



euskal trenbide sarea

Actualización del Proyecto Constructivo
de la estación de Usurbil

Anejo 03: Geología y Geotecnia

Junio 2021





Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 03: Geología y Geotecnia	
Proyecto	RL6737. Actualización del Proyecto Constructivo de la estación de Usurbil	
Código	RL6737-TYP-AN-GT-F03-00003-GeologGeotec-V01.docx	
Autores:	Firma:	PJL
	Fecha:	30/06/2021
Verificado	Firma:	LME
	Fecha:	30/06/2021

Índice:

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETO Y ALCANCE	1
1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA.....	3
2. GEOLOGÍA	4
2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO	4
2.2. ESTRATIGRAFÍA	5
2.2.1. Supraurgoniano.....	5
2.2.2. Cretácico superior	6
2.2.3. Cuaternario.....	6
2.3. TECTÓNICA	6
3. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	8
3.1. SONDEOS.....	8
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	9
4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES	10
4.1. UNIDAD C: SUSTRATO ROCOSO, LUTITAS - LIMOLITAS.....	11
4.2. UNIDAD Q _E : ELUVIAL.....	12
4.3. UNIDAD Q _A : DEPÓSITOS ALUVIALES.....	12
4.4. UNIDAD QR: RELLENOS ANTRÓPICOS	15
4.5. ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL MEDIO	15
5. EMPLEO DE LOS MATERIALES	16
6. EXCAVABILIDAD	16
7. ASIENTOS Y TIEMPOS DE CONSOLIDACIÓN	17
7.1. CONSOLIDACIÓN SIN PRECARGA	17
8. GEOTECNIA DE LAS ESTRUCTURAS	21
8.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	21
8.1.1. Estación.....	22
8.1.2. Pasarelas peatonales.....	24
8.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	30
8.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS	30
8.3.1. Resistencia del empotramiento en roca.....	30
8.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES	31
PLANOS	
PLANO 1. PLANTA SITUACIÓN SONDEOS	
PLANO 2. PERFILES GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS	
APÉNDICES	

APÉNDICE 1. REGISTROS DE LOS SONDEOS

APÉNDICE 2: ENSAYOS DE LABORATORIO

Índice de figuras:

Figura 1. Situación Estación de Usurbil.....	1
Figura 2. Emplazamiento sobre ortofoto de la futura estación de Usurbil.	2
Figura 3. Mapa Geológico del País Vasco EVE (Ente Vasco de Energía) nº 64-I Zarautz.	4
Figura 4. Leyenda geológica de la zona de estudio.....	5
Figura 5. Mapa de peligrosidad sísmica incluido en la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE – 2002.....	7
Figura 6. Ubicación de los sondeos.	8
Figura 7. Leyenda y perfil geológico-geotécnico.....	10
Figura 8. Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Vol. I – Fernando Muzás Labad.....	20
Figura 9. Planta estado futuro Estación Usurbil.	21

Índice de tablas:

Tabla 1. Muestras y ensayos en los sondeos.	9
Tabla 2. Nº de ensayos de laboratorio realizados.....	9
Tabla 3. Cuadro resumen con los parámetros geotécnicos de los distintos niveles litológicos utilizados en los cálculos.	30

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO Y ALCANCE

En este documento, se presenta un estudio geológico-geotécnico que desarrolla a nivel de proyecto constructivo el conjunto de recomendaciones geotécnicas necesarias para la correcta redacción de la ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN DE USURBIL.

En el presente Anejo se describen y analizan las condiciones geotécnicas que presenta el terreno en la zona de estudio. Para obtener un conocimiento suficiente de estas condiciones, se ha contado con la campaña de investigación realizada por SAITEC en el año 2009, compuesta por 3 sondeos mecánicos y ensayos geotécnicos de laboratorio.

En la siguiente figura se muestra el ámbito de actuación y la situación de la estación de Usurbil.



Figura 1. Situación Estación de Usurbil.

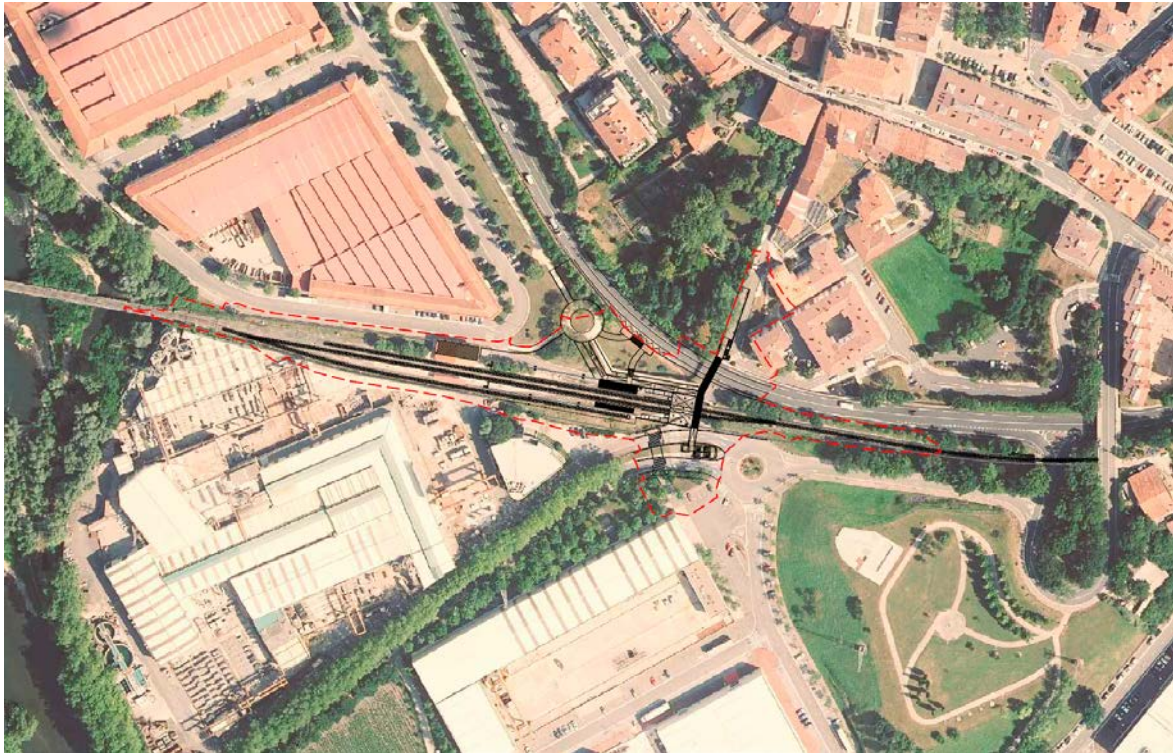


Figura 2. Emplazamiento sobre ortofoto de la futura estación de Usurbil.

El objetivo de los trabajos, consiste en determinar las características geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo, así como analizar la excavabilidad, la carga admisible y la tipología de cimentación más adecuadas.

En este documento, se incide particularmente en la composición y disposición de los materiales que ha permitido identificar los diferentes tipos suelos y rocas así como la estructura geológica en la zona de estudio. En el estudio se han definido todas las zonas que pueden o no dar lugar a algún tipo de problema geológico – geotécnico. Se ha prestado atención al agua superficial y subterránea así como a las propiedades de los suelos con una clara incidencia en las excavaciones.

Se ha realizado un estudio geológico-geotécnico de la zona de estudio en la que se refleja la siguiente información: delimitación de las diferentes unidades litológicas afectadas, formaciones de suelos (vertidos y rellenos antrópicos, coluviales y aluviales, con estimación de su espesor), estimación de zonas de riesgo geológico-geotécnico (terrenos compresibles, paleodeslizamientos, etc.), toma de datos geomecánicos del macizo rocoso en afloramientos (estructura del substrato), posición estimada del nivel freático, análisis del estado actual de la parcela y todos aquellos aspectos de interés desde el punto de vista geológico-geotécnico que se han detectado.

Para la redacción de este Anejo Geológico – Geotécnico, se han marcado y definido una serie de objetivos técnicos a cumplir, siguiendo una metodología perfectamente definida.

- Descripción del marco geológico general de la zona, atendiendo a cuestiones estratigráficas, estructurales, hidrogeológicas y sismológicas.
- Descripción de las características geológico-geotécnicas del terreno en la zona investigada, describiendo la naturaleza de las diferentes capas que lo componen, su distribución, espesores, presencia de agua, etc.
- Descripción y estudio de las campañas geotécnicas de investigación de estudios previos.
- Definición de las recomendaciones de cara al movimiento de tierras proyectado, estabilidad de las excavaciones, métodos de ejecución de los rellenos, materiales a utilizar, etc.
- Condiciones de excavación y porcentaje de empleo de medios mecánicos, ripado o voladuras, para la realización de las excavaciones.

- Clasificación de los materiales de las formaciones afectadas y posibilidades de utilización en rellenos, de los materiales excavados.
- Descripción de las características hidrogeológicas de la parcela y su entorno de cara a definir las recomendaciones necesarias frente a la presencia de niveles de agua y protección frente a la humedad del edificio proyectado.
- Definición del grado de ataque al hormigón por parte de los materiales que componen el terreno que estará en contacto con la estructura proyectada
- Diseño de los taludes admisibles de las excavaciones temporales, con indicación de zonas problemáticas donde pueden requerirse medidas de contención.
- Definición de las condiciones de cimentación de las estructuras, con indicación de tipologías a adoptar, tensiones admisibles y módulos de reacción.

1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA

Para realizar el presente anejo se ha revisado y analizado toda la información geológica-geotécnica existente.

La información geológico-geotécnica inicial proporcionada por Euskal Trenbide Sarea (ETS) ha sido la siguiente:

- Anejo nº 2 Geología y Geotecnia del Proyecto de Modernización de Estaciones de Euskal Trenbide Sarea (ETS). Estación de Usurbil. SAITEC, enero 2010.

Como fuentes complementarias, se ha consultado además la información geológico-geotécnica contenida en los siguientes documentos:

- Mapa Geológico del País Vasco, a escala y 1:100.000, del EVE.
- Mapa hidrogeológico del País Vasco, a escala 1:100.000, del EVE.
- Mapa geológico del País Vasco, a escala 1: 25.000 (Edición digital en CD-ROM).
- Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000 del EVE, Hoja 64-I (Zarautz).
- Cartografía geológica a escala 1:50.000 de la serie MAGNA del Instituto Geológico y Minero de España (mapa nº 64 San Sebastián).

Además, se ha utilizado otro tipo de información geotécnica, que se indica a continuación:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE – 08), R.D. 1247/2008, de 18 de Julio.
- Norma de construcción sismorresistente (NCSP – 07), R.D. 997/2002 de 27 de Septiembre de 2002.
- CTE – SE – C. Seguridad Estructural Cimentaciones, Marzo 2006.
- “Curso aplicado de cimentaciones” (R. Ortiz, Jesús Serra y Carlos Oteo).
- “Ingeniería geológica” (Luis I. González de Vallejo, 2002).
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera, editada por el Ministerio de Fomento con fecha de 2005.
- Guía de cimentaciones en obras de carreteras, editada por el Ministerio de Fomento con fecha de 2002.
- “Hoek-Brown failure criterion” (E. Hoek, 2002).
- “Empirical estimation of rock mass modulus” (E. Hoek, M.S. Diederichs, 2006).
- ROM 0.5-05. Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias. Ministerio de Fomento.

2. GEOLOGÍA

2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO

La zona se encuentra en la terminación occidental de los Pirineos, dentro de la cuenca Vasco-Cantábrica, y más concretamente, en la zona oriental del Arco Vasco.

Los materiales que afloran en esta zona, a excepción del cuaternario, son de edad Cretácica, afectados por una o varias fases de plegamiento de edad Terciaria (post-Eoceno), es decir, por la Orogenia Alpina.

El denominado “Complejo Supraurgoniano”, está constituido en esta zona por dos grandes formaciones: Fm. Oyarzun y Fm. Deba ó Flysch Negro, relacionadas mediante cambio lateral de facies. La Fm. Oyarzun ocupa la “orla del paleomacizo de Cinco Villas”; mientras que el Flysch Negro ocupa posiciones más distales con respecto a este paleomacizo.

El conjunto es fuertemente diacrónico, existiendo, además, importantes hiatos. Esto hace que en el sector de Oyarzun el Supraurgoniano llegue a reposar discordantemente sobre materiales del Lías superior.

Como se ha indicado, estos materiales presentan un fuerte diacronismo. Si bien parece claro que el Flysch Negro tiene una edad Albiense superior-Cenomaniense inferior, la Fm. Oyarzun, no se sabe con certeza, habida cuenta la escasez de fauna, pero no parece descabellado pensar que durante el Aptiense estos materiales ya rodeasen al paleomacizo.

El Flysch del Cretácico superior, se puede diferenciar a grandes rasgos en dos tramos: uno inferior al que se denomina “Flysch calcáreo” (denominación que es inexacta, ya que no se trata de materiales flyschoides), y otro superior de carácter turbidítico, que responde al denominado “Flysch detrítico-calcáreo”.

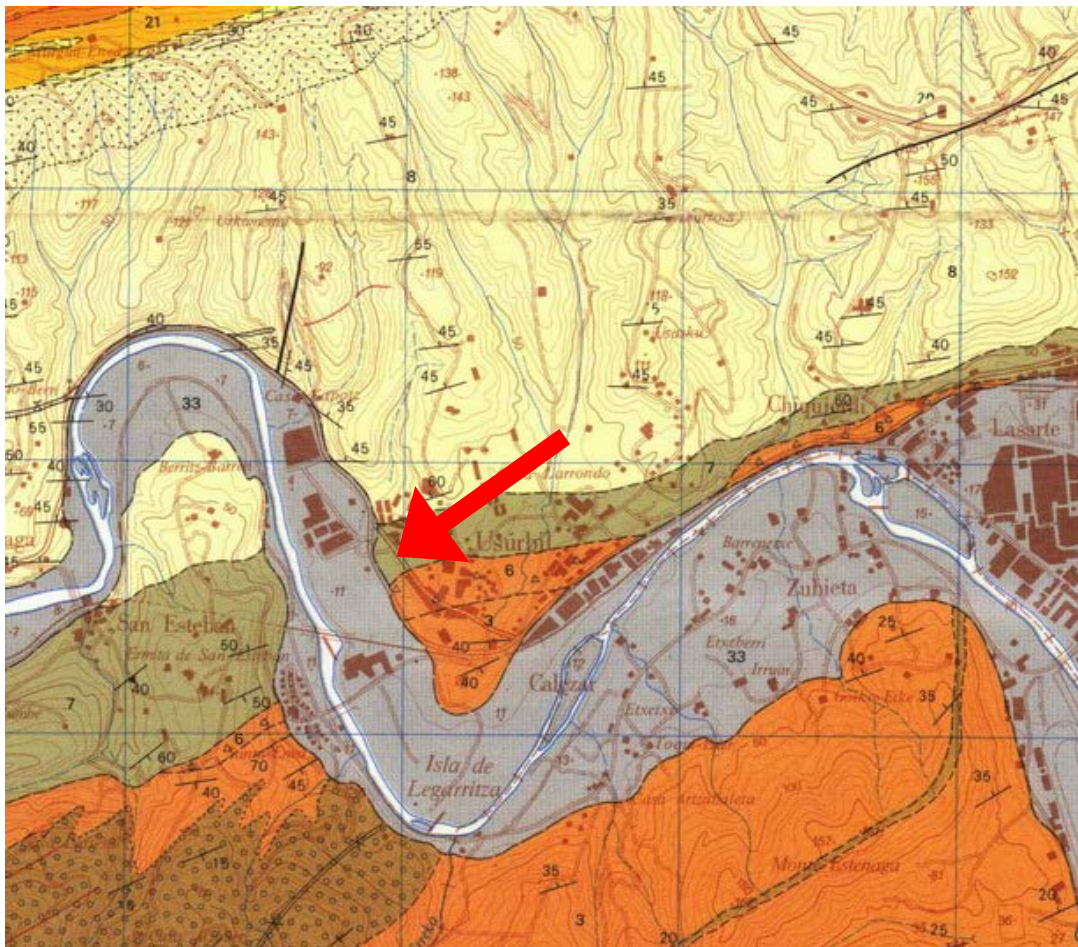


Figura 3. Mapa Geológico del País Vasco EVE (Ente Vasco de Energía) nº 64-I Zarautz.

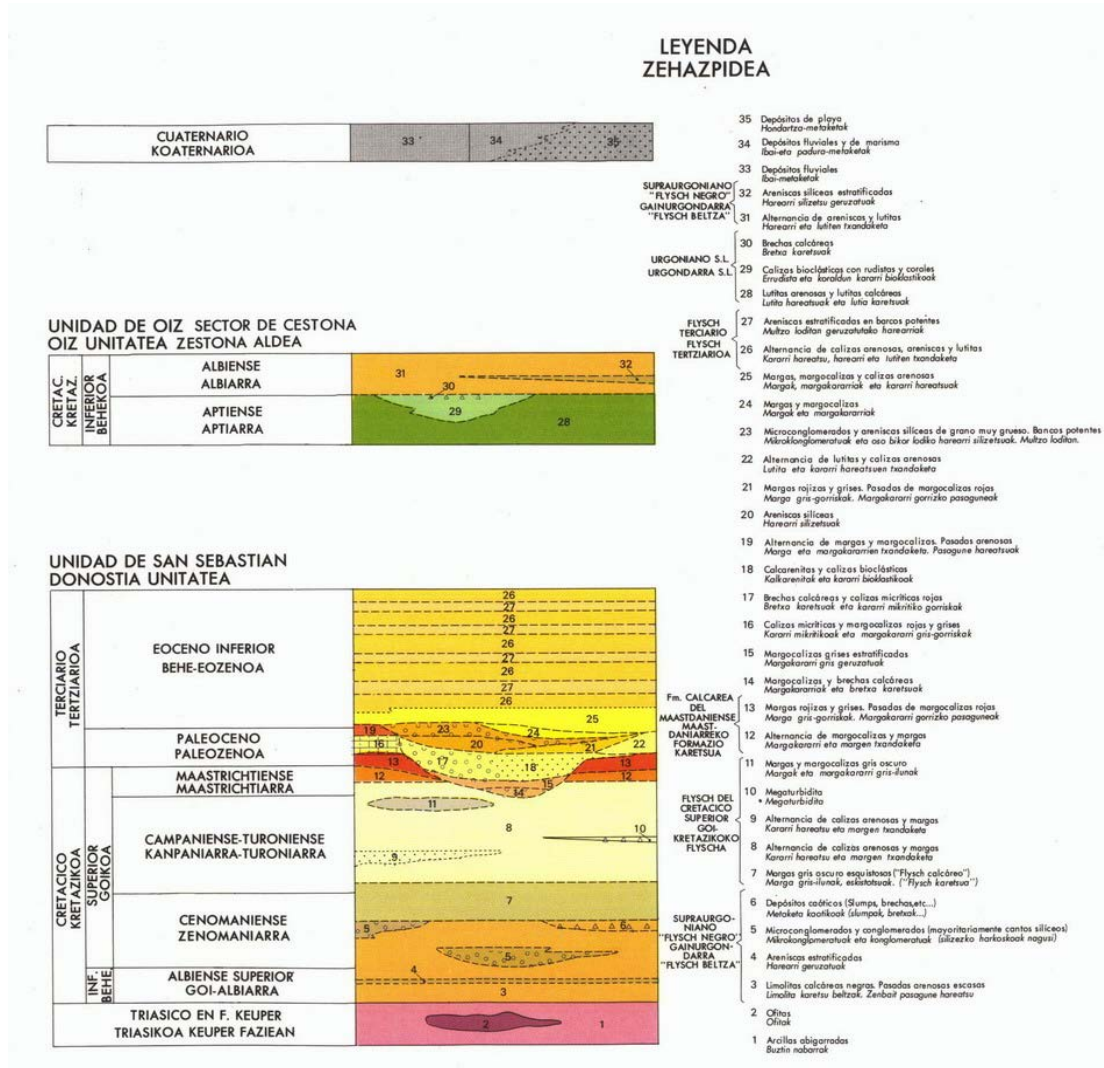


Figura 4. Leyenda geológica de la zona de estudio.

2.2. ESTRATIGRAFÍA

Todos los materiales que afloran en esta zona se han incluido en la Unidad de San Sebastián. Las únicas excepciones son los depósitos fluviales del río Oria.

La descripción de los materiales se basa en la realizada por el Ente Vasco de Energía y las observaciones realizadas in situ.

2.2.1. Supraurgoniano

- Limolitas calcáreas negras, pasadas arenosas escasas. (Flysch Negro)

Está constituida por limolitas (en ocasiones ligeramente calcáreas) negras de aspecto generalmente masivo o con estratificación difusa. El color de alteración varía de gris a beige, apreciándose abundantes micras. Los niveles de areniscas (grauvacas) son minoritarios. No son infrecuentes los niveles de nódulos de siderita rojos y bastante duros, paralelos a la estratificación. En varios puntos se observa (en los tramos más masivos) la típica disyunción en bolas o en capas de cebolla.

- Depósitos cáoticos. (Flysch Negro)

Son fundamentalmente brechas (grandes bloques de microconglomerados), producto de deslizamientos gravitatorios, flujos de derrubios, etc. Aunque el aspecto general es caótico y desorganizado, se conserva a grandes rasgos una disposición subparalela a la estratificación.

- Areniscas de grano fino. (Formación Oyarzun)

La litología dominante está constituida por areniscas de grano generalmente fino, estratificadas en bancos poco potentes (en algunas zonas no se aprecia esta estratificación claramente). En esta zona dominan claramente las areniscas silíceas (ortocuarcitas-arenitas cuarzosas) de grano fino (200 μ – 600 μ). En la matriz de las areniscas dominan las micas y en superficie suelen dominar los tonos amarillentos. También se observan costras de óxido, incluso de 2 cm de espesor, de gran dureza.

2.2.2. Cretácico superior

- Margas gris oscuro, esquistosas (Flysch calcáreo)

Constituye una franja continua de margas y margocalizas gris oscuro o a negras, masivas, esquistosas que intercalan bancos de calizas arcillosas más o menos potentes, que son los que marcan la estratificación. En superficie dominan los tonos gris claro y blancos, lo que hace que sea un buen nivel guía en el terreno. Es frecuente la presencia de pirita diseminada. Petrográficamente se clasifican como biomicritas y biomicritas arcillosas. La potencia media es de unos 250 m.

- Alternancia de calizas arenosas, margas y areniscas. (Flysch detrítico-calcáreo)

Esta formación también es conocida como “Flysch detrítico-calcáreo”. Se trata de una alternancia de calizas arenosas, margas y areniscas estratificadas en bancos centimétricos a decimétricos.

Las areniscas y calizas arenosas son por lo general, de grano fino a muy fino.

2.2.3. Cuaternario

- Depósitos fluviales

Se trata de depósitos correspondientes al río Oria, compuestos generalmente por arenas y conglomerados.

- Rellenos antrópicos

Los depósitos de rellenos antrópicos son acumulaciones de materiales muy heterogéneos en cuanto a origen y tamaño.

En esta zona son rellenos realizados para la construcción de un polígono industrial.

2.3. TECTÓNICA

Las directrices y la disposición actual de los materiales en esta zona son el resultado de una o varias fases de plegamiento de edad terciaria (post-Eoceno). Las directrices son bastante constantes: N60°E a N70°E, correspondientes a la rama oriental del Arco Vasco.

Las estructuras deducidas revelan la existencia de una tectónica tangencial importante y de, al menos, dos fases de deformación. La casi totalidad de los materiales de esta zona tiene un carácter flyschoides, y responden ante los esfuerzos de una manera muy similar.

La primera fase de deformación origina grandes pliegues vergentes al Norte, de superficie axial subhorizontal. Asociados a esta fase de plegamiento se originan fallas inversas y cabalgamientos, también vergentes al Norte. El resultado de esta fase compresiva es el empilamiento de unidades alóctonas (Unidad de Oiz), que no se encuentran en la zona estudiada, pero sí sobre estas mismas formaciones en otros puntos, sobre la Unidad de San Sebastián.

El empilamiento y traslado de esta unidad hacia el Norte provoca arrastres y pliegues importantes en la unidad infrayacente.

La interpretación de la estructura general de la Unidad de San Sebastián nos lleva a pensar que es también alóctona y que está superpuesta a otra unidad no aflorante.

El desarrollo de esquistosidad en este cuadrante es muy escaso y afecta fundamentalmente a los términos margocalizos del Cenomaniense, en las proximidades de charnelas de los pliegues de primera fase.

Con posterioridad a esta fase de deformación principal se produce otra, que pliega todas las estructuras preexistentes. Esta fase de deformación origina pliegues (de fase 2), de la misma dirección que los de la primera, aunque bastante laxos. A pesar de ser de amplio radio complican la morfología de la superficie axial de los pliegues de primera fase, de modo que esta presenta actualmente un buzamiento generalizado hacia el Norte.

3.4. Riesgos Sísmicos

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP – 2007) establece para todo el estado español tres zonas distintas, en cuanto a la peligrosidad sísmica o intensidad de los posibles sismos que en cada una de ellas puedan ocurrir. La Zona primera o de sismicidad baja limita la zona del territorio español en el que no son previsibles terremotos de intensidad superior o igual a grado VI, según la escala macrosísmica internacional (M.S.K.).

A continuación se presenta el mapa de peligrosidad sísmica, en el que se representan, para cada punto del territorio nacional, el valor de la aceleración sísmica básica (a_b), en relación al valor de la gravedad (ab/g), considerando un periodo de retorno de 500 años.

Se puede observar como la zona del estudio se encuentra en la zona de peligrosidad baja ($0.04 < ab/g < 0.08$ y $K=1,00$). El valor de la aceleración sísmica básica es de 0.04 g en Usurbil.

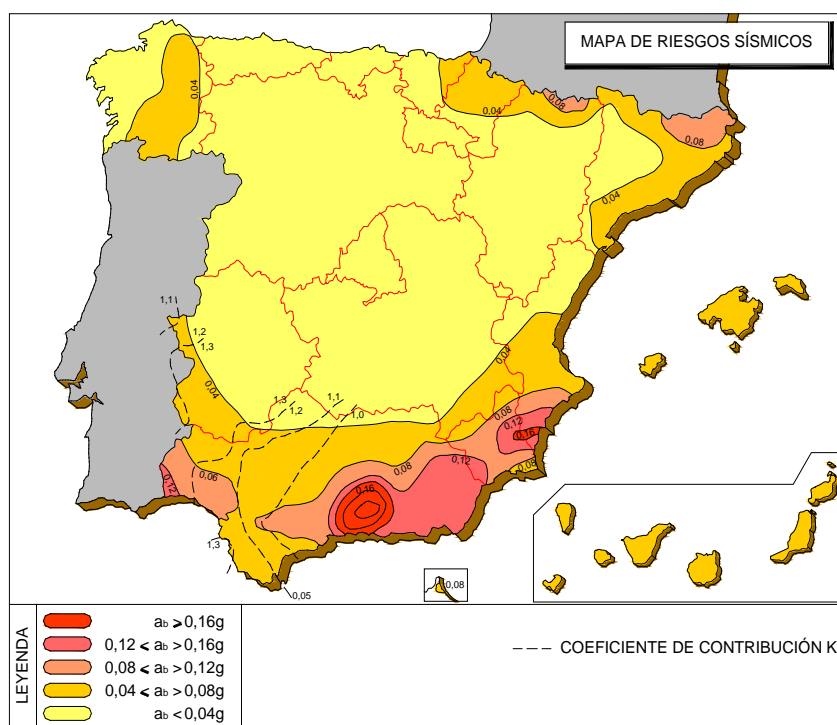


Figura 5. Mapa de peligrosidad sísmica incluido en la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE – 2002.

La norma indica que no es obligatoria su aplicación en obras en esta zona como es el caso que nos ocupa.

Estos valores se han obtenido de la Norma de Construcción Sismorresistente: NCSP-07 de 2 de Junio de 2007 (BOE num. 132).

3. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

3.1. SONDEOS

Para la realización del estudio geológico y geotécnico se realizaron de 3 sondeos con un total de 43.2 metros perforados.

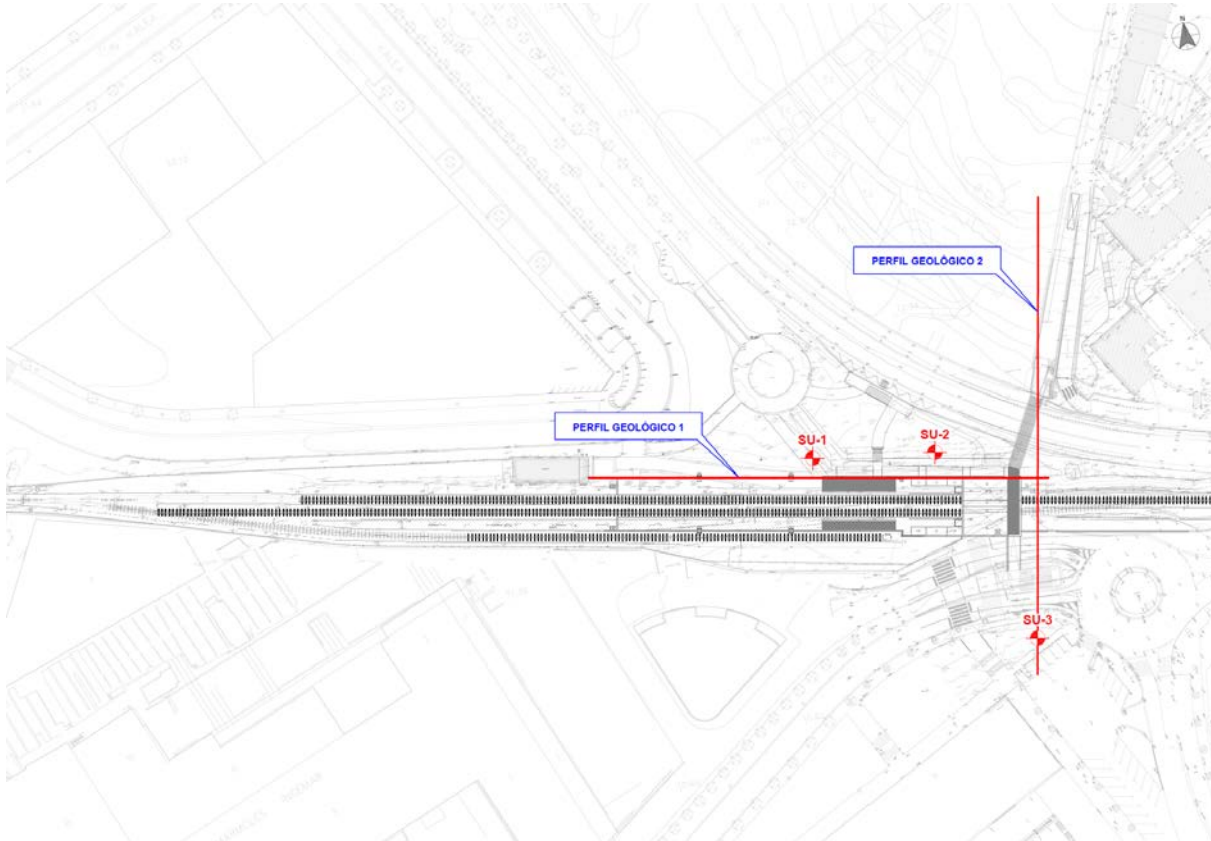


Figura 6. Ubicación de los sondeos.

