

ANEJO Nº 03.- ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	5
2. TRABAJOS REALIZADOS.	6
2.1 Introducción.	6
2.2 Recopilación bibliográfica.	6
2.3 Reconocimiento de campo.	6
2.3.1 <i>Sondeos mecánicos.</i>	6
2.3.2 <i>Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B</i>	7
2.3.3 <i>Calicatas mecánicas</i>	7
2.4 Ensayos de laboratorio.	8
3. MARCO GEOLÓGICO.	9
3.1 Geología local.	9
3.2 Litologías.	9
3.3 Riesgos geológicos	11
3.3.1 <i>Sismicidad.</i>	11
3.3.2 <i>Hundimiento</i>	11
3.3.3 <i>Expansividad</i>	11
3.3.4 <i>Agresividad</i>	12
3.3.5 <i>Nivel freático</i>	12
4. UNIDADES GEOTÉCNICAS.	13
4.1 Terreno vegetal (unidad I)	13
4.2 Sedimentos terciarios (unidad II)	13
5. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO	18
5.1 Depósito	18
5.1.1 <i>Excavación</i>	18
5.1.2 <i>Cimentación superficial</i>	19
5.2 trazado de las conducciones	20
5.2.1 <i>Zanjas</i>	20
5.2.2 <i>Hincas</i>	21
ANEXO I. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PEZUELA DE LAS TORRES	23

1. INTRODUCCIÓN.

El presente anejo se basa en los Estudios Geológico-Geotécnicos redactados por la empresa Sergeycó Castilla la Mancha S.L. con fecha Marzo de 2012.
Dicho estudio se adjunta en el Anexo I

2. TRABAJOS REALIZADOS.

2.1 Introducción.

En los trabajos realizados se describe:

- Recopilación bibliográfica y análisis de la documentación existente.
- Campaña de investigación geotécnica de campo que incluye:
 - Ejecución de dos sondeos mecánicos.
 - Ejecución de dos ensayos de penetración dinámica.
 - Ejecución de dos calicatas mecánicas.
- Realización de ensayos de laboratorio.

2.2 Recopilación bibliográfica.

Para la redacción de las características de los materiales que se van a encontrar a la hora de ejecutar el presente proyecto, el estudio geotécnico presenta una recopilación bibliográfica de la zona de estudio, siendo la información utilizada la siguiente:

- Para cumplir el objeto y alcance de los trabajos, la mayoría de la información que se ha utilizado se ha obtenido de estudios geotécnicos realizados la empresa en los alrededores del área de estudio así como actuaciones en proyectos similares.
- Hoja Nº 561 (Pastrana) del Mapa Geológico de España. Serie Magna. Escala 1:50.000.
- Mapa Geotécnico General de la Comunidad de Madrid. Escala 1:200.000, realizado por el IGME (1988).
- Informes geotécnicos realizados por nuestra empresa en la zona y en los mismos materiales con profundidades de investigación de hasta 20 metros.

2.3 Reconocimiento de campo.

2.3.1 Sondeos mecánicos.

Se han realizado dos sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo:

- El primero en la zona destinada a la ubicación del depósito de regulación
- El segundo en la zona a ejecutar el cruce mediante hincas con la carretera M-234.

Se podrán determinar los parámetros geomecánicos de las unidades encontradas mediante los ensayos de laboratorio de la recogida de las muestras inalteradas.

La perforación se realiza con batería sencilla tipo B y doble tipo T, con coronas de widia y diamante, con un diámetro de perforación variable entre 101 y 86 mm. La profundidad de los sondeos ha sido de 15,00 metros.

El cuadro siguiente resume el número de muestras tomadas en cada uno de los sondeos, tanto muestras inalteradas (MI) como testigos parafinados (TP) y ensayos de penetración estándar (SPT).

Sondeo	Ubicación	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)	Nº de muestras		
				SPT	MI	TP
SR-1	Depósito	870,30	15,00	3	1	1
SR-2	Hinca Ctra. M-234	865,15	15,00	3	1	-

2.3.2 Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B

La mecánica del ensayo de penetración dinámica consiste en la hinca de un tren de varillas mediante el golpeo de una maza; estas varillas están ranuradas cada 20 cm.

A lo largo del ensayo se obtienen diferentes valores de N_{20} , que corresponden al número de golpes necesarios para traspasar 20 cm. en el terreno.

Con este tipo de prospección, sólo pueden obtenerse datos de resistencia "*in situ*" del terreno, no pudiéndose identificar la naturaleza real del terreno, ya que no se obtiene testigo alguno durante la ejecución del ensayo.

Con los ensayos se alcanzaron unas profundidades de rechazo igual a:

Penetrómetro	Ubicación	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)	Rechazo
P-1	Depósito	870,35	1,40	$N_{20}=3 \times 75$
P-2	Hinca Ctra. M-234	865,30	1,60	$N_{20}=3 \times 75$

2.3.3 Calicatas mecánicas

Se han realizado dos calicatas de forma mecánica, distribuidas a lo largo de la red de refuerzo, para determinar la tipología litoestratigráfica del suelo.

La profundidad de las calicatas está condicionada por la dureza del sedimento. La máquina alcanzó toda la profundidad que tuvo a su alcance siendo los suelos carbonatados competentes (calizas) los que más impedían el avance de la prospección.

Calicata	Tubería	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)
C-1	Conexión Dep. de los caminos	867,67	1,50
C-2	Entrada a depósitos	866,59	1,40

2.4 Ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras recogidas en los sondeos y en las calicatas se han realizado una serie de ensayos de laboratorio cuyos resultados, recogidos en el estudio, han permitido elaborar una correcta caracterización de los materiales afectados.

- Ensayos de identificación.
- Ensayos de estado natural: densidad seca y humedad natural.
- Ensayos de resistencia: en los que se han ejecutado ensayos de corte directo y ensayos de compresión simple en roca.
- Ensayos de los componentes secundarios: ensayos de sulfatos en suelos.
- Ensayos de carbonatos, contenido en materia orgánica y sales solubles.

3. MARCO GEOLÓGICO.

3.1 Geología local.

En la zona objeto de estudio, ubicada al Norte del núcleo urbano de Pezuela de las Torres, los materiales que aparecen desde cotas superficiales corresponden principalmente a calizas micríticas de colores blancos y blanco-grisáceos, estratificadas en capas, a veces de aspecto brechoide, presentando hacia la base intercalaciones decimétricas de margas blanquecinas.

Regionalmente las calizas lacustres estratificadas conforman las denominadas “Calizas del Páramo”, y en un ámbito local, constituyen el “Páramo de la Alcarria”, cuya superficie se encuentra karstificada.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se consideran materiales con una permeabilidad media a alta, debido principalmente a la fisuración y karstificación.

Las rocas calizas, en general, presentan un componente resistente elevado, esto indica normalmente una capacidad de carga alta; no obstante, el alto grado de fisuración y karstificación, puede condicionar este hecho, ya que puede originar hundimientos por colapsos y deslizamientos en bordes escarpados.

En cuanto a los materiales de edad cuaternaria, la mayor parte de estos depósitos están ligados con la dinámica fluvial. Se trata de terrazas depositadas por el río Tajo y el río Tajuña, aunque estas últimas, están poco desarrolladas y de poca continuidad lateral; encontrándose también llanuras de inundación, conos de deyección y fondos de valle.

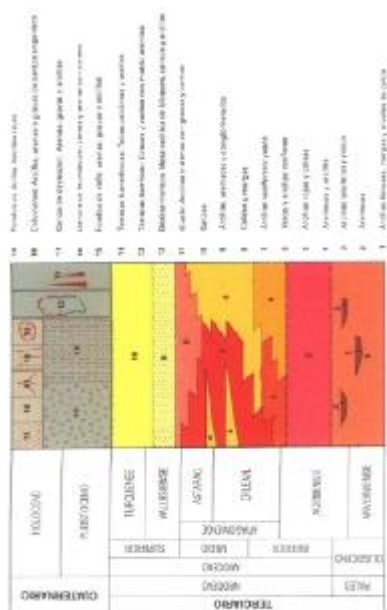
3.2 Litologías.

Localmente en la zona afectada por el presente estudio, trata de depósitos asociados a los principales cursos de la red fluvial actual, encontrándose afectados por la dinámica fluvial.

Debido a su composición litológica, se consideran materiales permeables a semipermeables, con una fácil excavabilidad y escasa compacidad. La capacidad de carga se define como baja a muy baja, ya que son suelos altamente compresibles, por lo que se producirían asentamientos importantes.

Al ser depósitos que atraviesan zonas con presencia de yesos, pueden presentar concentraciones de sulfatos tanto en el suelo como en las aguas, provocando agresividad.

A continuación se muestra un mapa geológico de la zona:



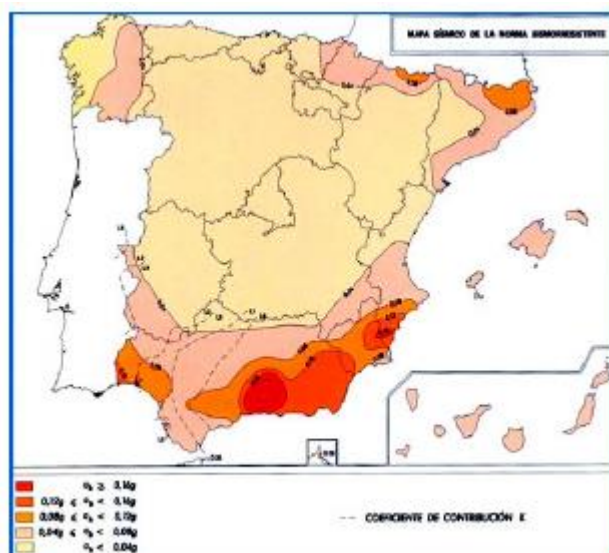
3.3 Riesgos geológicos

A continuación se detallan algunos aspectos generales de los riesgos geológicos que pueden tener una especial incidencia a los fines del estudio.

3.3.1 Sismicidad.

Según la Normativa Sismorresistente PDS-1 de 1974, desde el punto de vista sísmico y para el cálculo de estructuras, el área de estudio se encuentra enclavada en un área de intensidad sísmica de Grado Bajo, $G < V$, según la Escala Internacional Macrosísmica (MKS).

Según La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, dicha área tiene asignado un valor de aceleración sísmica básica ab menor de 0,04 veces la aceleración de la gravedad ($ab < 0,04g$).



Según lo anterior, no es necesario considerar acciones que introduce el sismo, debido al valor inferior a $ab < 0,04g$ de la aceleración básica en la zona de estudio.

3.3.2 Hundimiento

El riesgo de hundimiento en la zona de estudio puede estar ocasionado por la existencia de materiales contemporáneos sin consolidar (rellenos y suelo vegetal). Los materiales flojos encontrados desde la superficie son generalmente de entidad submétrica aunque no suponen un riesgo en el hundimiento ya que serán retirados con las labores de zanjeo previstas.

3.3.3 Expansividad

Para el actual proyecto, el riesgo de expansividad de los suelos detectados se considera bajo, ya que la presencia de niveles carbonatados junto con la presencia de importante proporción de material granular, minora considerablemente la potencial expansividad de estos terrenos.

3.3.4 Agresividad

Los terrenos que se ven afectados en el presente estudio, contienen concentraciones de sulfatos en proporciones no importantes. Por tanto el *riesgo de agresividad* frente a los hormigones será bajo.

3.3.5 Nivel freático

Durante los trabajos de campo, en el conjunto de las prospecciones desarrolladas en la parcela de estudio y en las fechas de su ejecución, no se detectó la presencia de agua hasta una profundidad máxima de investigación en los sondeos de 15,00 metros.

4. UNIDADES GEOTÉCNICAS.

Se han realizado una caracterización geotécnica de los materiales a partir de los datos de las investigaciones y de los resultados de los ensayos sobre las muestras de los sondeos.

A continuación se representan los materiales que se pueden encontrar en función de su edad. Se han identificado dos unidades básicas:

- **Terreno vegetal (Unidad I).**
- **Sedimentos terciarios (Unidad II).**

4.1 Terreno vegetal (unidad I)

Se trata de la unidad geotécnica superficial presente en toda la zona, al ser cobertura vegetal deberá ser retirada de toda su extensión.

En esta unidad aparecen de forma general limos y cantos heterométricos envueltos en una matriz limo-arcillosa de tonalidad marrón oscura debido a la presencia de materia orgánica.

A continuación se presenta una tabla con los espesores detectados.

<i>Sondeo</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
Sr-1	<i>Depósito</i>	<i>0,00-0,20</i>	0,20
Sr-2	<i>Hinca bajo M-234</i>	<i>0,00-0,60</i>	0,60

<i>Calicata</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
C-1	<i>Conexión Dep. de los caminos</i>	<i>0,00-0,30</i>	0,30
C-2	<i>Entrada a depósitos</i>	<i>0,00-0,20</i>	0,20

4.2 Sedimentos terciarios (unidad II)

Dentro de esta unidad podemos encontrar una gran variedad de terrenos en función del grado de alteración de la roca madre (caliza). Predominan los niveles de calizas micríticas beige-blanquecinas, alternando con niveles de limos carbonatados anaranjados.

Principalmente se trata de niveles de calizas micríticas estratificadas del Páramo con sus respectivos horizontes/niveles de alteración. A techo de esta unidad terciaria predominan los limos anaranjados con cantos de caliza.

El espesor detectado en los sondeos se especifica en la siguiente tabla:

<i>Sondeo</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
Sr-1	Depósito	0,20-15,00	14,80
Sr-2	Hinca bajo M-234	0,60-15,00	14,40

<i>Calicata</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
C-1	Conexión Dep. de los caminos	0,30-1,50	1,20
C-2	Entrada a depósitos	0,20-1,40	1,20

- Índices SPT

Estos niveles presentan una compacidad irregular en función de los tramos ensayados.
Los resultados de los ensayos SPT se exponen en la siguiente tabla:

Sondeo	Ensayo SPT	Profundidad (m)	Golpeo	N₃₀	Tramos
Sr-1	SPT 1	2,10-2,15	50R	R	Cantos de caliza y limos
	SPT 2	5,00-5,45	5-13-5	18	Limos
	SPT 3	9,20-9,60	24-30-50R	R	Arcillas y caliza
Sr-2	SPT 1	2,53-2,60	50R	R	Arcilla con cantos
	SPT 2	5,00-5,20	37-50R	R	Arcilla con cantos
	SPT 3	8,05-8,50	17-29-43	72	Cantos de caliza y limos

- Ensayos de laboratorio

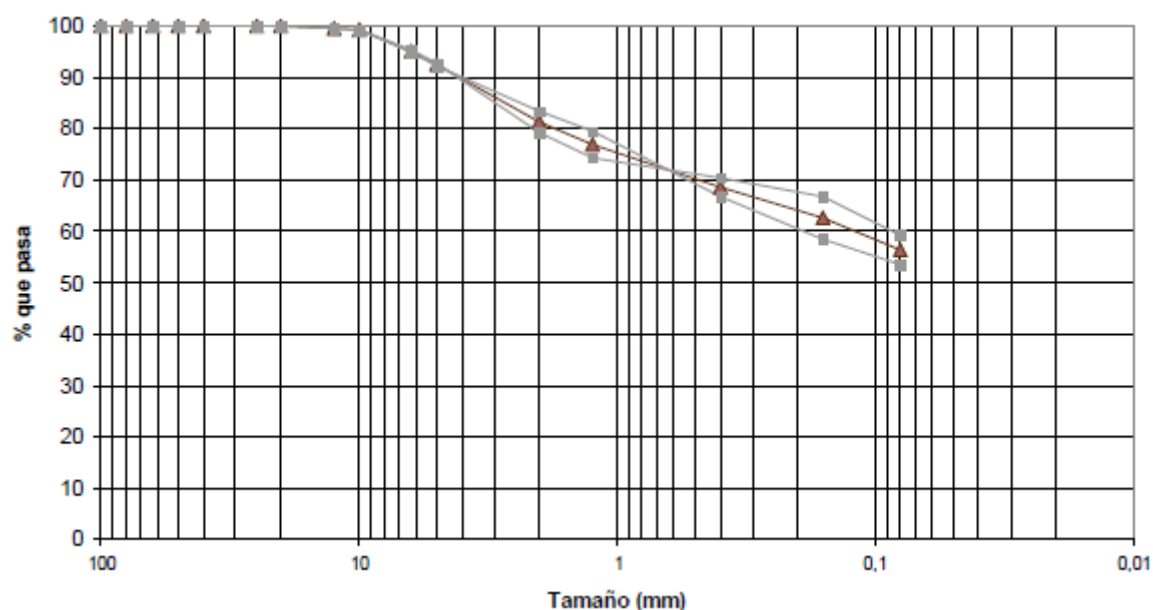
En función de los niveles detectados en calicatas mecánicas y sondeos se han llevado a cabo ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnica de la Unidad II, Sedimentos Terciarios.

<i>Muestra</i>	<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nivel</i>
S-35-02-12	<i>Sondeo Sr-1</i>	1,80-2,10	<i>Muestra inalterada</i>	<i>Cantos de caliza y limo</i>
S-36-02-12	<i>Sondeo Sr-1</i>	7,60-7,90	<i>Testigo de roca</i>	<i>Caliza</i>
S-37-02-12	<i>Sondeo Sr-2</i>	2,40-2,53	<i>Muestra inalterada</i>	<i>Cantos de caliza y limo</i>
S-38-02-12	<i>Calicata C-2</i>	1,20-1,30	<i>Muestra alterada</i>	<i>Limos</i>
S-39-02-12	<i>Calicata C-1</i>	1,10-1,20	<i>Muestra alterada</i>	<i>Limos</i>

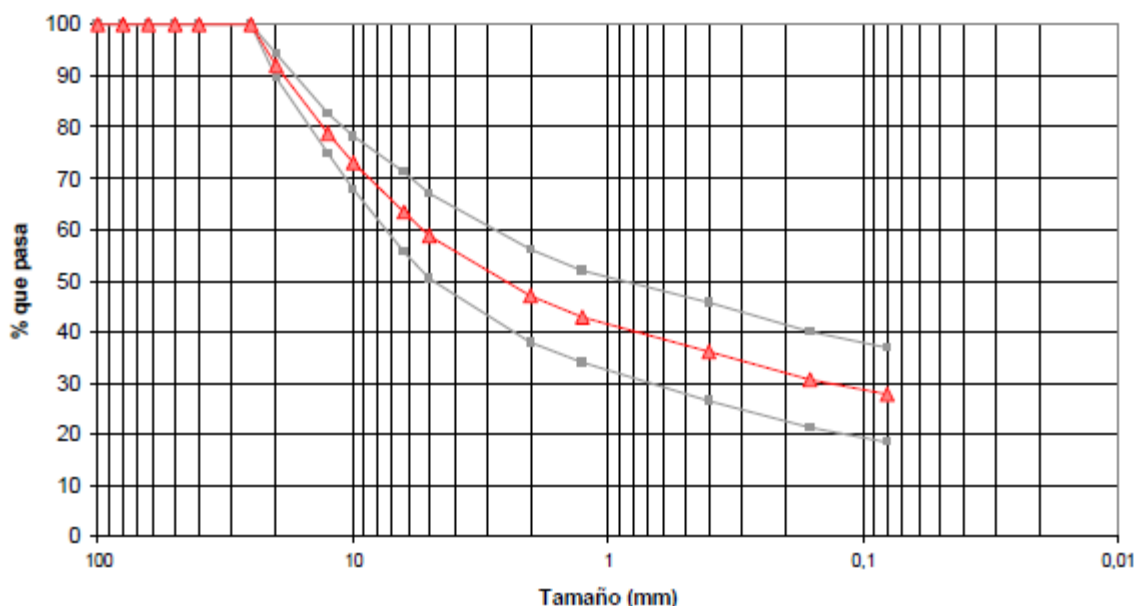
- Granulometría y clasificación

Se presentan a continuación las gráficas de las curvas y su curva media estimada, de los tramos de limos con cantos y de los tramos de gravas.

Tramos de limos



Tramos de gravas



Estos suelos se clasifican dependiendo del porcentaje retenido en el tamiz 200. De tal manera que las podemos clasificar como limo de baja plasticidad arenoso **ML**, y como grava limosa y grava arcillosa con arena **GM-GC**, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

Según la clasificación A.A.S.H.T.O., se trata de suelos arcillosos tipo A-7-5 y A-7-6, y suelos de fragmentos de roca, gravas y arenas tipo A-1-b.

- Ensayos de estado (humedad y densidad).

Humedad:

- Suelos: humedad natural media (W%) de 11,46%
- Roca: humedad natural media (W%) de 2,40%

Densidad:

- Suelos: Densidad seca media de 1,74 t/m³, densidad húmeda media de 1,94 t/m³
- Roca: Densidad seca media de 2,47 t/m³, densidad húmeda media de 2,53 t/m³

- Ensayos de resistencia

Se han realizado en laboratorio, dos ensayos de corte directo, de los cuales se han obtenido los siguientes datos de cohesión y ángulo de rozamiento:

La muestra clasificada como grava limosa (GM) presenta unos valores de cohesión de 0,37 kg/cm² mientras que el valor del ángulo de rozamiento interno es de 31°.

Respecto a la muestra clasificada como grava arcillosa (GC) presentan unos valores de cohesión de 0,26 kp/cm² mientras que el valor del ángulo de rozamiento interno es de 32°.

En cuanto a la resistencia a compresión simple de las muestras tomadas, sólo se pudo realizar el ensayo en el testigo parafinado tomado en el sondeo Sr-1 a una cota de 7,60- 7,90 metros, dando unos valores de resistencia a compresión simple de 319,85 kp/cm².

- Permeabilidad

Tramos clasificados como ML:

Coeficiente de permeabilidad $K = 10^{-7} - 10^{-5}$ m/s.

Tramos clasificados como GC y GM:

Coeficiente de permeabilidad $K = 10^{-4} - 10^{-2}$ m/s.

- Parámetros geotécnicos

Los parámetros geotécnicos teóricos de estos materiales, según los resultados obtenidos en el laboratorio, la bibliografía consultada y comparándolo con estudios anteriores realizados por nuestra empresa en la zona, son:

Tramos de suelo:

- o Cohesión $c = 0,2-0,5$ kg/cm² (c).
- o Ángulo de rozamiento $\phi = 29^{\circ}-33^{\circ}$ (c).
- o Densidad seca $\delta = 1,70-1,80$ t/m³ (c).
- o Densidad húmeda $\delta = 1,90-2,00$ t/m³ (c).
- o Módulo de deformación $E = 180-400$ kp/cm² (cr)
- o Coeficiente de Balasto $K_{30} = 2,0-12,0$ kp/cm³ (placa 0,30 x 0,30 m) (cr).
- o Coeficiente de Poisson $\nu = 0,28-0,35$. (cr).

Tramos de roca (Caliza):

- o Cohesión $c = 35-300$ kg/cm² (e).
- o Ángulo de rozamiento $\phi = 37^{\circ}-54^{\circ}$ (e).
- o Densidad seca $\delta = 2,47$ t/m³ (c).
- o Densidad húmeda $\delta = 2,53$ t/m³ (c).
- o Módulo de deformación $E = 45000-900000$ kp/cm² (cr)
- o Coeficiente de Balasto $K_{30} = 30-500$ kp/cm³ (placa 0,30 x 0,30 m) (cr).
- o Coeficiente de Poisson $\nu = 0,23$. (cr).

(e) valor estimado

(c) valor calculado en laboratorio

(cr) valor obtenido en correlaciones

- Componentes secundarios.

Sulfatos

En los análisis químicos efectuados no se han detectado concentraciones apreciables de sulfatos (0,00%), por lo que **no** será necesaria la utilización de aditivos sulforresistentes en los hormigones de la cimentación.

Carbonatos

La concentración de carbonatos es alta con valores que están por encima del 20,1%.

Materia orgánica

La concentración de materia orgánica es baja con valores de 0,00%.

5. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO

5.1 Depósito

A continuación se analizan los puntos a tener en cuenta para la ejecución del depósito de regulación a ejecutar:

- La profundidad de excavación
- La naturaleza de los materiales afectados
- La incidencia del nivel freático.
- Condiciones del entorno (viales, servicios o edificaciones afectadas)

5.1.1 Excavación

Se han encontrado niveles de flojos superficiales con espesores submétricos tanto en el sondeo como en el ensayo P-1. Con los desmontes previstos, éstos serán retirados en su totalidad con lo que con la excavación se alcanzará el terreno natural competente.

Se puede estimar de forma general que el porcentaje de ripabilidad de los sedimentos superficiales (suelo vegetal) es de un 100%.

Por debajo de esta unidad y en sus primeros tramos, el sondeo y el penetrómetro han detectado niveles terciarios competentes. Se puede estimar que el porcentaje de ripabilidad será función de la aparición de la caliza en condiciones sanas o de gran dureza. En los tramos de suelos calcáreos superficiales la ripabilidad será fácil o elevada (entre un 80-100%) mientras que en los tramos de caliza más profundos, el porcentaje será mucho menor a partir de 1,40-1,50 m (entre un 10-20% de ripabilidad con la maquinaria utilizada).

La estabilidad de la unidad terciaria en el período de realización de la excavación será buena considerando taludes provisionales taludes 1H:3V.

Lo anterior queda resumido en la siguiente tabla:

<i>Profundidad excavación</i>	<i>Unidad geotécnica</i>	<i>Materiales</i>	<i>Taludes</i>	<i>Medidas auxiliares</i>
≤ 3.00 m.	Unidad I	T. vegetal	1H:3V	Materiales ripables
	Unidad II	Terciario		<p><i>Tramo de limos con cantos:</i></p> <p>Excavabilidad buena a moderadamente dificultosa (presencia de cantos). Compacidad ALTA.</p> <p><i>Tramos de roca:</i></p> <p>Materiales difícilmente ripables a no ripables. Será necesario el uso de métodos auxiliares. Compacidad ALTA.</p>

5.1.2 Cimentación superficial

Tramos limosos con cantos:

Los cálculos de las cargas admisibles para cimentaciones superficiales, se realizarán en base al resultado de los S.P.T. Estos cálculos se ajustan al comportamiento geotécnico de los terrenos granulares (predominio de limos y cantos).

