

ANEXO 04

ESTUDIO GEOTÉCNICO AÑO 2009

FASE IV _2023. CASTILLO DE PUÑONROSTRO

TORREJÓN DE VELASCO

EGELCO

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.



**INFORME GEOTÉCNICO
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO
C/ REAL c/v C/ REGAJERA
TORREJÓN DE VELASCO
MADRID
E-10304**

C/ TAJO, 14 - P.I. "CONMAR"
28864 AJALVIR (MADRID)
e-mail: geotecnia@egelco.es

Telf. 
Fax. 

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

2.- GEOLOGÍA PARTICULAR DE LA ZONA

3.- TRABAJOS REALIZADOS

3.1.- SONDEOS

3.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

4.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

4.1.- INTRODUCCIÓN

4.2.- RELLENOS

4.3.- ARENAS MICÁCEAS GRISES

4.4.- ARCILLAS

4.5.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

5.- RECALCE TRADICIONAL POR POZOS

5.1.- INTRODUCCIÓN

5.2.- CARGA ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

5.3.- CÁLCULO DE ASIENTOS SEGÚN SCHMERTMANN

6.- RECALCE MEDIANTE MICROPILOTES

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEJOS

1º.- PLANO DE SITUACIÓN DE LABORES

2º.- COLUMNAS DE LOS SONDEOS

3º.- DIAGRAFÍAS DE PENETRACIÓN

4º.- ENSAYOS DE LABORATORIO

5º.- FOTOGRAFÍAS

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Por encargo de la DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO, se redacta el presente informe geotécnico para aportar el conocimiento de las características del suelo de apoyo del Castillo de Torrejón de Velasco también denominado Castillo de Las Tres Estrellas, situado entre las calles Real y Regajera en Torrejón de Velasco, (Madrid).

El objeto del informe geotécnico es que sirva de complemento básico en la redacción del Informe de Actuación-Rehabilitación a llevar a cabo por la Dirección Facultativa.

2.- GEOLOGÍA PARTICULAR DE LA ZONA

Según el Mapa Geológico de España, Hoja de Getafe (nº 582) escala 1/50000 adjunto, la parcela objeto de estudio se encuentra situada sobre las areniscas feldespáticas (Ref. T_{c12}^{Ba3-Bc}) del Mioceno, Terciario. No obstante, los suelos testificados en los sondeos se corresponden claramente con la formación de arenas micáceas grises con gran proporción de biotitas que oscurecen los tonos grisáceos (Ref. Ta_{c11}^{Bb-Bc}) del Mioceno medio y superior, Terciario. Por lo que a continuación se describe exclusivamente esta última formación.

ARENAS MICÁCEAS GRISES CON GRAN PROPORCIÓN DE BIOTITAS QUE OSCURECEN LOS TONOS GRISÁCEOS (Ref. Ta_{c11}^{Bb-Bc}) DEL MIOCENO MEDIO Y SUPERIOR, TERCIARIO

Los materiales descritos de origen mixto se denominan genéricamente *facies intermedias* y afloran entre las formaciones arcóicas de borde y las formaciones de origen químico centrales. Genéticamente representan los depósitos formados en el cambio de modalidad de sedimentación de materiales transportados mecánicamente a materiales formados por precipitación iónica. Este cambio de medio de sedimentación viene además marcado por algunos minerales fibrosos, como sepiolita, saponita etc. y por la precipitación de sílice en formas de ópalo y calcedonia.

Dentro de las facies intermedias se pueden distinguir tres unidades que difieren en su composición litológica y cuya relación espacial es la siguiente:

Ta_{c11}^{Bb-Bc} : Situada al Oeste, es una formación de arenas micáceas grises con gran proporción de biotitas que oscurecen los tonos grisáceos.

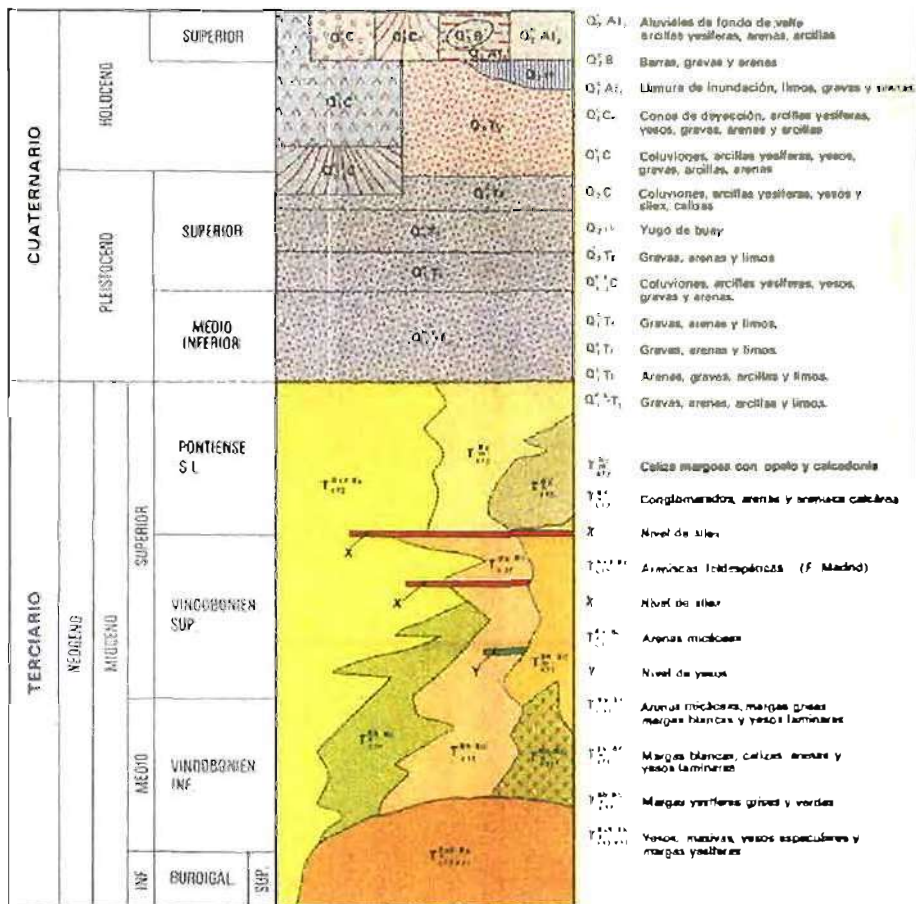
T_{c11}^{Bb-Bc} : Situada en el Centro, es una formación en la que predominan las arenas micáceas alternantes con niveles margosos rosados, calizas impuras y en la parte superior un nivel de yeso muy fino y coherente que da lugar al escarpe morfológico del este de Pinto.

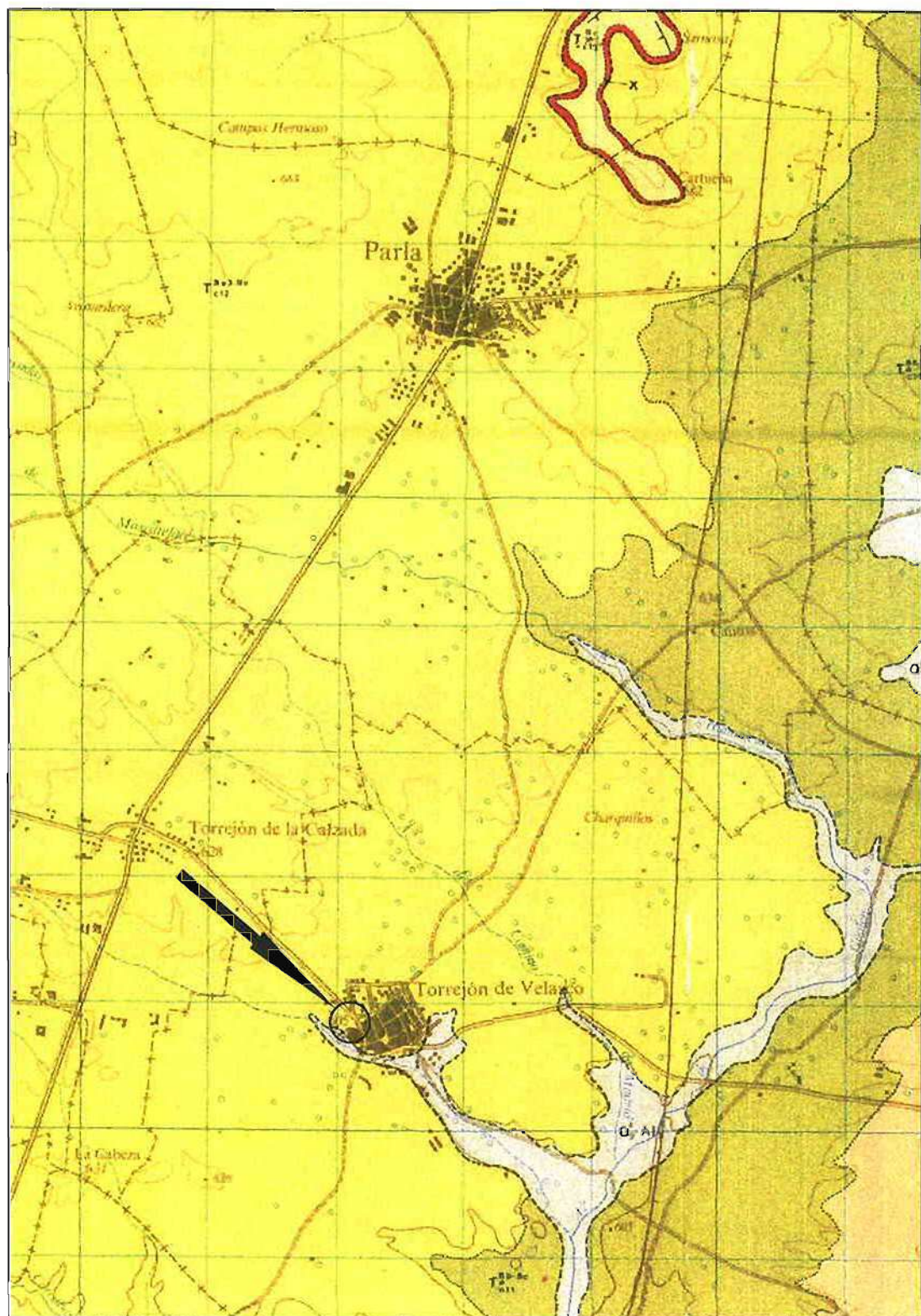
Tm_{c11}^{Bb-Bc} : Finalmente y situada al Noreste se encuentra la formación de margas blancas con capas alternantes de yesos pulverulentos, que dan al conjunto una tonalidad blanquecina.

Al Norte del cauce del río Manzanares las facies intermedias se hacen yesíferas, convirtiéndose en margas y arcillas verdosas de gran desarrollo hacia Madrid (Cerro Negro) y Vallecas donde eran explotadas por fábricas de cerámica.

Por último cabe añadir que con el mismo carácter de facies intermedias se consideran las calizas margosas impuras con sílex que coronan el vértice de La Marañosa (Ref. Tm_{c12}^{Bc}); tanto por su posición como por su relación con los niveles de sílex infrayacentes, se considera como un cambio lateral de las «calizas del páramo» hacia el borde de la cuenca.

LEYENDA





3.- TRABAJOS REALIZADOS

3.1.- SONDEOS

La investigación del terreno para el reconocimiento y caracterización geotécnica de los suelos de la obra prevista en la parcela, se llevó a cabo mediante una campaña de cuatro (4) sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo continuo.

Dicha campaña ha sido realizada con una sonda de tipo INT 50 HD, a unos diámetros de perforación 101-86 mm. Los sondeos han sido denominados de S-1 a S-4, adjuntándose la planta de situación en el anejo nº 1, (PLANO DE SITUACIÓN DE LABORES).

Se perforaron un total de 61,38 metros, los testigos extraídos se colocaron ordenadamente en cajas, con sus correspondientes datos de identificación, de las que se tomaron fotografías que se incluyen en el anejo fotográfico nº 5. Durante la perforación se realizaron 20 ensayos de penetración estándar (SPT) y se obtuvieron 10 muestras en bolsa, 5 muestras parafinadas y 4 muestras inalteradas. Las columnas levantadas de los sondeos se adjuntan en el anejo nº 2.

La ejecución de las labores de perforación fue supervisada por un geólogo con experiencia en este tipo de trabajos, lo que permitió la correcta testificación de los materiales extraídos, así como la toma de decisiones necesarias para el buen desarrollo de los sondeos.

3.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Como complemento a los sondeos en la investigación del terreno para su caracterización geotécnica, se ha llevado a cabo la realización de cuatro (4) ensayos de penetración dinámica tipo Borros. Los ensayos de penetración han sido denominados de B-1 a B-4; adjuntándose la planta de situación en el anejo nº1 (PLANO DE SITUACIÓN DE LABORES).

Las características del penetrómetro Borros utilizado son las siguientes:

Peso de la maza: 63,5 Kg.

Altura de caída: 50 cm.

Intervalo de penetración: 20 cm.

Área de la puntaza: 16 cm².

Las diagrfías de los ensayos de penetración se adjuntan en el anejo nº 3 (DIAGRAFÍAS DE PENETRACIÓN).

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

Determinación de los límites de Atterberg: 21

Verificación de la no plasticidad: 5

Granulometrías: 26

Clasificaciones según Casagrande: 26

Determinaciones de la humedad: 9

Determinaciones de la densidad natural y de la densidad seca: 6

Determinaciones cuantitativas del contenido de sulfatos en suelos: 2

Determinaciones cualitativas del contenido de sulfatos en suelos: 6

Resistencias a compresión simple: 5

Ensayos de corte directo: 1

Análisis completo de la agresividad de las aguas freáticas al hormigón: 1

Los datos obtenidos por estos ensayos se resumen en el cuadro que se adjunta en el anejo nº 4, en donde además se incluyen las hojas de resultados de los mismos.

4.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

4.1.- INTRODUCCIÓN

A partir de los ensayos de penetración dinámica, de las observaciones e identificaciones de los testigos en los sondeos y de las posteriores caracterizaciones llevadas a cabo en los ensayos de laboratorio, se distinguen en el área investigada las siguientes clases de suelos:

- 1.- Rellenos compuestos por mezclas de arena y arcilla con fragmentos de ladrillo, roca caliza, sílex y restos óseos, marrones y de compactidad floja o muy floja. Aunque el espesor es heterogéneo o variable en función de la situación del punto de investigación, su valor medio es de 2,25 metros, con un máximo de 4,90 metros en el sondeo S-4.
- 2.- Arenas micáceas de grano medio a fino con algo a bastante arcilla e indicios de gravas, grises, de medianamente densas a muy densas conforme se profundiza. En resumen se trata de las arenas micáceas con gran proporción de biotita, descritas en el apartado de geología.
- 3.- Arcillas con algo o indicios de arena fina o limo, se encuentran carbonatadas a techo de la formación en donde toman un color marrón rojizo en ocasiones blanquecino que se va oscureciendo hasta llegar a una coloración negruzca. Su consistencia es de firmes a duras.

4.2.- RELLENOS

Los rellenos se han detectado en todos los puntos de investigación, es decir, tanto en los sondeos como en los ensayos de penetración dinámica, cuentan con un espesor medio de 2,25 metros; están formados por mezclas de arena y arcilla con fragmentos de ladrillo, roca caliza, sílex y restos óseos, coloración marrón y compacidad floja.

Los distintos espesores de rellenos y su valor medio se adjuntan en la siguiente tabla:

SONDEO/ PENETRÓMETRO	ESPESOR DE RELLENOS (m)	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)
S-1	1,80	-----
S-2	1,50	-----
S-3	1,00	-----
S-4	4,90	-----
B1	1,60	5,60
B2	1,20	3,80
B3	3,60	6,20
B4	Fuera del perfil	4,60
VALORES MEDIOS	$\cong 2,25$	5,05

Los ensayos de laboratorio realizados sobre estos materiales de echadizo, han dado los siguientes resultados:

Límites de Atterberg: Límite líquido: 39,2

Límite plástico: 22,1

Índice de plasticidad: 17,1

% finos (que pasan por el tamiz 0,080 UNE): valor medio 51,4

Clasificación media de Casagrande: CL

Clasificación de la HRB e índice de grupo, medios: A-6 (6)

Humedad: 19,6 y 22,0; valor medio 20,8

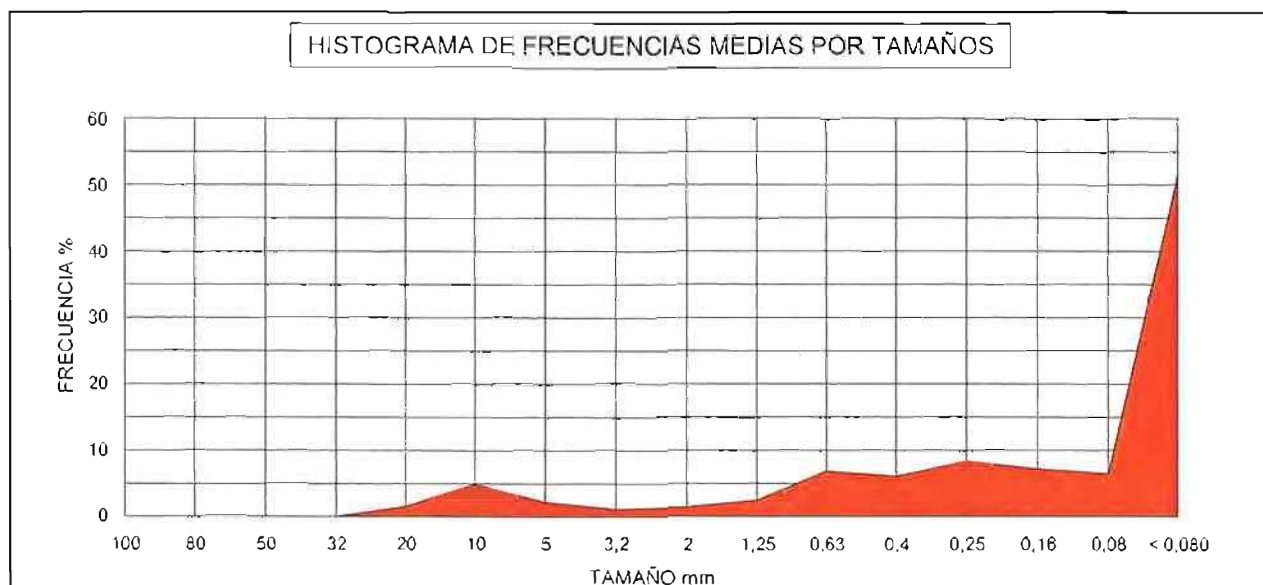
Permeabilidad estimada $K \cong 1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s

Sulfatos en suelos: 38321,9 ppm \Rightarrow agresividad fuerte

**ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA MEDIA EN RELLENOS
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO (MADRID).**

MEDIA % POR TAMAÑOS	MEDIA % PASA	MUESTRA TAMIZ
0,00	100,00	100
0,00	100,00	80
0,00	100,00	50
0,00	100,00	32
1,55	98,45	20
4,95	93,50	10
2,20	91,30	5
1,15	90,15	3,2
1,45	88,70	2
2,45	86,25	1,25
6,85	79,40	0,63
6,05	73,35	0,40
8,35	65,00	0,25
7,15	57,85	0,16
6,50	51,35	0,080
51,35		< 0,080

VALORES MEDIOS	
CASAGRANDE:	CL
HRB:	A-6 (8)
% 0,080 UNE	51,35
LL:	39,20
LP:	22,10
IP:	17,10
Cu:	
Cz:	
K (m/s)	1,00E-007



4.3.- ARENAS MICÁCEAS GRISES

Las arenas micáceas son de grano medio a fino con algo a bastante arcilla e indicios de gravas, coloración gris, de medianamente densas a muy densas conforme se profundiza; se trata de las arenas micáceas con gran proporción de biotita, descritas en el apartado de geología. Su posición no es homogénea pues alterna con los estratos arcillosos, sin embargo se puede localizar un estrato importante (véase el perfil estratigráfico) de estas arenas situado en el tramo de profundidades medias de 6,65 a 9,975 metros (cotas aproximadas 94,00 a 91,00) lo que implica una potencia o espesor medio de 3,0 metros. Por dicho estrato y ligeramente por encima de él circula el nivel freático situado a la profundidad media de 6,60 metros (cota 94,35).

Los ensayos de laboratorio realizados sobre estos materiales arenosos, han dado los siguientes resultados:

Límites de Atterberg: Límite líquido; de no plástico a 42,9

Límite plástico; de no plástico a 19,5

Índice de plasticidad; de no plástico a 23,4

% de humedad: 18,2

Clasificación media de Casagrande: SM y SC

Clasificación media de la HRB e índice de grupo: A-2-4 (0) y A-2-7 (1)

% finos (que pasan por el tamiz 0,080 UNE): de 9,60 a 37,60; valor medio 24,27

Coefficiente medio de uniformidad o de Hazen, C_u : 12,5

Coefficiente medio de curvatura, C_z : 1,07

Permeabilidad estimada $K \cong 9 \cdot 10^{-6}$ m/s

Caracterizándose como arenas micáceas con bastante arcilla de plasticidad nula o media.

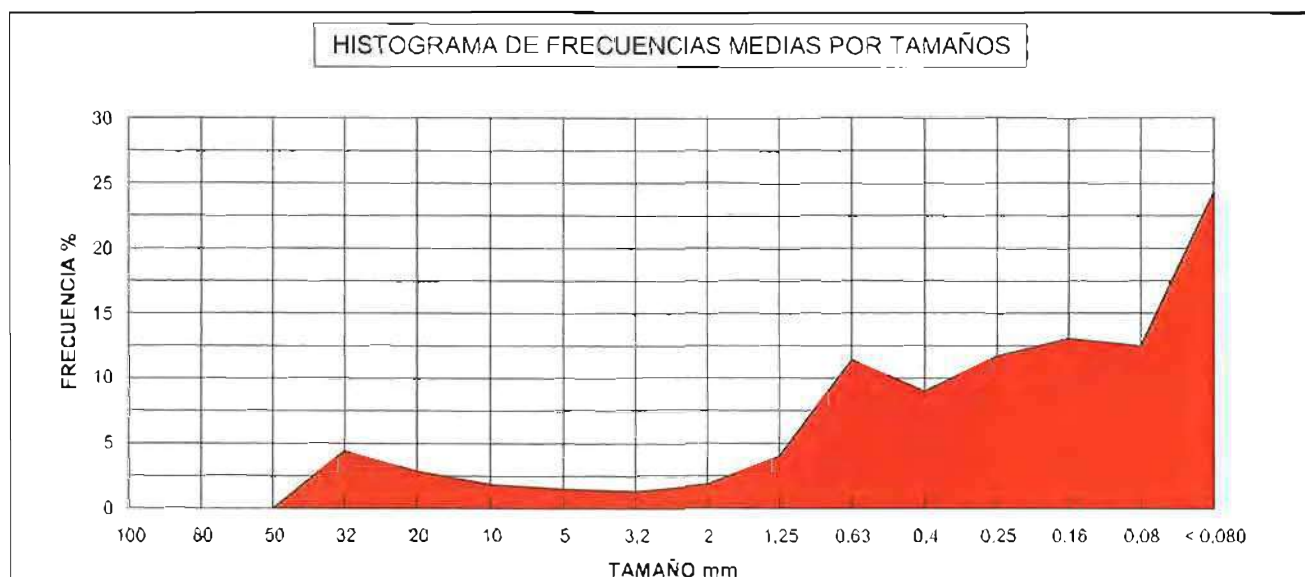
Análisis del agua: agresividad media por sulfatos (ambiente Qb)

Sulfatos en suelos: 25882,5 ppm \Rightarrow agresividad fuerte

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA MEDIA EN LAS ARENAS MICÁCEAS
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID).

MEDIA % POR TAMAÑOS	MEDIA % PASA	MUESTRA TAMIZ
0,00	100,00	100
0,00	100,00	80
0,00	100,00	50
4,43	95,57	32
2,87	92,70	20
1,87	90,83	10
1,53	89,30	5
1,34	87,96	3,2
1,86	86,10	2
4,00	82,10	1,25
11,44	70,66	0,63
9,03	61,63	0,40
11,70	49,93	0,25
13,06	36,87	0,16
12,50	24,37	0,080
24,37		< 0,080

VALORES MEDIOS	
CASAGRANDE:	SM y SC
HRB:	A-2-4 (0) y A-2-7 (1)
% 0,080 UNE	24,4
LL:	NO PLÁSTICO y 42,9
LP:	NO PLÁSTICO y 19,5
IP:	NO PLÁSTICO y 23,4
Cu:	12,5
Cz:	1,07
K (m/s):	9,00E-006



4.4.- ARCILLAS

Las arcillas se presentan con algo o con indicios de arena fina o limo, se encuentran carbonatadas a techo de la formación en donde toman un color marrón rojizo en ocasiones blanquecino que se va oscureciendo con la profundidad hasta llegar a una coloración negruzca. Su consistencia es de firme a dura.

Los ensayos de laboratorio realizados sobre estos materiales arcillosos, han dado los siguientes resultados:

Límites de Atterberg: Límite líquido: de 33,2 a 82,7; valor medio 53,5

Límite plástico: de 16,0 a 30,4; valor medio 23,5

Índice de plasticidad: de 14,9 a 54,6; valor medio 30,0

% de humedad: de 16,8 a 40,0; valor medio 28,2

Densidad aparente (T/m^3): de 1,77 a 2,08; valor medio 1,94

Densidad seca (T/m^3): de 1,26 a 1,72; valor medio 1,52

Clasificación media de Casagrande: CH

Clasificación media de la HRB e índice de grupo: A-7-6 (19)

% finos (que pasan por el tamiz 0,080 UNE): de 59,1 a 99,2; valor medio 82,42

Permeabilidad estimada $K \cong 7 \cdot 10^{-10}$ m/s

Resistencia a compresión simple (Kg/cm^2): de 0,50 a 9,9; valor medio 3,34

Caracterizándose como arcillas de alta plasticidad carbonatadas en superficie (margas superficiales) de color marrón rojizo a negro conforme se profundiza, de firmes a duras.

ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA MEDIA EN ARCILLAS
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID).