En el interior de los sondeos se realizaron nueve (9) ensayos de penetración estándar (SPT) en los tramos de suelos para evaluar la consistencia y compacidad de los distintos materiales.

En el Apéndice-1 se incluyen las columnas de testificación de los sondeos, así como las fotografías de las cajas de testigo. En los planos se indica la situación de los mismos.

En la siguiente tabla se indican todos los ensayos realizados en los sondeos, así como las muestras tomadas:

SONDEO	MUESTRA / ENSAYO	COTA	GOLPEO N ₃₀
SU-1	SPT-1	2.40 – 3.00	10
	MI-1	5.15 – 5.75	-
	SPT-2	5.75 – 6.35	3
	MI-2	7.60 – 8.20	-
	SPT-3	8.20 – 8.80	5
	SPT-4	10.00 – 10.43	R

SONDEO	MUESTRA / ENSAYO	COTA	GOLPEO N ₃₀
	TP-1	12.50 – 12.80	-
SU-2	SPT-1	2.50 – 2.74	R
	MI-1	5.10 – 5.70	-
	SPT-2	5.70 – 6.30	3
	MI-2	8.10 – 8.70	-
	SPT-3	8.70 – 8.95	R
	TP-1	12.60 – 12.90	-
SU-3	SPT-1	2.50 – 3.10	7
	MI-1	5.00 – 5.60	-
	SPT-2	5.60 – 6.20	2
	MI-2	7.30 – 7.80	-
	TP-1	10.40 – 10.65	-
	MA-1	12.50 – 12.60	-

Tabla 1. Muestras y ensayos en los sondeos.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se muestra una relación de los ensayos de laboratorio efectuados dentro de la campaña de reconocimiento:

ENSAYOS	Nº DE ENSAYOS
Granulometría	7
Límites de Atterberg	7
Densidad	7
Humedad	7
Contenido en materia orgánica	3
Contenido en Sulfatos	3
Resistencia a Compresión Simple	8
Edómetro	1
Analítica completa del agua	1

Tabla 2. Nº de ensayos de laboratorio realizados.

4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Las características geotécnicas de los materiales se han deducido principalmente a partir de los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio.

Los materiales afectados por el Proyecto Constructivo de la Estación de Usurbil se han agrupado en cuatro unidades geotécnicas en función de sus características y comportamiento geológico – geotécnico similares. Las distintas Unidades Geotécnicas son las siguientes:

- C: Lutitas – Limolitas del Cretácico.
- Q_E: Eluvial
- Q_A: Depósitos Aluviales
- Q_R: Rellenos Antrópicos

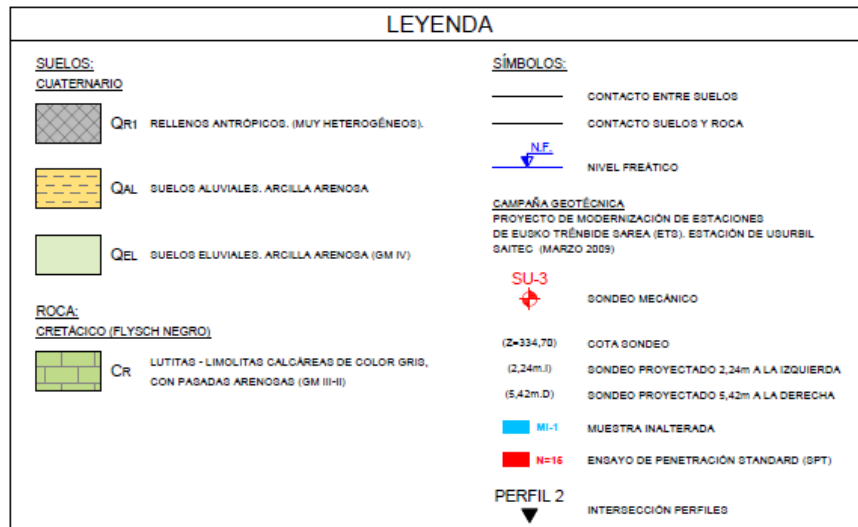
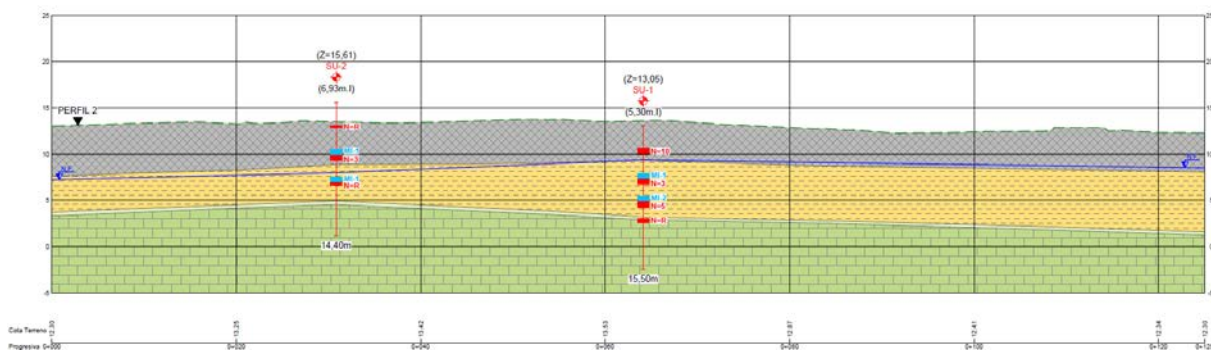


Figura 7. Leyenda y perfil geológico-geotécnico.

4.1. UNIDAD C: SUSTRATO ROCOSO, LUTITAS - LIMOLITAS

Se trata de lutitas – limolitas con pasadas arenosas y pertenecen al Complejo Supraurgoniano de edad cretácica. Estos materiales también son conocidos como Flysch Negro por su coloración gris oscura – negruzca. Estos materiales son calcáreos.

La estratificación es entre horizontal y subhorizontal y las fracturas se encuentran limpias.

En los primeros metros la roca presenta un grado de alteración de entre II y III y posteriormente un grado de alteración de entre I y II.

Esta unidad se ha detectado a una profundidad de entre 8 y 10 metros aproximadamente.

En estos materiales se tomaron tres testigos parafinados, uno por cada sondeo, a las profundidades que se indican en la siguiente tabla:

SONDEO	MUESTRA	COTA (M)
SU-1	TP-1	12.50 – 12.80
SU-2	TP-1	12.60 – 12.90
SU-3	TP-1	10.40 – 10.65
SU-3	MA	12.50 – 12.80

Se realizaron tres ensayos para determinar la humedad en las muestras, obteniendo unos valores máximos y mínimos de 1.13 y 0.7%, con un valor medio de 0.84%.

La densidad aparente media es de 2.78 t/m³ con valores entre 2.82 y 2.74 t/m³ y la densidad seca media es de 2.76 t/m³ con valores entre 2.80 y 2.71 t/m³.

También se realizaron tres ensayos de resistencia a compresión simple en los que se obtuvo un valor máximo de 319.0 kp/cm² y otros dos valores más próximos entre sí de 60.5 y 44.2 kp/cm² respectivamente, por lo que para considerar el valor medio y para estar del lado de la seguridad se han tenido en cuenta únicamente estos dos valores, dando un valor medio de resistencia a compresión simple para la unidad de 52 kp/cm² clasificándose como una roca dura.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad son los que se exponen en la siguiente tabla:

Densidad (t/m ³)	Cohesión c' (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento ϕ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
2.7	5	40	300

En la siguiente tabla se adjuntan los resultados de los ensayos de laboratorio:

SONDEO	PROF. (m)		TIPO MUESTR.	UNIDAD	ESTADO			RCS
	DE	A			w (%)	γ_{ap} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	
SU-1	12,50	12,80	TP	C	0,70	2,82	2,80	319,00
SU-2	12,60	12,90	TP	C	0,70	2,79	2,77	60,50
SU-3	12,50	12,80	MA	C	1,13	2,74	2,71	44,20
N.º ENSAYOS					3	3	3	3
MAXIMO					1,13	2,82	2,80	319,00
MINIMO					0,70	2,74	2,71	44,20
PROMEDIO					0,84	2,78	2,76	141,23

4.2. UNIDAD Q_E: ELUVIAL

Se trata de materiales arcillosos procedentes de la alteración del sustrato rocoso de la Unidad Geotécnica C, con un grado de meteorización V-VI en los que se aprecian indicios de estructura interna.

Esta unidad se ha detectado en los tres sondeos realizados, con un espesor de entre 0.30 y 0.80 metros aproximadamente.

En estos materiales se realizó un ensayo de penetración estándar (SPT) en el sondeo SU-2 a una cota de entre 8.70 y 8.95 metros, obteniéndose un golpeo de rechazo.

Por la escasez de material de esta unidad no se realizó ningún ensayo de laboratorio en esta unidad.

Se considera que este material es de consistencia firme a muy firme.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad son los que se exponen en la siguiente tabla:

Densidad (t/m ³)	Cohesión c' (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento ϕ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
2.0	2	30	30

4.3. UNIDAD Q_A: DEPÓSITOS ALUVIALES

Estos depósitos de edad cuaternaria se han detectado en todos los reconocimientos efectuados por debajo de los rellenos antrópicos, con un espesor de entre 3 y 6 metros aproximadamente.

En esta unidad se realizaron un total de cuatro ensayos de penetración estándar (SPT) y se tomaron cinco muestras inalteradas. En la siguiente tabla se indica la profundidad de los distintos ensayos y muestras, así como los golpes obtenidos:

Sondeo	Ensayo / Muestra	Cota	Golpeos	N ₃₀
SU-1	MI-1	5.15 – 5.75	4/7/7/9	-
	SPT-2	5.75 – 6.35	2/1/2/2	3
	MI-2	7.60 – 8.20	3/3/4/4	-
	SPT-3	8.20 – 8.80	3/3/2/3	5
SU-2	MI-1	5.10 – 5.70	3/3/4/5	-
	SPT-2	5.70 – 6.30	1/1/2/3	3
	MI-2	8.10 – 8.70	7/4/3/13	-
SU-3	MI-1	5.00 – 5.60	1/1/1/1	-
	SPT-2	5.60 – 6.20	1/1/1/1	2

Los golpes obtenidos en estos ensayos con golpes comprendidos entre 2 y 5 indican una consistencia entre blanda y media, que concuerda con los resultados obtenidos en los ensayos de

resistencia a compresión simple realizados en el laboratorio, valores que varían entre 0.38 y 1.62 kp/cm², con un valor intermedio de 1.14 kp/cm². estos datos indican una capacidad portante baja.

Se trata de materiales de granulometría fina clasificados según el sistema de clasificación USCS como arcilla arenosa (CL) con algún tramo más arenoso, clasificado como arena arcillosa SC, siendo de forma general arcilla arenosa de media plasticidad.

Los valores para el límite líquido (LL) oscilan entre 36.70 y 24.90%, para el límite plástico (LP) entre 22.50 y 14.50%. los valores medios son:

- LL promedio: 32.71%
- LP promedio: 19.14%
- IP promedio: 13.57%

Estos valores indican que los materiales de esta unidad tienen una plasticidad media.

La humedad de las muestras analizadas presenta un valor medio de 22.87%, con valores que varían entre 35.83 y 7.90%, este último valor mínimo corresponde a la muestra más arenosa (SC).

La densidad aparente varía entre 2.34 y 1.96 t/m³, con un valor medio de 2.06 t/m³ y la densidad seca varía entre 2.17 y 1.48 t/m³ con un valor medio de 1.69 t/m³.

Los contenidos en sulfatos varían entre 0.001 y 0.006% lo que indica una agresividad nula.

El contenido en materia orgánica es inferior al 0.5% en todos los ensayos realizados, que se considera un contenido muy bajo.

En cuanto al método de excavación, se trata de materiales fácilmente excavables con medios mecánicos convencionales.

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad son los que se exponen en la siguiente tabla:

Densidad (t/m ³)	Cohesión c' (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento ϕ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
2.0	0.1	23	10

En la siguiente tabla se adjuntan los resultados de los ensayos de laboratorio:

TABLA DE RESULTADOS DE LABORATORIO. UNIDAD QA: DEPOSITOS ALUVIALES																											
SONDEO	PROF. (m)		TIPO MUESTR.	UNIDAD	GRANULOMETRÍA (% pasa tamiz)								PLASTICIDAD			USCS	ESTADO			RCS				QUÍMICOS			
	DE	A			63	40	20	10	5	2	0,4	0,08	LL	LP	IP		w (%)	γ_{sp} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	c_u (kpc/m ²)	e_0	c_c	c_s	c_v (cm ² /s)	SO ₄ ²⁻ (%)	M.O. (%)	
SU-1	5,15	5,75	MI	Q _R	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	93,00	36,70	20,20	16,50	CL	21,10	2,00	1,65	1,62					0,001	0,17	
SU-1	7,60	8,20	MI	Q _R	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,60	79,80	36,40	22,50	13,90	CL	35,83	2,01	1,43	1,05	1,260	0,383	0,045	1,5 ⁻⁶³			
SU-1	10,00	10,43	SPT	Q _R	100,00	100,00	100,00	99,50	97,00	91,70	81,10	59,10	24,90	14,50	10,40	CL											
SU-2	5,10	5,70	MI	Q _R	100,00	100,00	90,30	89,50	88,70	84,90	80,20	65,00	32,00	19,40	12,60	CL	24,90	1,99	1,59	1,36					0,006	0,23	
SU-2	8,10	8,70	MI	Q _R	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,30	94,90	75,10	33,50	18,70	14,80	CL											
SU-3	5,00	5,60	MI	Q _R	100,00	100,00	100,00	100,00	98,50	94,00	89,10	75,80	34,10	19,40	14,70	CL	24,60	1,96	1,57	0,38					0,003	0,43	
SU-3	7,30	7,80	MI	Q _R	100,00	93,70	93,70	91,40	85,70	66,40	51,70	38,60	31,40	19,30	12,10	SC	7,90	2,34	2,17	1,28							
N.º ENSAYOS					7								7				5			1				3		3	
MÁXIMO					100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	93,00	36,70	22,50	16,50		35,83	2,34	2,17	1,62	1,26	0,38	0,05	1,5 ⁻⁶³	0,006	0,43	
MÍNIMO					100,00	93,70	90,30	89,50	85,70	66,40	51,70	38,60	24,90	14,50	10,40		7,90	1,96	1,43	0,38	1,26	0,38	0,05	1,5 ⁻⁶³	0,001	0,17	
PROMEDIO					100,00	99,10	97,71	97,26	95,70	90,76	85,19	69,49	32,71	19,14	13,57	CL	22,87	2,06	1,69	1,14	1,26	0,38	0,05	1,5 ⁻⁶³	0,003	0,28	

4.4. UNIDAD QR: RELLENOS ANTRÓPICOS

Se trata de depósitos muy heterogéneos y heterométricos englobados en una matriz arcilloso – arenosa con fragmentos tanto de gravas y bolos de tamaños desde centimétrico hasta métrico y escorias.

En estos materiales se realizaron un total de tres ensayos de penetración estándar (SPT) que se adjuntan en la siguiente tabla:

Sondeo	Ensayo	Cota	Golpeos	N ₃₀
SU-1	SPT-1	2.40 – 3.00	1/6/4/2	10
SU-2	SPT-2	2.50 – 2.74	8/50R	R
SU-3	SPT-3	2.50 – 3.10	10/5/2/4	7

Los parámetros geotécnicos considerados para esta unidad son los que se exponen en la siguiente tabla:

Densidad (t/m ³)	Cohesión c' (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento ϕ (°)	Módulo de Deformación (MPa)
1.9	0.05	28	20

4.5. ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL MEDIO

A continuación se analiza el tipo de exposición ambiental al que estarán sometidos los materiales que componen la estructura proyectada

Para ello se han hecho algunos ensayos químicos, tanto del propio terreno como del agua que hay en él.

Los resultados del ensayo de agresividad del agua en la siguiente tabla.

ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA							
SONDEO	PROF. (m)	pH	MAGNESIO Mg ⁺² (mg/l)	SULFATO SO ₄ ⁻² (mg/l)	RESIDUO SECO (mg/l)	AMONIO NH ₄ ⁺ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)
SU-3	4.30	7.4	130	50	488	0	14

Según los resultados, el agua del terreno ensayada tiene un grado de agresividad nula.

Los resultados de la agresividad del terreno se muestran en la siguiente tabla.

Reconocimiento	Muestra	Cota (m)	Sulfatos (%)
SU-1	MI	5.15 – 5.75	0.001
SU-2	MI	5.10 – 5.70	0.006
SU-3	MI	5.00 – 5.60	0.003

Todos los ensayos de agresividad realizados en el terreno indican que este posee una agresividad nula frente al hormigón.

5. EMPLEO DE LOS MATERIALES

Debido al exceso de humedad de los suelos, a su elevado contenido en finos y a su elevado % de materia orgánica, se ha previsto que los suelos cuaternarios (rellenos, aluviales y eluviales), sean transportados a depósito de sobrantes y no se aprovechen para la ejecución de obras de tierra.

En el siguiente cuadro se resumen los aprovechamientos de cada material de acuerdo a su litología y su caracterización geotécnica realizada incluida en el presente Anejo.

UNIDADES LITOLÓGICAS	EMPLEO PREVISTO
Rellenos antrópicos	Depósito de sobrantes
Depósitos Aluviales	Depósito de sobrantes
Eluvial	Depósito de sobrantes
Lutitas - Limolitas	Todo uno, cimiento de terraplén, núcleo de terraplén, y espaldones

6. EXCAVABILIDAD

Los materiales excavados pueden clasificarse en tres categorías, en función de su facilidad de extracción:

- Materiales excavables, que se pueden extraer con medios mecánicos convencionales, del tipo retroexcavadora o pala cargadora.
- Materiales ripables, que requieren de una operación previa de ripado para su extracción mediante medios mecánicos convencionales.
- Materiales volables, que requieren del uso sistemático de voladuras para su excavación.

Las condiciones de excavabilidad de los materiales afectados se han determinado a partir de los datos obtenidos en los sondeos y ensayos de laboratorio efectuados.

Como se ha comentado anteriormente se identifican, por un lado, la formación rocosa Cretácica (lutitas-limolitas), y por otro, los depósitos Cuaternarios (suelos aluviales, suelos eluviales y rellenos antrópicos).

Todos los materiales pertenecientes al recubrimiento cuaternario, son excavables con medios mecánicos convencionales. Únicamente se precisará martillo rompedor para demoler los diferentes restos de estructuras antiguas de hormigón armado (losas, muros, etc.), si los hubiese.

Los materiales Cretácico (lutitas-limolitas), cuando se encuentran alterados o meteorizados (GM IV), generalmente, serán excavables. En la transición hacia los niveles más sanos, será necesario un ripado previo para la excavación de estos materiales. En los niveles más sanos, con grado de meteorización en torno a G-III o inferior, para la excavación puede ser necesario emplear martillo rompedor.

Sin embargo no se prevé excavar esta formación rocosa, ya que los materiales a excavar serán básicamente los rellenos heterogéneos, puesto que las lutitas-limolitas sanas se encuentran entre los 7,80 y 10,70 m de profundidad.

7. ASIENTOS Y TIEMPOS DE CONSOLIDACIÓN

7.1. CONSOLIDACIÓN SIN PRECARGA

En este punto se van a calcular los asientos que pueden producirse en los materiales.

Para la ejecución de la nueva estación se ha previsto la realización en una parte del andén de una estructura en cajón, cimentado en los rellenos antrópicos detectados en los reconocimientos efectuados. Esta estructura supone una sobrecarga en el terreno de 0.566 kp/cm^2 .

De techo a muro el perfil del terreno es el siguiente:

- De 0.00 a 4.60 m: Unidad QR (Rellenos Antrópicos).
- De 4.60 a 8.55 m: Unidad QA (Depósitos Aluviales).
- De 8.55 a 8.95 m: Unidad QE (Eluvial).
- De 8.95 m en adelante: Unidad C (Sustrato Rocosos).

El tema de la relación asientos-tiempo fue resuelto por Terzaghi-Fröhlich (1936). La solución matemática propuesta parte de las siguientes hipótesis:

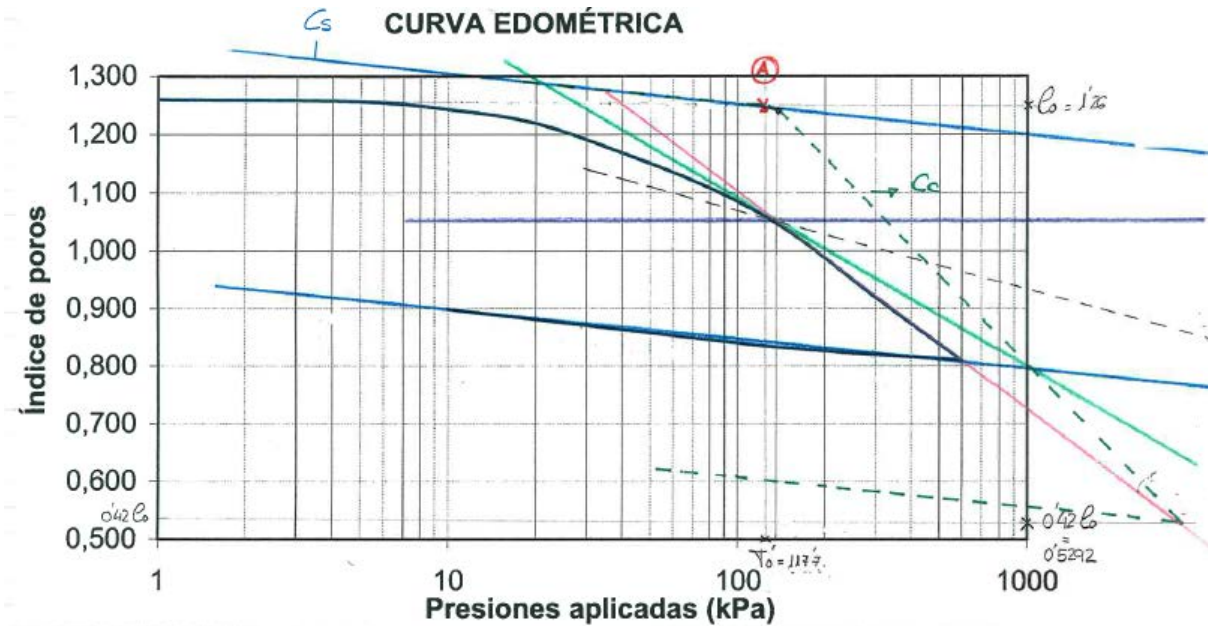
- Trata únicamente la consolidación primaria, es decir, estudia el fenómeno de elasticidad diferida en que el retraso en la reacción se debe exclusivamente a la permeabilidad.
- La consolidación es unidimensional.
- Se supone que el agua y los granos son incompresibles.
- Se admite que la ley de Darcy es aplicable y que el coeficiente de permeabilidad K permanece constante durante la consolidación.

Para el cálculo de asientos, únicamente se va a considerar la capa arcillosa constituida por los depósitos aluviales (Unidad QA), en la que es posible que se produzcan asientos edométricos. En la capa de rellenos antrópicos los asientos serán prácticamente instantáneos por lo que no representará un problema en la construcción del terraplén puesto que la consolidación será rápida.

Se realizó un ensayo edométrico en una muestra inalterada del sondeo SU-1, tomada a una profundidad entre 7.60 y 8.20 metros, en los depósitos aluviales.

Con los datos obtenidos en el ensayo edométrico se puede obtener la Presión de Sobreconsolidación (p_0) que indica la máxima tensión efectiva a la que ha estado ese material, con lo cual tras el cálculo de la sobrecarga a la que se va a someter el terreno se puede saber si se trata de un terreno normalmente consolidado o sobreconsolidado, necesario para el cálculo de asientos.

El valor de p_0 se obtiene del siguiente gráfico, que ha aportado un valor de $p_0 = 1.3 \text{ kp/cm}^2$.



Si admitimos todas las hipótesis de la teoría Terzaghi-Fröhlich, los asentamientos producidos se calculan según las siguientes expresiones:

Para Suelos Normalmente Consolidados:
$$S = \frac{H}{1 + e_0} Cc \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_0}$$

Para Suelos Sobreconsolidados:
$$S = \frac{H}{1 + e_0} Cs \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_0}$$

Siendo H el espesor del estrato, e_0 el índice de poros inicial, σ'_f y σ'_0 tensiones efectivas del terreno antes y después de colocar la sobrecarga, ambas referidas al punto medio del estrato, Cc es el Índice de compresión (pendiente de la rama de Compresión Noval) y Cs es el Índice de entumecimiento (pendiente de la rama de descarga – recarga).

Como se ha citado anteriormente, la capa arcillosa de los depósitos aluviales tiene un espesor de 4 metros y se considera que únicamente drenará hacia arriba.

Con estos datos se calcula la Tensión Efectiva Inicial:

$$\sigma'_0 = \gamma (h - h_{NF}) + (\gamma - \gamma_w) h_{NF} = 0.946 \text{ kp/cm}^2$$

Para este cálculo un espesor de rellenos sobre el nivel freático de 3.8 metros ya que el 0.5 metro restante se sustituye por la cimentación del andén que tiene el citado canto.

Para el cálculo de la Tensión Efectiva Final se suman los valores de la Tensión Efectiva Inicial calculada y la carga de la estructura del andén, que ya se ha citado al inicio del punto (0.566 kp/cm²):

$$\sigma'_f = \sigma'_0 + \sigma'_{andén} = 0.946 + 0.566 = 1.512 \text{ kp/cm}^2$$

Dado que el valor de σ'_0 es inferior a la Presión de Sobreconsolidación p_0 , se considera que se trata de un terreno ligeramente sobreconsolidado.

Para el cálculo de los asientos debe utilizarse la siguiente expresión:

$$S_T = \frac{H}{1 + e_0} \left[C_s \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} + C_c \cdot \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_p} \right]$$

Siendo $C_s = 0.045$ y $C_c = 0.5$, valor obtenido a partir del ensayo edométrico.

$$S_T = 6.76 \text{ cm}$$

Este valor es el asiento total (S_T), el asiento remanente (S_R) ha de ser menor o igual a 5 cm, con lo cual se puede conocer el asiento que tiene debería conseguirse antes de finalizar la ejecución de la obra:

$$S = S_T - S_R = 6.76 - 5.0 = 1.76 \text{ cm}$$

El siguiente paso es calcular el tiempo en el que se va a producir el citado asiento.

Partiendo de la ecuación diferencial de la consolidación, el tiempo en el que se produce el asiento se expresa por:

$$t = \frac{T_v \times H^2}{C_v}$$

Donde:

T_v : Factor Tiempo, este valor puede obtenerse a partir del Grado de Consolidación "U".

El grado de consolidación U se obtiene de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{S_T - S_R}{S_T} = 26 \% = 0.2603$$

Con este valor de U, acudiendo a la siguiente tabla se puede obtener el factor de tiempo T_v .

FACTOR TIEMPO T	GRADO DE CONSOLIDACIÓN U	FACTOR TIEMPO T	GRADO DE CONSOLIDACIÓN U	FACTOR TIEMPO T	GRADO DE CONSOLIDACIÓN U
0,000	0,0000	0,083	0,3233	0,350	0,6582
0,004	0,0795	0,100	0,3562	0,400	0,6973
0,008	0,1038	0,125	0,3989	0,500	0,7640
0,012	0,1248	0,150	0,4370	0,600	0,8156
0,020	0,1598	0,167	0,4610	0,700	0,8559
0,028	0,1889	0,175	0,4718	0,800	0,8874
0,036	0,2141	0,197	0,5000	0,900	0,9119
0,048	0,2464	0,200	0,5041	1,000	0,9213
0,060	0,2764	0,250	0,5622	2,000	0,9942
0,072	0,3028	0,300	0,6132	∞	1,0000

Figura 8. Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Vol. I – Fernando Muzás Labad

Interpolando los datos se obtiene un valor para el factor de tiempo T_v igual a 0.0535.

C_v es el Coeficiente de Consolidación que puede obtenerse a partir de las curvas de consolidación de los distintos escalones de carga del ensayo edométrico. En este caso el valor de C_v es $1.5 \cdot 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$.

Con todos estos datos, regresando a la fórmula para calcular el tiempo en el que se produce el asiento, se obtiene un valor aproximado de 2 meses. Dado que se trata de un asiento relativamente pequeño no se considera problemático y no se prevé ningún tratamiento especial.

8. GEOTECNIA DE LAS ESTRUCTURAS

8.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

En el proyecto se definen el edificio y los andenes de la estación, así como las pasarelas peatonales que sirven tanto de acceso a la propia estación como mejora de la movilidad en los itinerarios peatonales de Usurbil.

En el proyecto se contemplan diferentes rampas, caminos y pasarelas para realizar los desplazamientos peatonales desde el núcleo urbano de Usurbil, hasta el polígono industrial INGEMAR al otro lado de las vías, ubicándose a mitad de este recorrido, la nueva estación de tren.

Se contempla demoler la pasarela actual para realizar una nueva pasarela peatonal, denominada Pasarela 3, adaptada a los nuevos accesos planteados para la estación y futura urbanización, actualizando sus acabados y mejorando su accesibilidad en lo que a Normativa se refiere realizar. De la misma forma se prolonga esta pasarela hasta el otro lado de las vías, denominada Pasarela 1, para dar acceso a los polígonos industriales del otro lado de las vías equipándola de escaleras, accesos y ascensores accesibles para todo tipo de usuarios.

El ámbito de actuación en el área Sur de la estación (Polígono Ind. INGEMAR) se limita a la ejecución del ascensor y núcleo de escaleras, así como la reurbanización de la zona de la isleta separadora y los tramos de aceras peatonales afectados en ambos márgenes de la calzada con sus respectivos pasos peatonales; ya que se ha ejecutado la urbanización en la zona de la glorieta, en una actuación anterior.

