



INFORME GEOTÉCNICO

PROVINCIA CÓRDOBA MUNICIPIO LUCENA
PROYECTO AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA I.T.V.
FECHA 24 DE OCTUBRE 2008

PETICIONARIO VERIFICACIONES INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA, S.A.

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO	3
2	METODOLOGÍA. NORMATIVAS DE REFERENCIA. ACREDITACIONES	4
2.1.	JUSTIFICACION DE CAMPAÑA GEOTECNICA SEGÚN CTE (MARZO DE 2006)	5
3	RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	6
3.1.	TRABAJOS DE CAMPO	6
3.1.1.	SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO	7
3.1.2.	ENSAYOS S.P.T.....	8
3.1.3.	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.....	10
3.1.4.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH.....	11
3.1.5.	ACOTACIÓN / REFERENCIACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO REALIZADOS	12
3.1.6.	MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO	12
3.2.	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	13
4	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DE LA PARCELA.....	14
4.1.	SITUACIÓN DE LA PARCELA	14
4.2.	MORFOLOGÍA DE LA PARCELA	14
4.3.	PENDIENTES DE LA PARCELA.....	14
5	ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA ZONA	15
5.1.	ENTORNO GEOLÓGICO REGIONAL	15
5.2.	ENTORNO GEOLÓGICO LOCAL.....	16
6	NIVELES ESTRATIGRAFICOS DEL TERRENO. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	17
7	EXPANSIVIDAD	21
8	CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA	23
9	AGRESIVIDAD: DEFINICIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE. RECOMENDACIÓN DEL TIPO DE HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN	25
10	ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN	26
10.1	TRABAJOS DE CAMPO.....	26
10.2	TIPO DE CONSTRUCCIÓN.....	26
10.3	FACTORES GEOTÉCNICOS CONDICIONANTES DE LA CIMENTACIÓN	26
10.4	PLANTEAMIENTO DE POSIBLES CIMENTACIONES.....	26
10.5	JUSTIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES PROPUESTAS	27
10.5.1.	CARGA ADMISIBLE DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.....	27
10.5.2.	VALORACIÓN DE ASIENTOS DE CIMENTACIONES. MÉTODO DE STEINNBRENNER.	30
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	33
11.1	CONCLUSIONES	33
11.2	RECOMENDACIONES GENERALES DE ACTUACIÓN EN PROYECTOS SOBRE ARCILLAS EXPANSIVAS.....	35

1 ANTECEDENTES. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente estudio geotécnico se realiza a petición de Verificaciones Industriales de Andalucía, S.A.

Tiene como objetivos fundamentales:

- Proporcionar un conocimiento de las características geotécnicas subsuelos, de acuerdo con la construcción prevista.
- Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas de la zona, que puedan incidir sobre futura construcción.
- Definir y analizar el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de construcción prevista de acuerdo a los condicionantes geotécnicos.
- Recoger comentarios y recomendaciones necesarias para poder realizar la construcción sin problemas de origen geotécnico.

INFORMACIÓN DE PROYECTO. DATOS PREVIOS

El estudio geotécnico realizado corresponde al proyecto de ampliación de las instalaciones de la I.T.V. de Lucena (Córdoba), del que se va a ampliar el área de oficinas, la línea de inspección y donde se va a implantar una pérgola.

Para la realización de este estudio se le ha requerido al cliente la documentación necesaria para la correcta situación y definición de los problemas geotécnicos planteados, aportando éste los siguientes planos:

- Croquis de implantación de las zonas de ampliación.

2 METODOLOGÍA. NORMATIVAS DE REFERENCIA. ACREDITACIONES

Para la definición del tipo de campaña geotécnica a realizar se han tenido en cuenta los siguientes documentos, vinculantes en el caso del Código Técnico Español:

- Normas Tecnológicas de la Edificación. Estudios Geotécnicos (1975).
- Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico. Marzo de 1999.
- Documento de Aplicación del Código Técnico. Marzo de 2006.

Con la entrada en vigor de la Orden de 18 de Febrero de 2004 de la Consejería de Obras Públicas y Transportes por la que se aprueba la normativa reguladora de las áreas de acreditación de los laboratorios de ensayos para el control de calidad en la construcción y obra pública, se homologa a Vorsevi para:

- GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos “in situ” para reconocimiento geotécnicos”.
- GTL: Área de ensayos de Laboratorio de Geotecnia.

Además se poseen las siguientes homologaciones:

- Empresa Certificada por AENOR en Calidad, actuando como referente la Norma UNE EN ISO 9001/2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos”.
- Empresa Certificada por AENOR en Medioambiente actuando como referente la Norma UNE EN ISO 14001/1996 “Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y Directrices para su utilización”.

2.1. JUSTIFICACION DE CAMPAÑA GEOTECNICA SEGÚN CTE (MARZO DE 2006)

En el CTE se fijan unas actividades mínimas y se establecen criterios de intensidad y alcance para adaptarse a las circunstancias de cada caso.

La intensidad de reconocimientos debe establecerse teniendo en cuenta el tipo de construcción y el tipo de terreno.

En la tabla 1 se recogen los tipos de construcciones y en la 2 los tipos de terreno. Marcamos en rojo el tipo aplicable a nuestro proyecto.

Tabla 1. TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas
(1)	En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos

Tabla 2. GRUPO DE TERRENO

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. Se consideran los siguientes tipos:
	a) Suelos expansivos
	b) Suelos colapsables
	c) Suelos blandos o sueltos
	d) Terrenos kársticos en yesos o calizas
	e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado
	f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m
	g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos
	h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades
	i) Terrenos con desnivel superior a 15°
	j) Suelos residuales
	k) Terrenos de marismas

En el caso que nos ocupa se establecen, dada las características de la construcción prevista, una campaña de 2 sondeos de 15 m y 2 ensayos DPSH.

3 RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de este solar han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

	Nº DE ENSAYOS	PROFUNDIDAD (m)
SONDEOS CON EXTRACCIÓN	2	15,00
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA – DPSH	2	Rechazo

Se han realizado igualmente los siguientes ensayos en el interior de los sondeos:

	Nº DE ENSAYOS
EXTRACCIÓN DE MUESTRA PARAFINADA	6
ENSAYOS DE PENETRACIÓN S.P.T.	8

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de Vorsevi, S.A., bajo control y supervisión del personal técnico del departamento de Geotecnia de Vorsevi, S.A., siguiendo las pautas y procedimientos normalizadas que exigen nuestro control de calidad y la normativa aplicable al respecto, normalmente UNE, NLT, ASTM O XP.

En los apartados correspondientes a la segunda parte, anejo de memoria de este informe se adjunta la situación en planta de cada uno de los ensayos, y los resultados obtenidos. Además se adjunta un apartado de reportaje fotográfico de los trabajos realizados.

Seguidamente se describe el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados:

3.1.1. SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO

FUNDAMENTO TEÓRICO

El sondeo mecánico a rotación es la técnica fundamental en todo reconocimiento geotécnico. Es una perforación de pequeño diámetro, generalmente entre 65 y 140 mm que permite reconocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos en que es posible.



Las perforaciones se realizan con una sonda de avance hidráulico montada sobre camión o con motricidad autónoma (según las necesidades y características del estudio) dotada de castillete o torre de sondeo y bomba de lodos.

El testigo reconocido se aloja en un tubo testigo hueco, en cuyo extremo inferior va enroscada una corona de vidia o diamante que va realizando la perforación.

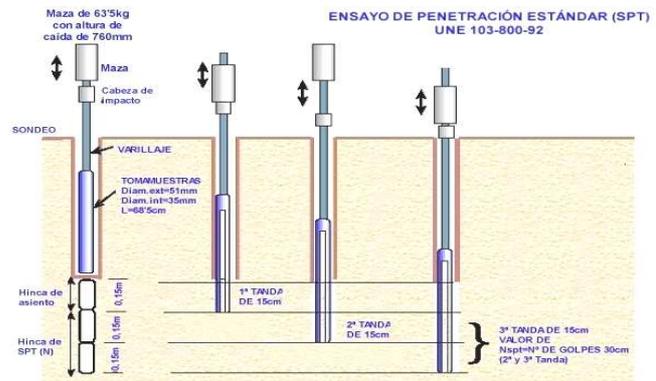
Al extremo superior del tubo va enroscado el varillaje, generalmente de 42 o 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Durante la ejecución del sondeo, y si el terreno no lo permite, hay que proceder a la entubación del sondeo con la tubería de revestimiento o bien se utilizan lodos bentoníticos que mantienen las paredes sin desmoronamientos.

3.1.2. ENSAYOS S.P.T.

A lo largo de la longitud del sondeo/s y siempre que sea posible se realizan varios ensayos de penetración SPT. Los valores obtenidos vienen reflejados en los partes de sondeos que se adjuntan en el apartado correspondiente de este informe.

Este ensayo ha sido normalizado según la norma UNE-103-800-92.



FUNDAMENTO TEÓRICO

Los ensayos de Penetración SPT se utilizan en Geotecnia para correlacionar diferentes parámetros resistentes de los suelos. Estos ensayos determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras partido, permitiendo obtener muestras alteradas de suelo dentro de un sondeo para su identificación, y proporcionando a su vez información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

Este tipo de ensayos se realiza en el interior de sondeos, en los cuales es necesario limpiar previamente el fondo de la perforación, manteniendo la entubación por encima del nivel de comienzo del ensayo.

El equipo necesario para la realización de esta prueba consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa de 51 mm de sección acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca la cabeza de golpe y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63.5 kg en caída libre, desde una altura de 76.0 cm. Este equipo suele ir montado sobre el camión de sondeos, acoplado a la sonda y con un funcionamiento automático.

En el caso de materiales granulares gruesos, el ensayo se realiza con una “puntaza ciega” que ofrece unos valores de resistencia pero no recupera la muestra atravesada.

En el procedimiento de realización del ensayo se distinguen dos fases. Una hincada de colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, y la segunda fase o ensayo de hincada propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesarios para penetrar adicionalmente 30 cm. Este número obtenido se denomina resistencia a la penetración N.

Si los 30 cm de penetración no pueden lograrse con 100 golpes, el ensayo de hincada se dará por terminado.

Según Sanglerat (1967) y Hunt (1984), en función del golpeo obtenido, se puede establecer la siguiente clasificación:

SUELOS COHESIVOS

VALOR SPT golpes 30 cm.	CONSISTENCIA
0-2	muy blanda
3-5	blanda
6-15	media
16-25	firme
sup. 25	dura

SUELOS GRANULARES

VALOR SPT golpes 30 cm.	COMPACIDAD
0-4	muy suelta
4-10	suelta
10-30	media
30-50	compacta
sup. 50	muy compacta

Antes de que el ensayo de SPT fuese estandarizado, los mecanismos y procedimientos utilizados en el campo han variado sustancialmente, lo cual afectó a los valores medidos de SPT.

Algunas causas que provocan las variaciones en los resultados, o errores sistemáticos, son:

- El método de perforación
- La falta de limpieza en el fondo del sondeo antes de la ejecución del ensayo.
- El diámetro de perforación.
- Tipo de martillo, especialmente entre el tipo manual o automático.
- Fricciones de la maquinaria, barras, dureza de las mismas, etc...
- Velocidad de aplicación del golpeo, etc...

Muchos de estos factores han sido anulados o minorados por la estandarización del método, no así otros.

CORRECCIONES AL ENSAYO.

Podemos modificar los valores reales de SPT mediante la aplicación de ciertos factores de corrección de campo. Las variaciones o imprecisiones ya comentadas del valor de N_{SPT} tomado en campo (N), pueden ser parcialmente compensadas y transferidas a un N_{60} corregido, siguiendo la expresión siguiente:

$$N_{60} = \frac{E_m \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R \cdot N}{0,60}$$

- N_{60} = Valor de N_{SPT} corregido.
- E_m = Eficiencia del martillo
- C_B = Corrección del diámetro de perforación
- C_S = Corrección de muestra
- C_R = Corrección de la longitud del varillaje.
- N = valor de N_{SPT} tomado en campo.

Los valores de N_{SPT} pueden también ser ajustados utilizando una corrección por sobrecarga, que compensa las variaciones en la profundidad de realización del ensayo.

El valor finalmente corregido $(N_1)_{60}$ es:

$$(N_1)_{60} = N_{60} \sqrt{\frac{100 \text{ kPa}}{\sigma'_z}}$$

- $(N_1)_{60}$ = valor de N_{SPT} corregido por el factor de sobrecarga.
- σ'_z = Esfuerzo Vertical Efectivo (kPa).
- N_{60} = N_{SPT} corregido de los factores de campo.

3.1.3 . EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

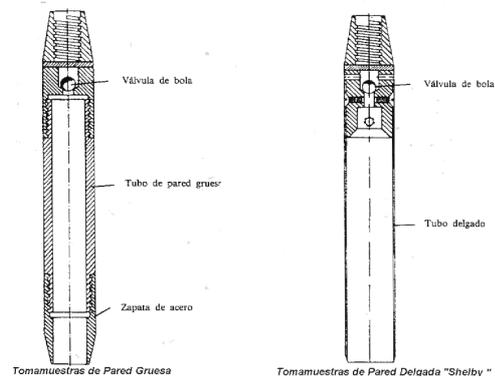
Durante la realización del sondeo en materiales cohesivos, y a distintas cotas, se extraen muestras representativas de este tipo con vistas a la realización de los ensayos geotécnicos para clasificar los suelos atravesados y definir sus propiedades de resistencia y deformabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso, se trata de un ensayo parecido al S.P.T., con la diferencia de que el tomamuestras empleado es de pared gruesa, de mayor sección que el del S.P.T., diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalterada largo tiempo las propiedades del suelo.

Al igual que en el ensayo S.P.T., sólo se contabiliza los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido, se le denomina N_i , para diferenciarlo del ensayo Standard. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior introducido a presión, modalidad que produce menor perturbación en la muestra.

Finalmente, en suelos cohesivos duros, pueden obtenerse muestras inalteradas del mismo testigo de perforación, parafinando la muestra una vez extraída de la batería de perforación.



3.1.4 . ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El ensayo de Penetración Dinámica Continua utilizado es el DPSH, que consiste en la hincada de una puntaza de sección cilíndrica de diámetro 50.5 ± 0.5 mm acoplada a un varillaje de 33 ± 2 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de $63 \text{ kg} \pm 0.5$ Kg que cae desde una altura de $76 \text{ cm} \pm 1.00$ cm impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje.

La resistencia a la penetración se define como el nº de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como NDPSH, representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad.



El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo, que fijamos en un valor de $N_{DPSH} = 100$ golpes.

Este ensayo tiene como norma propia UNE-103-801-94. “Prueba de penetración dinámica superpesada”.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de correlacionar los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo.

La interpretación de los ensayos de penetración dinámica debe considerarse de manera cualitativa y no cuantitativa. Si bien los valores de N_B en los primeros 12 o 15 m son inferiores a los del N_{SPT} , a partir de esta profundidad se puede producir una inversión por el rozamiento de las barras.

La siguiente tabla sirve de orientación para correlacionar valores de N_{DPSH} y N_{SPT} , teniendo en cuenta aproximadamente que $1,5 N_{DPSH} = N_{SPT}$

SUELOS COHESIVOS

DPSH golpes 20 cm.	CONSISTENCIA	S.P.T. golpes 30 cm.
0-2	muy blanda	0-2
2-4	blanda	3-5
4-8	media	6-15
8-15	firme	16-25
sup. 15	dura	sup. 25

SUELOS GRANULARES

DPSH golpes 20 cm.	COMPACIDAD	S.P.T. golpes 30 cm.
0-2	muy suelta	0-4
2-5	suelta	4-10
5-15	media	10-30
15-25	compacta	30-50
sup. 25	muy compacta	sup. 50

3.1.5. ACOTACIÓN / REFERENCIACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO REALIZADOS

Los ensayos se han ubicado en las zonas de ampliación.