MEDIA % POR TAMAÑOS	MEDIA % PASA	MUESTRA TAMIZ
0,00	100,00	>100
0,00	100,00	100
0,00	100,00	80
0,00	100,00	50
0,00	100,00	32
0,00	100,00	20
0,00	100,00	10
0,00	100,00	5
0,00	100,00	3,2
0,01	99,99	2
0,18	99,82	1,25
0,86	98,96	0,63
1,05	97,91	0,40
2,12	95,79	0,25
4,61	91,18	0,16
8,76	82,42	0,080
82,42		< 0,080

VALORES MEDIOS

CASAGRANDE:	CH
HRB:	A-7-6 (19)
Cu:	----
Cz:	----
LL:	53,5
LP:	23,5
IP:	30,0
% 0,080 UNE	82,4
K (m/s):	7,00E-010

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS MEDIAS POR TAMAÑOS

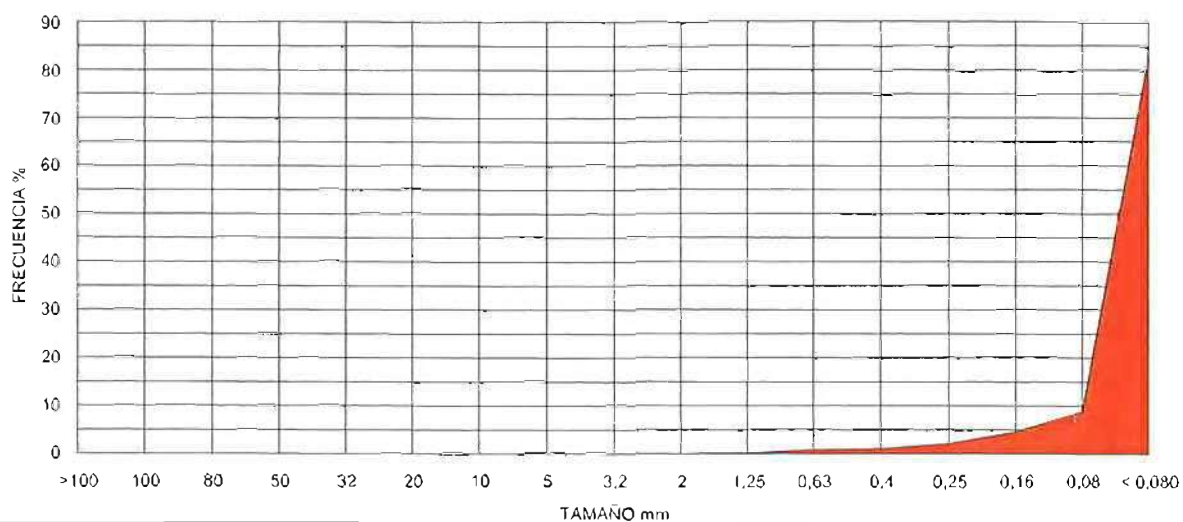
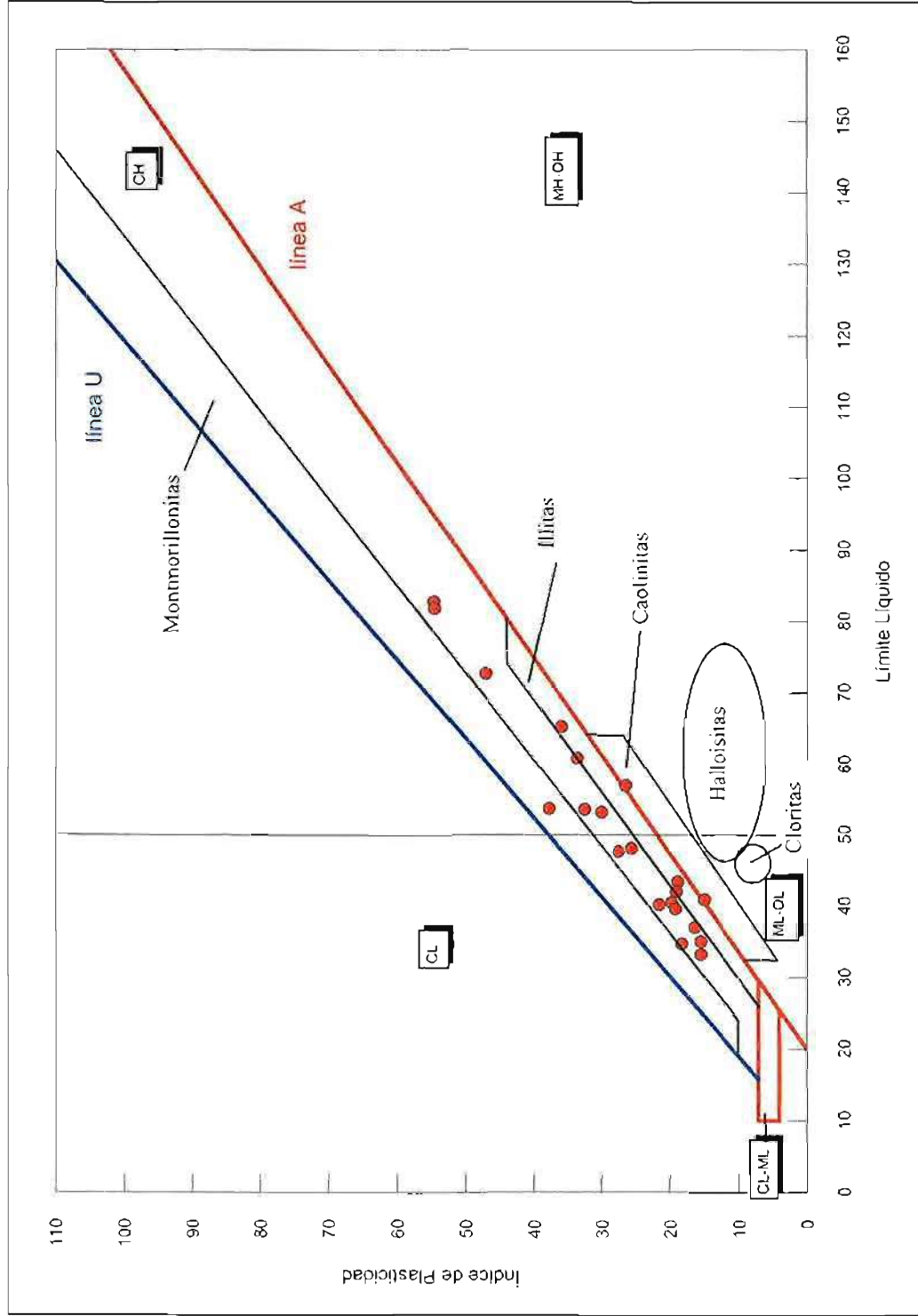


GRÁFICO DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

LOCALIZACIÓN DE LOS DISTINTOS MINERALES ARCILLOSOS S/ HOLTZ y KOVACS (1981)

LÍNEA A: $IP = 0,73 \cdot (LL - 20)$

LÍNEA U: $IP = 0,9 \cdot (LL - 8)$



4.5.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se adjunta a continuación un perfil estratigráfico longitudinal a escala vertical 1/100, suficientemente representativo del subsuelo existente donde son de destacar las siguientes características:




1ª.- La presencia de un nivel freático a una profundidad media de 6,60 metros (cota media 94,35) que circula preferentemente por un estrato de arenas micáceas situado entre los 6,65 y 10,0 metros de profundidad aproximadamente.

2ª.- Se han representado la posición del castillo en planta abatida con un recalce tradicional por pozos o bien mediante micropilotes, en particular se incide en que los zapatas han de apoyarse sobre el terreno natural procurando empotrarse en el mismo y sobrepasando en todo momento los rellenos.

3ª.- En el perfil se puede observar perfectamente la posición de los sondeos y penetrómetros ejecutados así como la variabilidad de espesores de rellenos.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

LEYENDA:

-  Rellenos formados por mezclas de arena y arcilla con fragmentos de ladrillo, roca caliza, sílex y restos óseos, marrones, flojos o muy flojos.
-  Arenas micáceas de con bastante arcilla a con algo de arcilla, grises, de medianamente densas en superficie a muy densas en profundidad.
-  Arcillas, margosas a techo de la formación, de con indicios a con algo de arena fina micácea, de marrones rojizas o blanquecinas a techo a negras a muro de la formación, de firmes a duras.

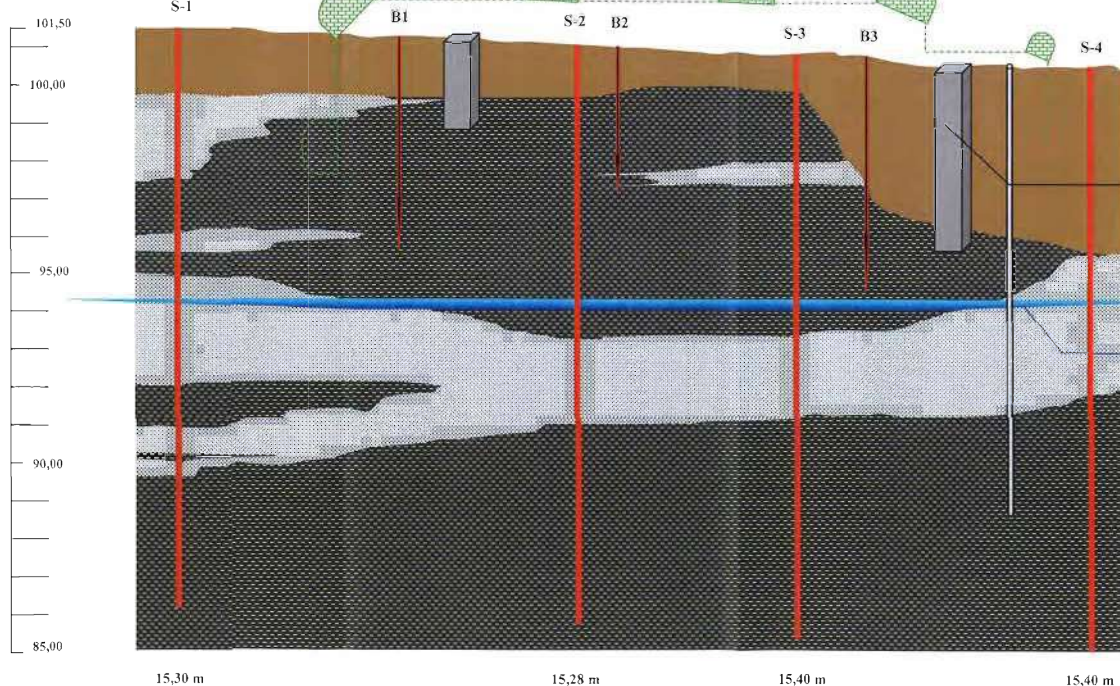
MIOCENO, TERCIARIO

ESCALAS
VERTICAL: 1/100
HORIZONTAL: $\approx 1/300$
Aproximación topográfica del perímetro
extrapolada al interior del recinto amurallado

REPRESENTACIÓN
ESQUEMÁTICA EN PLANTA
ABATIDA DEL CASTILLO

RECALCE TRADICIONAL POR
POZOS $q_{adm} = 1,50 \text{ Kg/cm}^2$
o POR MICROPILOTES $L \approx 11,90 \text{ m}$

NIVEL FREÁTICO
PROFUNDIDAD MEDIA: 6,60 m
COTA MEDIA $\approx 94,35$



5.- RECALCE TRADICIONAL POR POZOS

5.1.- INTRODUCCIÓN

La carga admisible del terreno se encuentra limitada por un doble concepto. Por un lado la carga que produce el hundimiento de la cimentación y por otro aquella que señala el máximo asiento admisible.

En general, el procedimiento a seguir es aquél que determina inicialmente la carga admisible por hundimiento del terreno para, y posteriormente, proceder al cálculo del asiento que produciría dicha carga y compararlo con el asiento admisible establecido.

5.2.- CARGA ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

En el cálculo de la carga admisible por hundimiento de los materiales afectados por la cimentación se sigue la expresión general de la presión de hundimiento propuesta por Terzaghi.

$$q_h = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

En el supuesto de zapatas cuadradas: $q_h = 1,2cN_c + qN_q + 0,3\gamma B N_\gamma$

donde:

q_h = carga de hundimiento

q = sobrecarga sobre el nivel de cimentación (γh)

γ = peso específico del terreno bajo el nivel de cimentación

c = cohesión del suelo considerado

B = ancho de la zapata

N_c , N_q y N_γ = factores de capacidad de carga, coeficientes adimensionales que dependen del ángulo de rozamiento interno (ϕ).

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Para el supuesto de cimentaciones cuadradas e introducidos los factores de corrección en la fórmula general, el valor de la carga de hundimiento vendría dado por:

$$q_h = 1,2cN_c + qN_q + 0,3\gamma BN_\gamma$$

Se denomina carga admisible (q_{adm}), al valor que resulta de dividir la carga de hundimiento q_h por el coeficiente de seguridad F , esto es: $q_{adm} = q_h/F$

En los cálculos realizados se ha tomado para F el valor usual de 3,0

PARÁMETROS DE CÁLCULO	VALORES
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	Sobrepasando siempre los rellenos y empotrándose en el terreno natural, ya sean las arenas o las arcillas margosas
DENSIDAD	$\gamma = 1,94 \text{ T/m}^3$
COHESIÓN	$c \approx 1,2 \text{ T/m}^2$
ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	$\phi = 29^\circ$
ANCHO DEL RECÁLCE	$B \approx 2,00 \text{ m}$
RESULTADOS	
CARGA DE HUNDIMIENTO	$q_h = 6,26 \text{ Kg/cm}^2$
CARGA ADMISIBLE	$q_{adm} = 2,09 \text{ Kg/cm}^2$

En principio y bajo el aspecto de capacidad portante resulta aceptable un valor de la carga admisible $q_{adm} = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$ para pozos apoyando sobre el terreno natural y siempre sobrepasando los rellenos; el terreno natural es muchas veces heterogéneo en su resistencia, pero en conjunto entre firme y muy firme. Por otro lado la capacidad portante viene corroborada por el golpeo N_{SPT} en general muy elevado, incluso en ocasiones con valores de rechazo, pero en mucha menor medida por los golpes de los ensayos de penetración dinámica con valores $N_{BORROS \text{ MEDIO MÍNIMO}} \geq 16$ golpes.

Posteriormente se calcularán los posibles asientos y se observará que para la carga de $2,0 \text{ Kg/cm}^2$ se obtendrá un asiento excesivamente elevado por lo que es necesario reducir la tensión admisible a un valor más conservador de $q_{adm} = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$.

CÁLCULO DE LA TENSIÓN ADMISIBLE POR TERZAGHI (LARGO PLAZO)**DATOS DE ENTRADA**

Ángulo de rozamiento interno ϕ =	29,0	$^{\circ}$
Cohesión c =	1,20	T/m ²
Densidad γ =	1,94	T/m ³
h cimentación (canto enterrado o sobrecarga) =	0,00	m
Ancho de la zapata B =	2,00	m
Longitud de la zapata L =	2,00	m
Factor de seguridad =	3,00	

CÁLCULOS INTERMEDIOS

Factores de capacidad de carga:	N_q =	16,44
	N_c =	27,86
	N_y =	19,34
Geometría de la zapata:	Cuadrada	

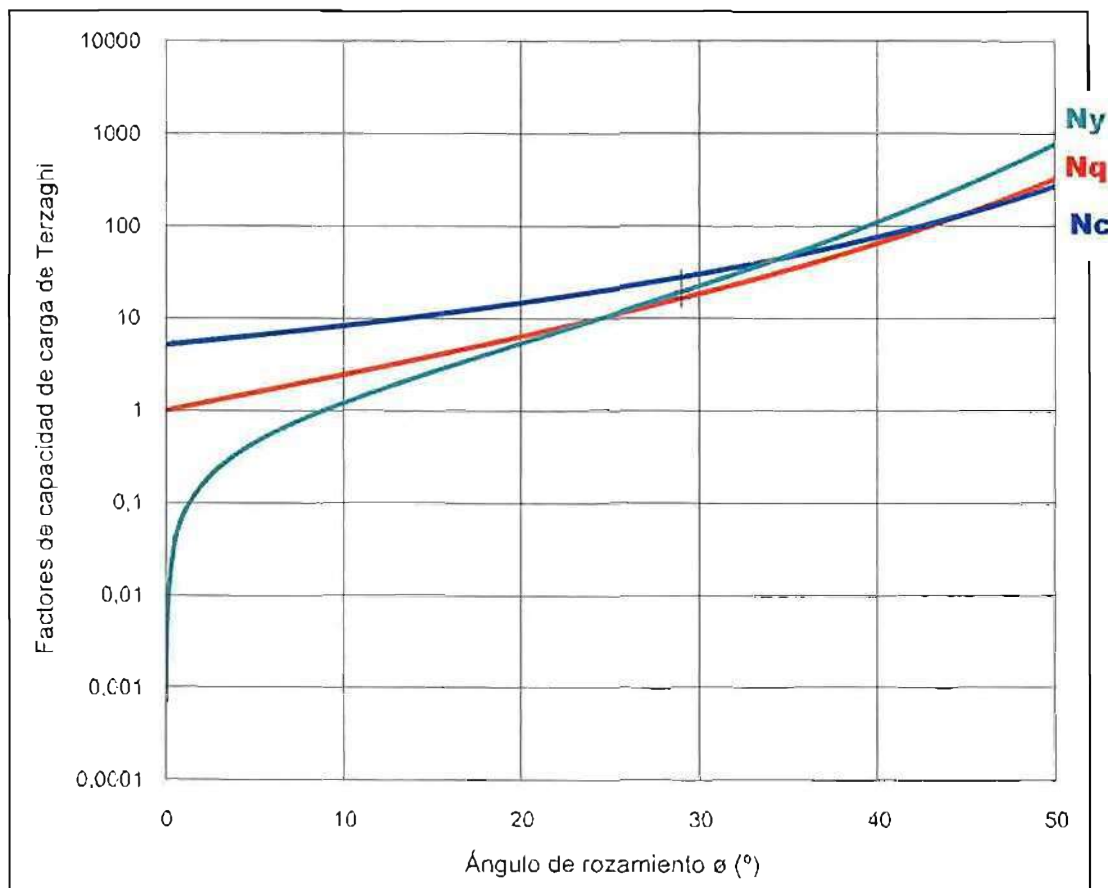
CARGA DE HUNDIMIENTO

$$q_h = 1,2cN_c + \gamma h N_q + 0,3\gamma B N_y = 62,63 \quad \text{T/m}^2$$

$$q_h = (1 + B N_q / L N_c) \cdot c N_c + (1 + B \tan \phi / L) \cdot \gamma h N_q + \frac{1}{2} (1 - 0,4 B / L) \gamma B N_y =$$

CARGA ADMISIBLE

q_{adm} =	20,88	T/m ²
	2,09	Kg/cm ²



5.3.- CÁLCULO DE ASIENTOS SEGÚN SCHMERTMANN

Para el cálculo de los asientos en arcillas arenosas (como conjunto y en valor promedio el terreno tiene un 65% de arcilla y un 35% de arena) se ha seguido el criterio de Schmertmann. Dicho autor establece que el asiento total bajo una cimentación cuadrada o rectangular o corrida tiene la siguiente expresión:

$$S_r = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \sum_{Z_0}^{Z_{lim}} (I_{Z_i} \cdot Z_i / E_i)$$

Siendo:

C_1 = coeficiente que depende de la profundidad de la zapata

C_2 = coeficiente de tiempo

Δq = incremento de carga neta a la que se someterá el terreno

I_{Z_i} = coeficiente de influencia que se toma del gráfico adjunto

E_i = módulo de deformabilidad deducido en función del número de golpes del SPT en la subcapa "i"

Z_i = espesor de la subcapa "i"

Los coeficientes C_1 y C_2 siguen las expresiones:

$$C_1 = 1 - \left(\frac{0,5 \cdot q'_0}{\Delta q} \right)$$

$$C_2 = 1 + 0,2 \cdot \log(t / 0,1)$$

donde:

q'_0 = tensión efectiva en el nivel de la cimentación

t = tiempo transcurrido en años

Para determinar el valor de E_i en función del N_{SPT} , Schmertmann propone las siguientes relaciones:

$$E = 2,5q_c \text{ para zapatas cuadradas o circulares}$$

$$E = 3,5q_c \text{ para zapatas corridas}$$

Asimismo, el autor sugiere la siguiente relación entre q_c (resistencia a la penetración estática) y el N_{SPT} en función del tipo de suelo:

TIPO DE SUELO	q_c / N_{SPT}
Limos, limos arenosos, arenas limosas, arenas arcillosas, arcillas arenosas	2 a 3
Arenas finas a medias, arenas ligeramente limosas	3 a 5
Arenas gruesas y arenas con algo de grava	5 a 8
Gravas y gravas arenosas	6 a 12

En el presente caso, según se desprende de los cálculos adjuntos, admitiendo un ancho de pozos de 2,00 metros (cuadrados) y unas profundidades de cimentación que siempre sobrepasen los rellenos (véase el perfil estratigráfico), el asiento para una carga de $2,00 \text{ Kg/cm}^2$ es excesivo (3,55 cm) sin embargo será inferior a la pulgada para una carga admisible de $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ (2,52 centímetros) y por lo tanto será ésta última la carga admisible recomendada.

CÁLCULO DE ASIENTOS POR EL MÉTODO DE SCHMERTMANN - DOS SUBCAPAS**DATOS DE ENTRADA**

TIPO DE CIMENTACIÓN (cuadrada, circular o corrida)

Coeficiente $f =$ ANCHO DE LA CIMENTACIÓN, $B =$ CARGA ADMISIBLE, $q_{adm} =$ PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN, $H =$

ESPESOR DE RELLENOS =

PROFUNDIDAD DE CÁLCULO, $h =$ PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO, $F =$ DENSIDAD APARENTE, $\gamma =$ DENSIDAD SATURADA, $\gamma_{sat} =$ TENSIÓN INICIAL EFECTIVA A NIVEL DE CIMENTACIÓN, $q'_0 =$ TENSIÓN INICIAL EFECTIVA AL NIVEL DE INFLUENCIA ($B/2$ o B), $\delta'v_0 =$ INCREMENTO DE TENSIÓN EFECTIVA A NIVEL DE CIMENTACIÓN, $\Delta q =$ TIEMPO O PERÍODO PARA EL QUE SE CALCULA EL ASIENTO, $t =$ $q_c/N_{spt} =$ **CUADRADA****2,5****2,00**

m

2,00Kg/cm²**0,00**

m

0,00

m

0,00

m

6,60

m

1,94T/m³**2,10**T/m³**0,000**Kg/cm²**0,194**Kg/cm²**2,000**Kg/cm²**5**

Años

VARIABLE**CÁLCULOS INTERMEDIOS** $l_{zp} = 0,5 + 0,1 (\Delta q / \delta'v_0)^{1/2} =$ **0,821** $C_1 = 1 - 0,5 (q'_0 / \Delta q) =$ **1,000** $C_2 = 1 + 0,2 \log(t/0,1) =$ **1,340**

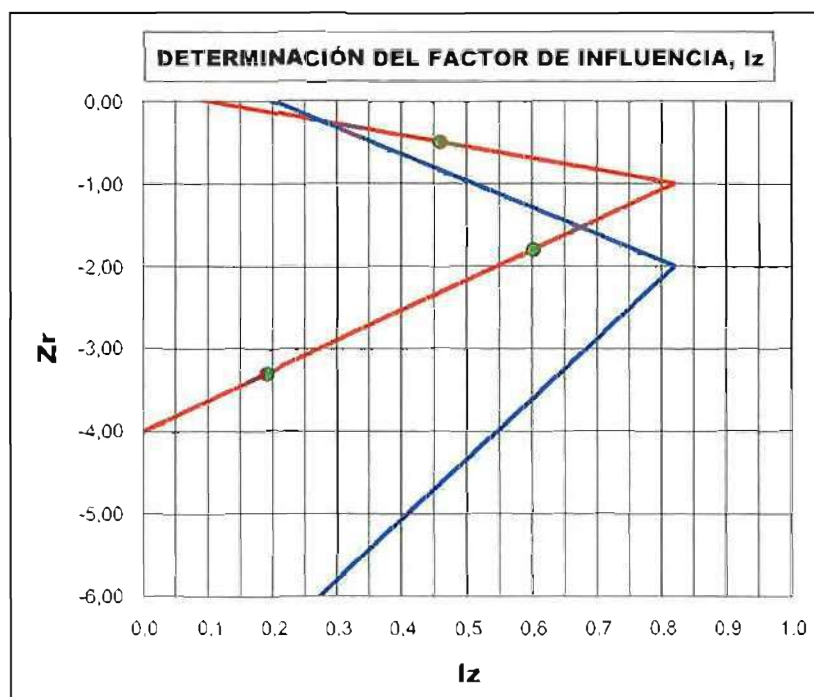
CIMENTACIONES CUADRADAS o CIRCULARES =

LÍNEAS ROJAS

CIMENTACIONES CORRIDAS =

LÍNEAS AZULES

m
B/2 = 1,000
B = 2,000
2B = 4,000
4B = 8,000



q_c/N_{spt}	SUBCAPA n°	Z (cm)	N_{spt}	E (Kg/cm ²) E = $f \cdot q_c / N_{spt}$	Z media (cm)	l_z	$l_z \cdot \Delta q / E$
2	1	100,0	23,00	115	50	0,4605	0,40047
2	1*	160,0	23,00	115	180	0,6021	0,83774
2	2	140,0	63,00	315	330	0,1916	0,08515

SUMA = 400

SUMA = 1,32336

RESULTADOSASIENTO: $S = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \text{SUMA}(l_z \cdot \Delta q / E) =$ **S = 3,55 cm**

CÁLCULO DE ASIENTOS POR EL MÉTODO DE SCHMERTMANN - DOS SUBCAPAS

DATOS DE ENTRADA

TIPO DE CIMENTACIÓN (cuadrada, circular o corrida)