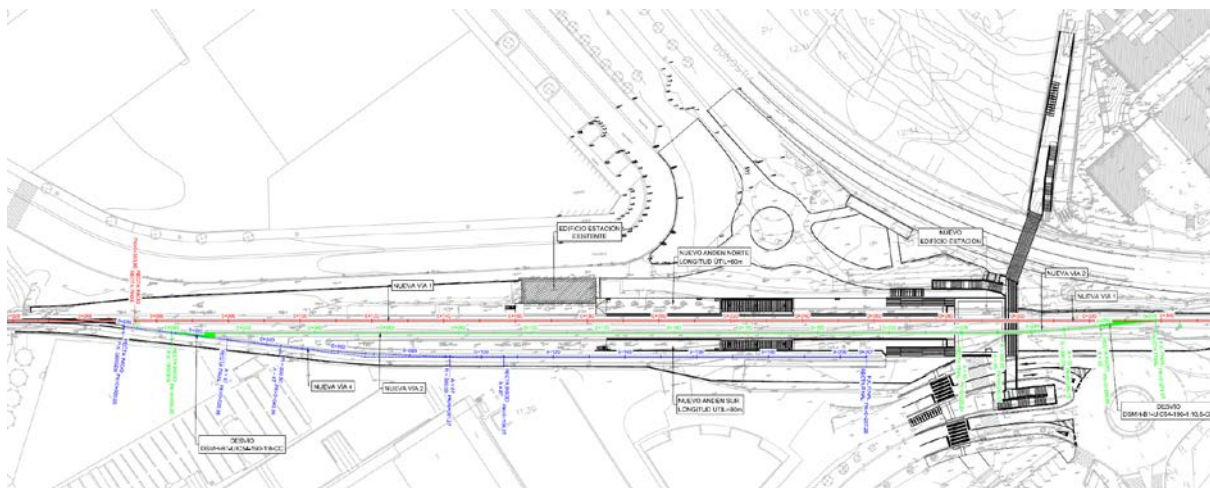
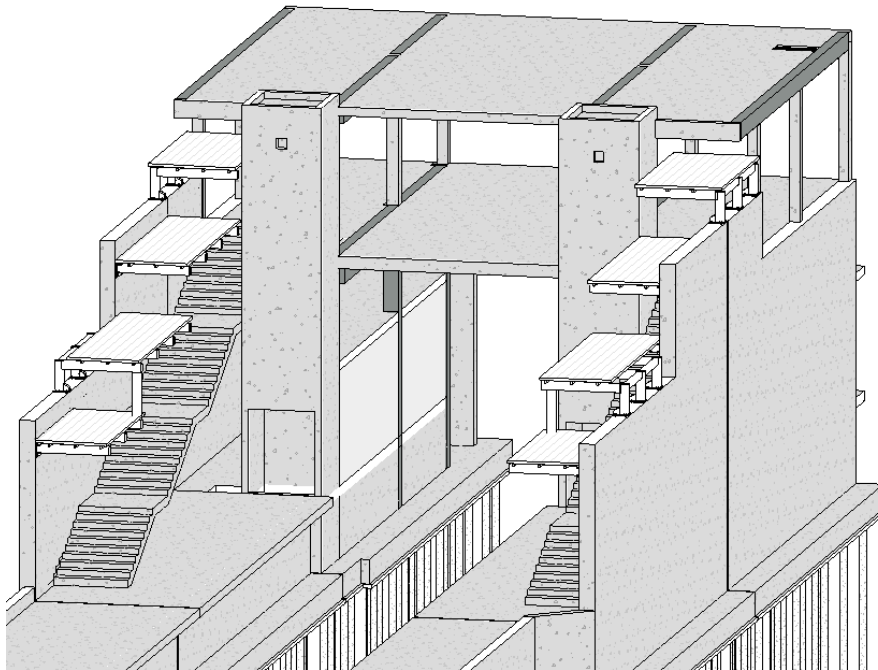


Figura 9. Planta estado futuro Estación Usurbil.

8.1.1. Estación

8.1.1.1. Edificio

El edificio de la estación se proyecta como paso superior sobre la vía, con una ocupación en planta 17,50m x 16,50m y dos plantas, una de ellas a la altura de los andenes (13,07) y otra que forma el vestíbulo a la cota 19,65. Por último, a la cota 23,87 se encuentra la cubierta. Todas las cotas referidas al acabado de arquitectura.



La planta baja del edificio, dividida en dos mitades por la vía, es una continuación de la misma sección de los andenes, compartiendo cimentación. Desde esta cimentación parten muros perimetrales de hormigón armado de 45cm de espesor que sirven como muros de carga para las plantas del edificio y como propio cerramiento del ámbito de vías de la estación con el espacio público.

Además de los muros, de la cimentación parten cuatro pilares cuadrados de 45cm de lado que sustentan la zona central de las plantas.

El forjado de planta del vestíbulo se ejecuta mediante placas alveolares de 25cm con una capa de compresión de 5cm sobre estas. Estas placas se apoyan en el muro perimetral y en vigas en forma de T invertida en los vanos centrales.

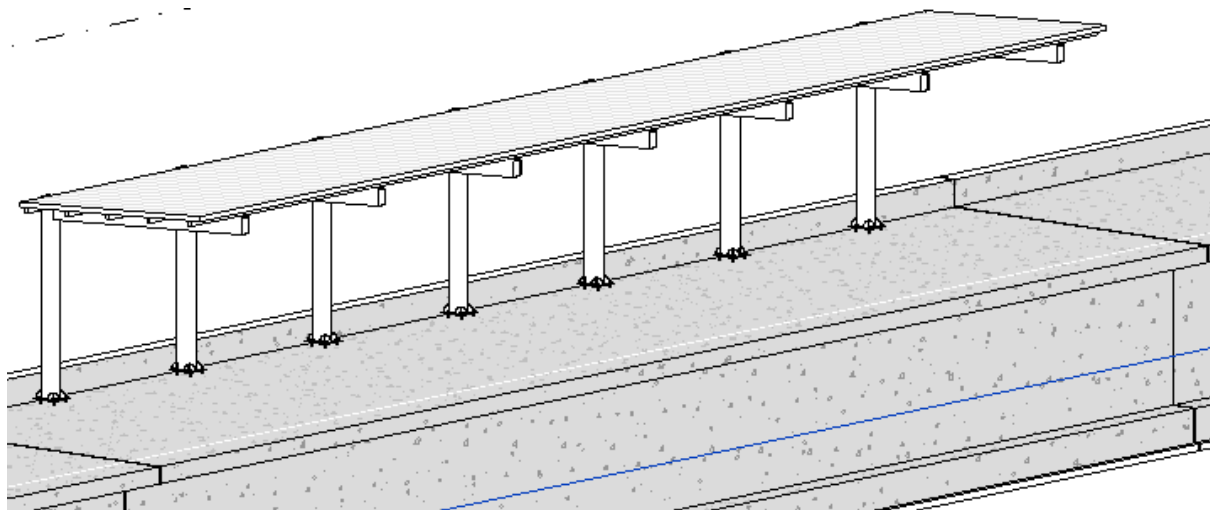
La cubierta, que se forma mediante placas alveolares de 20cm con una capa de compresión de 5cm, el vestíbulo se sustenta sobre vigas perimetrales en forma de L y de T invertida y estas a su vez, sobre pilares rectangulares que parten del muro perimetral y de la continuación de los pilares de 45cm, que desde la cota de vestíbulo tienen una sección menor de 35cm y 30cm.

Así mismo, el edificio cuenta con dos ascensores que vinculan el vestíbulo con ambos andenes. Estos ascensores se ejecutan mediante muros de hormigón armado de 20cm de espesor que parten de la cimentación con un hueco interior libre de 1900x1900mm.

La escalera 1 da acceso a los andenes (cota 13,07) desde el vestíbulo del edificio de la estación (cota 19,65). Con 1,80m de anchura libre y ejecutada en hormigón in situ, cuenta con cuatro tramos de 10 peldaños. La losa de la escalera de 25cm de espesor se empotra en toda su longitud al muro de 45cm, quedando la escalera en voladizo.

8.1.1.2. Andenes

Los andenes proyectados son estructuras de hormigón armado y cuentan con forma de cajón cerrado, que está dividido en varios tramos independientes separados mediante juntas de dilatación cada distancias variables entre 20 y 30m. En la zona central del andén se han previsto dos marquesinas metálicas. Las marquesinas consisten en un pilar metálico del que parte el voladizo con una chapa metálica pórtico apoyado sobre el propio andén.



Los andenes cuentan con secciones diferenciadas por su tipología de cimentación.

La parte oeste de los andenes se cimentan sobre una losa continua de 50cm de espesor apoyada a la cota +10,02. La losa de cimentación del andén sentido Donostia tiene un ancho de 5,20m, mientras que la losa del andén sentido Bilbao tiene una anchura de 3,85m. De cada losa nacen dos muros de 30cm de espesor retranqueados 40cm desde el borde de sus respectivas losas de cimentación. Sobre estos muros se encuentra el forjado que compondrá el andén como tal. La cota superior del forjado del andén es la 12,91m (cota de estructura).

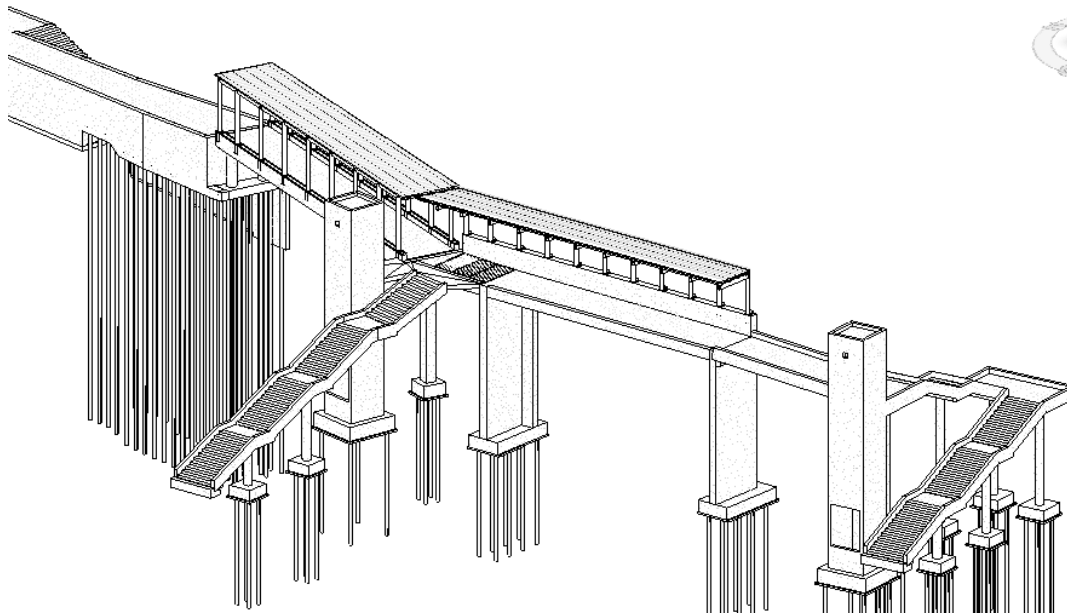
La tipología de la cimentación de los andenes cambia en la zona cercana al edificio de la estación, dónde en lugar de tratarse de una losa de cimentación, se tratan de encepados corridos bajo los muros. Dichos encepados de 2,00m de ancho y 0,70cm se cimentan, al igual que la losa anterior, en la cota +10,02. La zapata corrida del muro interior del andén cuenta con un vuelo de 0,85m desde la cara vista de su muro, mientras que la exterior se dispone con un vuelo de 0,78m respecto a la cara vista del muro.

Ambos encepados se unen con una losa de 30cm de espesor alineada con la cota superior de los encepados bajo muro para mantener la galería bajo el andén para el paso de instalaciones.

Los encepados disponen de 2 micropilotes cada 3,00m y a 0,40m del borde de la zapata. Los micropilotes tipo 1 tienen un diámetro de perforación de 200mm y se arman con una camisa tubular N-80 de 139x9mm. Los micropilotes se empotran 4m en roca sana.

8.1.2. Pasarelas peatonales

En el proyecto se contemplan diferentes itinerarios peatonales que tienen como finalidad tanto el dar acceso a la estación como servir de nexo entre el centro de Usurbil y la zona sur, la cual se encuentra actualmente dividida tanto por la carretera N-634 como por las propias vías del tren.



8.1.2.1. Pasarela 1

La pasarela 1 da acceso a la estación desde el sur de la misma, parte de las escaleras 2 al sur de la estación y alcanzan la cota 19,65 de estación en un vuelo de 9m y con un 3% de pendiente, cruzando sobre la Calle Olarriondo que da acceso al polígono INGEMAR. La pasarela se materializa mediante placas alveolares de 30cm de espesor y una capa de compresión de 10cm. El ancho útil de la pasarela es de 3m, en los laterales se colocan sendos muretes para recibir la barandilla de la pasarela.

8.1.2.2. Pasarela 2

La pasarela 2 cruza sobre las vías y sirve como nexo de unión entre el edificio de la estación y las pasarelas y accesos proyectados. Desvinculada estructuralmente del edificio, cuenta con una luz de 15,90 m, una anchura libre de 3,00 m y se materializa mediante placas alveolares de 50cm más 10cm de capa de compresión. Las placas alveolares se apoyan sobre los muros que forman el perímetro de la estación (Muros 1 y 2).

En el lado Este de la pasarela, existe una viga de 2m de canto y 45cm de espesor que, empotrada en los muros laterales (Muros 1 y 2), sobre la que se fijará la marquesina que cubrirá la pasarela. La marquesina se materializará mediante pilares metálicos de sección rectangular hueca PHR 200x150x8mm cada 2 m de los que parten vigas en voladizo de igual sección. Sobre estas se fijan cuatro correas de perfiles rectangulares huecos PHR 80x60x5mm. Finalmente sobre las correas se colocará una chapa de acero galvanizado de 1mm de espesor que vierta el agua con una pendiente del 1% en dirección transversal a la pasarela.

8.1.2.3. Pasarela 3

La pasarela 3 sustituye a la pasarela actual sobre la carretera N-634, actualizando el gálibo vertical de la misma a las necesidades indicadas por DFG, de 5,50 m, uniendo el Barrio San Esteban con la nueva estación y con el lado Sur de las vías.

La pasarela consta de un único tablero de hormigón pretensado de 19,20m de luz entre ejes de apoyo y un ancho de 3,60m, resultando un ancho libre de paso de 3,00m de uso peatonal. El canto del tablero

es de 0,80m. La pasarela se construye fuera de su posición inicial, para evitar la utilización de cimbras que cortasen durante largo tiempo la N-634. Se posicionará mediante corte nocturno.

Ambos extremos de la pasarela se han diseñado mediante un apoyo a media madera. En el caso del apoyo Norte, se realizará sobre dos pilares de 60cm de diámetro centrados sobre los neoprenos de la pasarela, mientras que en el apoyo sur, la pasarela se apoyará sobre una viga cargadero, la cual a su vez está recogida por un pilar cuadrado de 60cm de lado. Ambas cimentaciones irán micropilotadas. El encepado del muro cargadero contará con seis micropilotes tipo 1 (200mm de diámetro, camisa N-80 139x9mm) y el encepado sur contará con cuatro micropilotes tipo 2 (Diámetro 220mm, camisa N-80 168x9mm).

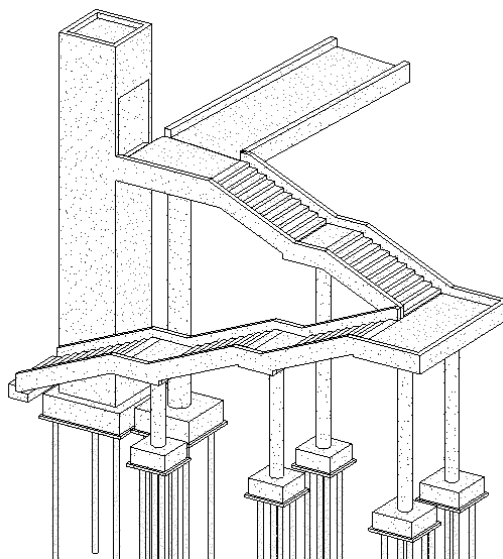
Sobre la pasarela 3, se ejecuta una marquesina metálica en forma de pórticos de perfiles rectangulares cada 2,50m con 5 correas sobre estos para posteriormente recibir una chapa grecada.

La pasarela existente se inhabilita durante la ejecución de la nueva, dejando sin acceso a los usuarios de la misma durante la reposición. Se plantea la posibilidad de utilizar una pasarela mediante andamios.

8.1.2.4. Escalera 2 y Ascensor 1

La escalera 2 se sitúa al sur de la estación y comunica la pasarela 1 (cota 19,25) con la urbanización existente (cota 11,55). Todo el itinerario de las escaleras cuenta con un ancho libre de 2,40m. Se ejecuta mediante cuatro tramos de escaleras prefabricadas de 35cm de huella y 15 de contrahuella en una losa de 20cm de espesor apoyadas sobre mesetas también prefabricadas, de 40cm de espesor. Centradas en las mesetas, se ubican los pilares circulares de 50cm de diámetro que son recibidos por encepados aislados con cuatro micropilotes tipo 1 cada uno de ellos.

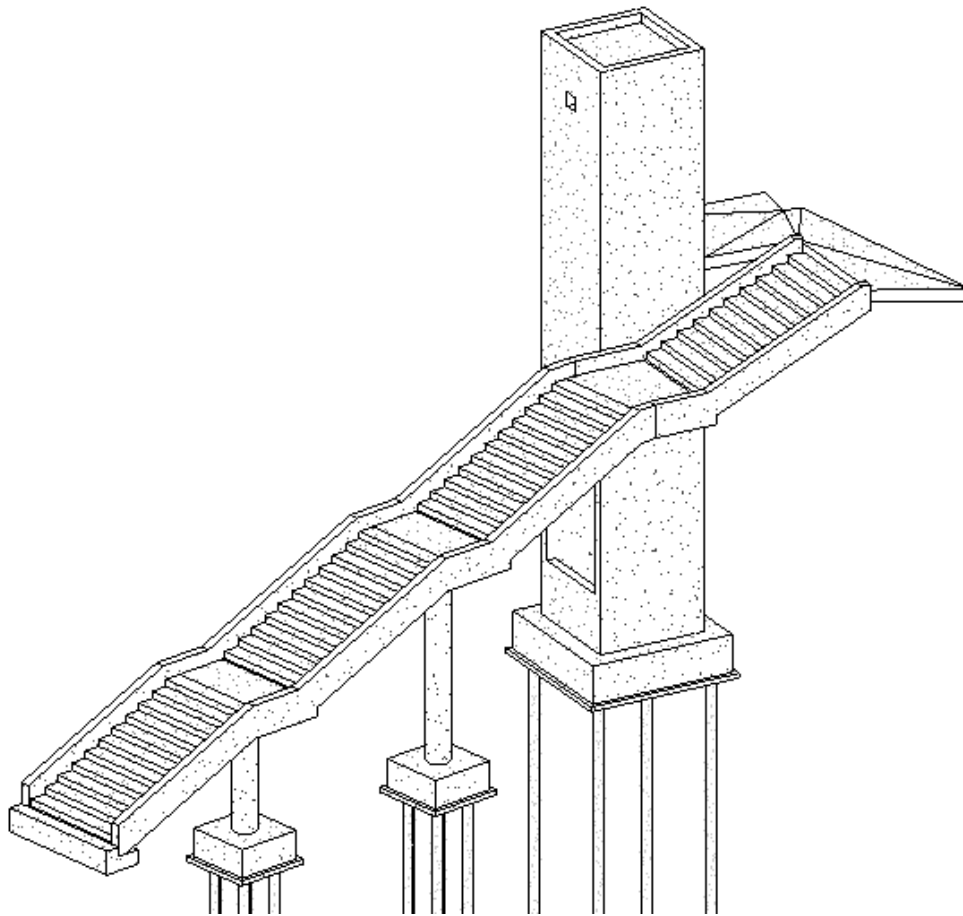
En los laterales de la escalera prefabricada, se ejecutará un murete in situ que reciba la barandilla.



8.1.2.5. Escalera 3 y Ascensor 2

La escalera 3 se encuentra la norte de la estación y parte de la urbanización que se encuentra a la cota 13,20 cerca de la parada de autobús de la carretera N-634. De esta forma, tanto la parada de autobús como la urbanización quedan enlazadas tanto con la estación como con la pasarela que da acceso al centro de Usurbil.

La escalera 3, al igual que la 2, tiene un ancho libre de 2,40 y también se ejecutará mediante elementos prefabricados. Excepto el último descansillo y el último tramo de escalera, los cuales serán in situ e irán empotrados en el muro del ascensor, al igual que la losa superior que además de empotrarse en el ascensor, también lo hará en la viga en forma de T invertida que enlaza la pasarela 3 y el muro del edificio de la estación.



8.1.2.6. Acceso Norte

El acceso norte enlaza el barrio de San Esteban, en el centro de Usurbil, con la estación y con las pasarelas que cruzan las vías hasta el polígono industrial de INGEMAR.

DFG precisa para el diseño de la nueva pasarela de un gálibo vertical mínimo de 5,50 m con respecto a la cota superior del vial en su cruce con la misma, así como un gálibo horizontal mínimo de 3 m con respecto a bionda. Dado que el gálibo vertical del que dispone la pasarela existente se sitúa en torno a la cota 4,40 m, es necesario subir cotas. Debido a que se persigue no aumentar las cotas del edificio de la estación, pues imposibilitaría la accesibilidad de las rampas de la misma así como mayores longitudes de andén y como el gálibo ferroviario se respeta con gran margen en el cruce sobre vías, se proyecta la pasarela sobre la N-634 con una pendiente ascendente en sentido San Esteban. Para no generar un punto bajo, se busca el empate con la rasante existente, también en pendiente ascendente.

La situación anteriormente explicada supone el desembarco de la nueva pasarela 3 m por encima de la rasante de la pasarela existente.

La pasarela existente desembarca en un estribo que ha sufrido varias actuaciones a lo largo del tiempo.

Inicialmente, según ortofotos de 1945, existía el ferrocarril Bilbao-Donosti, el arroyo Aranerreka, pero no la N-634. Existía un paso superior que cruzaba las vías del ferrocarril Bilbao – Donostia, así como el arroyo Aranerreka. Este paso superior se ejecutó para la construcción de la línea Zarautz-San Sebastián, inaugurado en 1895, consistiendo en una losa de hormigón armada in situ, empotrada lateralmente en pilares verticales, también de hormigón armado, por lo que se podría considerar como un forjado. Estos alzados de hormigón armado se disponían sobre unos muros de mampostería existentes, posiblemente para delimitar el arroyo.

Con posterioridad, según ortofotos de 1978, se soterró el arroyo Aranerreka mediante una galería, disponiendo sobre la antigua ubicación del arroyo la N-634. Durante la realización de estos trabajos, se elimina parcialmente el paso superior construido hacia 1895, ejecutando la pasarela existente sobre la

N-634. Para ello, se corta la losa antigua, se tabica para cerrar la sombra de la misma, y se construye una nueva pila-estribo sobre la que apoyar la nueva pasarela. Se desconoce si existía un estribo tabique que pudiera ser utilizado por la pasarela o si se construyó la nueva pila.



En la aleta Este de esta estructura, se adosaron unas escaleras, por lo que se construyó un muro de hormigón armado a modo de aleta. En lo que respecta a la aleta Oeste, que la misma limita con la parcela de un particular, se observa un tabicado mediante ladrillo. Debido a la tipología de este tabique, y dado que le continua un muro de mampostería de gran potencia, se cree que es posible que la sombra tabicada del antiguo paso superior puede no haber sido rellenado.

Lo anteriormente descrito puede observarse en las siguientes ilustraciones.





Debido a que las escaleras existentes disponen de una anchura menor a 2 m, no cumplen accesibilidad. Unido a que la cota de desembarco de la pasarela es superior a la existente, se reconstruyen las mismas. Así mismo, se persigue la no afección al tráfico de la calle San Esteban, por lo que la solución irá encaminada a minimizar las afecciones.

Suponiendo que el recinto entre tabiques estuviera relleno, se propone la ejecución de una pantalla de micropilotes para la contención del mismo de cara a la ejecución de las nuevas escaleras de acceso, que se construyen salvando los pilares existentes de la antigua losa superior.

Debido a que no sería posible la ejecución de anclajes para la contención de esta pantallas, porque atravesarían el tabique opuesto, se proyecta una segunda alineación de micropilotes, que arriostren la primera de las pantallas, mediante una losa de 50 cm de espesor.

Sobre esta losa, se construirán los alzados que permitirán alcanzar la cota de desembarco, cerrándose con un dintel superior, conformando un cajón. Esta solución permite no introducir cargas adicionales a las que soportan los muros existentes.

La solución de pantallas se mantiene mientras la rasante de las escaleras nuevas se sitúa bajo la rasante del desembarco actual. Desde ese punto en adelante, se plantea la ejecución de un cajón y una excavación previa, de tal manera que el peso del primero equivalga al peso de la segunda, para no introducir esfuerzos añadidos a los soportados por los muros existentes. Para reducir la altura de excavación, se proyecta la solución de cajón mediante hormigón aligerado HLE-25, con un peso específico de 18,5 kN/m³. Como particularidad, en la sección en escalera, la galería tiene un tímpano separador, para ajuste de la distinta rasante entre la losa de escalera y la rampa.

El cajón dispone de solera, hastiales y dintel de 0,30 m de espesor.

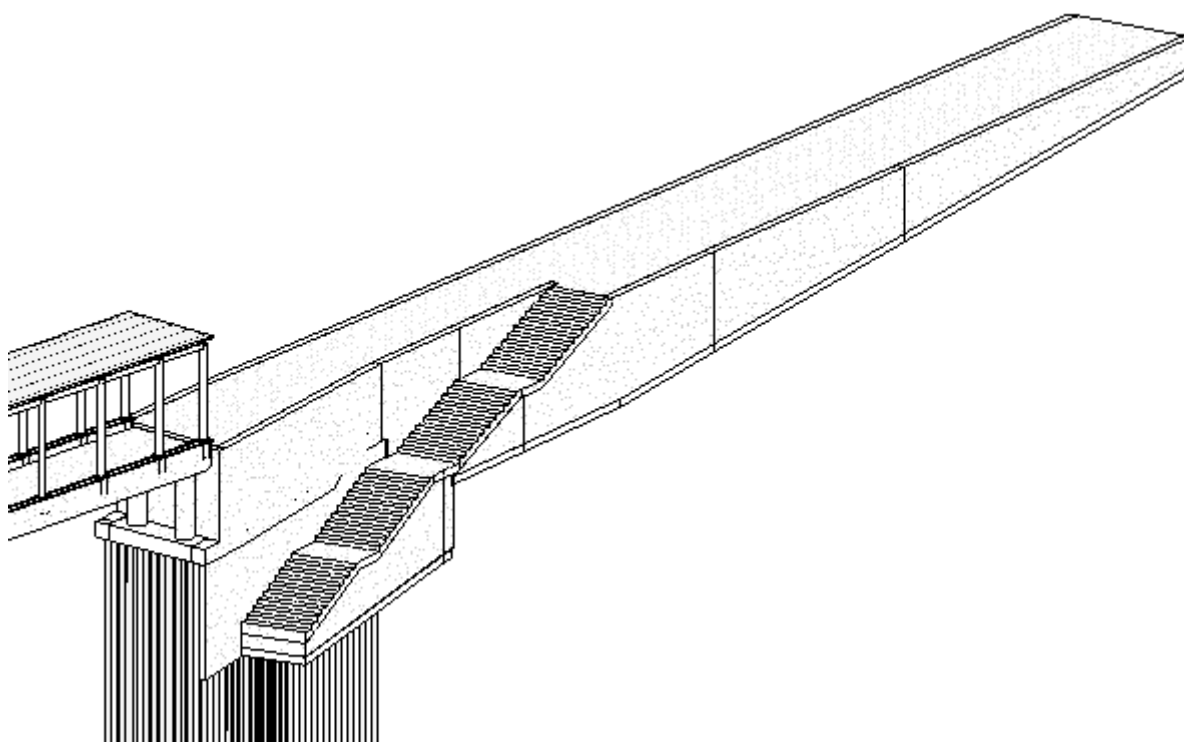
Para la sección cajón con escalera, se precisa una excavación de 1,10 m, mientras que para la sección marco sólo con rampa, la excavación es de 0,90 m.

En caso de constatarse en obra que el recinto tabicado bajo la losa superior se encontrase vacío, sin ningún tipo de relleno, sería planteable la sustitución de las pantallas de micropilotes por excavación a cielo abierto.

Para ejecutar la obra, se seguirá el siguiente proceso constructivo, siendo ambos tramos independientes:

- Tramo rasante nuevas escaleras por debajo de rasante existente
 - Corte nocturno y desmontaje pasarela existente
 - Demolición pavimentación actual
 - Ejecución de pantallas de micropilotes
 - Ejecución micropilotes para pila nueva pasarela

- Losa de arriostramiento entre pantallas y pila nueva pasarela
- Excavación para nueva escalera
- Ejecución cajón escaleras contra pantalla
- Hastiales de galería
- Dintel de galería
- Tramo rasante escaleras y rampa nueva por encima de rasante existente
 - Demolición pavimentación actual
 - Excavación cota requerida para compensación de pesos en muros existentes
 - Construcción de solera, hastial y posteriormente dintel



8.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Atendiendo a los datos proporcionados por los sondeos se han interpretado los perfiles del terreno donde se situará la nueva estación y que se recoge también en el apartado de Planos de este anejo.

En resumen, el perfil del terreno donde se sitúa la estación está compuesto, de techo a muro, por:

- 0,00 – 4.60 m: Rellenos antrópicos
- 4.60 – 8.55 m: Depósitos aluviales.
- 8.55 – 8.95 m: Eluvial
- 8.95 m en adelante: Sustrato rocoso, lutitas – limolitas.

El nivel freático se sitúa a unos 4.3 m de profundidad respecto a la cota del terreno.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros geotécnicos de las distintas unidades, utilizados en los cálculos.

Unidades litológicas	Densidad γ (g/cm ³)	Cohesión c' (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento ϕ (°)	Módulo de Deformación (MPa)	Módulo de Balasto horizontal (kN/m ³)
Rellenos antrópicos	1.9	0.05	28	20	5.000 + 2.500.Z
Depósitos Aluviales	2.0	0.1	23	10	5.000 + 1.500.Z
Eluvial	2.0	2	30	30	5.000+5.000.Z
Lutitas - Limolitas	2.7	5	40	300	200.000

Tabla 3. Cuadro resumen con los parámetros geotécnicos de los distintos niveles litológicos utilizados en los cálculos.

Los análisis de agresividad realizados tanto en el terreno como en el agua indican que la agresividad hacia el hormigón es nula.

8.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS

A causa de la baja capacidad portante de los materiales presentes en la zona (rellenos y depósitos aluviales) y para evitar posibles asentamientos diferenciales, se ha proyectado una cimentación mediante micropilotes empotrados en roca, tanto para el edificio de la estación como para las pasarelas y la parte de los andenes que van unidos al muro.

Para los cálculos se ha considerado la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carreteras” editado por el Ministerio de Fomento.

8.3.1. Resistencia del empotramiento en roca

La sección del micropilote es muy pequeña respecto a su longitud por lo que suele despreciarse la resistencia por punta frente a la resistencia por fuste.

Dado el perfil del terreno, de cara a los cálculos se considera que la resistencia por fuste que presentan tanto los rellenos antrópicos como los depósitos aluviales es despreciable, de igual forma que la resistencia del eluvial que se desprecia debido a su escasa potencia. Para los cálculos únicamente se tienen en cuenta los parámetros de fuste del sustrato rocoso, lo que indicará la longitud de empotramiento de los micropilotes en el sustrato rocoso.

Según la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carreteras”, la resistencia de cálculo en el empotramiento se obtiene de la siguiente expresión:

$$R_{e,d} = A_{Le} \cdot f_{e,d} + A_{pe} \cdot q_{pe,d}$$

donde

$R_{e,d}$: Resistencia de cálculo en el empotramiento en roca.

A_{Le} : Área lateral del micropilote en el empotramiento en roca.

$f_{e,d}$: Resistencia unitaria por fuste de cálculo en el empotramiento en roca.

