negro

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 09-11-2009

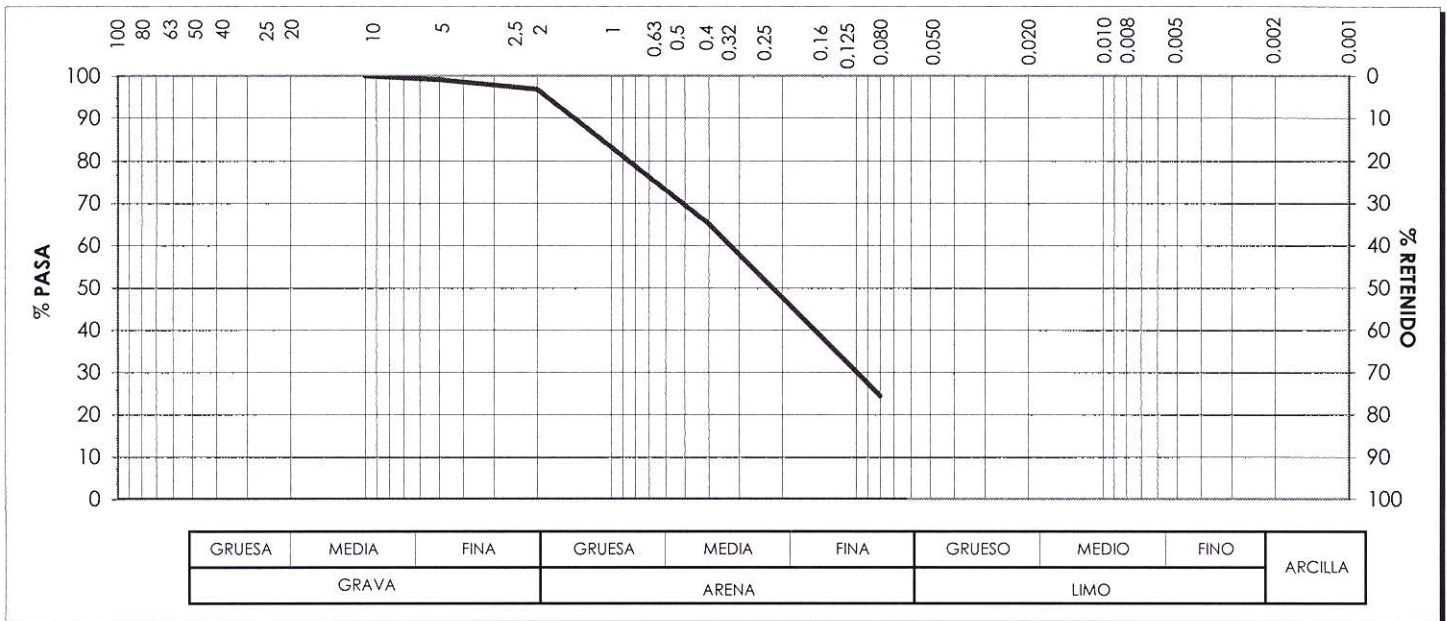
Lugar de toma:

Procedencia: SONDEO 4. MI 1. PROFUNDIDAD: 1,00 a 1,40 m.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha inicio ensayo: 11-11-2009

Fecha finalización ensayo: 13-11-2009



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa												100,0			99,1			96,8			65,1					24,5

Observaciones:

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **EQ.1481** CLAVE: Hoja 1 de 1

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:
Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 12-11-2009
Lugar de toma: SONDEO 2. PROFUNDIDAD: 0.86
Procedencia:
Zona de utilización:

AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	FECHAS DE ENSAYO	
			INICIO	FIN
Determinación de pH	UNE 83952: 2008	Valor de pH T.º muestra (°C) 7,2 22	16/11/2009	16/11/2009
Residuo seco a 110° C (mg/l)	UNE 83957: 2008	105	16/11/2009	16/11/2009
Contenido en sulfatos (mg/l)	UNE 83956: 2008	1	25/11/2009	25/11/2009
Contenido de magnesio(mg/l)	UNE 83955: 2008 Ensayo realizado por espectrofotometría de absorción atómica	1	23/11/2009	23/11/2009
Dióxido de carbono libre (CO ₂) (mg/l)	UNE-EN 13577: 2007	CO _{2muestras} : 18 15 CO _{2media} : 17	24/11/2009	24/11/2009
Contenido de amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	Anejo 5 EHE. Apartado 3.6	1	25/11/2009	25/11/2009
AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		Débil		