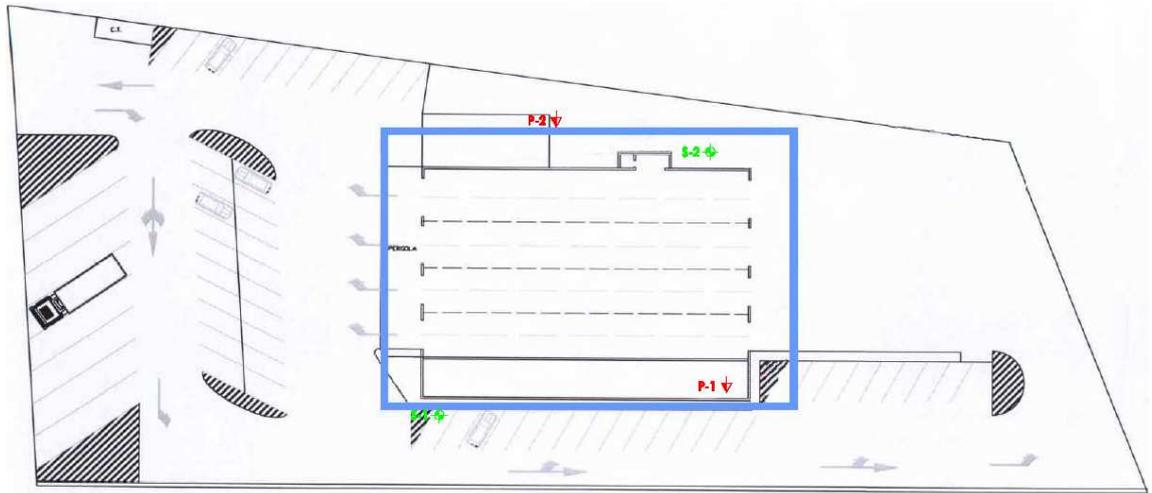


Imagen 1: Implantación de ensayos.

3.1.6. MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los ensayos se presta una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática. En el caso de haber realizados sondeos, al menos en alguno de ellos se instala una tubería piezométrica que permita hacer un seguimiento posterior de este nivel.

En los trabajos realizados no se ha cortado el nivel freático.

Estos valores no deben considerarse estables, ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), etc...

Como recomendación general, hasta que comience la obra y durante el periodo de redacción del proyecto, la propiedad deberá comprobar la posición de este nivel con un margen temporal más amplio que permita establecer unos valores o rangos dilatados en el tiempo de probable fluctuación de dicho nivel. Dichas variaciones a largo plazo pueden afectar y modificar algunas de las propuestas recogidas en este informe.

3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación, han consistido en la realización de:

ENSAYOS DE LABORATORIO	NÚMERO DE ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103105/95)	6
Determinación de Límites de Atterberg (UNE 103103/94 y 103104/94)	6
Ensayo de Compresión Simple en Suelo (UNE 103-400-93)	4
Ensayo de Corte Directo (UNE 103-401-98)	2
Ensayo de Hinchamiento Libre (UNE 103-601-96)	2
Determinación de Sulfatos solubles en Suelos (UNE 103201/96)	2
Determinación del grado de acidez Bauman –Gully (EHE)	3
Análisis de agua freática (EHE)	3

4 ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DE LA PARCELA

4.1. SITUACIÓN DE LA PARCELA

El presente estudio se ocupa del proyecto de ampliación de las instalaciones de la I.T.V. de Lucena (Córdoba).



Imagen 2: Situación de la I.T.V. respecto al casco urbano de Lucena (Córdoba).

4.2. MORFOLOGÍA DE LA PARCELA

La zona presenta una morfología poligonal irregular.

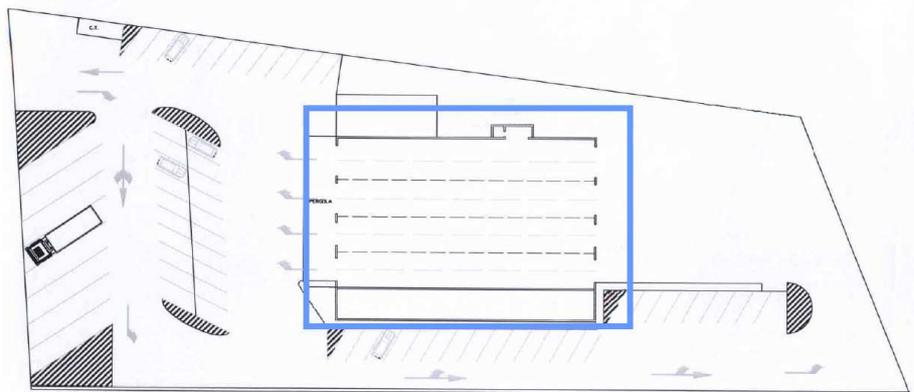


Imagen 3: Manzanas en estudio.

4.3. PENDIENTES DE LA PARCELA

En el entorno de las instalaciones no se aprecian diferencias de cotas importantes.

5 ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA ZONA

5.1. ENTORNO GEOLÓGICO REGIONAL

El término municipal de Lucena se encuentra situado en el sector suroriental de la provincia de Córdoba.

Su orografía se caracteriza por presentar un relieve suave y alomado en general, con cotas que incluso bajan de 400 m. Se corresponde con los dominios del Guadalquivir y se encuentra atravesando por valles amplios que vierten sus aguas hacia el oeste, de entre los que destacan los del Río Cabra y los de los arroyos Santa María y Riguelo.

Lucena se halla encuadrada dentro de las Cordilleras Béticas y más concretamente a las zonas externas, tanto unidades intermedias como a la zona subbética, mostrando una complejidad estratigráfica importante, apareciendo materiales cuaternarios, miocenos y triásicos

Las Cordilleras Béticas son el extremo occidental de las cordilleras alpinas europeas. Se trata de una zona que, al igual que todo el borde mediterráneo, ha sufrido fenómenos tectónicos de escala continental, durante la mayor parte del Mesozoico, relacionados con la apertura del Atlántico Norte y la colisión de las placas europeas y africana.

En cuanto a los materiales Cuaternarios, decir que son estos los que resaltan en el relieve suave y alomado de la zona, ya que generan y se corresponden con los relieves abruptos que allí se pueden apreciar.

Estos materiales se encuentran constituidos, de más recientes a más antiguos, por un aluvial reciente de escasa extensión formado por cantos, limos y arcillas.

En las inmediaciones del pueblo encontramos conos de deyección formados por cantos, arenas y limos.

También encontramos, al noroeste del pueblo, materiales pertenecientes a aluviales antiguos y a llanuras de inundación constituidas por arcillas y limos con cantos.

Finalmente, y dentro incluso del pueblo, encontramos un Glacis relativamente importante formado por arcillas y limos con cantos.

En cuanto a los materiales miocenos, se pueden distinguir entre mioceno superior y mioceno inferior.

Los pertenecientes al mioceno superior rodean al pueblo, aunque su mayor extensión se da al Norte de él. Se caracteriza por ser margas hojosas blancas con niveles de micro brechas en la base.

El mioceno inferior solo aparece al sur de Lucena, formado por margas y biocalcareniticas. Entre estos aparecen muchas de margas blancas y verdes con niveles biocalcarenítics.

Por último, y debido a la actuación de una falla inversa, afloran hacia el Oeste, materiales triásicos constituidos por arcillas versicolores (rojas, verdes y ocre) con frecuentes intercalaciones de delgados niveles de areniscas y abundantes yesos dispuestos tanto en lechos finos como en cuerpos masivos. Salvo en raras ocasiones, en las que se puede seguir su estratificación, se presentan replegadas de forma caótica y con aspecto brechoide.

5.2 ENTORNO GEOLÓGICO LOCAL

En la zona de estudio, en el área más deprimida del casco urbano de Lucena, se reconocen materiales terciarios, principalmente arcillosos, algo arenoso a techo, con la presencia de abundantes nódulos carbonatados, tanto pulverulentos como compactos, que puntualmente se hacen muy presentes dándole al suelo una coloración blanquecina.

Puntualmente aparecen tramos de arenas limosas de color marrón claro, así como existen zonas de dominio arenoso debido al trazado de antiguos arroyos que hoy día no se encuentra activos. Esto se evidencia especialmente en las áreas más deprimidas del entorno.

6 NIVELES ESTRATIGRAFICOS DEL TERRENO. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En este apartado se describen cada uno de los niveles geotécnicos diferenciados, comenzando por el más superficial hasta alcanzar el más profundo reconocido por los ensayos realizados.

NIVEL 1. SOLERA / RELLENO. ARENAS Y GRAVAS MARRÓN CLARAS.

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido por los distintos ensayos realizados, a las cotas que se recogen en el siguiente cuadro, referidas a la boca de cada ensayo.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	0,00	0,60	0,60
S-2	0,00	0,40	0,40

A partir de los ensayos de penetración dinámica continua también se puede efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. En la siguiente tabla se ofrece una interpretación de las cotas de este nivel basadas en estos ensayos.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
P-1	0,00	0,40	0,40
P-2	0,00	0,20	0,20

Este nivel presenta poco desarrollo, mostrando espesores que oscilan entre 0,20 y 0,60 m.

Descripción e identificación. Estado natural

Estos rellenos son bastante heterogéneos en cuanto a su composición, mostrando tanto arenas como gravas algo limosas, de color marrón claro amarillento.

Ensayos de Resistencia

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo "in situ" se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración DPSH.

Con la acotación realizada para los ensayos de penetración dinámica al comienzo de este nivel, se obtienen los siguientes rangos de golpeo para diferentes cotas o tramos diferenciables por su consistencia.

NIVEL	P-2		P-3	
	Prof. Base (m)	Golpeo N _{DPSH}	Prof. Base (m)	Golpeo N _{DPSH}
1	0,40	15/17	0,20	10

NIVEL 2. ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN CLARAS. GRISES EN PROFUNDIDAD.

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido por los distintos ensayos realizados, a las cotas que se recogen en el siguiente cuadro, referidas a la boca de cada ensayo.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	0,60	15,00*	14,40*
S-2	0,40	15,00*	14,60*

A partir de los ensayos de penetración dinámica continua también se puede efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. En la siguiente tabla se ofrece una interpretación de las cotas de este nivel basadas en estos ensayos.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
P-1	0,40	8,80*	8,40*
P-2	0,20	8,40*	8,20*

*Profundidad / Espesor hasta finalización de ensayo.

Este nivel aparece bajo los rellenos, siendo continuo en las cotas prospectadas.

Descripción e identificación. Estado natural

Este nivel ha sido reconocido como arcillas limosas algo arenosas de color marrón claro, con indicios de nódulos carbonatados pulverulentos y lentes carbonatadas blanquecinas. El porcentaje en arenas es más elevado hacia techo, disminuyendo gradualmente en profundidad al tiempo que toma una coloración grisácea.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis físicos (granulometría por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, humedad, densidad...) y químicos (Contenido en sulfatos, carbonatos...), obteniéndose los siguientes valores:

PARÁMETRO / MUESTRAS	GRANULOMETRÍA			LÍMITE DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN	
	T ₅	T _{0,4}	T _{0,08}	W _L	W _P	I _P	USCS/ASTM	HRB/AASHTO
S-1 (3.20-3.80)	100	100	98,0	90,4	52,0	38,4	MH	Grupo: A-7-5 (52)
S-1 (8.46-8.83)	100	100	98,7	82,6	41,2	41,4	MH	Grupo: A-7-5 (53)
S-1 (14.60-15.02)	100	100	98,9	79,3	45,2	34,1	MH	Grupo: A-7-5 (46)
S-2 (1.20-1.65)	100	100	98,6	74,1	42,0	32,1	MH	Grupo: A-7-5 (42)
S-2 (5.40-6.00)	100	100	98,6	74,8	43,6	31,2	MH	Grupo: A-7-5 (42)
S-2 (11.40-11.90)	100	100	98,4	61,6	42,5	19,1	MH	Grupo: A-7-5 (27)

Ensayos de Resistencia

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo “in situ” se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración S.P.T. y ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, así como los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

SONDEO	S-1	S-1	S-1	S-1
COTA (m)	1.20-1.65	5.60-6.05	11.00-11.40	13.00-13.40
N spt	8	41	R	R
CLASIFICACIÓN	MEDIA	DURA	DURA	DURA
SONDEO	S-2	S-2	S-2	S-2
COTA (m)	3.20-3.65	7.80-8.05	10.00-10.22	14.90-16.15
N spt	26	R	R	R
CLASIFICACIÓN	DURA	DURA	DURA	DURA
SONDEO	S-3	S-4	S-4	S-4

Con la acotación realizada para los ensayos de penetración dinámica al comienzo de este nivel, se obtienen los siguientes rangos de golpeo para diferentes cotas o tramos diferenciables por su consistencia.

ENSAYO	Prof. Base (m)	Rango de Golpeo	Clasificación
P-1	8.80	7/R	DURA
P-2	8.40	13/R	DURA

Este nivel presenta un valor medio de $N_{DPSH} = 10$ hasta los 2,20 – 2,80 m de profundidad, aumentando a partir de dicha cota hasta alcanzar el rechazo entre 8,40 y 8,80 m, clasificándolo como un suelo cohesivo de consistencia firme – dura.

Ensayos de compresión simple.

En la tabla que se presenta seguidamente se exponen los resultados de los ensayos de compresión simple obtenidos con el criterio de valoración de la NTE-CEG 1975.

PARÁMETRO / MUESTRAS	q_u (kp/cm ²)	% deformación	Densidad aparente (g/cm ³)
S-1 (3.20-3.80)	1,32	2,68	1,66
S-1 (8.46-8.83)	1,37	2,46	1,65
S-2 (1.20-1.65)	1,21	2,86	1,62
S-2 (5.40-6.60)	1,35	1,67	1,61

Cohesión. Ángulo de rozamiento interno.

Se han realizado ensayos de corte directo del tipo CD que han proporcionado los siguientes parámetros:

PARÁMETRO/ MUESTRA	Cohesión (C) (Kp/cm ²)	Ángulo rozamiento interno (ϕ) (°)
S-2 (1.20-1.65)	0,31	22,30

7 EXPANSIVIDAD

La expansividad es un fenómeno que se produce por la configuración estructural de algunos tipos de arcillas, por lo que nunca se producirá en suelos predominantemente granulares (arenosos, limosos, basamentos rocosos, etc...).

En suelos mixtos es muy importante el porcentaje real de arcillas sobre el total del suelo.

Para caracterizar el grado de expansividad de un suelo pueden definirse básicamente tres vías de análisis:

- **Criterios empíricos, indirectos o cualitativos:** Basan su éxito en experiencias previas de tipos locales o regionales de arcillas ya conocidas. Estos criterios utilizan correlaciones habituales entre parámetros granulométricos, límites de Atterberg, parámetros climáticos, etc.... con clasificaciones de expansividad que se definen con vocablos del tipo “baja”, “media”, “alta” y “muy alta”.
- **Criterios semidirectos o semicuantitativos:** Se basan en la aportación de un dato numérico y manejable, que se obtiene de un ensayo de laboratorio sencillo. Este dato numérico tiene un valor semicuantitativo o semicualitativo, según se estime, y recibe el nombre común de índice.
- **Criterios directos o cuantitativos:** De estos obtienen parámetros como la presión de hinchamiento. El ensayo más conocido es el de Inundación bajo carga.

Es importante considerar que la expansividad es un fenómeno que se limita a una franja superficial de suelo que se denomina “capa activa”, y esto se explica porque la humedad de un suelo fluctúa más (y con ello su hinchamiento) cuanto más cerca está de la superficie topográfica. La zona activa no tiene el mismo espesor en todas partes, sino que éste depende de la climatología local y el grado de facilidad de un suelo para mojarse o secarse. En Andalucía, la capa activa se define generalmente entre 3 y 4 metros.

Los apoyos bajo la capa activa no sufrirán movimiento alguno.

Como valores de comparación se recogen los siguientes parámetros (R. Ortiz, 1975):

Expansividad	Límites de retracción	IP	WL	% = 200	% <0.001mm	Actividad IP/ = 2 (Skempton mod.)
Baja	>15	<18	<30	<30	<15	<0.5
Media	12-16	15-28	30-40	30-60	13-23	0.5-0.7
Alta	8-12	25-40	40-60	60-95	20-30	0.7-1.0
Muy alta	<10	>35	>60	>95	>30	>1.0

Expansividad	Potencial hinch. (%)	Índice Lambe kg/cm ²	Presión hincham. probable kg/cm ²	% Hincham. probable
Baja	0-1.5	<0.8	<0.3	<1
Media	1.5-5.0	0.8-1.5	0.3-1.2	1-5
Alta	5-25	1.5-2.3	1.2-3.0	3-10
Muy alta	>25	>2.3	>3	>10

Para la caracterización del potencial expansivo en el caso que nos ocupa se han realizado los siguientes ensayos:

PARÁMETRO / MUESTRAS	GRANULOMETRÍA		LÍMITE DE ATTERBERG			HINCHAMIENTO LIBRE	
	T _{0,4}	T _{0,08}	W _L	W _P	I _P	e _o	Hinch (%)
S-1 (3.20-3.80)	100	98,0	90,4	52,0	38,4	1,323	0,49
S-2 (1.20-1.65)	100	98,6	74	42	32,1	1,340	1,27

De acuerdo a todos los parámetros obtenidos en los diferentes ensayos y según los criterios señalados anteriormente concluimos que el nivel 2 de arcillas marrones muestra un grado de expansividad de tipo alto.