A_{pe} : Área de sección recta de la punta en el empotramiento en roca.

$q_{pe,d}$: Resistencia unitaria por punta de cálculo en el empotramiento en roca.

Los valores de $f_{e,d}$ y de $q_{pe,d}$ pueden obtenerse de la siguiente tabla:

TABLA 3.3. RESISTENCIA UNITARIA DE CÁLCULO EN EL EMPOTRAMIENTO EN ROCA, POR FUSTE Y PUNTA (GRADO ISRM \leq III)

TIPO DE ROCA	$f_{e,d}$ (MPa)	$q_{pe,d}$
Margas y margocalizas	0,15 - 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 - 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 - 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomías	0,40 - 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 - 0,60	$0,10 \cdot q_u$

q_u : Resistencia a compresión simple de la roca, determinada preferiblemente según UNE 22950-1, o en su defecto mediante correlación con otros ensayos. Deberá determinarse este parámetro en la zona de influencia de la punta, definida conforme a lo especificado en el epígrafe 3.3.1.2.

El valor de $f_{e,d}$ es de 2.5 kp/cm² y el de $q_{pe,d}$ es de 3.6 kp/cm², por lo que la ecuación queda en función del área lateral y del área de la sección recta del micropilote.

8.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

En este punto se trata la cimentación de la parte de los andenes que es independiente del muro. La cimentación proyectada para estas estructuras es una cimentación superficial mediante un cajón de hormigón.

Este cajón apoyará sobre la capa de rellenos antrópicos en la zona donde estos se encuentran más compactados por su proximidad a las vías del tren. Para los cálculos se ha considerado esta unidad



como suelos granulares, en los que la presión vertical admisible está condicionada por los asientos más que por hundimiento, y para su cálculo el Código Técnico recomienda la siguiente formulación:

Para B (ancho de la cimentación) ≥ 1.2 metros

$$q_{adm} = 8 \cdot N_{spt} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{St}{25}\right) \cdot \left(\frac{B + 0.3}{B}\right)^2$$

Siendo:

q_{adm} : Tensión admisible en kN/m²

St : Asiento total admisible en mm

N_{SPT} = Valor del SPT en la zona de influencia de la cimentación (25).

D = Profundidad de cimentación en m.

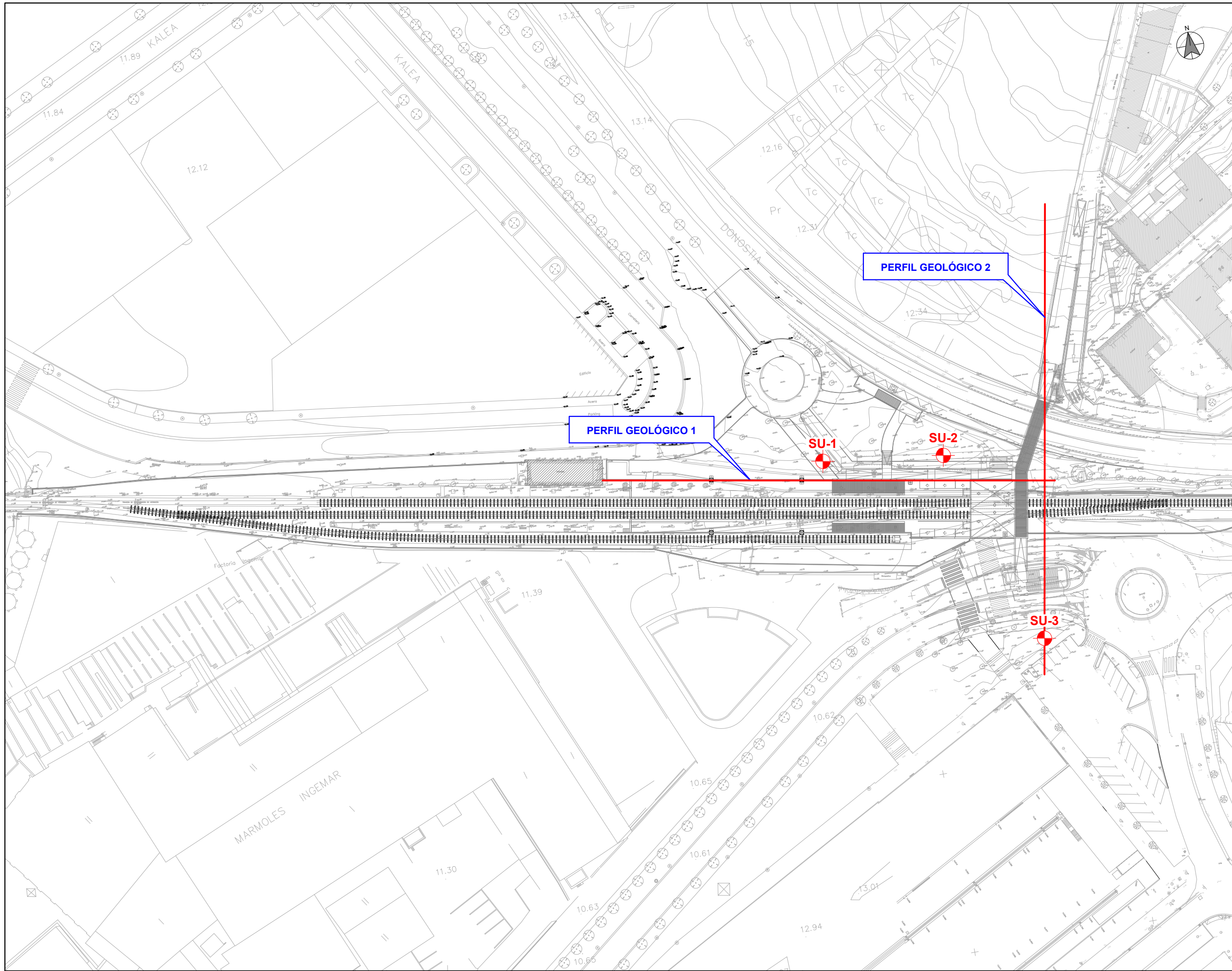
B = Ancho de la cimentación en m.

Aplicando esta metodología para un asiento admisible de 25 mm, una anchura de zapata de 1.5 m, un valor del $N_{SPT} = 5$ golpes y un profundidad de cimentación D = 1,0 m se obtienen valores para la presión vertical admisible del orden de 0.7 kp/cm².


Dada la naturaleza del terreno de apoyo se ha proyectado que los andenes sean huecos para minimizar las cargas.


PLANOS

PLANO 1. PLANTA SITUACIÓN SONDEOS



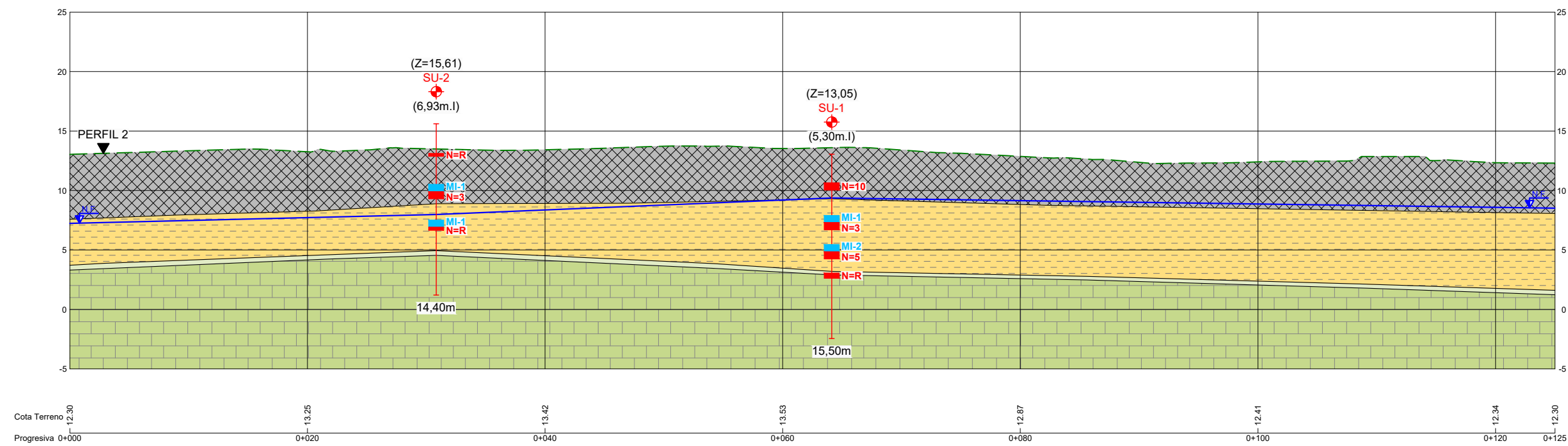
OHARRAK:
 NOTAS:
 CAMPAÑA GEOTÉCNICA
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE ESTACIONES
 DE EUSKO TRENBIDE SAREA (ETS). ESTACIÓN DE USURBIL
 SAITEC (MARZO 2009)

SU-3
 SONDEO MECÁNICO

A	PRIMERA EMISIÓN	Abr. 21	LME	ETS
REV.	CLASE DE MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	COMP. OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES				
AHOLKULARIA / CONSULTOR  TYPESA		INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR		
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR		ERREFERENTZIA REFERENCIA		

PLANO 2. PERFILES GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS

OHARRAK:
NOTAS:

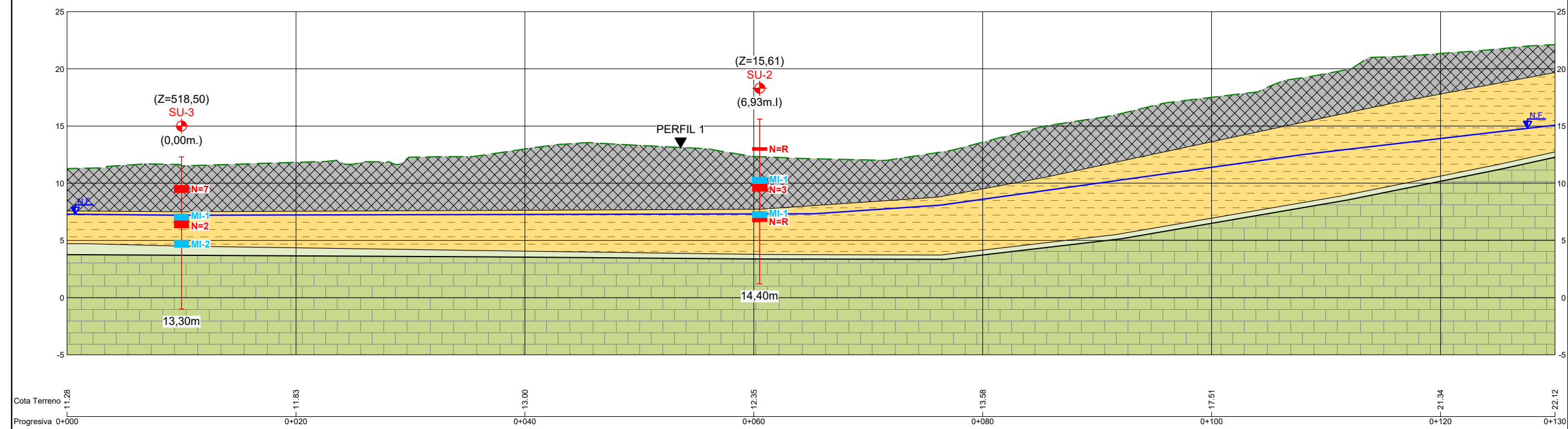


LEYENDA

SUELOS:		SÍMBOLOS:	
CUATERNARIO			
	QR1 RELLENOS ANTRÓPICOS. (MUY HETEROGÉNEOS).		CONTACTO ENTRE SUELOS
	QAL SUELOS ALUVIALES. ARCILLA ARENOSA		CONTACTO SUELOS Y ROCA
	QEL SUELOS ELUVIALES. ARCILLA ARENOSA (GM IV)		NIVEL FREÁTICO
ROCA:			
CRETÁCICO (FLYSCH NEGRO)			
	CR LUTITAS - LIMOLITAS CALCÁREAS DE COLOR GRIS. CON PASADAS ARENOSAS (GM III-II)		SONDEO MECÁNICO
		(Z=334,70)	COTA SONDEO
		(2,24m.I)	SONDEO PROYECTADO 2,24m A LA IZQUIERDA
		(5,42m.D)	SONDEO PROYECTADO 5,42m A LA DERECHA
			MUESTRA INALTERADA
			ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD (SPT)
			INTERSECCIÓN PERFILES

A	PRIMERA EMISIÓN	Abr. 21	LME	ETS
REV.	CLASE DE MODIFICACIÓN	FECHA	NOMBRE	COMP. OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES				
AHOLKULARIA / CONSULTOR		INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR		
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR		ERREFERENTZIA REFERENCIA		

OHARRAK:
NOTAS:




LEYENDA

SUELOS:		SÍMBOLOS:	
CUATERNARIO			
	QR1 RELLENOS ANTRÓPICOS. (MUY HETEROGÉNEOS).		CONTACTO ENTRE SUELOS
	QAL SUELOS ALUVIALES. ARCILLA ARENOSA		CONTACTO SUELOS Y ROCA
	QEL SUELOS ELUVIALES. ARCILLA ARENOSA (GM IV)		NIVEL FREÁTICO
ROCA:			
CRETÁCICO (FLYSCH NEGRO)			
	CR LUTITAS - LIMOLITAS CALCÁREAS DE COLOR GRIS. CON PASADAS ARENOSAS (GM III-II)		CAMPAÑA GEOTÉCNICA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE ESTACIONES DE EUSKO TRENBIDE SAREA (ETS). ESTACIÓN DE USURBIL SAITEC (MARZO 2009)
			SONDEO MECÁNICO
		(Z=334,70)	COTA SONDEO
		(2,24m.I)	SONDEO PROYECTADO 2,24m A LA IZQUIERDA
		(5,42m.D)	SONDEO PROYECTADO 5,42m A LA DERECHA
			MUESTRA INALTERADA
			ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD (SPT)
			PERFIL 2 INTERSECCIÓN PERFILES

REV.	PRIMERA EMISIÓN	FECHA	ABR. 21	LME	ETS	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES						
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR			
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA			


APÉNDICES

APÉNDICE 1. REGISTROS DE LOS SONDEOS

Proyecto de Modernización de Estaciones de Euskal Trenbide Sarea (ETS). Estación de Usurbil				 saitec			Inclinación :	VERTICAL	Supervisor:	CECILIA DÍEZ		SONDEO																												
							P.K.:		Empresa:	GEODECAN		SU-1																												
							X UTM:		Sondista:	TEO / RAMÓN		HOJA 1 DE 3																												
							Y UTM:		Máquina:																															
							Z UTM:		Fecha de inicio	10-3-09	Fecha de terminación	11-3-09																												
Ø BATERÍA	REVESTIMIENTO	MANIOBRA	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	GOLPEO	N _{SPT}	ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG			S.U.C.S.	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m ³)	COMP. SIMPLE (MPa)	PENETRÓMETRO MANUAL (MPa)	PARÁMETROS DE CORTE			SO ₃ (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO I _c (%) (a 2 kp/cm ²)	HINCHAMIENTO (Lambe)		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kp/cm ²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	OTROS						
												UNE 20	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP						Tipo	c (kg/cm ²)	Ø (°)					CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)									
101 B		0,0-2,4				0,00 - 0,20 m: Terreno vegetal arcilloso - arenoso con raíces. Color marrón.																																		
		2,4-3,0				0,20 - 1,80 m: Relleno arcilloso arenoso con gravas angulosas. Color marrón.																																		
		3,0-3,2				1,80 - 2,40 m: Relleno más arenoso con arena con gravas milimétricas - centimétricas angulosas (material disgregado). Ligero olor metálico. Color marrón oscuro - gris.		2.40																																
86 T		3,2-4,4				2,40 - 3,20 m: Relleno arcilloso - arenoso. Color marrón oscuro.		3.00	SPT-1	1/6/4/2	10																													
		4,4-5,15				3,20 - 4,30 m: Relleno de roca arenisca calcárea de color rojizo.																																		
86 B		5,15-5,75				4,30 - 8,80 m: Aluvial. Arcilla arenosa. Color marrón		5.15	MI-1	4/7/7/9		100	100	93	36,7	20,2	16,5	CL	21,1	2,00	0,162			0,001	0,17															
		5,75-6,35						5.75	SPT-2	2/1/2/2	3																													
		6,35-7,6						6.35																																
		7,6-8,2						7.60	MI-2	3/3/4/4		100	100	79,8	36,4	22,5	13,9	CL	35,83	2,01	0,106																			
		8,2-8,8						8.20	SPT-3	3/3/2/3	5																													
		8,8-10,0				8,80 - 9,20 m: Aluvial. Arcilla muy arenosa. Color gris - marrón oscuro.		8.80																																
						9,20 - 10,43 m: Aluvial. Arcilla - Arena con posibles trazas de materia orgánica. Color gris oscuro.																																		

B: Batería sencilla D: Diamante S.P.T.: Ensayo de Penetración Estandar R: Rechazo S.P.T. y M.I. M.W.: Muestra de agua LL: Límite Líquido IP: Índice de Plasticidad c: Cohesión TRIAX: Triaxial SO₃: Sulfatos
 T: Batería doble. W: Widia M.I.: Muestra Inalterada T.P.: Testigo parafinado LP: Límite Plástico S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Ø: Ángulo de rozamiento. CD: Corte directo CO₃: Carbonatos.

EDOMETRO
 Cc=0,383
 Cs=0,045

Proyecto de Modernización de Estaciones de Euskal Trenbide Sarea (ETS). Estación de Usurbil						Inclinación : VERTICAL		Supervisor: CECILIA DÍEZ		SONDEO																											
						P.K.		Empresa: GEODECAN		SU-1																											
						X UTM:		Sondista: TEO / RAMÓN		HOJA 2 DE 3																											
						Y UTM:		Máquina:																													
						Z UTM:		Fecha de inicio 10-3-09		Fecha de terminación 11-3-09																											
Ø BATERÍA	REVESTIMIENTO	MANIOBRA	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	GOLPEO	N _{SPT}	ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG			S.U.C.S.	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m ³)	COMP. SIMPLE (MPa)	PENETRÓMETRO MANUAL (MPa)	PARÁMETROS DE CORTE			SO ₃ (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO (c (a 2 kp/cm ²))	HINCHAMIENTO (Lambe)		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kp/cm ²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	OTROS			
												UNE 20	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP						Tipo	c (kg/cm ²)	Ø (°)					CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)						
86 T 86 B	D. 98	10.0-10.43	10.00	100 %			9,20 - 10,43 m: Aluvial. Arcilla - Arena con posibles trazas de materia orgánica. Color gris oscuro.	10,00	SPT-4	11/21/50R	R	100	97	59,1	24,9	14,5	10,4	CL																			
		10.43-12.5	10.43				10,43 - 10,70 m: Eluvial. Material arcilloso arenoso con algo de estructura interna. Color gris. Grado de Alteración GM-V	10.43																													
							SE PASA A REGISTRO EN ROCA																														

B: Batería sencilla D: Diamante S.P.T.: Ensayo de Penetración Estandar R: Rechazo S.P.T. y M.I. M.W.: Muestra de agua LL: Límite Líquido IP: Índice de Plasticidad c: Cohesión TRIAX: Triaxial SO₃: Sulfatos
 T: Batería doble. W: Widia M.I.: Muestra Inalterada T.P.: Testigo parafinado LP: Límite Plástico S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Ø: Ángulo de rozamiento. CD: Corte directo CO₃: Carbonatos.



SU-1. Caja 1. De 0,00 m a 2,40 m



SU- 1. Caja 2. De 2,40 m a 6,35 m




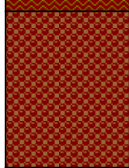
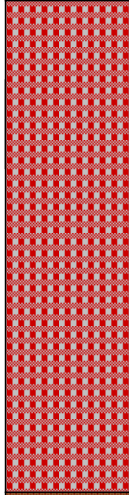
SU- 1. Caja 3. De 6,35 m a 9,20 m



SU-1. Caja 4. De 9,20 m a 12,50 m



SU- 1. Caja 5. De 12,50 m a 15,50 m

Proyecto de Modernización de Estaciones de Euskal Trenbide Sarea (ETS). Estación de Usurbil						Inclinación : VERTICAL		Supervisor: CECILIA DíEZ		SONDEO																												
						P.K.		Empresa: GEODECAN		SU-2																												
						X UTM:		Sondista: TEO / RAMÓN		HOJA 1 DE 3																												
						Y UTM:		Máquina:																														
						Z UTM:		Fecha de inicio 11-3-09		Fecha de terminación 11-3-09																												
Ø BATERÍA	REVESTIMIENTO	MANIOBRA	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	GOLPEO	N _{SPT}	ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG			S.U.C.S.	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m ³)	COMP. SIMPLE (MPa)	PENETRÓMETRO MANUAL (MPa)	PARÁMETROS DE CORTE			SO ₃ (%)	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	ÍNDICE DE COLAPSO I _c (%) (a 2 kp/cm ²)	HINCHAMIENTO (Lambe)		PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (kp/cm ²)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	OTROS				
												UNE 20	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP						Tipo	c (kg/cm ²)	Ø (°)					CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (Mpa)							
			0,0-1,25				0,00 - 0,20 m: Terreno vegetal arcilloso - arenoso con raíces. Color marrón.																															
			1,25-2,5				0,20 - 1,25 m: Relleno. Matriz arcillosa con arena y fragmentos angulosos de gravas (cm) y ladrillos... Color marrón.																															
			2,5-2,74					2,50	SPT-1	8/50R	R																											
			2,74-4,8				1,25 - 4,60 m: Relleno de roca arenisca calcárea de color rojizo.																															
			4,8-5,1																																			
			5,1-5,7				4,60 - 8,55 m: Aluvial. Arcilla arenosa. Color marrón.	5,10	MI-1	3/3/4/5		90,3	88,7	65	32	19,4	12,6	CL	24,9	1,99	0,136					0,006		0,23										
			5,7-6,3					5,70	SPT-2	1/1/2/3	3																											
			6,3-8,1																																			
			8,1-8,7					8,10	MI-2	7/4/3/13		100	100	75,1	33,5	18,7	14,8	CL																				
			8,7-8,95				8,55 - 8,95 m: Eluvial. Material arcilloso con algo de estructura interna. Color gris. Grado de Alteración GM-V.	8,70	SPT-3	11/50R	R																											
							SE PASA A REGISTRO EN ROCA	8,95																														

B: Batería sencilla D: Diamante S.P.T.: Ensayo de Penetración Estandar R: Rechazo S.P.T. y M.I. M.W.: Muestra de agua LL: Límite Líquido IP: Índice de Plasticidad c: Cohesión TRIAX: Triaxial SO₃: Sulfatos
 T: Batería doble. W: Widia M.I.: Muestra Inalterada T.P.: Testigo parafinado LP: Límite Plástico S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Ø: Ángulo de rozamiento. CD: Corte directo CO₃: Carbonatos.

Proyecto de Modernización de Estaciones de Euskal Trenbide Sarea (ETS). Estación de Usurbil



Inclinación :	VERTICAL	Supervisor:	CECILIA DIEZ	
P.K.		Empresa:	GEODECAN	
X UTM:		Sondista:	TEO / RAMÓN	
Y UTM:		Máquina:		
Z UTM:		Fecha de inicio	11-3-09	Términación
				11-3-09

SONDEO

SU-2

HOJA 3 DE 3

SISTEMA DE PERFORACIÓN	MANIOBRA	Ø BATERÍA (mm)	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)				NIVEL FREÁTICO	SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	METEORIZACIÓN	FRACTURACIÓN Nº/30cm	R.Q.D.	RESISTENCIA (MPa)	ESTRUCTURA		PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA/GOLPEO	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD APARENTE (t/m³)	COMP. SIMPLE (MPa)	TRIAXIAL			RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)	OTROS			
				0-20	20-40	40-60	60-80								80-100	BUZAMIENTO						J.R.C.	RELLENO				s ₁ (MPa)	s ₂ (MPa)	E (MPa)
				Esp. mm		Tipo																							
Rotación - Diamante	12,6-12,9	86 T	11,00						8,95 - 14,40 m: Sustrato rocoso. Lutita - Limolita calcárea. Color gris. Estratificación entre 30º y 0º (subhorizontal). Fracturas limpias.							12,60													
	12,90 - 14,40		12,90													12,90	TP-1	0,7	2,79	6,05									
			14,00						FIN DE SONDEO A 14,40 m																				

B: Batería sencilla D: Diamante S: Perforación en seco R.Q.D.: Rock Quality Designation T.R.: Testigo de Roca Ox: Oxidos Ca: Calcita Ar: Arcilla SO₃ (%): Sulfatos
 T: Batería doble. W: Widia A: Perforación con agua J.R.C.: Joint Rugosity Coefficient T.P.: Testigo parafinado Py: Pirita Q: Cuarzo S: Arena CO₃ (%): Carbonatos



SU-2. Caja 1. De 0,00 m a 2,50 m



SU- 2. Caja 2. De 2,50 m a 5,70 m



SU- 2. Caja 3. De 5,70 m a 8,70 m



SU-2. Caja 4. De 8,70 m a 11,80 m



SU- 2. Caja 5. De 11,80 m a 14,40 m



SU-3. Caja 1. De 0,00 m a 2,40 m



SU-3. Caja 2. De 2,40 m a 5,60 m



SU-3. Caja 3. De 5,60 m a 9,00 m

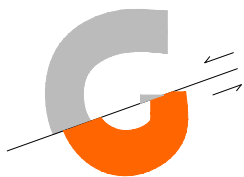


SU-3. Caja 4. De 9,00 m a 11,80 m



SU- 3. Caja 5. De 11,80 m a 13,80 m

APÉNDICE 2: ENSAYOS DE LABORATORIO



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil
Bº Iseca Vieja, 51 – 39776 Liendo (CANTABRIA)
TFNO/FAX: 942 64 39 81
geotek@geotekcantabria.com

INFORME DE RESULTADOS

INFORME Nº: E420309 REF. MUESTRAS: 4246-4256

PETICIONARIO

GEODECAN, S.L.
POLÍGONO LA CERRADA, 37 NAVE 12
39600 MALIAÑO, CANTABRIA

SOLICITUD / OBRA

Ensayos de suelos, rocas y aguas. / USURBIL

El presente informe se emite bajo las condiciones siguientes:

- 1ª Se prohíbe la reproducción parcial de los datos contenidos.
- 2ª La información contenida en este documento es confidencial. GEOTEK no facilitará información relativa a este informe a terceras personas, salvo autorización escrita del cliente o en los casos previstos por las leyes.
- 3ª Los resultados de ensayos tienen valor únicamente en relación con las muestras referidas en las actas.
- 4ª GEOTEK emplea para la realización e interpretación de los ensayos y pruebas, el personal y los medios adecuados en cada caso, no aceptando más responsabilidad ni obligaciones que la repetición gratuita de los ensayos sobre nuevas muestras, en el caso de fallos ajenos a su intención.
- 5ª GEOTEK no se responsabiliza de la veracidad de los datos aportados por el cliente.

El presente informe consta de 69 hojas, incluida ésta.
En Liendo, a viernes, 03 de abril de 2009

Pablo Salvarrey Isequilla
Geólogo Colegiado nº 3974

Juan L. Suárez Andrés
Geólogo Colegiado nº 5428



Director de Laboratorio

Director Técnico

Laboratorio acreditado en las Areas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la
Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

REFERENCIA		4246	4247	4248	4249	4250	
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S1	S1	S1	S1	S2	
	TIPO DE MUESTRA	MI	MI	SPT	TP	MI	
	PROFUNDIDAD (m)	5,15-5,75	7,60-8,20	10,00-10,43	12,50-12,80	5,10-5,70	
Y ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		CL	CL	CL	CL	
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 μ (%)	93,0	79,8	59,1		65,0
		SUPERIOR A 5mm (%)	0,0	0,0	3,0		11,3
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L	36,7	36,4	24,9		32,0
		LÍMITE PLÁSTICO W _P	20,2	22,5	14,5		19,4
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p	16,5	13,9	10,4		12,6
	HUMEDAD NATURAL W(%)		21,1			0,7	24,9
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)		2,004			2,822	1,989
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1,654			2,803	1,592	
ENSAYOS QUÍMICOS	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)		0				
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)		12				59
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (UNE; %SO ₃)						
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)		0,17				0,23
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS(%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO)			1,26			
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)		162	106			136
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)					31,90	
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
	ÍNDICE REBOTE SCHMIDT						



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

REFERENCIA		4251	4252	4253	4254	4255	
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S2	S2	S3	S3	S3	
	TIPO DE MUESTRA	MI	TP	MI	MI	TP	
	PROFUNDIDAD (m)	8,10-8,70	12,60-12,90	5,00-5,60	7,30-7,80	12,50-12,80	
Y ESTADO ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL		CL	SC		
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 μ (%)	75,1		75,8	38,6	
		SUPERIOR A 5mm (%)	0,0		1,5	14,3	
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L	33,5		34,1	31,4	
		LÍMITE PLÁSTICO W _p	18,7		19,4	19,3	
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p	14,8		14,7	12,1	
	HUMEDAD NATURAL W(%)			0,7	24,6	7,9	1,1
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)			2,785	1,958	2,338	2,739
DENSIDAD SECA (g/cm ³)			2,765	1,571	2,167	2,709	
ENSAYOS QUÍMICOS	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)						
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (UNE; %SO ₃)						
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)						
	CONTENIDO EN YESO (%)						
	CONTENIDO EN SALES (%)						
	CONTENIDO EN CARBONATOS(%CaCO ₃)						
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)						
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa						
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)						
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)						
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)						
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO)						
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)						
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)						
	COHESIÓN (kPa)						
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)						
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)						
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)						
	ÍNDICE REBOTE SCHMIDT						



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS

PROCEDENCIA (OBRA/CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

REFERENCIA		4256				
LOCALIZACIÓN	CALICATA / SONDEO	S3				
	TIPO DE MUESTRA	A				
	PROFUNDIDAD (m)	-				
Y ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN ESTADO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.					
	GRANULOM.	FINOS INFERIORES A 80 μ (%)				
		SUPERIOR A 5mm (%)				
	LÍMITES DE ATTERBERG	LÍMITE LÍQUIDO W _L				
		LÍMITE PLÁSTICO W _P				
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD I _p				
	HUMEDAD NATURAL W(%)					
	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)					
DENSIDAD SECA (g/cm ³)						
ENSAYOS QUÍMICOS	ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE)					
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (EHE; mg SO ₄ /kg)					
	CONT. SULFATOS SOLUBLES (UNE; %SO ₃)					
	CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA (%)					
	CONTENIDO EN YESO (%)					
	CONTENIDO EN SALES (%)					
	CONTENIDO EN CARBONATOS(%CaCO ₃)					
	AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN (EHE)		NULA			
ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD Y DEFORMABILIDAD	ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (LAMBE), MPa					
	CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL (LAMBE)					
	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (%)					
	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓM. (kPa)					
	ÍNDICE DE POROS INICIAL (CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO)					
ENSAYOS DE RESISTENCIA	COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (kPa)					
	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)					
	COHESIÓN (kPa)					
	COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCAS (MPa)					
	RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL (MPa)					
	ENSAYO BRASILEÑO (MPa)					
	ÍNDICE REBOTE SCHMIDT					

GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil.