Refiriéndonos al golpeo del SPT, se puede calcular la presión admisible a partir del método simplificado propuesto por CTE (Documento básico) (para B > 1,20 m).

$$Q_{adm} = 8 N_{SPT} \{1 + D/3B\} (S_t/25) (B + 0,3/B)^2 \text{ kN/m}^2$$

Siendo:

St = asiento total admisible, en mm.

N = Valor medio de los resultados *N*₃₀ obtenidos a cota de cimentación.

D = Profundidad definida en el Anejo F.

La cimentación se ejecutará sobre la *Unidad II*. Para este caso, calculamos la carga admisible para zapatas cuadradas (para B > 1,20 m). de 1,80 metros de lado.

Los valores de SPT obtenidos en este sondeo son muy elevados, y en la aplicación de este método se suelen aplicar valores máximos de 50. Aun así, el valor de carga admisible obtenido es elevado (6,1 kp/cm²), recomendando que para el apoyo de este depósito y viendo las heterogeneidades existes que no se consideren cargas superiores a 3,0 kp/cm².

Tramos de roca:

La roca constituye, en términos generales, un excelente terreno de cimentación, dando lugar a ciertos problemas de excavación. Para edificaciones normales se asegura una presión de trabajo suficiente de 3,0 kp/cm².

Para el análisis de la capacidad de carga del estrato competente, se utilizarán los parámetros de cálculo de carga de hundimiento, presión admisible y asientos admisibles, basadas en las teorías más utilizadas en la Mecánica de Suelo, de Terzaghi y Meyerhof. El Código Inglés adopta para presión admisible en rocas (Q_{adm}) la siguiente fórmula:

$$Q_{adm} = 0,5 q_u$$

Siendo q_u la resistencia a compresión simple de la roca.

Atendiendo a este código inglés y los ensayos de los distintos laboratorios oficiales, las presiones admisibles obtenidas en los distintos tipos de rocas son:

TIPO DE ROCA	Q_{adm} (kp/cm ²)
Granitos y migmatitas	100
Calizas	40
Esquistos y pizarras	30
Cuarcitas y areniscas	40

Como se puede observar, la roca constituye un excelente terreno para cimentar sobre ella, estando ésta alterada o no.

5.2 trazado de las conducciones

Será necesaria la ejecución de una serie de conducciones para la alimentación, toma y desagüe del depósito. Se deberá por tanto estudiar la excavabilidad de las zanjas para la ejecución de dichas conducciones. Además, el cruce de las mismas con la carretera M-234 se realizará mediante hinca.

5.2.1 Zanjas

Las profundidades de la zanjas están condicionadas por la naturaleza de los materiales, referida según los trabajos realizados con respecto a cota actual de terreno. En la mayor parte de su recorrido las conducciones se ejecutarán en zanjas poco profundas (< 3.00 m.). La mayor parte de los suelos (limos y limos con cantos) que serán atravesados por la conducción se consideran removilizables en toda su extensión, siendo la removilización algo dificultosa a muy dificultosa en los niveles con mayor porcentaje de cantos calcáreos y en niveles de roca (niveles muy duros) encontrados a lo largo de la traza.

No será necesario el empleo de métodos auxiliares para el control de la estabilidad de los frentes excavados en las zanjas en las que se alcancen profundidades inferiores a 3.00 m. La estabilidad de

todas y cada una de las unidades naturales detectadas es buena siendo las paredes más o menos lisas en función de la textura del suelo.

<i>Prof. Zanja</i>	<i>Terrenos</i>	<i>Excavabilidad/Ripabilidad</i>
0,00 m.-1.00 m.	Limos	Excavabilidad buena/ripables.
1,00 m -1,50 m.	Limos con cantos	Excavabilidad buena a costosa/ripables.
$\geq 1,50 \text{ m} \leq 3,00 \text{ m}$	Caliza	Excavabilidad dificultosa/difícilmente ripables.

<i>Prof. zanja</i>	<i>Terrenos</i>	<i>Estabilidad zanjas</i>
0,00 m.-3.00 m.	<i>Unidad I:</i> Suelo vegetal (se desprecia)	Taludes 1H:3V
	<i>Unidad II:</i>	
	Limos	
	Limos con cantos	
	Caliza	

El ancho mínimo del fondo de excavación de la zanja será igual al diámetro del colector más 40 cm a ambos lados de este.

5.2.2 Hincas

Se ha detectado superficialmente la Unidad I hasta profundidades de 0,60 metros. Posteriormente aparecen los terrenos terciarios de naturaleza limosa con cantos de caliza en superficie y en forma de roca en profundidad (caliza micrítica) de mayor dureza.

Considerando que la hincas se podría realizar en los primeros tres-cuatro metros de profundidad, los materiales afectados en la perforación horizontal serán principalmente los sedimentos terciarios.

La ejecución de los pozos de ataque y llegada no tendrán que considerar métodos de contención de las paredes ya que son suelos consolidados.

Los parámetros geotécnicos estimados en esta hincas y teniendo en cuenta el sondeo Sr-2 y los niveles que predominan en los tramos afectados son los siguientes:

Parámetros UNIDAD II (tramos limosos con cantos)	Valor
Humedad	11,46 %
Densidad	1,90-2,00 t/m ³
Cohesión	0,2-0,5 kg/cm ²
Ángulo de Rozamiento	29º-33º
Coeficiente de Poisson ν	0,28-0,35
Módulo de deformación E	180-400 kg/cm ²
Coeficiente de Balasto K_{30}	2,0-12,0 kp/cm ³
Carga admisible Q_{adm}	3,0 kg/cm ²
Asientos estimados	1,57 cm

Parámetros UNIDAD II (caliza)	Valor
Humedad	2,40 %
Densidad	2,53 t/m ³
Cohesión	35-300 kg/cm ²
Ángulo de Rozamiento	37º-54º
Coeficiente de Poisson ν	0,23
Módulo de deformación E	45000-900000 kg/cm ²
Coeficiente de Balasto K_{30}	30-500 kp/cm ³
Carga admisible Q_{adm}	3,0 kg/cm ²
Asientos estimados	< 1mm

ANEXO I. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PEZUELA DE LAS TORRES

**PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES.
PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.**



MARZO DE 2012
Informe Ref.: 022/12

CONSULTOR



SERGEYCO
CASTILLA LA MANCHA S. L.

C/ Diamante, nº 8 - 45190 Nambroca (Toledo) - Teléfono: 925 366 894 - Fax: 925 364 347 - e-mail: sergeyco@ctv.es



PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	3
1.1. INFORMACIÓN UTILIZADA.	4
2. MARCO GEOLÓGICO.	5
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL.	5
2.2. GEOLOGÍA LOCAL.	12
2.3. RIESGOS GEOLÓGICOS.	15
2.3.1. Riesgo sísmico.	15
2.3.2. Riesgo por hundimiento.	16
2.3.3. Riesgo por expansividad.	16
2.3.4. Riesgo por agresividad de suelos y agua.	16
2.3.5. Nivel freático.	16
3. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.	17
3.1. CAMPAÑA DE CAMPO REALIZADA.	17
3.1.1. Sondeos mecánicos.	17
3.1.2. Ensayos de penetración dinámica continua. Tipo DPSH-B.	19
3.1.3. Prospecciones superficiales. Calicatas mecánicas.	21
3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.	22
4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICAS DE LAS UNIDADES.	23
4.1. TERRENO VEGETAL (UNIDAD I).	24
4.2. SEDIMENTOS TERCIARIOS (UNIDAD II).	25
5. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO	32
5.1. INTRODUCCIÓN	32
5.2. DEPÓSITO REGULADOR.	32
5.2.1. Depósito para Pezuela de las Torres. 500 m ³ .	33
5.2.1.1 EXCAVACIÓN.	33



5.2.1.2	CIMENTACIÓN SUPERFICIAL. CARGAS ADMISIBLES.	34
5.3.	RED DE REFUERZO. CONDUCCIÓN	36
5.3.1.	Zanjas.....	37
5.3.2.	Hinca.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema geológico regional. Escala 1:200.000 (Madrid).	8
Figura 2.	Esquema geológico de los sedimentos de la cuenca.	10
Figura 3.	Corte geológico de la zona objeto de estudio.	12
Figura 4.	Mapa geológico de la zona. Escala 1:50.000 (Hoja nº 561. Pastrana).	14
Figura 5.	Plano de sismicidad.	15
Figura 6.	Sonda de perforación utilizada.	18
Figura 7.	Equipo de penetración dinámica. Tipo DPSH-B.	19
Figura 8.	Máquina retroexcavadora utilizada.	21
Figura 9.	Detalle de los niveles Terciarios. Limos con cantos de caliza.	25
Figura 10.	Curvas granulométricas. Tramos de LIMOS. UNIDAD II.	28
Figura 11.	Curvas granulométricas. Tramos de GRAVAS CON LIMOS. UNIDAD II.	28
Figura 12.	Esquema del sistema de hinca.	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los suelos de Madrid. ESCARIO, 1970.	9
Tabla 2.	Tabla resumen de los sondeos y muestras realizadas.	18
Tabla 3.	Tabla resumen de los ensayos TIPO DPSH-B.	20
Tabla 4.	Resumen de las Calicatas realizadas.	21
Tabla 5.	Tabla de espesores. UNIDAD I.	24
Tabla 6.	Tabla de espesores. UNIDAD II.	26
Tabla 7.	Valores de SPT. UNIDAD II.	26
Tabla 8.	Muestras ensayadas. UNIDAD II.	27
Tabla 9.	Excavación para Depósito Pezuela de las Torres.	34
Tabla 10.	Presiones admisibles para diferentes tipos de rocas.	36
Tabla 11.	Tabla general Excavabilidad/Ripabilidad.	37
Tabla 12.	Tabla general Estabilidad zanjas.	38
Tabla 13.	Tabla guía para construcción de pozos.	42
Tabla 14.	Tablas de parámetros UNIDAD II. Hinca bajo M-234.	43



1. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio ha sido realizado por **SERGEYCO CASTILLA LA MANCHA, S.L.** a petición del **Canal de Isabel II** a través de la *División de Proyectos de Abastecimiento*.

El proyecto a realizar y sobre el que se presenta dicho informe geotécnico tiene como objeto la ejecución de las obras necesarias para la mejora del abastecimiento al municipio madrileño de Pezuela de las Torres.

Según la información facilitada por el CANAL DE ISABEL II, las obras consisten en los siguientes puntos:

-Depósito regulador:

Depósito Pezuela de las Torres:

Capacidad: 500 m³.

Cota: 870 m.s.n.m.

-Conducción de tubería:

447 m aprox. de tubería de entrada a depósito de Ø150 mm.

457 m aprox. de tubería de salida a red de distribución de Ø150 mm.

600 m aprox. de tubería de desagüe de Ø150 mm.

338 m aprox. de tubería de entrada a "Dep. de los Caminos" de Ø90 mm.

-Hinca a lo largo de la traza:

Bajo la carretera M-234.

Trabajos. Sondeo Sr-2 y ensayo P-2.

Cotas de trabajos: 865 metros aprox.

En el presente informe, se presentan los resultados del reconocimiento del terreno realizado en los meses de febrero-marzo de 2012 y se analizan los datos obtenidos, estimando la naturaleza y propiedades del terreno, para la determinación de la profundidad y el tipo de cimentación más adecuado.



En base a la campaña geotécnica de campo se analizarán:

- Características geotécnicas de los materiales.
- Desmontes a lo largo de la traza, así como la reutilización de los materiales excavados y los taludes más apropiados para cada desmonte.
- Rellenos, condiciones de cimentación, taludes, etc.
- Cimentación de las estructuras. Depósito y pozo de hincas para el cruce de carretera.
- Estudio de problemas específicos que afectan a la traza.

En los apartados sucesivos se exponen los métodos de prospección e investigación utilizada, las características de los materiales presentes en la zona, los resultados de los ensayos "in situ" y ensayos de laboratorio, así como las recomendaciones para cada uno de los materiales existentes.

1.1. INFORMACIÓN UTILIZADA.

Para cumplir el objeto y alcance de los trabajos, la mayoría de la información que se ha utilizado se ha obtenido de estudios geotécnicos realizados por nuestra empresa en los alrededores del área de estudio así como actuaciones en proyectos similares.

El documento utilizado como base ha sido el archivo o archivos de planos y secciones de la traza con un levantamiento topográfico incluido.

También se utilizó como base de información para la realización del informe la siguiente documentación:

- Hoja Nº 561 (Pastrana) del Mapa Geológico de España. Serie Magna. Escala 1:50.000.
- Mapa Geotécnico General de la Comunidad de Madrid. Escala 1:200.000, realizado por el IGME (1988).
- Informes geotécnicos realizados por nuestra empresa en la zona y en los mismos materiales con profundidades de investigación de hasta 20 metros.



2. MARCO GEOLÓGICO.

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL.

En la provincia de Madrid existen materiales de muy variada naturaleza y con muy diferente historia geológica. Tratando de simplificar al máximo y de lograr una fácil comprensión para profesionales que no conozcan con cierta profundidad la geología, dentro de Madrid podemos definir dos grandes conjuntos: **la Sierra** y **la Cuenca** de Madrid, que se diferencian claramente por su geología y por su relieve.

La Sierra.

Incluimos el gran macizo montañoso que constituye el borde Norte de la Comunidad de Madrid y que forma parte del Sistema Central, originado por la tectónica de bloques que ha dado lugar a formas de relieve abrupto y de cotas elevadas, alternando con fosas o depresiones de superficies llanas o casi llanas.

La naturaleza de los materiales es variada comprendiendo rocas plutónicas (granitos en sentido lato), rocas metamórficas (gneises, esquistos, cuarcitas, etc.) y rocas sedimentarias (calizas, dolomías...). Cada uno de estos materiales presenta un diferente comportamiento según su litología y su situación geomorfológica.

Rocas plutónicas y metamórficas.

La mitad Norte está constituida por materiales graníticos; estos materiales se caracterizan por su elevada capacidad portante y estabilidad; de hecho en los sectores donde existe poca fisuración, constituyen una excelente materia prima como roca ornamental, como por ejemplo en los términos municipales de Cadalso de los Vidrios y de La Cabrera.

En principio, estos materiales, no deben plantear ningún tipo de problema salvo su dificultad de excavación, ya que no son materiales ripables; sin embargo sí existen problemas cuando han sufrido procesos de meteorización, que producen la destrucción de la fábrica de la roca por transformación de los feldespatos y micas, así se llegan a desarrollar los denominados "jabres" que pueden superar los 10 m de espesor. Dentro del jabre no es raro encontrar bolos de granito totalmente sanos de más de 1,0 m³.

Estos procesos de alteración se desarrollan fundamentalmente en sectores sometidos a una intensa acción de las aguas y por tanto son más frecuentes en zonas deprimidas, orientadas al Norte y con diferente drenaje superficial. Al ser materiales absolutamente impermeables no existen problemas motivados por la infiltración de aguas subterráneas,



salvo que se realicen excavaciones en zonas de alteración o fisuradas. En ningún caso cabe esperar agresividad por sulfatos en este tipo de rocas.

Las rocas metamórficas afloran en toda la mitad oriental y en grandes enclaves dentro de la masa granítica, comprendiendo una amplia gama de materiales, como son los gneises, esquistos de diversos tipos, pizarras, corneanas, cuarcitas, etc.

Su comportamiento geotécnico puede ser muy variado, dado que existen litologías muy diferentes. Aunque por norma general presentan elevada capacidad portante, siempre y cuando no tengan un grado de alteración y/o meteorización elevado.

En el momento que han sufrido procesos de meteorización, esta capacidad portante se reduce considerablemente, llegando en los estadios finales, a poseer las propiedades de unas arcillas poco compactadas, lógicamente pueden existir problemas de asentamientos diferenciales entre puntos con diferente grado de alteración. Como norma general es aconsejable eliminar la roca alterada y no cementar sobre ella.

Normalmente este grupo de rocas presentan planos de discontinuidad (esquistosidad, pizarrosidad, estratificación) a favor de los cuales y en especial cuando su disposición se aproxima a la pendiente natural o artificial (excavaciones), se pueden producir movimientos del terreno, tanto más favorables cuanto más alterada esté la roca.

Dentro de los niveles pizarrosos principalmente, no es rara la presencia de sulfuros (piritas), que pueden dar lugar a problemas de agresividad, aunque no en un grado significativo normalmente.

Rocas sedimentarias.

En el borde SE de la Sierra y en el Valle del Lozoya, junto a los materiales metamórficos, reposan arenas y arcillas de Cretácico inferior y calizas de Cretácico superior.

Las calizas constituyen un excelente material dada su elevada capacidad portante, sin embargo, sí pueden surgir problemas en sectores donde se hayan desarrollado procesos kársticos, tanto por existencia de cavidades, como por desarrollo de rellenos de las mismas, en relación con los cuales pueden existir asentamientos diferenciales. En el caso de zonas karstificadas, es conveniente realizar un reconocimiento detallado del terreno pues los estudios superficiales pueden conducir a graves errores.

En el Valle de Guadalix, entre Guadalix de la Sierra y Torrelaguna, así como en el Valle del Lozoya nos encontramos depósitos atribuidos al Oligoceno, constituidos por margas, conglomerados, areniscas y niveles de yesos, por lo que dada su variada naturaleza



pueden comportarse de modo muy diferente según la litología ante la que nos encontramos e incluso pueden existir problemas de agresividad.

La Cuenca.

La mayor parte de la superficie de Madrid pertenece a la denominada Cuenca del Tajo, la cual responde al modelo típico de una gran Cuenca sedimentaria, de tipo continental. El relleno de esta cuenca se realizó por grandes ríos procedentes del Norte, que erosionaban los relieves de las actuales sierras del Macizo Central, y dieron lugar a depósitos de tipo abanico, dando como resultado una distribución aleatoria de canales arenosos, intercalados en un conjunto de tipo arcillo arenoso en proporciones muy variables.

Según su situación respecto al área de aporte de los sedimentos y respecto a la posición dentro de la Cuenca de depósito, se diferencian dentro de los materiales de relleno de la Cuenca cuatro grandes grupos: facies detríticas de borde, facies de transición, facies evaporíticas y por último las que podemos definir como facies de colmatación.

Cada uno de estos grandes grupos tiene una distribución definida y con características geotécnicas muy diferentes. Dentro de las facies detríticas de borde, se diferencian dos unidades: la Unidad Madrid y la Unidad Guadalajara, al Oeste y Este del río Jarama.

La diferencia entre ambas unidades se debe al área fuente de los sedimentos. La Unidad Madrid procede básicamente de la erosión de materiales graníticos en sentido lato, de aquí el predominio de las arenas y gravas en su composición, en tanto que la Unidad Guadalajara procede básicamente de la erosión de esquistos y pizarras, de aquí que presenten una fracción arcillosa dominante o al menos muy elevada.

La Unidad Madrid, se distribuye paralela a las sierras del Norte, alcanzando hasta las proximidades de Alcobendas, Madrid, Fuenlabrada y Griñón. Pueden diferenciarse dos grandes facies: Arenas de miga y Tosco. Las denominadas arenas de miga, están constituidas básicamente por bolos, gravas, arenas y arcillas, en proporciones variables, pero predominando netamente los materiales arenosos de naturaleza silíceo y feldespática como corresponde a materiales procedentes de alteración de los macizos graníticos de la Sierra. El tamaño de grano disminuye a medida que se alejan de la Sierra, al mismo tiempo que crece la clasificación de los materiales.

En conjunto estos materiales no suelen dar lugar a grandes problemas de tipo constructivo, salvo asentamientos diferenciales como consecuencia de heterogeneidades de los materiales y a veces problemas por la existencia de niveles freáticos superficiales asociados a niveles arenosos de mayor permeabilidad.



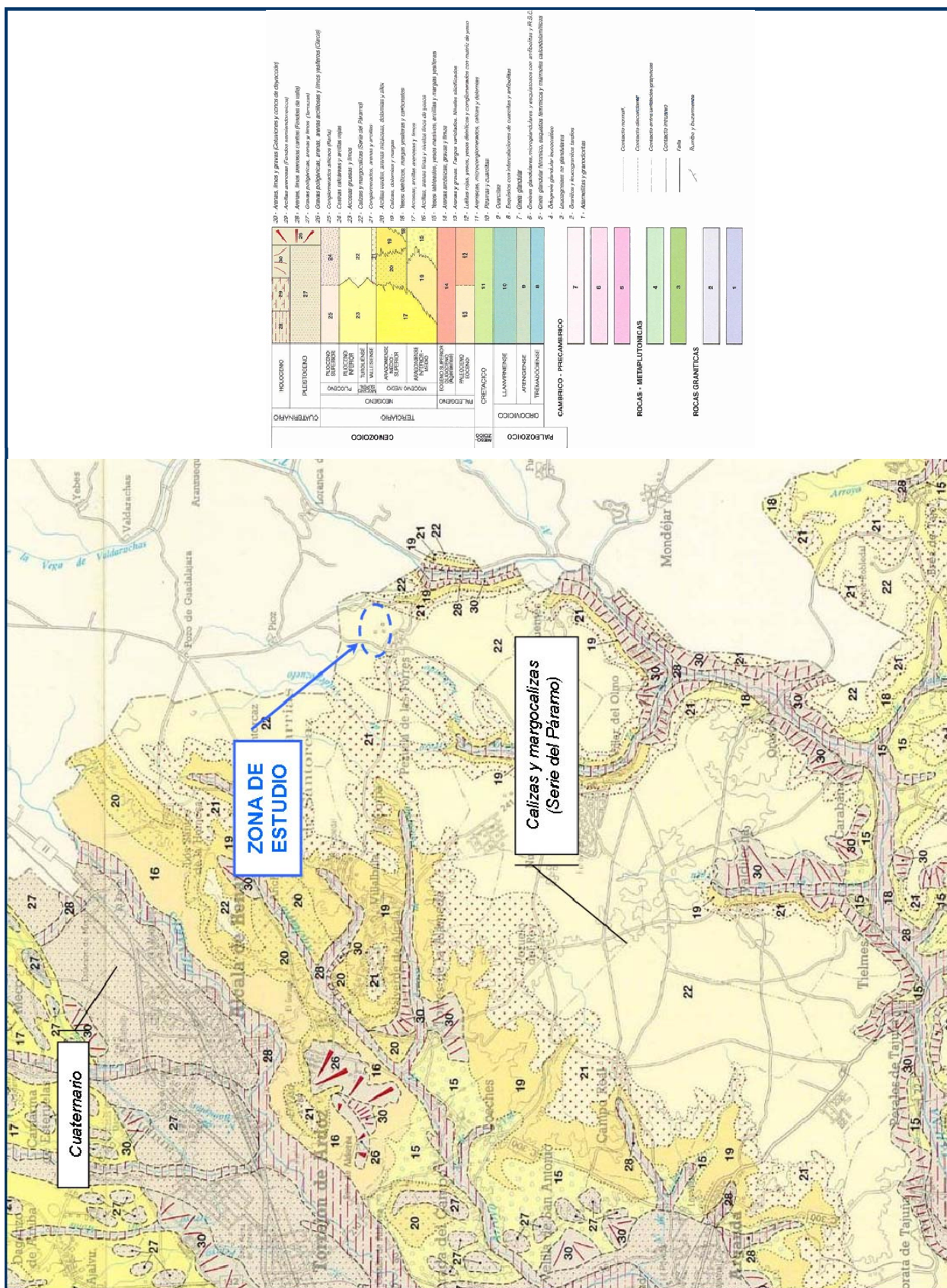


Figura 1. Esquema geológico regional. Escala 1:200.000 (Madrid).





Siempre pueden existir problemas por rellenos asociados a canales dentro de la masa detrítica.

Por cambio lateral de facies se pasa de la facies detrítica de borde de arena de miga al Tosco constituida por arenas arcillosas con intercalaciones, bien de niveles arcillosos, bien de niveles arenosos.

En superficie, la unidad tosquiza constituye una franja de terreno que se extiende desde las riberas del Jarama, a la altura de Algete, continúa por Barajas, Madrid, Leganés y Parla con una anchura del orden de 2 Km. En profundidad, hacia el Norte y Oeste esta unidad se hunde bajo la arena de miga.

Generalmente reúne buenas condiciones constructivas y salvo asentamientos diferenciales por algún cambio litológico local, no suelen dar problemas de importancia.

Entre las arenas de miga y toscos hay una gama completa de suelos cuya clasificación es difícil. De las diversas tendencias existentes la más generalizada está basada en el tanto por ciento de material que pasa por el tamiz 200 (0.074 mm.) y que encuadra los tipos básicos e intermedios:

Material	Pases tamiz 200
Arena de miga	< 25 %
Arena tosquiza	25 - 40 %
Tosco arenoso	40 - 60 %
Tosco	> 60 %

Tabla 1. Clasificación de los suelos de Madrid. ESCARIO, 1970.

La Unidad Guadalajara. Al Este del Jarama las facies detríticas son menos arenosas y con mayor proporción de arcillas, por lo que los problemas constructivos pueden estar relacionados con una menor capacidad portante y como en el caso anterior, posibilidad de asentamientos diferenciales dada la heterogeneidad de la Unidad. Aquí no es tan frecuente la existencia de aguas subterráneas dada su menor permeabilidad. Entre las facies de borde de carácter marcadamente detrítico y las evaporitas de centro de la Cuenca, se encuentra una serie de unidades menores, que se denominan series de transición y que representan los depósitos que suponen la solución de continuidad entre ambas.

Dentro de las series de transición se diferencian dos facies en el entorno de Madrid capital: Peñuela y Cayuela. La facies Cayuela está constituida por niveles carbonatados,

arcillas y bancos de sílex. Los niveles de arcillas suelen ser de alta plasticidad (bentonitas) y/o expansivas con presencia de sepiolitas.

La facies Peñuela la integran arcillas de tonos verdosos y azulados, con intercalaciones de carbonatos y algunos niveles de yesos. Son frecuentes los niveles de sepiolitas.

En estos materiales comienzan a presentarse, aunque en pequeño grado generalmente, los problemas de agresividad por la presencia de sulfatos y en grado considerable los derivados de procesos de hinchamiento y retracción, por la presencia de bentonitas y sepiolita, estos últimos son más acusados en cimentaciones poco profundas como consecuencia de las variaciones del nivel freático.