8 CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA

La Norma de Construcción Sismorresistente de 27 de Septiembre de 2002 (NCSE-02) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1. **De moderada importancia.** Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos.
2. **De normal importancia.** Aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trata de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
3. **De especial importancia.** Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia y en aquellas en que la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad la aceleración sísmica básica, a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años; el mapa suministra también el valor del coeficiente K o de contribución, que tiene en cuenta la influencia de la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto de $s \cdot \rho \cdot a_b$ siendo ρ un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1 para construcción de importancia normal y de 1.30 para construcción de importancia especial, siendo s el coeficiente de amplificación del terreno.

También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de Terreno:

- **Terreno I:** Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas de cizalla $V_s > 750$ m/s. Coeficiente C = 1,0.
- **Terreno II:** Roca muy fracturada, suelos granulares densos y cohesivos duros. $750 \text{ m/s} \geq V_s \geq 400$ m/s. Coeficiente C = 1,3.
- **Terreno III:** Suelo granular de compactación media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s. Coeficiente C = 1,6.
- **Terreno IV:** Suelo granular suelto, o cohesivo blando. $V_s \leq 200$ m/s. Coeficiente C=2,0.

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

Zona más próxima	Aceleración básica A_b	Coeficiente contribución K	Coeficiente de riesgo (
LUCENA	0,08	1,0	---

Igualmente se obtienen los siguientes parámetros para un espesor de terreno de 30 metros:

Nivel	Tipo de terreno	C Coeficiente de suelo	C ($C_i \cdot e_i / (e_i$
1	IV	2.0	1.3
2	II	1.3	

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

Criterio general de diseño

Debe evitarse la coexistencia, en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos, por ejemplo, de zapatas o losas con los de pozos o pilotes.

La cimentación se debe disponer sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

Cuando el terreno de cimentación contenga en los primeros 20m bajo la superficie del terreno, capas o lentejones de arenas sueltas situadas, total o parcialmente, bajo el nivel freático, deberá analizarse la posibilidad de licuación.

Si se concluye que es probable que el terreno licue en el terreno de cálculo, deberán evitarse las cimentaciones superficiales, a menos que se adopten medidas de mejora del terreno para prevenir la licuación. Análogamente, en las cimentaciones profundas, las puntas de los pilotes deberán llevarse hasta superficie profundidad bajo las capas licuables, para que pueda desarrollarse en esa parte la necesaria resistencia al hundimiento.

Elementos de atado

Cada uno de los elementos de cimentación que transmita al terreno cargas verticales significativas deberá enlazarse con los elemento contiguos en dos direcciones mediante dispositivos de atado situados a nivel de las zapatas, de los encepados de pilotes o equivalentes, capaces de resistir un esfuerzo axial, tanto de tracción como de compresión, igual a la carga sísmica horizontal transmitida en cada apoyo.

Cuando $a_c \geq 0,16g$ los elementos de atado deberán ser vigas de hormigón armado.

Cuando $a_c < 0,16g$ podrá considerarse que la solera de hormigón constituye el elemento de atado, siempre que se sitúe a nivel de las zapatas o apoyada en su cara superior, sea continua alrededor del pilar en todas las direcciones, tenga un espesor no menor de 15cm ni de 1/50 de la luz entre pilares y sea capaz de resistir el esfuerzo.

9 AGRESIVIDAD: DEFINICIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE. RECOMENDACIÓN DEL TIPO DE HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Viene definido por la combinación de:

- Una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras (cuadro 8.2.2. EHE).
- Las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso definido en el cuadro 8.2.3. EHE.

Resultado de los ensayos realizados:

PARÁMETRO	ANÁLISIS DE SUELO		
	S-1 3,20-3,80	S-2 1,20-1,65	S-2 5,40-6,00
Acidez de Bauman – Gully (ml/Kg)	0	0	0
Contenido en Sulfatos (mg/Kg)	0	0	0
Clasificación	No agresivo	No agresivo	No agresivo

Considerando sólo en este apartado los elementos de cimentación, resumimos las distintas clases de exposición de acuerdo con los datos del terreno reconocido:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN:	Ila
CLASE DE EXPOSICIÓN ESPECÍFICA:	---
TIPO DE AMBIENTE:	Ila
CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN:	ORDINARIO

10 ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

10.1 TRABAJOS DE CAMPO

Para la redacción del presente informe se diseñó una campaña de trabajos de campo formada por dos sondeos a rotación con extracción continua de testigo con una longitud de 15,00 m, y la ejecución de dos ensayos penetrométricos tipo DPSH hasta alcanzar el rechazo, el cual se ha obtenido entre 8,40 y 8,80 m de profundidad.

10.2 TIPO DE CONSTRUCCIÓN

En la reforma de las instalaciones de la I.T.V. de Lucena se van a ejecutar tres actuaciones:

1. Ampliación de la línea de inspección.
2. Ampliación de oficinas.
3. Futura Pérgola.

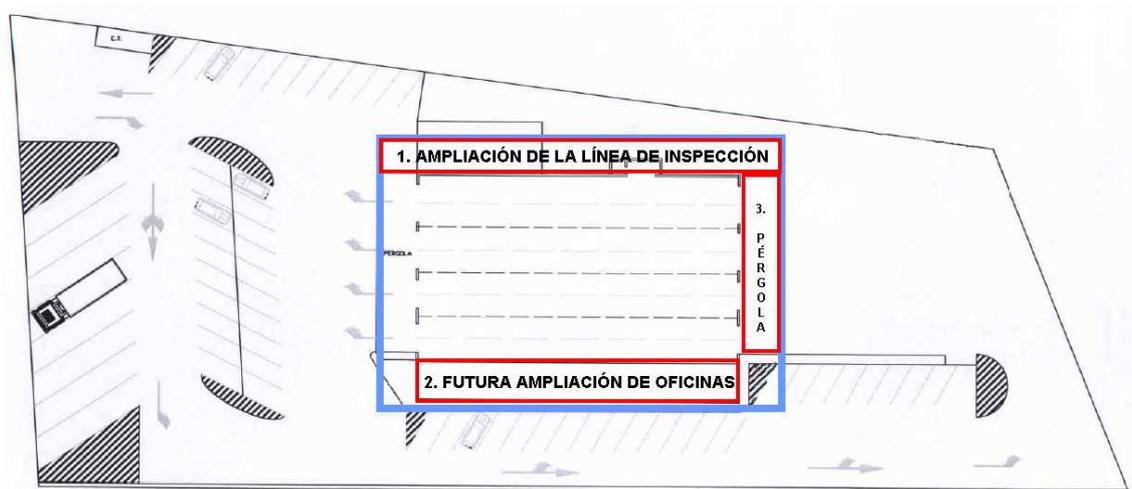


Imagen 6: Planta con las actuaciones previstas.

10.3 FACTORES GEOTÉCNICOS CONDICIONANTES DE LA CIMENTACIÓN

Bajo la solera y un suave relleno se ha descrito un potente nivel de arcillas, algo arenosas a techo, de color marrón claro y consistencia firme, pasando a partir de los 8,00 m aproximadamente a ser de tipo dura.

Este nivel presenta un grado de expansividad de tipo alto.

En los trabajos realizados no se ha detectado nivel freático.

10.4 PLANTEAMIENTO DE POSIBLES CIMENTACIONES

Debido al carácter expansivo del terreno reconocido y a la baja transmisión de cargas que se prevén, se recomienda recurrir a una cimentación semiprofunda mediante pozos y zapatas empotradas a 3,00 m de profundidad respecto a la rasante exterior, de modo que el plano de apoyo se implante bajo la capa activa del terreno.

La carga admisible será de:

2,80 kg/cm².

Bajo soleras se deberá disponer de al menos dos tongadas de 0,30 cm de subbase granular, debidamente compactada al 95% del Próctor Modificado.

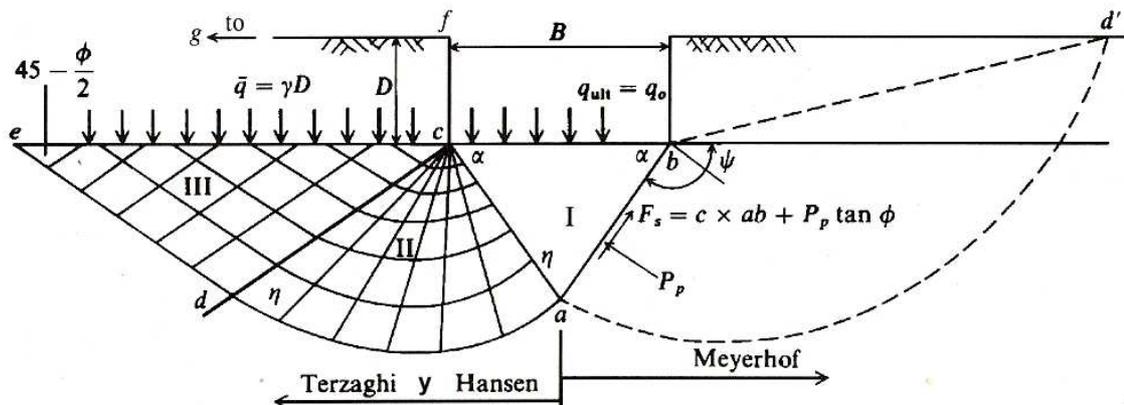
Para mitigación del fenómeno expansivo en elementos superficiales y de urbanización se remite al apartado 11.2.

10.5 JUSTIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES PROPUESTAS

10.5.1. CARGA ADMISIBLE DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

La carga última o de hundimiento de una cimentación superficial puede definirse como el valor al que ésta puede ser sometida para que se alcance la rotura en un amplio volumen de suelo infrayacente.

Los estudios teóricos de la presión de hundimiento se basan en la hipótesis de un mecanismo o modelo de rotura bidimensional junto con una ley de resistencia del terreno, estableciéndose las condiciones límites de equilibrio entre las fuerzas aplicadas exteriormente y las desarrolladas en el terreno para contrarrestarlas.



Distribución de esfuerzos

Existen numerosas soluciones o formulaciones de la carga de hundimiento, entre las cuales las más conocidas o habituales por su utilización son la de Terzaghi (1943), Meyerhof (1963), Hansen (1970) que es la que utiliza el Código Técnico de la Edificación (CTE) y Vesic (1973, 1975). Estas últimas proporcionan coeficientes correctores que tienen en cuenta la forma del cimiento, excentricidad, inclinación de la carga, del cimiento y del terreno.

Los datos de partida de estas expresiones son los factores de capacidad portante (N_C , N_q y N_γ) que dependen de la cohesión (c) y ángulo de rozamiento interno del terreno (ϕ), la anchura del cimiento B , profundidad de cimentación D , y densidad del terreno γ .

En los análisis hay que distinguir entre condicionadas drenadas ($\phi > 0$) y no drenadas ($\phi = 0$), correspondiendo estas últimas a los suelos cohesivos saturados.

La **carga admisible del terreno** resulta de dividir por 3 la carga de hundimiento. En las condiciones no drenadas el término de sobrecarga del terreno no tiene porqué ser afectado por esta división.

	TERZAGUI (1943)	MEYERHOF (1963)	HANSEN-CTE (1970)	VESIC (1973-1975)
FORMULACIÓN GENERAL	$Q_h = cN_c s_c + \bar{q} N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$	Para cargas verticales: $Q_h = cN_c d_c + \bar{q} N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$ Para cargas inclinadas: $Q_h = cN_c d_i c_i + \bar{q} N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma d_\gamma i_\gamma$	$Q_h = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$ Para $\phi=0$, entonces: $Q_h = 5.14 c_u (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + \bar{q}$	$Q_h = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$ Para $\phi=0$, entonces: $Q_h = 5.14 c_u (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + \bar{q}$
CAPACIDAD PORTANTE	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \phi/2)}$ $N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{p\lambda}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2})$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \phi)$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2})$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $a = e^{(0.75\pi - \phi/2) \tan \phi}$ $N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2})$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$
FORMA	Cimiento Zanja redondo cuadrado $s_c =$ 1,0 1,3 1,3 $s_\gamma =$ 1,0 0,6 0,8	Para $\phi \geq 0$ $s_c = 1 + 0.2 \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2}) \frac{B}{L}$ Para $\phi > 10^\circ$ $s_q = s_\gamma + 0.1 \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2}) \frac{B}{L}$ Para $\phi = 0$ $s_q = s_\gamma = 1$	Para $\phi = 0$ $s'_c = 0.2 \frac{B'}{L'}$ Para $\phi > 0$ $s_c = 1 + 0.2 \frac{N_q \cdot B'}{N_c \cdot L'}$ $s'_c = 1.0$ para cimiento en faja $s_q = 1 + 0.2 \frac{B'}{L'} \sin \phi$ $s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$s_c = 1 + 0.2 \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$ $s_q = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \tan \phi$ $s_\gamma = 1 - 0.2 \frac{B}{L} > 0.6$
PRFUNDIDAD		Para $\phi \geq 0$ $d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ Para $\phi > 10$ $d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ Para $\phi = 0$ $d_q = d_\gamma = 1$	Para $\phi = 0$ $d'_c = 0.4 K \quad K = \frac{D}{B}$ Para $\phi > 0$ $d_c = 1 + 0.4 K$ $d'_c = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin)^2 K$ $d_\gamma = 1,00$	$d_c = 1 + 0.4 K$ $d_c = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin)^2 K$ $d_\gamma = 1,00$
INCLINACIÓN DE CARGA		Para $\phi \geq 0$ $i_c = i_q = (1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ})^2$ Para $\phi > 10$ $i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^2$ Para $\phi = 0$ $i_\gamma = 0$ para $\theta > 0$	Para $\phi = 0$ $i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H_i}{AfCa}}$ Para $\phi > 0$ $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ $i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + AfCa \cot \phi} \right]^{m_1}$ $i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + AfCa \cot \phi} \right]^{m_2}$	Para $\phi = 0$ $i'_c = 1 - \frac{m H_i}{AfCa N_c}$ Para $\phi > 0$ $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ $i_q = \left[1 - \frac{H_i}{V + AfCa \cot \phi} \right]^m$ $i_\gamma = \left[1 - \frac{H_i}{V + AfCa \cot \phi} \right]^{m+1}$ $m = m_b = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$
INCLINACIÓN TERRENO (CIMENTACIONES SOBRE TALUD)			Para $\phi = 0$ $g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ Para $\phi > 0$ $g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$	Para $\phi = 0$ $g'_c = \frac{\beta}{5.14} \quad \beta \text{ en radianes}$ Para $\phi > 0$ $g_c = i_\gamma - \frac{1 - i_\gamma}{5.14 \tan \phi}$ $g_q = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^2$
INCLINACIÓN DE LA BASE DEL CIMIENTO			Para $\phi = 0$ $b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ Para $\phi > 0$ $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = \exp(-2 \eta \tan \phi)$ $b_\gamma = \exp(-2.7 \eta \tan \phi) \quad \eta \text{ en radianes}$	Para $\phi = 0$ $b'_c = g'_c$ Para $\phi > 0$ $b_c = 1 - \frac{2 \beta}{5.14 \tan \phi}$ $b_q = b_\gamma = (1 - \eta \tan \phi)^2$

Tabla resumen de métodos de determinar capacidad portante

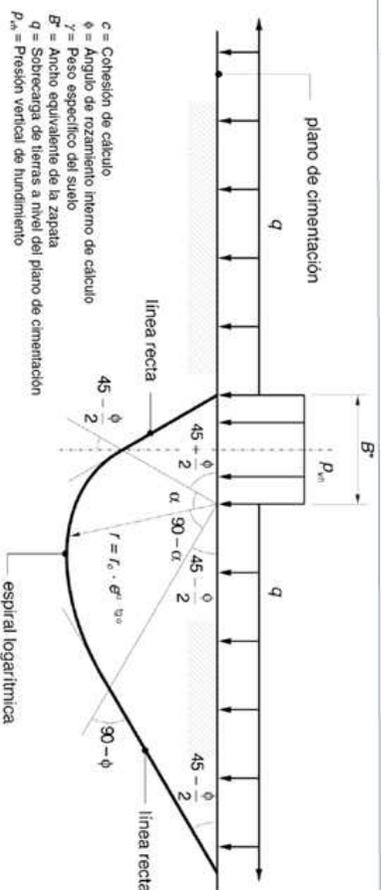
VALORACIÓN DE CARGA DE HUNDIMIENTO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES
Metodos de Terzagui, Meyerhof, Hansen y Vesic.

CLIENTE : VEIASA

REFERENCIAL: Ampliación I.T.V. Lucena (Córdoba)

MODELO: Cimentación mediante pozos y zapatas.