Bº Iseca Vieja, 51. 39776 Liendo (Cantabria)

Tfno./Fax: 942 64 39 81



APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

Hoja 1
de 1

PETICIONARIO (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

FECHA DE TOMA: 10/03/2009

REALIZADO: TAMARA DEHENNE

INFORME Nº

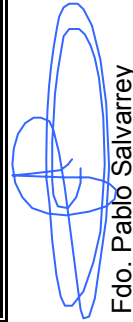
REVISADO: JUAN LUIS SUAREZ

E420309

PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS: -

OBSERVACIONES:

Ref. Muestra	Profundidad Extracción (m.)	Localización	Tipo	Características Físicas		Descripción de la muestra	Resistencia		Reacción en frío al ácido clorhídrico
				Color			Al corte sin drenaje TORVANE (kp/cm ²)	Micropenetrómetro SOILTTEST (kp/cm ²)	
4246	5,15-5,75	S1	MI	PARDO		ARCILLA LIMOSA	-	-	NULA
4247	7,60-8,20	S1	MI	GRIS OSCURO		ARCILLA LIMOSA CON ARENA	-	-	POSITIVA
4248	10,00-10,43	S1	SPT	GRIS OSCURO		ARCILLA ARENOSA CON GRAVA	-	-	POSITIVA
4249	12,50-12,80	S1	TP	NEGRO		CALIZA MARGOSA	-	-	POSITIVA
4250	5,10-5,70	S2	MI	PARDO		ARCILLA CON ARENA Y GRAVA	-	-	NULA
4251	8,10-8,70	S2	MI	NEGRO		ARCILLA LIMOSA CON ARENA	-	-	POSITIVA
4252	12,60-12,90	S2	TP	NEGRO		CALIZA MARGOSA	-	-	POSITIVA
4253	5,00-5,60	S3	MI	PARDO Y GRIS		ARCILLA CON ARENA Y GRAVA	-	-	NULA
4254	7,30-7,80	S3	MI	NEGRO		ARENA CON ARCILLA Y GRAVA	-	-	POSITIVA
4255	12,50-12,80	S3	TP	NEGRO		CALIZA MARGOSA	-	-	POSITIVA
4256	-	S3	A	AMARILLENTO		AGUA	-	-	-


Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio


Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4246 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	568,20
B	Gruesos sin lavar	0,00
C	Gruesos lavados	0,00
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	556,81
$F=B+E$	Muestra total seca	556,81
G	Fracción fina ensayada	54,08
$H=G \times f$	Fracción fina ensayada seca	53,00

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

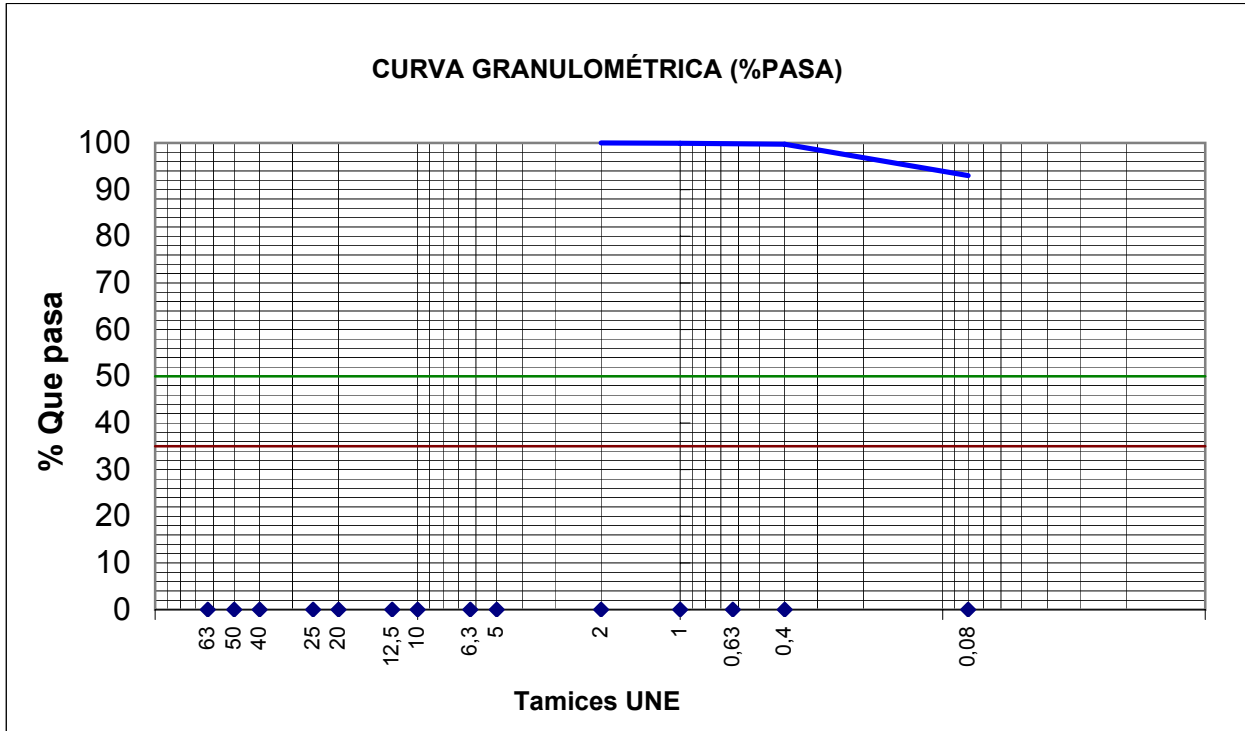
Humedad higroscópica		
$f=100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9800
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	2,04
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,61
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	92,31
$t+s$	Tara + suelo	91,70
t	Tara	61,87
s	Suelo	29,83

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					556,81	100	
63	2 1/2 "	63,5			556,81	100,0	
50	2 "	50,8			556,81	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			556,81	100,0	
25	1 "	25,4			556,81	100,0	
20	3/4 "	19,1			556,81	100,0	
12,5	1/2 "	12,7			556,81	100,0	
10	3/8 "	9,52			556,81	100,0	
6,3	1/4 "	6,30			556,81	100,0	
5	Nº 4	4,76			556,81	100,0	
2	Nº 10	2,00			556,81	100,0	
1	Nº 16	1,15	0,03	0,32	556,50	99,9	
0,6	Nº 30	0,59	0,06	0,63	555,87	99,8	
0,40	Nº 40	0,420	0,06	0,63	555,24	99,7	
0,08	Nº200	0,074	3,56	37,40	517,83	93,0	



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)**

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4246



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,8	99,7	93,0

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,0
ARENA	7,0	7,0
FINOS	93,0	93,0

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

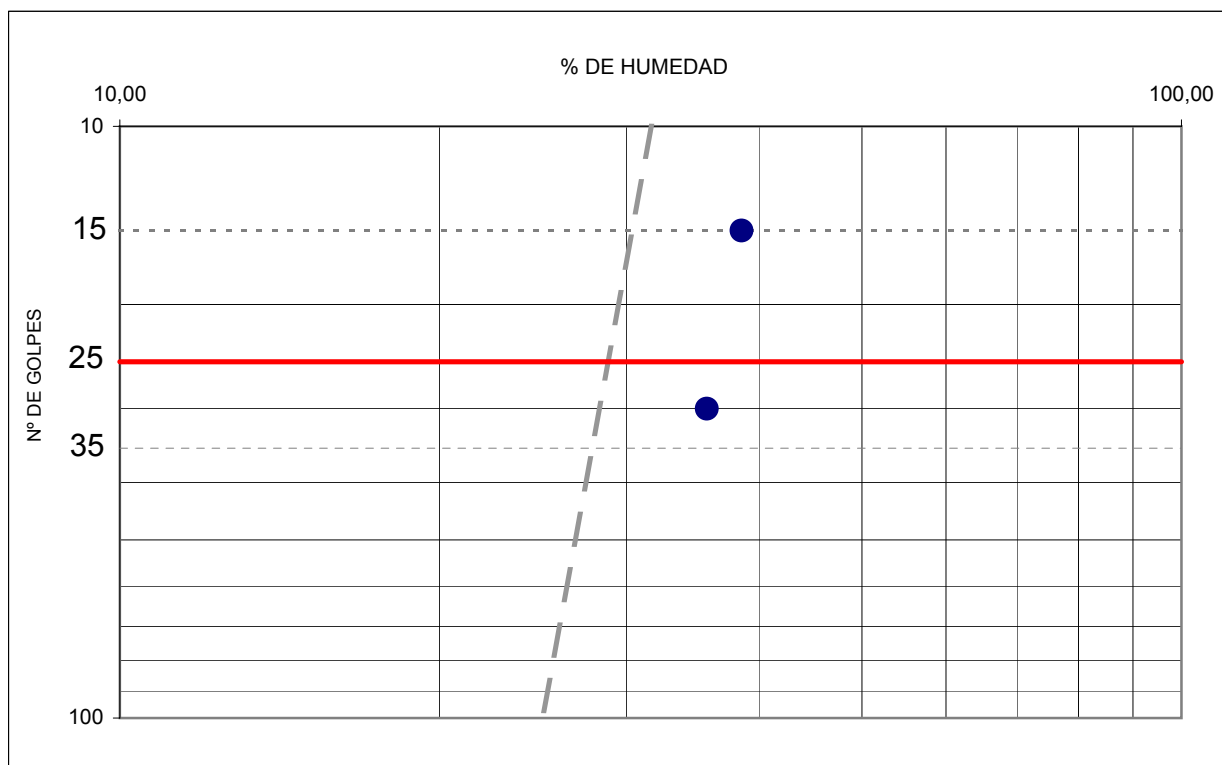
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

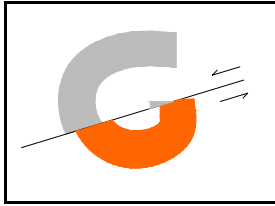


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4246 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	30	15	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	32,98	36,09	
t+s	Tara+suelo	30,29	32,23	
t	Tara	22,76	22,21	
s=(t+s)-t	Suelo	7,53	10,02	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,69	3,86	
w=100x a / s	Humedad (%)	35,72	38,52	36,7





DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
(UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO

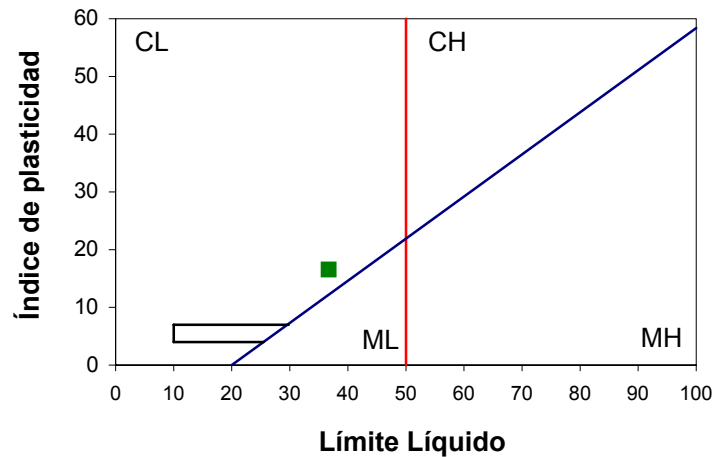
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4246

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	39,29	38,26		
t+s	Tara+suelo	36,30	35,59		
t	Tara	21,70	22,12		
s=(t+s)-t	Suelo	14,60	13,47		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,99	2,67		
w=100x a / s	Humedad (%)	20,48	19,82		20,2

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	93,0
LÍMITE LÍQUIDO, LL	36,7
LÍMITE PLÁSTICO, LP	20,2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	16,5
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)

REFERENCIA Nº: 4246

INFORME Nº : E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m

FECHA DE TOMA: 10/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	11,05
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	123,84
Tara+suelo	$t+s$	112,79
Tara	t	60,45
Suelo	s	52,34
% Humedad	$a/s \times 100$	21,1

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4246

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S1 MI 5,15-5,75 m

FECHA DE TOMA: 10/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	11,05
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	123,84
Tara+suelo	$t+s$	112,79
Tara	t	60,45
Suelo	s	52,34
% Humedad	$w = a/s \times 100$	21,11

Masa muestra	M_1 (g)	58,59
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	61,46
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	2,87
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	3,42
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	28,80
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	29,24
Densidad aparente, (g/cm ³)	$\rho = M_1 / V_2$	2,004
Densidad seca, (g/cm ³)	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	1,654

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4246

INFORME Nº

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m

FECHA TOMA DE MUESTRA: 10/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 28/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Peso de suelo seco ensayado (g)	
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	

PESO DE SUELO ANALIZADO M (kg)	0,05
TARA DEL CRISOL C (g)	37,4481
PESO DEL FILTRO CALCINADO F (g)	0,0000
C + F + PRECIPITADO (g)	37,4496
Peso precipitado = (C + F + PRECIPITADO) - (C + F)	0,0015
mg SO₄²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	12,348
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,001

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)		> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	12	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

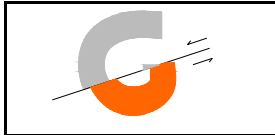
El suelo no es agresivo para el hormigón

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



REFERENCIA Nº: 4246 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

MUESTRA	M1	M2
M_i Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C_i Volumen de $KMnO_4$ gastado en la valoración	0,4	0,4
f Factor de normalidad del $KMnO_4$	1,000	1,000
$\% MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,17	0,17
% MO	0,17	

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico




GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

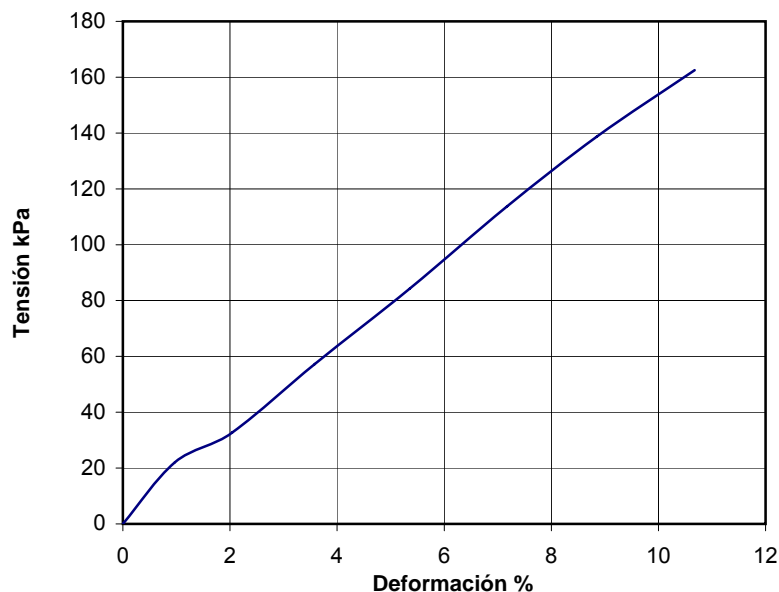
Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO
(UNE 103-400-93)

REFERENCIA Nº: 4246 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 5,15-5,75 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
DIÁMETRO	d (cm)	5,80	
LADO	m (cm)	-	
LADO	n (cm)	-	
ALTURA	h (cm)	12,00	
HUMEDAD	w (%)	23,87	
DENSIDAD APARENTE	γ_{ap} (g/cm ³)	2,053	
DENSIDAD SECA	γ_d (g/cm ³)	1,658	
RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE	qu (kPa)	162	
DEFORMACIÓN EN ROTURA	ϵ (%)	10,68	



OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4247 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 7,60-8,20 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	1000,50
B	Gruesos sin lavar	0,00
C	Gruesos lavados	0,00
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	983,96
$F= B+E$	Muestra total seca	983,96
G	Fracción fina ensayada	62,85
$H= G \times f$	Fracción fina ensayada seca	61,81

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

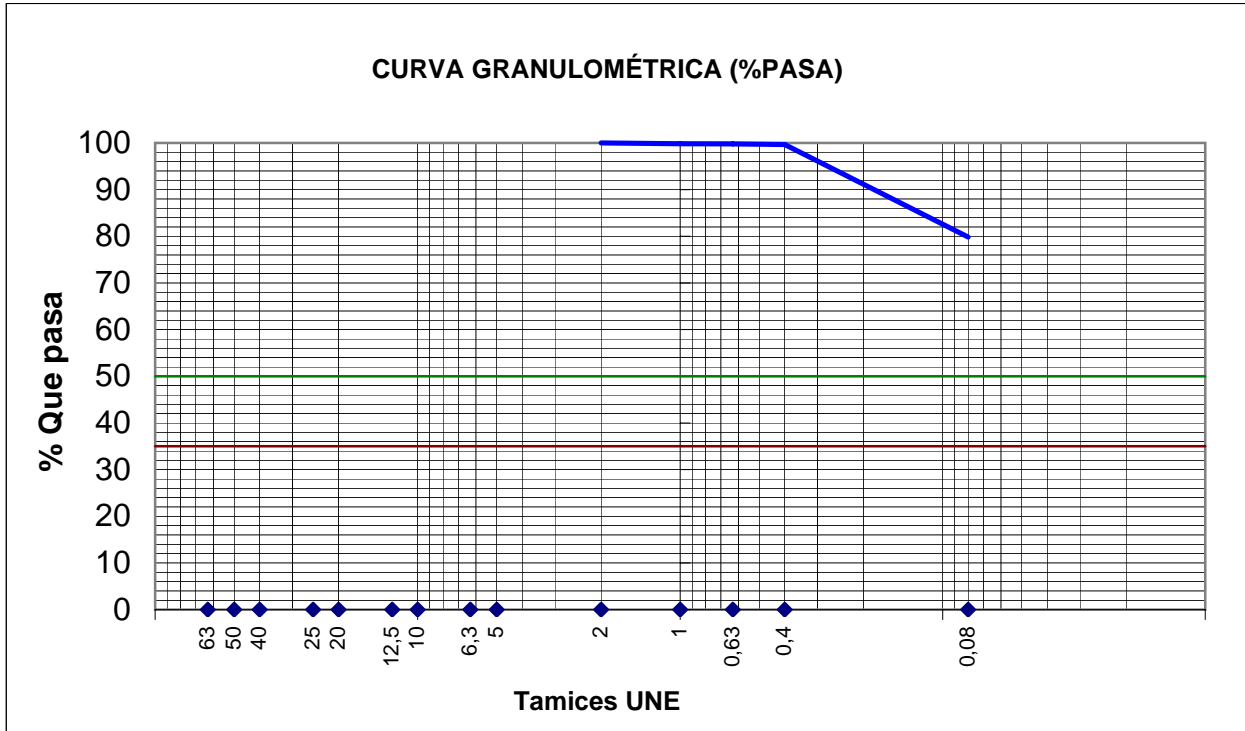
Humedad higroscópica		
$f= 100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9835
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,68
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,29
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	83,09
$t+s$	Tara + suelo	82,80
t	Tara	65,55
s	Suelo	17,25

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					983,96	100	
63	2 1/2 "	63,5			983,96	100,0	
50	2 "	50,8			983,96	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			983,96	100,0	
25	1 "	25,4			983,96	100,0	
20	3/4 "	19,1			983,96	100,0	
12,5	1/2 "	12,7			983,96	100,0	
10	3/8 "	9,52			983,96	100,0	
6,3	1/4 "	6,30			983,96	100,0	
5	Nº 4	4,76			983,96	100,0	
2	Nº 10	2,00			983,96	100,0	
1	Nº 16	1,15	0,10	1,59	982,37	99,8	
0,6	Nº 30	0,59	0,02	0,32	982,05	99,8	
0,40	Nº 40	0,420	0,10	1,59	980,46	99,6	
0,08	Nº200	0,074	12,25	195,01	785,45	79,8	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4247



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,8	99,6	79,8

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	0,0
ARENA	20,2	20,2
FINOS	79,8	79,8

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

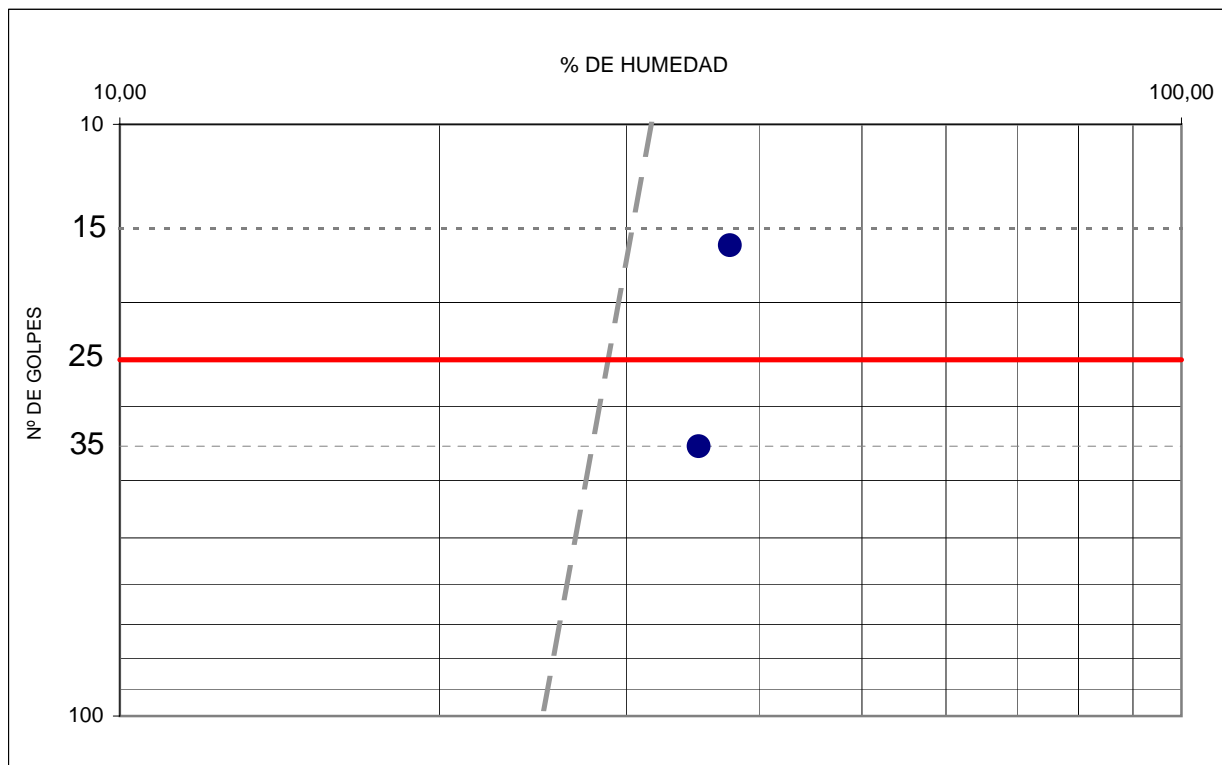
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

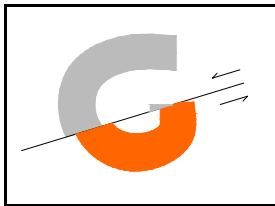


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4247 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 7,60-8,20 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	16	35	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	35,59	35,24	
t+s	Tara+suelo	31,97	31,79	
t	Tara	22,33	21,96	
s=(t+s)-t	Suelo	9,64	9,83	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,62	3,45	
w=100x a / s	Humedad (%)	37,55	35,10	36,4





**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

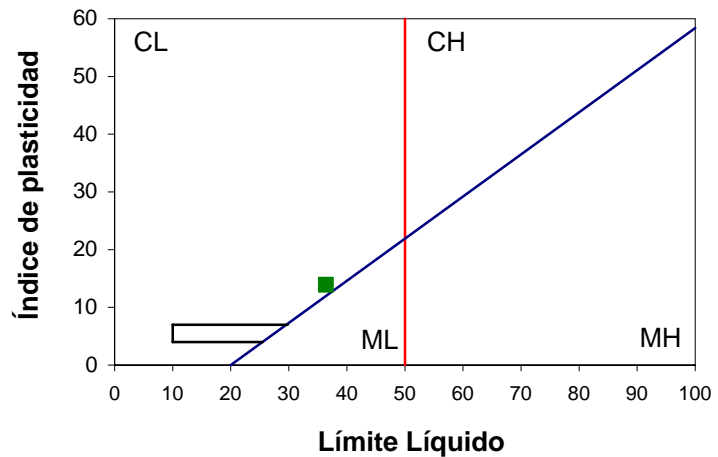
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4247

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	37,55	41,29		
t+s	Tara+suelo	34,89	37,76		
t	Tara	22,95	22,19		
s=(t+s)-t	Suelo	11,94	15,57		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,66	3,53		
w=100x a / s	Humedad (%)	22,28	22,67		22,5

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	79,8
LÍMITE LÍQUIDO, LL	36,4
LÍMITE PLÁSTICO, LP	22,5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	13,9
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES: _____


Fdo. Pablo Salvarrey
 Director del Laboratorio

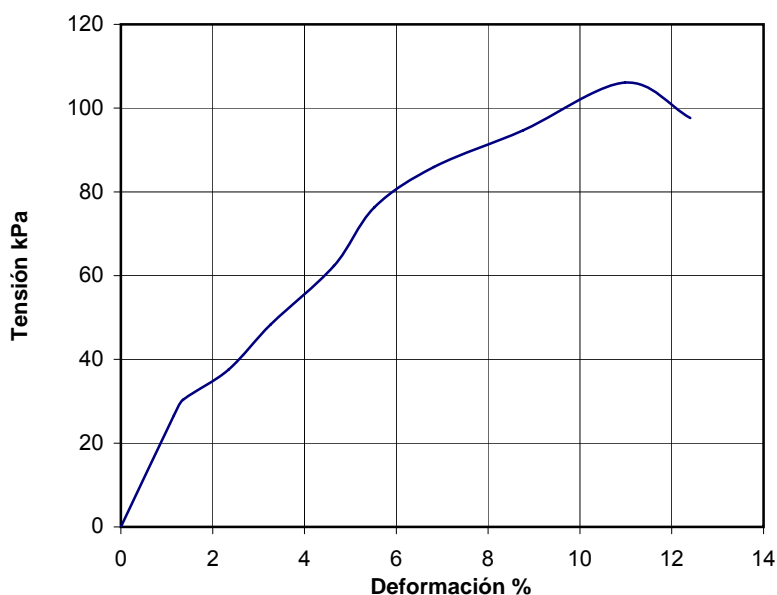
Fdo. Juan Luis Suárez
 Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



REFERENCIA Nº: 4247 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 7,60-8,20 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
DIÁMETRO	d (cm)	5,70	
LADO	m (cm)	-	
LADO	n (cm)	-	
ALTURA	h (cm)	11,80	
HUMEDAD	w (%)	35,83	
DENSIDAD APARENTE	γ_{ap} (g/cm ³)	2,010	
DENSIDAD SECA	γ_d (g/cm ³)	1,480	
RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE	qu (kPa)	106	
DEFORMACIÓN EN ROTURA	ϵ (%)	10,98	



OBSERVACIONES: se ha ensayado el tramo de mayor consistencia

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



REFERENCIA Nº: 4247 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 MI 7,60-8,20 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Altura del anillo h_0 (mm)	20	Diámetro interior del anillo (mm)	50
Sección (mm ²)	1962,5	Volumen interior del anillo (cm ³)	39,25

HUMEDAD INICIAL		
Tara+suelo+agua (t+s+a)		196,81
Tara+suelo (t+s)		175,18
Tara (t)		131,59
Agua $a = (t+s+a)-(t+s)$		21,63
Suelo $s = (t+s)-t$		43,59
% Humedad $h_i = (a/s) \times 100$		49,62

HUMEDAD FINAL		
Tara+suelo+agua (t+s+a)		192,54
Tara+suelo (t+s)		175,18
Tara (t)		131,59
Agua $a = (t+s+a)-(t+s)$		17,36
Suelo $s = (t+s)-s$		43,59
% Humedad $h_f = (a/s) \times 100$		39,83

Densidad seca inicial (g/cm ³)	$\gamma_d = s / V$	1,111
--	--------------------	-------

3 kPa	0 De deformación	10,53
-------	------------------	-------

CARGA			
5 kPa	10,498	150 kPa	8,540
10 kPa	10,380	300 kPa	7,520
20 kPa	10,170	600 kPa	6,550
40 kPa	9,720	1000 kPa	-
80 kPa	9,192	1500 kPa	-

DESCARGA			
1500 kPa	-	80 kPa	-
1000 kPa	-	40 kPa	7,020
600 kPa	-	20 kPa	-
300 kPa	-	10 kPa	7,330
150 kPa	6,740	5 kPa	-

I. de compresión, C_c	0,383
I. de entumecimiento, C_s	0,045

Módulo edo. secante, E_m (Mpa)	2,649
M. compresibilidad, m_v (Mpa ⁻¹)	0,378

$P_{\text{hinchamiento}}$	$(Q / S) \times 1000$ (kPa)	-
Grado saturación inicial (%)	$S_r = (W_0 G) / e_0$	98,84
Índice de poros inicial	$e_0 = (G / \gamma_d) - 1$	1,260

Densidad de partículas sólidas	G ; g/cm ³	2,51
--------------------------------	-------------------------	------

OBSERVACIONES: Los parámetros C_c , E_m y m_v se han determinado para el rango 150 - 300 Kpa; el índice de entumecimiento se ha determinado para el rango 600 kPa - 40 kPa

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006

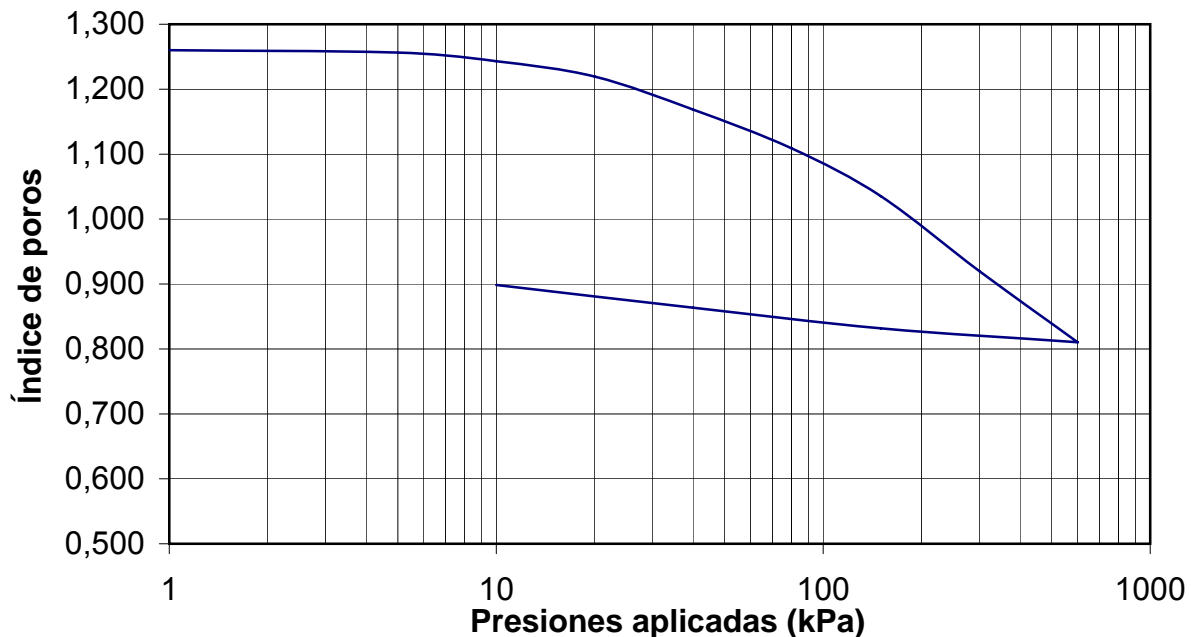


REFERENCIA Nº: 4247

Altura del sólido (mm)	$H_s = H_0 / (1 + e_0)$	8,85
------------------------	-------------------------	------