Facies evaporíticas. A medida que se progresa hacia el Sur y Sudeste, nos acercamos a la zona central de la Cuenca, donde se dieron condiciones de depósito de tipo lagunar árido o sebka.

Como consecuencia, comienzan a aparecer los depósitos de tipo evaporítico: yesos, sales y arcillas de tipo sepiolítico, los cuales pueden representar las peores condiciones constructivas dentro de la Comunidad de Madrid reciben la denominación de facies Vallecas (ver figura posterior).

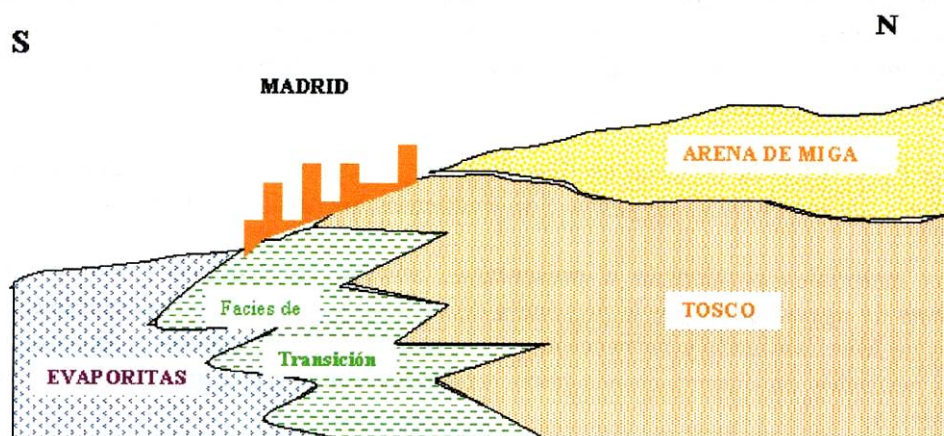


Figura 2. Esquema geológico de los sedimentos de la cuenca.

Hacia el Sudeste de Madrid, entre los Santos de la Humosa, Arganda y el Páramo de Chinchón, en discordancia sobre las facies evaporíticas, se presentan los depósitos de colmatación de la Cuenca. Comienzan con un conjunto de naturaleza muy variada: margas blanquecinas, calizas, arenas, areniscas, yesos, niveles de sepiolitas y, niveles de sílex especialmente hacia el techo.



Culmina la serie con las calizas del Páramo, cuya potencia puede llegar a los 45 metros en la zona de Valdilecha y que dan lugar a una clásica tabla o mesa, con un notable escarpe topográfico.

Los tramos basales pueden dar lugar a problemas muy variado, desde deslizamientos favorecidos por el aporte de agua de las calizas superiores, hasta hinchamientos y agresividad.

Las calizas constituyen una excelente materia prima para la construcción tanto como fuente de áridos por trituración, como materia noble para fachadas e incluso como piedra labrada. De este tipo es la conocida piedra de Colmenar.

A pesar de sus buenas características mecánicas pueden surgir problemas de hundimiento o asentamientos en sectores karstificados donde se han podido desarrollar procesos de relleno de cavidades. En los bordes de las tablas o páramos pueden producirse caídas de bloques por descalce.

Plioceno. Sobre las calizas de Páramo y sobre los materiales metamórficos al Norte del Embalse del Atazar, afloran materiales de edad pliocena de diferente naturaleza, aunque básicamente por la acción de grandes ríos en condiciones climáticas posiblemente tropicales o subtropicales.

Los materiales Pliocenos, están constituidos por arenas finas, arcillas arenosas, caliches y travertinos, que dada su variable naturaleza pueden presentar problemas de asientos diferenciales dada su diferente capacidad portante.

Los materiales Pliocenos que afloran en retazos sobre los materiales metamórficos, son las denominadas rañas, constituidas por gravas cuarcíticas, engastadas en una matriz arcillosa roja en proporciones variables, por lo que como en el caso anterior pueden existir problemas de asentamientos diferenciales.

Cuaternarios. Sobre cualquiera de los materiales descritos anteriores y en especial ocupando los valles de los ríos, los cuaternarios son depósitos de relleno aportados por los cursos de agua o resultado de la alteración "in situ", de aquí que su composición sea muy diversa y función de la naturaleza litológica del área de aporte o de la roca alterada.

Nos encontramos así: arenas, arcillas, limos, gravas, bolos a veces con presencia de sales de variada naturaleza. Son materiales de baja capacidad portante, con problemas de asentamientos diferenciales, a veces de agresividad y frecuentemente con niveles freáticos próximos a la superficie y con fuertes variaciones estacionales.

2.2. GEOLOGÍA LOCAL.

En la zona objeto de estudio, ubicada al Norte del núcleo urbano de Pezuela de las Torres, los materiales que aparecen desde cotas superficiales corresponden principalmente a calizas micríticas de colores blancos y blanco-grisáceos, estratificadas en capas, a veces de aspecto brechoide, presentando hacia la base intercalaciones decimétricas de margas blanquecinas.

Regionalmente las calizas lacustres estratificadas conforman las denominadas "Calizas del Páramo", y en un ámbito local, constituyen el "Páramo de la Alcarria", cuya superficie se encuentra karstificada.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se consideran materiales con una permeabilidad media a alta, debido principalmente a la fisuración y karstificación.

Las rocas calizas, en general, presentan un componente resistente elevado, esto indica normalmente una capacidad de carga alta; no obstante, el alto grado de fisuración y karstificación, puede condicionar este hecho, ya que puede originar hundimientos por colapsos y deslizamientos en bordes escarpados.

En la figura siguiente se ha incluido un corte geológico en el que se representan las unidades existentes en la zona objeto de estudio, dispuestas en profundidad.

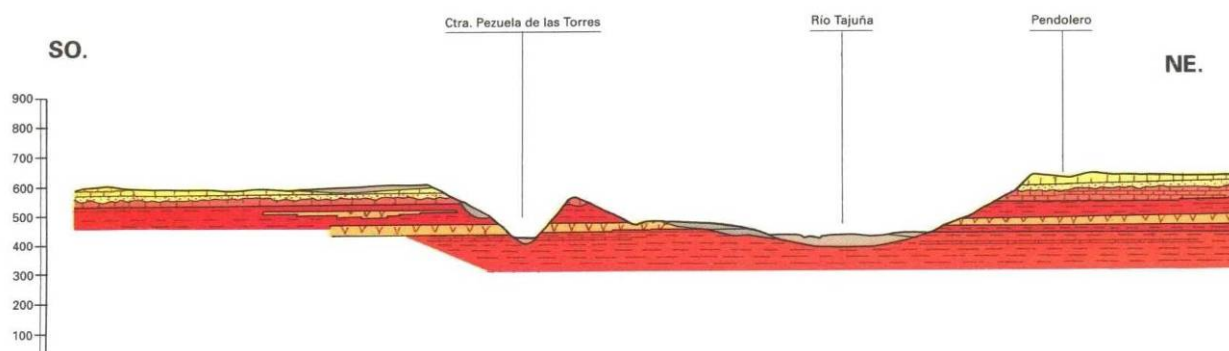


Figura 3. Corte geológico de la zona objeto de estudio.

En cuanto a los materiales de edad cuaternaria, la mayor parte de estos depósitos están ligados con la dinámica fluvial. Se trata de terrazas depositadas por el río Tajo y el río Tajuña, aunque estas últimas, están poco desarrolladas y de poca continuidad lateral; encontrándose también llanuras de inundación, conos de deyección y fondos de valle.



La naturaleza litológica de estos depósitos son arenas, arcillas y cantos calcáreos en su mayoría, existiendo zonas donde abundan los cantos yesíferos. El grado de redondeamiento de los cantos, varía de unos tramos a otros del río, dependiendo del transporte que hayan sufrido.

Localmente en la zona afectada por el presente estudio, trata de depósitos asociados a los principales cursos de la red fluvial actual, encontrándose afectados por la dinámica fluvial.

Debido a su composición litológica, se consideran materiales permeables a semipermeables, con una fácil excavabilidad y escasa compacidad. La capacidad de carga se define como baja a muy baja, ya que son suelos altamente compresibles, por lo que se producirían asientos importantes.

Al ser depósitos que atraviesan zonas con presencia de yesos, pueden presentar concentraciones de sulfatos tanto en el suelo como en las aguas, provocando agresividad.

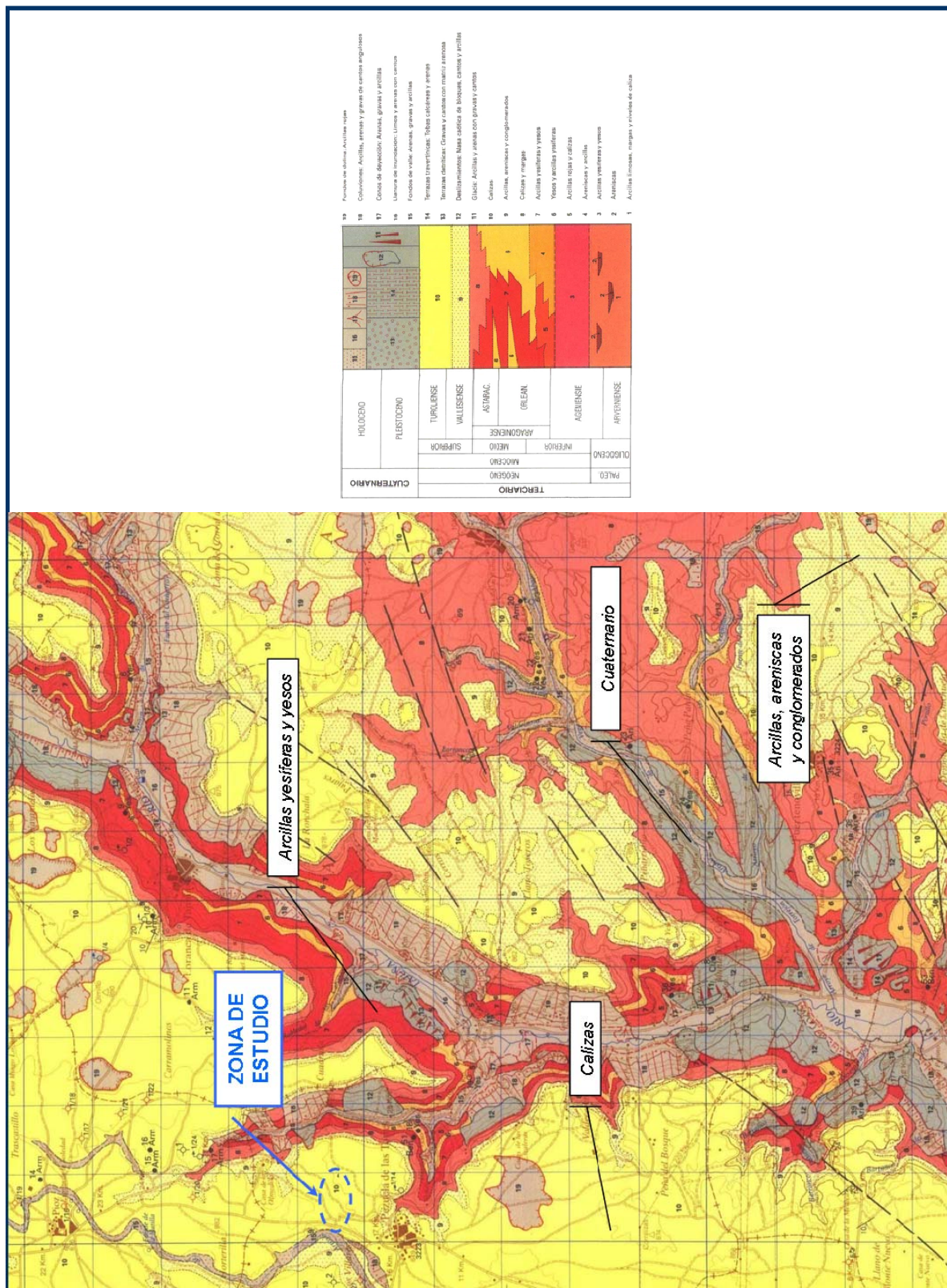


Figura 4. Mapa geológico de la zona. Escala 1:50.000 (Hoja nº 561. Pastrana).

2.3. RIESGOS GEOLÓGICOS.

A continuación se detallan algunos aspectos generales de los *riesgos geológicos* que pueden tener una especial incidencia a los fines del estudio.

2.3.1. RIESGO SÍSMICO.

Según la Normativa Sismorresistente PDS-1 de 1974, desde el punto de vista sísmico y para el cálculo de estructuras, el área de estudio se encuentra enclavada en un *área de intensidad sísmica de Grado Bajo*, $G < V$, según la Escala Internacional Macrosísmica (MKS).

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, a esta información puede añadirse que dicha área tiene asignado un valor de aceleración sísmica básica a_b menor de 0,04 veces la aceleración de la gravedad ($a_b < 0,04 g$), índice que representa la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años.

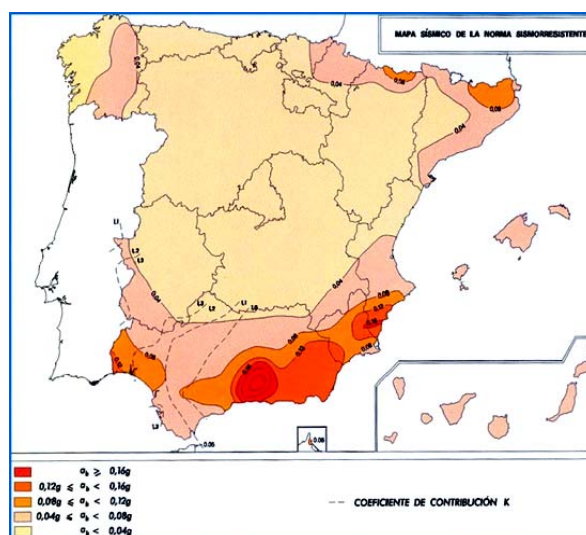


Figura 5. Plano de sismicidad.

La aceleración sísmica de cálculo dependerá del período de vida para el que se proyecte la construcción. Para un período de 50 años, construcción de normal importancia ($\rho = 1,0$), la aceleración sísmica de cálculo, a_c , coincidirá con la aceleración sísmica básica ($a_c < 0,04 g$), mientras que si se adopta un período de 100 años, construcción de especial importancia, habrá que aplicar a aquella un coeficiente adimensional de riesgo (ρ) de valor 1,30 ($a_c > 0,052 g$).



La normativa citada no es de aplicación cuando el valor de la aceleración sísmica de cálculo es inferior a 0,04 g ($a_c < 0,04$ g) como es el caso que nos ocupa, y así queda reflejado en el mapa de peligrosidad sísmica expuesto a continuación.

2.3.2. RIESGO POR HUNDIMIENTO.

El riesgo de hundimiento en la zona de estudio puede estar ocasionado por la existencia de materiales contemporáneos sin consolidar (rellenos y suelo vegetal). Los materiales flojos encontrados desde la superficie son generalmente de entidad submétrica aunque no suponen un riesgo en el hundimiento ya que serán retirados con las labores de zanjeo previstas.

2.3.3. RIESGO POR EXPANSIVIDAD.

Para el actual proyecto, *el riesgo de expansividad* de los suelos detectados se considera *bajo*, ya que la presencia de niveles carbonatados junto con la presencia de importante proporción de material granular, minora considerablemente la potencial expansividad de estos terrenos.

2.3.4. RIESGO POR AGRESIVIDAD DE SUELOS Y AGUA.

Los terrenos que se ven afectados en el presente estudio, contienen concentraciones de sulfatos en proporciones no importantes. Por otro lado, la geología de la zona y nuestra experiencia hablan de ambientes generalmente no agresivos sobre todo en lo referente a los sedimentos terciarios. Por tanto el *riesgo de agresividad* frente a los hormigones será bajo.

2.3.5. NIVEL FREÁTICO.

Durante los trabajos de campo, en el conjunto de las prospecciones desarrolladas en la parcela de estudio y en las fechas de su ejecución, no se detectó la presencia de agua hasta una profundidad máxima de investigación en los sondeos de 15,00 metros.





3. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.

3.1. CAMPAÑA DE CAMPO REALIZADA.

La campaña de campo diseñada para la elaboración del presente estudio ha consistido en la realización de dos (2) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo. También se han realizado dos (2) ensayos de penetración dinámica continua acompañando los sondeos para determinar la capacidad portante del terreno con la profundidad. Estos trabajos se han realizado en las zonas de hinca bajo el cruce con la carretera M-234 y en la zona del depósito de regulación previsto en la futura mejora del abastecimiento.

Para finalizar el reconocimiento de la traza, se han ejecutado dos (2) prospecciones superficiales-calicatas mecánicas con retroexcavadora mixta para conocer superficialmente el terreno en su conjunto y para recoger muestras de las unidades más representativas.

La ubicación de los diferentes trabajos realizados ha sido expuesta en Planta (ver Anejos I: Plano de situación de los trabajos) como en los diferentes perfiles litoestratigráficos que se adjuntan en los anejos del presente informe.

3.1.1. SONDEOS MECÁNICOS.

El emplazamiento de los sondeos mecánicos a rotación en la zona de estudio ha estado condicionado por las solicitudes del proyecto ya que éstos se implantaron en las zonas destinadas al depósito de regulación, así como a la hinca proyectada bajo la carretera M-234 que se verá afectada por el proyecto de mejora.

La investigación realizada ha permitido reconocer la naturaleza y la composición de las diferentes litologías perforadas, además de la extracción y recogida de muestras inalteradas y testigos parafinados, los cuales, mediante ensayos de laboratorio, nos permiten determinar los parámetros geomecánicos de las unidades encontradas.

Como ya se ha comentado, se han realizado dos (2) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo. Para su ejecución se ha utilizado una sonda de perforación modelo ROLATEC RL-48L, montada sobre orugas y transportada en un camión.

La perforación se realiza con batería sencilla tipo B y doble tipo T, con coronas de widia y diamante, con un diámetro de perforación variable entre 101 y 86 mm. La profundidad de los sondeos ha sido de 15,00 metros considerando que esta profundidad es suficiente

para las solicitudes. Para la caracterización geomecánica de los suelos se recogieron muestras inalteradas a diferente cota.



Sonda: RL 48 L de ROLATEC.
Peso del equipo: 4000 kg.
Mástil elevación: 5500 mm.
Carrera del cabezal: 3400 mm.
Tracción máxima: 7000 kg.
Bomba de inyección: 0 a 140 l.p.m.
Velocidad de rotación: 0 a 900 r.p.m.
Par máximo de rotación: 450 Kgm.
Mordazas hidráulicas.
Unidad de golpeo automático SPT.
Angulo de perforación: 0° - 180°.

Figura 6. Sonda de perforación utilizada.

Se ha realizado un levantamiento litoestratigráfico, en el que se han apuntado los diferentes materiales perforados en cada punto de sondeo, sus características litológicas, espesor y profundidad de cada nivel identificado, recuperación del testigo, así como el número y profundidad de las muestras tomadas en cada perforación.

Dichos levantamientos, así como las fotografías de las cajas, se adjuntan en los Anejos del presente informe (Anejos II).

Los resultados de los ensayos de laboratorio de cada muestra analizada han sido incluidos en los anejos del presente informe (ver Anejos V); de la misma manera, se han adjuntado en las columnas litoestratigráficas de cada sondeo (Anejos II).

El cuadro siguiente resume el número de muestras tomadas en cada uno de los sondeos, tanto muestras inalteradas (MI) como testigos parafinados (TP) y ensayos de penetración estándar (SPT).

Sondeo	Ubicación	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)	Nº de muestras		
				SPT	MI	TP
SR-1	Depósito	870,30	15,00	3	1	1
SR-2	Hinca Ctra. M-234	865,15	15,00	3	1	-

Tabla 2. Tabla resumen de los sondeos y muestras realizadas.

*Esta cota se ha estimado teniendo en cuenta el levantamiento topográfico facilitado por la empresa solicitante. Son cotas aproximadas.

3.1.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA. TIPO DPSH-B.

Como ya se ha citado, se ha utilizado la misma máquina de los sondeos, *sonda RL-48 L de ROLATEC*. La mecánica del ensayo de penetración dinámica consiste en la hincada de un tren de varillas mediante el golpeo de una maza; estas varillas están ranuradas cada 20 cm.

A lo largo del ensayo se obtienen diferentes valores de N_{20} , que corresponden al número de golpes necesarios para traspasar 20 cm. en el terreno.



Equipo: ROLATEC RL-48L

Penetrómetro Superpesado DPSH-B.

Peso de la maza: 63,5 kg.

Altura de caída: 0,76 metros.

Diámetro del varillaje: 35 mm.

Peso del varillaje: 6,3 kg/ml.

Puntaza: cónica 5 cm Ø perdida.

Figura 7. Equipo de penetración dinámica. Tipo DPSH-B.

Este tipo de ensayo está especialmente indicado para suelos y tiene como objetivo evaluar la compacidad del suelo, investigar la homogeneidad o anomalías del subsuelo y comprobar la situación en profundidad del estrato competente de cimentación.

Con este tipo de prospección, sólo pueden obtenerse datos de resistencia "in situ" del terreno, no pudiéndose identificar la naturaleza real del terreno, ya que no se obtiene testigo alguno durante la ejecución del ensayo.

Sin embargo cuando se tiene conocimiento de la litoestratigrafía del subsuelo y los condicionantes del proyecto lo permiten, es un método factible y rápido, para la definición de las tensiones admisibles y la determinación de la cota del estrato competente.



Para calcular la carga de hundimiento de los terrenos del subsuelo, a partir de los resultados de la hinca existen diferentes fórmulas. Las más utilizadas son las teorías de Caquot-L'Herminier.

La expresión viene dada por:

$$R_p = P_m^2 * h / (P_m + P_v) * S * d$$

R_p = Resistencia dinámica de punta en kg/cm².

P_m = Peso de la maza (63,5 kg).

P_v = Peso que carga sobre la puntaza.

h = altura de caída (76 cm).

S = superficie de la puntaza (19,6 cm²).

d = avance de penetración por cada golpe 20 cm/N₂₀.

N₂₀ = golpes cada 20 cm de penetración.

A partir del resultado de múltiples experiencias, se deduce, que para obtener la carga de hundimiento, resistencia correspondiente a una carga estática en punta, se divide por 20 la resistencia dinámica obtenida mediante esta expresión y se aplica un coeficiente de seguridad en función de la naturaleza del terreno.

Con los ensayos se alcanzaron unas profundidades de rechazo igual a:

Penetrómetro	Ubicación	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)	Rechazo
P-1	Depósito	870,35	1,40	N ₂₀ =3x75
P-2	Hinca Ctra. M-234	865,30	1,60	N ₂₀ =3x75

Tabla 3. Tabla resumen de los ensayos TIPO DPSH-B.

*Esta cota se ha estimado teniendo en cuenta el levantamiento topográfico facilitado por la empresa solicitante. Son cotas aproximadas.

Con estos datos (N₂₀) se pueden semicuantificar las tensiones admisibles de los suelos para diferentes profundidades. El ensayo se da por finalizado cuando se obtiene el rechazo a la penetración, o bien, cuando las resistencias obtenidas son suficientes para los requerimientos del proyecto.

3.1.3. PROSPECCIONES SUPERFICIALES. CALICATAS MECÁNICAS.

Se han realizado *dos (2) calicatas de forma mecánica*, distribuidas a lo largo de la red de refuerzo, para determinar la tipología litoestratigráfica del suelo, definiendo los espesores de los materiales y apreciar, si lo hubiera, la existencia de nivel freático.

Las prospecciones se ubicaron a lo largo de la nueva red de refuerzo con el objetivo de conocer la naturaleza del terreno y sus propiedades mecánicas. En los anejos se refleja la situación de las calicatas a lo largo de la conducción de mejora del abastecimiento a Pezuela de las Torres.



Retro: JCB modelo 3CX
Cazo de 60 cm.
Nº prospecciones: 2 Calicatas.
Prof. Mínima exc: 1,40 metros.
Prof. Máxima exc: 1,50 metros.
Niveles flojos: Espesores < 1,0m
Nivel competente: Aparece en todas.

Figura 8. Máquina retroexcavadora utilizada.

Las calicatas alcanzaron las siguientes profundidades:

Calicata	Tubería	Cota topográfica (m)*	Profundidad (m)
C-1	Conexión Dep. de los caminos	867,67	1,50
C-2	Entrada a depósitos	866,59	1,40

Tabla 4. Resumen de las Calicatas realizadas.

*Esta cota se ha estimado a partir del levantamiento topográfico del que disponemos.

La profundidad de las calicatas esta condicionada por la dureza del sedimento. La máquina alcanzó toda la profundidad que tuvo a su alcance siendo los suelos carbonatados competentes (calizas) los que más impedían el avance de la prospección.



Durante la apertura de las calicatas se tomaron muestras alteradas de los terrenos detectados, para su posterior ensayo en laboratorio. Una vez identificados los suelos, se programa la campaña de laboratorio para identificación de los suelos.

3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Como ya se ha citado en puntos anteriores, en la ejecución de los sondeos mecánicos, se han obtenido una serie de muestras de las diferentes litologías identificadas, cuya finalidad es determinar mediante ensayos de laboratorio las características geotécnicas de dichas unidades, para poder ser clasificadas y definir un uso adecuado en el presente estudio.

El procedimiento de ejecución de todos los ensayos de laboratorio ha seguido las Normas UNE o NLT correspondientes.

A continuación se enumeran los ensayos de laboratorio realizados.

- Ensayos de identificación.
- Ensayos de estado natural: densidad seca y humedad natural.
- Ensayos de resistencia: en los que se han ejecutado ensayos de corte directo y ensayos de compresión simple en roca.
- Ensayos de los componentes secundarios: ensayos de sulfatos en suelos.
Ensayos de carbonatos, contenido en materia orgánica y sales solubles.

En las páginas posteriores se adjuntan los ensayos de laboratorio realizados en las muestras tomadas en los sondeos mecánicos a rotación y en las calicatas mecánicas.





4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICAS DE LAS UNIDADES.

Los materiales más recientes que aparecen en la zona de estudio (materiales pleistocenos y holocenos) están escasamente representados en extensión superficial y con espesores submétricos. Se trata pues de limos oscuros con cantos de caliza.