PARAMETROS RESISTENTES		CARACTERÍSTICAS DE CIMENTACION	
Cohesión, c (kPa)	18,00	Anchura, B (m)	1,50
Angulo de rozamiento interno (°)	22,00	Longitud, L (m)	1,50
Peso aparente (KN/m ³)	18,00	Profundidad de cimentación, (m)	3,00
Peso sumergido (KN/m ³)	8,00	Empotramiento de la cimentación, D (m)	2,50
Profundidad nivel freático (m)	0,00	Angulo de Talud próximo (°)	0,00
Sobrecarga base de cimentación (KN/m ²)	20,00	Peso específico computable bajo cimiento (KN/m ³)	8,00


CARGAS INCLINADAS

Componente vertical
 Componente horizontal paralela a B
 Componente horizontal paralela a L
 Excentricidad según B
 Excentricidad según L
 Ancho reducido
 Largo reducido

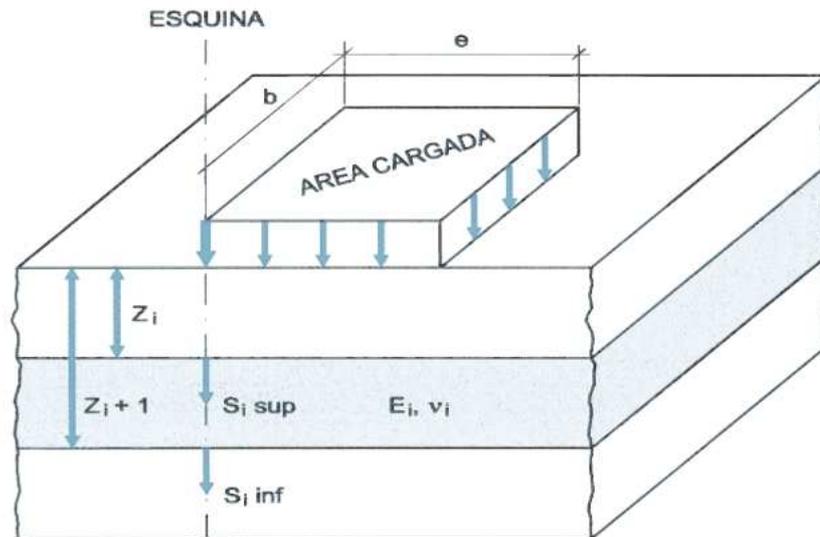
V =	10,00	KN
H _v =	0,00	KN
H _L =	0,00	KN
H =	0,00	KN
e _g =	0,00	m
e _L =	0,00	m
tg(d _B) =	0,00	
tg(d _L) =	0,00	
B* =	1,50	
L* =	1,50	m
tg(d _B) =		0,00
tg(d _L) =		0,00
q _B =		4,44

	TERZAGUI	MEYERHOF	HANSEN-CTE	VESIC
FACTORES CAPACIDAD PORTANTE				
N _q	9,19	7,82	7,82	7,82
N _c	20,27	16,88	16,88	16,88
N _γ	5,88	6,10	4,13	7,13
FACTORES DE FORMA				
Sc	1,00	1,44	1,46	1,46
Sq	1,00	0,22	1,37	1,40
S _γ	0,80	0,22	0,60	0,60
FACTORES DE PROFUNDIDAD				
Dc		1,49	1,67	1,67
Dq		1,25	1,53	1,53
D _γ		1,25	1,00	1,53
FACTORES DE INCLINACION CARGAS				
i _c			1,00	1,00
i _q			1,00	1,00
i _γ			1,00	1,00
FACTORES DE PROXIMIDAD DE TALUD PROXIMO				
t _c			1,00	1,00
t _q			1,00	1,00
t _γ			1,00	1,00
CARGA DE HUNDIMIENTO(KPa)				
	576,95	694,78	1084,28	1102,08
CARGA ADMISIBLE(KPa)				
	192,32	231,59	361,43	367,36

CARGA ADMISIBLE MEDIA (kPa): 288.17 kPa

11.4.2. VALORACIÓN DE ASIENTOS DE CIMENTACIONES. MÉTODO DE STEINNBRENNER.

Permite calcular asientos inducidos en el terreno de las cargas transmitidas por cimentaciones de tipo zapatas, zanjas corridas o losas, suponiendo un modelo elástico multicapa sobre capa rígida.



$$\text{Acortamiento del estrato } i = S_i(Z_i) - S_i(Z_i + 1)$$

Para calcular el acortamiento de un estrato "i", se supone que el mismo es homogéneo.

La suma de acortamientos de cada estrato permite evaluar el asiento total sufrido en superficie o plano de cimentación.

$$S_i = S_{i \text{ sup}} - S_{i \text{ inf}}$$

siendo

$S_{i \text{ sup}}$ = Asiento inicial en el techo de la capa

$S_{i \text{ inf}}$ = Asiento base de la capa

La fórmula de Steinnbrenner corresponde al asiento bajo la esquina de un área rectangular cargada:

$$S_z = \frac{pb}{2E} (A\phi_1 - B\phi_2)$$

donde:

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

$$m = \frac{z}{B}$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left(I_n \frac{t+n}{t-n} n \times I_n \frac{t+1}{t-1} \right)$$

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

$$n = \frac{L}{B}$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \times \arctg \frac{n}{tn}$$

E = Módulo de elasticidad;

ν = Coef. Poisson

$$t = (1 + n^2 + m^2)^{\frac{1}{2}}$$

b = Ancho del cimiento

p = Tensión neta a cota de cimentación

El módulo de deformación se puede deducir a partir del módulo edométrico en los ensayos Edométricos o de Inundación Bajo Carga según la relación:

$$E = 0,74 \times E_{\text{edom}}, \quad \text{donde} \quad E_{\text{edom}} = \frac{\Delta T}{\Delta E}$$

Además, el módulo de elasticidad se puede definir a través de correlaciones empíricas al uso basadas en el Nspt y qu. Así en la siguiente tabla se refleja la relación entre el Módulo de deformación Es y el tipo de terreno en función del valor de Nspt.

Tipo de terreno	Módulo de deformación-Es (kPa)
Arena normalmente consolidada	500 (N+15)
Arena saturada	250 (N+15)
Arena con gravas	si N>6 si N<6
	1200 (N+6) 600 (N+6)
Arena arcillosa	320 (N+15)
Limos, limos arcillosos o limos arenosos	300 (N+6)

Para el caso de nuestro cálculo se utilizan los valores medidos en el caso más desfavorable y próximos al lado de la seguridad.

El asiento medio con una distribución parabólica del mismo bajo la cimentación es:

$$S_{\text{medio}} = S_{\text{esquina}} + 0.66 (S_{\text{centro}} - S_{\text{esquina}})$$

A continuación se exponen los resultados de asientos para las dimensiones de cimentación definida:

Cliente: VEIASA
 Trabajo: AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ITV
 Localidad: LUCENA (CÓRDOBA)

DATOS DEL TERRENO:

	Espesor de capa (m)	Mod. Elasticidad (kg/cm ²)	Coef. Poisson
Capa 1	0.80	35.00	0.30
Capa 2	8.00	130.00	0.30

DATOS DE LA CIMENTACION:

LONGITUD DE LA CIMENTACION (m):	1.50
ANCHURA DE LA CIMENTACION (m):	1.50
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m):	3.00
PRESION TOTAL (kg/cm ²):	2.80
PESO ESP. APARENTE TERRENO (gr/cm ³):	2.00
PRESION NETA (kg/cm ²):	2.20

ASIENTO DE LA CIMENTACION:

Capa	Asiento (cm)	Asiento Acumulado (cm)
Capa 1	0.00	0.00
Capa 2	1.83	1.83
TOTAL		1.83

Los asentamientos máximos admisibles o tolerables han sido expresados por varios autores en las cifras que se expresan en el siguiente cuadro:

ASIENTOS ADMISIBLES	SUELOS ARENOSOS	SUELOS COHESIVOS
	2,5 – 4,0 cm	6,5 cm
Cimentación por zapatas:	Asiento diferencial máx.: 2,0 – 2,5 cm	Asiento diferencial máx.: 4,0 – 5,0 cm
Cimentación por losa	4,0 – 6,5 cm	6,5 – 10 cm

La Norma Básica de Edificación NBE-AE-88 ofrece los siguientes valores de asentamientos admisibles en función del tipo de suelo y características de la edificación:

ASIENTOS ADMISIBLES	SUELOS ARENOSOS	SUELOS COHESIVOS
Obras de carácter monumental	1,2	2,5
Estructura de hormigón armado de gran rigidez	3,5	5,0
Edificio de hormigón armado de pequeña rigidez	5,0	7,5
Estructura metálica hiperestática		
Edificio con muro de fábrica	5,0	7,5
Estructura metálica isostática		
Estructura de madera		
Estructura provisional	Comprobando que no se produce desorganización de estructura ni cerramientos.	

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

11.1 CONCLUSIONES

En este apartado se incluyen, a manera de resumen, los principales datos del estudio geotécnico que se han desarrollado en apartado anteriores y a los cuales remitimos para su completa y mejor comprensión.

El presente estudio se realiza a petición de Verificaciones Industriales de Andalucía, S.A.

Proyecto:

Ampliación de las instalaciones de la I.T.V. de Lucena (Córdoba), del que se va a ampliar el área de oficinas, la línea de inspección y donde se va a implantar una pérgola.

Trabajos geotécnicos realizados:

Para el reconocimiento geotécnico del subsuelo, se han realizado los siguientes ensayos geotécnicos:

	Nº DE ENSAYOS	PROFUNDIDAD (m)
SONDEOS CON EXTRACCIÓN	2	15,00
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA – DPSH	2	Rechazo

Se han realizado igualmente los siguientes ensayos en el interior de los sondeos:

	Nº DE ENSAYOS
EXTRACCIÓN DE MUESTRA PARAFINADA	6
ENSAYOS DE PENETRACIÓN S.P.T.	8

Además se han realizado los ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización de los distintos niveles.

Niveles geotécnicos diferenciados:

Nivel 1: SOLERA / RELLENO. ARENAS Y GRAVAS MARRÓN CLARAS.

Este nivel presenta poco desarrollo, mostrando espesores que oscilan entre 0,20 y 0,60 m.

Estos rellenos son bastante heterogéneos en cuanto a su composición, mostrando tanto arenas como gravas algo limosas, de color marrón claro amarillento.

Nivel 2: ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN CLARAS. GRISES EN PROFUNDIDAD.

Este nivel aparece bajo los rellenos, siendo continuo en las cotas prospectadas.

Este nivel ha sido reconocido como arcillas limosas algo arenosas de color marrón claro, con indicios de nódulos carbonatados pulverulentos y lentes carbonatadas blanquecinas. El porcentaje en arenas es más elevado hacia techo, disminuyendo gradualmente en profundidad al tiempo que toma una coloración grisácea.

Expansividad:

De acuerdo a todos los parámetros obtenidos en los diferentes ensayos concluimos que el nivel 2 de arcillas marrones muestra un grado de expansividad de tipo alto.

Medida del nivel freático:

En los trabajos realizados no se ha detectado nivel freático.

Agresividad:

Las determinaciones realizadas indican que este suelo es NO AGRESIVO, definiendo un ambiente de exposición del IIa, recomendándose un cemento de tipo ORDINARIO.

Propuesta de cimentación:

Debido al carácter expansivo del terreno reconocido y a la baja transmisión de cargas que se prevén, se recomienda recurrir a una cimentación semiprofunda mediante pozos y zapatas empotradas a 3,00 m de profundidad respecto a la rasante exterior, de modo que el plano de apoyo se implante bajo la capa activa del terreno.

La carga admisible será de:

2,80 kg/cm².

Bajo soleras se deberá disponer de al menos dos tongadas de 0,30 cm de subbase granular, debidamente compactada al 95% del Próctor Modificado.

Para mitigación del fenómeno expansivo en elementos superficiales y de urbanización se remite al apartado 11.2.

11.2 RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN DEL FENÓMENO EXPANSIVO.

Pueden ser agrupadas en varios tipos, en general las más abundantes tienden a evitar las variaciones de humedad bajo el nivel de las zapatas, a adaptar la estructura y a medidas o diseños de ejecución que mitiguen los efectos nocivos del suelo.

Las presiones de cimentación a comparar con la presión admisible deber ser presiones totales, incluidos peso propio de la cimentación y de las tierras superiores en su caso.

En zonas de terraplenes, la profundidad de cimentación dada se refiere a la cota de la de la superficie original del terreno. En zonas en que se realicen desmontes, la profundidad de cimentación irá referida a la cota de la superficie modificada.

Los pozos o zapatas deben arriostrarse con una retícula de vigas de atado adecuadamente armadas. Las vigas de atado deben separarse del terreno en todas sus caras con una capa de aire o compresible de 10-15 cm para evitar el empuje del terreno sobre ellas, lo que podría dañar los elementos estructurales y de cimentación. La misión de arriostramiento de la cimentación se puede encomendar al forjado de planta baja y a sus vigas de carga, si se calculan a estos efectos.

Para evitar o disminuir los movimientos diferenciales (tanto de asentos como de hinchamiento y colapso) se recomienda que todos los pozos o zapatas transmitan al terreno presiones similares. Si las diferencias de carga o de presión entre elementos próximos fueran notables, se recomienda calcular el movimiento de los diferentes elementos y comprobar que las distorsiones angulares son admisibles. Si no fueran admisibles habría que aumentar la profundidad de cimentación.

El suelo aumenta su expansividad al ser remoldeado por lo que es aconsejable no utilizar para rellenos el terreno procedente de excavaciones. Si llegara a emplearse, se hará con las debidas precauciones, procurando no ponerlo en contacto con elementos sensibles al hinchamiento o al colapso.

Si es necesaria la construcción de muros, se evitará que en su trasdós quede el terreno expansivo, empleando preferentemente relleno granular con bajo porcentaje de finos (<5%), y drenaje adecuado. En caso contrario la baja permeabilidad de la arcilla pueden originar empujes excesivos.

Han de cuidarse las canalizaciones de agua o alcantarillado que vayan sobre el terreno.

Han de construirse de modo que resistan los movimientos, casi inevitables, que van a sufrir, y al mismo tiempo deben impedirse posibles fugas que provocarían cambios de volumen locales, con las correspondientes distorsiones. A título de ejemplo son aconsejables medidas de este tipo:

- Colocación de lecho de hormigón baja tuberías, y relleno de zonas laterales y superiores con terreno debidamente compactado (preferible arena fina, arena con cal, etc...).
- Juntas flexibles entre tuberías.
- Entrega suficiente de tuberías en arquetas, que serán resistentes pero flexibles o deformables, con posibilidad de ligeros movimientos. Puede estudiarse el empleo de arquetas prefabricadas.

Para evitar o disminuir en lo posible el acceso de agua al terreno, además de las precauciones particulares con las canalizaciones, es conveniente realizar soluciones constructivas como las siguientes:

- Amplios Acerados y pavimentación extensa e impermeable en el perímetro de las edificaciones (2 m); las aceras deben de tener una pendiente transversal del 2 % hacia afuera con cuneta en su borde exterior. Es conveniente para evitar fisuraciones, armarlas con mallazo de acero.
- Canalones y/o imbornales en número suficiente para recoger el agua de lluvia.
- Impedimento de riego abundante de las zonas ajardinadas junto a la edificación, o en su caso drenaje de estas zonas con recogida del agua y evacuación al alcantarillado.
- No plantar árboles a una distancia de los edificios equivalente a 1.5 veces su altura en estado adulto, pues provocan una importante disminución de la humedad del suelo. En particular resultan especialmente peligrosos las especies de hoja caduca.

Por último, debe de indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas a partir de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela en las condiciones actuales del subsuelo.

Ello no es óbice para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, etc) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra.

En cualquier caso, se ha de comprobar o verificar mientras dure la fase de excavación de la cimentación que el terreno que aparece se corresponde con el descrito en el informe.



Fdo.: D. Gregorio Gemio del Rio
DPTO. GEOTECNIA



Fdo.: D. Miguel Ángel Fernández Vélez
JEFE DPTO. GEOTECNIA

Este informe consta de treinta y seis páginas numeradas y selladas.