Escalones de carga (kPa)	Lecturas al final de cada escalón (mm)		Altura probeta al final de cada escalón (mm)	Índice de poros al final de cada escalón	Deformación unitaria, ϵ
1	H_0	0	20,000	1,260	0,000
5	0,032		19,968	1,256	0,003
10	0,118		19,850	1,243	0,013
20	0,210		19,640	1,219	0,032
40	0,450		19,190	1,169	0,073
80	0,528		18,662	1,109	0,120
150	0,652		18,010	1,035	0,178
300	1,020		16,990	0,920	0,270
600	0,970		16,020	0,810	0,357
150	-0,190		16,210	0,832	0,340
40	-0,280		16,490	0,863	0,315
10	-0,310		16,800	0,898	0,287

CURVA EDOMÉTRICA



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



REFERENCIA Nº: 4247

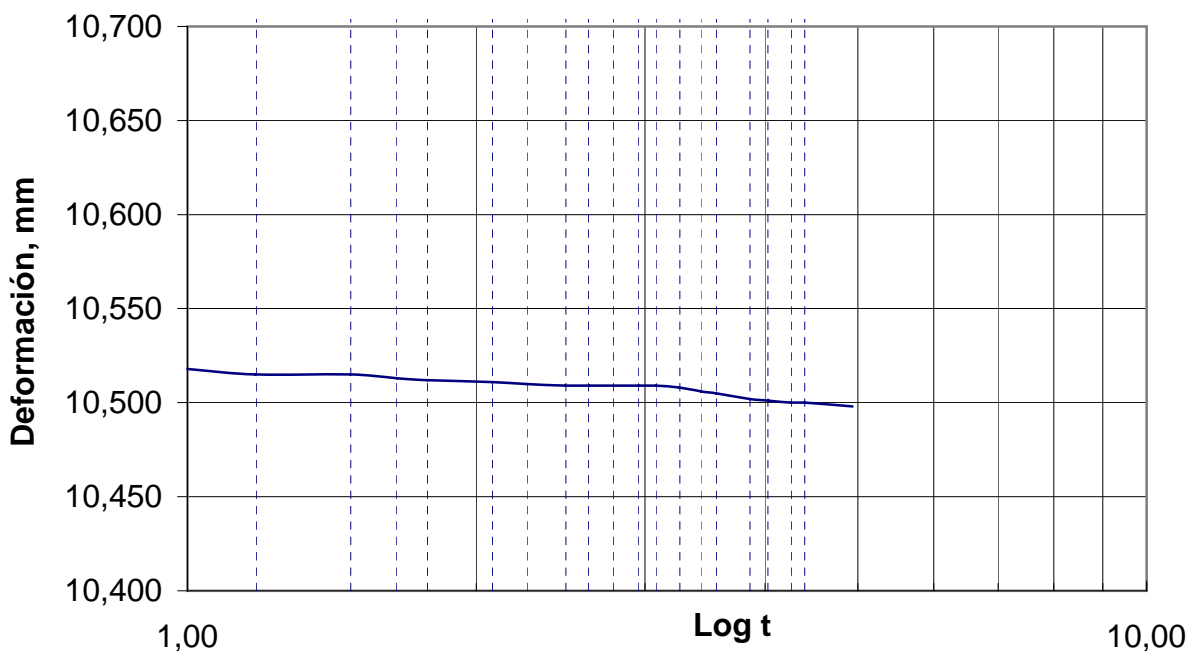
INFORME Nº:

E420309

CURVA DE CONSOLIDACIÓN PARA CADA ESCALÓN DE CARGA

Tiempo	Asiento, mm							
	5 kPa	10 kPa	20 kPa	40 kPa	80 kPa	150 kPa	300 kPa	600 kPa
10 s	10,518	10,468	10,330	10,050	9,550	9,030	8,250	7,310
15 s	10,515	10,467	10,320	10,040	9,530	9,010	8,220	7,240
30 s	10,515	10,465	10,310	10,020	9,505	8,970	8,160	7,205
45 s	10,513	10,458	10,300	10,000	9,485	8,940	8,125	7,152
1 m	10,512	10,450	10,298	9,990	9,472	8,928	8,095	7,125
2 m	10,511	10,447	10,283	9,962	9,439	8,882	8,025	7,055
3 m	10,510	10,445	10,279	9,949	9,420	8,860	7,982	7,010
5 m	10,509	10,442	10,270	9,932	9,399	8,830	7,940	6,979
7 m	10,509	10,435	10,265	9,920	9,380	8,810	7,912	6,920
10 m	10,509	10,430	10,260	9,909	9,365	8,790	7,885	6,889
15 m	10,509	10,428	10,253	9,899	9,357	8,770	7,853	6,850
20 m	10,509	10,425	10,250	9,890	9,340	8,750	7,829	6,830
30 m	10,508	10,422	10,242	9,878	9,320	8,730	7,800	6,800
45 m	10,506	10,420	10,235	9,860	9,305	8,708	7,765	6,765
1 h	10,505	10,419	10,230	9,850	9,285	8,672	7,747	6,745
2 h	10,502	10,415	10,219	9,805	9,272	8,650	7,689	6,690
3 h	10,501	10,409	10,210	9,795	9,240	8,642	7,650	6,660
5 h	10,500	10,400	10,192	9,765	9,220	8,595	7,625	6,610
7 h	10,500	10,390	10,180	9,750	9,208	8,560	7,592	6,578
24 h	10,498	10,380	10,170	9,720	9,192	8,540	7,520	6,550

Escalón: 5 KPa



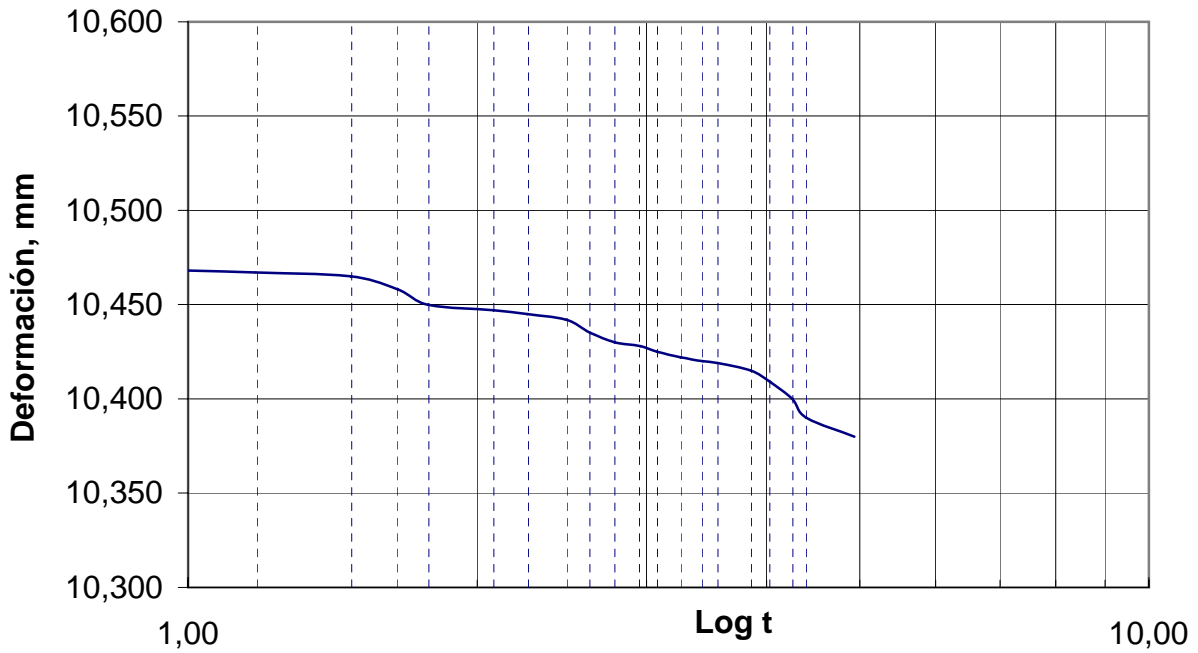


REFERENCIA Nº: 4247

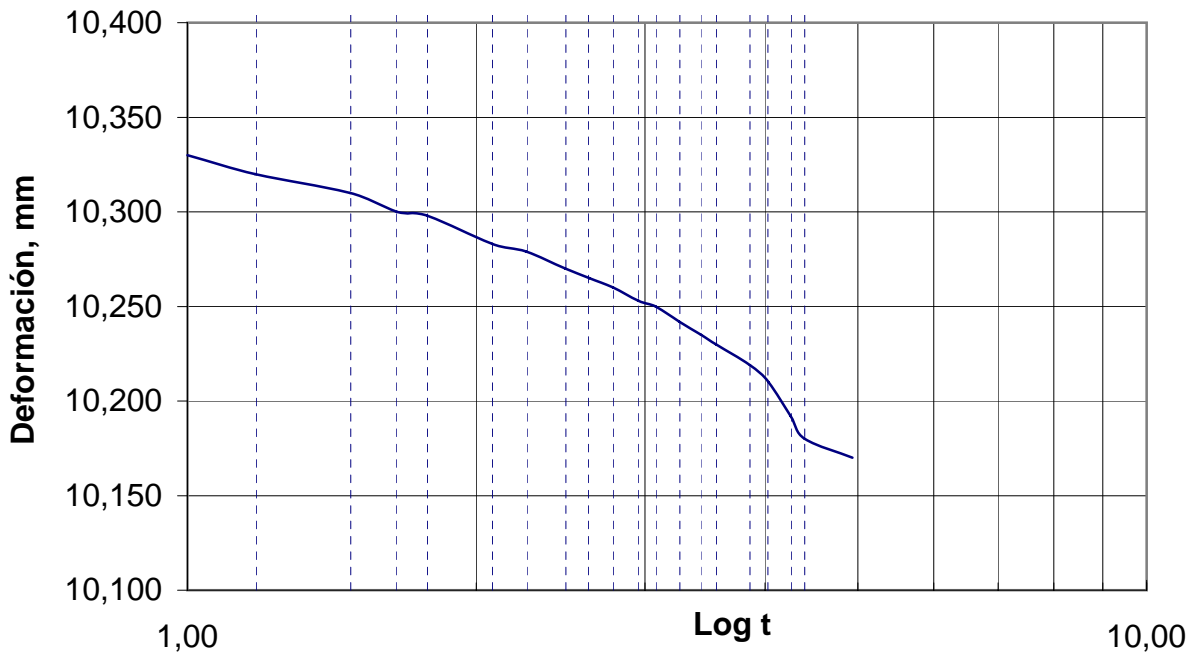
INFORME Nº:

E420309

Escalón: 10 KPa



Escalón: 20 KPa



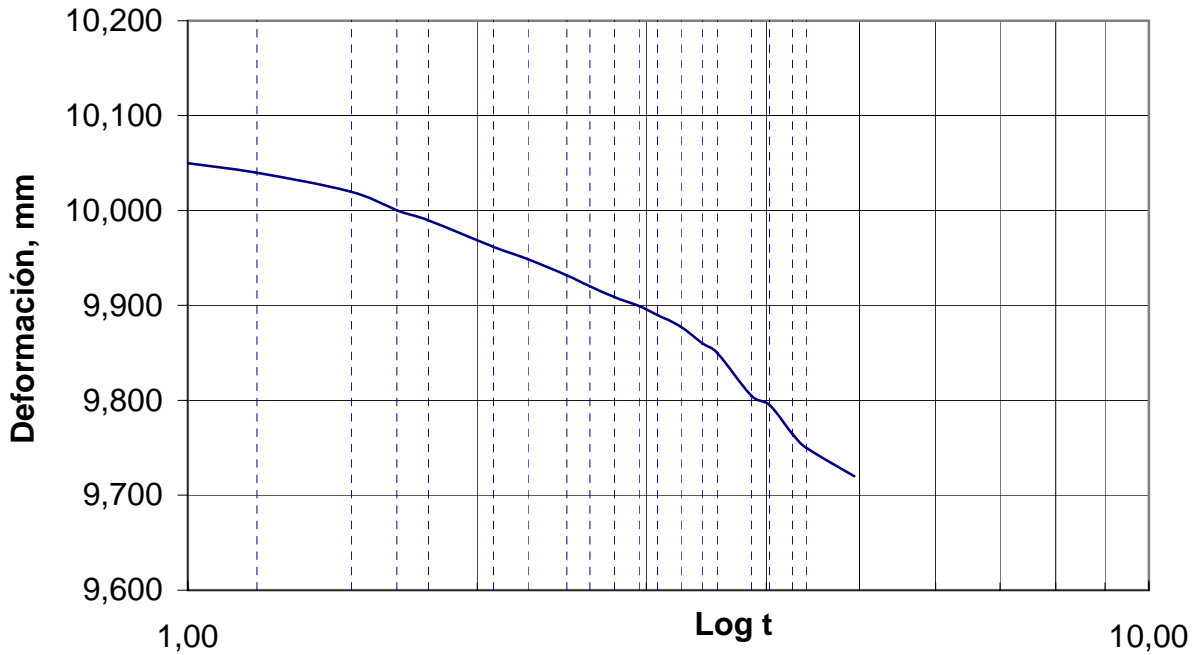


REFERENCIA Nº: 4247

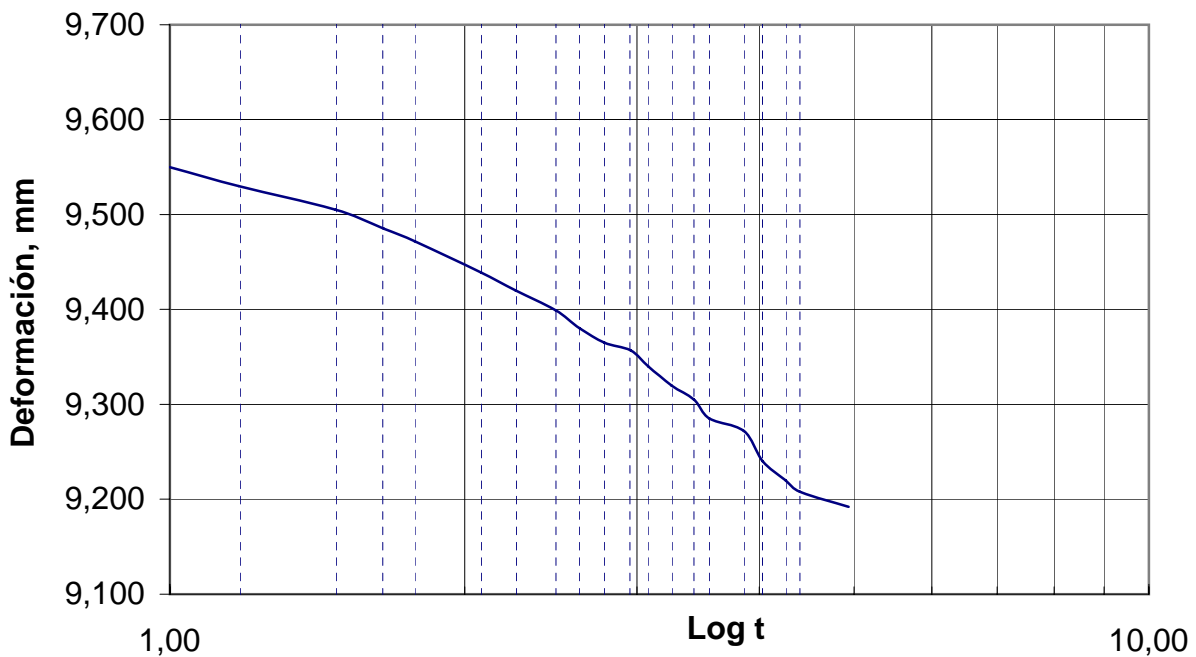
INFORME Nº:

E420309

Escalón: 40 KPa



Escalón: 80 KPa



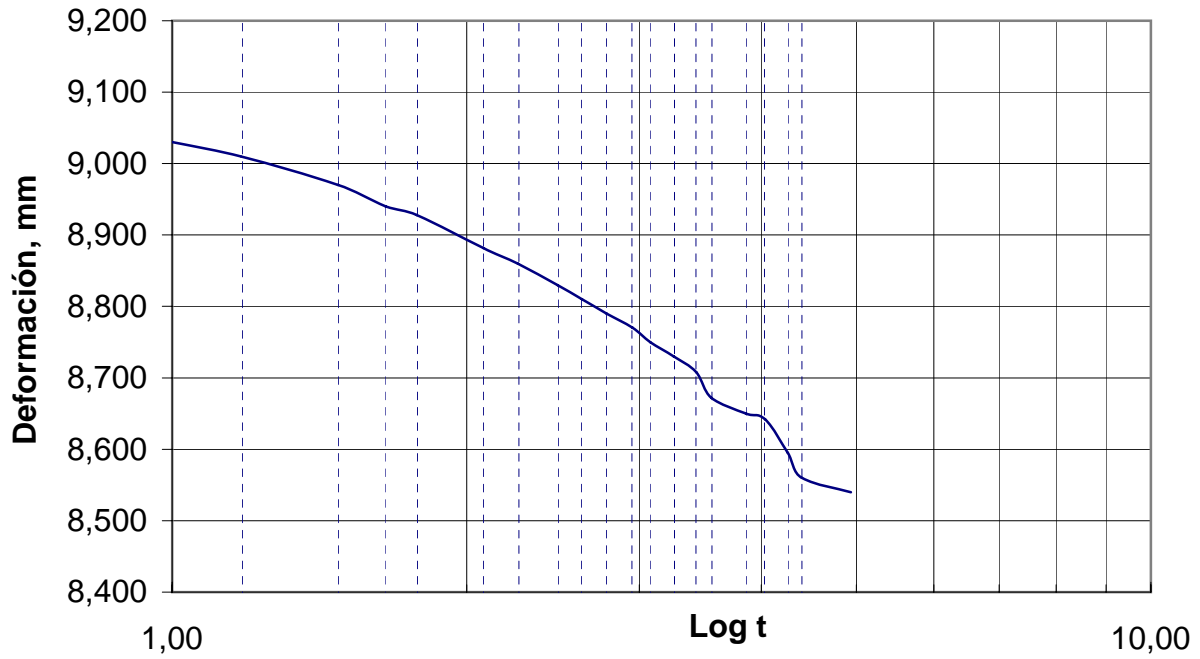


REFERENCIA Nº: 4247

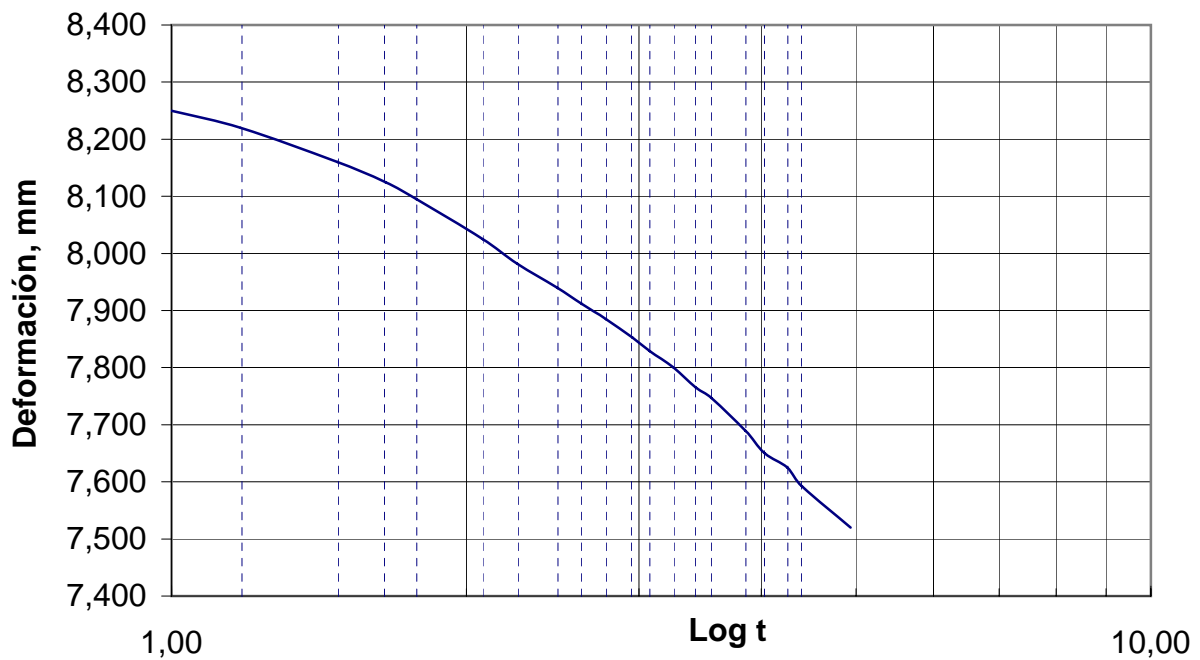
INFORME Nº:

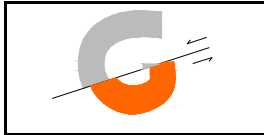
E420309

Escalón: 150 KPa



Escalón: 300 KPa



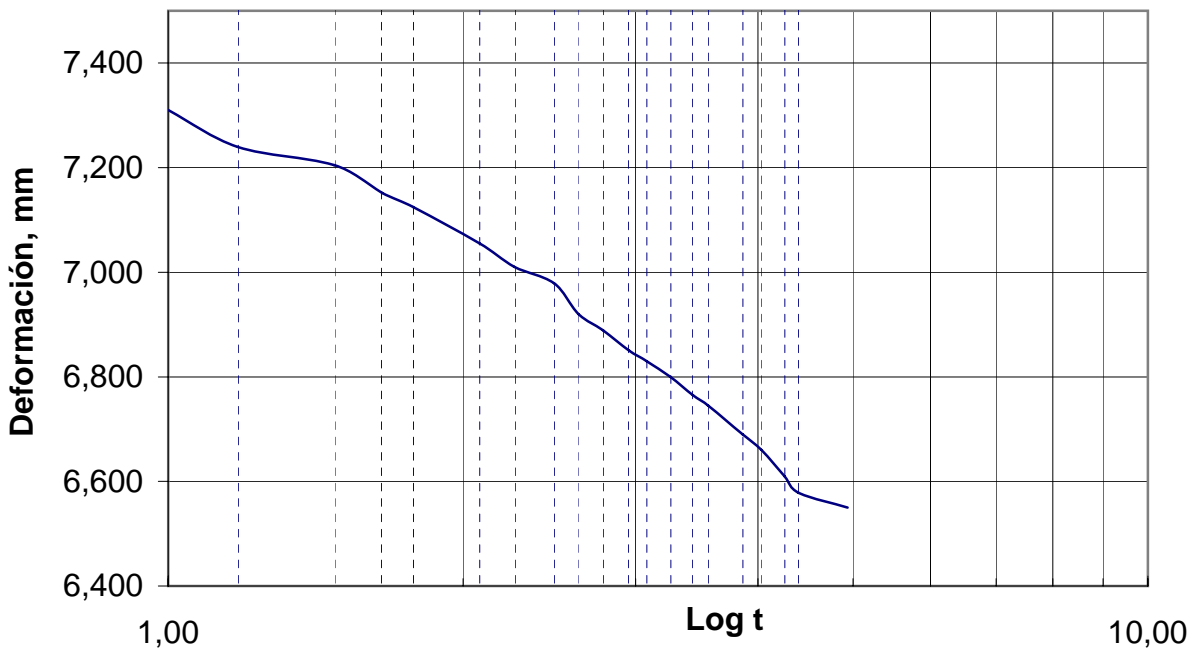


REFERENCIA Nº: 4247

INFORME Nº:

E420309

Escalón: 600 KPa



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4248 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 SPT 10,00-10,43 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	1472,40
B	Gruesos sin lavar	214,41
C	Gruesos lavados	43,57
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	1237,81
$F= B+E$	Muestra total seca	1452,22
G	Fracción fina ensayada	60,42
$H= G \times f$	Fracción fina ensayada seca	59,45

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

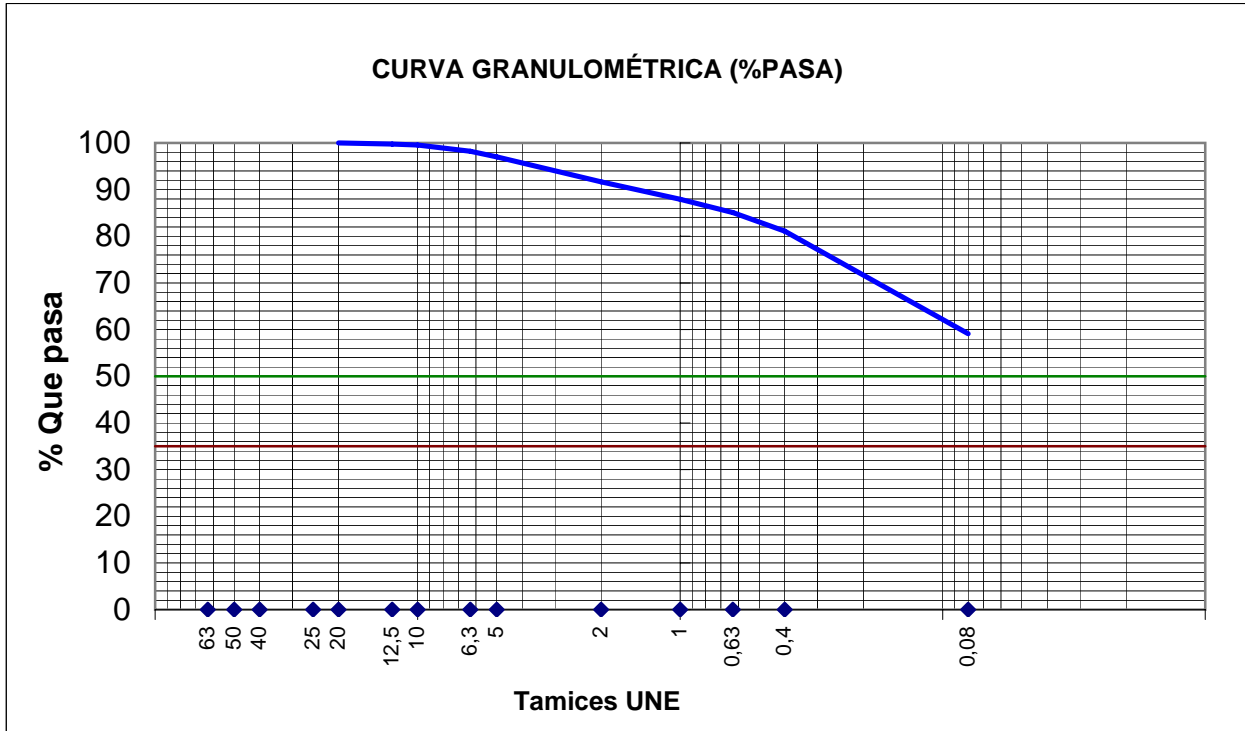
Humedad higroscópica		
$f= 100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9840
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,63
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,67
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	112,49
$t+s$	Tara + suelo	111,82
t	Tara	70,72
s	Suelo	41,10

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					1452,22	100	
63	2 1/2 "	63,5			1.452,22	100,0	
50	2 "	50,8			1.452,22	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			1.452,22	100,0	
25	1 "	25,4			1.452,22	100,0	
20	3/4 "	19,1			1.452,22	100,0	
12,5	1/2 "	12,7		3,44	1.448,78	99,8	
10	3/8 "	9,52		3,18	1.445,60	99,5	
6,3	1/4 "	6,30		19,37	1.426,23	98,2	
5	Nº 4	4,76		17,58	1.408,65	97,0	
2	Nº 10	2,00	3,72	77,45	1.331,20	91,7	
1	Nº 16	1,15	2,61	54,34	1.276,86	87,9	
0,6	Nº 30	0,59	1,98	41,23	1.235,63	85,1	
0,40	Nº 40	0,420	2,77	57,67	1.177,96	81,1	
0,08	Nº200	0,074	15,34	319,39	858,57	59,1	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4248



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,5	98,2	97,0	91,7	87,9	85,1	81,1	59,1

%	SUCS	CTE
GRAVA	3,0	8,3
ARENA	37,9	32,5
FINOS	59,1	59,1

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

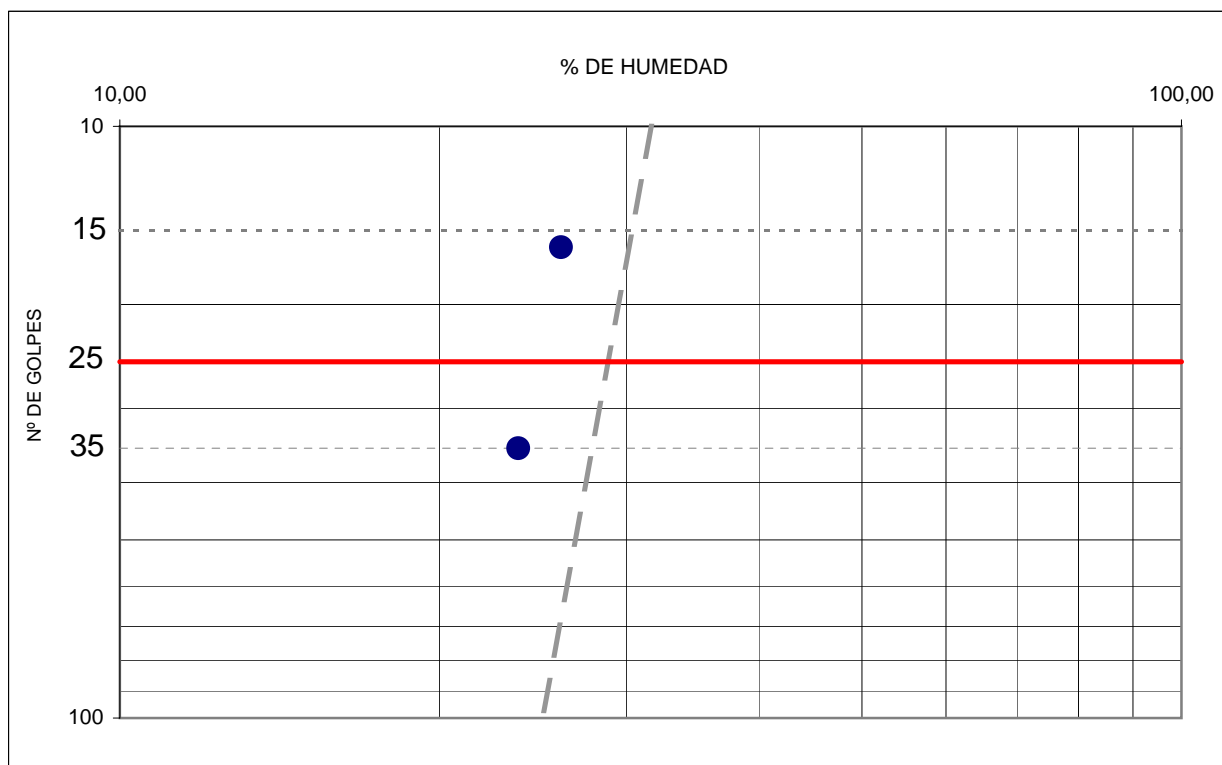
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