Por debajo de los materiales cuaternarios, aparecen de forma continuada y en mayor extensión, las facies de borde (Mioceno). Los afloramientos ocupan gran parte de la zona intermedia y sur ya que corresponden a zonas topográficamente más elevadas aunque con suaves desniveles. Estos materiales terciarios que aparecen desde cotas superficiales corresponden principalmente a calizas micríticas de colores blancos y blanco-grisáceos, estratificadas en capas, a veces de aspecto brechoide, presentando hacia la base intercalaciones decimétricas de margas blanquecinas.

Regionalmente las calizas lacustres estratificadas conforman las denominadas "Calizas del Páramo", y en un ámbito local, constituyen el "Páramo de la Alcarria", cuya superficie se encuentra karstificada.

A continuación se representan los materiales que se pueden encontrar en función de su edad. Se han identificado dos unidades básicas:

Terreno vegetal (Unidad I).

Sedimentos terciarios (Unidad II).

A partir de la geología de la zona, y del estudio de los resultados de los ensayos de laboratorio, se han establecido las unidades geotécnicas que se describen a continuación.

Para cada unidad geotécnica considerada se realizará un estudio con el fin de determinar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Localización de la aparición de las unidades en la zona en estudio.
- Estimación del grado de excavabilidad y/o ripabilidad de las unidades a desmontar.
- Estudio de los parámetros de resistencia al corte y a compresión simple de los materiales en estado natural para el estudio de los posibles taludes en desmonte y de carga admisible de la unidad de apoyo en el caso de la colocación de elementos estructurales (pozos de ataque y llegada en las hincas).
- Estudio de la deformabilidad de los materiales (asientos) que forma el apoyo de los elementos estructurales de cimentación.





A partir de las características estratigráficas, litológicas y geotécnicas de los diferentes materiales, determinadas tanto en campo como en laboratorio, se ha establecido una división en dos (2) Unidades Geotécnicas principales.

Para cada una de las diferentes unidades se adjuntan a continuación del análisis, unas tablas con los ensayos de laboratorio realizados de las muestras extraídas en los sondeos.

4.1. TERRENO VEGETAL (UNIDAD I).

Esta unidad geotécnica corresponde con la unidad más superficial que podemos encontrar en toda la zona y que al tratarse de la cobertura vegetal propia de la zona, debe ser retirado en toda su extensión.

En esta unidad aparecen de forma general limos y cantos heterométricos envueltos en una matriz limo-arcillosa de tonalidad marrón oscura debido a la presencia de materia orgánica. Por lo general, estos materiales son similares a los que forman el terreno natural aunque han sido degradados y/o alterados por la acción biológica.

A continuación se presenta una tabla con los espesores detectados.

<i>Sondeo</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
<i>Sr-1</i>	<i>Depósito</i>	<i>0,00-0,20</i>	<i>0,20</i>
<i>Sr-2</i>	<i>Hinca bajo M-234</i>	<i>0,00-0,60</i>	<i>0,60</i>

<i>Calicata</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
<i>C-1</i>	<i>Conexión Dep. de los caminos</i>	<i>0,00-0,30</i>	<i>0,30</i>
<i>C-2</i>	<i>Entrada a depósitos</i>	<i>0,00-0,20</i>	<i>0,20</i>

Tabla 5. Tabla de espesores. UNIDAD I.

En cualquier caso, el comportamiento geotécnico de esta unidad será el correspondiente a un terreno flojo sin consolidar.

4.2. SEDIMENTOS TERCIARIOS (UNIDAD II).

Dentro de esta unidad podemos encontrar una gran variedad de terrenos en función del grado de alteración de la roca madre (caliza). Predominan los niveles de calizas micríticas beige-blanquecinas, alternando con niveles de limos carbonatados anaranjados.

Principalmente se trata de niveles de calizas micríticas estratificadas del Páramo con sus respectivos horizontes/niveles de alteración. A techo de esta unidad terciaria predominan los limos anaranjados con cantos de caliza.



Figura 9. Detalle de los niveles Terciarios. Limos con cantos de caliza.

Aunque predominan las calizas micríticas y cantos de caliza con limos, podemos encontrar también niveles algo más finos compuestos por arcillas de tonalidad rojiza.

El espesor detectado en los sondeos se especifica en la siguiente tabla:



<i>Sondeo</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
<i>Sr-1</i>	<i>Depósito</i>	<i>0,20-15,00</i>	<i>14,80</i>
<i>Sr-2</i>	<i>Hinca bajo M-234</i>	<i>0,60-15,00</i>	<i>14,40</i>

<i>Calicata</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Espesor (m)</i>
<i>C-1</i>	Conexión Dep. de los caminos	<i>0,30-1,50</i>	<i>1,20</i>
<i>C-2</i>	Entrada a depósitos	<i>0,20-1,40</i>	<i>1,20</i>

Tabla 6. Tabla de espesores. UNIDAD II.

- **Índices SPT.**

Estos niveles presentan una compacidad irregular en función de los tramos ensayados. Los valores obtenidos en los ensayos ejecutados a lo largo de esta unidad dan una idea característica de su heterogeneidad.

Los resultados de los ensayos SPT se exponen en la siguiente tabla:

Sondeo	Ensayo SPT	Profundidad (m)	Golpeo	N₃₀	Tramos
Sr-1	SPT 1	2,10-2,15	50R	R	Cantos de caliza y limos
	SPT 2	5,00-5,45	5-13-5	18	Limos
	SPT 3	9,20-9,60	24-30-50R	R	Arcillas y caliza
Sr-2	SPT 1	2,53-2,60	50R	R	Arcilla con cantos
	SPT 2	5,00-5,20	37-50R	R	Arcilla con cantos
	SPT 3	8,05-8,50	17-29-43	72	Cantos de caliza y limos

Tabla 7. Valores de SPT. UNIDAD II.



Como se puede apreciar, los golpes dependen directamente de los tramos ensayados. A continuación presentamos las propiedades naturales y geomecánicas de la unidad teniendo en cuenta los diferentes tramos.

► **Ensayos de laboratorio.**

En función de los niveles detectados en calicatas mecánicas y sondeos se han llevado a cabo ensayos de laboratorio para la caracterización de la *Unidad II, Sedimentos Terciarios*.

<i>Muestra</i>	<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nivel</i>
S-35-02-12	Sondeo Sr-1	1,80-2,10	Muestra inalterada	Cantos de caliza y limo
S-36-02-12	Sondeo Sr-1	7,60-7,90	Testigo de roca	Caliza
S-37-02-12	Sondeo Sr-2	2,40-2,53	Muestra inalterada	Cantos de caliza y limo
S-38-02-12	Calicata C-2	1,20-1,30	Muestra alterada	Limos
S-39-02-12	Calicata C-1	1,10-1,20	Muestra alterada	Limos

Tabla 8. Muestras ensayadas. UNIDAD II.

- **Granulometría y Clasificación**

Se presentan a continuación las gráficas de las curvas y su curva media estimada, de los tramos de limos con cantos y de los tramos de gravas.

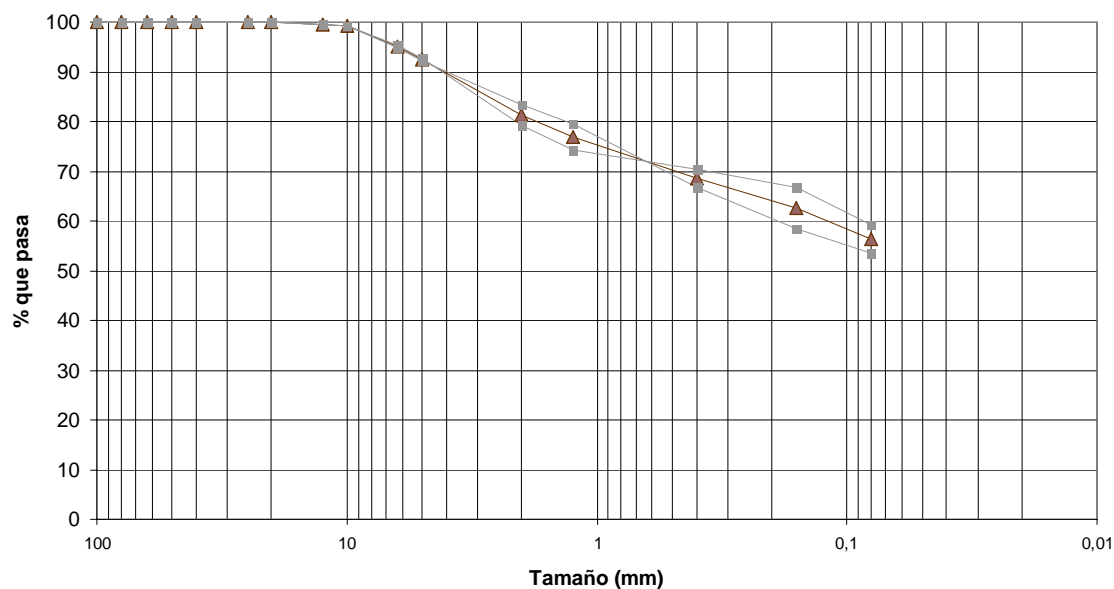


Figura 10. Curvas granulométricas. Tramos de LIMOS. UNIDAD II.

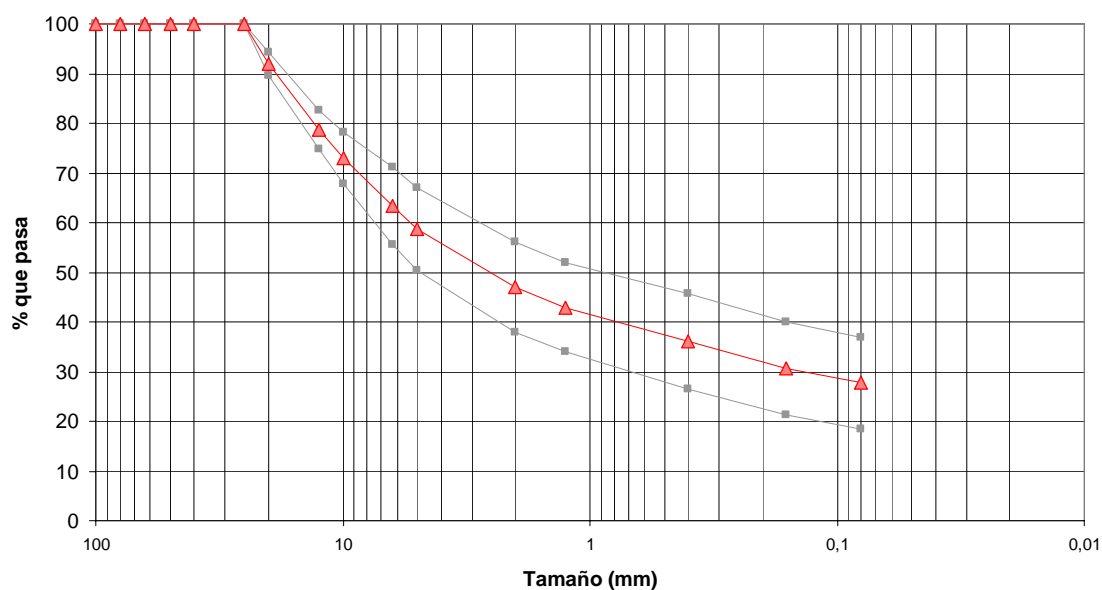


Figura 11. Curvas granulométricas. Tramos de GRAVAS CON LIMOS. UNIDAD II.

Estos suelos se clasifican dependiendo del porcentaje retenido en el tamiz 200 (si su valor es mayor o menor del 50 %). De tal manera que las podemos clasificar como limo de baja plasticidad arenoso **ML**, y como grava limosa y grava arcillosa con arena **GM-GC**, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).



Según la clasificación A.A.S.H.T.O., se trata de suelos arcillosos tipo A-7-5 y A-7-6, y suelos de fragmentos de roca, gravas y arenas tipo A-1-b.

- **Ensayos de estado (humedad y densidad).**

Los ensayos de estado realizados sobre las muestras de suelo tomadas en los sondeos y calicatas, proporcionan una humedad natural media $W\%$ del 11,46%. Mientras que el ensayo realizado en el testigo de roca tomado en el sondeo Sr-1 nos determina una humedad del 2,40%.

La densidad seca media ρ_{seca} encontrada en estas muestras de suelo proporciona valores de 1,74 t/m³, y una densidad húmeda media $\rho_{húmeda}$ de 1,94 t/m³. Por otro lado los valores de ρ_{seca} obtenido en el testigo de roca analizado nos da un valor de 2,47 /m³ y una densidad húmeda $\rho_{húmeda}$ de 2,53 t/m³.

- **Ensayos de resistencia.**

Para la obtención de los parámetros de corte, se han realizado en laboratorio, *dos (2) ensayos de corte directo*, de los cuales se han obtenido los siguientes datos de cohesión y ángulo de rozamiento:

La muestra clasificada como grava limosa (GM) presenta unos valores de cohesión de 0,37 kg/cm² mientras que el valor del ángulo de rozamiento interno es de 31°.

Respecto a la muestra clasificada como grava arcillosa (GC) presentan unos valores de cohesión de 0,26 kp/cm² mientras que el valor del ángulo de rozamiento interno es de 32°.

En cuanto a la resistencia a compresión simple de las muestras tomadas, solo se pudo realizar el ensayo en el testigo parafinado tomado en el sondeo Sr-1 a una cota de 7,60-7,90 metros, dando unos valores de resistencia a compresión simple de 319,85 kp/cm².

- **Permeabilidad.**

Los limos son materiales considerados permeables debido a la presencia de cantos, por lo que son susceptibles de captar las aguas de lluvias o superficiales. En los niveles donde la proporción de finos aumenta, el carácter permeable disminuye.

La proporción de finos (matriz) varía tanto en la vertical como en la horizontal. Existen tramos con muy baja proporción de finos intercalados con otros en los que ésta es algo mayor aunque sólo formando parte de la matriz de las gravas.





Teniendo en cuenta los tramos de suelo encontrados en la unidad sedimentaria, a continuación se expresan los valores teóricos considerados:

Tramos clasificados como ML:

Coeficiente de permeabilidad $K = 10^{-7} - 10^{-5}$ m/s.

Tramos clasificados como GC y GM:

Coeficiente de permeabilidad $K = 10^{-4} - 10^{-2}$ m/s.

- **Parámetros geotécnicos.**

Los parámetros geotécnicos teóricos de estos materiales, según los resultados obtenidos en el laboratorio, la bibliografía consultada y comparándolo con estudios anteriores realizados por nuestra empresa en la zona, son:

Tramos de suelo:

- Cohesión $c = 0,2-0,5$ kg/cm² (c).
- Ángulo de rozamiento $\phi = 29^{\circ}-33^{\circ}$ (c).
- Densidad seca $\delta = 1,70-1,80$ t/m³ (c).
- Densidad húmeda $\delta = 1,90-2,00$ t/m³ (c).
- Módulo de deformación $E = 180-400$ kp/cm² (cr)
- Coeficiente de Balasto $K_{30} = 2,0-12,0$ kp/cm³ (placa 0,30 x 0,30 m) (cr).
- Coeficiente de Poisson $\nu = 0,28-0,35$. (cr).

(e) valor estimado

(c) valor calculado en laboratorio

(cr) valor obtenido en correlaciones

Tramos de roca (Caliza):

- Cohesión $c = 35-300$ kg/cm² (e).
- Ángulo de rozamiento $\phi = 37^{\circ}-54^{\circ}$ (e).
- Densidad seca $\delta = 2,47$ t/m³ (c).
- Densidad húmeda $\delta = 2,53$ t/m³ (c).
- Módulo de deformación $E = 45000-900000$ kp/cm² (cr)
- Coeficiente de Balasto $K_{30} = 30-500$ kp/cm³ (placa 0,30 x 0,30 m) (cr).
- Coeficiente de Poisson $\nu = 0,23$. (cr).



- **Componentes secundarios.**

Sulfatos

En los análisis químicos efectuados no se han detectado concentraciones apreciables de sulfatos (0,00%), por lo que **no** será necesaria la utilización de aditivos sulforresistentes en los hormigones de la cimentación.

Carbonatos

La concentración de carbonatos es alta con valores que están por encima del 20,1%.

Materia orgánica

La concentración de materia orgánica es baja con valores de 0,00%.





5. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO

5.1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se recogen los resultados de los trabajos geotécnicos realizados a lo largo de toda la traza del proyecto de mejora y los resultados del análisis de laboratorio del muestreo recogido.

Para la redacción del estudio se ha llevado a cabo una campaña de trabajos de campo, consistente en la ejecución de dos (2) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo mediante una sonda de perforación, dos (2) ensayos de penetración dinámica continua mediante equipo de ensayo tipo DPSH-B.

Finalmente y para completar el reconocimiento del terreno se han ejecutado dos (2) calicatas mecánicas para el reconocimiento visual en superficie.

La testificación de los sondeos, se ha incluido en los anejos del presente informe (ver Anejos II). Igualmente, los diagramas de penetración dinámica continua, se presentan incluidos en el apartado de ensayos acreditados (ver Anejos V).

A partir de las muestras extraídas en los sondeos mecánicos y en las calicatas mecánicas, se han realizado ensayos de laboratorio que nos han permitido caracterizar las litologías existentes en profundidad y en la zona. Los protocolos de los citados ensayos de laboratorio, se han recogido en los anejos del presente informe (ver Anejos V).

En los perfiles elaborados, aparece la distribución de las unidades encontradas y la situación de los trabajos.

5.2. DEPÓSITO REGULADOR.

El proyecto a realizar y sobre el que se presenta dicho informe geotécnico tiene como objeto la ejecución de las obras necesarias para el proyecto de mejora del abastecimiento a Pezuela de las Torres, municipio de la comunidad de Madrid.

Los puntos principales a tener en cuenta en la ejecución de cualquier excavación son los siguientes:

- La profundidad de excavación
- La naturaleza de los materiales afectados
- La incidencia del nivel freático.
- Condiciones del entorno (viales, servicios o edificaciones afectadas)





-Depósito regulador:

Un (1) depósito de una capacidad de 500 m³.

Depósito de Pezuela de las Torres:

5.2.1. DEPÓSITO PARA PEZUELA DE LAS TORRES. 500 M³.

Capacidad: 500 m³.

Cota trabajos: 870 m.s.n.m.

Trabajos realizados: Sondeo Sr-1 y ensayo P-1.

5.2.1.1 Excavación.

Se han encontrado niveles de flojos superficiales con espesores submétricos tanto en el sondeo como en el ensayo P-1. Con los desmontes previstos, éstos serán retirados en su totalidad con lo que con la excavación se alcanzará el terreno natural competente.

Se puede estimar de forma general que el porcentaje de ripabilidad de los sedimentos superficiales (suelo vegetal) es de un 100%.

Por debajo de esta unidad y en sus primeros tramos, el sondeo y el penetrómetro han detectado niveles terciarios competentes. Se puede estimar que el porcentaje de ripabilidad será función de la aparición de la caliza en condiciones sanas o de gran dureza. En los tramos de suelos calcáreos superficiales la ripabilidad será fácil o elevada (entre un 80-100%) mientras que en los tramos de caliza más profundos, el porcentaje será mucho menor a partir de 1,40-1,50 m (entre un 10-20% de ripabilidad con la maquinaria utilizada).

La estabilidad de la cobertera vegetal será buena aunque no queda exenta de posibles desprendimientos puntuales sobre todo en épocas de lluvias.

La estabilidad de la unidad terciaria en el período de realización de la excavación será buena considerando taludes provisionales taludes 1H:3V.

A continuación se presenta una tabla donde expresamos de manera esquemática los puntos a tener en cuenta en la realización de las zanjas.





<i>Profundidad excavación</i>	<i>Unidad geotécnica</i>	<i>Materiales</i>	<i>Taludes</i>	<i>Medidas auxiliares</i>
$\leq 3.00 \text{ m.}$	Unidad I	T. vegetal	1H:3V	Materiales ripables
	Unidad II	Terciario		<i>Tramo de limos con cantos:</i> Excavabilidad buena a moderadamente difícil (presencia de cantos). Compacidad ALTA. <i>Tramos de roca:</i> Materiales difícilmente ripables a no ripables. Será necesario el uso de métodos auxiliares. Compacidad ALTA.

Tabla 9. Excavación para Depósito Pezuela de las Torres.

5.2.1.2 Cimentación superficial. Cargas admisibles.

Tramos limosos con cantos:

Los cálculos de las cargas admisibles para cimentaciones superficiales, se realizarán en base al resultado de los S.P.T. Estos cálculos se ajustan al comportamiento geotécnico de los terrenos granulares (predominio de limos y cantos).

Refiriéndonos al golpeo del SPT, se puede calcular la presión admisible a partir del método simplificado propuesto por CTE (Documento básico) (para **B > 1,20 m**).

$$Q_{adm} = 8 N_{SPT} \{1 + D/3B\} (S_t/25) (B + 0,3/B)^2 \text{ kN/m}^2$$





S_t = asiento total admisible, en mm.

N = Valor medio de los resultados N_{30} obtenidos a cota de cimentación.

D = Profundidad definida en el Anejo F.

La cimentación se ejecutará sobre la *Unidad II*. Para este caso, calculamos la carga admisible para zapatas cuadradas (para $B > 1,20$ m). de 1,80 metros de lado.

Aunque en los golpes obtenidos en la mayoría de los ensayos han dado como resultado valores elevados, y los materiales detectados son similares, seremos conservadores a la hora de aplicar el índice para los cálculos.

$Q_{adm} = 8 N_{30} (1+D/3B) (S_t/25) (B+0,3/B)^2$			kN/m^2
$Q_{adm} = 614,617$			kN/m^2
$N =$	50		
$B =$	1,8	m	
$D =$	0,6	m	
$S_t =$	25,4	mm	
$1 + D/3B =$	1,111		
$((B+0,3)/B) =$	1,17		
$((B+0,3)/B)^2 =$	1,36		
$Q_{adm} = 6.1$		kg/cm^2	

Los valores de SPT obtenidos en este sondeo son muy elevados, y en la aplicación de este método se suelen aplicar valores máximos de 50. Aún así, el valor de carga admisible obtenido es elevado ($6,1 \text{ kp/cm}^2$), recomendando que para el apoyo de este depósito y viendo las heterogeneidades existentes que no se consideren cargas superiores a $3,0 \text{ kp/cm}^2$.

Tramos de roca:

Las calizas suponen un buen nivel de apoyo para cualquier cimentación. La problemática que presenta trabajar en estos materiales está relacionada con la dureza y su dificultad para realizar la excavación.

El macizo rocoso puede aparecer a cotas relativamente superficiales, y según los criterios de presiones admisibles tanto del código inglés CP 2004/1972, y las normas DIN 1054, presenta una presión admisible superior a $5,0 \text{ kp/cm}^2$.

La roca constituye, en términos generales, un excelente terreno de cimentación, dando lugar a ciertos problemas de excavación. Para edificaciones normales se asegura una presión de trabajo suficiente de $3,0 \text{ kp/cm}^2$.





Para el análisis de la capacidad de carga del estrato competente, se utilizarán los parámetros de cálculo de carga de hundimiento, presión admisible y asentos admisibles, basadas en las teorías más utilizadas en la Mecánica de Suelo, de Terzaghi y Meyerhof.

El Código Inglés adopta para presión admisible en rocas (Q_{adm}) la siguiente fórmula:

$$Q_{adm} = 0,5 q_u$$

siendo q_u la resistencia a compresión simple de la roca.

Atendiendo a este código inglés y los ensayos de los distintos laboratorios oficiales, las presiones admisibles obtenidas en los distintos tipos de rocas son:

TIPO DE ROCA	Q_{adm} (kp/cm ²)
Granitos y migmatitas	100
Calizas	40
Esquistos y pizarras	30
Cuarcitas y areniscas	40

Tabla 10. Presiones admisibles para diferentes tipos de rocas.

Como se puede observar, la roca constituye un excelente terreno para cimentar sobre ella, estando ésta alterada o no.

5.3. RED DE REFUERZO. CONDUCCIÓN

El proyecto a realizar y sobre el que se presenta dicho informe geotécnico tiene como objeto la ejecución de las obras necesarias para la mejora del abastecimiento al municipio de Pezuela de las Torres.

-Conducción de tubería de diámetros diferentes:

447 m aprox. de tubería de entrada a depósito de Ø150 mm.

457 m aprox. de tubería de salida a red de distribución de Ø150 mm.

600 m aprox. de tubería de desagüe de Ø150 mm.

338 m aprox. de tubería de entrada a "Dep. de los Caminos" de Ø90 mm.





5.3.1. ZANJAS.

La red de refuerzo se proyecta a cielo abierto en prácticamente la totalidad de su trazado. Como base para el diseño y ejecución de la zanja se deben tener en cuenta cuatro condicionantes básicos.

- La profundidad de la zanja.
- La naturaleza de los materiales afectados.
- La incidencia del nivel freático.
- Condiciones del entorno (viales, servicios o edificaciones afectadas).

Las profundidades de la zanjass están condicionadas por la naturaleza de los materiales, referida según los trabajos realizados con respecto a cota actual de terreno. En la mayor parte de su recorrido las conducciones se ejecutarán en zanjass poco profundas (< 3.00 m.). La naturaleza de los materiales afecta en las labores de zanjeo, tanto como consecuencia de sus condiciones naturales de estabilidad, como por su excavabilidad. Estos dos aspectos se han tratado ya en el apartado correspondiente, si bien, se reitera que la mayor parte de los suelos (limos y limos con cantos) que serán atravesados por la conducción se consideran removilizables en toda su extensión, siendo la removilización algo dificultosa a muy dificultosa en los niveles con mayor porcentaje de cantos calcáreos y en niveles de roca (niveles muy duros) encontrados a lo largo de la traza.

No será necesario el empleo de métodos auxiliares para el control de la estabilidad de los frentes excavados en las zanjass en las que se alcancen profundidades inferiores a 3.00 m. La estabilidad de todas y cada una de las unidades naturales detectadas es buena siendo las paredes más o menos lisas en función de la textura del suelo.

<i>Prof. Zanja</i>	<i>Terrenos</i>	<i>Excavabilidad/Ripabilidad</i>
0,00 m.-1.00 m.	Limos	Excavabilidad buena/ripables.
1,00 m -1,50 m.	Limos con cantos	Excavabilidad buena a costosa/ripables.
≥ 1,50 m ≤ 3,00 m	Caliza	Excavabilidad dificultosa/difícilmente ripables.