ANEXOS

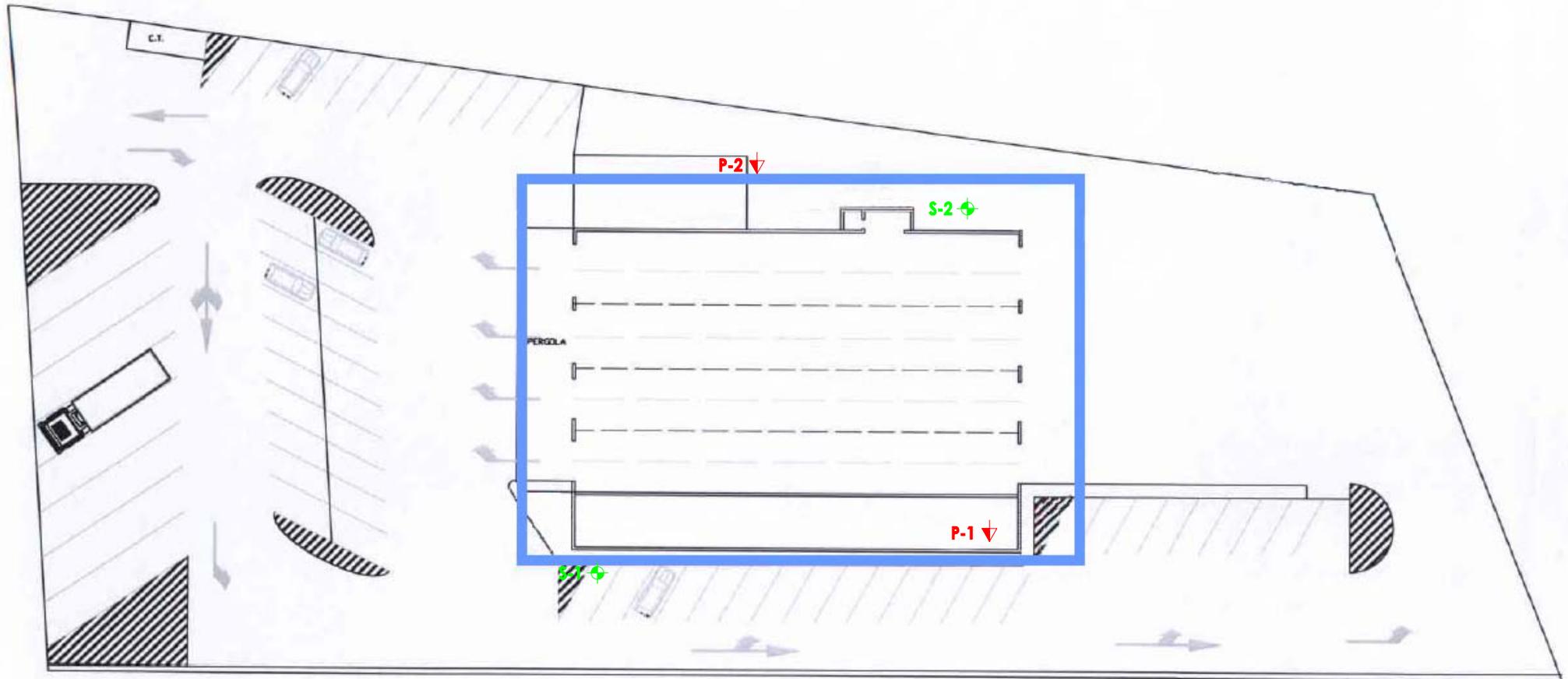
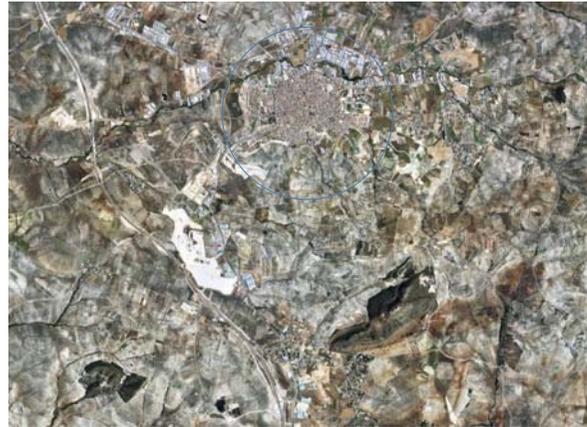
ANEXOS

PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

LEYENDA

- P-1 PENETRACION DINAMICA
- S-1 SONDEO ROTATORIO



PETICIONARIO VEIASA	TÍTULO ESTUDIO GEOTÉCNICO AMPLIACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA ITV LUCENA (CÓRDOBA)	AUTOR 	ESCALA	FECHA OCTUBRE 2008 IDENTIFICACION I-DGE-693/08	TÍTULO DEL PLANO SITUACION DE ENSAYOS	Nº DE PLANO 1 HOJA 1 DE 1
-------------------------------	---	-----------	--------	---	--	------------------------------------

PARTES DE ENSAYOS DE SONDEOS

PARTES DE ENSAYOS DE SONDEOS

TOMA DE MUESTRAS DE AGUA FREÁTICA SEGÚN ANEJO 5.
 ENSAYO DE PENETRACIÓN Y TOMA DE MUESTRAS ESTÁNDAR SEGÚN NORMA UNE 10300/92.
 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS EN SONDEOS CON TOMA MUESTRAS DE PARED DELGADA TIPO SHELBY SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS EN SONDEOS CON TOMA MUESTRAS DE PARED DELGADA DE PISTÓN FIJO SEGÚN NORMA XP P94-202.

TOMA DE MUESTRAS CON TOMA MUESTRAS DE PARED GURESA CON ESTUCHE INTERIOR SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO TOMA MUESTRAS SIMPLE (BATERÍA SIMPLE) SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO TOMA MUESTRAS DOBLE (BATERÍA DOBLE) SEGÚN NORMA XP P94-202 Y ASTM D2113-99.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO DE TOMA MUESTRAS TRIPLE CON EXTENSIÓN DE PARED DELGADA SEGÚN NORMA XP P94-202 Y ASTM D2113-99.



PETICIONARIO: VEIASA
 SITUACIÓN: AMPLIACIÓN I.T.V.
 LOCALIDAD: LUCENA (MÁLAGA)
 FECHA: 30/09/08
 COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-1
 HOJA: 1/1
 SONDA: CASIZ
 SUPERVISOR:
 SONDISTA: A. DE LA TORRE

Escala 1:125	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	Nspt	R.Q.D.	Presiónmetro / Vane Test	Vane Test de bobinado [kg/cm²]	Humedad	Densidad Seca [g/cm³]	GRANULOMETRÍA		L. ATTERBERG		C. SIMPLE		TX/C.D.		EDOMETRÍA		Hinchamiento libre %	P.M. Hinchamiento [N/mm²]	Índice Colapso %	Sulfatos %	Carbonatos %	Materia orgánica %	Acidez Bauman-Gully		
																		% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	WI	IP	Clasificación USCS	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²]	Ángulo de rozamiento	Cc								Cs	
1				20406080	0.20	0.20	HORMIGÓN.																													
2	Bw(101)				0.60	0.40	RELLENO. ARENA AMARILLENTA. - Abundantes cantos de calcarenita heterométrico. - Lentes algo cementadas.			MI-1	1.20 1.65	8																								
3							ARCILLA LIMOSA AMARILLENTA. - Algo de veteado negruzcos y anaranjados.																													
4										MI-1	3.20 3.80																									
5																																				
6						11.10																														
7																																				
8	Bw(86)																																			
9																																				
10																																				
11																																				
12						11.70																														
13						2.00		ARCILLA LIMOSA MARGOSA GRISÁCEA. - Algún tramo cementado.																												
14																																				
15						1.30		ARCILLA LIMOSA AMARILLENTA. - Algo de veteado negruzco y anaranjado.																												
16						15.00				MI-3	14.60 15.02																									

OBSERVACIONES: MI: Muestra Inalterada a Presión o Percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
 PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; w: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm).
 Cajas de sondeo:5 ml de PVC:15
 Fecha testificación cajas:
 GOLPEOS:MI-1 (3.20-3.80): 11/15-23/15-31/15-43-15; MI-2 (8.46-8.83): 13/15-26/15-50/7; MI-3(14.60-15.02): 12/15-18/15-50/12.

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. José Luís Rojas de la Puerta

TOMA DE MUESTRAS DE AGUA FREÁTICA SEGÚN ANEJO 5.
 ENSAYO DE PENETRACIÓN Y TOMA DE MUESTRAS ESTÁNDAR SEGÚN NORMA UNE 10300/92.
 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS EN SONDEOS CON TOMA MUESTRAS DE PARED DELGADA TIPO SHELBY SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS EN SONDEOS CON TOMA MUESTRAS DE PARED DELGADA DE PISTÓN FIJO SEGÚN NORMA XP P94-202.

TOMA DE MUESTRAS CON TOMA MUESTRAS DE PARED GURESA CON ESTUCHE INTERIOR SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO TOMA MUESTRAS SIMPLE (BATERÍA SIMPLE) SEGÚN NORMA XP P94-202.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO TOMA MUESTRAS DOBLE (BATERÍA DOBLE) SEGÚN NORMA XP P94-202 Y ASTM D2113-99.
 TOMA DE MUESTRAS A ROTACIÓN CON TUBO DE TOMA MUESTRAS TRIPLE CON EXTENSIÓN DE PARED DELGADA SEGÚN NORMA XP P94-202 Y ASTM D2113-99.



PETICIONARIO: VEIASA
 SITUACIÓN: AMPLIACIÓN I.T.V.
 LOCALIDAD: LUCENA (MÁLAGA)
 FECHA: 30/09/08
 COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-2
 HOJA: 1/1
 SONDA: CASIZ A
 SUPERVISOR:
 SONDISTA: A. DE LA TORRE

Escala 1:125	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	Nspt	R.Q.D.	Presiónmetro / Vane Test	Vane Test de bolsillo [kg/cm ²]	Humedad	Densidad Seca [g/cm ³]	GRANULOMETRÍA		L. ATTERBERG		C. SIMPLE		TX/C.D.		EDOMETRÍA		Hinchamiento libre %	P.M. Hinchamiento [N/mm ²]	Índice Colapso %	Sulfatos %	Carbonatos %	Materia orgánica %	Acidez Bauman-Gully				
																		% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	WI	IP	Clasificación USCS	qu [kp/cm ²]	Def. %	Cohesión [kg/cm ²]	Ángulo de rozamiento	Cc								Cs			
1	Bw(101)	Bw(101)		20406080	0.10	0.10	HORMIGÓN.																															
2					0.40	0.30	RELLENO. GRAVA EN MATRIZ LIMOSA BLANQUECINA. - Tamaño de bolo hasta 10 cm.		1.20	MI-1	1.20-1.65																											
3							ARCILLA LIMOSA AMARILLENTA. - Veteado anaranjado y negruzco. - Algo cementada.		3.20	MI-2	3.20-3.65	26																										
4						7.30																																
5																																						
6																																						
7																																						
8						7.70	ARCILLA LIMOSA MARGOSA GRISÁCEA. - Lentes limosas grisáceas. - Indicios de restos bioclásticos. - Lentes de cementación variable.		7.80		7.80-8.05	R																										
9																																						
10																																						
11																																						
12																																						
13																																						
14																																						
15																																						
16						7.45																																
						15.15																																

OBSERVACIONES: MI: Muestra Inalterada a Presión o Percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
 PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; w: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm).
 Cajas de sondeo: 6 ml de PVC: 15
 Fecha testificación cajas: GOLPEOS: MI-1(1.20-1.65):12/15-28/15-50/15; MI-2(5.40-6.00):16/15-26/15-36/15-44/15; MI-4(11.40-11.90):8/15-11/15-37/15-50/5.

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 N° INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA N° 103 DE 30/05/2005

DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. José Luís Rojas de la Puerta

GRÁFICOS Y LISTADOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

GRÁFICOS Y LISTADOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

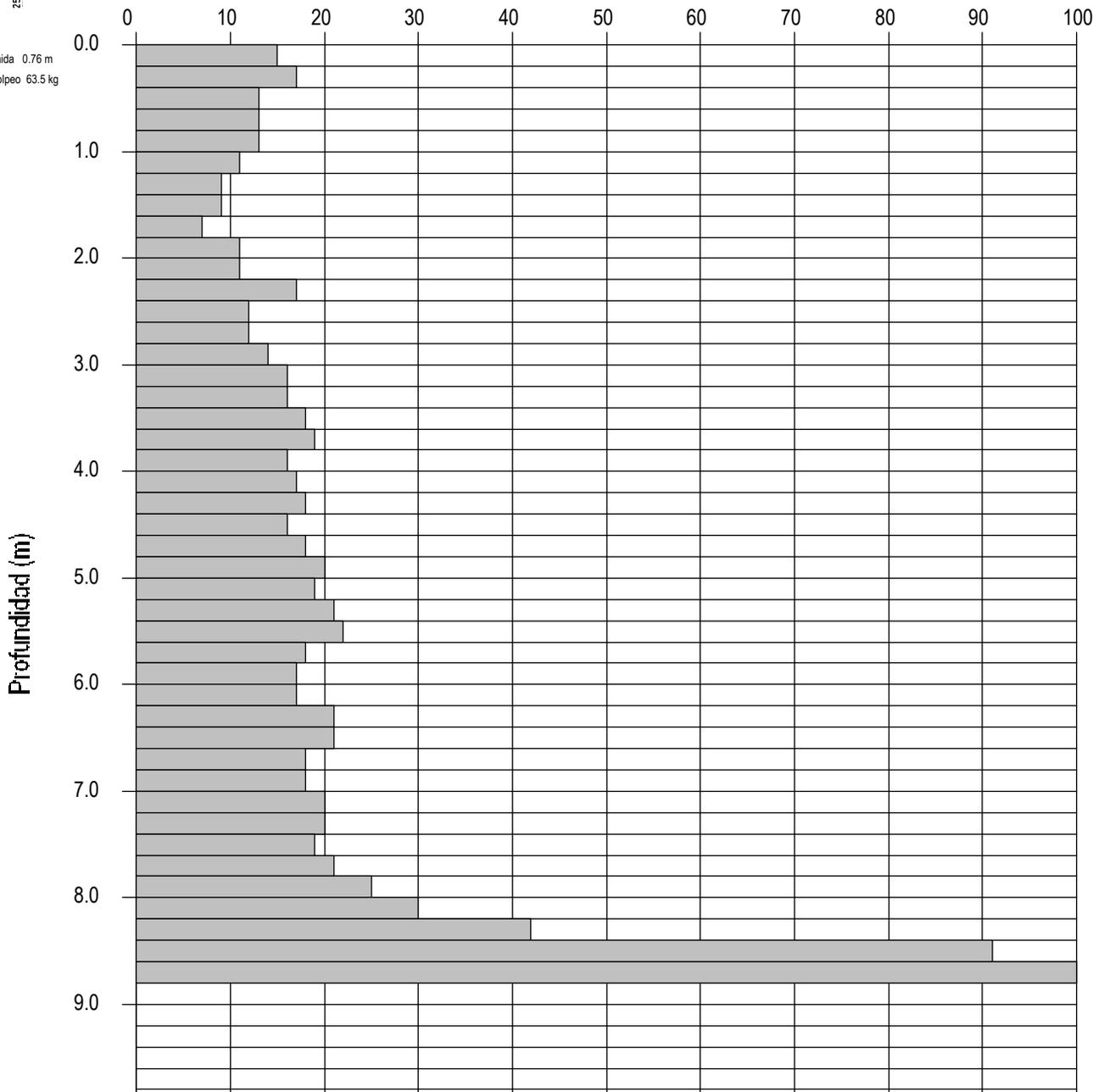
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



Petionario: VEIASA		Nº ENSAYO :1
Situación : AMPL. I.T.V. LUCENA		Expediente :
Población : LUCENA (CÓRDOBA)		Fecha : 30/10/2008
Coordenadas X: 0	Y: 0	Cota : 0

Golpes por 20 cm

DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5 kg



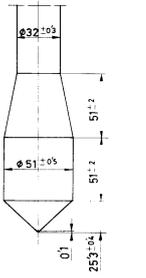
ENSAYO ACREDITADO: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH) SEGÚN UNE-103-801-94

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luis Rojas de la Puerta

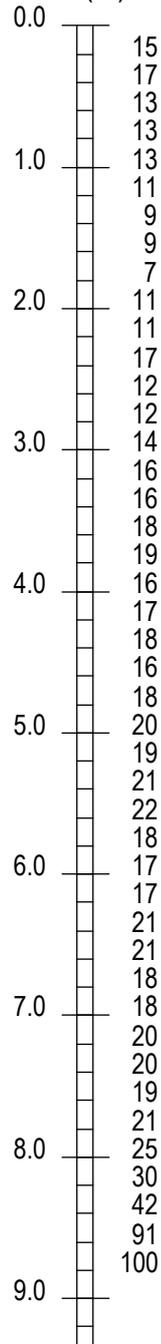
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5 kg

Petionario: VEIASA		Nº ENSAYO :1
Situación : AMPL. I.T.V. LUCENA		Expediente :
Población : LUCENA (CÓRDOBA)		Fecha : 30/10/2008
Coordenadas X: 0	Y: 0	Cota : 0

Profundidad (m) - Golpes por 20 cm



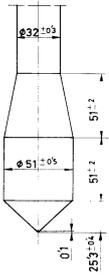
ENSAYO ACREDITADO: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH) SEGÚN UNE-103-801-94