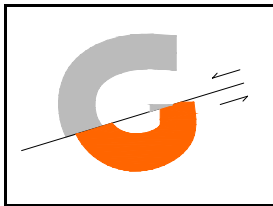


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4248 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 SPT 10,00-10,43 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	16	35	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	34,66	38,02	
t+s	Tara+suelo	32,08	35,02	
t	Tara	22,17	22,38	
s=(t+s)-t	Suelo	9,91	12,64	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,58	3,00	
w=100x a / s	Humedad (%)	26,03	23,73	24,9





**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

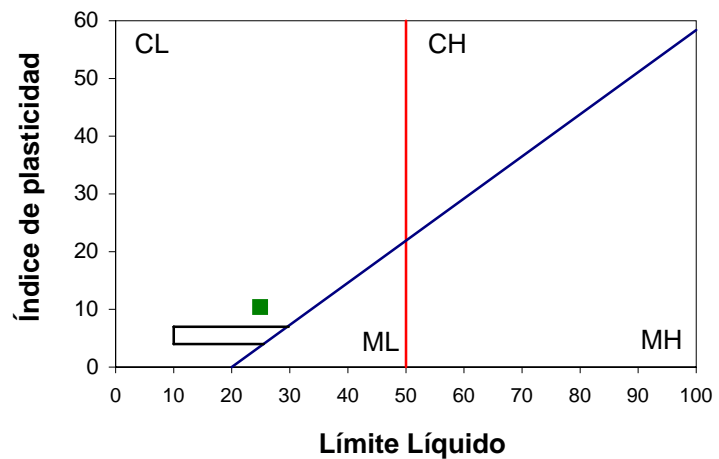
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4248

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	37,59	43,82		
t+s	Tara+suelo	35,51	41,18		
t	Tara	21,34	22,74		
s=(t+s)-t	Suelo	14,17	18,44		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,08	2,64		
w=100x a / s	Humedad (%)	14,68	14,32		14,5

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	3,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	59,1
LÍMITE LÍQUIDO, LL	24,9
LÍMITE PLÁSTICO, LP	14,5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	10,4
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES: _____

Fdo. Pablo Salvarrey
 Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
 Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra	Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)	

REFERENCIA Nº: 4249 **INFORME Nº :** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 TP1 12,50-12,80 m
FECHA DE TOMA: 10/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:**
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil /

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	1,49
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	285,61
Tara+suelo	$t+s$	284,12
Tara	t	65,41
Suelo	s	218,71
% Humedad	$a/s \times 100$	0,7

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4249

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S1 TP1 12,50-12,80 m

FECHA DE TOMA: 10/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	1,49
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	285,61
Tara+suelo	$t+s$	284,12
Tara	t	65,41
Suelo	s	218,71
% Humedad	$w = a/s \times 100$	0,68

Masa muestra	M_1 (g)	48,62
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	50,16
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	1,54
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	1,83
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	31,10
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	17,23
Densidad húmeda	$\rho = M_1 / V_2$	2,822
Densidad seca	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	2,803

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22 950-1:90)

REFERENCIA Nº: 4249

INFORME Nº:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S1 TP1 12,50-12,80 m

FECHA DE TOMA: 10/03/2009



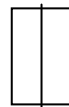
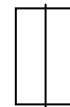
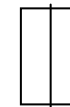
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009

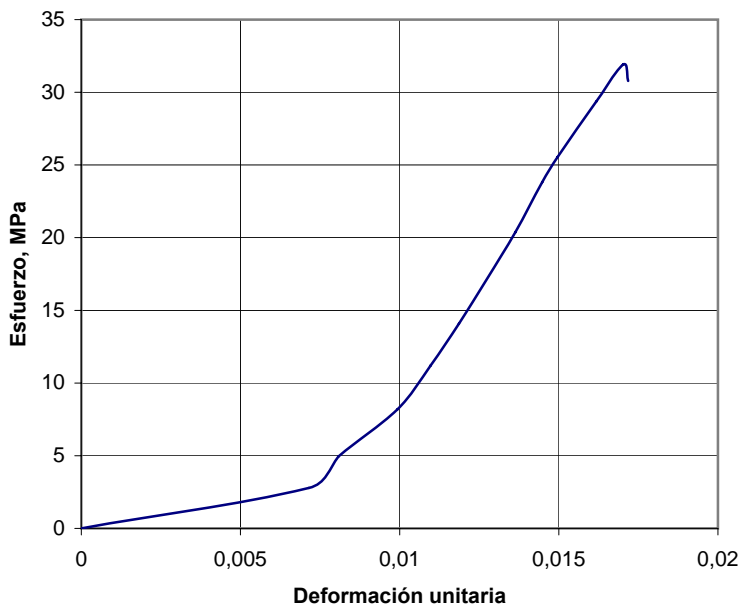
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Nº probetas ensayadas de la muestra	1	2	3	4	5
Diámetro de la probeta D (cm)	7,00				
Altura de la probeta L (cm)	17,40				
Carga de rotura P (Kg)	12524				
Humedad (%)	0,7				
Densidad aparente (g/cm ³)	2,83				
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = 10,2 * P / (\pi D^2 / 4)$, MPa	31,90				
Forma de rotura					



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES:

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4250 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	1200,50
B	Gruesos sin lavar	185,28
C	Gruesos lavados	133,49
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	997,70
$F=B+E$	Muestra total seca	1182,98
G	Fracción fina ensayada	69,29
$H=G \times f$	Fracción fina ensayada seca	68,09

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

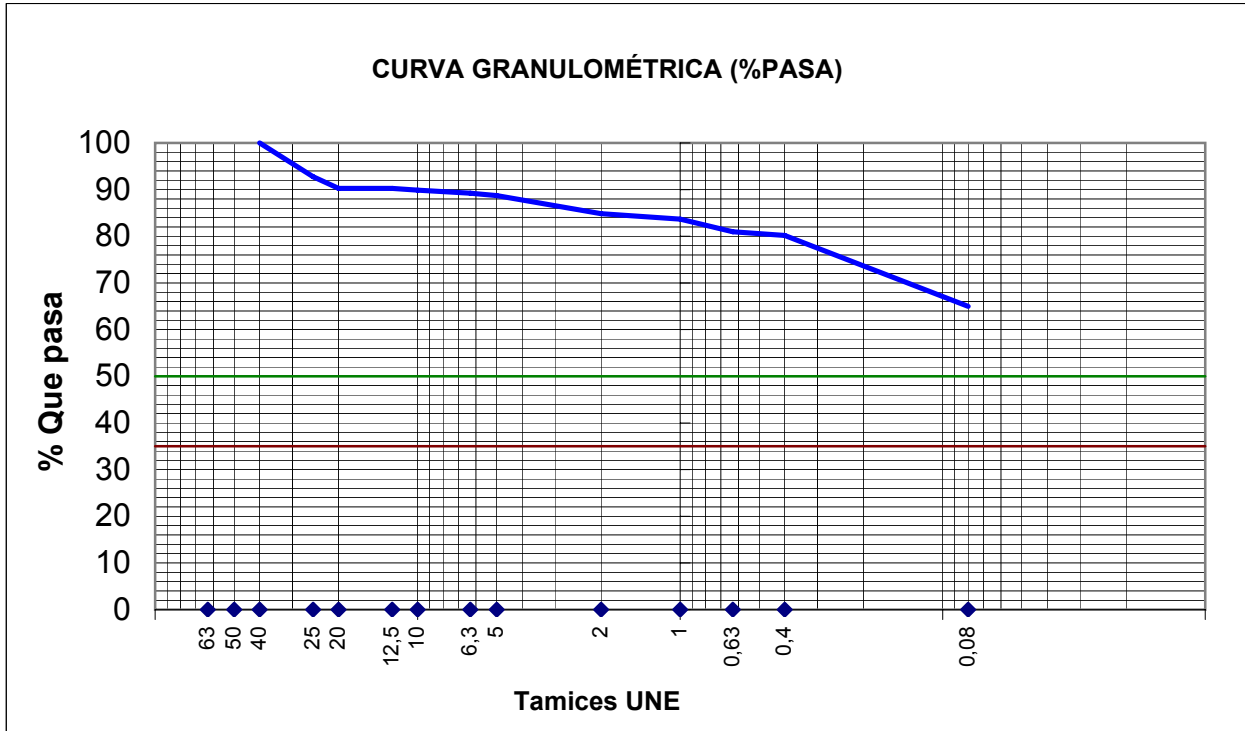
Humedad higroscópica		
$f=100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9827
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,76
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,30
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	66,83
$t+s$	Tara + suelo	66,53
t	Tara	49,45
s	Suelo	17,08

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					1182,98	100	
63	2 1/2 "	63,5			1.182,98	100,0	
50	2 "	50,8			1.182,98	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			1.182,98	100,0	
25	1 "	25,4		85,40	1.097,58	92,8	
20	3/4 "	19,1		29,86	1.067,72	90,3	
12,5	1/2 "	12,7		0,00	1.067,72	90,3	
10	3/8 "	9,52		4,54	1.063,18	89,9	
6,3	1/4 "	6,30		7,49	1.055,69	89,2	
5	Nº 4	4,76		6,20	1.049,49	88,7	
2	Nº 10	2,00	3,12	45,71	1.003,77	84,9	
1	Nº 16	1,15	0,95	13,92	989,85	83,7	
0,6	Nº 30	0,59	2,18	31,94	957,91	81,0	
0,40	Nº 40	0,420	0,63	9,23	948,68	80,2	
0,08	Nº200	0,074	12,28	179,92	768,76	65,0	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4250



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	92,8	90,3	90,3	89,9	89,2	88,7	84,9	83,7	81,0	80,2	65,0

%	SUCS	CTE
GRAVA	11,3	15,1
ARENA	23,7	19,9
FINOS	65,0	65,0

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

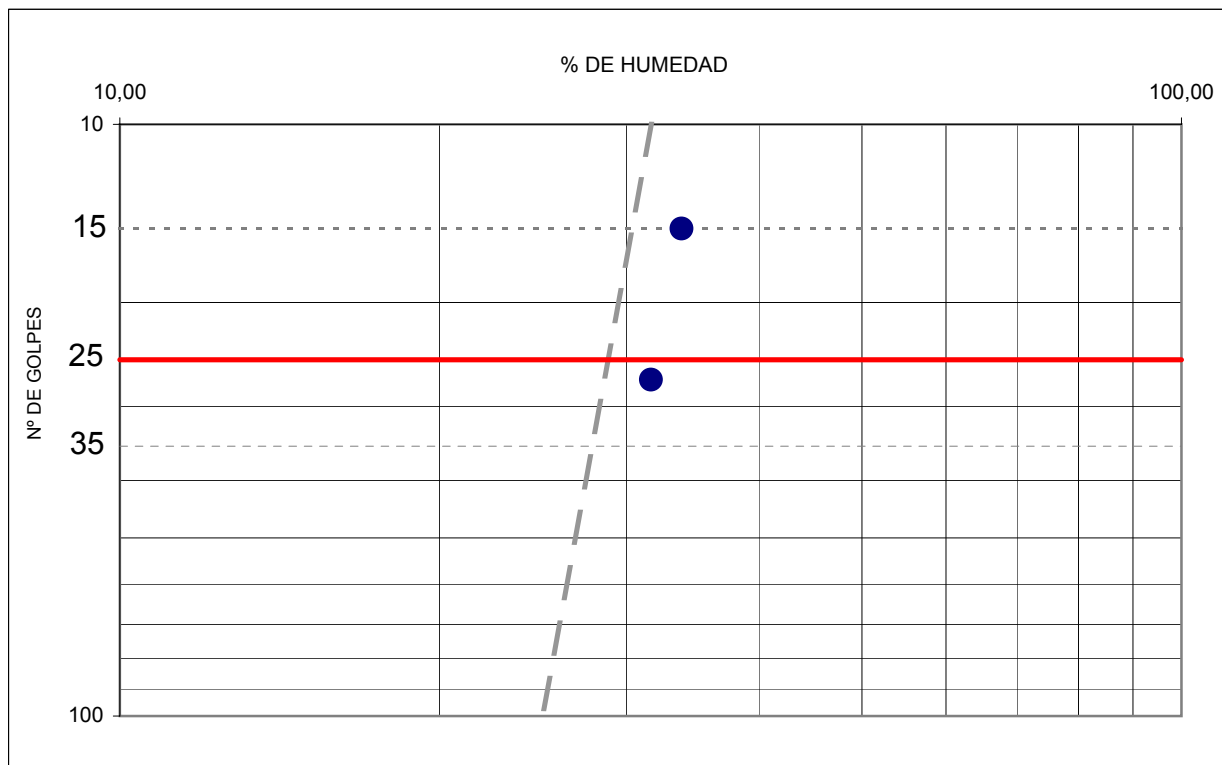
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

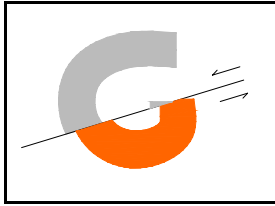


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4250 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	15	27	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	36,40	36,94	
t+s	Tara+suelo	32,88	33,39	
t	Tara	22,47	22,17	
s=(t+s)-t	Suelo	10,41	11,22	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,52	3,55	
w=100x a / s	Humedad (%)	33,81	31,64	32,0





**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

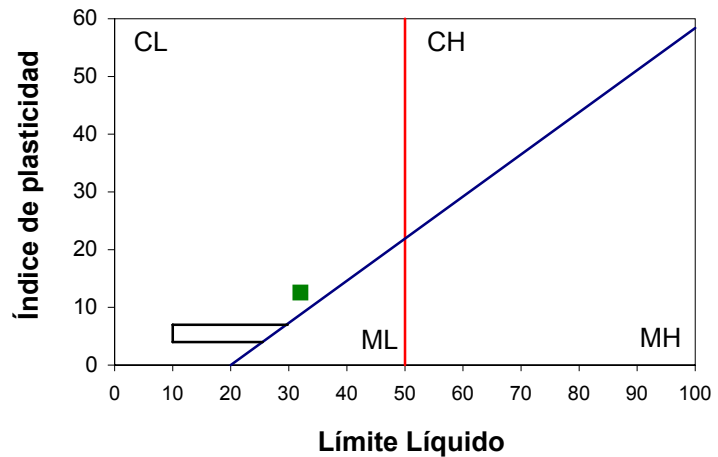
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4250

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	40,04	40,92		
t+s	Tara+suelo	37,25	37,87		
t	Tara	23,20	21,83		
s=(t+s)-t	Suelo	14,05	16,04		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,79	3,05		
w=100x a / s	Humedad (%)	19,86	19,01		19,4

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	11,3
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	65,0
LÍMITE LÍQUIDO, LL	32,0
LÍMITE PLÁSTICO, LP	19,4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	12,6
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES: _____

Fdo. Pablo Salvarrey
 Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
 Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra	Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)	

REFERENCIA Nº: 4250 INFORME Nº : E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	14,12
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	133,11
Tara+suelo	$t+s$	118,99
Tara	t	62,35
Suelo	s	56,64
% Humedad	$a/s \times 100$	24,9

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la
Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4250

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S2 MI 5,10-5,70 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	14,12
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	133,11
Tara+suelo	$t+s$	118,99
Tara	t	62,35
Suelo	s	56,64
% Humedad	$w = a/s \times 100$	24,93

Masa muestra	M_1 (g)	69,11
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	72,04
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	2,93
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	3,49
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	33,80
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	34,75
Densidad aparente, (g/cm³)	$\rho = M_1 / V_2$	1,989
Densidad seca, (g/cm³)	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	1,592

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4250

INFORME Nº

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m

FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 28/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Peso de suelo seco ensayado (g)	
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	

PESO DE SUELO ANALIZADO M (kg)	0,05
TARA DEL CRISOL C (g)	77,5729
PESO DEL FILTRO CALCINADO F (g)	0,0000
C + F + PRECIPITADO (g)	77,5801
Peso precipitado = (C + F + PRECIPITADO) - (C + F)	0,0072
mg SO₄²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	59,2704
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,006

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)		> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	59	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

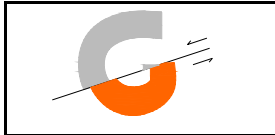
El suelo no es agresivo para el hormigón

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



REFERENCIA N°: 4250

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

MUESTRA	M1	M2
M_i Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C_i Volumen de $KMnO_4$ gastado en la valoración	0,6	0,5
f Factor de normalidad del $KMnO_4$	1,000	1,000
$\% MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,25	0,21
% MO	0,23	

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico




GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

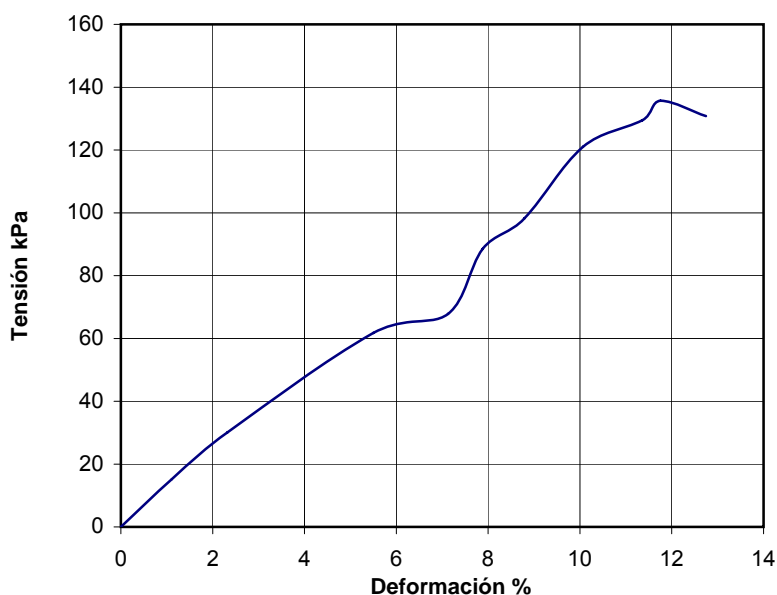
Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO
(UNE 103-400-93)

REFERENCIA Nº: 4250 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 5,10-5,70 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA
DIÁMETRO	d (cm)	5,70	
LADO	m (cm)	-	
LADO	n (cm)	-	
ALTURA	h (cm)	12,10	
HUMEDAD	w (%)	24,69	
DENSIDAD APARENTE	γ_{ap} (g/cm ³)	2,187	
DENSIDAD SECA	γ_d (g/cm ³)	1,754	
RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE	qu (kPa)	136	
DEFORMACIÓN EN ROTURA	ϵ (%)	11,75	



OBSERVACIONES: muestra heterogénea con gravas angulosas de arenisca ferruginosa

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4251 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 8,10-8,70 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	2436,20
B	Gruesos sin lavar	0,00
C	Gruesos lavados	0,00
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	2403,11
$F= B+E$	Muestra total seca	2403,11
G	Fracción fina ensayada	50,61
$H= G \times f$	Fracción fina ensayada seca	49,92

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

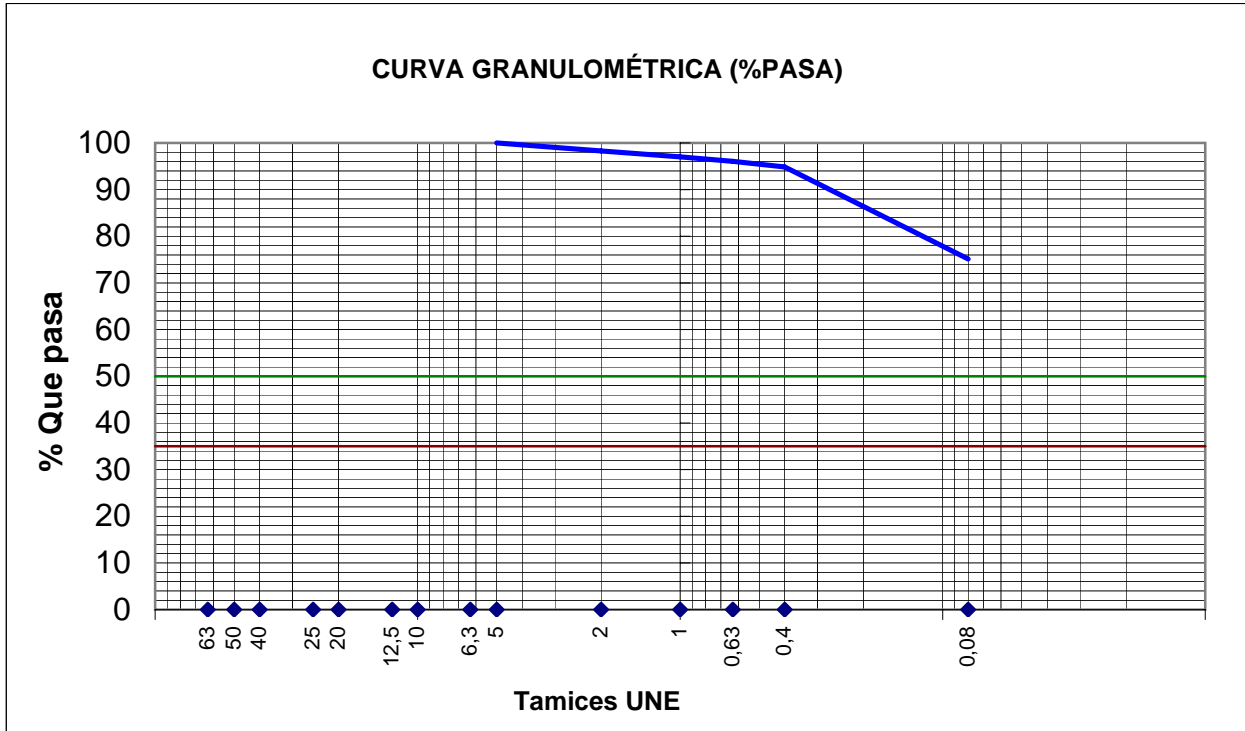
Humedad higroscópica		
$f= 100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9864
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,38
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,43
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	90,68
$t+s$	Tara + suelo	90,25
t	Tara	59,02
s	Suelo	31,23

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					2403,11	100	
63	2 1/2 "	63,5			2.403,11	100,0	
50	2 "	50,8			2.403,11	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			2.403,11	100,0	
25	1 "	25,4			2.403,11	100,0	
20	3/4 "	19,1			2.403,11	100,0	
12,5	1/2 "	12,7			2.403,11	100,0	
10	3/8 "	9,52			2.403,11	100,0	
6,3	1/4 "	6,30			2.403,11	100,0	
5	Nº 4	4,76			2.403,11	100,0	
2	Nº 10	2,00	0,85	40,92	2.362,20	98,3	
1	Nº 16	1,15	0,64	30,81	2.331,39	97,0	
0,6	Nº 30	0,59	0,48	23,11	2.308,28	96,1	
0,40	Nº 40	0,420	0,60	28,88	2.279,40	94,9	
0,08	Nº200	0,074	9,85	474,15	1.805,25	75,1	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4251



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	97,0	96,1	94,9	75,1

%	SUCS	CTE
GRAVA	0,0	1,7
ARENA	24,9	23,2
FINOS	75,1	75,1

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

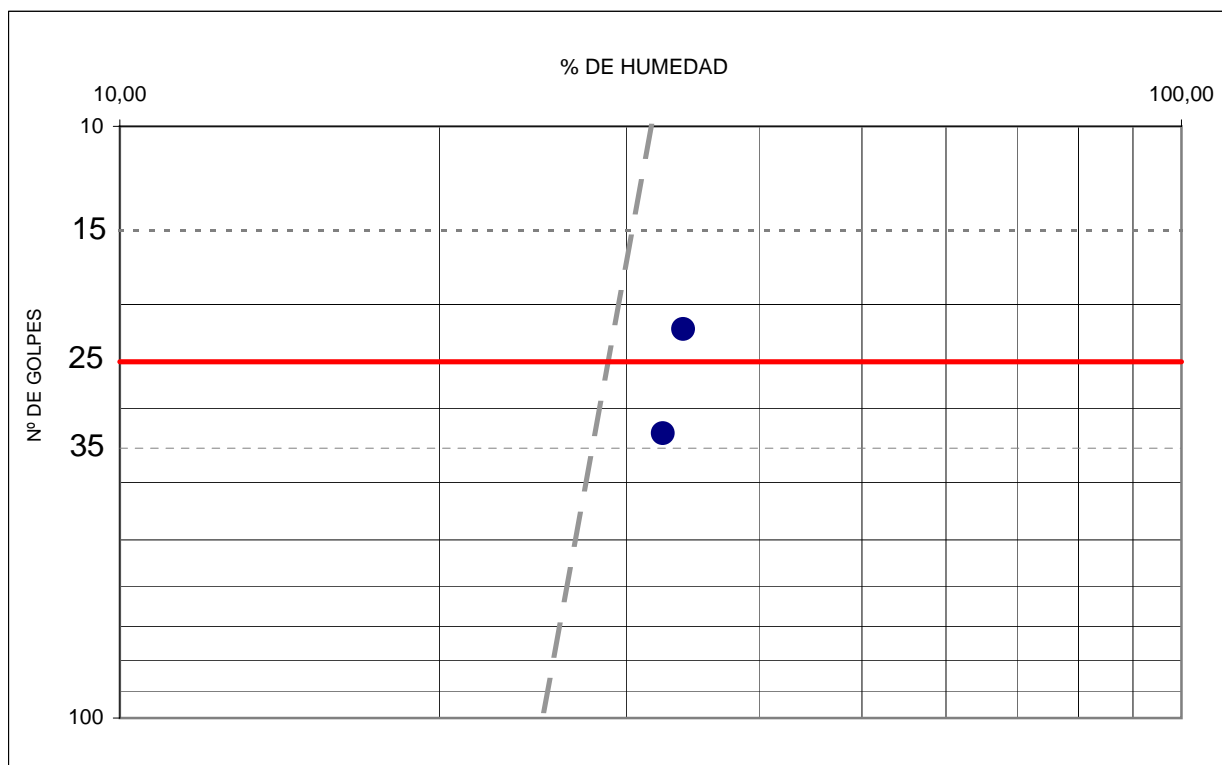
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

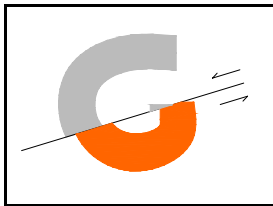


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4251 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 MI 8,10-8,70 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	22	33	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	34,92	36,26	
t+s	Tara+suelo	31,92	33,01	
t	Tara	23,08	23,00	
s=(t+s)-t	Suelo	8,84	10,01	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,00	3,25	
w=100x a / s	Humedad (%)	33,94	32,47	33,5





DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
(UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4251

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	34,52	35,27		
t+s	Tara+suelo	32,55	33,29		
t	Tara	22,25	22,40		
s=(t+s)-t	Suelo	10,30	10,89		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1,97	1,98		
w=100x a / s	Humedad (%)	19,13	18,18		18,7

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	0,0
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	75,1
LÍMITE LÍQUIDO, LL	33,5
LÍMITE PLÁSTICO, LP	18,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	14,8
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA Nº: 4252

INFORME Nº:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S2 TP1 12,60-12,90 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	0,93
Tara+suelo+agua	t+s+a	198,42
Tara+suelo	t+s	197,49
Tara	t	71,12
Suelo	s	126,37
% Humedad	$w = a/s \times 100$	0,74

Masa muestra	M_1 (g)	57,68
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	60,16
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	2,48
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	2,95
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	36,50
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	20,71
Densidad húmeda	$\rho = M_1 / V_2$	2,785
Densidad seca	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	2,765

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22 950-1:90)

REFERENCIA N°: 4252

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S2 TP1 12,60-12,90 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009



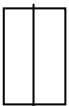
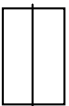

FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009

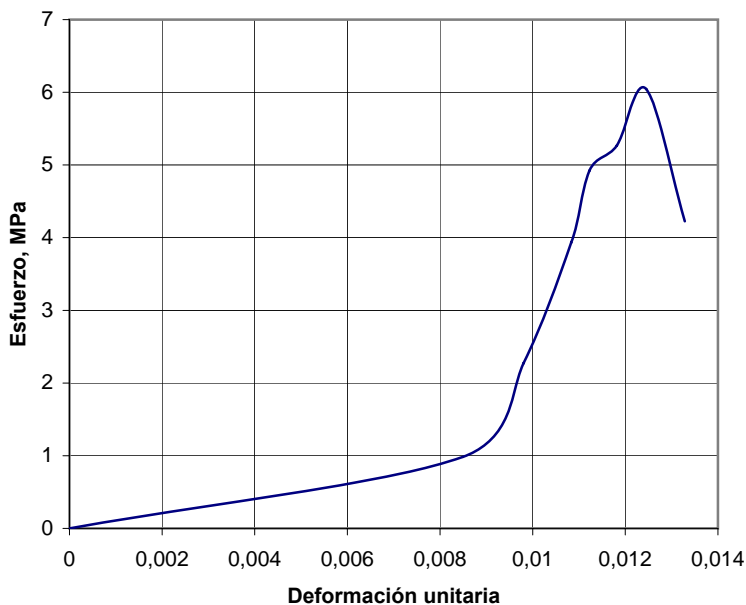
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Nº probetas ensayadas de la muestra	1	2	3	4	5
Diámetro de la probeta D (cm)	7,00				
Altura de la probeta L (cm)	17,70				
Carga de rotura P (Kg)	2373				
Humedad (%)	0,6				
Densidad aparente (g/cm ³)	2,78				
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = 10,2 \cdot P / (\pi D^2 / 4)$, MPa	6,05				
Forma de rotura					



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES: rotura anómala por grieta preexistente

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4253 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	1215,60
B	Gruesos sin lavar	149,31
C	Gruesos lavados	17,40
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	1045,98
$F=B+E$	Muestra total seca	1195,29
G	Fracción fina ensayada	67,15
$H=G \times f$	Fracción fina ensayada seca	65,87