Coefficiente $f =$

ANCHO DE LA CIMENTACIÓN, $B =$

CARGA ADMISIBLE, $q_{adm} =$

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN, $H =$

ESPESOR DE RELLENOS =

PROFUNDIDAD DE CÁLCULO, $h =$

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO, $F =$

DENSIDAD APARENTE, $\gamma =$

DENSIDAD SATURADA, $\gamma_{sat} =$

TENSIÓN INICIAL EFECTIVA A NIVEL DE CIMENTACIÓN, $q'_0 =$

TENSIÓN INICIAL EFECTIVA AL NIVEL DE INFLUENCIA ($B/2$ o B), $\delta'v_0 =$

INCREMENTO DE TENSIÓN EFECTIVA A NIVEL DE CIMENTACIÓN, $\Delta q =$

TIEMPO O PERÍODO PARA EL QUE SE CALCULA EL ASIENTO, $t =$

$q_c/N_{spt} =$

CUADRADA

2,5

2,00

m

1,50

Kg/cm²

0,00

m

0,00

m

0,00

m

6,60

m

1,94

T/m³

2,10

T/m³

0,000

Kg/cm²

0,194

Kg/cm²

1,500

Kg/cm²

5

Años

VARIABLE

CÁLCULOS INTERMEDIOS

$I_{zp} = 0,5 + 0,1 \cdot (\Delta q / \delta'v_0)^{1/2} =$

0,778

$C1 = 1 - 0,5 \cdot (\delta'v_0 / \Delta q) =$

1,000

$C2 = 1 + 0,2 \log(V0,1) =$

1,340

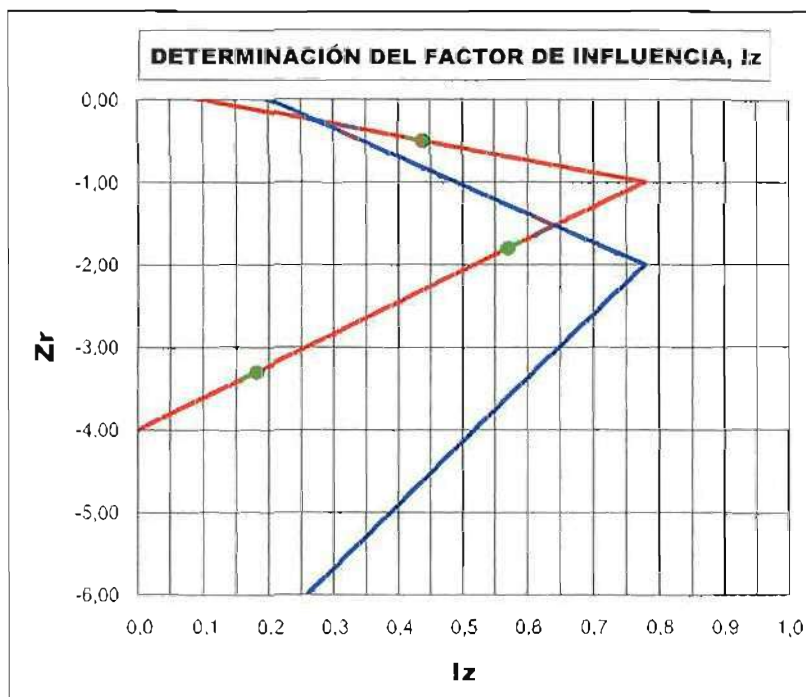
CIMENTACIONES CUADRADAS o CIRCULARES =

LÍNEAS ROJAS

CIMENTACIONES CORRIDAS =

LÍNEAS AZULES

m
B/2 = 1,000
B = 2,000
2B = 4,000
4B = 8,000



q_c/N_{spt}	SUBCAPA n°	Z (cm)	N_{spt}	E (Kg/cm ²) $E = f \cdot q_c/N_{spt}$	Z media (cm)	I_z	$I_z \cdot Z^2 / E_s$
2	1	100,0	23,00	115	50	0,4390	0,38177
2	1'	160,0	23,00	115	180	0,5706	0,79385
2	2	140,0	63,00	315	330	0,1815	0,08069

SUMA = 400

SUMA = 1,25631

RESULTADOS

ASIENTO: $S = C1 \cdot C2 \cdot \Delta q \cdot \text{SUMA}(I_z \cdot Z^2 / E_s) =$

S = 2,52 cm

6.- RECALCE MEDIANTE MICROPILOTES

Es posible que dadas las características estructurales y de cimentación del castillo también pueda resultar factible un recalce de la cimentación mediante micropilotes, para cuyo cálculo se adjuntan a continuación los parámetros del terreno:

LITOLOGÍA	TRAMO DE PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	N _{SPT} ESTIMADO	COMPACIDAD	R _{FUSTE} (Kg/cm ²)
Rellenos	De 0,00 a 4,90 _{máximo}	4,90	-----	Floja	0,00
Arcillas marrones carbonatadas	De 4,90 a 6,65	1,75	50	Muy firmes a duras	2,41
Arenas micáceas	De 6,65 a 9,65	3,00	56	Densas o muy densas	2,80
Arcillas negras	≥9,65	Indefinido	56	Duras	2,66

Ejemplo de micropilotes (calculados en base a una puesta en obra tipo IGU: inyección global unificada o de una fase única, según definición de M. Bustamante)

A las resistencias características proporcionadas se les debe aplicar un factor de seguridad $F \geq 2,0$. A continuación, a título de ejemplo, se aporta para micropilotes en tubería de acero TM-80 con límite elástico 5620 Kg/cm², la longitud necesaria para agotar su tope estructural.

Diámetro de perforación \varnothing (mm)	115
Calidad/nomenclatura del acero	TM-80
Límite de rotura (Kg/cm^2)	≥ 6900
Límite elástico (Kg/cm^2)	≥ 5620
Tubería: diámetro exterior φ_e (mm)	73,0
Tubería: diámetro interior φ_i (mm)	61,0
e (espesor de acero mm)	e = 6,0 mm
Tope estructural (t)	$\cong 48$
Longitud estimada de micropilote (m) con factor de seguridad $F = 2$ y despreciando la resistencia por punta	$4,90_{\text{rellenos}} + 7,00$ $= 11,90$

Si bien el recalce mediante micropilotes es una actuación definitiva y que podría resolver todos los problemas manifiestos o latentes, presenta dos inconvenientes que son necesarios mencionar: su elevado coste y finalmente, pero no menos importante, los ocasionales y nuevos desperfectos (más grietas) que se pueden producir como consecuencia de su puesta en carga o acoplamiento final.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1ª.- Según el Mapa Geológico de España, Hoja de Getafe (nº 582) escala 1/50000 adjunto, la parcela objeto de estudio se encuentra situada sobre las areniscas feldespáticas (Ref. T_{c12}^{Ba3-Bc}) del Mioceno, Terciario. No obstante, los suelos testificados en los sondeos se corresponden claramente con la formación de arenas micáceas grises con gran proporción de biotitas que oscurecen los tonos grisáceos (Ref. Ta_{c11}^{Bb-Bc}) del Mioceno medio y superior, Terciario; por lo que en el apartado de geología se ha descrito exclusivamente esta última formación.

2ª.- A partir de los ensayos de penetración dinámica, de las observaciones e identificaciones de los testigos en los sondeos y de las posteriores caracterizaciones llevadas a cabo en los ensayos de laboratorio, se distinguen en el área investigada las siguientes clases de suelos:

1.- Rellenos compuestos por mezclas de arena y arcilla con fragmentos de ladrillo, roca caliza, sílex y restos óseos, marrones y de compacidad floja o muy floja. Aunque el espesor es heterogéneo o variable en función de la situación del punto de investigación, su valor medio es de 2,25 metros, con un máximo de 4,90 metros en el sondeo S-4.

2.- Arenas micáceas de grano medio a fino con algo a bastante arcilla e indicios de gravas, grises, de medianamente densas a muy densas conforme se profundiza. En resumen se trata de las arenas micáceas con gran proporción de biotita, descritas en el apartado de geología.

3.- Arcillas con algo o indicios de arena fina o limo, se encuentran carbonatadas a techo de la formación en donde toman un color marrón rojizo en ocasiones blanquecino; el color va oscureciendo con la profundidad hasta llegar a una coloración negruzca. Su consistencia es de firme a dura.

(Véase el perfil estratigráfico)

3ª.- Para un recalce tradicional por pozos se recomienda una carga admisible $q_{adm} = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$ y siempre sobrepasando los rellenos y procurando empotrarse en el terreno natural.

Es posible que dadas las características estructurales y de cimentación del castillo también pueda resultar factible un recalce de la cimentación mediante micropilotes, para cuyo cálculo se han proporcionado en el apartado 6 los parámetros del terreno así como un ejemplo del cálculo de longitud para un micropilote de diámetro nominal $\varnothing = 150 \text{ mm}$ y 48 toneladas de tope estructural.

4ª.- La agresividad por sulfatos del suelo es fuerte tanto en los rellenos como en las arenas micáceas (ambiente Qc) y media en el agua freática (ambiente Qb), por lo que los hormigones en contacto con el terreno o con el agua han de elaborarse con cementos sulforesistentes.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
DE MINAS DEL CENTRO DE ESPAÑA

Visado este proyecto con esta fecha e inscrito con el
nº...../6.93/09....., en el libro de registro de este
Colegio.

Madrid,

16 OCT, 2009

EL DELEGADO

EGELCO

ESTUDIOS GEOTECNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.

MADRID, 15 DE OCTUBRE DE 2009

C/. Tal...

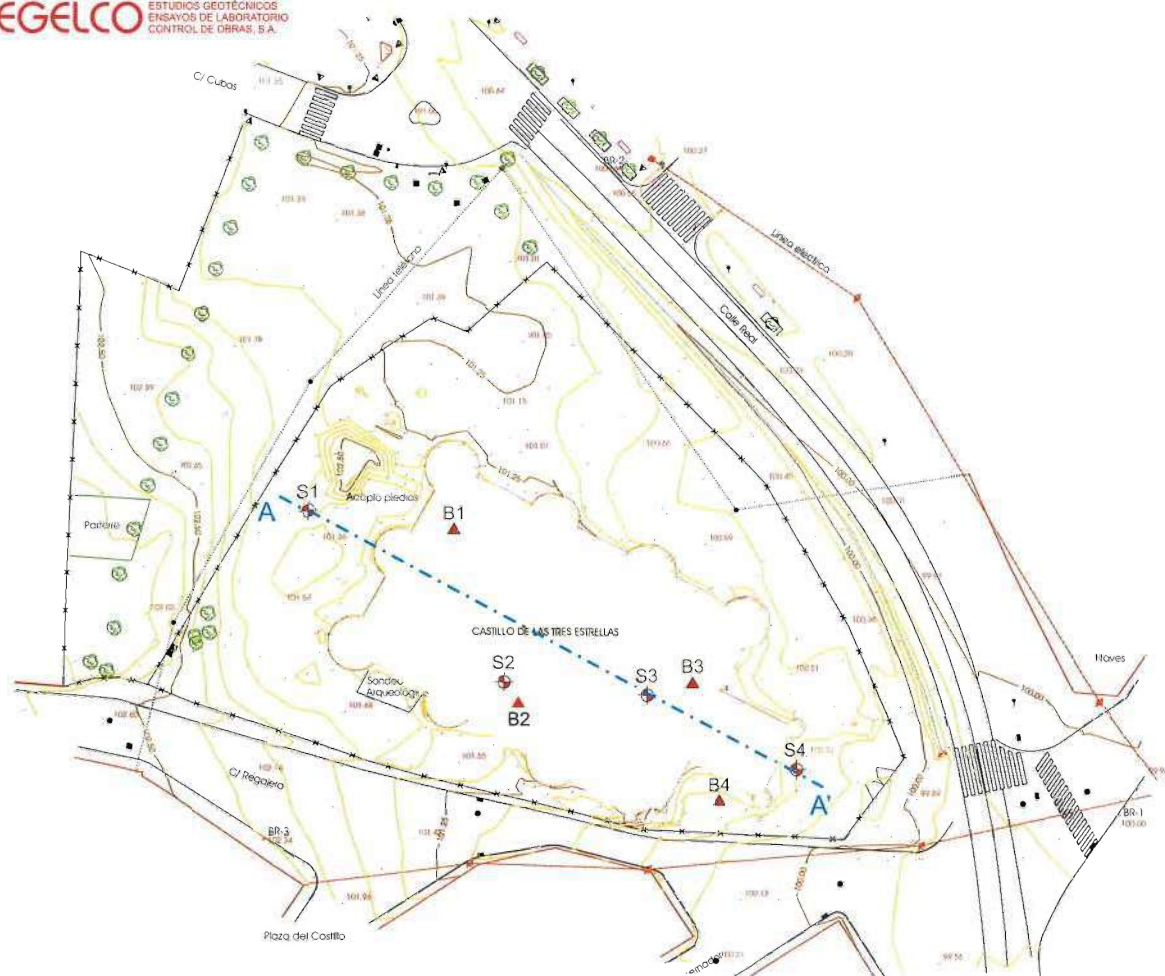
902 100 529 - 918 862 820 - 918 802 94

Fdo.: FERNANDO GUTIÉRREZ BLANCO

INGENIERO DE MINAS

COLEGIADO Nº 1661

ANEJO N° 1.- PLANO DE SITUACIÓN DE LABORES



SITUACIÓN DE LABORES DE CAMPO

ANEJO N° 2.- COLUMNAS DE LOS SONDEOS

CLIENTE DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DESIGNACION CORTE DEL SONDEO S-1

VERIFICADO

DIBUJADO OCT.-09

TIPO PERFORACIÓN	GEOLÓGICA	MUESTRAS U.S.C.S.	PROF. m	ESPEJOR CAPAS	LITOLOGÍA	NIVEL FREÁTICO	S.P.T.	
			0,00					
A ROTACIÓN # 101-86 mm	Q		1,80	1,80				0,00m - 1,80m Rellenos formados por mezclas de arena y arcilla con fragmentos de ladrillo, roca caliza, sílex y restos óseos, marrones, flojos.
		I (GC) (SC)	4,00	2,20			3,10m (19-I) 3,70m (15)	1,80m - 4,00m Arenas y gravas de con bastante arcilla a con algo de arcilla, grises, medianamente densas.
		B						4,00m - 6,50m Arcillas con algo de arena, de marrón rojizo a gris verdoso, de firmes a duras (litificadas). De 5,40 a 5,90 pasada decimétrica de arenas finas con algo de limo y arcilla, grises, medianamente densas.
		(CH)	6,50	2,50		N.A. 6,80	6,20m (48)	
	M	B					9,70m (R)	6,50m - 11,80m Arenas de grano fino a medio con algo de arcilla, de grises a negras, densas. De 9,40 a 10,50 y de 11,20 a 11,40: pasada métrica y decimétrica, respectivamente, de arcillas con indicios de arena, negras, duras.
		B (CH)	11,80	5,30			12,60m (R)	11,80m - 15,30m Arcillas con indicios de limo, negras, duras.
			15,30	3,50			15,30m (R)	

B = muestra en bolsa
I = muestra inalterada
P = muestra parafinada

N.A. = nivel de agua
N.F. = nivel freático
R = rechazo (N>50)

LEYENDA GEOLÓGICA

CUATERNARIO (Q)
MIOCENO - TERCIARIO (M)

CLIENTE DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DESIGNACION CORTE DEL SONDEO S-2

VERIFICADO

DIBUJADO

OCT.-09

TIPO PERFORACION	GEOLOGIA	MUESTRAS U.S.C.S.	PROF. m	ESPEJOR CAPAS	LITOLOGIA	NIVEL FREÁTICO	S.P.T.	
			0,00					
	Q		1,50	1,50				0,00m - 1,50m Rellenas formados por arenas arcillosas con fragmentos de ladrillos y cantos, marrones, flojos.
		I (ML)					2,60m (R-I)	1,50m - 7,80m Arcillas margosas con indicios de limo, y arena fina micácea, de marrón rojizo a gris verdoso, duras.
		B (CH)					3,45m (R)	
		(MH)					6,30m (48)	
	M	P (CL)	7,80	6,30		N.A. 7,00		7,80m - 10,00m Arenas micáceas, con bastante arcilla, grises, muy densas.
			10,00	2,20			9,35m (R)	
		B					12,65m (R)	10,00m - 15,28m Arcillas con indicios de arenas fina micácea y limos, negras, duras en ocasiones litificadas.
		P (CH)	15,28	5,28			15,28m (R)	

B = muestra en bolsa
I = muestra inalterada
P = muestra parafinada

N.A. = nivel de agua
N.F. = nivel freático
R = rechazo (N>50)

LEYENDA GEOLÓGICA

CUATERNARIO (Q)
MIOCENO - TERCIARIO (M)

CLIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DESIGNACION

CORTE DEL SONDEO S-3

VERIFICADO

DIBUJADO

OCT.-09

TIPO PERFORACION	GEOLOGIA	MUESTRAS U.S.C.S.	PROF. m	ESPESOR CAPAS	LITOLOGIA	NIVEL FREÁTICO	S.P.T.	
			0,00					
	Q		1,00	1,00				0,00m - 1,00m Rellenos formados por arenas arcillosas con fragmentos de ladrillo y cantos, marrones, flojos.
		I (CL) (SC)					2,85m (R-I) 3,30m (86)	1,00m - 7,40m Arcillas margosas con indicios de limo y arena fina micácea, marrones grisáceas, de firmes a duras. De 2,85 a 3,42 pasada decimétrica de arenas micáceas con bastante arcilla, grises, de densas a muy densas.
		B (CL)					6,30m (57)	
			7,40	6,40		N.A. 7,00		7,40m - 9,50m Arenas de grano medio a grueso micáceas de con bastante arcilla a con indicios de arcilla, grises, muy densas.
		B (SM) (SW-SM)					9,20m (65)	
			9,50	2,10				9,50m - 15,40m Arcillas a techo margosas de con bastante arena fina micácea y limo a con indicios de arena y limo, de marrones blanquecinas a negras, en ocasiones litificadas.
		P (CH) (CH)					12,30m (46)	
		P (CH) (CL)					15,40m (R)	
			15,40	5,90				

B = muestra en bolsa
I = muestra inalterada
P = muestra parafinada

N.A. = nivel de agua
N.F. = nivel freático
R = rechazo (N>50)

LEYENDA GEOLÓGICA

CUATERNARIO (Q)
MIOCENO - TERCIARIO (M)

CLIENTE DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DESIGNACION CORTE DEL SONDEO S-4

VERIFICADO

DIBUJADO OCT.-09

TIPO PERFORACION	GEOLOGIA	MUESTRAS U.S.C.S.	PROF. m	ESPEJOR CAPAS	LITOLOGIA	NIVEL FREÁTICO	S.P.T.	
			0,00					
A ROTACIÓN 101-86 mm	Q	I (SC)					3,00m (8-1) 3,60m (2)	0,00m - 4,90m Rellenos formados por arenas y arcillas con fragmentos de ladrillo, roca caliza y sílex, de marrones a grisáceos, muy flojos.
		B (SM) (SM)	4,90	4,90		N.A. 5,60	6,32m (R)	4,90m - 8,60m Arenas de grano medio micáceas de con bastante arcilla a con algo de arcilla, grises, de medianamente densas a densas.
		B (ML)	8,60	3,70			9,55m (72)	8,60m - 15,40m Arcillas a techo margosas con algo de limo y arena fina micácea, de marrones blanquecinas (a techo) a negras (a muro), duras, en ocasiones litificadas.
	M	P (CL)					12,40m (58)	
		B (CL) (CL)	15,40	6,80			15,40m (R)	

B = muestra en bolsa
I = muestra inalterada
P = muestra parafinada

N.A. = nivel de agua
N.F. = nivel freático
R = rechazo (N>50)

LEYENDA GEOLÓGICA

- CUATERNARIO (Q)
- MIOCENO - TERCIARIO (M)

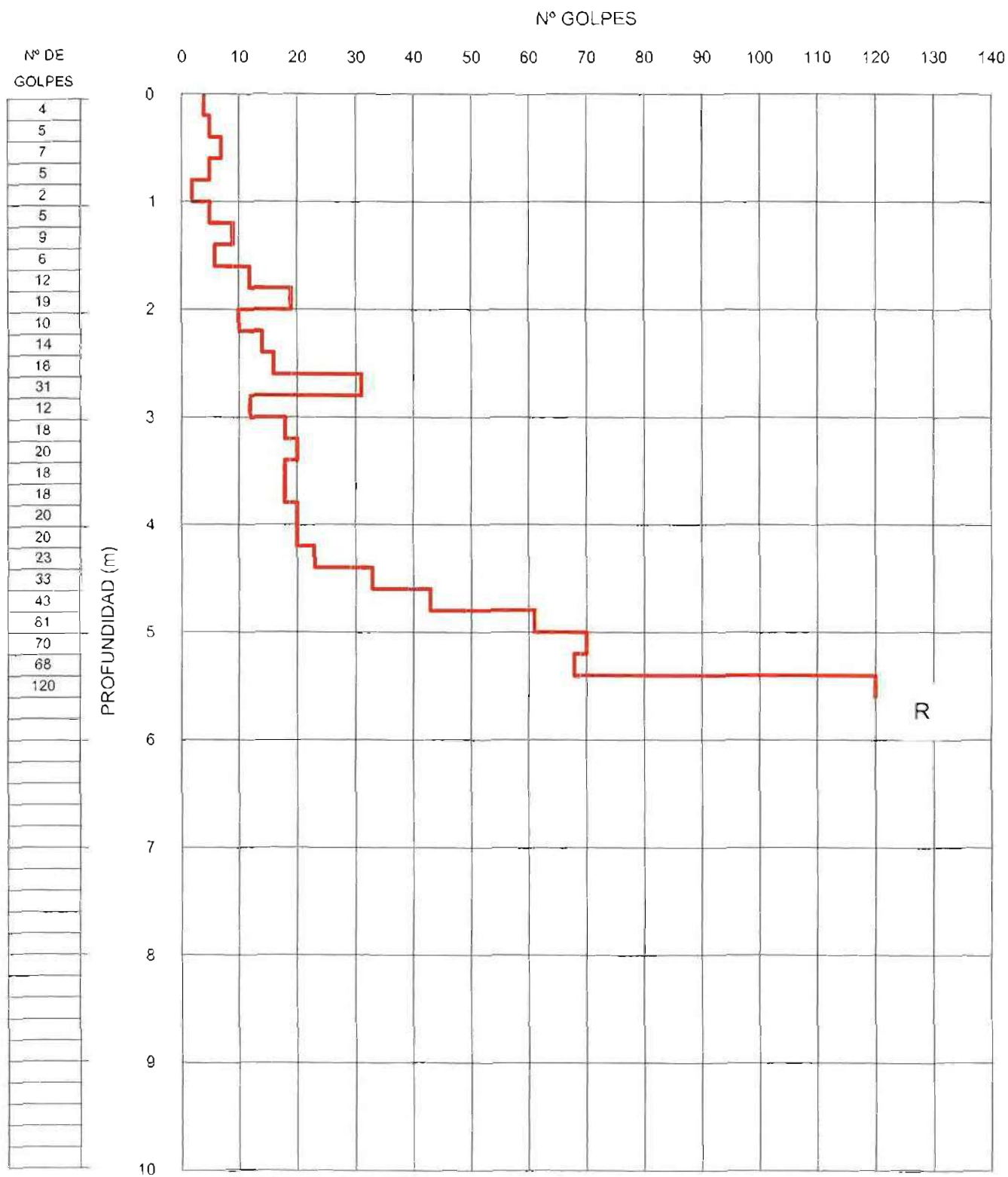
ANEJO N° 3.- DIAGRAFÍAS DE PENETRACIÓN

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DIAGRAMA DE PENETRACION ENSAYO B-1

Tipo: BORROS automático. Características: peso maza = 63,5 kg; altura caída = 50 cm; puntaza = 40X40 mm

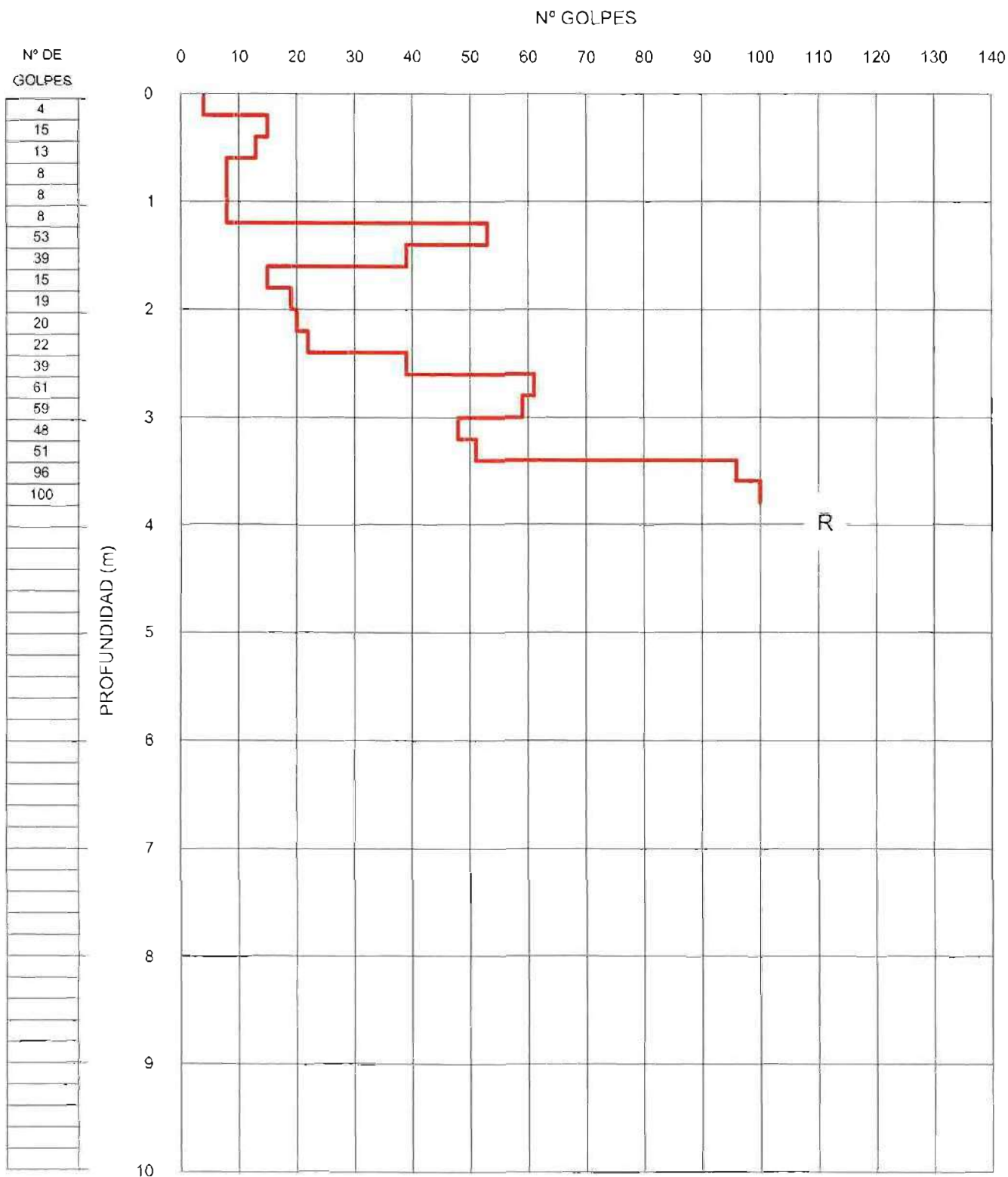


CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DIAGRAMA DE PENETRACION ENSAYO B-2

Tipo: BORROS automático. Características: peso maza = 63,5 kg; altura caída = 50 cm; puntaza = 40X40 mm