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luis Rojas de la Puerta

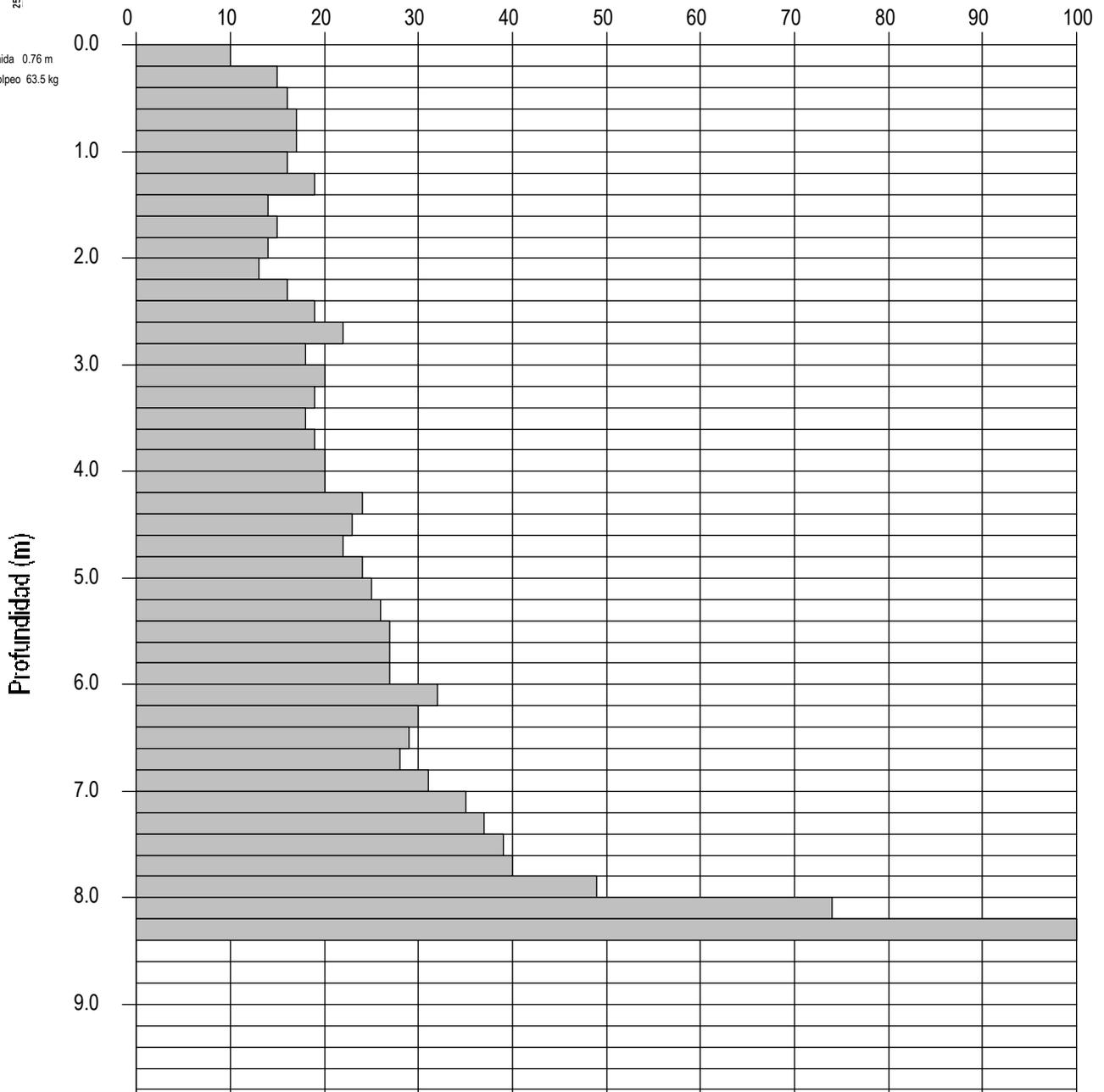
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



Petionario: VEIASA		Nº ENSAYO :2
Situación : AMPL. I.T.V. LUCENA		Expediente :
Población : LUCENA (CÓRDOBA)		Fecha : 30/10/2008
Coordenadas X: 0	Y: 0	Cota : 0

Golpes por 20 cm

DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5 kg



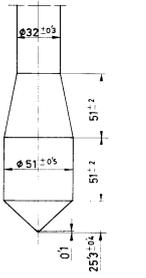
ENSAYO ACREDITADO: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH) SEGÚN UNE-103-801-94

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luis Rojas de la Puerta

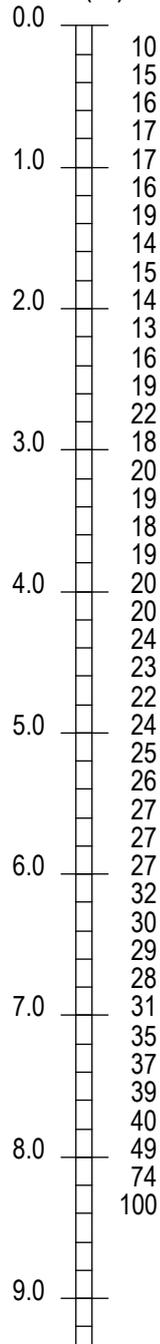
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5 kg

Petionario: VEIASA		Nº ENSAYO :2
Situación : AMPL. I.T.V. LUCENA		Expediente :
Población : LUCENA (CÓRDOBA)		Fecha : 30/10/2008
Coordenadas X: 0	Y: 0	Cota : 0

Profundidad (m) - Golpes por 20 cm



ENSAYO ACREDITADO: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH) SEGÚN UNE-103-801-94

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Miguel A. Fernández Vélez

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luis Rojas de la Puerta

PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº MUESTRA: I-DLB-15619/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27556



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-01

LOTE:

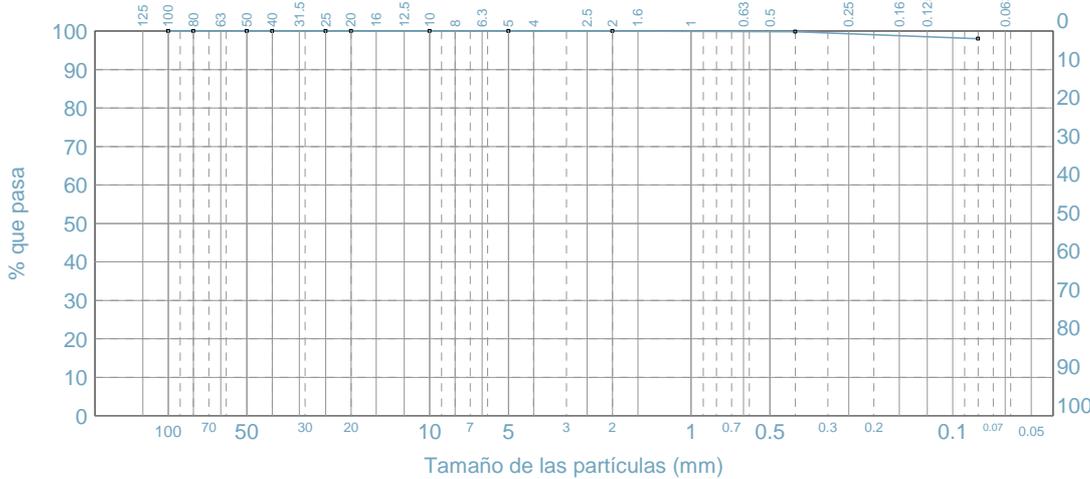
PROFUNDIDAD (m): Mín: 3.20 - Máx: 3.80

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

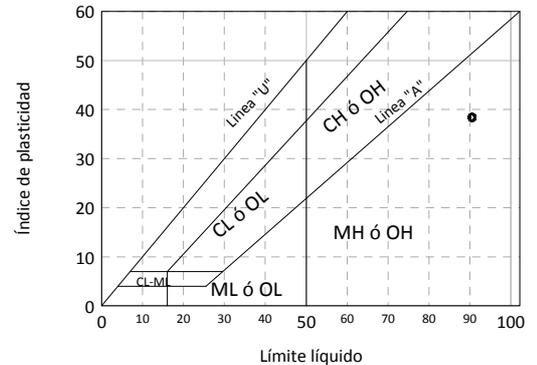


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,0

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 90,4**
 Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 52,0**
Índice de Plasticidad: 38,4

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (52)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Vorsevi S.A. C/ Cordel de Tomares, 2 - PAÑOLETA - 41900 CAMAS (Sevilla)

Nº MUESTRA: I-DLB-15619/08
I-DGE-693/08
Nº ACTA-2008/27557



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-01

LOTE:

PROFUNDIDAD (m): Mín: 3.20 - Máx: 3.80

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

ENSAYOS A UN SUELO

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA DE SUELOS SEGÚN ÁREA DE ACREDITACIÓN GTL - GTC

		Agresividad	
Sulfatos (EHE ANEJO 5)	0 mg/Kg	No agresivo	-
Acidez Bauman - Gully (EHE ANEJO 5)	0 ml/kg	No agresivo	-
		No agresivo	-

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Responsable de Ensayos Químicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
LEO44-SE05
BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: S-01

INICIO **FIN**

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m): 3.20 3.80

LOTE:

TIPO DE MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

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

DIMENSIONES DE LA PROBETA

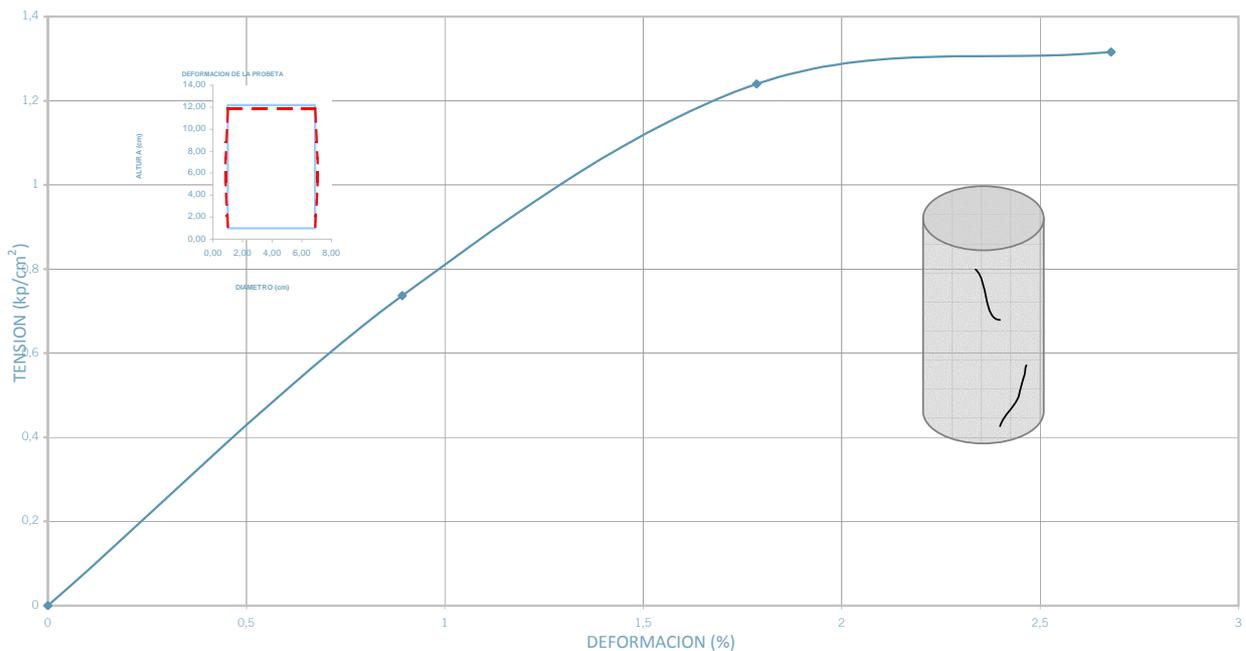
Diámetro (cm): 5,90
 Sección (cm²): 27,33
 Altura (cm): 11,20
 Volumen (cm³): 306,20

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

Humedad (%): 45,26
 Densidad húmeda (g/cm³): 1,66
 Densidad seca (g/cm³): 1,14

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Constante (K): 1,000
 Vel. Rotura (%): 2,0



Resistencia a compresión simple (q_u):	1,32 kP/cm² »	129,02 kPa
Deformación en rotura:	2,68 %	3,00 mm

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S-01

INICIO **FIN**

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m):

3.20

3.80

LOTE: **TIPO DE MUESTRA:** INALTERADA (MI)-1

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103-601-96)

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 49,9
 Altura (mm): 19,9
 Área (cm²): 19,5
 Volumen (cm³): 39,0

PARÁMETROS DE LA PROBETA

Peso Esp. Part. (g/cm³): 2,670
 Índ. de Poros (e₀): 1,323
 Densidad Seca (g/cm³): 1,150
 Humedad Inicial (%): 46,40
 Humedad Final (%): 48,80

TIPO DE PROBETA: INALTERADA

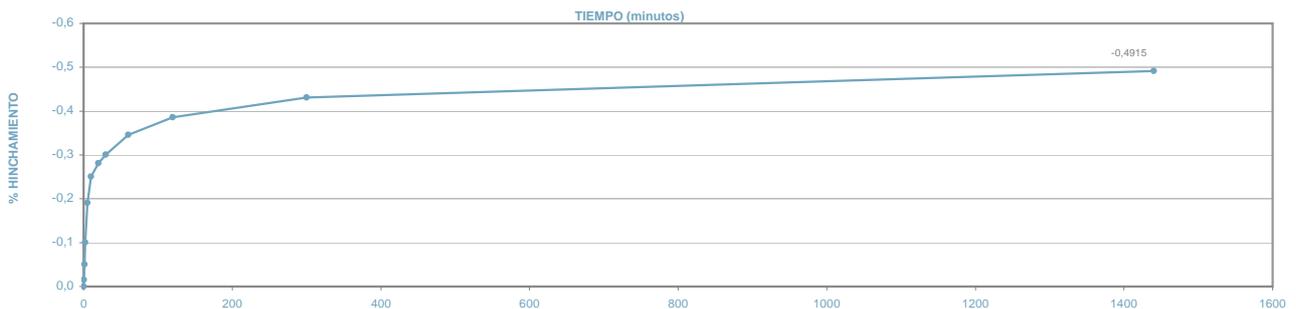
CONDICIONES DEL ENSAYO:

Densidad (g/cm³):
 Humedad (%):

Carga Inicial (KPa):

10

Tiempo (min)	Lectura (0,001mm)	Deformación Acumulada (%)
0,0	5,000	0,00
0,2	4,998	0,01
0,5	5,003	-0,02
1,5	5,010	-0,05
2,0	5,020	-0,10
5,0	5,038	-0,19
10,0	5,050	-0,25
20,0	5,056	-0,28
30,0	5,060	-0,30
60,0	5,069	-0,35
120,0	5,077	-0,39
300,0	5,086	-0,43
1440,0	5,098	-0,49



% HINCHAMIENTO LIBRE: 0,491

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director de Laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15621/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27560



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-01

LOTE:

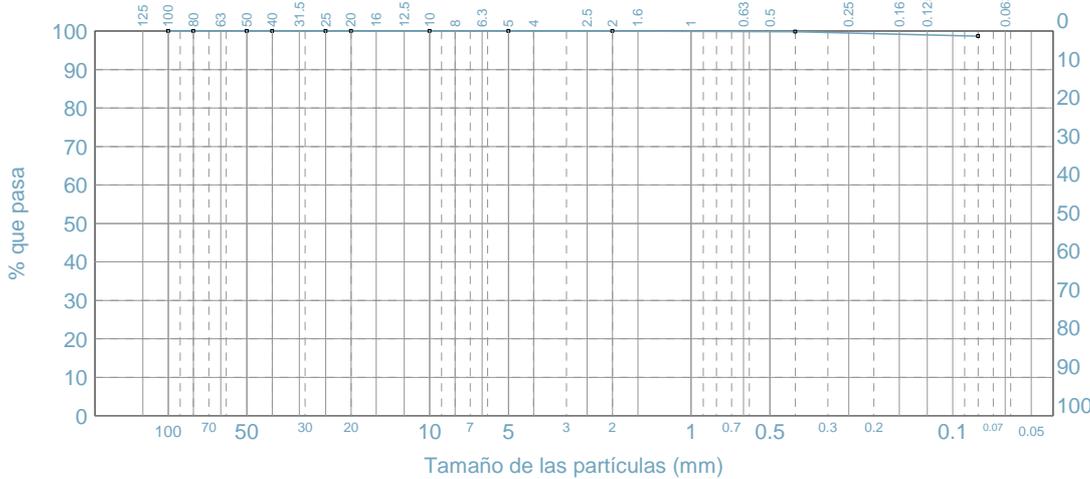
PROFUNDIDAD (m): Mín: 8.46 - Máx: 8.83

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-2

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

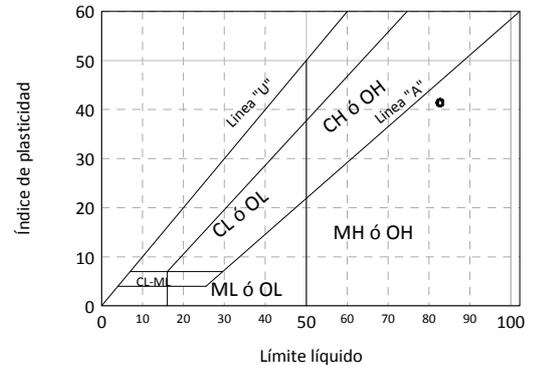


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,7

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 82,6**
 Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 41,2**
Índice de Plasticidad: 41,4