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

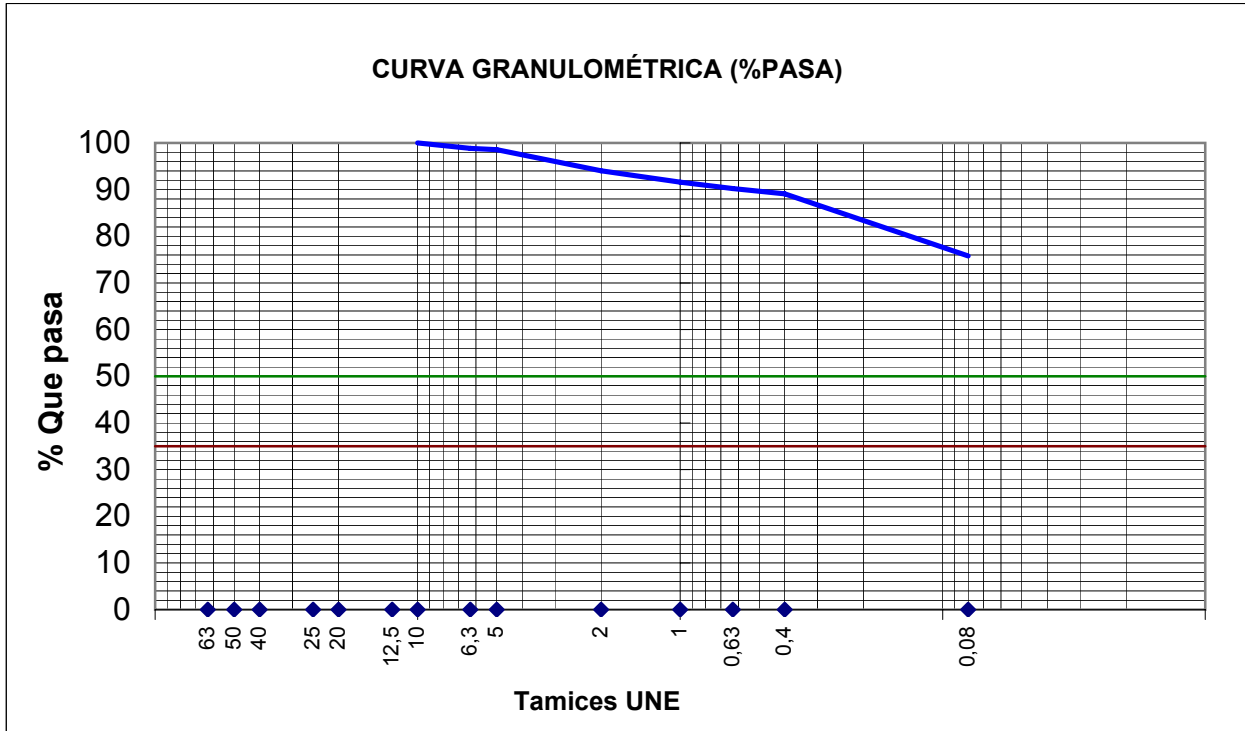
Humedad higroscópica		
$f=100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9810
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,94
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,61
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	93,39
$t+s$	Tara + suelo	92,78
t	Tara	61,36
s	Suelo	31,42

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					1195,29	100	
63	2 1/2 "	63,5			1.195,29	100,0	
50	2 "	50,8			1.195,29	100,0	
40	1 1/2 "	38,1			1.195,29	100,0	
25	1 "	25,4			1.195,29	100,0	
20	3/4 "	19,1			1.195,29	100,0	
12,5	1/2 "	12,7			1.195,29	100,0	
10	3/8 "	9,52			1.195,29	100,0	
6,3	1/4 "	6,30		14,01	1.181,28	98,8	
5	Nº 4	4,76		3,39	1.177,89	98,5	
2	Nº 10	2,00	3,40	53,99	1.123,90	94,0	
1	Nº 16	1,15	1,83	29,06	1.094,84	91,6	
0,6	Nº 30	0,59	1,03	16,36	1.078,49	90,2	
0,40	Nº 40	0,420	0,85	13,50	1.064,99	89,1	
0,08	Nº200	0,074	10,03	159,27	905,72	75,8	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4253



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	98,5	94,0	91,6	90,2	89,1	75,8

%	SUCS	CTE
GRAVA	1,5	6,0
ARENA	22,8	18,3
FINOS	75,8	75,8

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

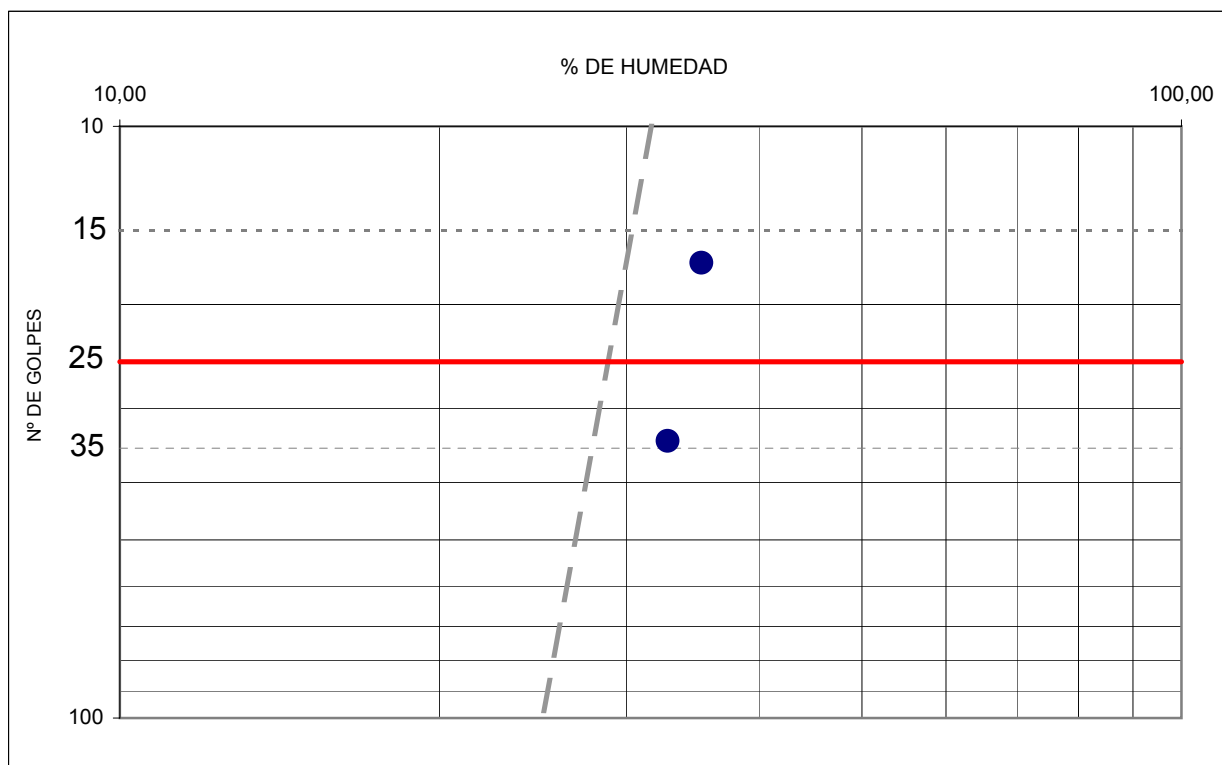
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

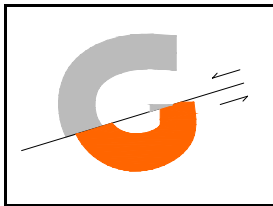


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4253 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	17	34	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	36,06	36,79	
t+s	Tara+suelo	32,47	33,25	
t	Tara	22,30	22,46	
s=(t+s)-t	Suelo	10,17	10,79	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	3,59	3,54	
w=100x a / s	Humedad (%)	35,30	32,81	34,1





DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
(UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO

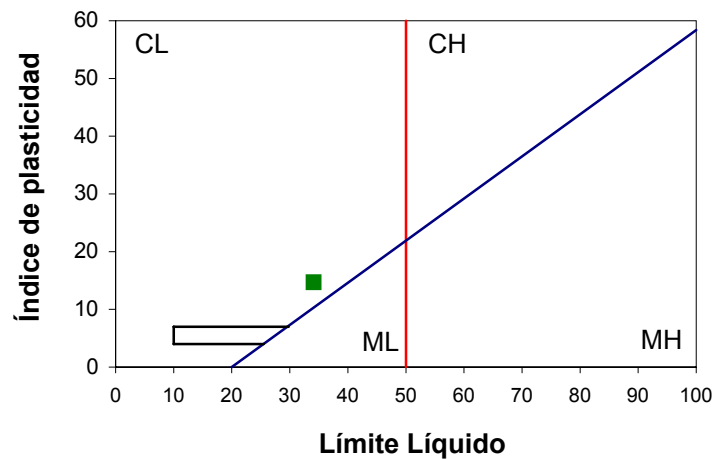
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4253

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2	LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	37,31	39,62	
t+s	Tara+suelo	34,82	36,98	
t	Tara	22,16	23,19	
s=(t+s)-t	Suelo	12,66	13,79	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,49	2,64	
w=100x a / s	Humedad (%)	19,67	19,14	19,4

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	1,5
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	75,8
LÍMITE LÍQUIDO, LL	34,1
LÍMITE PLÁSTICO, LP	19,4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	14,7
CLASIFICACIÓN SUCS	CL



OBSERVACIONES:

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)

REFERENCIA Nº: 4253 INFORME Nº : E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	23,56
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	181,18
Tara+suelo	$t+s$	157,62
Tara	t	61,85
Suelo	s	95,77
% Humedad	$a/s \times 100$	24,6

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4253

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S3 MI 5,00-5,60 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	23,56
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	181,18
Tara+suelo	$t+s$	157,62
Tara	t	61,85
Suelo	s	95,77
% Humedad	$w = a/s \times 100$	24,60

Masa muestra	M_1 (g)	48,20
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	50,19
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	1,99
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	2,37
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	23,20
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	24,62
Densidad aparente, (g/cm³)	$\rho = M_1 / V_2$	1,958
Densidad seca, (g/cm³)	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	1,571

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4253

INFORME Nº

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m

FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 28/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Peso de suelo seco ensayado (g)	
Volumen de líquido recogido para la valoración (ml)	
Volumen de Hidróxido de Sodio empleado en la valoración (ml)	
Grado de acidez (ml/kg suelo) (UNE 83962)	

PESO DE SUELO ANALIZADO M (kg)	0,05
TARA DEL CRISOL C (g)	80,1314
PESO DEL FILTRO CALCINADO F (g)	0,0000
C + F + PRECIPITADO (g)	80,1349
Peso precipitado = (C + F + PRECIPITADO) - (C + F)	0,0035
mg SO₄²⁻ / kilo de suelo = 411,6 x P / M	28,812
Contenido en ión SO₄²⁻ (%) (UNE 83963)	0,003

DETERMINACIÓN	Resultado del ensayo	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		Débil (Qa)	Medio (Qb)	Fuerte (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg suelo)		> 200	-	-
Contenido en sulfatos (mg SO ₄ ²⁻ / kilo de suelo)	29	2000 a 3000	3000 a 12000	> 12000

EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:

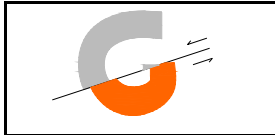
El suelo no es agresivo para el hormigón

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



REFERENCIA N°: 4253 INFORME N°: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

MUESTRA	M1	M2
M_i Masa muestra analizada (g)	0,25	0,25
C_i Volumen de $KMnO_4$ gastado en la valoración	1,1	1
f Factor de normalidad del $KMnO_4$	1,000	1,000
$\% MO_i = \frac{0.1032 \cdot C_i \cdot f}{M_i}$	0,45	0,41
% MO	0,43	

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico




GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

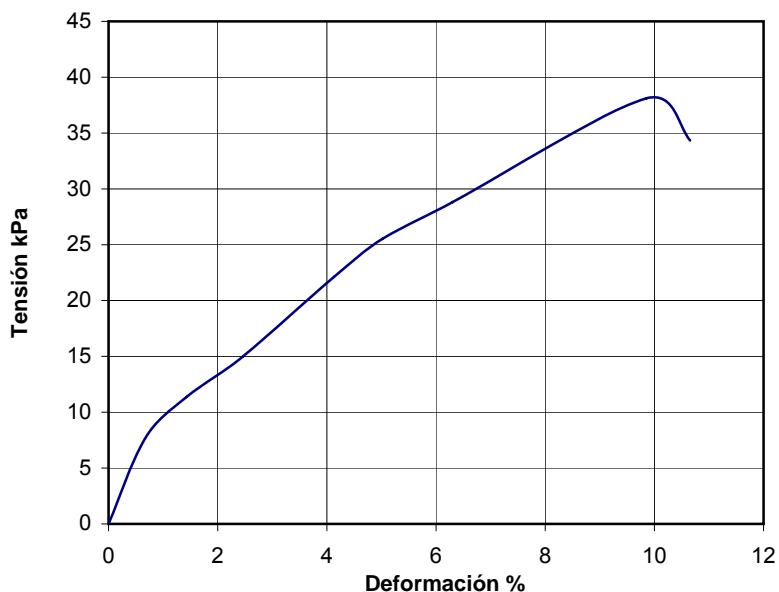
Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO
(UNE 103-400-93)

REFERENCIA Nº: 4253 INFORME Nº: E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 5,00-5,60 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

TIPO DE MUESTRA			FORMA ROTURA 
DIÁMETRO	d (cm)	5,70	
LADO	m (cm)	-	
LADO	n (cm)	-	
ALTURA	h (cm)	12,40	
HUMEDAD	w (%)	24,74	
DENSIDAD APARENTE	γ_{ap} (g/cm ³)	1,955	
DENSIDAD SECA	γ_d (g/cm ³)	1,567	
RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE	qu (kPa)	38	
DEFORMACIÓN EN ROTURA	ϵ (%)	9,86	



OBSERVACIONES: muestra heterogénea con gravas angulosas de arenisca ferruginosa

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil	Hoja 1 de 2
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)	

REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4254 **INFORME Nº:** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 7,30-7,80 m
FECHA DE TOMA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Cálculos previos		
A	Muestra total seca al aire	975,10
B	Gruesos sin lavar	190,22
C	Gruesos lavados	136,97
$E=(A-B) \times f$	Fracción fina seca total	770,19
$F=B+E$	Muestra total seca	960,41
G	Fracción fina ensayada	63,36
$H=G \times f$	Fracción fina ensayada seca	62,17

Por fracción gruesa se entiende el material retenido por el tamiz nº10 y fracción fina el que pasa por el mismo tamiz

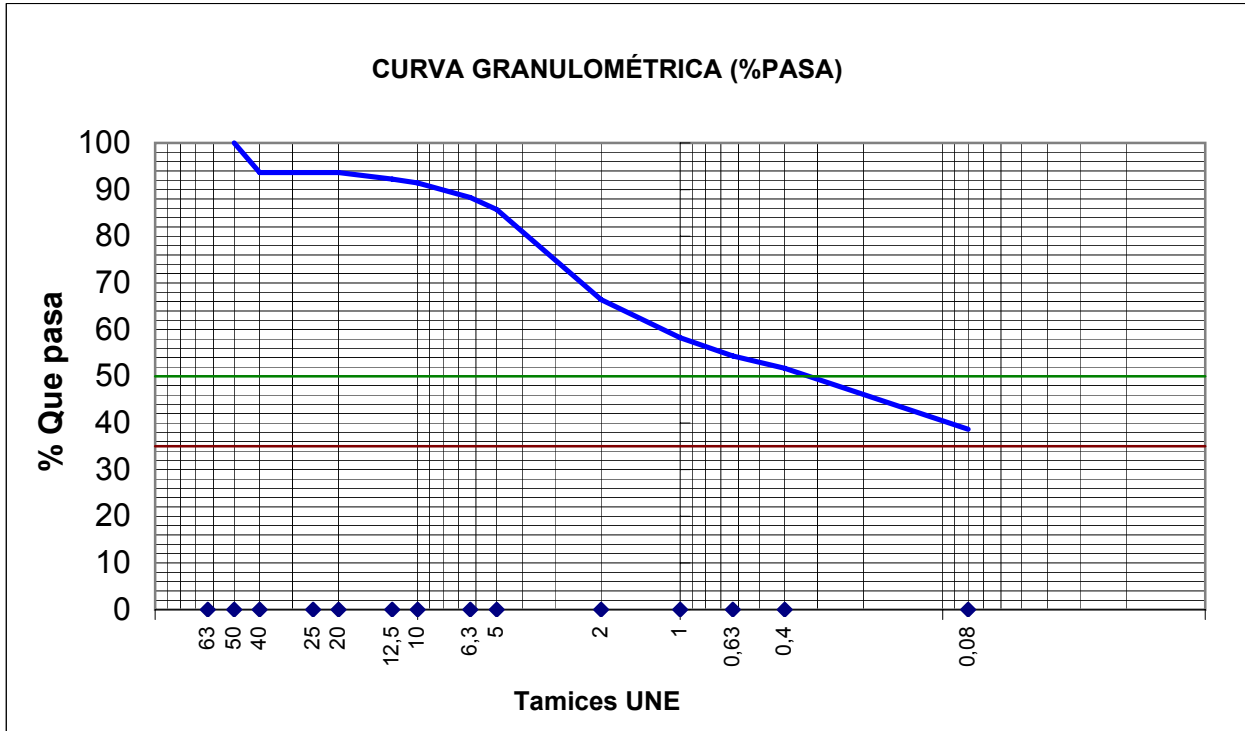
Humedad higroscópica		
$f=100/(100+h)$	Factor de corrección	0,9813
$h=(a/s) \times 100$	Humedad higroscópica %	1,91
-	Referencia tara	1
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	0,34
$t+s+a$	Tara+suelo+agua	83,96
$t+s$	Tara + suelo	83,62
t	Tara	65,80
s	Suelo	17,82

U.N.E.	TAMICES		Retenido en tamices		Pasa en muestra total		Descripción del suelo OBSERVACIONES
	A.S.T.M.		Grs.en la parte fina ensayada	Grs.en la muestra total	Gramos	% Pasa	
	Designación	Abertura mm.					
1	2 A	2 B	3	4	5	6	
					960,41	100	
63	2 1/2 "	63,5			960,41	100,0	
50	2 "	50,8			960,41	100,0	
40	1 1/2 "	38,1		60,87	899,54	93,7	
25	1 "	25,4		0,00	899,54	93,7	
20	3/4 "	19,1		0,00	899,54	93,7	
12,5	1/2 "	12,7		13,54	886,00	92,3	
10	3/8 "	9,52		7,94	878,06	91,4	
6,3	1/4 "	6,30		29,86	848,20	88,3	
5	Nº 4	4,76		24,76	823,44	85,7	
2	Nº 10	2,00	14,98	185,57	637,87	66,4	
1	Nº 16	1,15	6,31	78,17	559,70	58,3	
0,6	Nº 30	0,59	3,03	37,53	522,17	54,4	
0,40	Nº 40	0,420	2,05	25,39	496,77	51,7	
0,08	Nº200	0,074	10,15	125,73	371,04	38,6	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
(UNE 103 101:95)

Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4254



Tamices	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1	0,63	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	93,7	93,7	93,7	92,3	91,4	88,3	85,7	66,4	58,3	54,4	51,7	38,6

%	SUCS	CTE
GRAVA	14,3	33,6
ARENA	47,1	27,8
FINOS	38,6	38,6

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

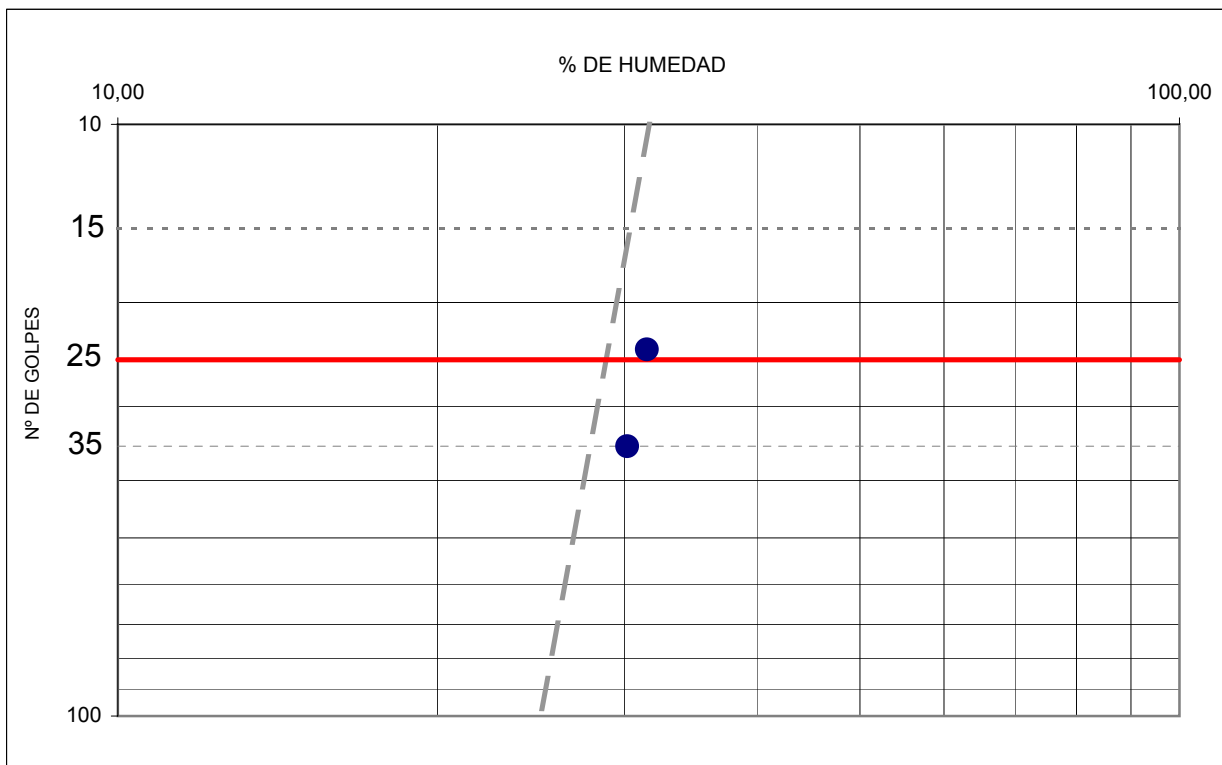
Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

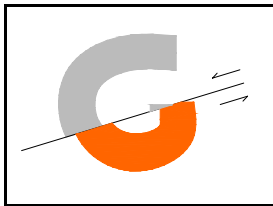


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE
 (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO**

Nº REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4254 **INFORME Nº** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 7,30-7,80 m
FECHA TOMA DE MUESTRA: 11/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 03/04/2009
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103 103:94)	Número de golpes	24	35	LÍMITE LÍQUIDO
	Referencia tara	1	2	
t+s+a	Tara+suelo+agua	34,37	36,80	
t+s	Tara+suelo	31,45	33,44	
t	Tara	22,18	22,31	
s=(t+s)-t	Suelo	9,27	11,13	
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,92	3,36	
w=100x a / s	Humedad (%)	31,50	30,19	31,4





DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE (UNE 103 103:94) Y LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93) DE UN SUELO

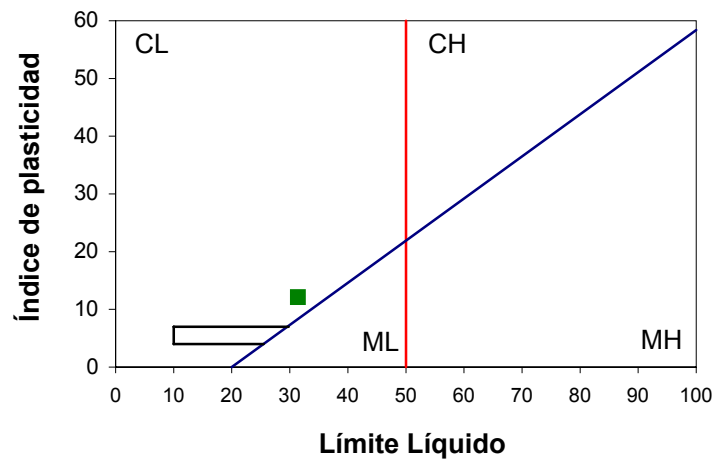
Nº DE REFERENCIA DE LA MUESTRA: 4254

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103 104:93)

	Referencia tara	1	2		LÍMITE PLÁSTICO
t+s+a	Tara+suelo+agua	38,77	38,16		
t+s	Tara+suelo	36,28	35,19		
t	Tara	23,22	19,96		
s=(t+s)-t	Suelo	13,06	15,23		
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,49	2,97		
w=100x a / s	Humedad (%)	19,07	19,50		19,3

CARTA DE CASAGRANDE

FRACCIÓN > 5,00 mm, %	14,3
FRACCIÓN < 0,08 mm, %	38,6
LÍMITE LÍQUIDO, LL	31,4
LÍMITE PLÁSTICO, LP	19,3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP	12,1
CLASIFICACIÓN SUCS	SC



OBSERVACIONES: _____

Fdo. Pablo Salvarrey
 Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
 Director Técnico

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)

REFERENCIA Nº: 4254

INFORME Nº : E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 MI 7,30-7,80 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	4,48
Tara+suelo+agua	t+s+a	119,49
Tara+suelo	t+s	115,01
Tara	t	58,09
Suelo	s	56,92
% Humedad	$a/s \times 100$	7,9

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4254

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S3 MI 7,30-7,80 m

FECHA DE TOMA: 11/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	4,48
Tara+suelo+agua	t+s+a	119,49
Tara+suelo	t+s	115,01
Tara	t	58,09
Suelo	s	56,92
% Humedad	$w = a/s \times 100$	7,87

Masa muestra	M_1 (g)	55,26
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	57,99
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	2,73
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	3,25
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	31,10
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	23,64
Densidad aparente, (g/cm ³)	$\rho = M_1 / V_2$	2,338
Densidad seca, (g/cm ³)	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	2,167

OBSERVACIONES:

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

	GEOTEK CANTABRIA, S.L.P. Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra	Hoja 1 de 1
	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE 103 300:93)	

REFERENCIA Nº: 4255 **INFORME Nº :** E420309
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 TP1 12,50-12,80 m
FECHA DE TOMA: 12/03/2009
FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009 **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:**
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE): Ampliación Estación de tren en Usurbil /

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	2,73
Tara+suelo+agua	t+s+a	309,71
Tara+suelo	t+s	306,98
Tara	t	65,84
Suelo	s	241,14
% Humedad	$a/s \times 100$	1,1

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SUELO
Método de la balanza hidrostática (UNE 103 301:94)

REFERENCIA N°: 4255

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

S3 TP1 12,50-12,80 m

FECHA DE TOMA: 12/03/2009

FECHA DE ENSAYO: 20/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Agua	$a = (t+s+a)-(t+s)$	2,73
Tara+suelo+agua	$t+s+a$	309,71
Tara+suelo	$t+s$	306,98
Tara	t	65,84
Suelo	s	241,14
% Humedad	$w = a/s \times 100$	1,13

Masa muestra	M_1 (g)	62,37
Masa muestra+parafina	M_2 (g)	65,01
Masa parafina añadida	$M_3(g) = M_2 - M_1$	2,64
Volumen parafina	$V_1(\text{cm}^3) = M_3 / \rho_p$	3,14
Densidad parafina	ρ_p (g/cm ³)	0,84
Masa sumergida muestra+parafina	M_4 (g)	39,10
Volumen muestra	$V_2 = M_2 - M_4 - V_1$	22,77
Densidad húmeda	$\rho = M_1 / V_2$	2,739
Densidad seca	$\rho_d = \rho / [1 + (w / 100)]$	2,709

OBSERVACIONES: _____

El resultado de este ensayo es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22 950-1:90)

REFERENCIA N°: 4255

INFORME N°:

E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3 TP1 12,50-12,80 m

FECHA DE TOMA: 12/03/2009



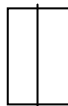
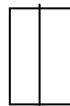

FECHA DE ENSAYO: 30/03/2009

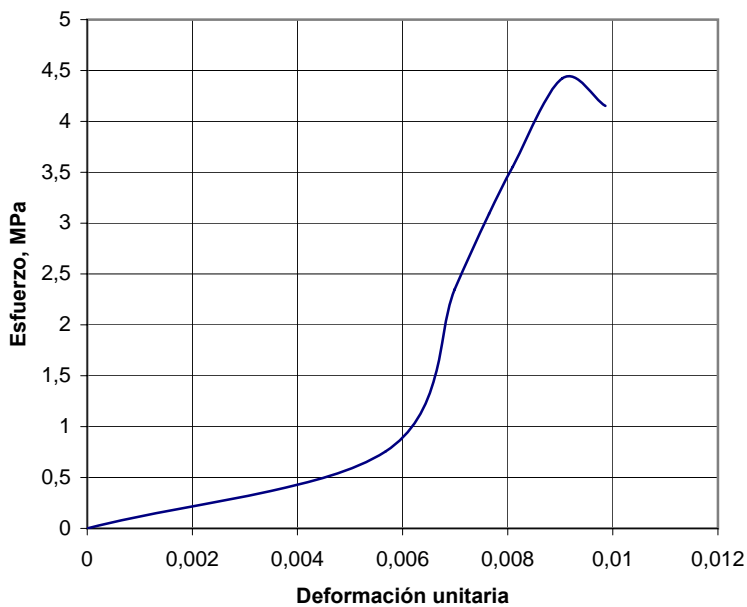
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

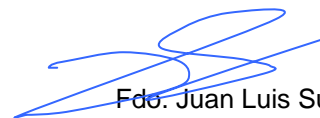
PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

Nº probetas ensayadas de la muestra	1	2	3	4	5
Diámetro de la probeta D (cm)	7,00				
Altura de la probeta L (cm)	17,10				
Carga de rotura P (Kg)	1736				
Humedad (%)	1,0				
Densidad aparente (g/cm ³)	2,72				
Resistencia a la compresión uniaxial para la muestra $\sigma_c = 10,2 \cdot P / (\pi D^2 / 4)$, MPa	4,42				
Forma de rotura					



Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio



Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Este resultado es válido para esta muestra

OBSERVACIONES: rotura anómala por grieta preexistente

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006



GEOTEK CANTABRIA, S.L.P.

Laboratorio de Control de Calidad. Edificación y Obra Civil

Hoja 1 de 1

DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN
(EHE)

REFERENCIA Nº: 4256

INFORME Nº: E420309

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S3

FECHA DE TOMA: -

HORA DE TOMA:

FECHA DE ENSAYO: 26/03/2009

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME

03/04/2009

PROCEDENCIA (OBRA / CLIENTE):

Ampliación Estación de tren en Usurbil / GEODECAN

ANÁLISIS DE AGUA		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	RESULTADO ENSAYOS	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
VALOR DEL pH (UNE 83952) Tª de ensayo: 8°C	7,4	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
RESIDUO SECO A 110° C (mg / l) (UNE 83957)	488	150 - 75	75 - 50	< 50
CONTENIDO EN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l) (UNE 83956)	50	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CONTENIDO EN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l) (UNE 83955)	130	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
CO ₂ LIBRE (mg CO ₂ /l) (UNE-EN 13577)	14	15 - 40	40 - 100	> 100
CONTENIDO EN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l) (UNE 83954)	0	15 - 30	30 - 60	> 60

EVALUACIÓN

EL AGUA NO PRESENTA AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

OBSERVACIONES: la muestra presenta irisaciones y olor a derivados del petróleo

El resultado de este análisis es válido para esta muestra.

Fdo. Pablo Salvarrey
Director del Laboratorio

Fdo. Juan Luis Suárez
Director Técnico

Laboratorio acreditado en las Áreas GTC, GTL y EHC de la Orden FOM 2060/2002 por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria, BOC 202 de 20-X-2006