Tabla 11. Tabla general Excavabilidad/Ripabilidad.



<i>Prof. zanja</i>	<i>Terrenos</i>	<i>Estabilidad zanjas</i>
0,00 m.-3.00 m.	<i>Unidad I:</i> Suelo vegetal (se desprecia)	Taludes 1H:3V
	<i>Unidad II:</i> Limos Limos con cantos Caliza	

Tabla 12. Tabla general Estabilidad zanjas.

El ancho mínimo del fondo de excavación de la zanja será igual al diámetro del colector más 40 cm a ambos lados de este.

Debe contarse con un plan de obra adecuado dado que la excavación debe permanecer abierta el menor tiempo posible, dado que los agentes atmosféricos pueden tener una incidencia clave en su estabilidad.

La capacidad portante de las diferentes unidades se considera media-alta no existiendo problemas derivados de las solicitaciones de los colectores.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma, previa aprobación del Director de las Obras.

Previamente a la colocación de la tubería se dispondrá la capa de asiento, con un mínimo de 10 cm. de espesor y estará exenta de productos orgánicos y punzantes que puedan afectar a la tubería.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Modificado.



Consideraciones:

En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudo paralelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación del noventa y cinco por ciento al cien por ciento (95-100 %) del Proctor Modificado.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo, que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Cuando el relleno de la zanja vaya a asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde se lleve a cabo el terraplén, antes de acometer su ejecución.

El relleno de acabado de la zanja estará condicionado por la zona que atraviese el colector (zona verde - acera - camino, etc).

En el caso de que la zanja atraviese la explanada de caminos rurales, deberán utilizarse materiales de igual o mejor calidad a los existentes en dicha explanada para coronar el relleno, de modo que la incidencia en el camino sea solo durante su ejecución y no tengan lugar hundimientos por una deficiente compactación. La compactación se determinará en base al tráfico y al uso de la vía rural afectada.

Los materiales extraídos de la zanja se acopiarán a lo largo de la misma, separadas a la distancia necesaria para evitar que su peso afecte a la seguridad y no se produzcan hundimientos o roturas de los materiales en la misma, teniendo en cuenta la separación del terreno vegetal. Así mismo, se evitará que la maquinaria de trabajo se estacione y circule por los laterales inmediatos a la zanja.

Las juntas en las tuberías son elementos muy importantes, ya que son las encargadas de transferir de una forma segura los esfuerzos sin daños a las tuberías y proporcionar un ajuste perfecto, de ahí, que deban estar normalizadas.



5.3.2. HINCA.

Como ya se ha indicado, a lo largo del trazado de la mejora del abastecimiento se va a realizar una (1) hinca por debajo de la carretera afectada.

Hinca Bajo la carretera M-234.

Trabajos. Sondeo Sr-2 y ensayo P-2.

Cotas de trabajos: 865 metros aprox.

Este mecanismo se encuadra dentro de los sistemas constructivos cerrados que poseen ventajas técnico-constructivas importantes, principalmente permiten atravesar vías en servicio sin ocasionar problemas en la circulación viaria.

Para llevar a cabo una hinca de tubos es necesario la ejecución de un pozo de empuje y un pozo de llegada.

Los pozos de empuje y llegada son normalmente construcciones verticales, que pueden convertirse en obras permanentes; de ahí, que deban realizarse con todo tipo de requerimientos de seguridad.

Los métodos de construcción de pozos más importantes en el método de empuje de tubos son, revestimiento segmentado, pozos indios o pozos indios in situ, tablestacas o pilotes secantes, zanjas entibadas poco profundas etc.

La técnica de hinca de tubos pertenece al conjunto de sistemas de construcción de túneles sin zanja con diámetros normalmente inferiores a 4 metros de diámetro exterior, ya que diámetros mayores dificultan la manipulación de tubos. Se utiliza en el montaje de acometidas, colectores, oleoductos, gasoductos, etc.

Las razones fundamentales que han llevado al desarrollo de esta técnica de construcción han sido la menor incidencia en el entorno (carreteras y canales) y las ventajas técnicas constructivas.

En el siguiente esquema podemos ver el método de hinca normalmente utilizado y con el que conseguimos evitar molestias en las vías que atravesamos.



Figura 12. Esquema del sistema de hinka.

Los sistemas más utilizados para estos trabajos se pueden agrupar en dos métodos:

- **Perforación horizontal con hinka de tubería de acero:**

Su aplicación es óptima para diámetros de entre 200 y 1500 mm en terrenos principalmente compactados. Presentan dificultades ante materiales sin cohesión y bajo el nivel freático.

La perforación se realiza mediante cabeza de rotación transmitido por las barras del sinfín. El material sale por el puente de expulsión. A la vez que se desaloja la tierra se avanza con el tubo de revestimiento.

Existe una variante que consiste en un sistema de perforación horizontal a percusión y que es menos habitual que la perforación a rotación. Este método nunca se aplica en sustratos rocosos.

En ambos casos serían necesarios la realización de pozos siendo el de ataque (± 10 m), mayor que el de llegada.

- **Perforación vertical con escudo de protección:**

Este tipo de procedimiento se utiliza para la hinka de tubos de acero y hormigón armado en diámetros generalmente grandes. Es necesaria la apertura de pozos de ataque y llegada, el primero para introducir la maquinaria hidráulica y el segundo para recibir la tubería.

Se colocará primero el escudo de protección para después sacar el sedimento del interior. En el interior del escudo se utilizarán rozadoras para retirar el material.

Las prospecciones realizadas en cada zona se indican a continuación:

En las siguientes tablas se muestran unas ideas prácticas para la construcción de pozos.



TIPO	TAMAÑO Y FORMA	PROFUNDIDAD	TRATAMIENTO DEL TERRENO	OBSERVACIONES
Segmentado	>2,4 m diámetro	Ilimitada	No se requiere	Diámetro función del método de empuje de tubos y de la máquina de sondeos
Tablestacas	Cualquiera	Hasta 15 m	No se requiere	Tamaño y forma función del método de empuje de tubos y de la máquina de sondeos
Pilotes secantes	Cualquiera	Hasta 20 m	No se requiere	Tamaño y forma función del método de empuje de tubos y de la máquina de sondeos
Zanja entibada	Cualquiera	Hasta 6 m	No se requiere	Tamaño y forma función del método de empuje de tubos y de la máquina de sondeos
Pozos indios	2 a 3 m de diámetro	Hasta 10 m	No se requiere	Conveniente para microtúneles
Pozos indios <i>in situ</i>	-	-	-	No aplicable
Excavación con entibación abierta	Cualquiera	Poca	Se requiere si se excede del ángulo de reposo del suelo	Para trabajos no profundos solamente
Anclajes de fondo	Cualquiera	Al nivel de superficie	No se requiere	Generalmente utilizado para tramos o excavaciones que pasan por terraplenes

TIPO	TAMAÑO Y FORMA	PROFUNDIDAD	TRATAMIENTO DEL TERRENO	OBSERVACIONES
Segmentado	>2,4 m diámetro	Limitada por el tratamiento del terreno	Drenaje Well Point. Desagüe de pozo profundo. Campana Aire Comprimido. Mortero en suspensión. Estabilización química Congelación del suelo	6 m de profundidad 30 m de profundidad 40 m de profundidad 25 m de profundidad Profundidad limitada 50 m de profundidad Profundidad ilimitada
Tablestacas	Cualquiera	Hasta 15 m	Drenaje Well Point Desagüe de pozo profundo	Profundidad función del descenso del nivel freático
Pilotes secantes	Cualquiera	Hasta 20 m	Puede ser requerido para la estabilidad de la base	Requiere un área de trabajo grande
Zanja entibada	-	-	-	No recomendable
Pozos indios	2-3 m diámetro	Hasta 10 m	Puede ser requerido para la estabilidad de la base	Conveniente para microtúneles
Pozos indios <i>in situ</i>	Cualquiera	Hasta 40 m	Puede ser requerido para la estabilidad de la base	Generalmente para grandes proyectos
Excavación con entibación abierta	-	-	-	No aplicable
Anclajes de fondo	-	-	-	No aplicable

Tabla 13. Tabla guía para construcción de pozos.

HINCA BAJO M-234:

Sondeo Sr-2 y Penetro P-2.

En estos trabajos se ha detectado superficialmente la Unidad I hasta profundidades de 0,60 metros. Posteriormente aparecen los terrenos terciarios de naturaleza limosa con cantos de caliza en superficie y en forma de roca en profundidad (caliza micrítica) de mayor dureza.



Considerando que la hinca se podría realizar en los primeros tres-cuatro metros de profundidad, los materiales afectados en la perforación horizontal serán principalmente los sedimentos terciarios.

La ejecución de los pozos de ataque y llegada no tendrán que considerar métodos de contención de las paredes ya que son suelos consolidados.

Los parámetros geotécnicos estimados en esta hinca y teniendo en cuenta el sondeo Sr-2 y los niveles que predominan en los tramos afectados son los siguientes:

Parámetros UNIDAD II (tramos limosos con cantos)	Valor
Humedad	11,46 %
Densidad	1,90-2,00 t/m ³
Cohesión	0,2-0,5 kg/cm ²
Ángulo de Rozamiento	29º-33º
Coeficiente de Poisson ν	0,28-0,35
Módulo de deformación E	180-400 kg/cm ²
Coeficiente de Balasto K_{30}	2,0-12,0 kp/cm ³
Carga admisible Q_{adm}	3,0 kg/cm ²
Asientos estimados	1,57 cm

Parámetros UNIDAD II (caliza)	Valor
Humedad	2,40 %
Densidad	2,53 t/m ³
Cohesión	35-300 kg/cm ²
Ángulo de Rozamiento	37º-54º
Coeficiente de Poisson ν	0,23
Módulo de deformación E	45000-900000 kg/cm ²
Coeficiente de Balasto K_{30}	30-500 kp/cm ³
Carga admisible Q_{adm}	3,0 kg/cm ²
Asientos estimados	< 1mm

Tabla 14. Tablas de parámetros UNIDAD II. Hinca bajo M-234.



En cualquier caso será el autor del proyecto el que deberá adoptar las medidas y soluciones que crea más convenientes para el cálculo y diseño de la red de mejora del abastecimiento, en función de los datos referidos en el presente informe.

El presente informe consta de 44 páginas, numeradas correlativamente de la 1 a la 44, con sus correspondientes anejos.

Toledo, marzo de 2012

Fdo:
LUIS VIÑUALES GÁLVEZ
Lcdo. en C.C. Geológicas
Colegiado nº 6467
Área Mecánica de Suelos

Fdo:
JORGE CANELLADA FERNANDEZ
Lcdo. en CC Geológicas
Colegiado nº 4017
Dpto. de Geotecnia



SERGEYCO
CASTILLA-LA MANCHA, S.L.
N.I.F.: B-45499167
C/ Diamante, 8.
45190 Nambroca. Toledo

Fdo:
TOMÁS SÁNCHEZ-HORNEROS PANIAGUA
Lcdo. en CC Geológicas
Colegiado nº 2107
Director Técnico



ANEJOS

- I. PLANOS DE SITUACIÓN Y DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.**
- II. TESTIFICACIÓN DE LOS SONDEOS MECÁNICOS.**
- III. TESTIFICACIÓN DE LAS CALICATAS MECÁNICAS.**
- IV. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**
- V. ENSAYOS ACREDITADOS.**

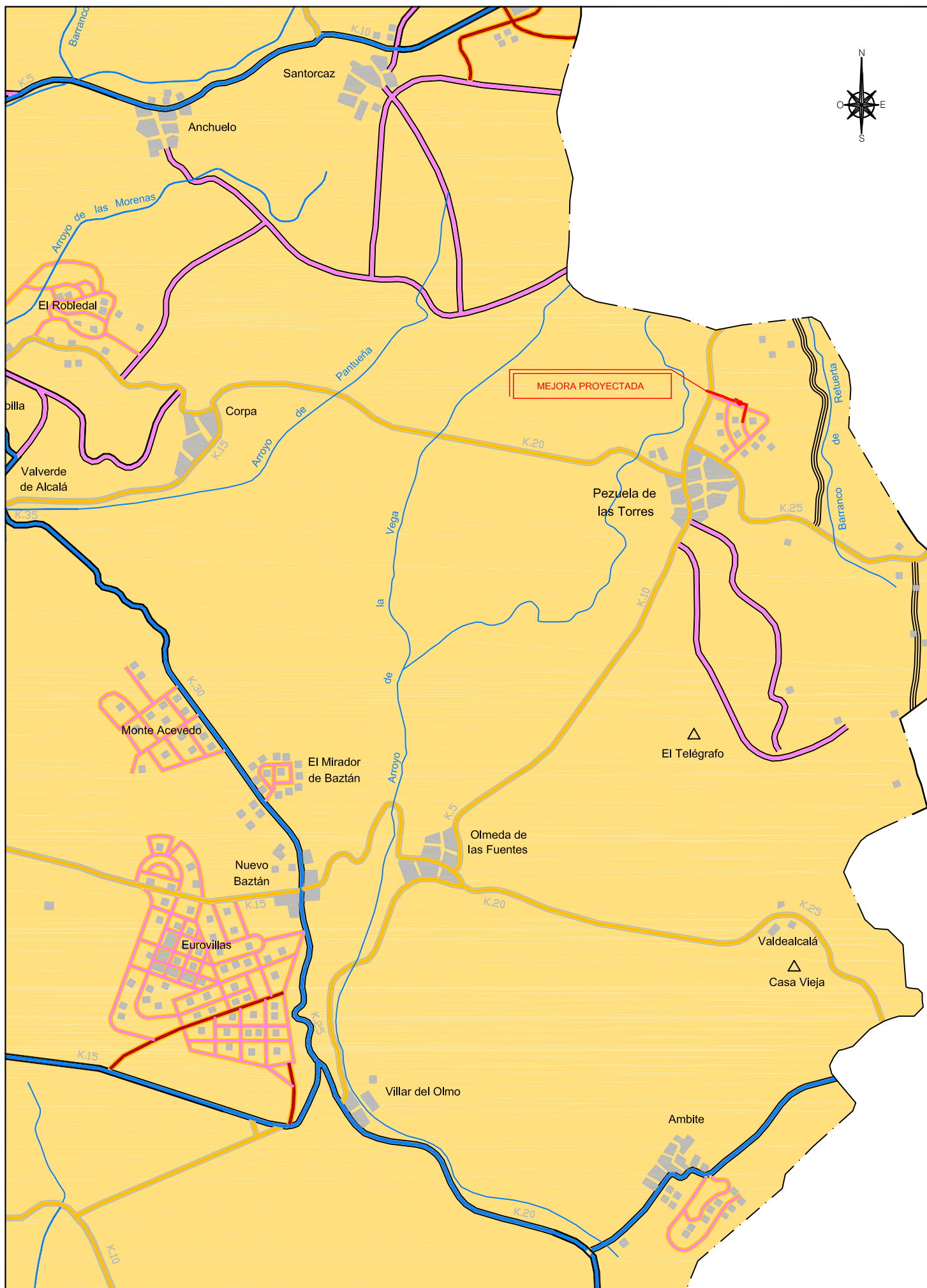




I. PLANOS DE SITUACIÓN Y DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.

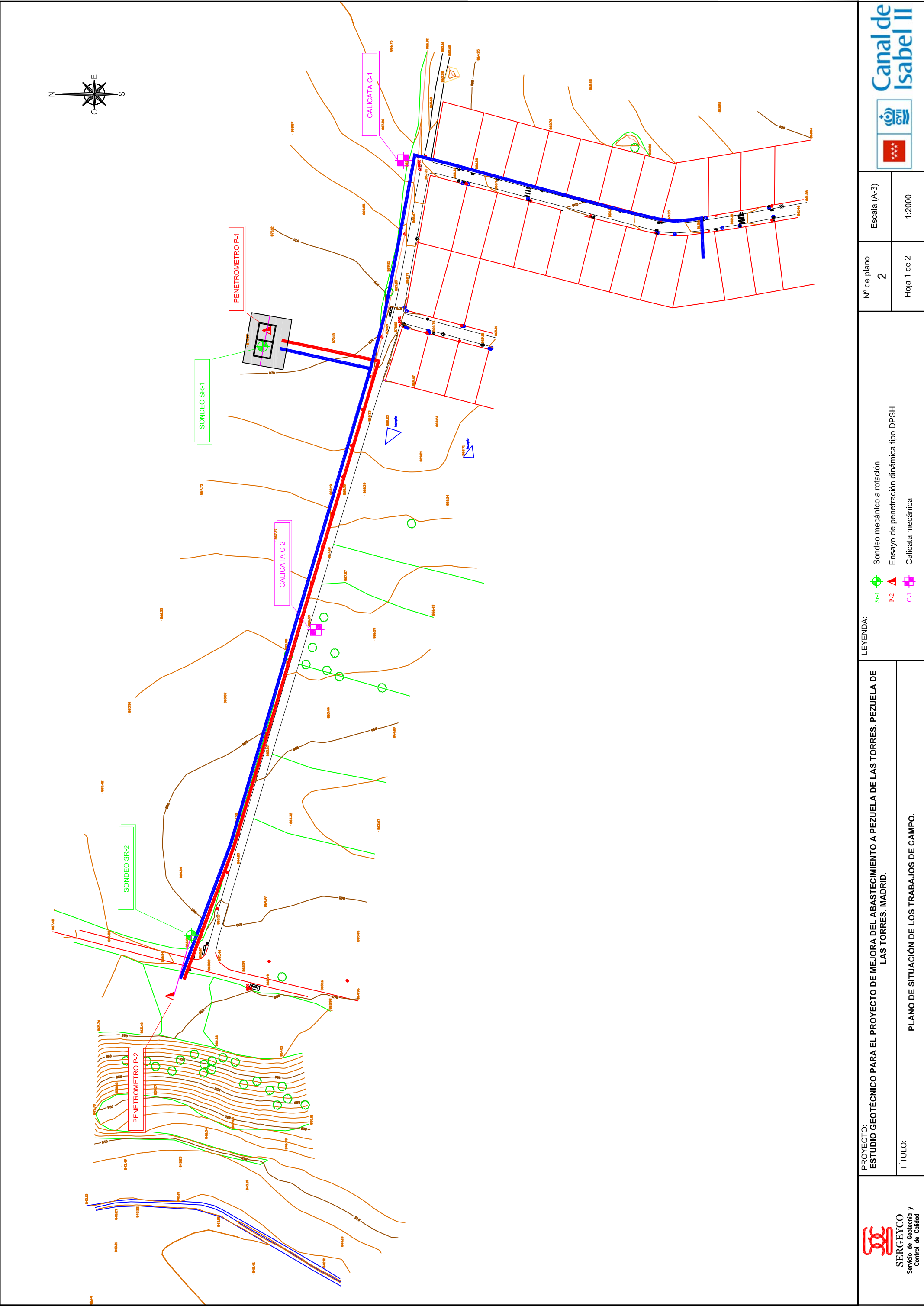
Plano 1: Plano de situación de la zona de estudio (1 Hoja en A-4).





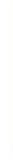
Plano 2: Plano de situación de los trabajos de campo (2 Hojas, A-3 y A-4).

Plano 3: Perfiles litoestratigráficos (2 Hojas en A-4).






 SERGEYCO Servicio de Geotecnia y Control de Calidad	<p>PROYECTO: E. G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.</p> <p>TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO</p>	<p>Nº de Plano: 1</p> <p>Hoja 1 de 1</p>	<p>Escala (A-4)</p> <p>1:70.000</p>	 Canal de Isabel II
--	---	--	-------------------------------------	---



<div><div>SERGEYCO Servicio de Geotecnia y Control de Calidad</div></div>	PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.		LEYENDA: <div><div><div><div>SR-1</div></div><div><div>P-2</div></div><div><div>C-1</div></div><div>Sondeo mecánico a rotación.</div><div>Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH.</div><div>Calicata mecánica.</div></div></div>	Escala (A-3)
	TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.			
			<div><div>Canal de Isabel II</div></div>	



Hoja 2 de 2

 S-I-I
 P-2
 C-1

LEYENDA:

PROYECTO:
ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.

PLANO DE SITUACIÓN DEL DEPÓSITO.

PROYECTO:

THE Q.



SERGEYCO
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad

PERFIL LITOSTRATIGRÁFICO DEL DEPÓSITO

SE

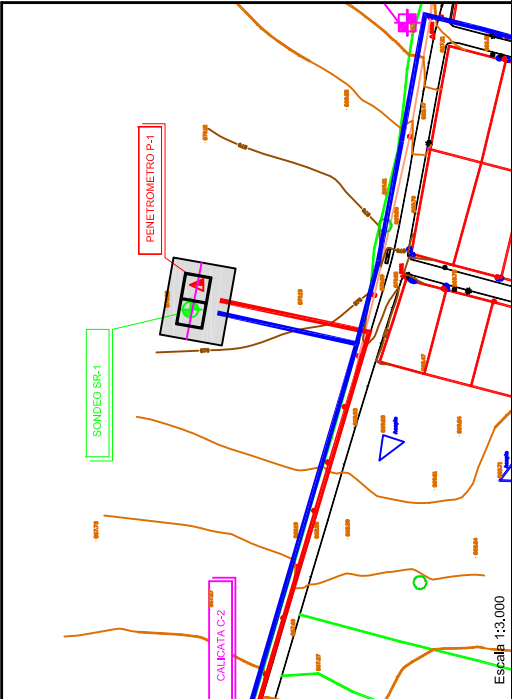
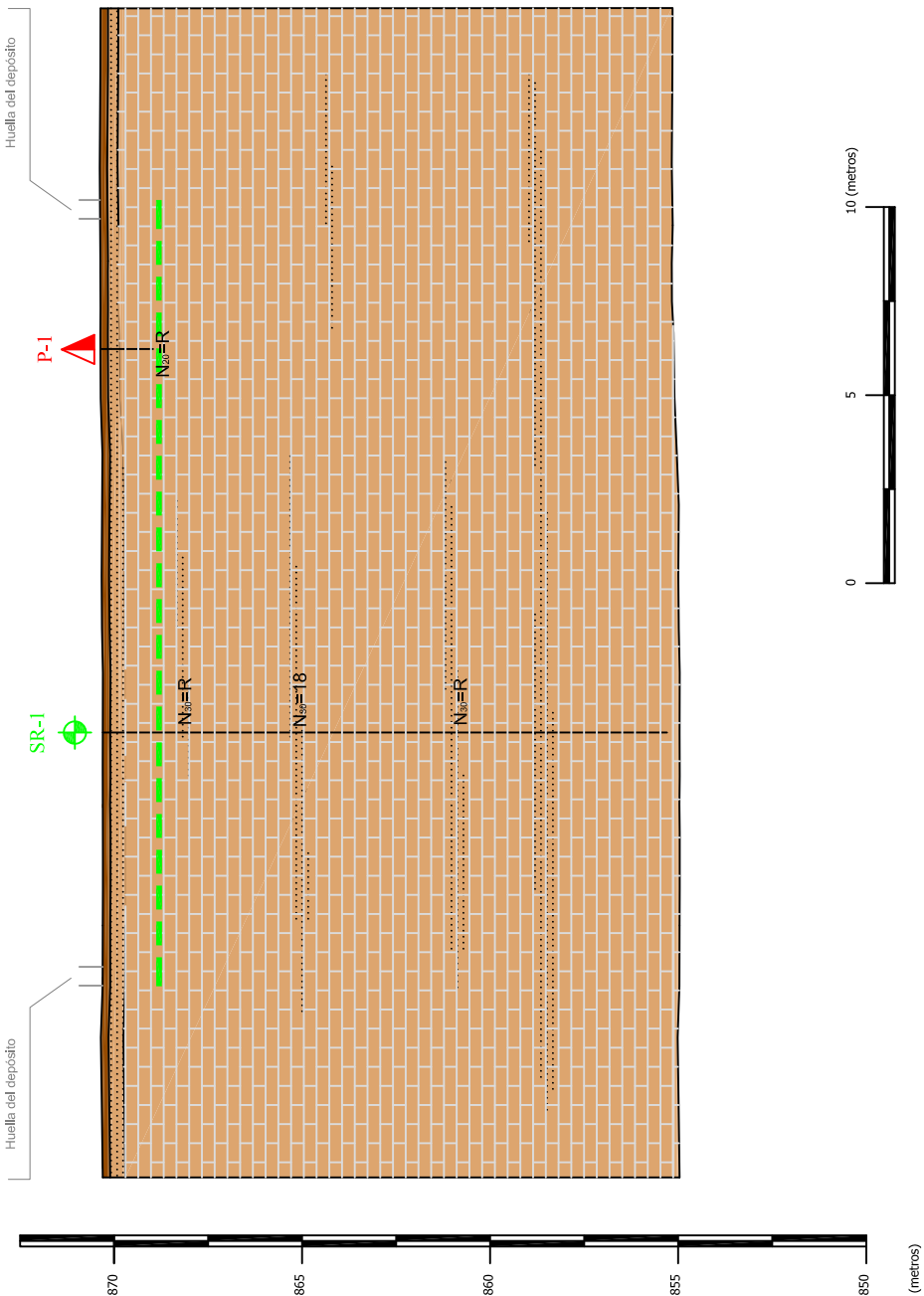
NO

SUELO VEGETAL (*Unidad I*).

Limos marrones.

SEDIMENTOS TERCIARIOS (*Unidad II*).

Caliza micrítica y limos.



<div><div></div><div><div>SERGEYCO</div><div>Servicio de Geotecnia y Control de Calidad</div></div></div>	PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.	LEYENDA: <div><div>SR-1 </div>Sondeo mecánico a rotación.</div> <div><div>P-2 </div>Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH.</div> <div><div>C-1 </div>Calicata mecánica.</div>	Nº de plano: 3	Escala (A-4)
	TÍTULO: PERFIL LITOESTRATIGRÁFICO DEPÓSITO.		Hoja 1 de 2	1:200

PERFIL LITOSTRATIGRÁFICO HINCA BAJO M-234

SUELO VEGETAL (Unidad I).



Limos marrones.

SEDIMENTOS TERCARIOS (Unidad II).



Caliza micrítica y Limos.