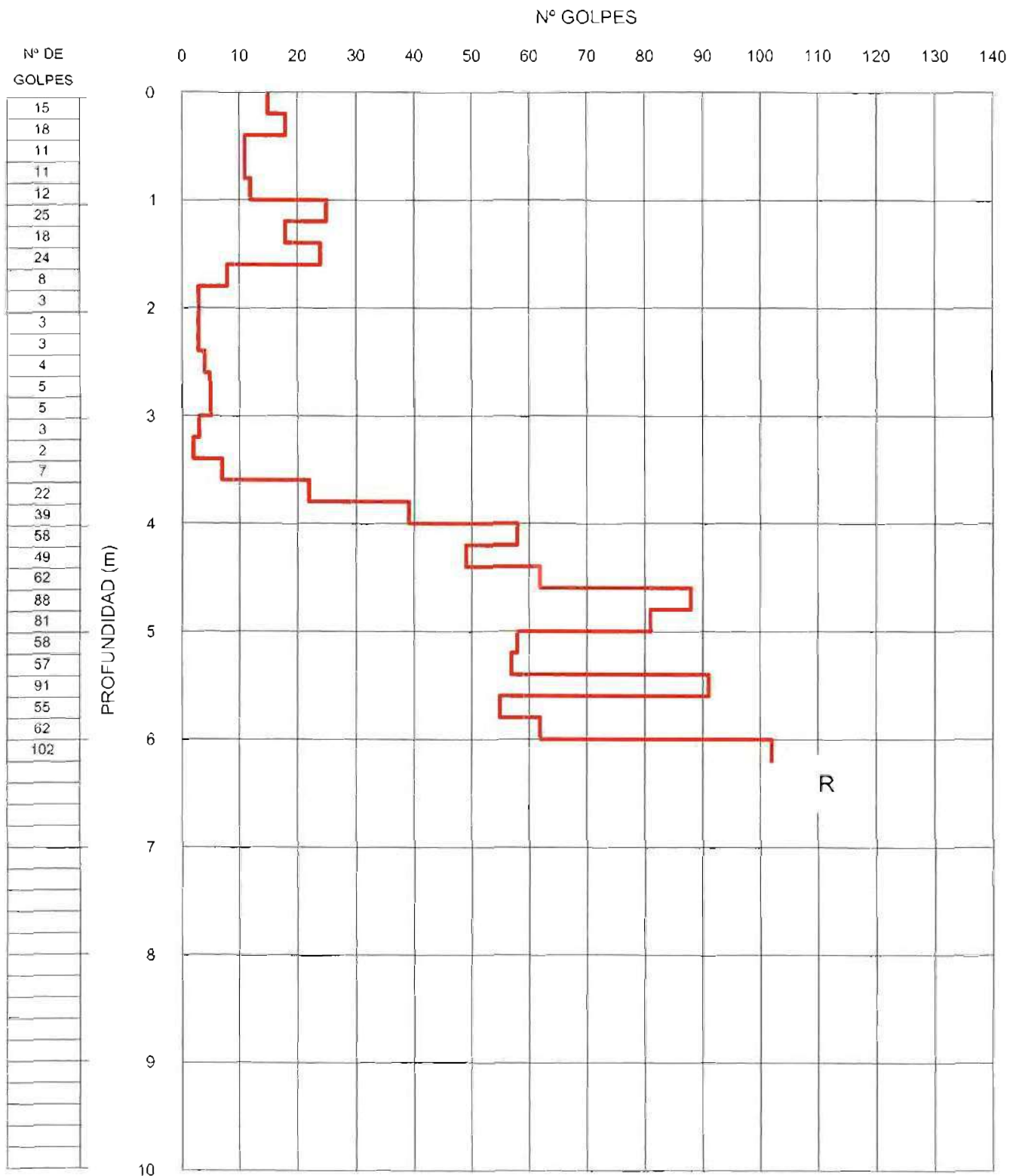


CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DIAGRAMA DE PENETRACION ENSAYO B-3

Tipo: BORROS automático. Características: peso maza = 63,5 kg; altura caída = 50 cm; puntaza = 40X40 mm

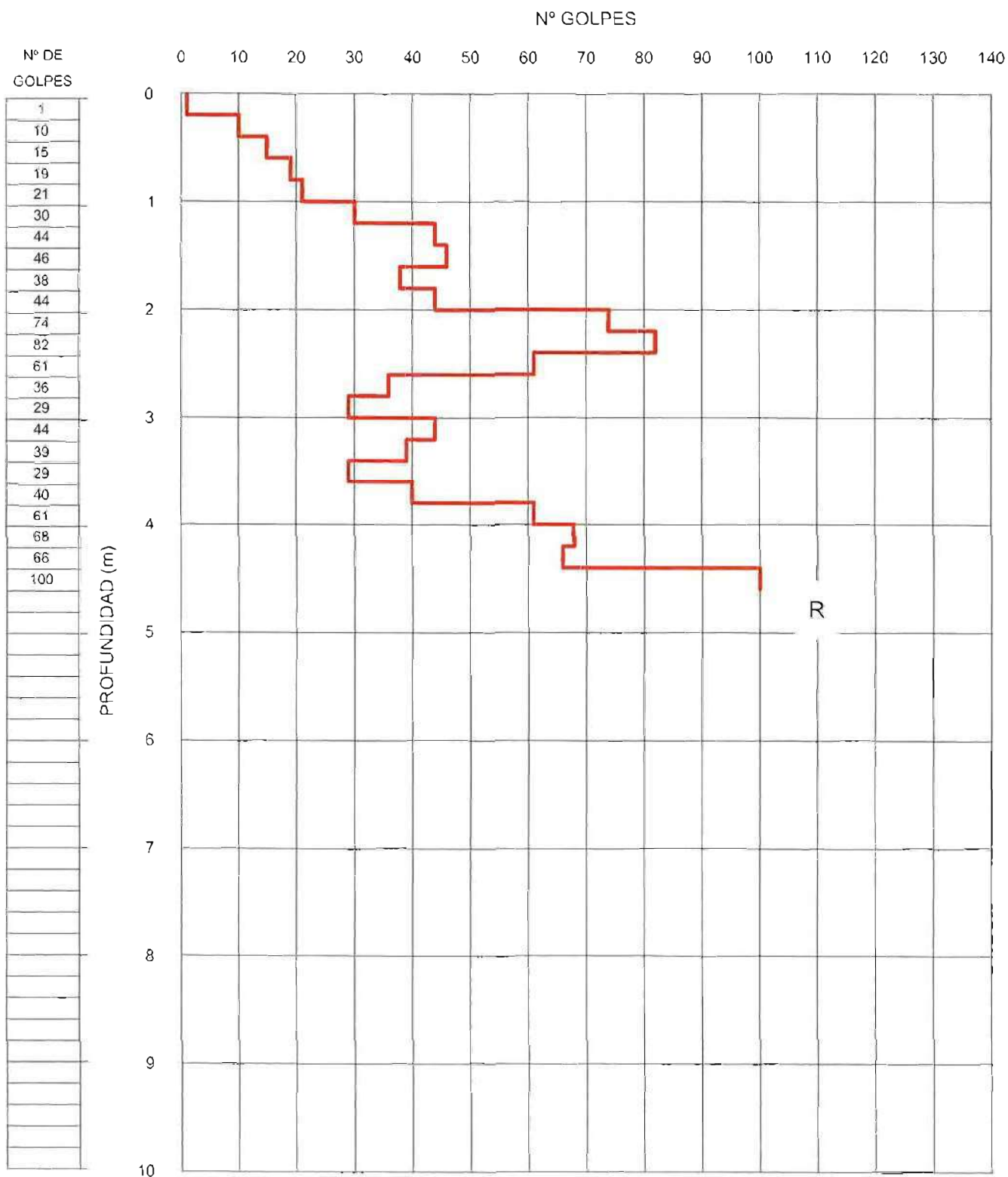


CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO

DIAGRAMA DE PENETRACION ENSAYO B-4

Tipo: BORROS automático. Características: peso maza = 63,5 kg; altura caída = 50 cm; puntaza = 40X40 mm



ANEJO N° 4.- ENSAYOS DE LABORATORIO

PETICIONARIO: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
(ÁREA DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN)
C/ARENAL 18, (MADRID)

**S/REF: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO
TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)**

ENSAYOS SOLICITADOS: POR TÉCNICO DE EGELCO.

UNE 103-300-93 HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA
UNE 103-101-95 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103-103-94 LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA CASAGRANDE
UNE 103-104-93 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO
UNE 103-400-93 ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS
UNE 103-401-98 ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CU)
ANEJO 5 DE LA EHE AGRESIVIDAD DE AGUAS Y SUELOS AL HORMIGÓN
ANEJO 5 DE LA EHE PREPARACIÓN DE MUESTRAS

MUESTRA OBTENIDA SEGÚN PLANO DE SITUACIÓN.
REALIZADOS SEGÚN NORMATIVA VIGENTE.

Muestreo realizado según punto 3.2.4 del Documento Básico de Seguridad Estructural y Cimientos.

Este informe no podrá ser reproducido de forma parcial sin la aprobación de EGELCO.

Los resultados recogidos en este informe afectan únicamente a las muestras referidas.

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO (RD 1230/1989) Organismo Acreditador Dirección General de
Arquitectura y Vivienda (C.M.). Fecha 12 de Enero de 2007. Área SE (Mecánica de Suelos). B.O.C.M. 44
Nº de Registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pqno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO**DIRECCIÓN:** C/ARENAL, 18 - MADRID (MADRID)**LUGAR:** CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)**FECHA:** SEP. - 2009**ACTA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

SONDEO	S-1	S-1	S-1	S-1					
MUESTRA N°	E-10304-1	E-10304-2	E-10304-4	E-10304-7					
TIPO DE MUESTRA	INALT	ALTER	ALTER	ALTER					
PROFUNDIDAD (m)	2,80 3,40	3,40 4,00	5,90 6,50	11,20 11,40					
U.S.C.S.	GC	SC	CH	CH					
Clasificación H.R.B.									
Índice de grupo									
Humedad natural (%)	18,2								
Densidad aparente (g/cm³)									
Densidad seca (g/cm³)									
Límite de retracción									
Límite líquido (%)	40,5	53,6	53,2	65,1					
Límite plástico (%)	20,8	21,1	23,2	29,2					
Índice de plasticidad (%)	19,7	32,5	30,0	35,9					
% pasa T-0,080 UNE	31,9	23,0	84,0	94,5					
% retenido T-2 UNE	45,0	45,9	0,0	0,0					
% retenido T-5 UNE	41,3	33,2	0,0	0,0					
% menor de 2 micras									
Compresión simple (kp/cm²)									
Deformación (%)									
C (kp/cm²)									
Ø (°)									
Presión de hinch (kp/cm²)									
Hinchamiento (%)									
LAMBE Índice (kp/cm²)									
LAMBE Clasificación									
SO₄²⁻ (ppm) / Agresividad	25882,5 FUERTE		Negativo						
CaCO₃ (%)									
Baumann-Gully	4								
Análisis completo de agua EHE									
PROCTOR H _{óptima} (%)									
PROCTOR γ _{máxima} (t/m³)									
Índice C.B.R.									

EGELCO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.
C/ Tajo, 14 - Polg. Ind. "Conmar"
28864 AJALVIR (Madrid)
Teléfonos: [REDACTED]

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO**DIRECCIÓN:** C/ARENAL, 18 - MADRID (MADRID)**LUGAR:** CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)**FECHA :** SEP. - 2009**ACTA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

SONDEO	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2		
MUESTRA Nº	E-10304-10	E-10304-12	E-10304-13	E-10304-14	E-10304-16	E-10304-18	E-10304-20		
TIPO DE MUESTRA	INALT	ALTER	ALTER	PARAF	ALTER	PARAF	AGUA		
PROFUNDIDAD (m)	2,40 2,70	4,90 5,30	6,00 6,60	7,45 7,65	11,50 11,75	13,50 13,75	6,55		
U.S.C.S.	ML	CH	MH	CL	CL	CH			
Clasificación H.R.B.									
Índice de grupo									
Humedad natural (%)	16,8			21,4		34,6			
Densidad aparente (g/cm ³)	1,79			2,08		2,02			
Densidad seca (g/cm ³)	1,53			1,72		1,50			
Límite de retracción									
Límite líquido (%)	40,9	60,7	56,9	40,2	47,7	82,7			
Límite plástico (%)	26,0	27,1	30,4	18,7	20,2	28,1			
Índice de plasticidad (%)	14,9	33,6	26,5	21,5	27,5	54,6			
% pasa T-0,080 UNE	73,0	96,4	98,4	67,6	71,2	99,2			
% retenido T-2 UNE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0			
% retenido T-5 UNE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
% menor de 2 micras									
Compresión simple (kp/cm ²)				1,1		9,9			
Deformación (%)				3,4		0,9			
C (kp/cm ²)									
Ø (°)									
Presión de hinch. (kp/cm ²)									
Hinchamiento (%)									
LAMBE Índice (kp/cm ²)									
LAMBE Clasificación									
SO ₄ ²⁻ (ppm) / Agresividad		Negativo		Negativo					
CaCO ₃ (%)									
Baumann-Gully									
Análisis completo de agua EHE							(*)		
PROCTOR H _{óptimo} (%)									
PROCTOR γ _{máximo} (t/m ³)									
Índice C.B.R.									

EGELCO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.
C/ Tajo, 14 - Polg. Ind. "Conmar"
28864 AJALVIR (Madrid)
Teléfonos: [REDACTED]

(*) Ver página 29 de 60 del Informe

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO**DIRECCIÓN:** C/ARENAL, 18 - MADRID (MADRID)**LUGAR:** CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)**FECHA:** SEP. - 2009**ACTA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

SONDEO	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3
MUESTRA N°	E-10304-21	E-10304-22	E-10304-24	E-10304-25	E-10304-26	E-10304-27	E-10304-28	E-10304-29	E-10304-30
TIPO DE MUESTRA	INALT	ALTER	ALTER	ALTER	ALTER	PARAF	ALTER	PARAF	ALTER
PROFUNDIDAD (m)	2,40 2,85	2,85 3,42	6,00 6,59	7,95 8,20	8,90 9,50	11,40 11,65	12,00 12,58	13,70 14,00	15,00 15,40
U.S.C.S.	CL	SC	CL	SM	SW-SM	CH	CH	CH	CL
Clasificación H.R.B.									
Índice de grupo									
Humedad natural (%)	22,0					33,6		40,0	
Densidad aparente (g/cm ³)						1,93		1,77	
Densidad seca (g/cm ³)						1,44		1,26	
Límite de retracción									
Límite líquido (%)	43,4	34,7	37,0	NO	NO	72,6	53,7	81,8	39,6
Límite plástico (%)	24,6	16,5	20,7	PLÁS	PLÁS	25,6	16,0	27,3	20,5
Índice de plasticidad (%)	18,8	18,2	16,3	TICO	TICO	47,0	37,7	54,5	19,1
% pasa T-0,080 UNE	70,2	33,6	68,1	15,6	9,6	96,8	91,7	98,0	59,1
% retenido T-2 UNE	0,0	1,2	0,0	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
% retenido T-5 UNE	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
% menor de 2 micras									
Compresión simple (kp/cm ²)						2,0		0,5	
Deformación (%)						2,2		1,4	
C (kp/cm ²)									
Ø (°)									
Presión de hinch. (kp/cm ²)									
Hinchamiento (%)									
LAMBE Índice (kp/cm ²)									
LAMBE Clasificación									
SO ₄ ²⁻ (ppm) / Agresividad				Negativo		Negativo			
CaCO ₃ (%)									
Baumann-Gully									
Análisis completo de agua EHE									
PROCTOR H _{óptima} (%)									
PROCTOR γ _{máxima} (t/m ³)									
Índice C.B.R.									

EGELCO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.
C/ Tajo, 14 - Polg. Ind. "Conmar"
28864 AJALVIR (Madrid)
Teléfonos: [REDACTED]

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO**DIRECCIÓN:** C/ARENAL, 18 - MADRID (MADRID)**LUGAR:** CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)**FECHA:** SEP. -- 2009**ACTA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

SONDEO	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4		
MUESTRA N°	E-10304-31	E-10304-33	E-10304-34	E-10304-36	E-10304-37	E-10304-39	E-10304-40		
TIPO DE MUESTRA	INALT	ALTER	ALTER	ALTER	PARAF	ALTER	ALTER		
PROFUNDIDAD (m)	2,70 3,30	5,70 5,90	5,90 6,32	9,30 9,80	11,00 11,25	14,60 14,80	15,00 15,40		
U.S.C.S.	SC	SM	SM	ML	CL	CL	CL		
Clasificación H.R.B.									
Índice de grupo									
Humedad natural (%)	19,6				22,7				
Densidad aparente (g/cm ³)					2,03				
Densidad seca (g/cm ³)					1,66				
Límite de retracción									
Límite líquido (%)	35,0	NO	NO	NO	48,1	33,2	42,0		
Límite plástico (%)	19,6	PLÁS	PLÁS	PLÁS	22,5	17,8	23,0		
Índice de plasticidad (%)	15,4	TICO	TICO	TICO	25,6	15,4	19,0		
% pasa T-0,080 UNE	32,5	37,6	19,3	82,0	88,2	63,4	69,6		
% retenido T-2 UNE	22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
% retenido T-5 UNE	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
% menor de 2 micras									
Compresión simple (kp/cm ²)					3,2				
Deformación (%)					5,4				
C (kp/cm ²)									
Ø (")									
Presión de hinch. (kp/cm ²)									
Hinchamiento (%)									
LAMBE Índice (kp/cm ²)									
LAMBE Clasificación									
SO ₄ ²⁻ (ppm) / Agresividad	38321,9 FUERTE								
CaCO ₃ (%)									
Baumann-Gully	9								
Análisis completo de agua EHE									
PROCTOR H _{óptima} (%)									
PROCTOR γ _{máxima} (t/m ³)									
Índice C.B.R.									

EGELCO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.
C/ Tajo, 14 - Políg. Ind. "Conmar"
28864 AJALVIR (Madrid)
Negativo Teléfonos: [REDACTED]

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S1
 PROF. (m): 2,80 - 3,40
 MUESTRA: INALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 40,5
 LÍMITE PLÁSTICO: 20,8
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 19,7

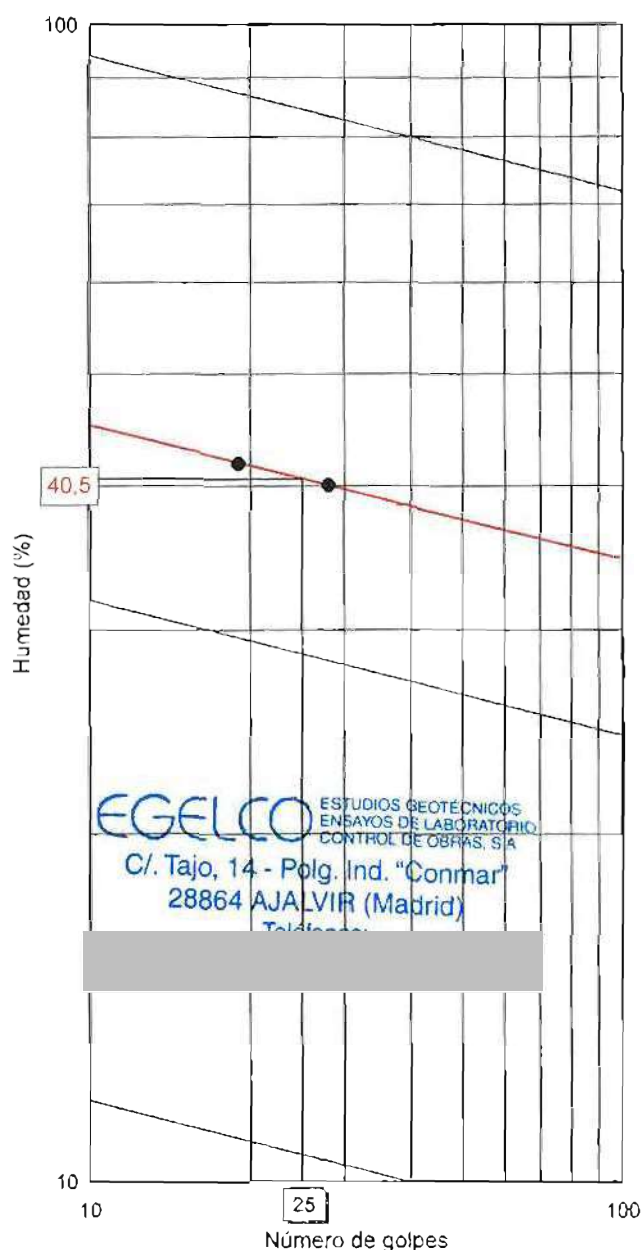
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	59	11
Golpes:	19	28
t+s+a (g):	35,52	39,08
t+s (g):	28,67	31,67
t (g):	12,29	13,17
s (g):	16,38	18,50
a (g):	6,85	7,41
Humedad (%):	41,8	40,1

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	3	1
t+s+a (g):	29,05	28,66
t+s (g):	27,67	27,18
t (g):	21,14	19,96
s (g):	6,53	7,22
a (g):	1,38	1,48
Humedad (%):	21,1	20,5



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVTR (MADRID)

HOJA Nº: 7 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S1

PROF. (m): 2,80 - 3,40

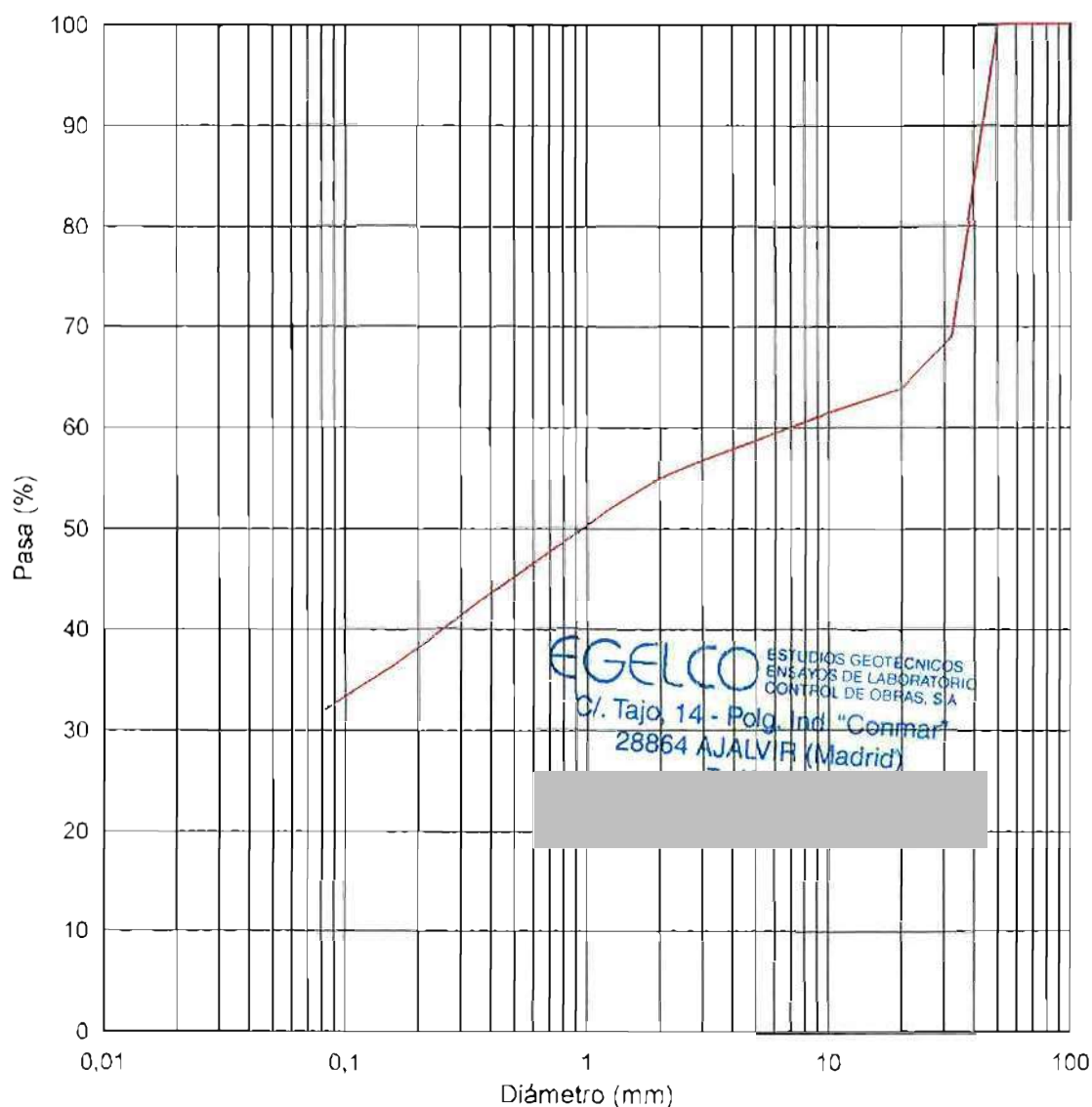
MUESTRA: INALTERADA

PASA T-0,080 (%): 31,9

RETENIDO T-2 (%): 45,0

RETENIDO T-5 (%): 41,3

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	69,0
20	63,8
10	61,5
5	58,7
3,20	57,0
2,00	55,0
1,25	52,0
0,63	46,8
0,40	43,5
0,25	39,9
0,16	36,4
0,08	31,9

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S1
 PROF. (m): 3,40 - 4,00
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 53,6
 LÍMITE PLÁSTICO: 21,1
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 32,5