Observaciones:

VILABOA, a 26 de noviembre de 2009



V.º B.º: Francisco Martínez Lozano
DIRECTOR DE LABORATORIO



Fdo.: Ana María Plaza García
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-091025-034** MUESTRA: **EQ.1482** CLAVE: Hoja 1 de 1

Peticionario: XESTUR CORUÑA, S.A.
Dirección: RONDA DE NELLE, Nº 12-1º, 15005 A CORUÑA

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PROYECTO CONSTRUCCIÓN PARQUE EMPRESARIAL CERCEDA (A CORUÑA)

Material:

Muestra: Tomada por EPTISA **Fecha de toma:** 12-11-2009

Lugar de toma: SONDEO 4. PROFUNDIDAD: 0,70

Procedencia:

Zona de utilización:

AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	FECHAS DE ENSAYO	
			INICIO	FIN
Determinación de pH	UNE 83952: 2008	Valor de pH T.º muestra (°C) 7,7 22	16/11/2009	16/11/2009
Residuo seco a 110° C (mg/l)	UNE 83957: 2008	176	16/11/2009	17/11/2009
Contenido en sulfatos (mg/l)	UNE 83956: 2008	24	25/11/2009	25/11/2009
Contenido de magnesio(mg/l)	UNE 83955: 2008 Ensayo realizado por espectrofotometría de absorción atómica	3	23/11/2009	23/11/2009
Dióxido de carbono libre (CO ₂) (mg/l)	UNE-EN 13577: 2007	CO _{2muestras} : 18 18 CO _{2media} : 18	24/11/2009	24/11/2009
Contenido de amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	Anejo 5 EHE. Apartado 3.6	1	25/11/2009	25/11/2009
AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		Débil		

Observaciones:

VILABOA, a 26 de noviembre de 2009



V.º B.º: Francisco Martínez Lozano
 DIRECTOR DE LABORATORIO



Fdo.: Ana María Plaza García
 JEFE DE AREA

Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin el expreso consentimiento de EPTISA

Las fechas de inicio y finalización, así como otros datos relativos a los ensayos incluidos en esta página se encuentran a disposición del cliente en el laboratorio. Estos resultados hacen referencia únicamente a la muestra ensayada, de la cual EPTISA se hace responsable tan solo en el caso de que haya sido tomada por sus técnicos.

Tabla resumen de ensayos de laboratorio

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL DE CERCEDA (A CORUÑA)



TABLA RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

REFERENCIAS										ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO NATURAL															
Nº DE MUESTRA	SONDEO CATA	TIPO DE MUESTRA	PROF. (m)	UNIDAD GEOTÉCNICA	PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. INDICE	HINCHAMIENTO (%)	CORTE DIRECTO			MATERIA ORGÁNICA (%)	COMPRESIÓN Mpa	SALES SOLUBLES (%)	SULFATOS SOLUBLES (mg/kg)	ACIDEZ (ml/kg)	LÍM. ATTERBERG			ESTADO NATURAL			PASE TAMIZ 0,08	CLASIFICACIONES	
					DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)			COHESIÓN Kg/cm2	ANGULO grados	COLAPSO (%)						L L (%)	L P (%)	I P (%)	ω (%)	γ _d (gr/cm³)	γ _n (gr/cm³)		CASAG.	H.R.B.
ES-21475	C-2	MA	0,5-0,75	4.3.1													NO	NO	NP				82,1	SM	A-4(8)
ES-21476	C-2	MA	1,50-1,70	4.3.2													42,7	34,4	8,3				6,0	GP,GM	A-2-5(0)
ES-21477	C-10	MA	0,70-0,80	4.3.2													36,1	20,4	15,7				77,1	CL	A-6(10)
ES-21478	C-3	MA	1,40-1,60	4.4.1				0,1			0,07	0,22		0,04			NO	NO	NP	24,5			28,1	SM	A-2-4(0)
ES-21479	C-12	MA	1,00-1,30	4.4.1										22,00	163,80		NO	NO	NP	12,1			23,1	SM	A-1-b(0)
ES-21480	C-13	MA	1,20-1,40	4.4.1	1,77	12,2	27	0			0,19	0,13		0,05			NO	NO	NP	18,0			10,2	GW-GM	A-1-a(0)
ES-21481	C-16	MA	1,00-1,10	4.4.1										11,00	240,60		NO	NO	NP	18,8			50,0	ML	A-4(3)
ES-21482	C-9	MA	0,90-1,10	4.4.1	1,76	15,1	57					0,09		0,04			NO	NO	NP	19,5			4,9	GW	A-1-a(0)
ES-21483	C-5	MA	0,80-1,00	4.4.1	1,86	11	44					0,27		0,08			NO	NO	NP	14,6			11,1	GP,GM	A-1-a(0)
ES-21495	S-1	MI	1,10-1,65	4.4.1													NO	NO	NP	13,5	1,92	2,18	15,0	SM	A-1-b(0)
ES-21497	S-2	MR	2,40-2,90	4.4.2									5,60							2,1	2,41	2,46			
ES-21498	S-3	MI	1,50-2,10	4.4.1						0,09	41						35,4	27,6	7,8	23,1	1,72	2,12	60,5	ML	A-4(5)
ES-21499	S-4	MR	4,30-4,50	4.4.2									9,20							1,8	2,60	2,65			
ES-21500	S-4	MI	1,00-1,40	4.3.1										15,00	387,10		NO	NO	NP				24,5	SM	A-2-4(0)