Nivel Freático

Profundidad estimada de hínca

Cota estimada de apoyo de los pozos de hínca

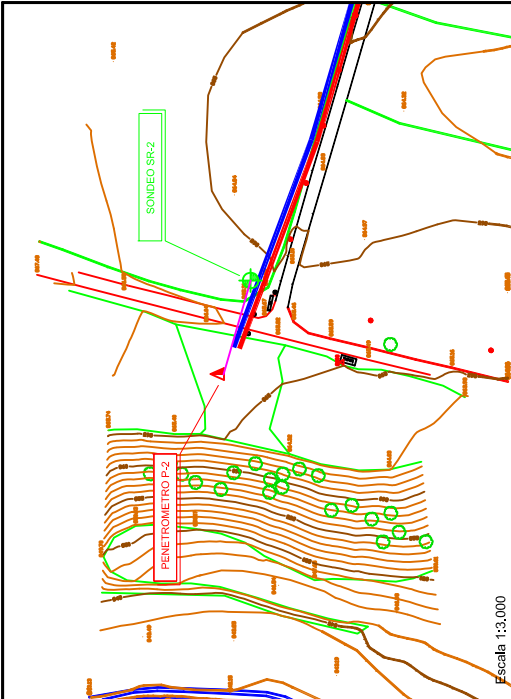
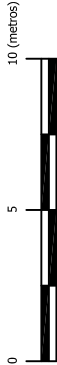
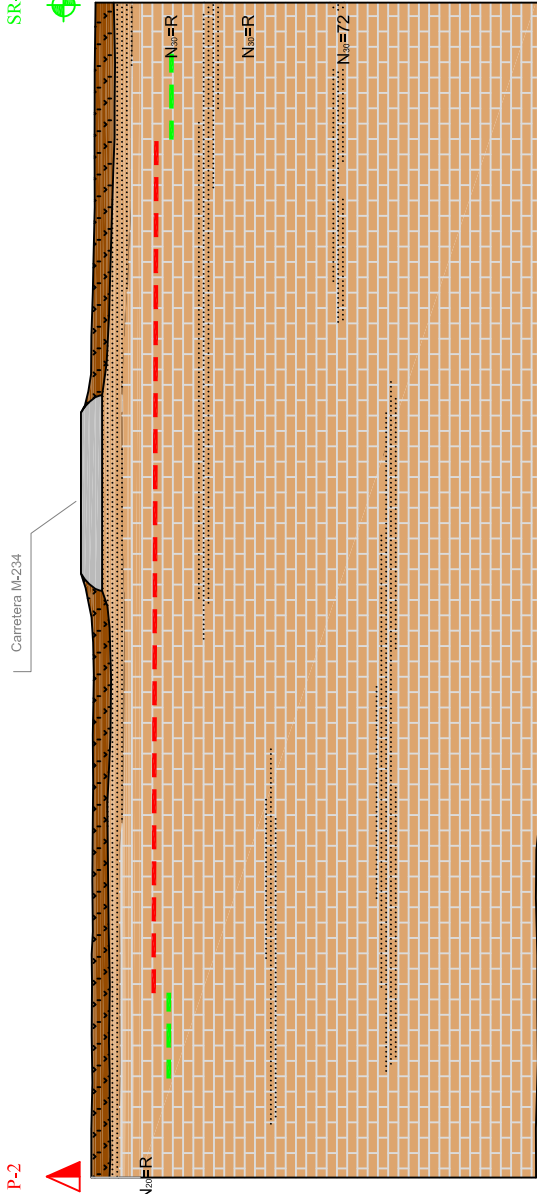
$N_{30} = 14$ Valor del ensayo S.P.T.

$N_{30} = R$ Rechazo del penetrómetro.



P-2

SR-2



Escala 1:3,000

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.

TÍTULO:

PERFIL LITOSTRATIGRÁFICO HINCA BAJO M-234.



Nº de plano:

3

Escala (A-4)

Hoja 2 de 2

1:250

LEYENDA:

- SR-1 Sondeo mecánico a rotación.
- P-2 Ensayo de penetración dinámica tipo DPH.
- C-1 Calicata mecánica.





II. TESTIFICACIÓN DE LOS SONDEOS MECÁNICOS.

Columna litológica del sondeo mecánico Sr-1.

Columna litológica del sondeo mecánico Sr-2.

FICHA TÉCNICA DE SONDEO

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A
PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.

Canal de Isabel II

Sondeo mecánico Sr-1

INCLINACIÓN:	90°
FECHA INICIO:	27 / 02 / 2012
FECHA FINAL:	28 / 02 / 2012
MÁQUINA:	ROLATEC RL 48 L

[illegible]

OBSERVACIONES: El sondeo quedó entubado con tubería piezométrica de P.V.C. (15,00 metros).

<div></div> <div><div>SERVICIO DE Geotecnia y Control de Calidad</div><div>FICHA TÉCNICA DE SONDEO</div><div>ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES, PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.</div><div>Canal de Isabel II</div></div>		<div>Sondeo mecánico Sr-2</div> <div><div>INCLINACIÓN: 90°</div><div>FECHA INICIO: 28 / 02 / 2012</div><div>FECHA FINAL: 29 / 02 / 2012</div><div>MÁQUINA: ROLATEC RL 48 L</div></div>		<div></div> <div>FOTOGRAFIA DE EMPLAZAMIENTO</div>	
<div><div>PROFUNDIDAD (m)</div><div>STMA. PERFORACIÓN</div><div>PERFORACIÓN EN SECO (BATERÍA SIMPLE)</div><div>101 mm. (w)</div></div>		<div><div>ESPESOR (m)</div><div>NATURALEZA DEL TERRENO</div><div>NIVEL FREÁTICO (m)</div><div>RECUPERACIÓN (%)</div><div>R.Q.D. (%)</div><div>FRACATURACIÓN</div><div>GRADO DE METEORIZ.</div><div>TIPO</div><div>PROFUNDIDAD (metros)</div><div>SPT N₃₀</div><div>% Pasa Tamiz 200</div><div>Plasticidad</div><div>IP</div><div>LL</div><div>Humedad (%)</div><div>Densidad (t/m³)</div><div>R.C.S. (kp/cm²)</div><div>Cohesión (Kg/cm²)</div><div>Angulo de Rozam. (°)</div><div>Pres. Hinchamiento (Kg/cm²)</div><div>Sulfatos (%)</div><div>CLASIFIC.</div><div>SUCS</div><div>HRB</div></div>		<div><div>FOTOGRAFÍAS DE LAS CAJAS PORTATESTIGO</div><div></div></div>	
<div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div>		<div><div>0,60</div><div>SUELO VEGETAL (<i>Unidad I</i>)</div><div>De 0,60 - 1,30 m. Limos calcáreos de color anaranjado con cantos de caliza.</div><div>De 1,30 - 1,80 m. Cantos de caliza en una matriz limosa.</div><div>De 2,35 - 2,60 m. Arcilla roja con cantos mm de caliza.</div><div>De 3,15 - 3,40 m. Cantos de caliza en una matriz limosa.</div><div>De 3,70 - 4,20 m. Cantos de caliza en una matriz limosa.</div><div>De 4,20 - 5,20 m. Arcilla roja con algún canto de caliza.</div><div>SEDIMENTOS TERCIARIOS (<i>Unidad II</i>)</div><div>Sustrato rocoso. Caliza micrítica de color beige-blanquecina, con niveles de limos.</div><div>De 6,40 - 6,85 m. Cantos de caliza en una matriz limosa.</div><div>De 7,05 - 10,00 m. Cantos de caliza en una matriz limosa-arcillosa.</div><div>14,40</div></div>		<div><div>GC A-7-6</div><div>0,04</div><div>32</div><div>0,26</div><div>11,21</div><div>1,97</div><div>49,2</div><div>22,1</div><div>36,9</div><div>2,40 - 2,53</div><div>2,53 - 2,60</div><div>72</div><div>R</div><div>R</div></div>	
<div>OBSERVACIONES: El sondeo quedó entubado con tubería piezométrica de P.V.C. (1,5,00 metros).</div>		<div>HOJA 1 DE 2</div>			

FICHA TÉCNICA DE SONDEO

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. PEZUELA DE LAS TORRES, MADRID.

Canal de Isabel II

Sondeo mecánico Sr-2

INCLINACIÓN:	90°
FECHA INICIO:	28 / 02 / 2012
FECHA FINAL:	29 / 02 / 2012
MÁQUINA:	ROLATEC RL 48 L

[illegible]

OBSERVACIONES: El sondeo quedó entubado con tubería piezométrica de P.V.C. (15,00 metros).



FOTOGRAFIA DE EMPLAZAMIENTO

FOTOGRAFÍAS DE LAS CAJAS PORTATESTIGO



III. TESTIFICACIÓN DE LAS CALICATAS MECÁNICAS.

Columna de la calicata C-1.

Columna de la calicata C-2.




COORDENADAS

 $\ddot{\mathbf{x}}$ \ddot{Y}

P.K.:

FECHA: 01 / 03 / 2012.
MAQUINARIA UTILIZADA: Excavadora marca JCB modelo 3CX.
SUPERVISOR: ROBERTO FERNANDEZ SERRANO.

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUND.	SÍMBOLO	ESPESOR	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRA
		0,30	SUELO VEGETAL (Unidad I) Tierra de labor y limos rojizos con cantos de caliza.	
1,00		1,20	De 0,30 a 1,40 m Dominio de Limos calcáreos con cantos. SEDIMENTOS TERCARIOS (Unidad II) Calizas y limos calcáreos de color anaranjado-blanquecino.	
2,00			De 1,40 a 1,50 m Substrato rocoso, Calizas micríticas.	
3,00			Fin de calicata a 1,50 metros	
4,00				

ENSAYOS	MUESTRAS Prof. (m)	S-39-02-12 1,10-1,20		
	% Pasa por el Tamiz 0,08	59,3		
	Límite Líquido (LL)	46,4		
	Índice de Plasticidad (IP)	14,3		
	Clasificación U. S. C. S.	ML		
	Clasificación H. R. B.	A-7-5		
	Clasificación PG-32002			
Hinchamiento Libre (%)				
ANÁLISIS QUÍMICOS	% SO ₃	0,05		
	% YESO	-		
	% CaCO ₃	24,28		
	% M. O.	0,00		
Humedad (%)		10,38		
Densidad (t/m ³)		-		
Peso específico (t/m ³)		2,80		
PRÓCTOR MODIFICADO	Humedad Óptima			
	Densidad Máxima			
	Compacción 100 %			
ÍNDICE C. B. R.	Compacción 95 %			
	Hinchamiento (%)			

EXCAVABILIDAD: MALA.

























ESTABILIDAD: PAREDES ESTABLES.

NIVEL FREÁTICO: NO.

OBSERVACIONES: NO SE PUDO PROFUNDIZAR LA CALICATA MAS POR LA DUREZA DEL TERRENO.



DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA				ENSAYOS DE LABORATORIO			
PROFUND.	SÍMBOLO	ESPESOR	NATURALEZA DEL TERRENO	ENSAYOS	MUESTRAS Prof. (m)	S-38-02-12 1,20-1,30	
		0,20	SUELO VEGETAL (Unidad I) Limos rojizos con cantos de caliza.	% Pasa por el Tamiz 0,08	53,5		
		1,20	De 0,20 a 1,30 m Dominio de Limos calcáreos con cantos. SEDIMENTOS TERCIARIOS (Unidad II) Calizas y Limos calcáreos de color anaranjado-blanquecino.	Límite Líquido (LL)	46,4		
				Índice de Plasticidad (IP)	14,3		
				Clasificación U. S. C. S.	ML		
				Clasificación H. R. B.	A-7,5		
				Clasificación PG-3/2002			
				Hinchamiento Libre (%)			
				ANÁLISIS QUÍMICOS	% SO ₄	0,04	
					% YESO	-	
					% CaCO ₃	22,08	
					% M. O.	0,00	
				Humedad (%)	13,28		
				Densidad (t/m ³)	-		
				Peso específico (t/m ³)	2,73		
				PRÓCTOR MODIFICADO	Humedad Óptima		
					Densidad Máxima		
				INDICE C. B. R.	Compactación 100 %		
					Compactación 95 %		
					Hinchamiento (%)		
				EXCAVABILIDAD: MALA.			
				ESTABILIDAD: PAREDES ESTABLES.			
				NIVEL FREÁTICO: NO.			
				OBSERVACIONES: NO SE PUDO PROFUNDIZAR LA CALICATA MAS POR LA DUREZA DEL TERRENO.			
				Unidades en metros			





IV. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



Zona de Depósito.



Inicio de la Trazá.



Fotografías a lo largo de la traza.



Fotografías a lo largo de la traza.



Fotografías a lo largo de la traza. Hinca bajo la ctra. M-234.



Fotografías a lo largo de la traza. Hinca bajo la ctra. M-234.



V. ENSAYOS ACREDITADOS.



ACTA DE TRABAJOS DE CAMPO

Sondeos mecánicos a rotación: Dos (2).

Sonda empleada: Modelo RL 48 L de ROLATEC.

Fecha de inicio: 27/02/2012.

Fecha de finalización: 29/02/2012.

Metros lineales (ml) perforados: 30,00 metros.

Nº de muestras inalteradas recogidas (XP P94-202): Dos (2).

Nº de testigos parafinados recogidos (ASTM D6640-01): Uno (1).

Nº de ensayos SPT realizados (UNE-EN ISO 22476-3): Seis (6).

Nº de muestras de agua tomadas: No.

Caja portatestigos empleadas: Doce (12).

ml de tubería piezométrica colocados: 30,00 metros.

Tapa de sondeos colocadas: No.

Ensayos de Penetración Dinámica DPSH-A (UNE-EN ISO 22476-2) No.

Equipo utilizado:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Ensayos de Penetración Dinámica DPSH-B: (UNE-EN ISO 22476-2) Dos (2).

Equipo utilizado: Modelo RL 48 L de ROLATEC.

Fecha de inicio: 27/02/2012.

Fecha de finalización: 29/02/2012.

Calicatas mecánicas: Dos (2).

Maquinaria empleada: Modelo 3CX de JCB.

Fecha de inicio: 01/03/2012.

Fecha de finalización: 01/03/2012.

Nº de muestras de Saco tomadas: Dos (2).



ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

Diagrama de penetración dinámica P-1 (DPSH-B).

Diagrama de penetración dinámica P-2 (DPSH-B).



ACTA DE TRABAJOS DE LABORATORIO

Ensayos de identificación

Análisis granulométricos de suelos por tamizado (UNE 103.101/95): Cuatro (4).

Límites de Atterberg (UNE 103.103/94 - 103.104/94): Cuatro (4).

Ensayos de estado

Determinación de la humedad natural (UNE 103.300/93): Cuatro (4).

Determinación de la densidad (UNE 103.301/94): Dos (2).

Determinación del peso específico (UNE 103.302/94): Dos (2).

Ensayos de resistencia

Ensayo de corte directo (UNE 103.401/98): Dos (2).

Ensayo de rotura a compresión simple (UNE 103.400/93): No.

Ensayos de rotura a compresión simple en roca (UNE 22-950/90): Uno (1).

Ensayos de expansividad

Ensayo de presión de hinchamiento (UNE 103.602/96): No.

Ensayo del hinchamiento libre en edómetro (UNE 103.601/96): No.

Ensayos de compactación

Ensayo Próctor Normal (UNE 103.500): No.

Ensayo Próctor Modificado (UNE 103.501): No.

Componentes Secundarios

Determinación del contenido de sulfatos solubles (UNE 103.201/96): Cuatro (4).

Determinación del contenido de carbonatos (UNE 103.200/93): Dos (2).

Determinación del contenido de materia orgánica (UNE 103.204/93): Dos (2).

Determinación del contenido de sales solubles (UNE 103.202/95): Dos (2).

Ensayo agresividad de agua freática (UNE 83.956/2008): No.



ENSAYOS ACREDITADOS.

Tabla resumen de los ensayos.

Muestra S-35-02-12. Muestra inalterada nº 1 del sondeo Sr-1.

Muestra S-36-02-12. Testigo parafinado nº 1 del sondeo Sr-1.

Muestra S-37-02-12. Muestra inalterada nº 1 del sondeo Sr-2.

Muestra S-38-02-12. Muestra alterada de la calicata C-2.

Muestra S-39-02-12. Muestra alterada de la calicata C-1.



PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LA UNIDAD II

DATOS DE LA MUESTRA				GRANULOMETRÍA					PLASTICIDAD			ESTADO			RESISTENCIA				QUÍMICA			CLASIFICACIÓN			
S / C	Muestra	Intervalo de Profundidad	Unidad	% GRAVA		% ARENA		FINOS	LL	LP	IP	W	γ (t/m ³)		Densidad relativa	RCS	Corte Directo			Sulf.	Carb.	M.O.	AASHTO	SUCS	
n°	n°	(metros)	n°	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	%	%	%	%	Seca	Hum.	(t/m ³)	(kp/cm ²)	TIPO	Cohesión (kp/cm ²)	Angulo (°)	(%)	(%)	(%)			
S-1	S-35-02-12	1,80	2,10	II	10,4	39,3	12,3	11,4	8,1	18,5	26,3	24,0	2,4	10,97	1,72	1,91		CD	0,37	31	0,06			A-1-b	GM
S-1	S-36-02-12	7,60	7,90	II								2,40	2,47	2,53		319,85									
S-2	S-37-02-12	2,40	2,53	II	5,7	27,3	10,8	10,3	8,9	36,9	49,2	27,1	22,1	11,21	1,77	1,97		CD	0,26	32	0,04			A-7-6	GC
C-2	S-38-02-12	1,20	1,30	II	0,0	7,9	8,6	16,7	13,3	53,5	44,5	31,6	12,8	13,28		2,73					0,04	22,08	0,00	A-7-5	ML
C-1	S-39-02-12	1,10	1,20	II	0,0	7,4	13,5	8,8	11,2	59,3	46,4	32,1	14,3	10,38		2,80					0,05	24,28	0,00	A-7-5	ML

Número de Ensayos		Unidad II																				
		4						4			5	3	2	1	2		4	2	2			
Valor máximo		10,4	39,3	13,5	16,7	13,3	59,3	49,2	32,1	22,1	13,28	2,47	2,53	2,80	319,85		0,37	32,0	0,06	24,28	0,0	
Valor mínimo		0,0	7,4	8,6	8,8	8,1	18,5	26,3	24,0	2,4	2,40	1,72	1,91	2,73	319,85		0,26	31,0	0,04	22,08	0,0	
Media aritmética		4,0	20,5	11,3	11,8	10,4	42,1	41,6	28,7	12,9	9,65	2,0	2,1	2,77	319,85		0,32	31,5	0,05	23,18	0,0	



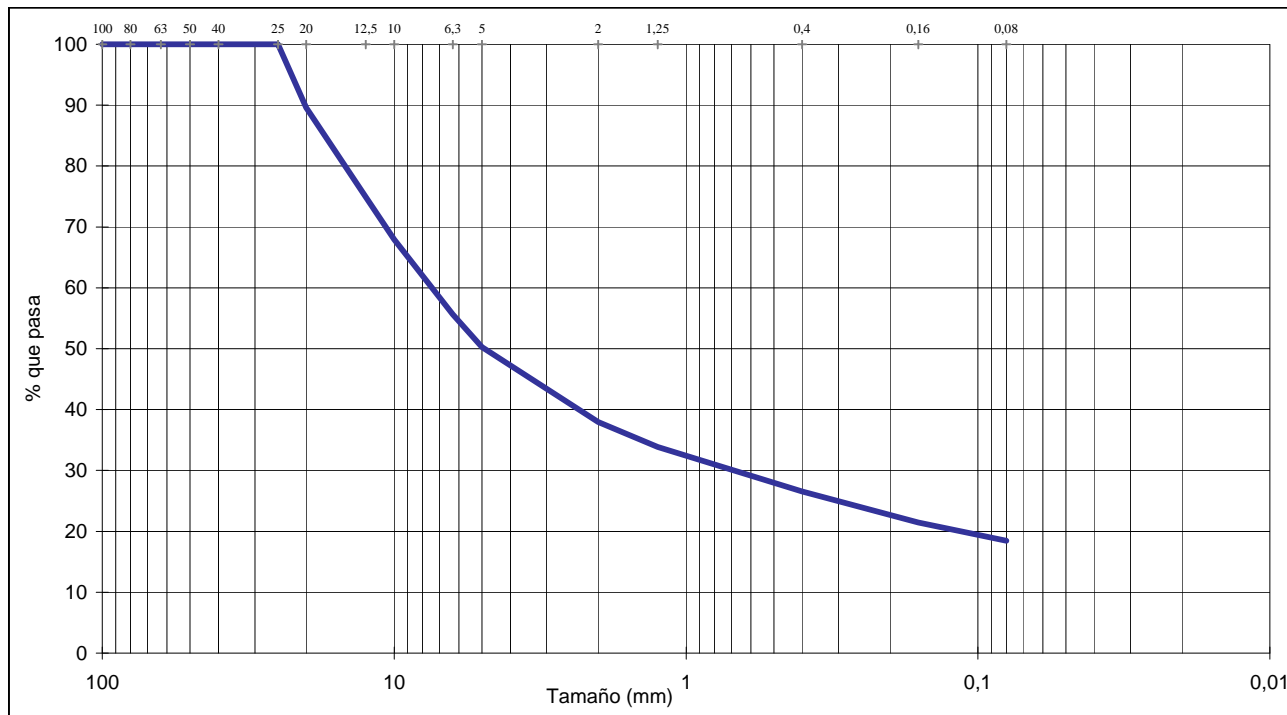
Ref nº S-35-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

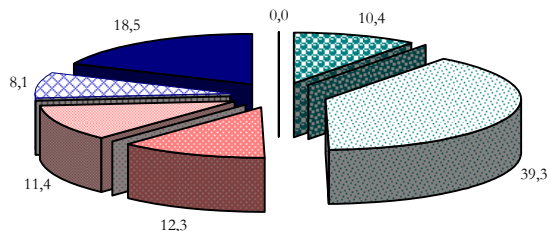
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - UNE 103.101/95



Tamices UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% pasa	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	89,6	74,9	67,9	55,6	50,3	38,0	33,9	26,5	21,4	18,5

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA							
% Morro	% GRAVA	49,7	% ARENA		31,8	% FINOS	18,5
(> 63 mm)	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo	Arcilla
0,0	10,4	39,3	12,3	11,4	8,1		

<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input checked="" type="checkbox"/> Fina
<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input type="checkbox"/> Media
<input type="checkbox"/> Fina
<input type="checkbox"/> % FINOS
<input type="checkbox"/> % Morro



D60:	7,62 mm
D30:	0,80 mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefi. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Fdo:
 Luís Viñuales Gálvez
 Responsable del ensayo



Fdo:
 Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
 Director Técnico

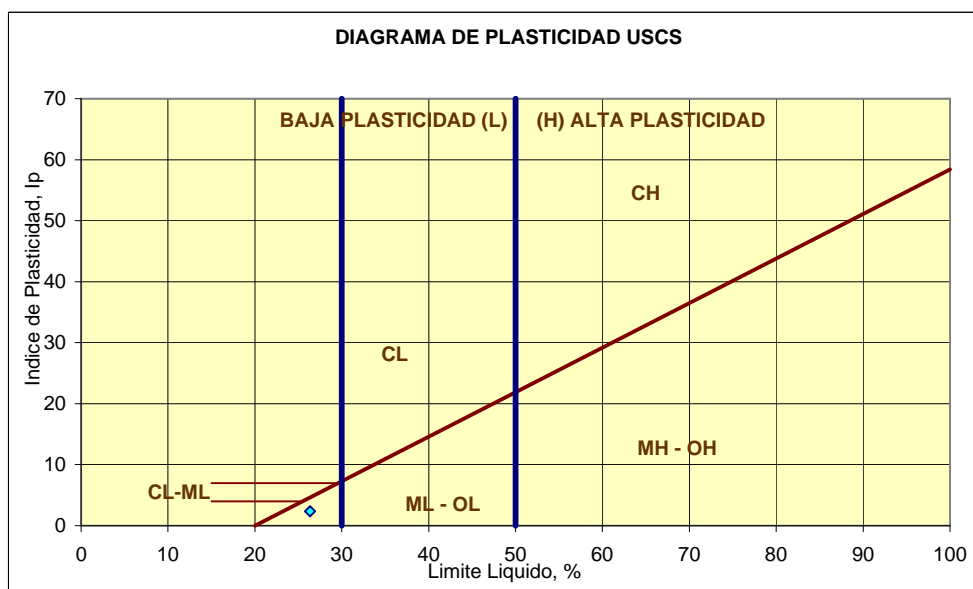
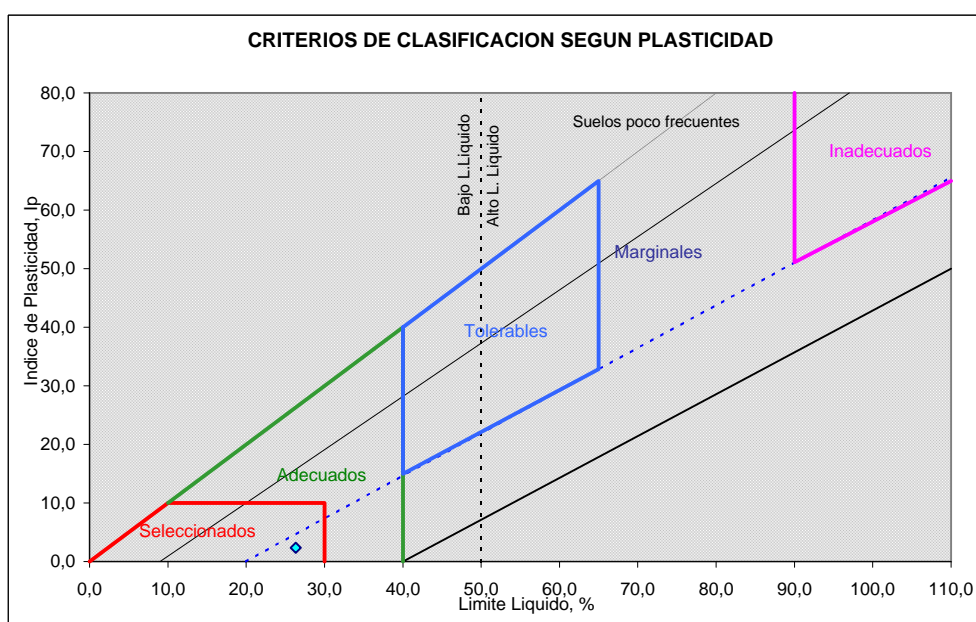