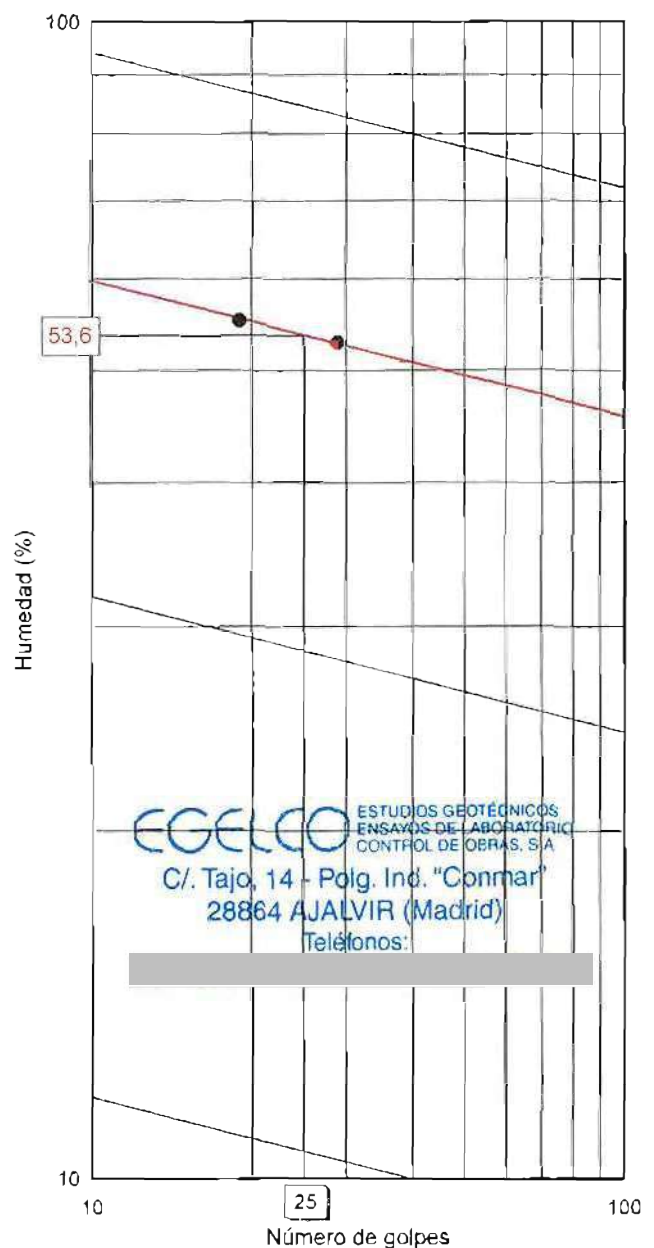
OBSERVACIONES: _____

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	8	17
Golpes:	19	29
t+s+a (g):	32,43	30,78
t+s (g):	25,83	24,50
t (g):	13,87	12,62
s (g):	11,96	11,88
a (g):	6,60	6,28
Humedad (%):	55,2	52,9

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	8	54
t+s+a (g):	26,84	29,12
t+s (g):	25,95	27,95
t (g):	21,73	22,40
s (g):	4,22	5,55
a (g):	0,89	1,17
Humedad (%):	21,1	21,1



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pgno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 9 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S1

PASA T-0,080 (%): 23,0

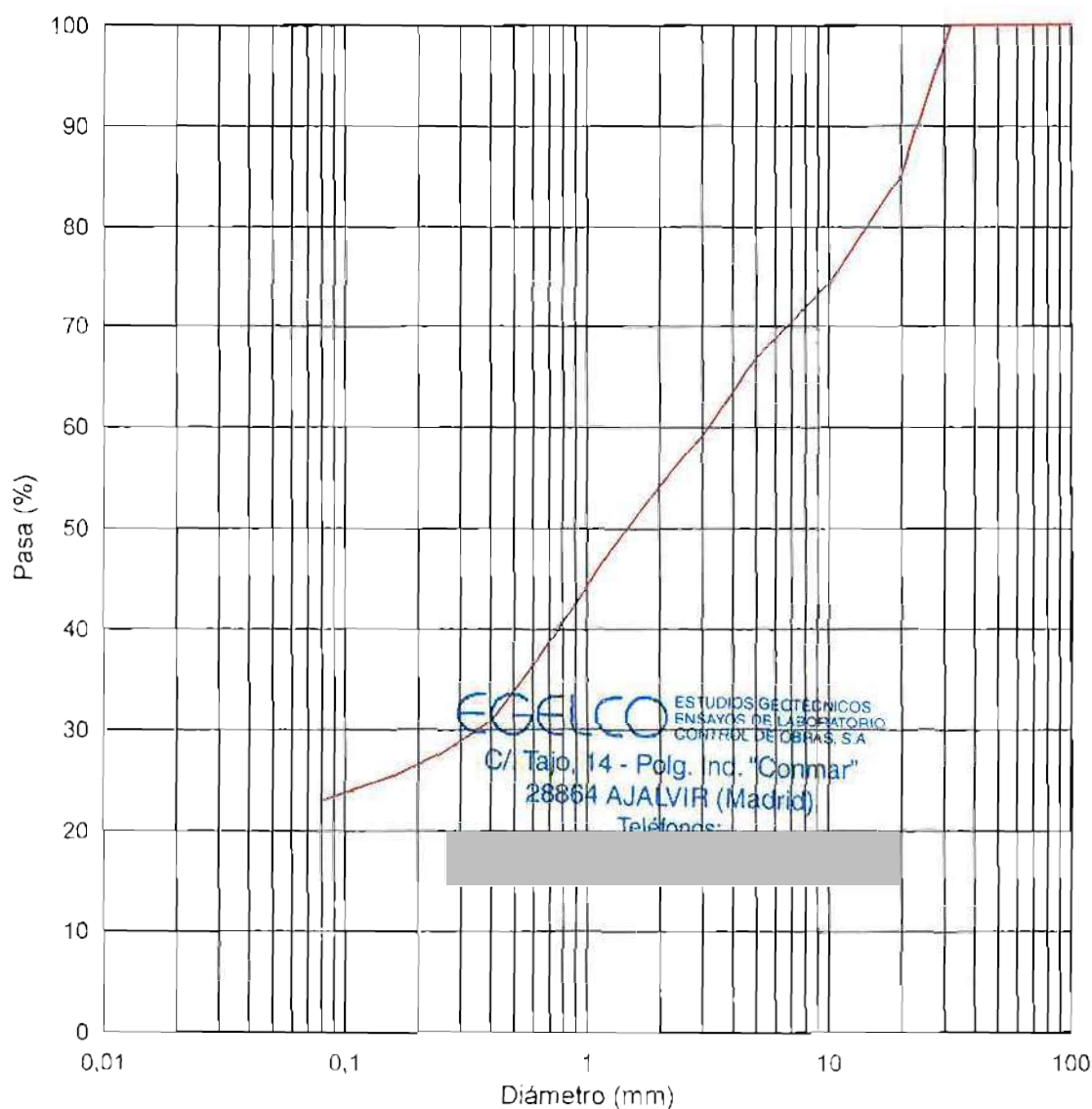
PROF. (m): 3,40 - 4,00

RETENIDO T-2 (%): 45,9

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 33,2

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	85,1
10	74,3
5	66,8
3,20	60,1
2,00	54,1
1,25	47,7
0,63	37,1
0,40	30,9
0,25	27,6
0,16	25,4
0,08	23,0

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S1

LÍMITE LÍQUIDO: 53,2

PROF. (m): 5,90 - 6,50

LÍMITE PLÁSTICO: 23,2

MUESTRA: ALTERADA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 30,0

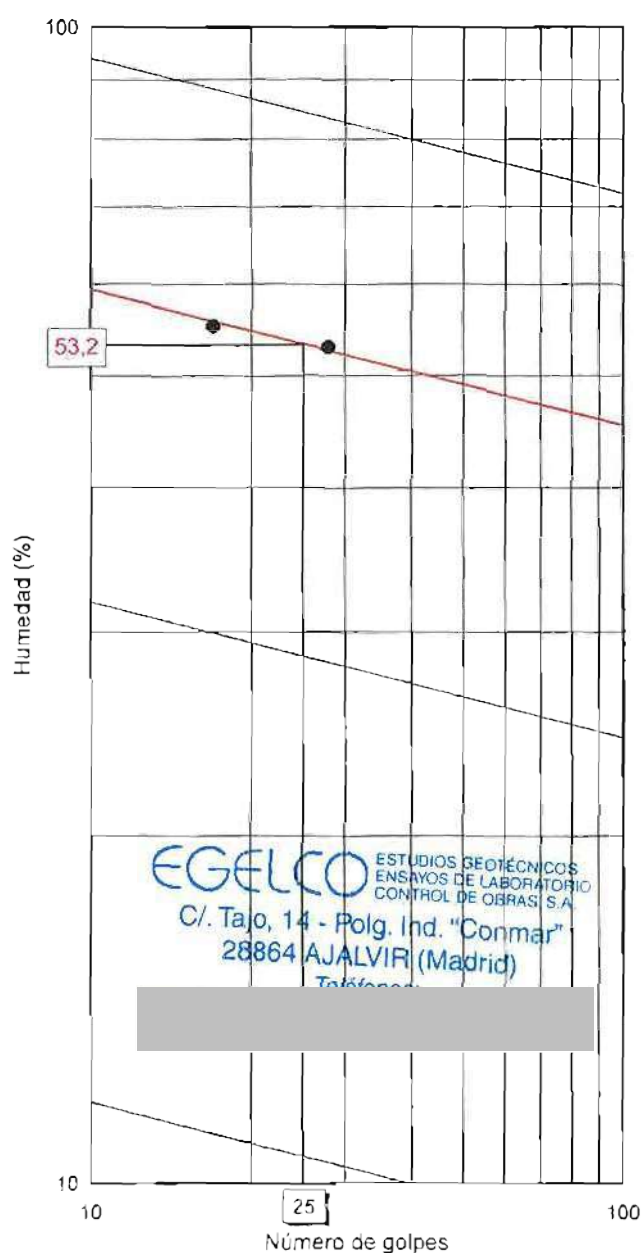
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	7	10
Golpes:	17	28
t+s+a (g):	29,92	30,17
t+s (g):	24,18	24,28
t (g):	13,78	13,16
s (g):	10,40	11,12
a (g):	5,74	5,89
Humedad (%):	55,2	53,0

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	2	37
t+s+a (g):	27,80	28,67
t+s (g):	26,65	27,25
t (g):	21,70	21,12
s (g):	4,95	6,13
a (g):	1,15	1,42
Humedad (%):	23,2	23,2



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºg. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 11 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S1

PASA T-0,080 (%): 84,0

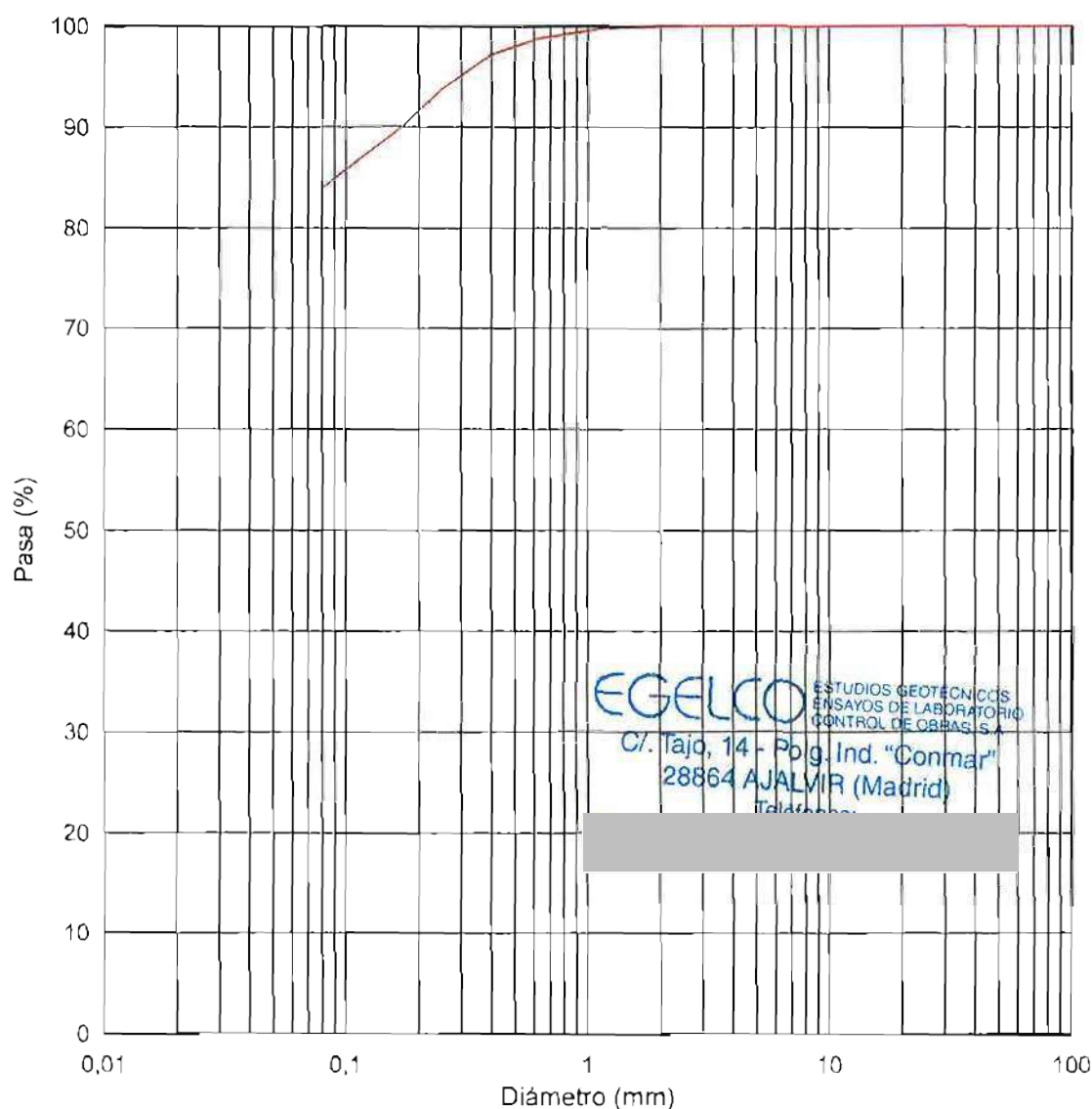
PROF. (m): 5,90 - 6,50

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,8
0,63	98,7
0,40	97,2
0,25	93,8
0,16	89,4
0,08	84,0

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S1
 PROF. (m): 11,20 - 11,40
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 65,1
 LÍMITE PLÁSTICO: 29,2
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 35,9

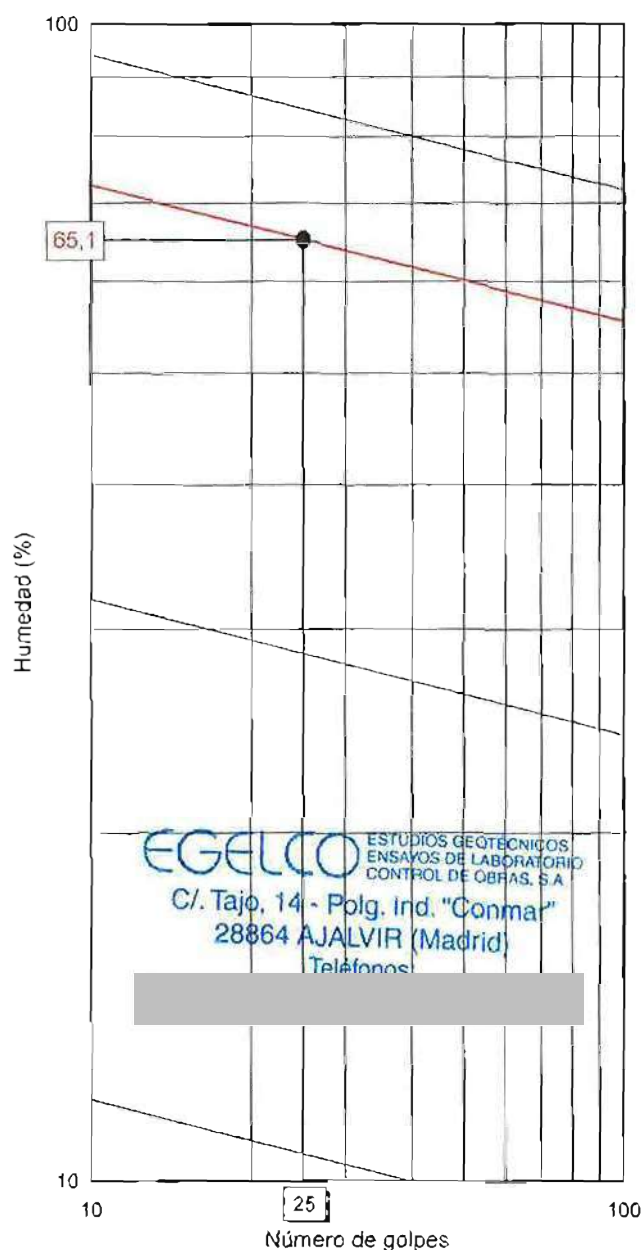
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	10	3
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	32,43	30,92
t+s (g):	24,82	23,78
t (g):	13,16	12,77
s (g):	11,66	11,01
a (g):	7,61	7,14
Humedad (%):	65,3	64,9

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	79	25
t+s+a (g):	24,24	26,54
t+s (g):	23,28	25,02
t (g):	19,93	19,92
s (g):	3,35	5,10
a (g):	0,96	1,52
Humedad (%):	28,7	29,8



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 13 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S1

PASA T-0,080 (%): 94,5

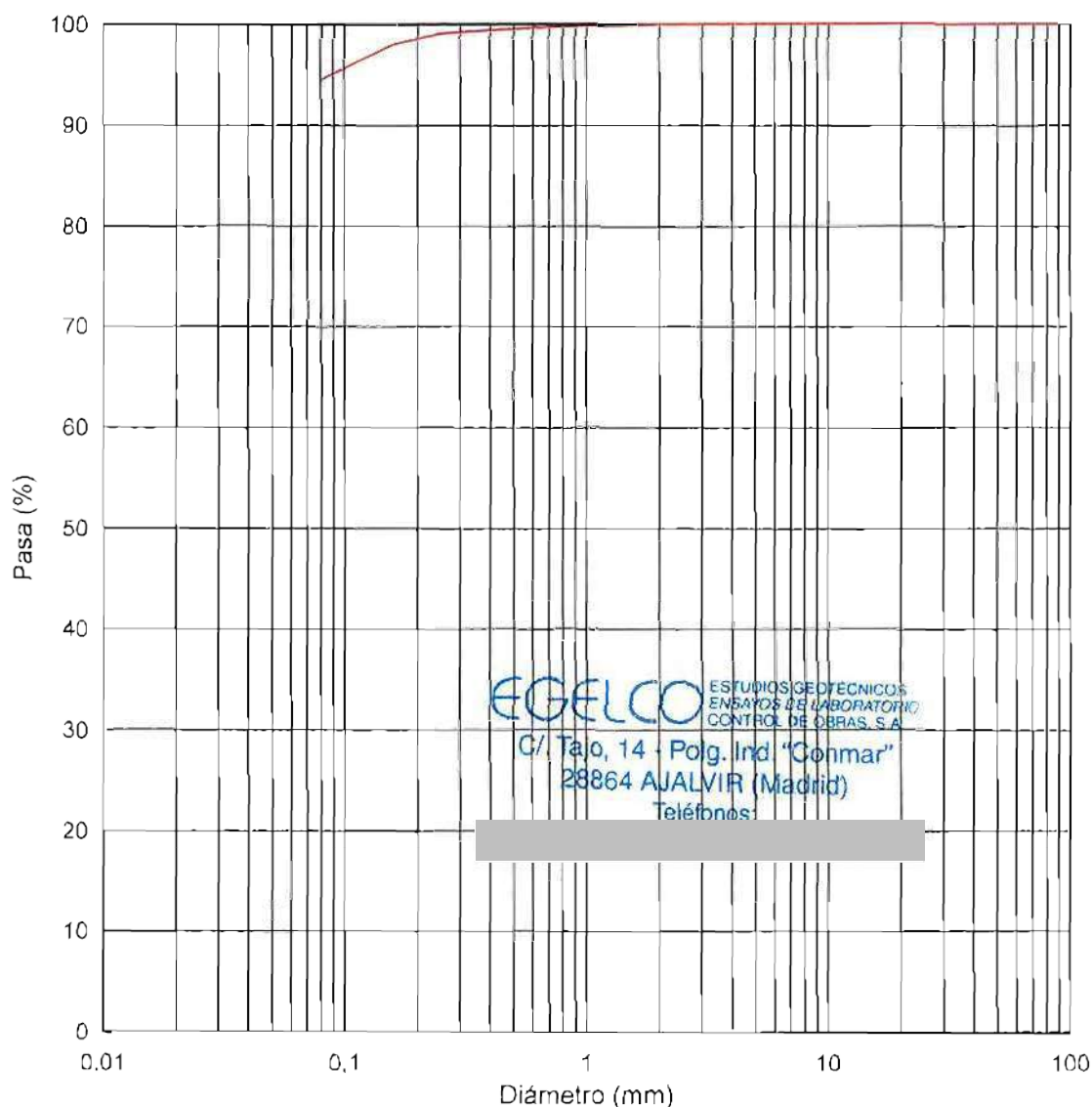
PROF. (m): 11,20 - 11,40

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,8
0,63	99,6
0,40	99,4
0,25	99,0
0,16	98,0
0,08	94,5

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: **S2**
 PROF. (m): **2,40 - 2,70**
 MUESTRA: **INALTERADA**

LÍMITE LÍQUIDO: **40,9**
 LÍMITE PLÁSTICO: **26,0**
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **14,9**

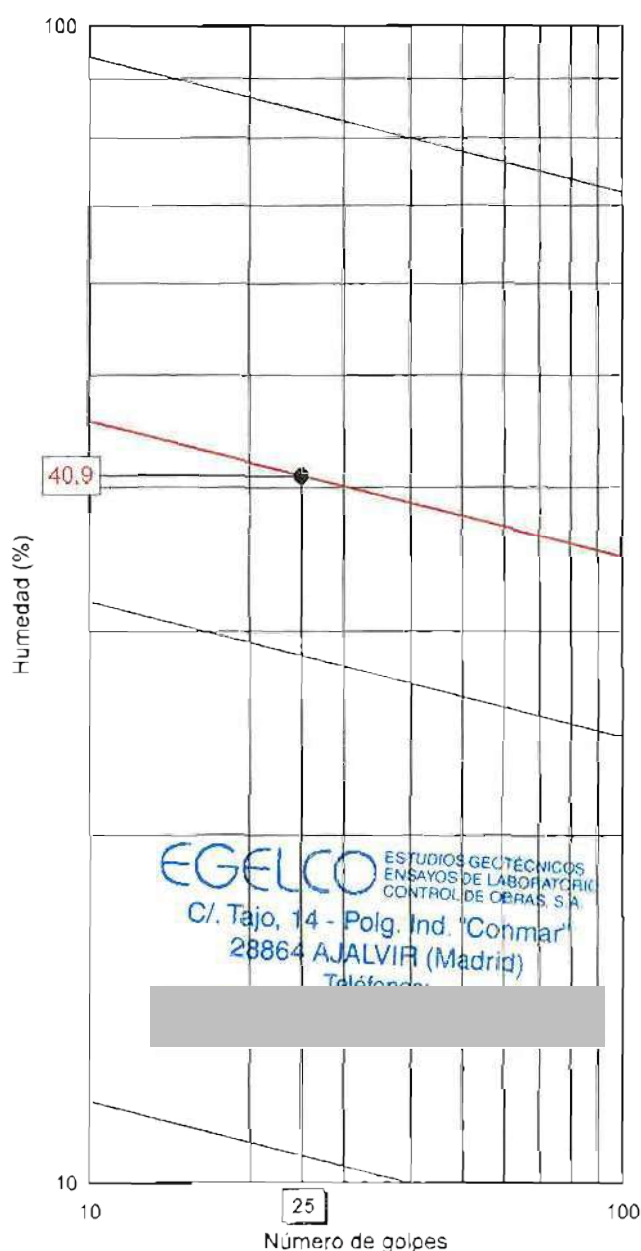
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	27	7
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	33,22	35,09
t+s (g):	27,25	28,91
t (g):	12,69	13,78
s (g):	14,56	15,13
a (g):	5,97	6,18
Humedad (%):	41,0	40,8

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	49	62
t+s+a (g):	31,98	30,50
t+s (g):	30,10	28,94
t (g):	22,90	22,92
s (g):	7,20	6,02
a (g):	1,88	1,56
Humedad (%):	26,1	25,9



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pño. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 15 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PASA T-0,080 (%): 73,0

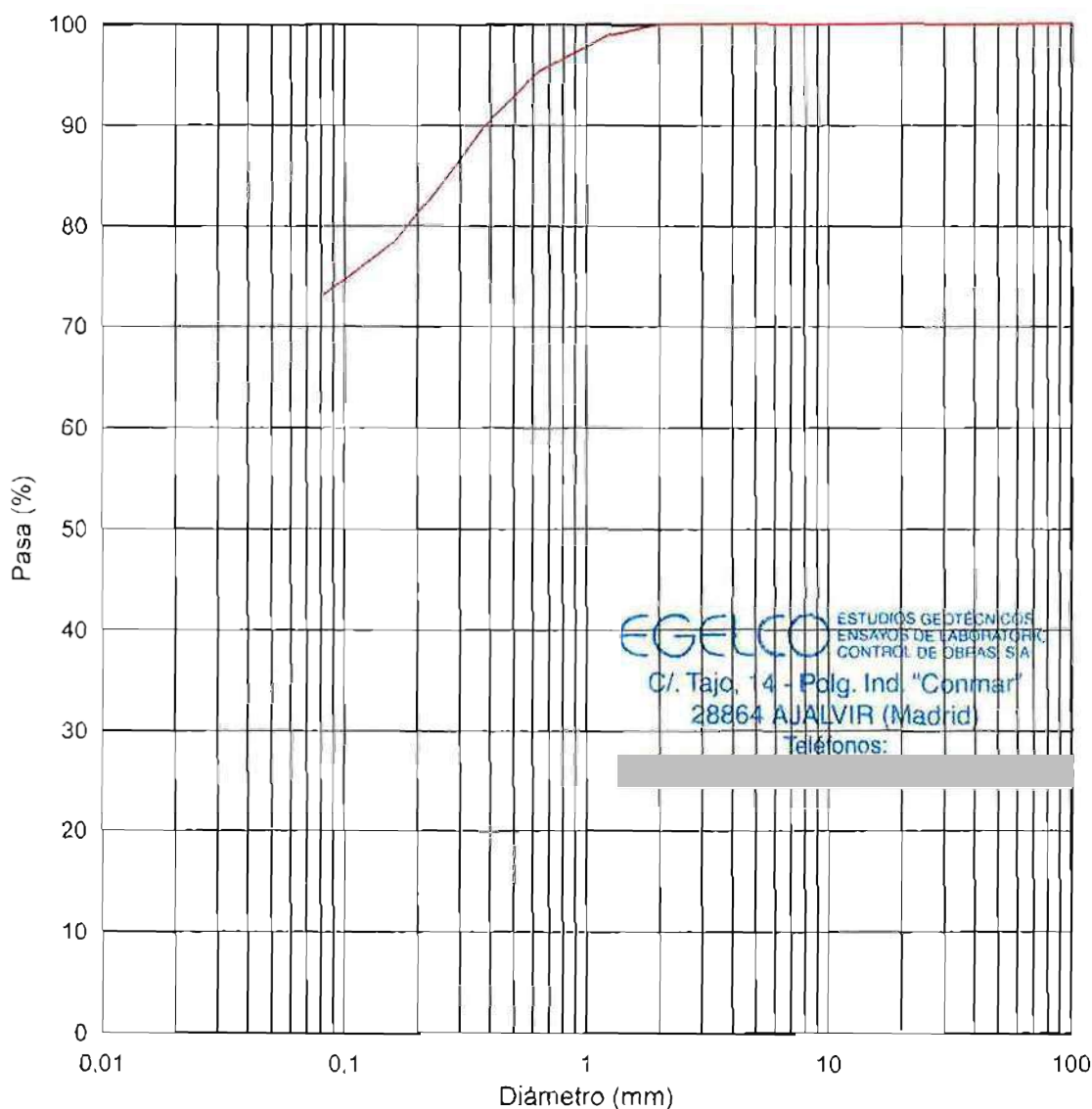
PROF. (m): 2,40 - 2,70

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: INALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	98,9
0,63	95,2
0,40	90,7
0,25	84,0
0,16	78,4
0,08	73,0