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (53)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15621/08
I-DGE-693/08
Nº ACTA-2008/27561



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-01

LOTE:

PROFUNDIDAD (m): Mín: 8.46 - Máx: 8.83

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-2

ENSAYOS A UN SUELO

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA DE SUELOS SEGÚN ÁREA DE ACREDITACIÓN GTL - GTC

		Agresividad	
		No agresivo	-
Sulfatos (EHE ANEJO 5)	0 mg/Kg		
Acidez Bauman - Gully (EHE ANEJO 5)	-----	-----	-----

Descripción: LIMOS PLÁTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Responsable de Ensayos Químicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
LEO44-SE05
BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: S-01 **INICIO** **FIN**
FECHA DE TOMA: 30/09/2008 **PROFUNDIDAD (m):** 8.46 8.83

LOTE: **TIPO DE MUESTRA:** INALTERADA (MI)-2

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

DIMENSIONES DE LA PROBETA

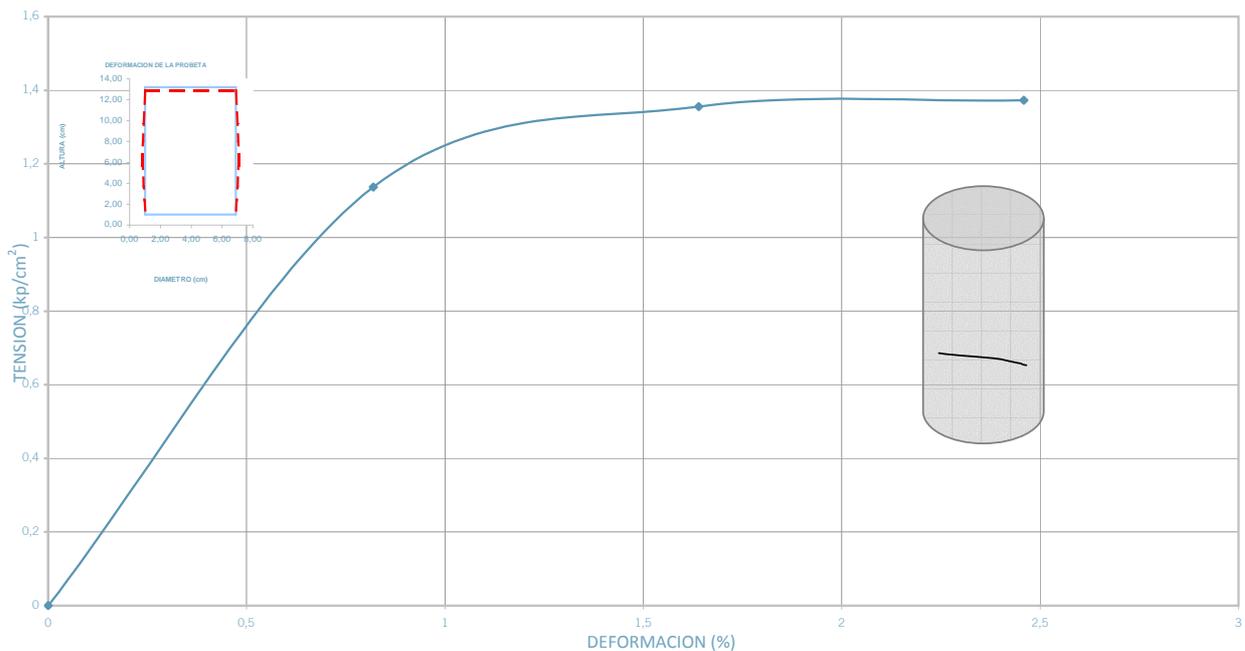
Diámetro (cm): 5,90
 Sección (cm²): 27,33
 Altura (cm): 12,20
 Volumen (cm³): 333,54

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

Humedad (%): 46,44
 Densidad húmeda (g/cm³): 1,65
 Densidad seca (g/cm³): 1,12

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Constante (K): 1,000
 Vel. Rotura (%): 2,0



Resistencia a compresión simple (q_u):	1,37 kP/cm² »	134,67 kPa
Deformación en rotura:	2,46 %	3,00 mm

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15622/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27563



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-01

LOTE:

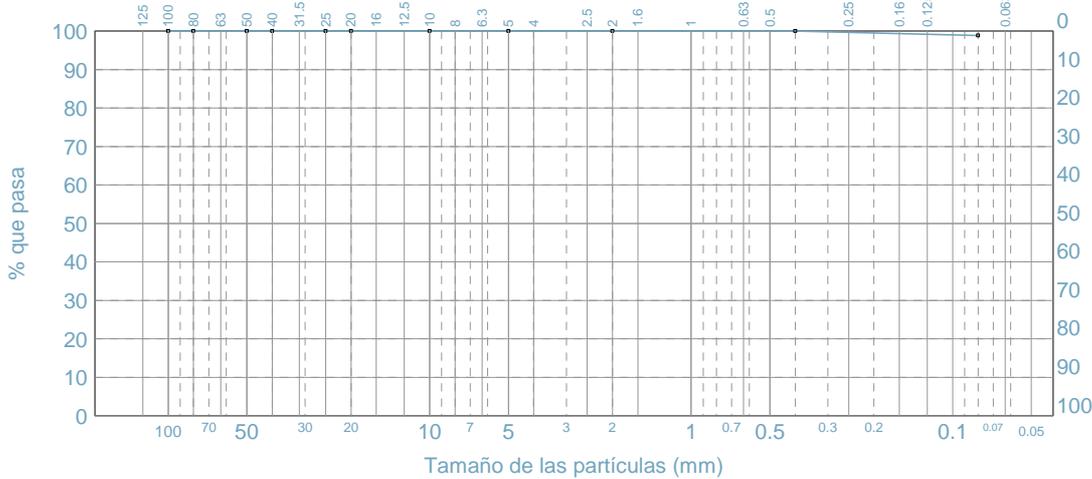
PROFUNDIDAD (m): Mín: 14.60 - Máx: 15.02

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-3

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

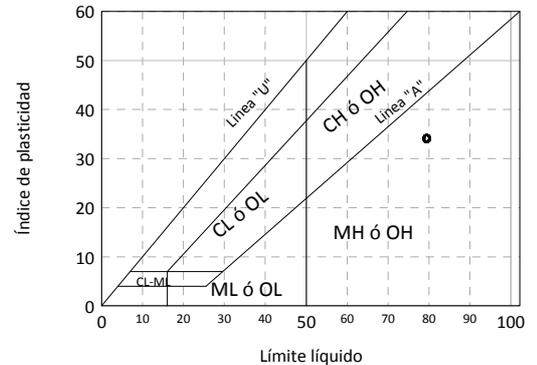


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,9

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 79,3**
 Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 45,2**
Índice de Plasticidad: 34,1

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (46)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15623/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27564



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-02

LOTE:

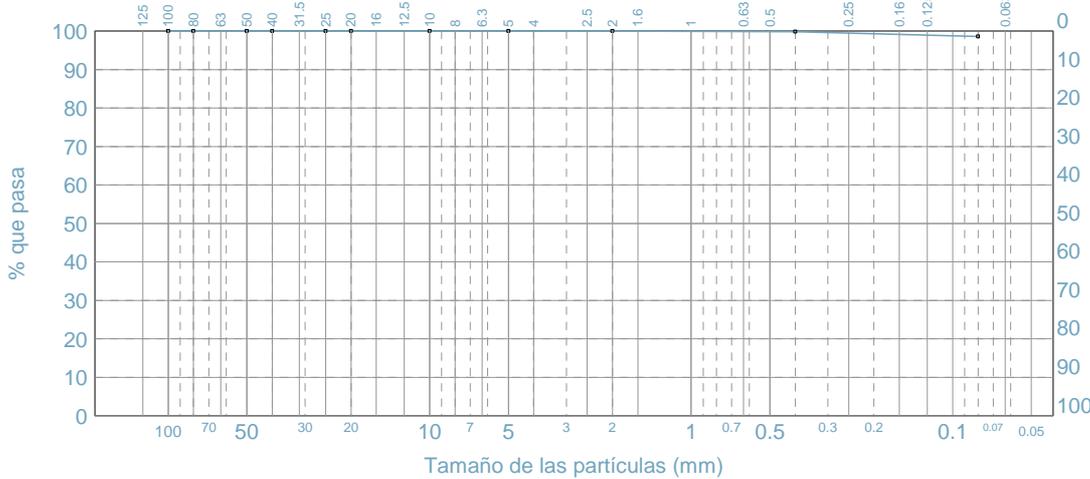
PROFUNDIDAD (m): Mín: 1.20 - Máx: 1.65

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

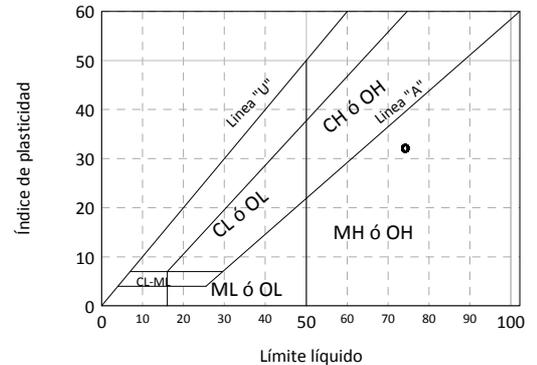


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,6

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 74,1**
 Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 42,0**
Índice de Plasticidad: 32,1

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (42)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

Nº MUESTRA: I-DLB-15623/08
I-DGE-693/08
Nº ACTA-2008/27565



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-02

LOTE:

PROFUNDIDAD (m): Mín: 1.20 - Máx: 1.65

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

ENSAYOS A UN SUELO

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA DE SUELOS SEGÚN ÁREA DE ACREDITACIÓN GTL - GTC

		Agresividad	
Sulfatos (EHE ANEJO 5)	0 mg/Kg	No agresivo	-
Acidez Bauman - Gully (EHE ANEJO 5)	0 ml/kg	No agresivo	-
		No agresivo	-

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Responsable de Ensayos Químicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
LEO44-SE05
BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: S-02

INICIO **FIN**

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m): 1.20 1.65

LOTE:

TIPO DE MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

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

DIMENSIONES DE LA PROBETA

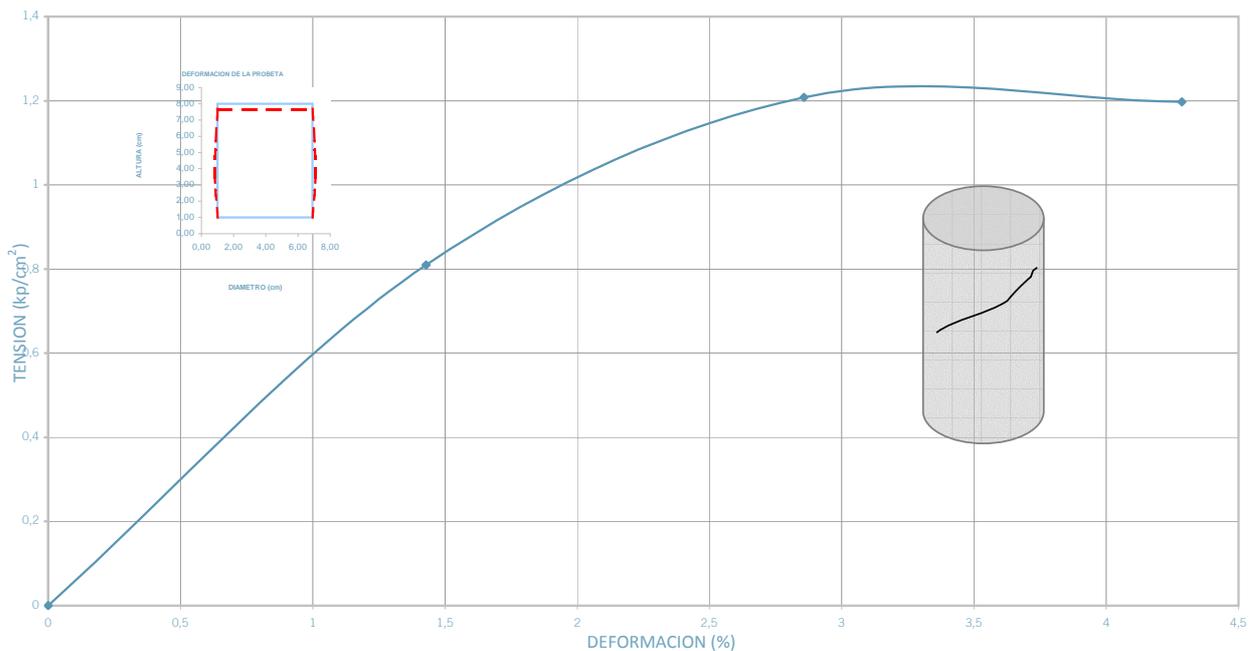
Diámetro (cm): 5,90
 Sección (cm²): 27,33
 Altura (cm): 7,00
 Volumen (cm³): 191,38

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

Humedad (%): 45,87
 Densidad húmeda (g/cm³): 1,62
 Densidad seca (g/cm³): 1,11

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Constante (K): 1,000
 Vel. Rotura (%): 2,0



Resistencia a compresión simple (q_u):	1,21 kP/cm² »	118,47 kPa
Deformación en rotura:	2,86 %	2,00 mm

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S-02

INICIO **FIN**

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m):

1.20

1.65

LOTE: **TIPO DE MUESTRA:** INALTERADA (MI)-1

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO (UNE 103-601-96)

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50,0
 Altura (mm): 19,9
 Área (cm²): 19,6
 Volumen (cm³): 39,0

PARÁMETROS DE LA PROBETA

Peso Esp. Part. (g/cm³): 2,670
 Índ. de Poros (e₀): 1,340
 Densidad Seca (g/cm³): 1,141
 Humedad Inicial (%): 43,20
 Humedad Final (%): 48,50

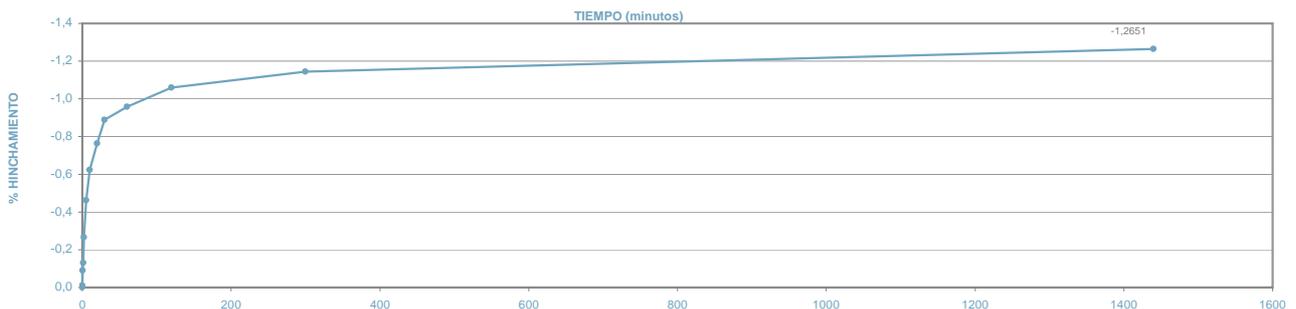
TIPO DE PROBETA: INALTERADA

CONDICIONES DEL ENSAYO:

Densidad (g/cm³):
 Humedad (%):

Carga Inicial (KPa): 10

Tiempo (min)	Lectura (0,001mm)	Deformación Acumulada (%)
0,0	5,000	0,00
0,2	5,002	-0,01
0,5	5,018	-0,09
1,5	5,026	-0,13
2,0	5,053	-0,27
5,0	5,092	-0,46
10,0	5,124	-0,62
20,0	5,152	-0,76
30,0	5,177	-0,89
60,0	5,191	-0,96
120,0	5,211	-1,06
300,0	5,228	-1,14
1440,0	5,252	-1,27