Ref nº S-35-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



L. LÍQUIDO	L. PLÁSTICO	IND. PLASTICIDAD
26,3	24,0	2,4

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo

Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-35-02-12

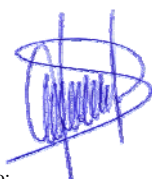
PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	


F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

QUIMICA

MATERIA ORGÁNICA	UNE 103.204/93		
SULFATOS TOTALES (SO ₃ / SO ₄)	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	0,05%	0,06%
SALES SOLUBLES TOTALES	UNE 103.205/06		
SULFATOS SOLUBLES DISTINTOS DEL YESO	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95		
YESO	UNE 103.206/06		
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESO	UNE 103.205/06		
SULFATOS SOLUBLES EN ACIDO	UNE EN 1477		
CARBONATOS	UNE 103.200/93		
CLORUROS	UNE EN 1477		
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	UNE 77305		
RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm x m)	UNE 77308		


Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo




Fdo:
Tomás Sánchez-Horeros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-35-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

HUMEDAD Y DENSIDADES

HUMEDAD	UNE 103.300/93
---------	----------------

10,97%

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE 103.301/94
---	----------------

Seca	Húmeda
1,72	1,91

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE EN 1097-3
---	---------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD RELATIVA (gr/cm ³)	UNE 103.302/94
---	----------------

--

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-35-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

CORTE DIRECTO - UNE 103.401/98

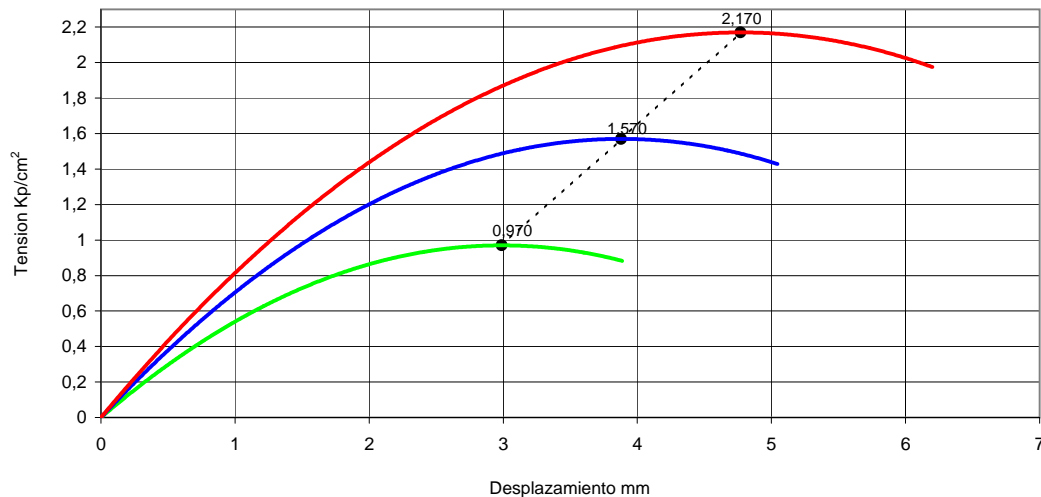
Sección : 19,63 cm²

Velocidad: 0,20 mm/min

Tipo de ensayo
CD

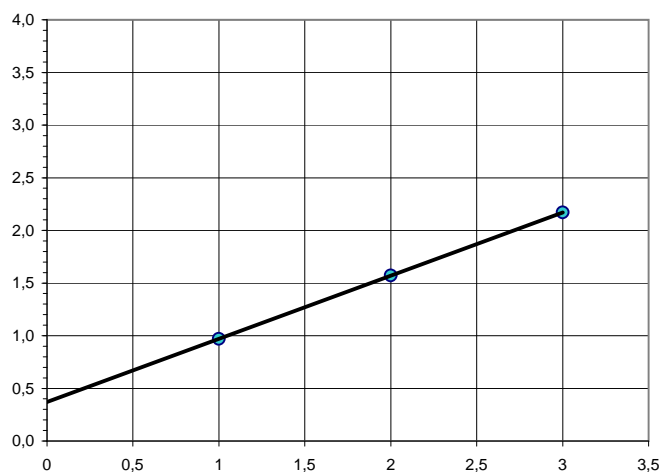
PROBETA	DENSIDAD	HUMEDAD (%)	
		Inicial	Final
1	1,92 gr/cm ³	11,0%	12,0%
2	1,93 gr/cm ³	10,8%	11,5%
3	1,94 gr/cm ³	10,6%	11,1%

CURVA DE ROTURA



Tensiones (kp/cm ²)	
Normales	Tangenciales
0	0,37
1	0,97
2	1,57
3	2,17

Cohesión	φ
(kp/cm ²)	(grados)
0,37	31°



Fdo:
 Luís Viñuales Gálvez
 Responsable del ensayo



Fdo:
 Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
 Director Técnico

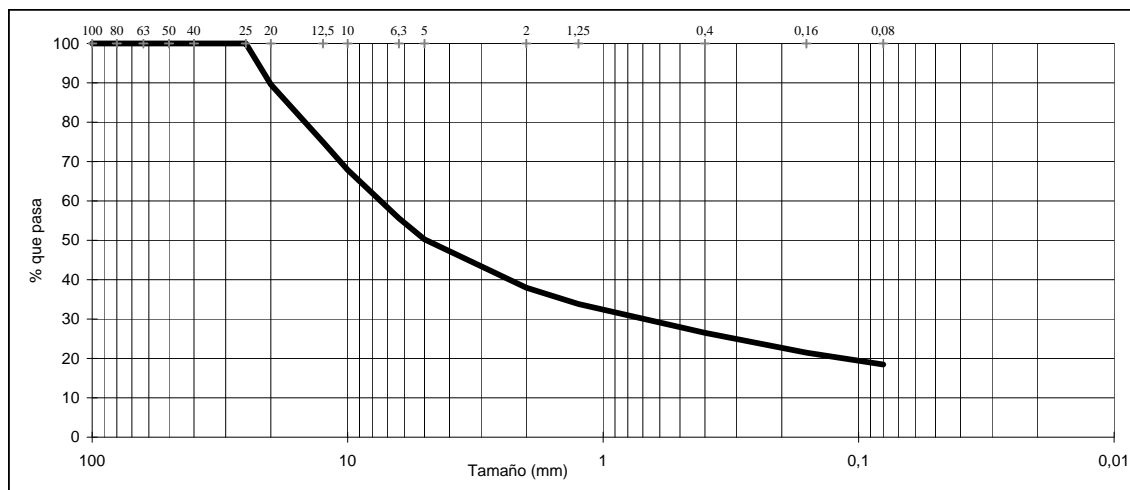


Ref nº S-35-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 1,80 - 2,10 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



GRANULOMETRIA	UNE	% Pasa	Clasificación según pase
	100,0	100,0	Pase = 100. Seleccionado
	50,0	100,0	
	40,0	100,0	
	25,0	100,0	
	20,0	89,6	
	10,0	67,9	
	5,0	50,3	
	2,0	38,0	Pase < 80. Seleccionado
	1,3	33,9	
	0,4	26,5	Pase < 75. Seleccionado
	0,08	18,5	Pase < 25. Seleccionado

PLAS.	LIMITE LÍQUIDO	26,3	LL < 30. Selec. o Adec.
	INDICE DE PLASTICIDAD	2,4	IP < 10. Seleccionado

QUIMICA	MATERIA ORGÁNICA		
	SALES SOLUBLES TOTALES		
	SULFATOS TOTALES (SO ₃ /SO ₄)	0,05 / 0,06%	SO ₄ < 0,2%. No SR
	YESO		
	SALES DISTINTAS DE YESO		

COM/EX.	PROCTOR		
	HINCHAMIENTO LIBRE		
	INDICE DE COLAPSO		

CLASIFIC.	U.S.C.S.	Grava limosa con arena GM
	A.A.S.H.T.O.	A-1-b. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrado
	PG3/02	

USO	COMPACTA					
	CBR					
	EXIGE					



Ref nº S-36-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-1. Profundidad: 7,60 - 7,90 metros.
Tipo de muestra:	Testigo de roca nº 1
Unidad de Obra:	

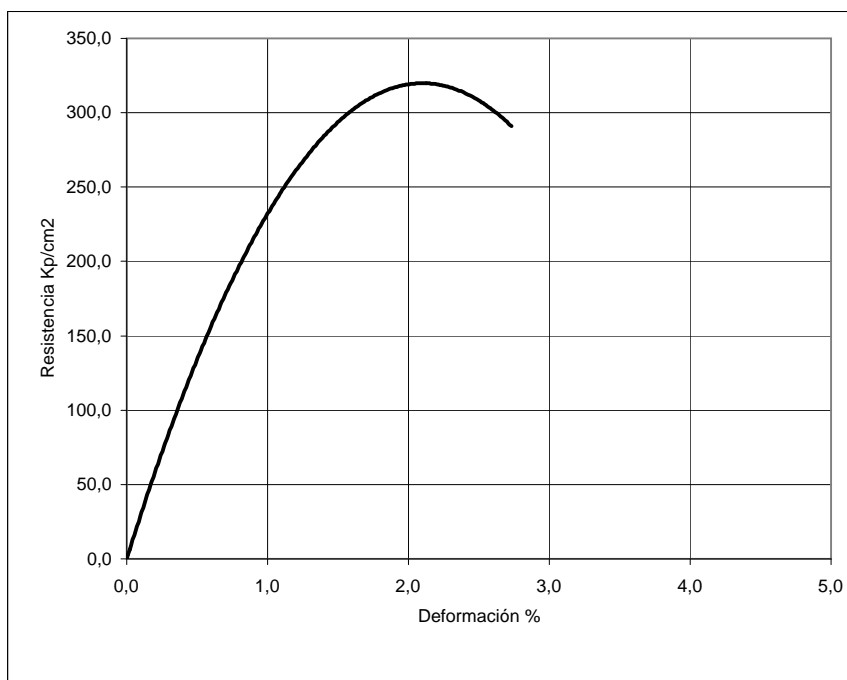
F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE - UNE 103.400/93

PROBETA

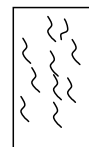
Diámetro (cm) 6,9
Altura (cm) 13,5

Velocidad (mm/min) 2,7



Humedad	Densidad (gr/cm³)		Resistencia
(%)	Seca	Húmeda	Kp/cm²
2,4	2,47	2,53	319,85

Forma de Rotura



OBSERVACIONES:

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



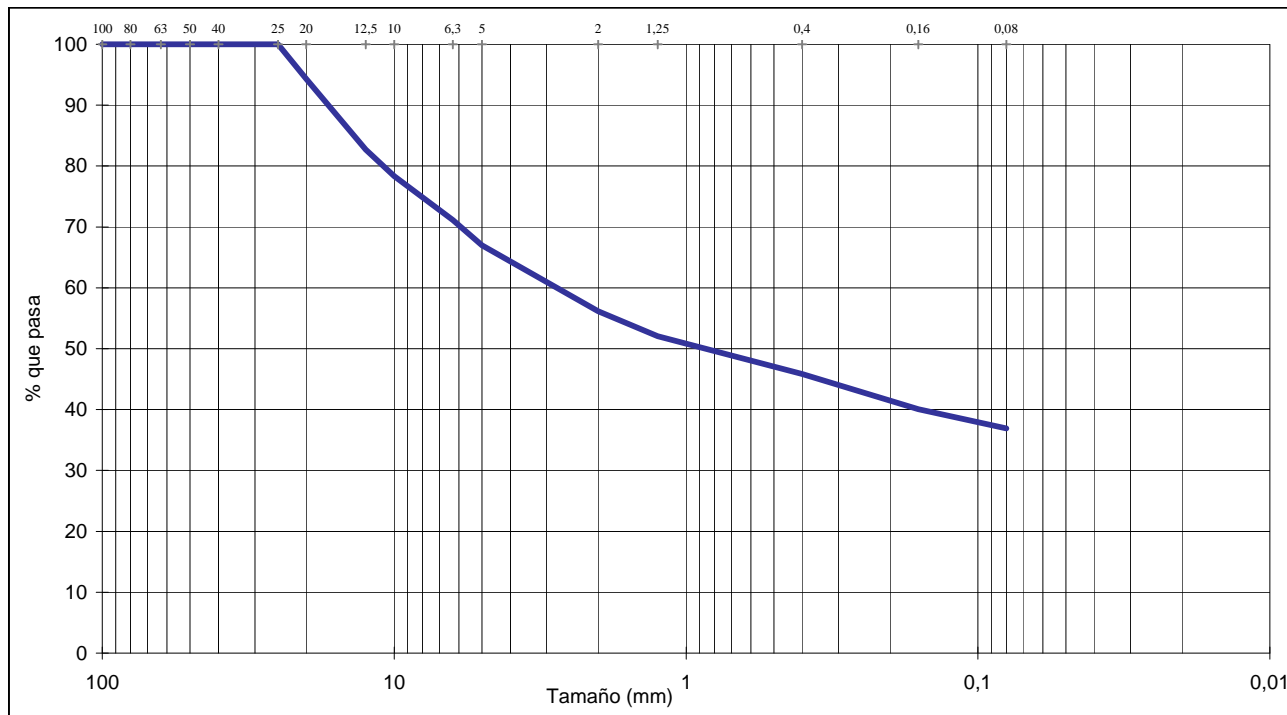
Ref nº S-37-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

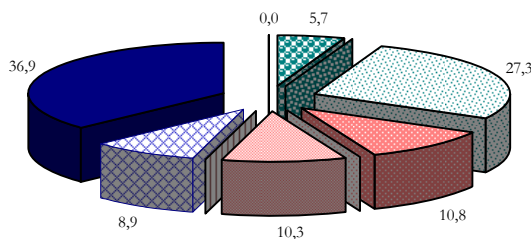
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - UNE 103.101/95



Tamices UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% pasa	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,3	82,7	78,3	71,1	67,0	56,1	52,0	45,8	40,1	36,9

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA							
% Morro	% GRAVA	33,0	% ARENA		30,1	% FINOS	36,9
(> 63 mm)	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo	Arcilla
0,0	5,7	27,3	10,8	10,3	8,9		

<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input checked="" type="checkbox"/> Fina
<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input type="checkbox"/> Media
<input type="checkbox"/> Fina
<input type="checkbox"/> % FINOS
<input type="checkbox"/> % Morro



D60:	3,07 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefi. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Fdo:
 Luís Viñuales Gálvez
 Responsable del ensayo



Fdo:
 Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
 Director Técnico

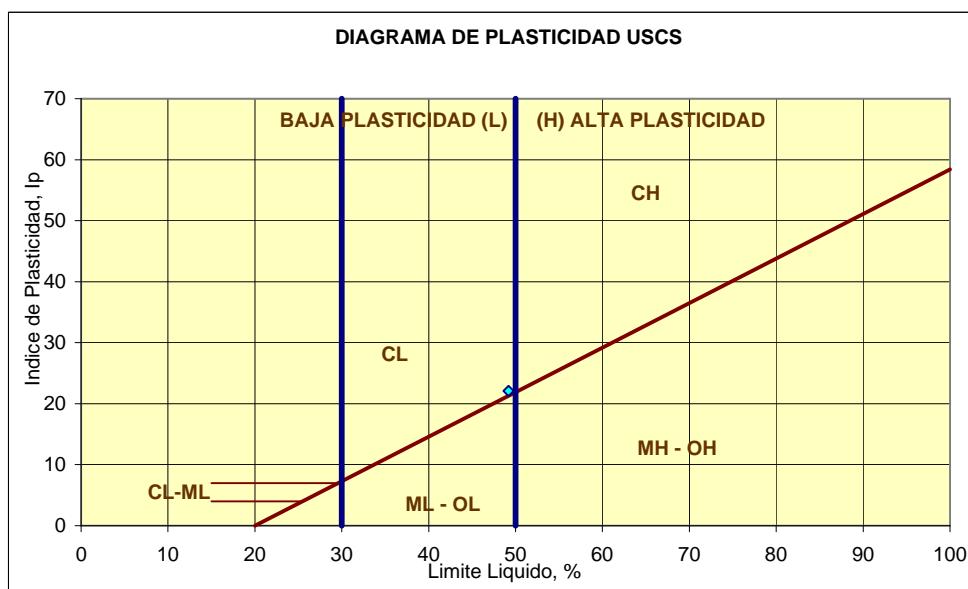
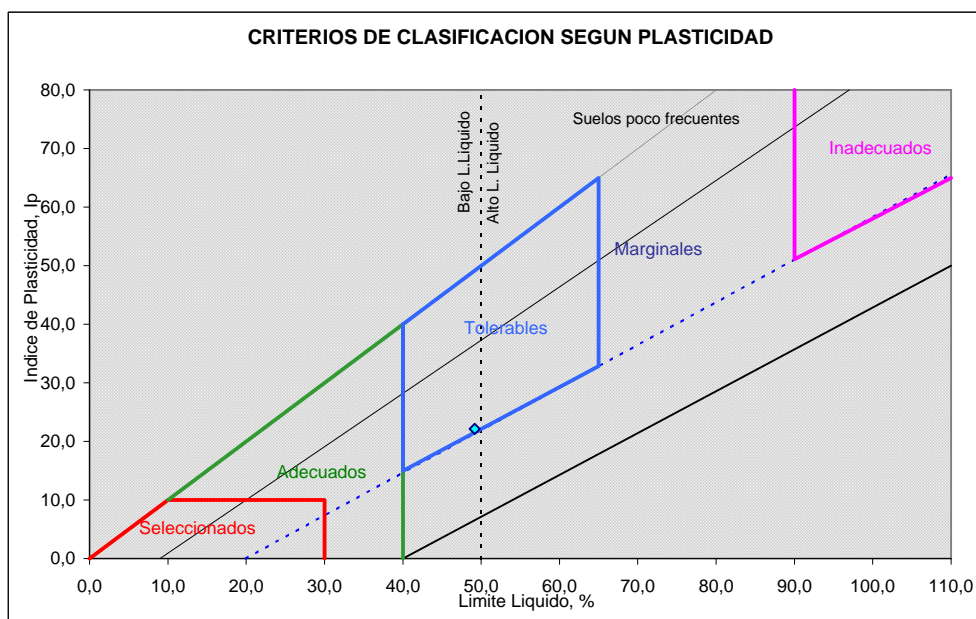


Ref nº S-37-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



L. LÍQUIDO	L. PLÁSTICO	IND. PLASTICIDAD
49,2	27,1	22,1

Fdo:
Luis Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo

Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-37-02-12

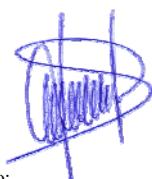
PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	


F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

QUIMICA

MATERIA ORGÁNICA	UNE 103.204/93		
SULFATOS TOTALES (SO ₃ / SO ₄)	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	0,03%	0,04%
SALES SOLUBLES TOTALES	UNE 103.205/06		
SULFATOS SOLUBLES DISTINTOS DEL YESO	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95		
YESO	UNE 103.206/06		
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESO	UNE 103.205/06		
SULFATOS SOLUBLES EN ACIDO	UNE EN 1477		
CARBONATOS	UNE 103.200/93		
CLORUROS	UNE EN 1477		
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	UNE 77305		
RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm x m)	UNE 77308		


Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo




Fdo:
Tomás Sánchez-Horeros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-37-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

HUMEDAD Y DENSIDADES

HUMEDAD	UNE 103.300/93
---------	----------------

11,21%

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE 103.301/94
---	----------------

Seca	Húmeda
1,77	1,97

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE EN 1097-3
---	---------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD RELATIVA (gr/cm ³)	UNE 103.302/94
---	----------------

--

Fdo:
Luis Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-37-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

CORTE DIRECTO - UNE 103.401/98

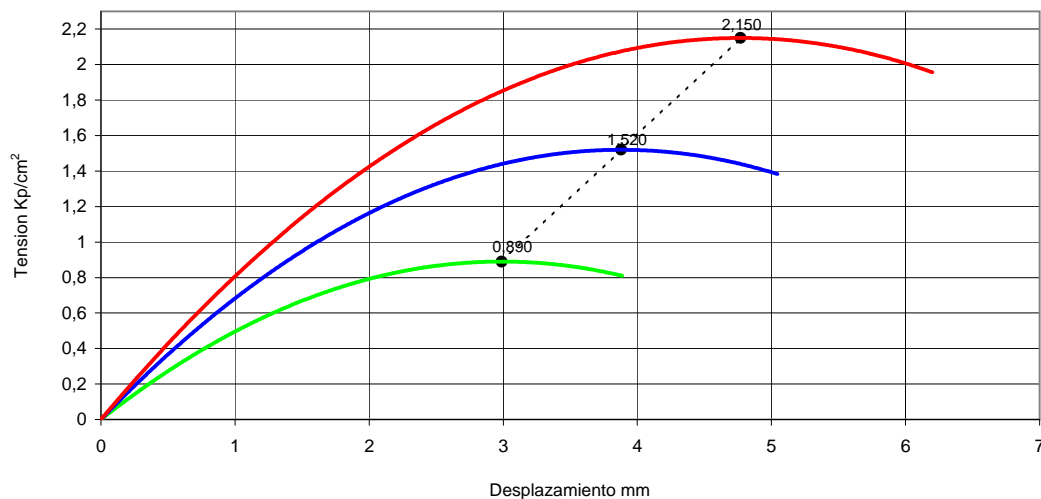
Sección : 19,63 cm²

Velocidad: 0,20 mm/min

Tipo de ensayo
CD

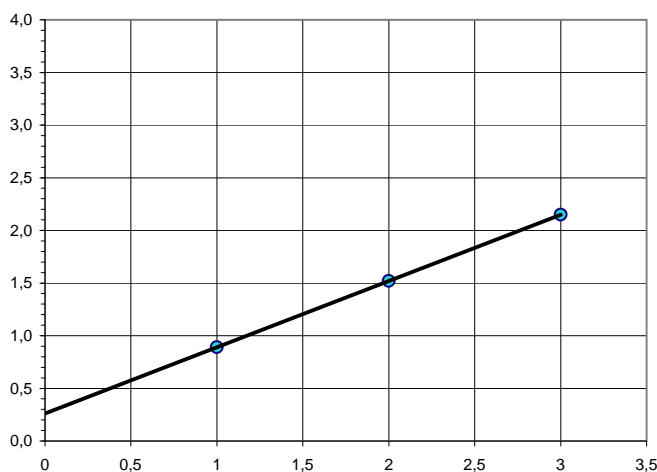
PROBETA	DENSIDAD	HUMEDAD (%)	
		Inicial	Final
1	1,92 gr/cm ³	11,1%	11,3%
2	1,92 gr/cm ³	11,4%	11,6%
3	1,92 gr/cm ³	11,6%	11,9%

CURVA DE ROTURA



Tensiones (kp/cm ²)	
Normales	Tangenciales
0	0,26
1	0,89
2	1,52
3	2,15

Cohesión	φ
(kp/cm ²)	(grados)
0,26	32°



Fdo:
 Luís Viñuales Gálvez
 Responsable del ensayo



Fdo:
 Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
 Director Técnico

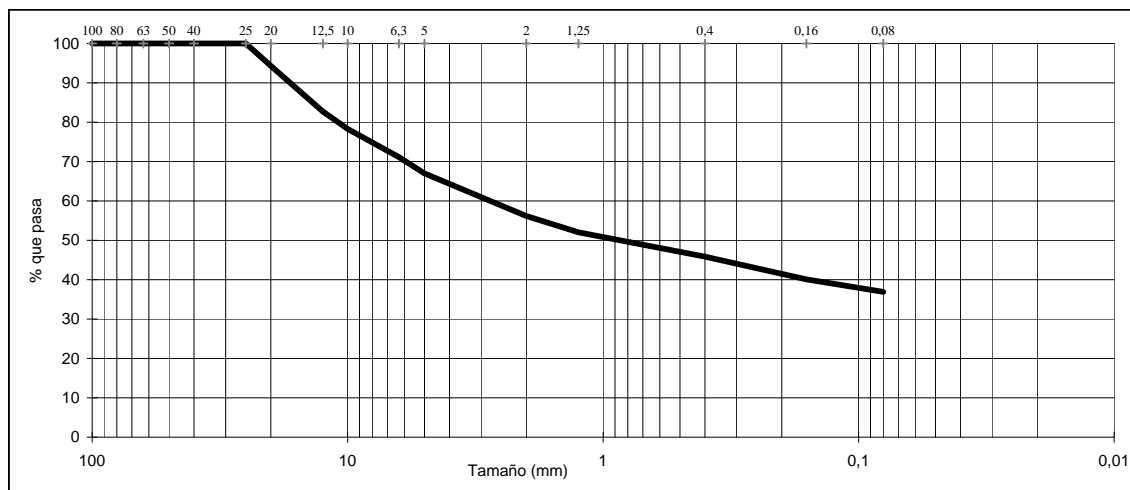


Ref nº S-37-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Sondeo Sr-2. Profundidad: 2,40 - 2,53 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Inalterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



GRANULOMETRIA	UNE	% Pasa	Clasificación según pase
	100,0	100,0	Pase = 100. Seleccionado
	50,0	100,0	
	40,0	100,0	
	25,0	100,0	
	20,0	94,3	
	10,0	78,3	
	5,0	67,0	
	2,0	56,1	Pase < 80. Seleccionado
	1,3	52,0	
	0,4	45,8	Pase < 75. Seleccionado
	0,08	36,9	Pase >= 35. Tolerable

PLAS.	LIMITE LÍQUIDO	49,2	40 <= LL < 65. Tol. o Mar.
	INDICE DE PLASTICIDAD	22,1	IP > 0,73(LL - 20). Toler.