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO NORMA: UNE 103-401
DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO FECHA: SEP. - 2009

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

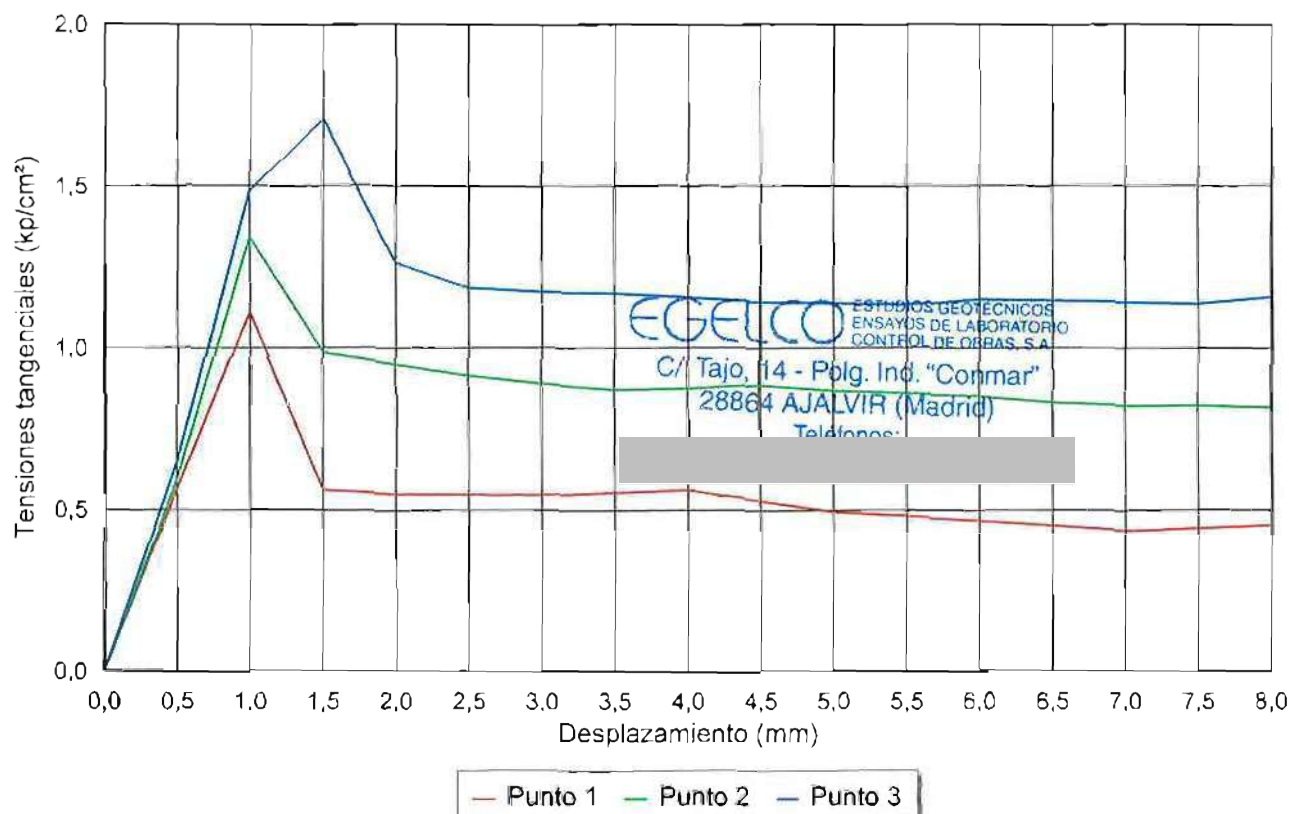
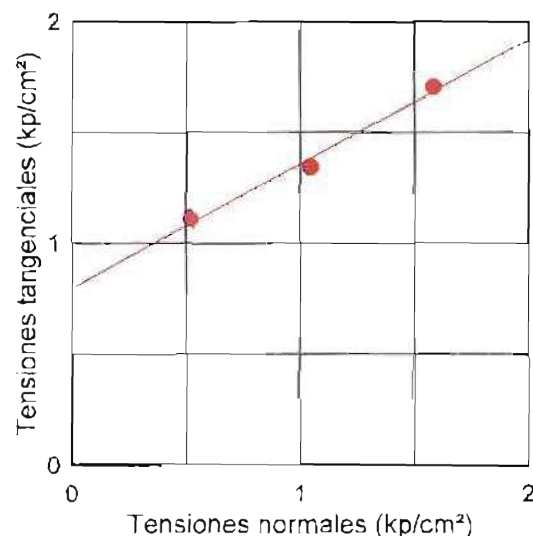
SONDEO: S2
PROF. (m): 2,40 - 2,70
MUESTRA: INALTERADA

COHESIÓN (kp/cm^2): 0,80
ÁNGULO ROZAMIENTO ($^\circ$): 29,2

	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm^2):	0,52	1,04	1,59
TENSIÓN TANGENCIAL:	1,11	1,34	1,71
HUMEDAD INICIAL (%):	18,3	16,4	15,8
HUMEDAD FINAL (%):	17,8	16,6	15,5
DENSIDAD SECA (g/cm^3):	1,51	1,53	1,56
VELOCIDAD (mm/min.):	0,60	0,60	0,60
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50,00	50,00	50,00

TIPO DE ENSAYO : CONSOLIDADO Y SIN DRENAJE

OBSERVACIONES: _____



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S2

LÍMITE LÍQUIDO: 60,7

PROF. (m): 4,90 - 5,30

LÍMITE PLÁSTICO: 27,1

MUESTRA: ALTERADA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 33,6

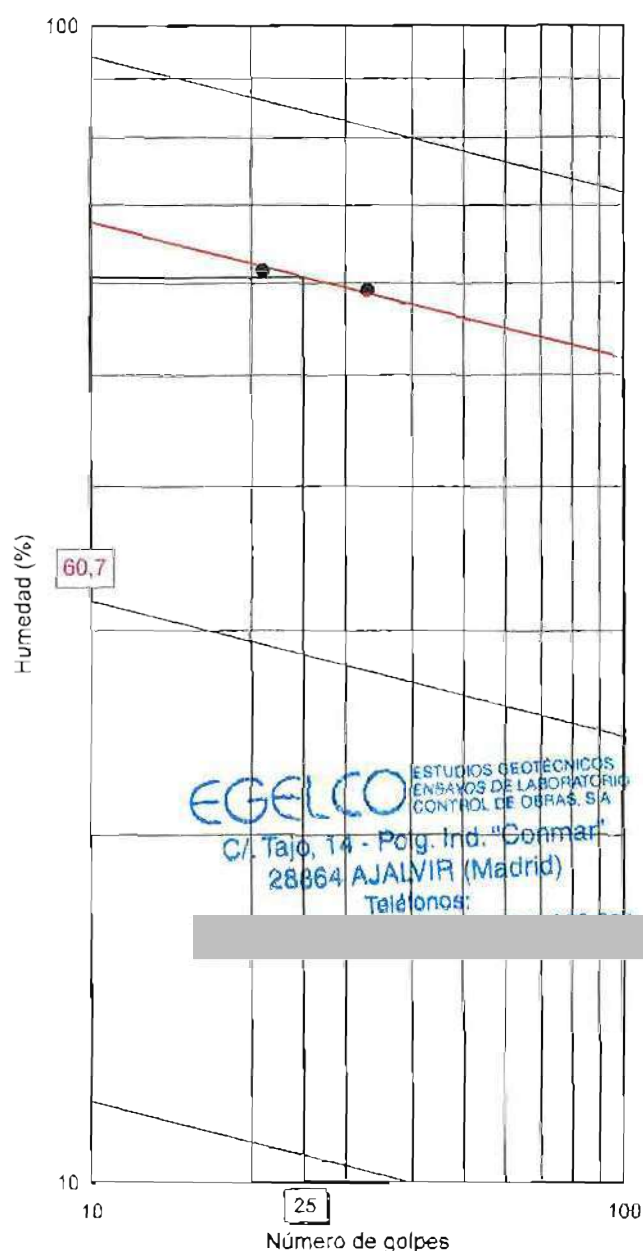
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	37	13
Golpes:	21	33
t+s+a (g):	36,92	37,06
t+s (g):	27,33	27,97
t (g):	11,73	12,61
s (g):	15,60	15,36
a (g):	9,59	9,09
Humedad (%):	61,5	59,2

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	61	39
t+s+a (g):	27,28	30,01
t+s (g):	25,93	28,10
t (g):	20,94	21,06
s (g):	4,99	7,04
a (g):	1,35	1,91
Humedad (%):	27,1	27,1



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVER (MADRID)

HOJA Nº: 18 de 60

Tel.:

e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PASA T-0,080 (%): 96,4

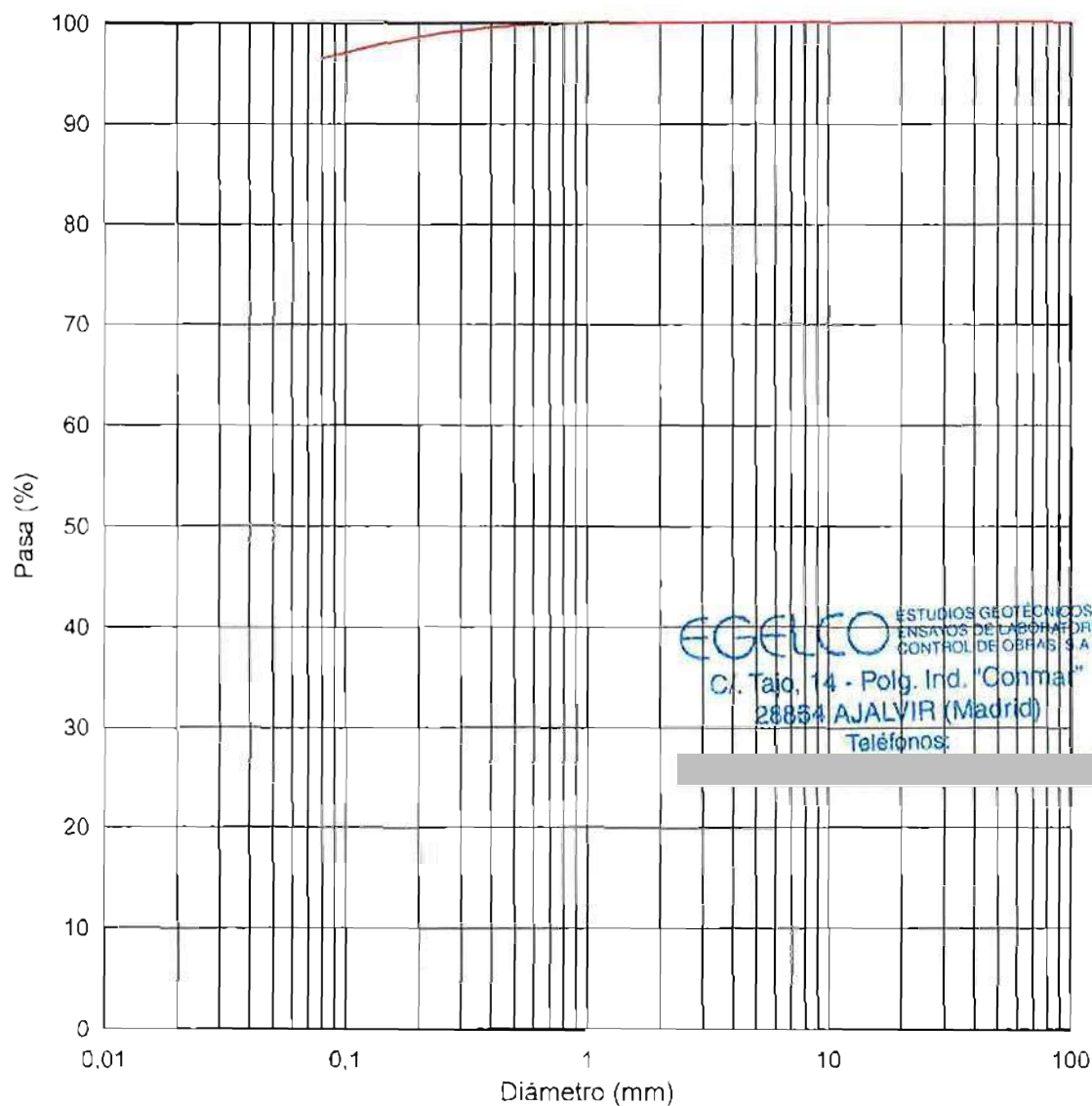
PROF. (m): 4,90 - 5,30

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES:



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,8
0,40	99,5
0,25	99,0
0,16	98,1
0,08	96,4

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S2

LÍMITE LÍQUIDO: 56,9

PROF. (m): 6,00 - 6,60

LÍMITE PLÁSTICO: 30,4

MUESTRA: ALTERADA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 26,5

OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara: 21 14

Golpes: 18 28

t+s+a (g): 34,67 34,55

t+s (g): 26,42 26,65

t (g): 12,43 12,61

s (g): 13,99 14,04

a (g): 8,25 7,90

Humedad (%): 59,0 56,3

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara: 13 52

t+s+a (g): 27,88 30,01

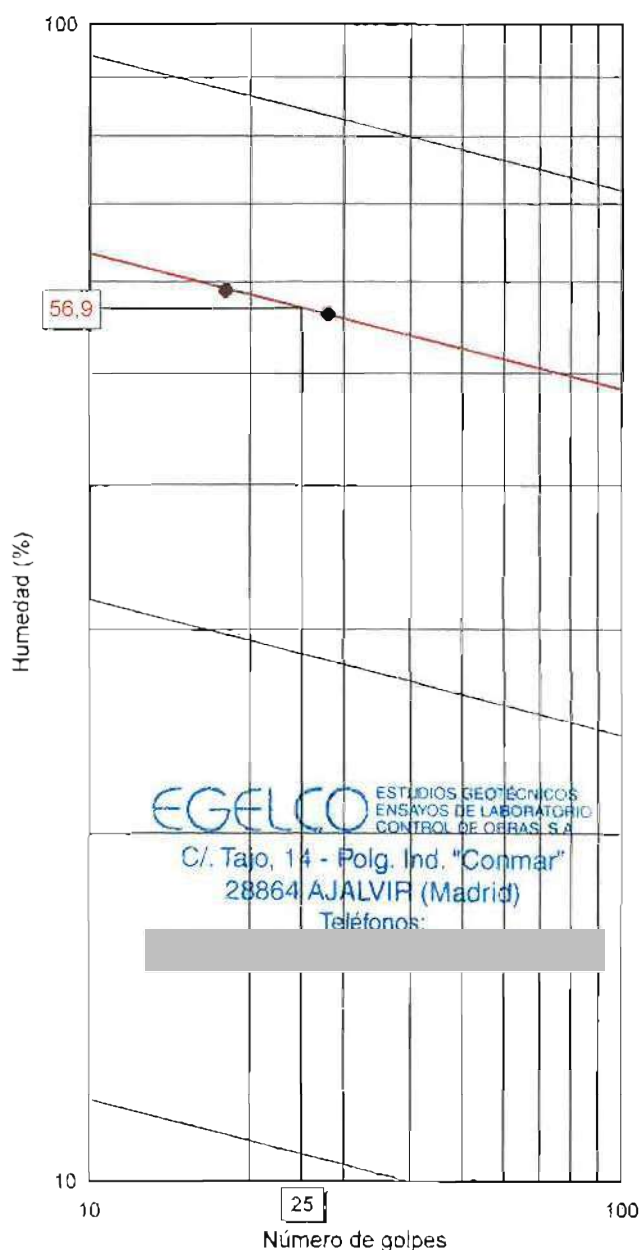
t+s (g): 26,47 28,28

t (g): 21,80 22,61

s (g): 4,67 5,67

a (g): 1,41 1,73

Humedad (%): 30,2 30,5



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTI.07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 20 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PASA T-0,080 (%): 98,4

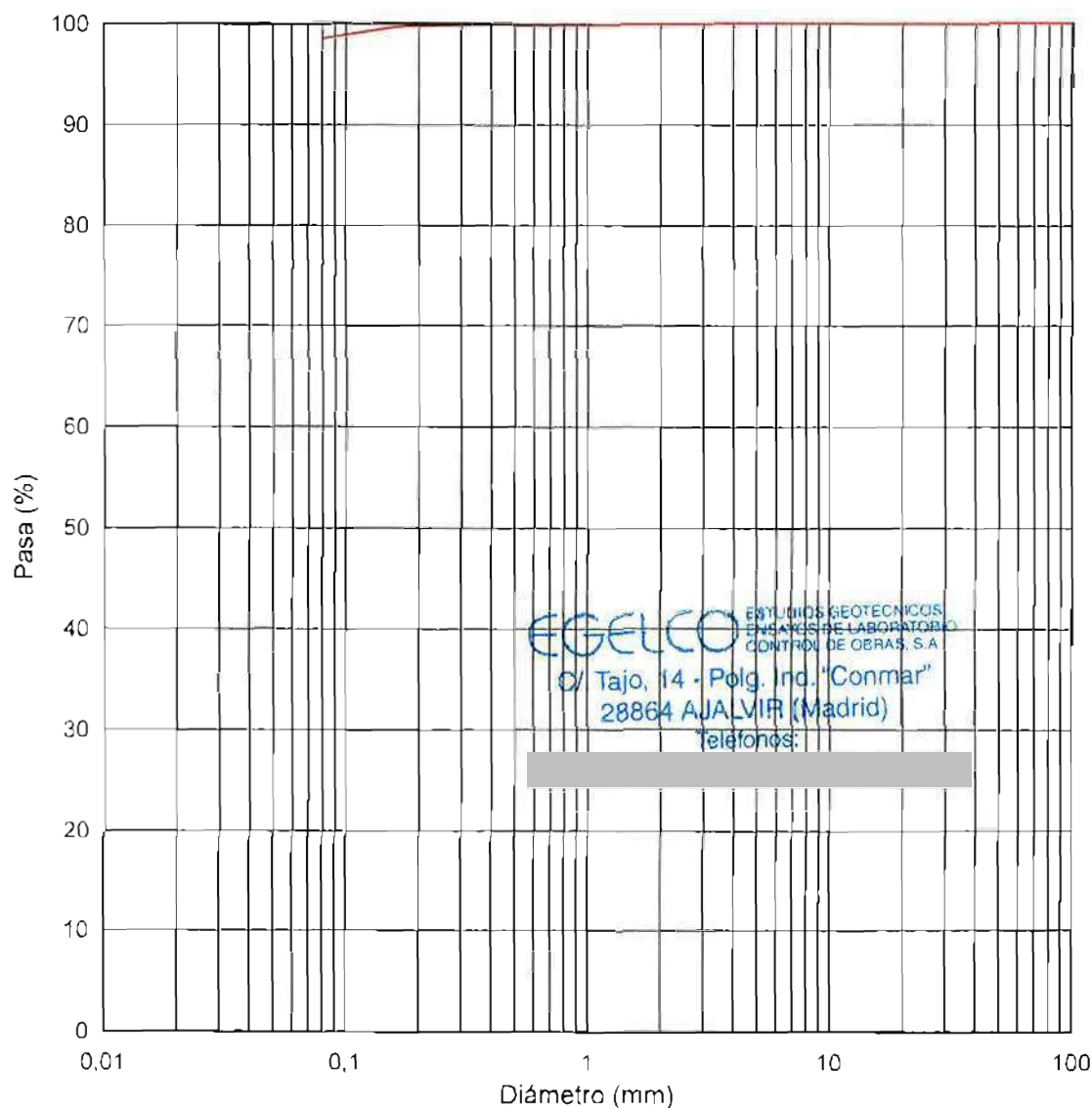
PROF. (m): 6,00 - 6,60

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,9
0,40	99,8
0,25	99,7
0,16	99,6
0,08	98,4

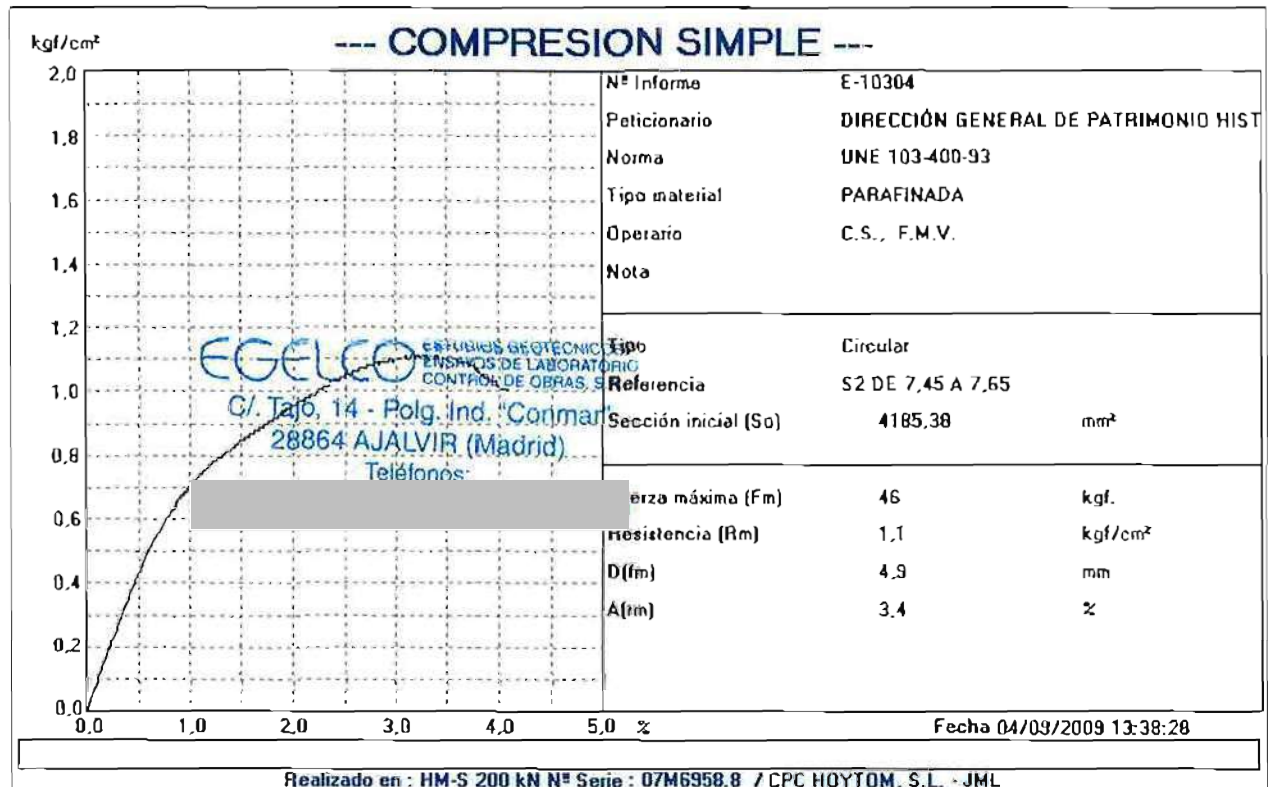
CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
DIRECCIÓN: C/ARENAL 18, (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA : SEP. - 2009

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

SONDEO: S2
PROF. (m): 7,45 - 7,65
MUESTRA: PARAFINADA

HUMEDAD: 21,4
DENSIDAD HUM.: 2,08
DENSIDAD SECA: 1,72



FOTOGRAFÍA



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S2
 PROF. (m): 7,45 - 7,65
 MUESTRA: PARAFINADA

LÍMITE LÍQUIDO: 40,2
 LÍMITE PLÁSTICO: 18,7
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 21,5

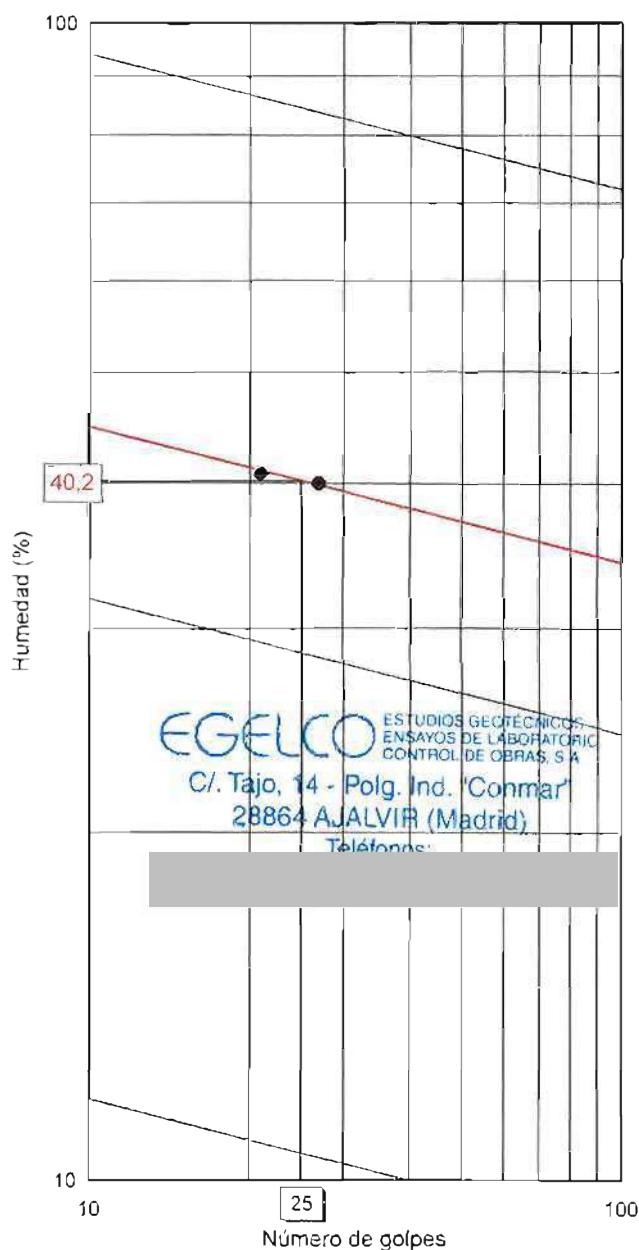
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	12	20
Golpes:	21	27
t+s+a (g):	36,85	38,27
t+s (g):	29,80	30,89
t (g):	12,53	12,44
s (g):	17,27	18,45
a (g):	7,05	7,38
Humedad (%):	40,8	40,0