% HINCHAMIENTO LIBRE: 1,265

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director de Laboratorio

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: S-02

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m): INICIO 1.20 FIN 1.65

LOTE: TIPO DE MUESTRA: INALTERADA (MI)-1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO TIPO CD (UNE 103-401/98)

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50
 Altura (mm): 25
 Área (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 49,09

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS PROBETAS

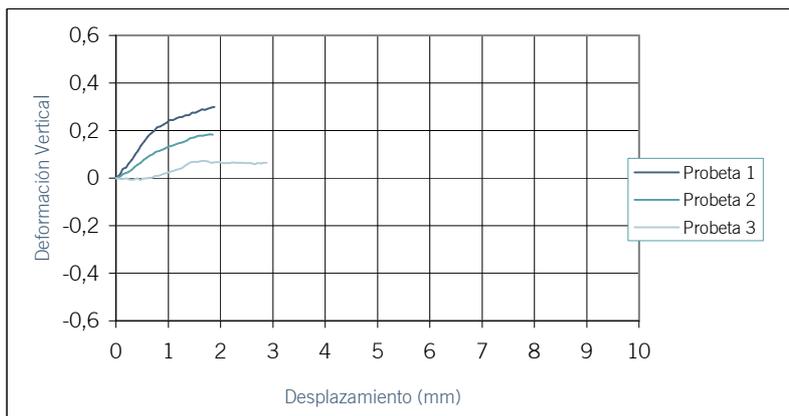
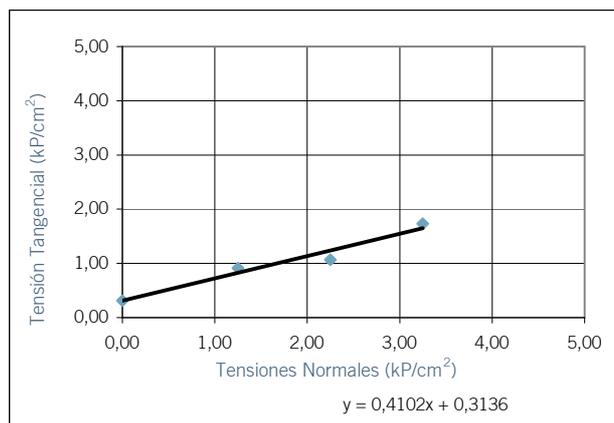
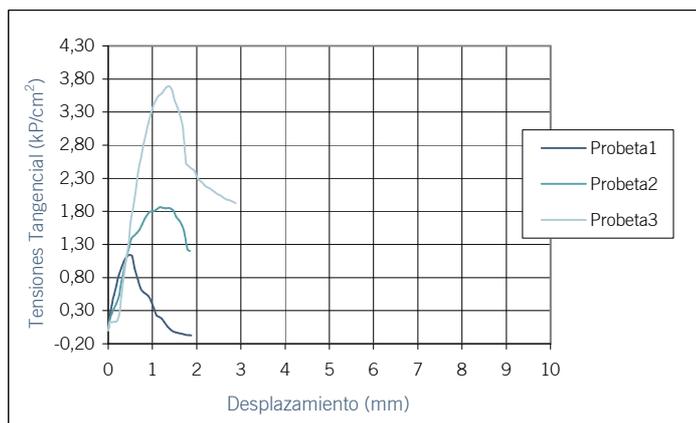
	I	II	III
Humedad inicial (%):	41,78	42,92	44,08
Humedad final (%):	47,77	48,37	49,00
Densidad seca (g/cm ³):	1,21	1,20	1,19

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Velocidad del Ensayo (mm/min): 0,05
 Tipo de Ensayo: CD

TENSIONES APLICADAS A LAS PROBETAS

	I	II	III
T. Normal (kP/cm ²):	1,3	2,3	3,3
T. Tangencial (kP/cm ²):	0,91	1,06	1,73



COHESIÓN (kP/cm²): 0,31
Ángulo de rozamiento interno (º): 22,30

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15624/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27568



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-02

LOTE:

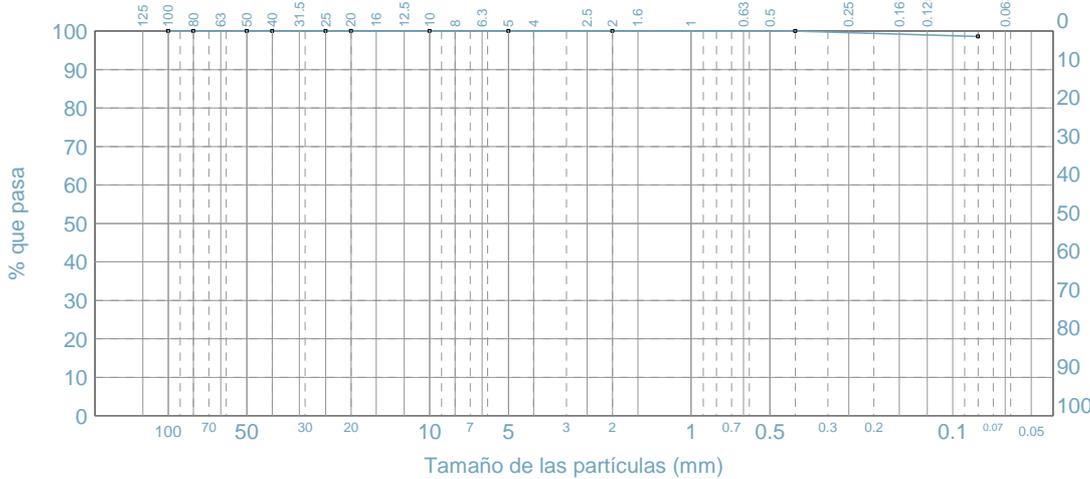
PROFUNDIDAD (m): Mín: 5.40 - Máx: 6.00

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-2

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

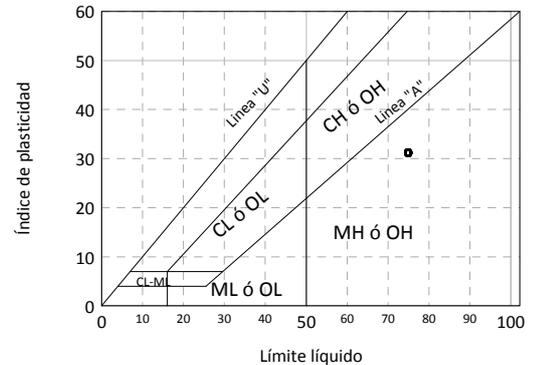


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,6

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 74,8**

Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 43,6**

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (42)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

Nº MUESTRA: I-DLB-15624/08
I-DGE-693/08
Nº ACTA-2008/27569



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-02

LOTE:

PROFUNDIDAD (m): Mín: 5.40 - Máx: 6.00

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-2

ENSAYOS A UN SUELO

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA DE SUELOS SEGÚN ÁREA DE ACREDITACIÓN GTL - GTC

		Agresividad	
Sulfatos (EHE ANEJO 5)	0 mg/Kg	No agresivo	-
Acidez Bauman - Gully (EHE ANEJO 5)	0 ml/kg	No agresivo	-
		No agresivo	-

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Responsable de Ensayos Químicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
LEO44-SE05
BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
Químico
Director del laboratorio

Sevilla, 22 de octubre de 2008

Página 1 de 1

Nº MUESTRA: I-DLB-15624-/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27570



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: S-02

INICIO **FIN**

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

PROFUNDIDAD (m): 5.40 6.00

LOTE:

TIPO DE MUESTRA: INALTERADA (MI)-2

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

DIMENSIONES DE LA PROBETA

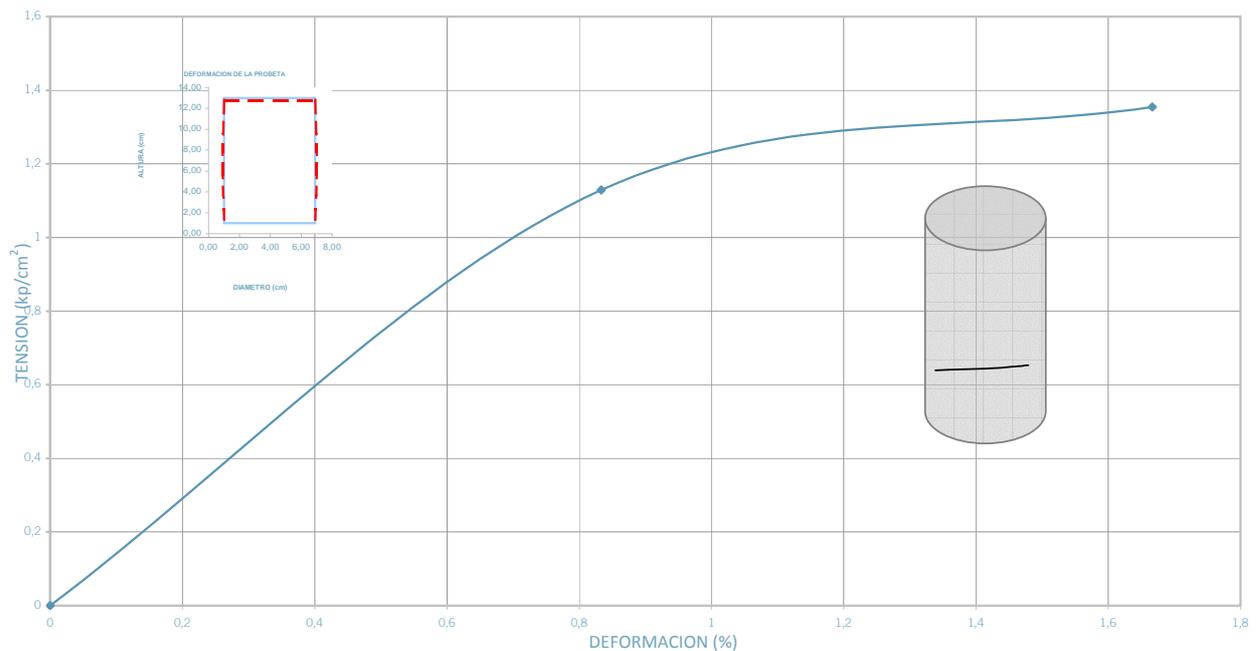
Diámetro (cm): 5,90
 Sección (cm²): 27,33
 Altura (cm): 12,00
 Volumen (cm³): 328,08

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

Humedad (%): 51,35
 Densidad húmeda (g/cm³): 1,61
 Densidad seca (g/cm³): 1,06

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Constante (K): 1,000
 Vel. Rotura (%): 2,0



Resistencia a compresión simple (q_u):	1,35 kP/cm² »	132,88 kPa
Deformación en rotura:	1,67 %	2,00 mm

DESCRIPCIÓN: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

OBSERVACIONES:

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico

Responsable de ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

Sevilla, 22 de octubre de 2008

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

Nº MUESTRA: I-DLB-15626/08
 I-DGE-693/08
 Nº ACTA-2008/27571



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: 104209: VERIFICACIONES IND. ANDALUCIA S.A., C/Albert Einstein nº 2, 41092-Isla de la Cartuja, Sevilla

CONTRATISTA:

OBRA: 40032591: AMPLIACION LINEA ITV EN LUCENA (CORDOBA)

FECHA DE TOMA: 30/09/2008

DESCRIPCIÓN MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: S-02

LOTE:

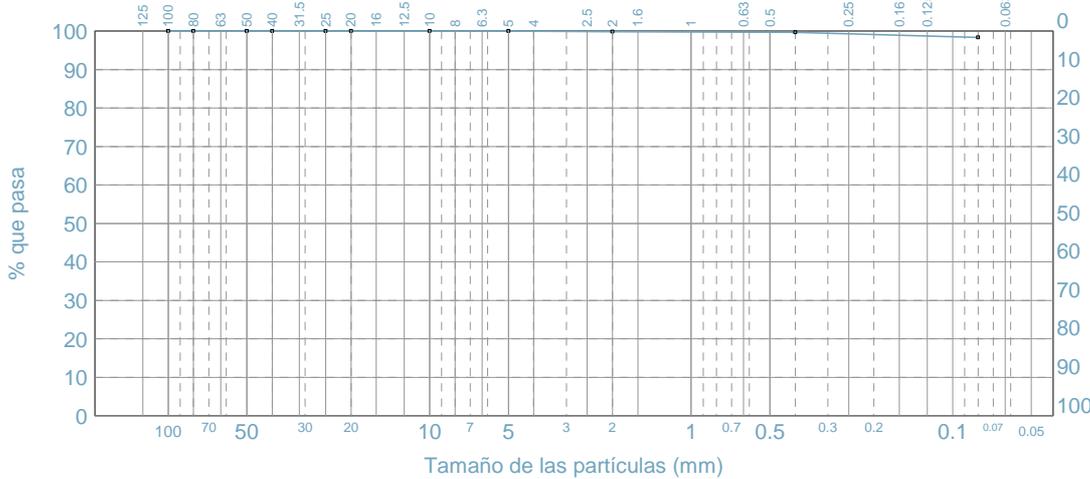
PROFUNDIDAD (m): Mín: 11.40 - Máx: 11.90

TIPO MUESTRA: INALTERADA (MI)-3

ENSAYOS A UN SUELO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103-101/95)

Curva granulométrica

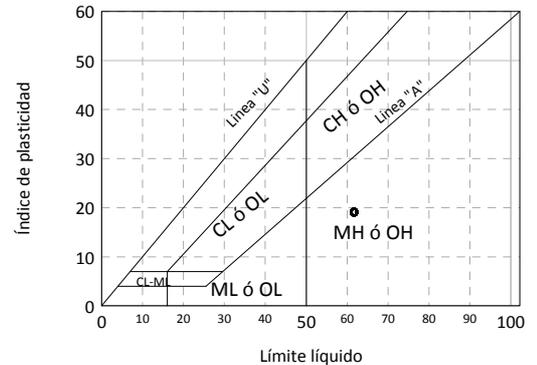


$$Cu = D_{60}/D_{10} = 6,0$$

$$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10}) = 1,5$$

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
50	100
40	100
25	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,4

Ábaco de Casagrande



Preparación de muestras para ensayos de suelos (UNE 103-100/95)

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande (UNE 103-103/94) **Límite líquido: 61,6**
 Determinación del límite plástico de un suelo (UNE 103-104/93) **Límite plástico: 42,5**
Índice de Plasticidad: 19,1

Humedad mediante secado en estufa (UNE 103-300/93) **W:**

Método de ensayo normalizado de clasificación de suelo (ASTM-D-2487/00) **MH : Limo elástico**

Símbolo/nombre de grupo

Clasificación de suelos AASHTO M-145, Símbolo(Índice grupo) **Grupo: A-7-5 (27)**

Descripción: LIMOS PLÁSTICOS CON INDICIOS DE ARENA

Observaciones: Muestra recogida por nuestros laboratorios

Miguel Ángel Garzon Moreno
 Químico
 Responsable ensayos físicos

REGISTRO DE LABORATORIO DE ENSAYO
 Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO
 LEO44-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

José Luis Rojas de la Puerta
 Químico
 Director del laboratorio

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

SONDEOS GEOTÉCNICOS CON EXTRACCIÓN CONTINUA

PETICIONARIO: VERIFICACIONES INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA

OBRA: AMPLIACIÓN ITV DE LUCENA (CÓRDOBA)



SONDEO 1 CAJA 1
DE 0,00 A 2,60 m



SONDEO 1 CAJA 2
DE 2,60 A 5,60 m



SONDEO 1 CAJA 3
DE 5,60 A 8,83 m



SONDEO 1 CAJA 4
DE 8,83 A 12,00 m



SONDEO 1 CAJA 5
DE 12,00 A 15,02 m

SONDEOS GEOTÉCNICOS CON EXTRACCIÓN CONTINUA

PETICIONARIO: AUTORIDAD PORTUARIA DE HUELVA

OBRA: AVENIDA SANLUCAR DE BARRAMEDA (HUELVA)



SONDEO 2 CAJA 1
DE 0,00 A 2,60 m



SONDEO 2 CAJA 2
DE 2,60 A 5,40 m



SONDEO 2 CAJA 3
DE 5,40 A 8,40 m



SONDEO 2 CAJA 4
DE 8,40 A 11,40 m



SONDEO 2 CAJA 5
DE 11,40 A 14,30 m

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO "DPSH"

Peticionario: VERIFICACIONES INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA, S.A.
Obra: AMPLIACIÓN ITV LUCENA- CÓRDOBA



ENSAYO DPSH 1



ENSAYO DPSH 2