ANEJO VII. Cuadros geotécnicos

ESCALA DE METEORIZACION DE LA ROCA

GRADO DE METEORIZACIÓN	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	SANA	Roca no meteorizada. Conserva el color lustroso en toda la masa.
II	SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE OXIDOS	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre juntas mantiene el color lustroso de la roca.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Claramente meteorizada a través de la petrofábrica, reconociéndose el cambio de color respecto de la roca sana. El cambio de color puede ser desde simples manchas a variación de color de toda la masa, generalmente a colores típicos de óxidos de hierro. La resistencia de la roca puede variar desde muy análoga al de la roca de grado II a bastante más baja, pero tal que trozos de 25 cm ² de sección no pueden romperse a mano.
IV	MUY METEORIZADA	Roca intensamente meteorizada que puede desmenuzarse a mano y romperse.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Material con aspecto de suelo completamente descompuesto por meteorización "in situ", pero en el cual se puede reconocer la estructura de la roca original.

CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE LA ROCA SEGÚN ISMR

CLASE	DESCRIPCIÓN	RECONOCIMIENTO	RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE (MPa)
R ₀	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0,25 – 1,0
R ₁	Roca muy blanda	Se desmenuza con el martillo y se talla fácilmente con navaja	1,0 – 5,0
R ₂	Roca blanda	Al golpear con martillo se producen lascas. Talla difícilmente con navaja	5,0 - 25
R ₃	Roca moderadamente dura	Puede fracturarse con un golpe fuerte de martillo. No puede tallarse con navaja	25 - 50
R ₄	Roca dura	Se requiere más de un golpe de martillo para fracturarla	50 - 100
R ₅	Roca muy dura	Se requieren muchos golpes de martillo para fracturarla	100 - 250
R ₆	Roca extremadamente dura	Al golpearla con martillo de geólogo solo saltan esquirlas	> 250

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PARQUE EMPRESARIAL EN CERCEDA (A CORUÑA).

N/REFERENCIA: EG-3107

ANEJO VIII. Reportaje fotográfico

Fotografías de las calicatas



Calicata C-1 y material extraído



Calicata C-2 y material extraído



Calicata C-3 y material extraído



Calicata C-4 y material extraído



Calicata C-5 y material extraído



Calicata C-6 y material extraído



Calicata C-7 y material extraído



Calicata C-8 y material extraído



Calicata C-9 y material extraído



Calicata C-10 y material extraído



Calicata C-11 y material extraído



Calicata C-12 y material extraído



Calicata C-13 y material extraído



Calicata C-14 y material extraído



Calicata C-15 y material extraído



Calicata C-16 y material extraído



Calicata C-17 y material extraído



Calicata C-18 y material extraído



Calicata C-19 y material extraído



Calicata C-20 y material extraído



Fotografías de los sondeos

SONDEO S-1 Caja 1



SONDEO S-1 Caja 2



SONDEO S-1 Caja 3



SONDEO S-2 Caja 1



SONDEO S-2 Caja 2



SONDEO S-2 Caja 3



SONDEO S-3 Caja 1



SONDEO S-3 Caja 2



SONDEO S-3 Caja 3



SONDEO S-4 Caja 1



SONDEO S-4 Caja 2



SONDEO S-4 Caja 3