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	34	38
t+s+a (g):	27,76	29,40
t+s (g):	26,54	28,13
t (g):	19,96	21,38
s (g):	6,58	6,75
a (g):	1,22	1,27
Humedad (%):	18,5	18,8



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pño. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 23 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PASA T-0,080 (%): 67,6

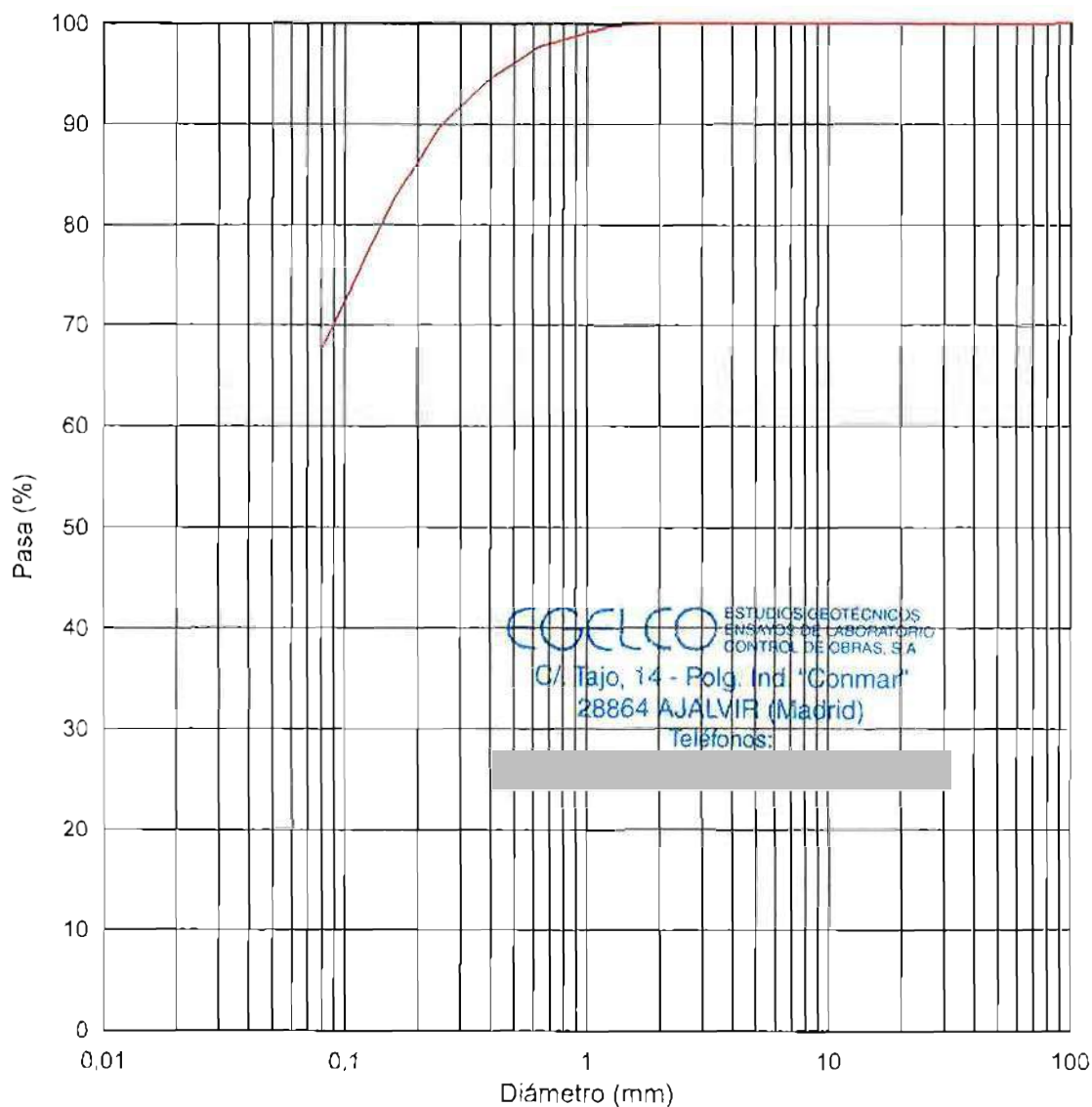
PROF. (m): 7,45 - 7,65

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: PARAFINADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,7
0,63	97,6
0,40	94,5
0,25	89,9
0,16	82,5
0,08	67,6

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S2

LÍMITE LÍQUIDO: 47,7

PROF. (m): 11,50 - 11,75

LÍMITE PLÁSTICO: 20,2

MUESTRA: ALTERADA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 27,5

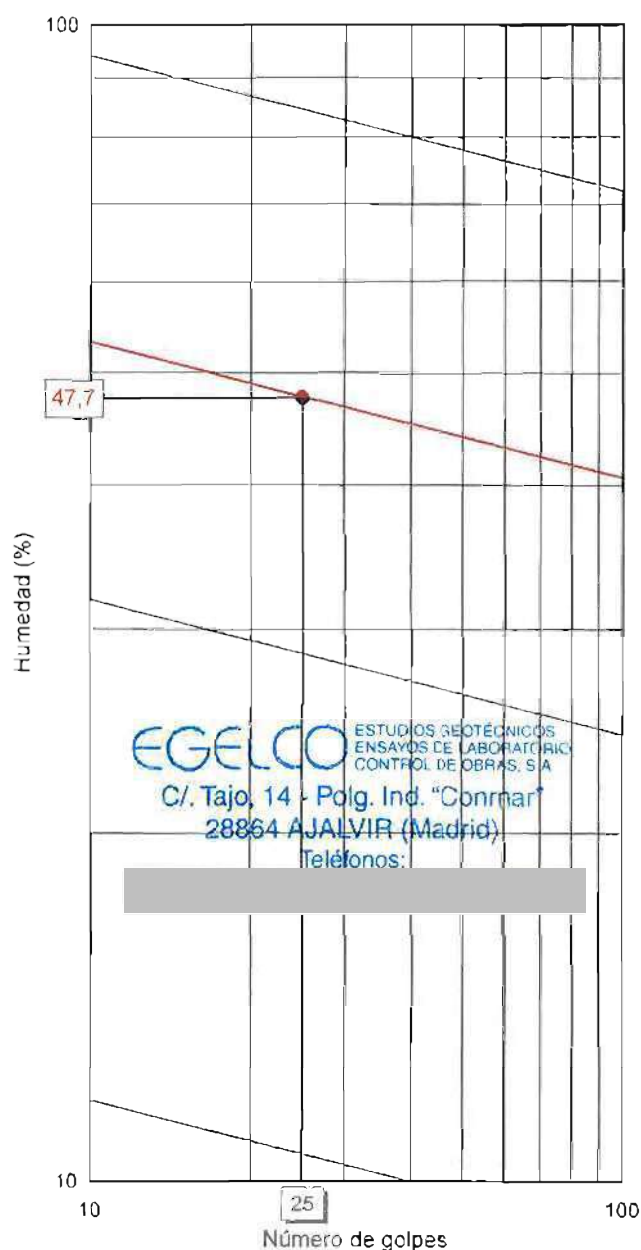
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	3	12
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	33,67	29,67
t+s (g):	26,92	24,14
t (g):	12,77	12,53
s (g):	14,15	11,61
a (g):	6,75	5,53
Humedad (%):	47,7	47,6

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	30	53
t+s+a (g):	29,25	28,45
t+s (g):	28,16	27,29
t (g):	22,83	21,50
s (g):	5,33	5,79
a (g):	1,09	1,16
Humedad (%):	20,5	20,0



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºmo. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 25 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PASA T-0,080 (%): 71,2

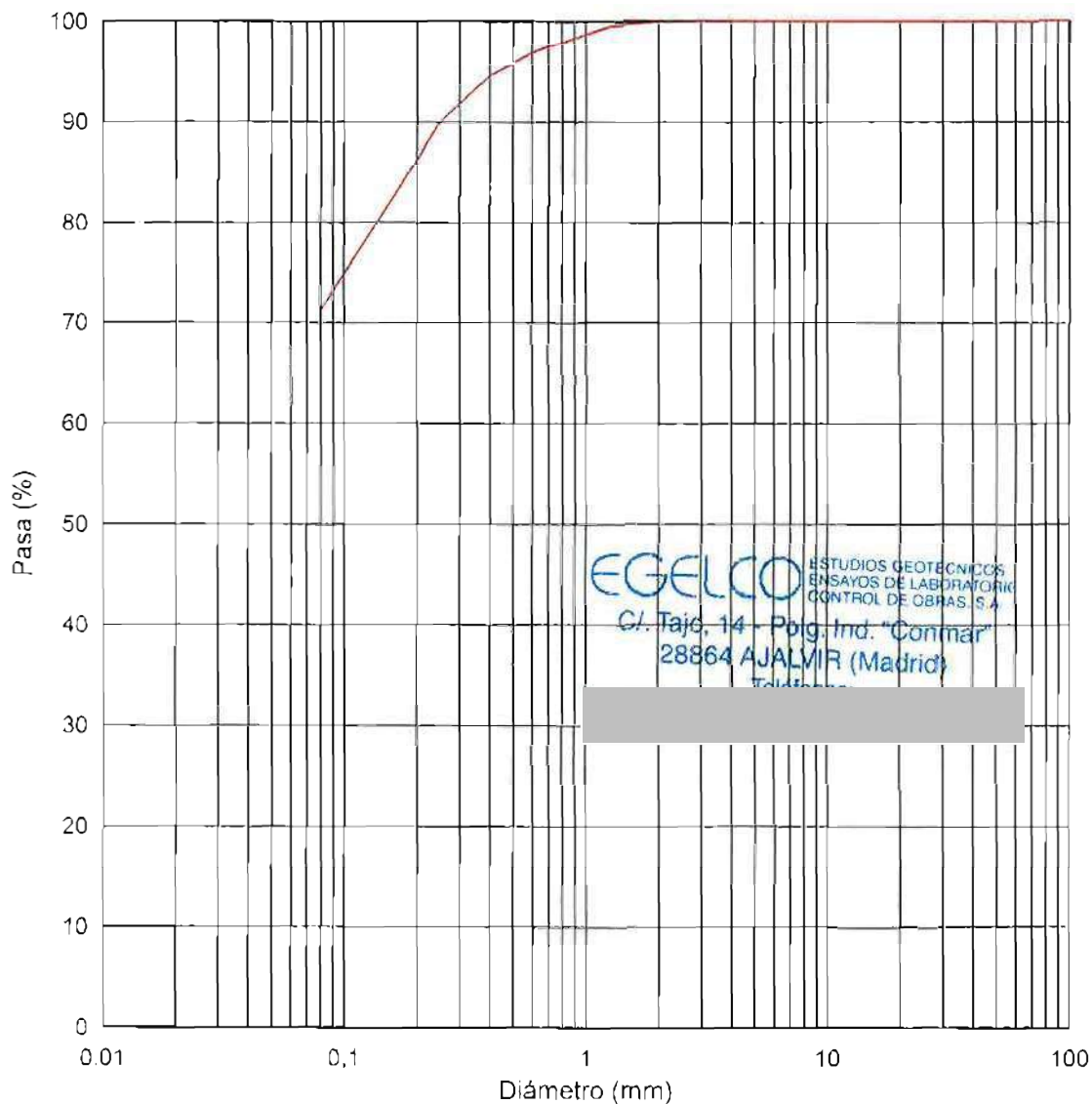
PROF. (m): 11,50 - 11,75

RETENIDO T-2 (%): 0,1

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	99,9
1,25	99,5
0,63	97,0
0,40	94,5
0,25	90,0
0,16	82,4
0,08	71,2

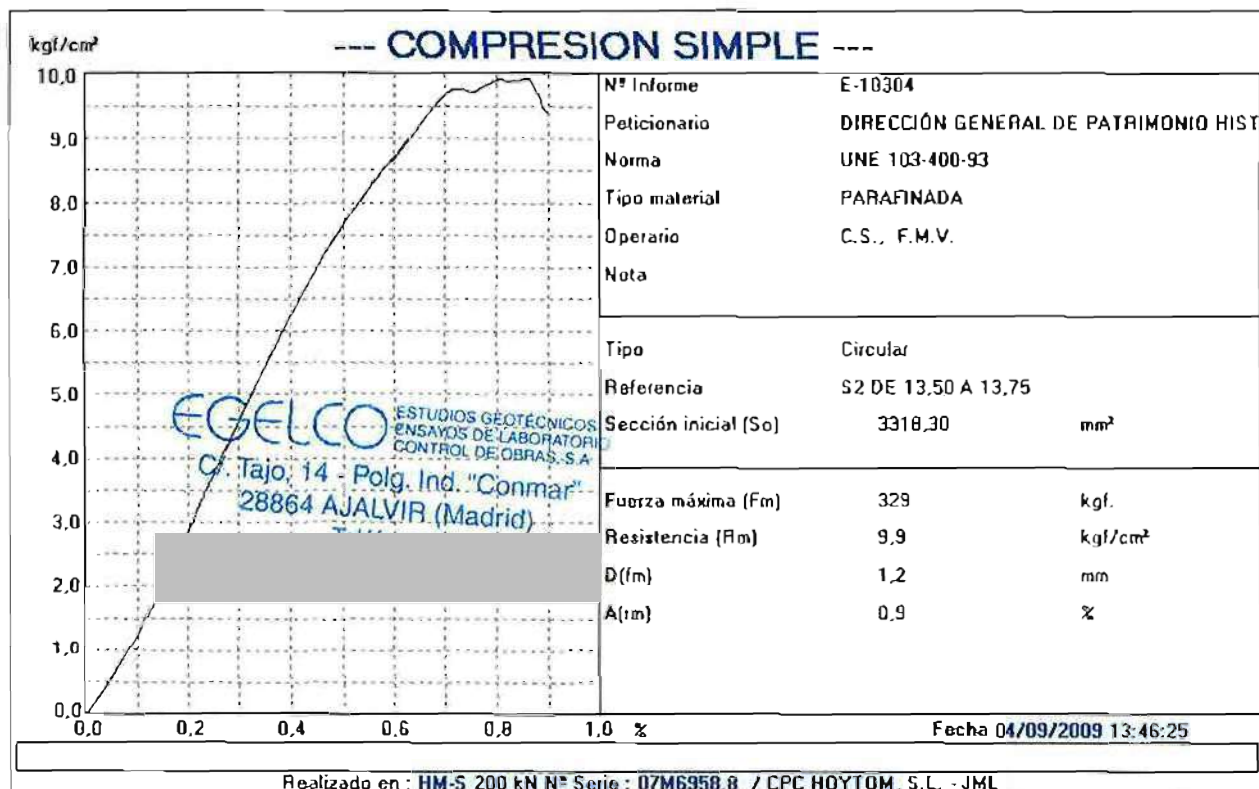
CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
DIRECCIÓN: C/ARENAL 18, (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA : SEP. - 2009

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

SONDEO: S2
PROF. (m): 13,50 – 13,75
MUESTRA: PARAFINADA

HUMEDAD: 34,6
DENSIDAD HUM.: 2,02
DENSIDAD SECA: 1,50



FOTOGRAFÍA



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S2
 PROF. (m): 13,50 - 13,75
 MUESTRA: PARAFINADA

LÍMITE LÍQUIDO: 82,7
 LÍMITE PLÁSTICO: 28,1
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 54,6

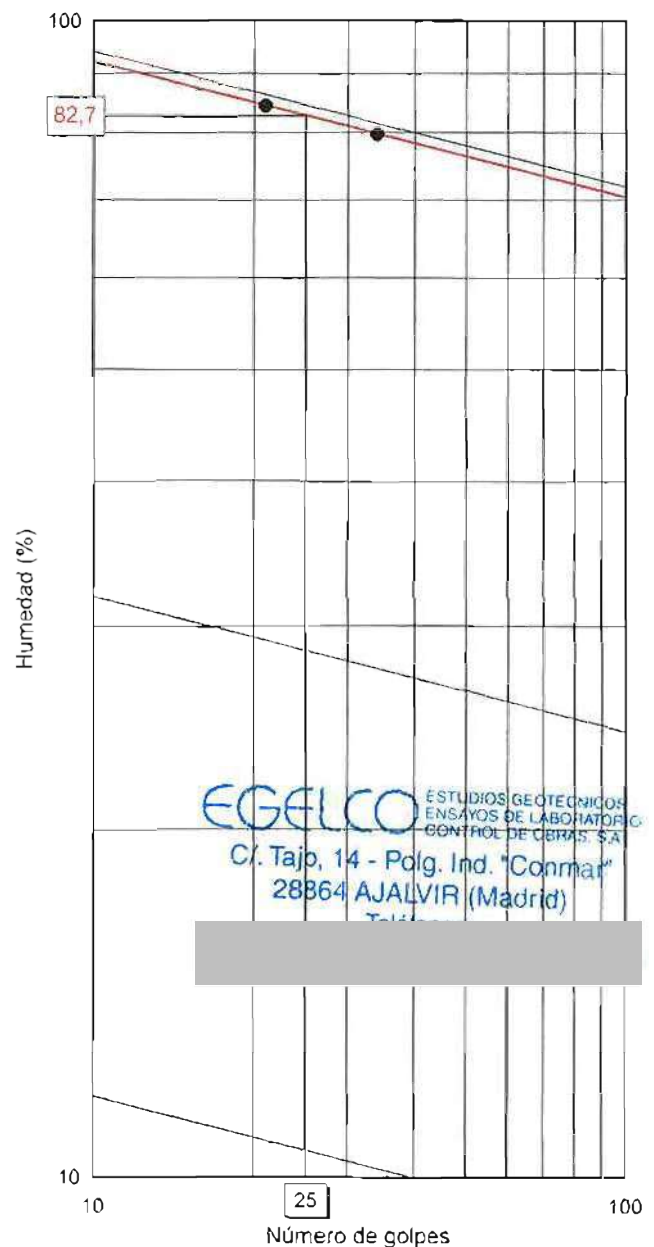
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	15	9
Golpes:	21	34
t+s+a (g):	34,42	31,98
t+s (g):	24,69	23,25
t (g):	13,16	12,31
s (g):	11,53	10,94
a (g):	9,73	8,73
Humedad (%):	84,4	79,8

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	7	10
t+s+a (g):	30,35	26,54
t+s (g):	28,60	25,40
t (g):	22,47	21,29
s (g):	6,13	4,11
a (g):	1,75	1,14
Humedad (%):	28,5	27,7



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 28 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S2

PROF. (m): 13,50 - 13,75

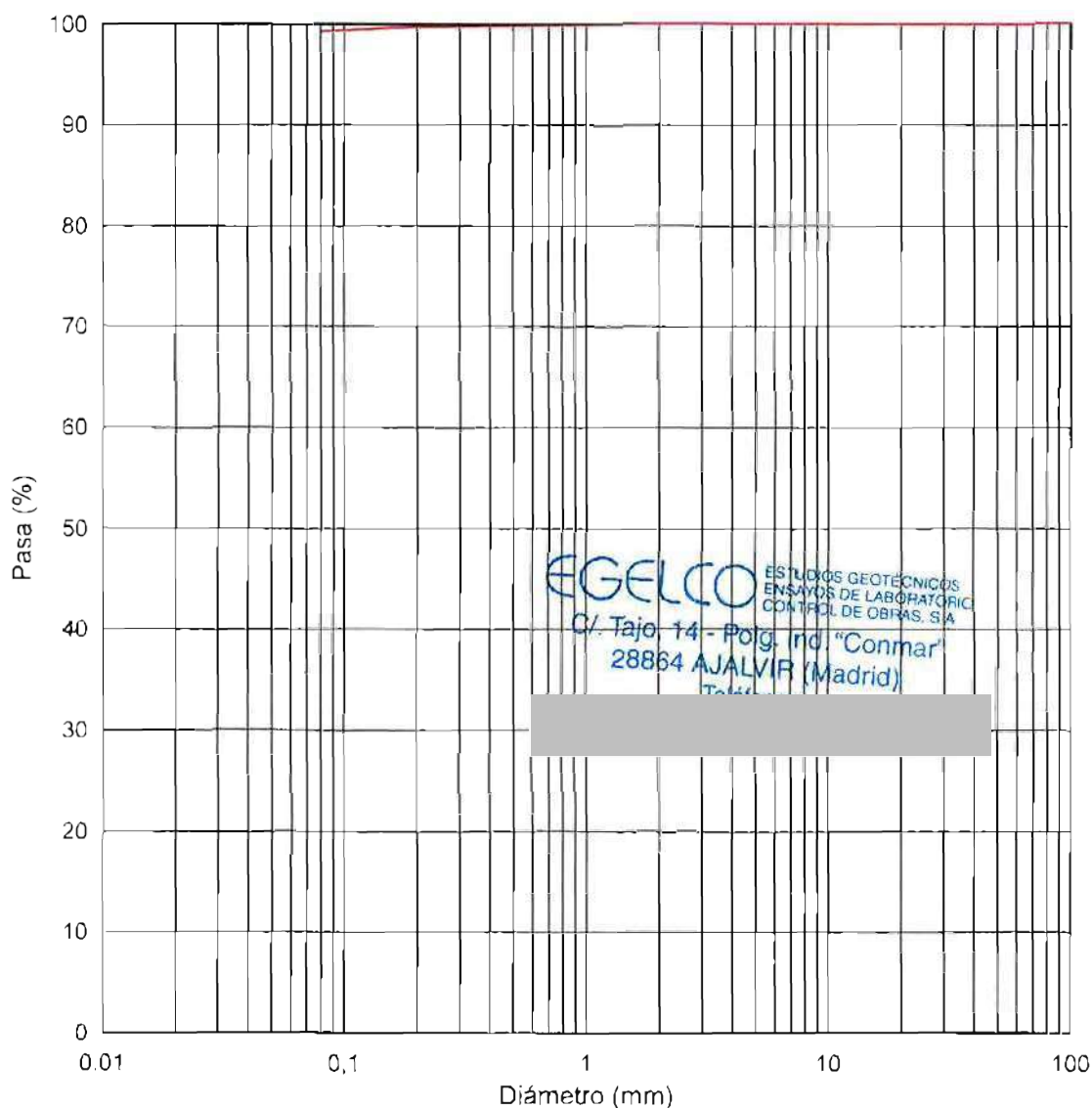
MUESTRA: PARAFINADA

PASA T-0,080 (%): 99,2

RETENIDO T-2 (%): 0,0

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,9
0,40	99,8
0,25	99,7
0,16	99,6
0,08	99,2

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: ANEJO 5 EHE

DIRECCIÓN: C/ARENAL, 18 - MADRID

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID) FECHA: OCT. - 2009

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA AGRESIVIDAD DE AGUAS AL HORMIGÓN
ANEJO 5 DE LA EHE**

SONDEO:	S-2
PROFUNDIDAD:	6,55 m

PARÁMETROS	RESULTADOS	Grado de agresividad		
		Débil	Media	Fuerte
Apariencia	Transparente			
Olor	Inodoro			
pH a 20° C	7,5	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	< 4,5
Residuo seco a 110 °C (mg/l)	1867,0	75 - 150	50 - 75	< 50
Sulfatos (SO_4^{2-}) (mg/l)	709,3	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Magnesio (Mg^{2+}) (mg/l)	142,5	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
CO ₂ libre (mg/l)	13,2	15 - 40	40 - 100	> 100
Amonio (NH_4^+) (mg/l)	1,2	15 - 30	30 - 60	> 60

RESULTADO: EL AGUA ES DE AGRESIVIDAD MEDIA, POR SULFATOS.