QUIMICA	MATERIA ORGÁNICA		
	SALES SOLUBLES TOTALES		
	SULFATOS TOTALES (SO ₃ /SO ₄)	0,03 / 0,04%	SO ₄ < 0,2%. No SR
	YESO		
	SALES DISTINTAS DE YESO		

COM/EX.	PROCTOR		
	HINCHAMIENTO LIBRE		
	INDICE DE COLAPSO		

CLASIFIC.	U.S.C.S.	Grava arcillosa con arena GC
	A.A.S.H.T.O.	A-7-6. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado
	PG3/02	

USO	COMPACTA					
	CBR					
	EXIGE					



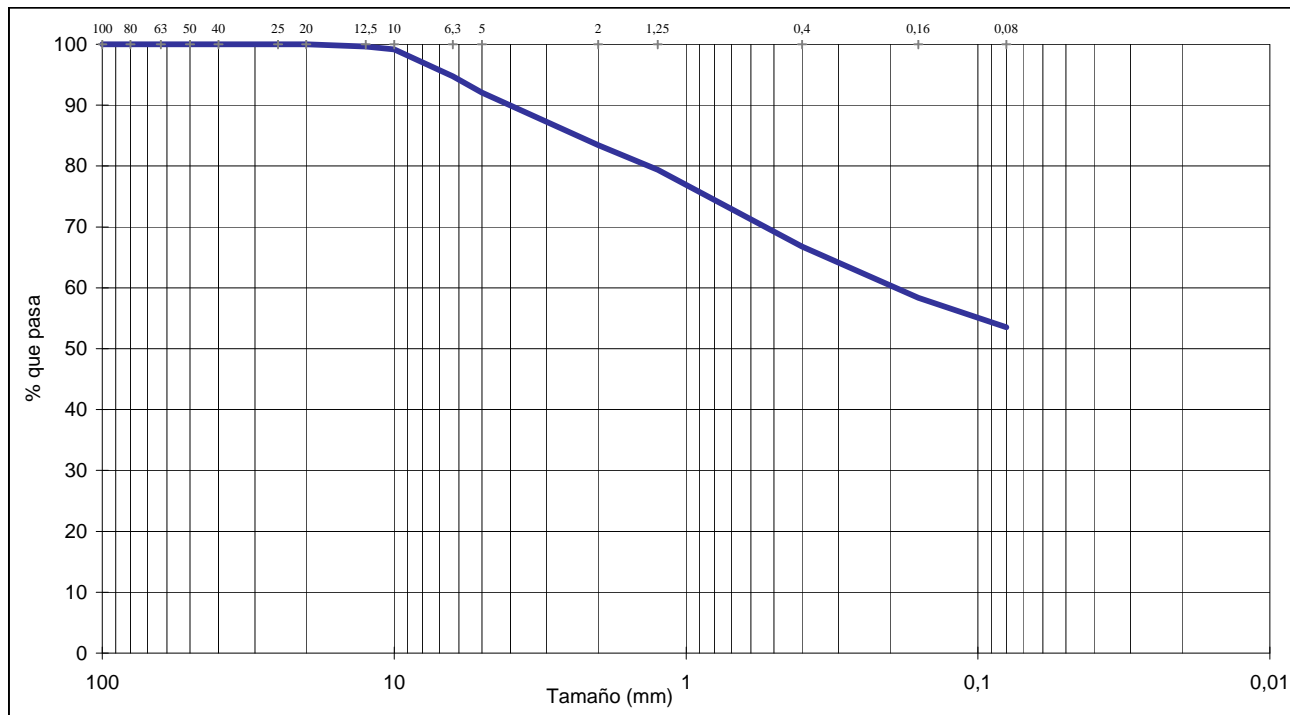
Ref nº S-38-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-2. Profundidad: 1,20 - 1,30 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

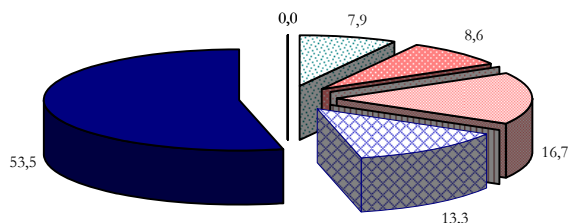
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - UNE 103.101/95



Tamices UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% pasa	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,2	94,7	92,1	83,5	79,4	66,8	58,4	53,5

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA							
% Morro	% GRAVA	7,9	% ARENA		38,5	% FINOS	53,5
(> 63 mm)	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo	Arcilla
0,0	0,0	7,9	8,6	16,7	13,3		

<input checked="" type="checkbox"/>	Gruesa
<input checked="" type="checkbox"/>	Fina
<input checked="" type="checkbox"/>	Gruesa
<input type="checkbox"/>	Media
<input type="checkbox"/>	Fina
<input type="checkbox"/>	% FINOS
<input type="checkbox"/>	% Morro



D60:	0,21 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefi. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Fdo:
Luis Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico

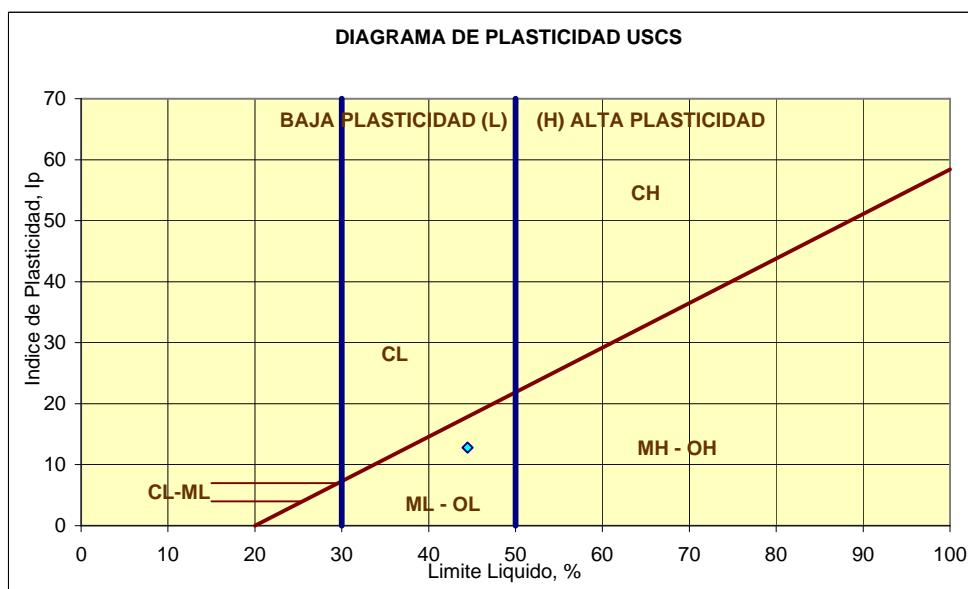
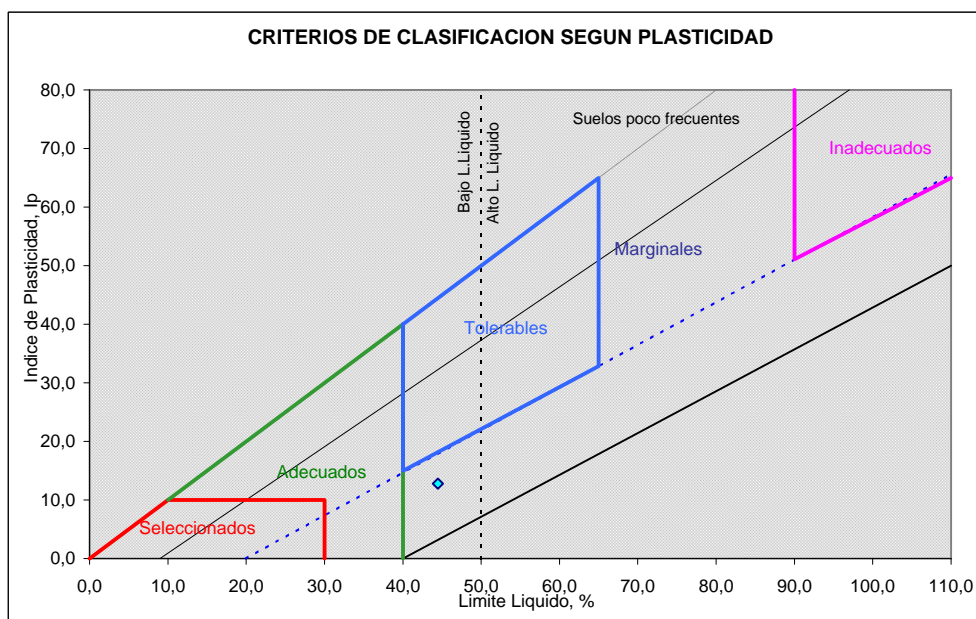


Ref nº S-38-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-2. Profundidad: 1,20 - 1,30 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



L. LÍQUIDO	L. PLÁSTICO	IND. PLASTICIDAD
44,5	31,6	12,8

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo

Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-38-02-12

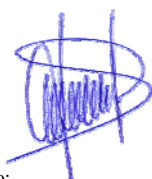
PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-2. Profundidad: 1,20 - 1,30 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	


F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

QUIMICA

MATERIA ORGÁNICA	UNE 103.204/93	0,00%
SULFATOS TOTALES (SO ₃ / SO ₄)	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	0,03% 0,04%
SALES SOLUBLES TOTALES	UNE 103.205/06	0,03%
SULFATOS SOLUBLES DISTINTOS DEL YESO	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	
YESO	UNE 103.206/06	
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESO	UNE 103.205/06	
SULFATOS SOLUBLES EN ACIDO	UNE EN 1477	
CARBONATOS	UNE 103.200/93	22,08%
CLORUROS	UNE EN 1477	
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	UNE 77305	
RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm x m)	UNE 77308	


Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo




Fdo:
Tomás Sánchez-Horeros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-38-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-2. Profundidad: 1,20 - 1,30 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

HUMEDAD Y DENSIDADES

HUMEDAD	UNE 103.300/93
---------	----------------

13,28%

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE 103.301/94
---	----------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE EN 1097-3
---	---------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD RELATIVA (gr/cm ³)	UNE 103.302/94
---	----------------

2,73

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico

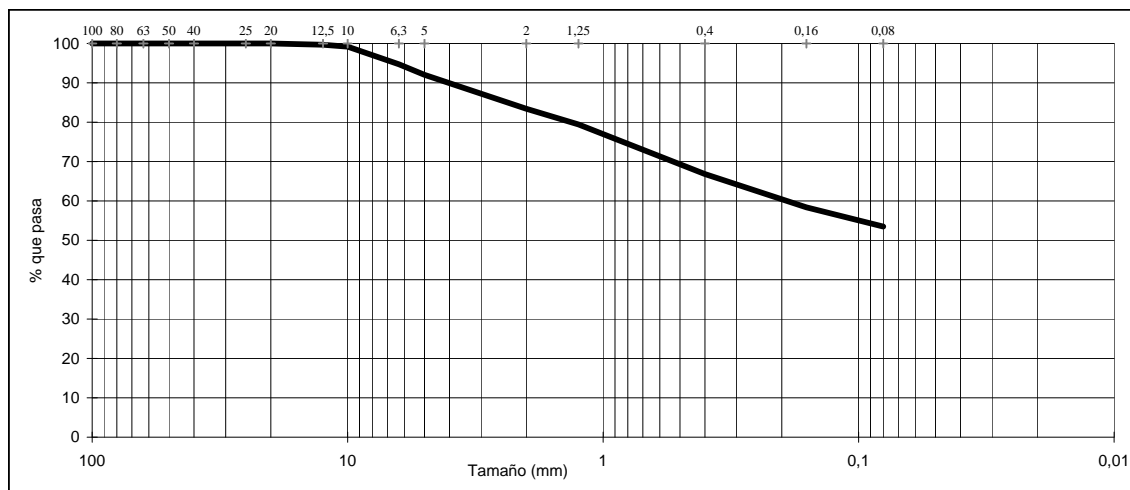


Ref nº S-38-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-2. Profundidad: 1,20 - 1,30 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



GRANULOMETRIA	UNE	% Pasa	Clasificación según pase
	100,0	100,0	Pase = 100. Seleccionado
	50,0	100,0	
	40,0	100,0	
	25,0	100,0	
	20,0	100,0	
	10,0	99,2	
	5,0	92,1	
	2,0	83,5	Pase >= 80. Tolerable
	1,3	79,4	
	0,4	66,8	Pase < 75. Seleccionado
	0,08	53,5	Pase >= 35. Tolerable

PLAS.	LIMITE LÍQUIDO	44,5	40 <= LL < 65. Tol. o Mar.
	INDICE DE PLASTICIDAD	12,8	IP <= 0,73(LL - 20). Marg.

QUIMICA	MATERIA ORGÁNICA	0,00%	MO < 0,2%. Seleccionado
	SALES SOLUBLES TOTALES	0,03%	SaT < 0,2%. Seleccionado
	SULFATOS TOTALES (SO ₃ /SO ₄)	0,03 / 0,04%	SO ₄ < 0,2%. No SR
	YESO		
	SALES DISTINTAS DE YESO		

COM/EX.	PROCTOR		
	HINCHAMIENTO LIBRE		
	INDICE DE COLAPSO		

CLASIFIC.	U.S.C.S.	Limo baja plasticidad arenoso ML
	A.A.S.H.T.O.	A-7-5. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado
	PG3/02	

USO	COMPACTA					
	CBR					
	EXIGE					



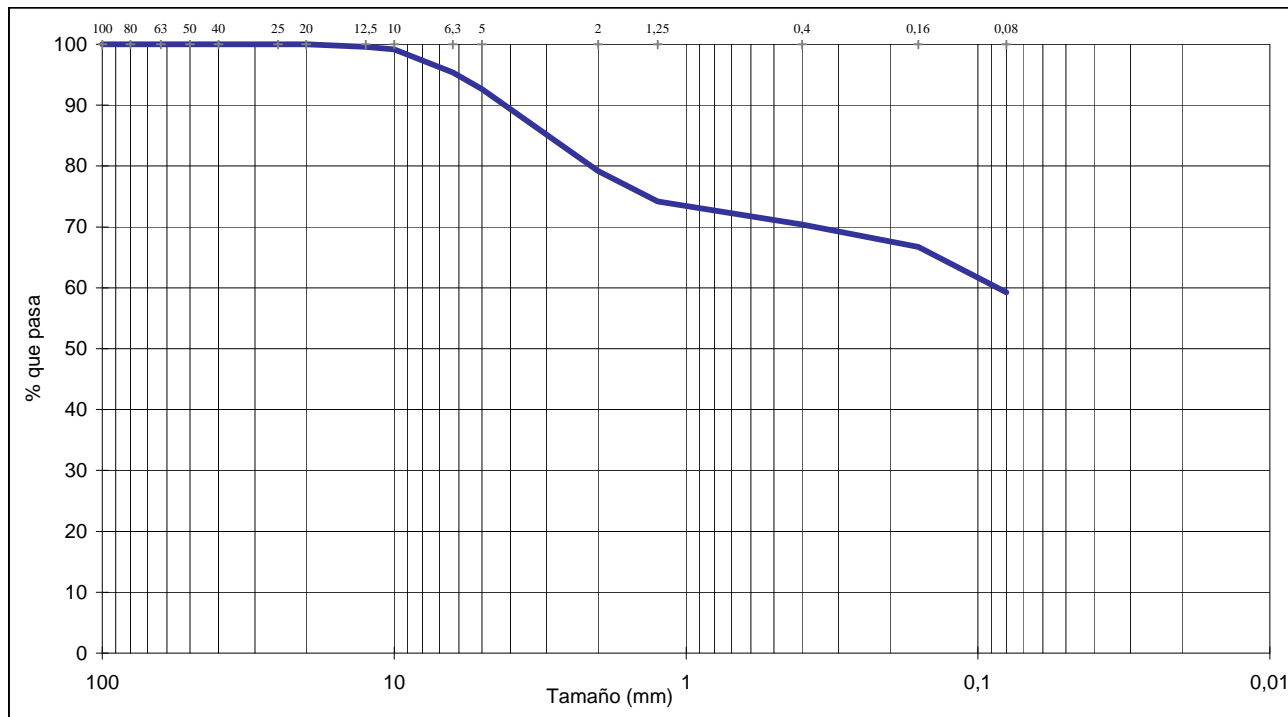
Ref nº S-39-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-1. Profundidad: 1,10 - 1,20 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

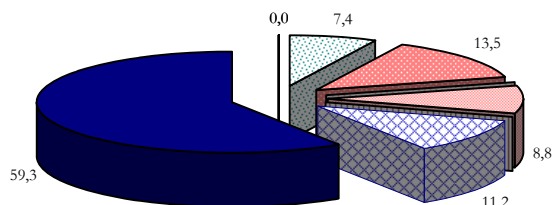
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - UNE 103.101/95



Tamices UNE	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% pasa	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,2	95,4	92,6	79,2	74,2	70,4	66,7	59,3

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA							
% Morro	% GRAVA	7,4	% ARENA		33,4	% FINOS	59,3
(> 63 mm)	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limo	Arcilla
0,0	0,0	7,4	13,5	8,8	11,2		

<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input checked="" type="checkbox"/> Fina
<input checked="" type="checkbox"/> Gruesa
<input type="checkbox"/> Media
<input type="checkbox"/> Fina
<input checked="" type="checkbox"/> % FINOS
<input checked="" type="checkbox"/> % Morro



D60:	0,09 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefi. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Fdo:
Luis Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico

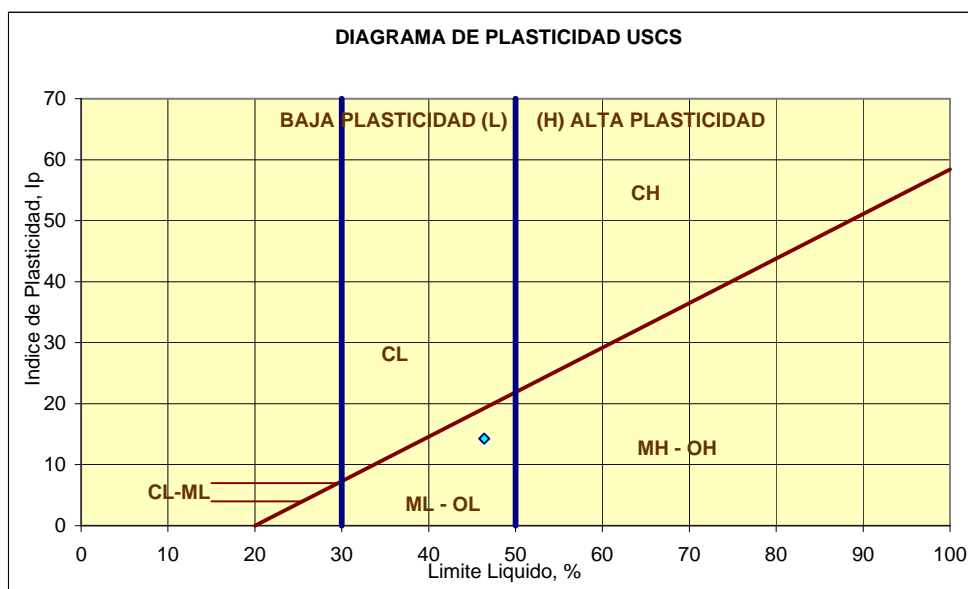
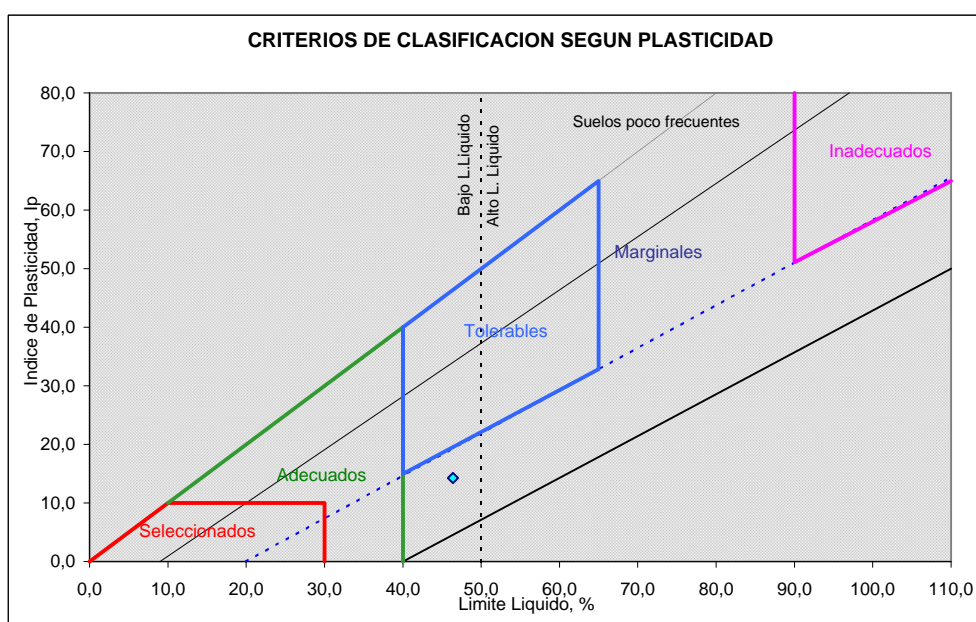


Ref nº S-39-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-1. Profundidad: 1,10 - 1,20 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



L. LÍQUIDO	L. PLÁSTICO	IND. PLASTICIDAD
46,4	32,1	14,3

Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo

Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-39-02-12

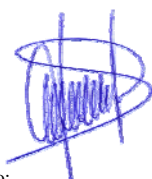
PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-1. Profundidad: 1,10 - 1,20 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

QUIMICA

MATERIA ORGÁNICA	UNE 103.204/93	0,00%
SULFATOS TOTALES (SO ₃ / SO ₄)	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	0,04% 0,05%
SALES SOLUBLES TOTALES	UNE 103.205/06	0,04%
SULFATOS SOLUBLES DISTINTOS DEL YESO	UNE 103.201/96 y UNE 103.202/95	
YESO	UNE 103.206/06	
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESO	UNE 103.205/06	
SULFATOS SOLUBLES EN ACIDO	UNE EN 1477	
CARBONATOS	UNE 103.200/93	24,28%
CLORUROS	UNE EN 1477	
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	UNE 77305	
RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm x m)	UNE 77308	


Fdo:
Luís Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo




Fdo:
Tomás Sánchez-Horeros Paniagua
Director Técnico



Ref nº S-39-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-1. Profundidad: 1,10 - 1,20 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012

HUMEDAD Y DENSIDADES

HUMEDAD	UNE 103.300/93
---------	----------------

10,38%

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE 103.301/94
---	----------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	UNE EN 1097-3
---	---------------

Seca	Húmeda

DENSIDAD RELATIVA (gr/cm ³)	UNE 103.302/94
---	----------------

2,80

Fdo:
Luis Viñuales Gálvez
Responsable del ensayo



Fdo:
Tomás Sánchez-Horneros Paniagua
Director Técnico

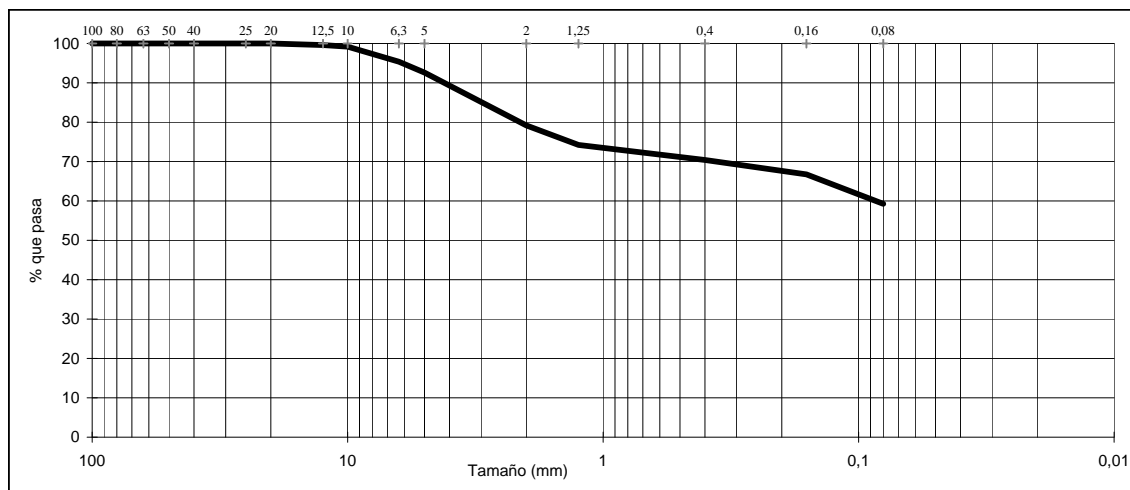


Ref nº S-39-02-12

PETICIONARIO:	CANAL DE ISABEL II
OBRA:	E.G. PARA EL PROYECTO DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO A PEZUELA DE LAS TORRES. MADRID.

Localización:	Calicata C-1. Profundidad: 1,10 - 1,20 metros.
Tipo de muestra:	Muestra Alterada nº 1
Unidad de Obra:	

F. Recepción:	01/03/2012
F. del ensayo:	05/03/2012



GRANULOMETRIA	UNE	% Pasa	Clasificación según pase
	100,0	100,0	Pase = 100. Seleccionado
	50,0	100,0	
	40,0	100,0	
	25,0	100,0	
	20,0	100,0	
	10,0	99,2	
	5,0	92,6	
	2,0	79,2	Pase < 80. Seleccionado
	1,3	74,2	
	0,4	70,4	Pase < 75. Seleccionado
	0,08	59,3	Pase >= 35. Tolerable

PLAS.	LIMITE LÍQUIDO	46,4	40 <= LL < 65. Tol. o Mar.
	INDICE DE PLASTICIDAD	14,3	IP <= 0,73(LL - 20). Marg.

QUIMICA	MATERIA ORGÁNICA	0,00%	MO < 0,2%. Seleccionado
	SALES SOLUBLES TOTALES	0,04%	SaT < 0,2%. Seleccionado
	SULFATOS TOTALES (SO ₃ /SO ₄)	0,04 / 0,05%	SO ₄ < 0,2%. No SR
	YESO		
	SALES DISTINTAS DE YESO		

COM/EX.	PROCTOR		
	HINCHAMIENTO LIBRE		
	INDICE DE COLAPSO		

CLASIFIC.	U.S.C.S.	Limo baja plasticidad arenoso ML
	A.A.S.H.T.O.	A-7-5. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado
	PG3/02	

USO	COMPACTA					
	CBR					
	EXIGE					