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103

NORMA LP: UNE 103-104

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
PROF. (m): 2,40 - 2,85
MUESTRA: INALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 43,4
LÍMITE PLÁSTICO: 24,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 18,8

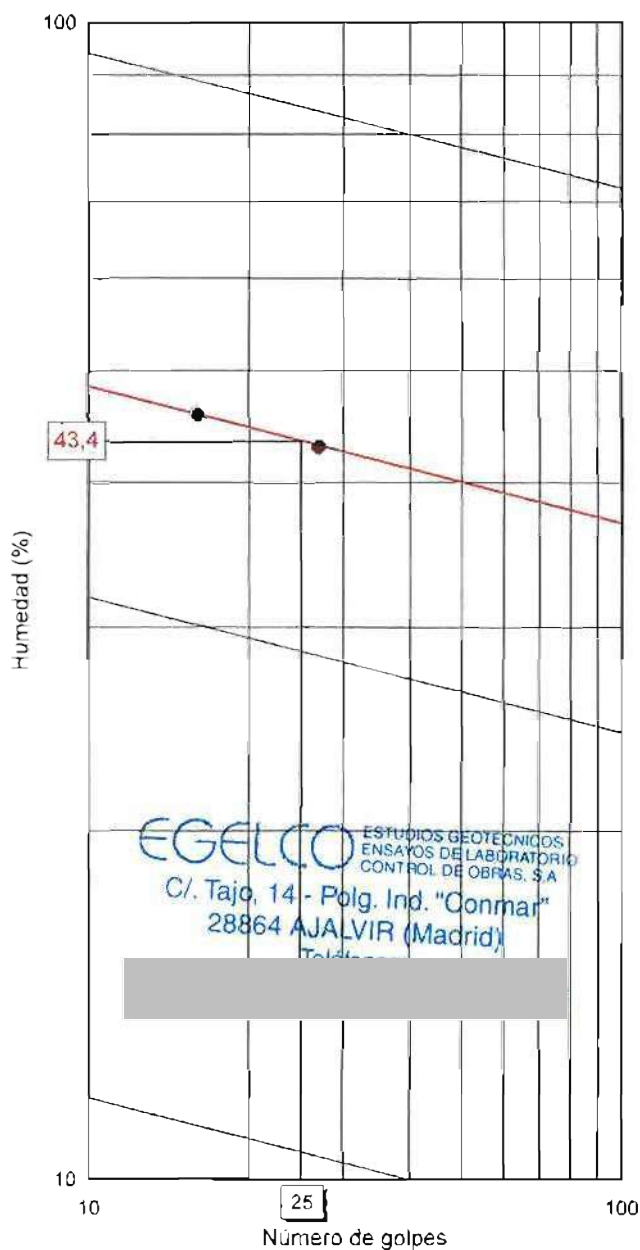
OBSERVACIONES: _____

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	47	8
Golpes:	16	27
t+s+a (g):	33,39	38,80
t+s (g):	26,75	31,32
t (g):	12,26	13,87
s (g):	14,49	17,45
a (g):	6,64	7,48
Humedad (%):	45,8	42,9

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	18	29
t+s+a (g):	30,10	28,22
t+s (g):	28,58	26,58
t (g):	22,37	19,94
s (g):	6,21	6,64
a (g):	1,52	1,64
Humedad (%):	24,5	24,7



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 31 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PASA T-0,080 (%): 70,2

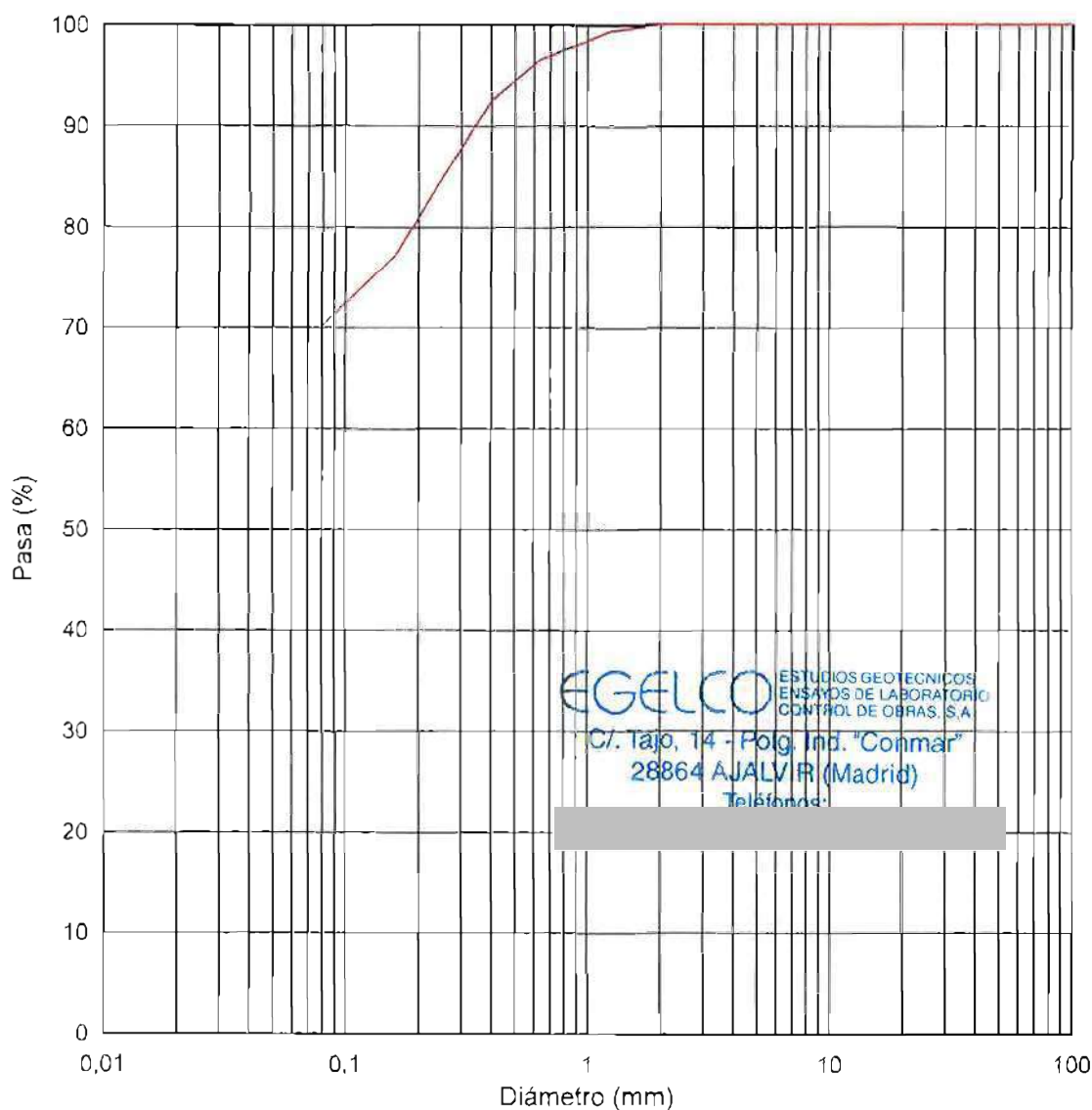
PROF. (m): 2,40 - 2,85

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: INALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,4
0,63	96,5
0,40	92,5
0,25	84,8
0,16	77,1
0,08	70,2

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 2,85 - 3,42
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 34,7
 LÍMITE PLÁSTICO: 16,5
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 18,2

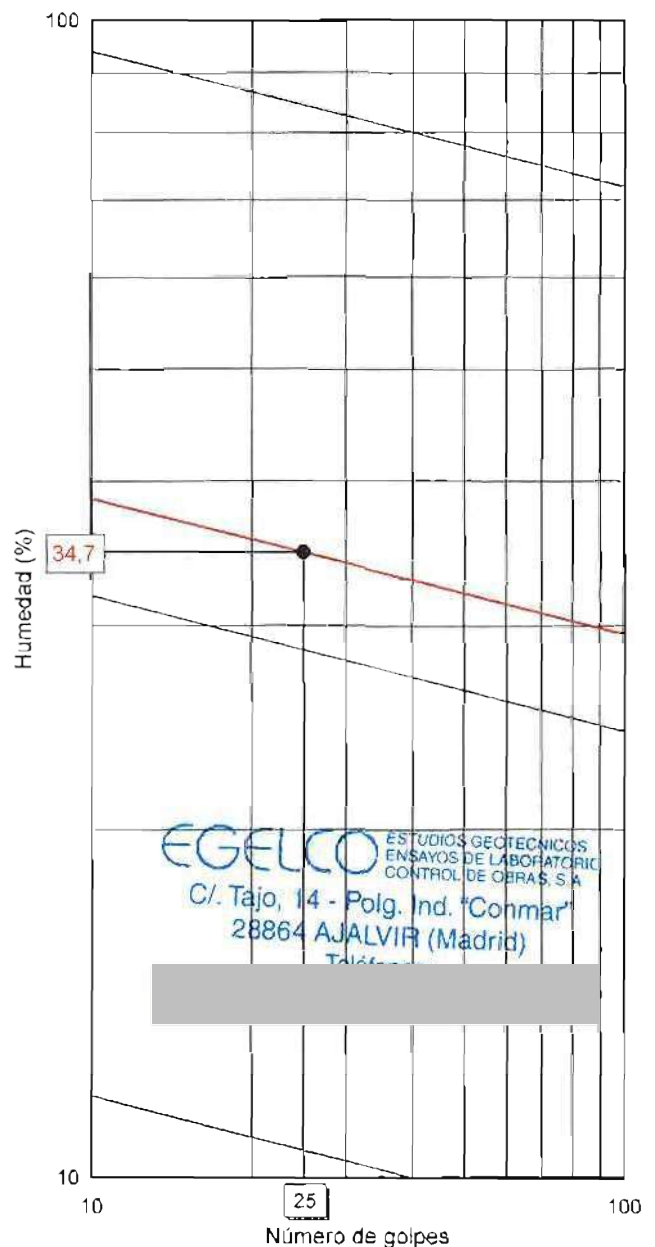
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	59	13
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	32,08	32,28
t+s (g):	26,98	27,21
t (g):	12,29	12,61
s (g):	14,69	14,60
a (g):	5,10	5,07
Humedad (%):	34,7	34,7

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	44	59
t+s+a (g):	29,47	28,23
t+s (g):	28,48	27,05
t (g):	22,51	19,83
s (g):	5,97	7,22
a (g):	0,99	1,18
Humedad (%):	16,6	16,3



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pgno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 33 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PASA T-0,080 (%): 33,6

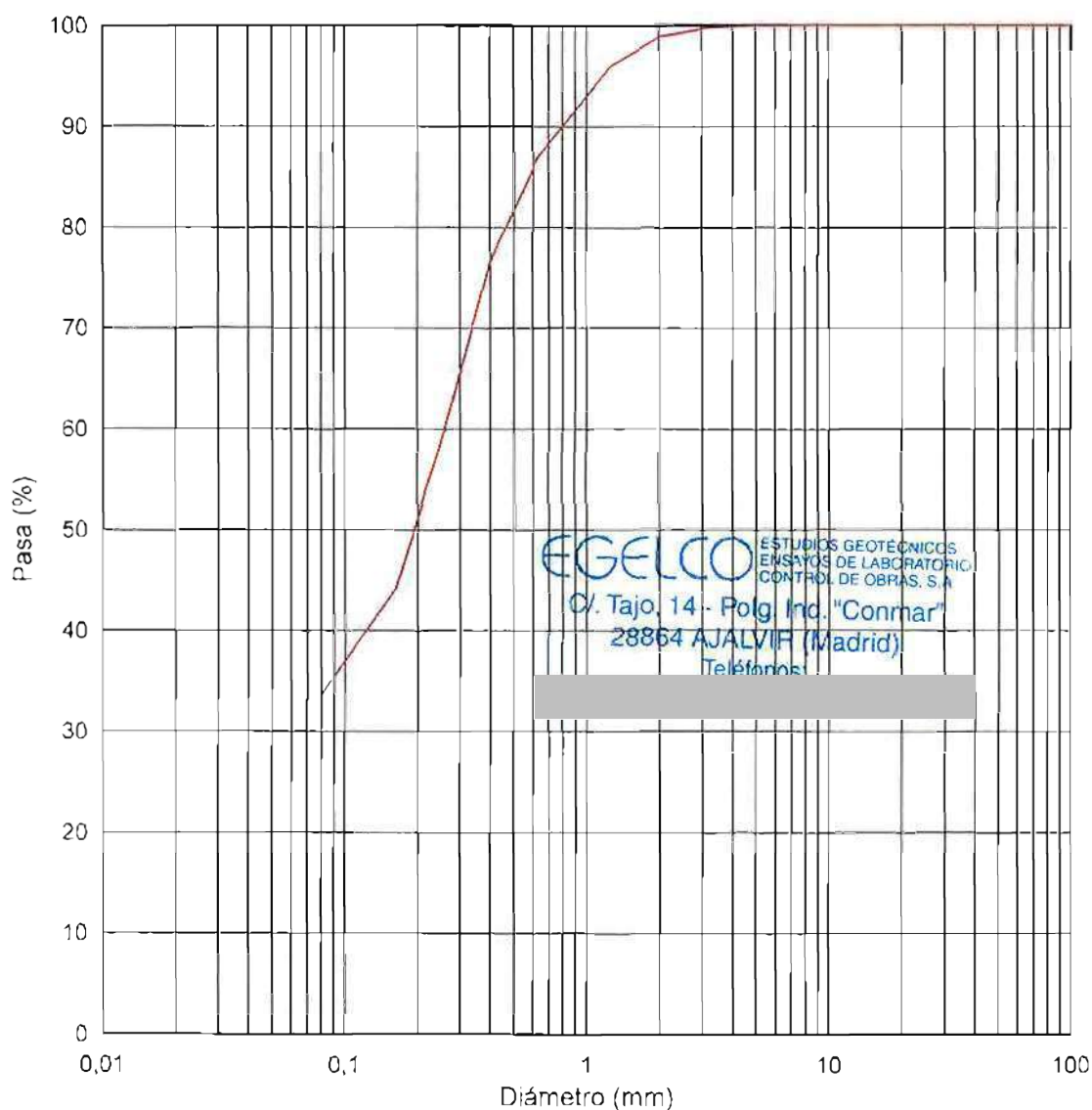
PROF. (m): 2,85 - 3,42

RETENIDO T-2 (%): 1,2

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,1

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	99,9
3,20	99,7
2,00	98,8
1,25	95,9
0,63	86,9
0,40	76,8
0,25	58,4
0,16	44,0
0,08	33,6

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 6,00 - 6,59
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 37,0
 LÍMITE PLÁSTICO: 20,7
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 16,3

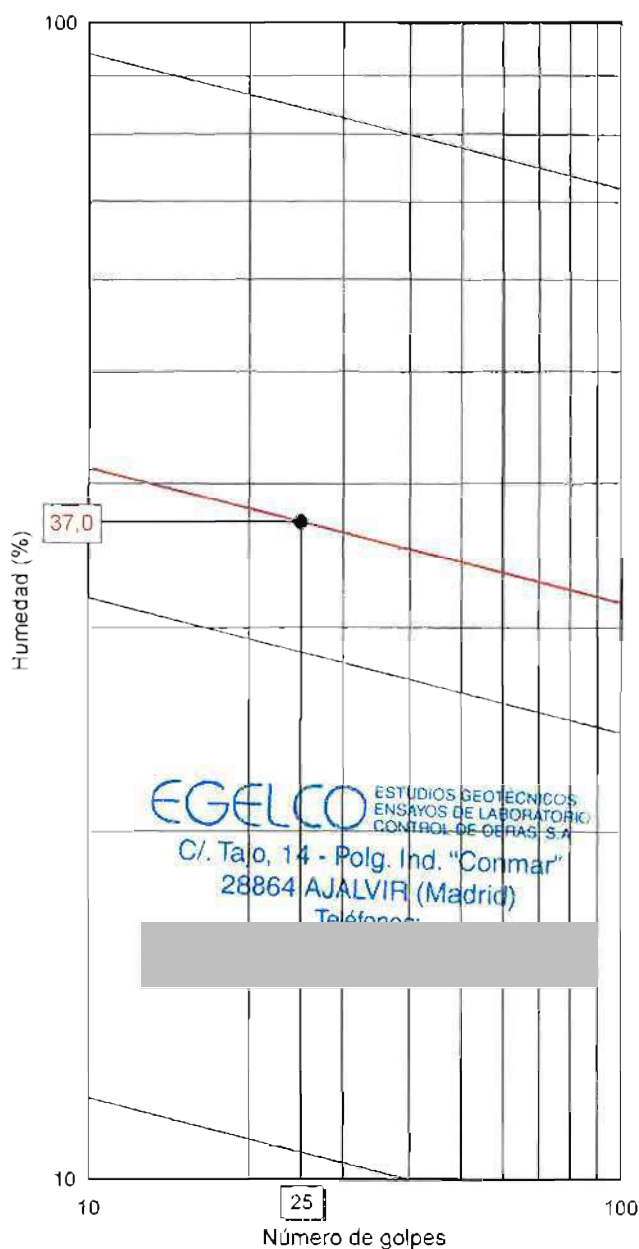
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	23	40
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	35,56	38,27
t+s (g):	29,70	31,29
t (g):	13,85	12,46
s (g):	15,85	18,83
a (g):	5,86	6,98
Humedad (%):	37,0	37,1

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	24	5
t+s+a (g):	25,81	29,85
t+s (g):	24,77	28,33
t (g):	19,74	20,96
s (g):	5,03	7,37
a (g):	1,04	1,52
Humedad (%):	20,7	20,6



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pño. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 35 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PASA T-0,080 (%): 68,1

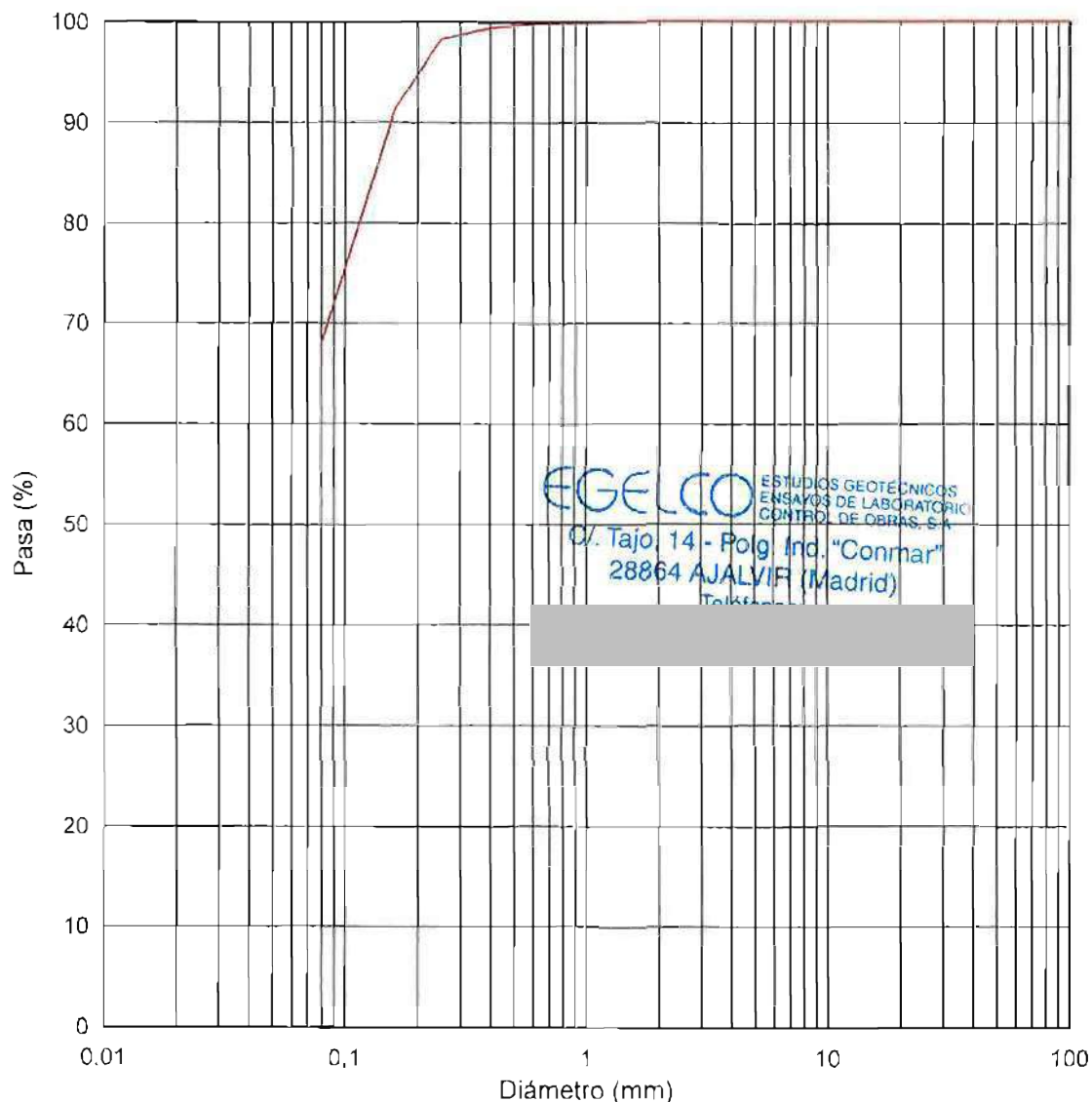
PROF. (m): 6,00 - 6,59

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES:



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,8
0,40	99,3
0,25	98,2
0,16	91,2
0,08	68,1

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 36 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PASA T-0,080 (%): 15,6

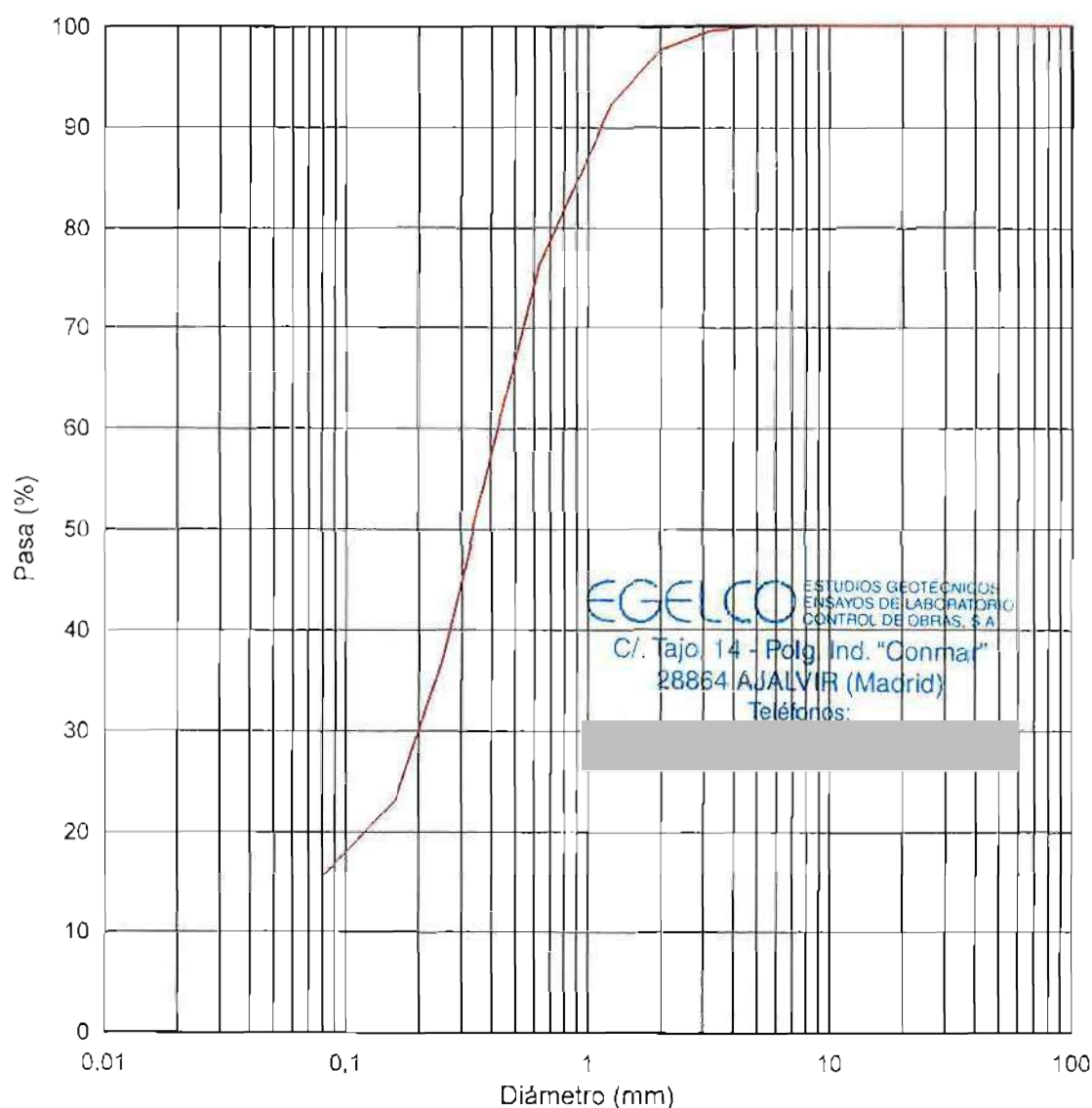
PROF. (m): 7,95 - 8,20

RETENIDO T-2 (%): 2,4

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,1

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	99,9
3,20	99,5
2,00	97,6
1,25	92,2
0,63	76,2
0,40	57,3
0,25	37,0
0,16	23,2
0,08	15,6

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 37 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PROF. (m): 8,90 - 9,50

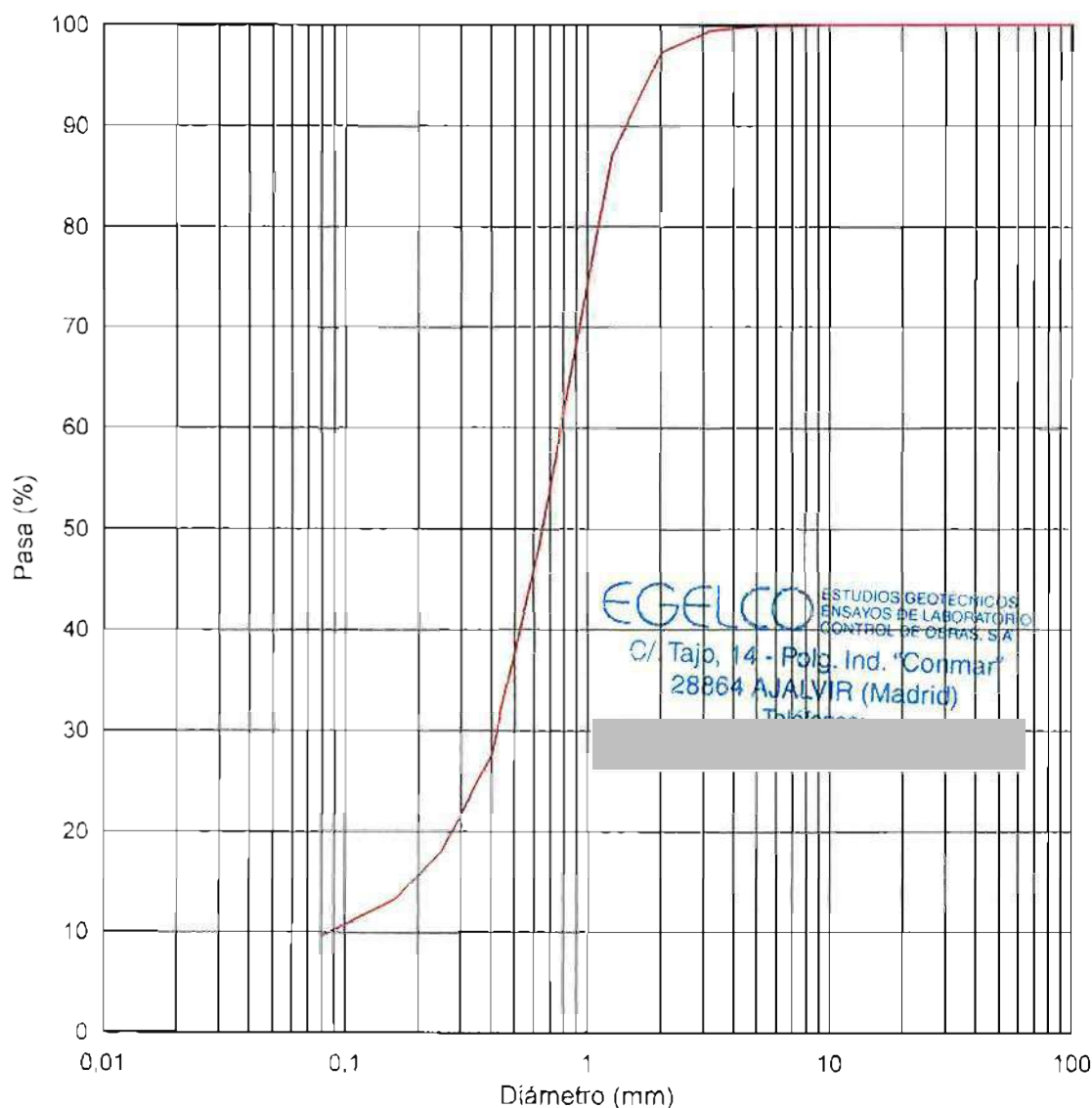
MUESTRA: ALTERADA

PASA T-0,080 (%): 9,6

RETENIDO T-2 (%): 2,8

RETENIDO T-5 (%): 0,2

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	99,8
3,20	99,4
2,00	97,2
1,25	87,0
0,63	48,2
0,40	27,6
0,25	18,0
0,16	13,2
0,08	9,6

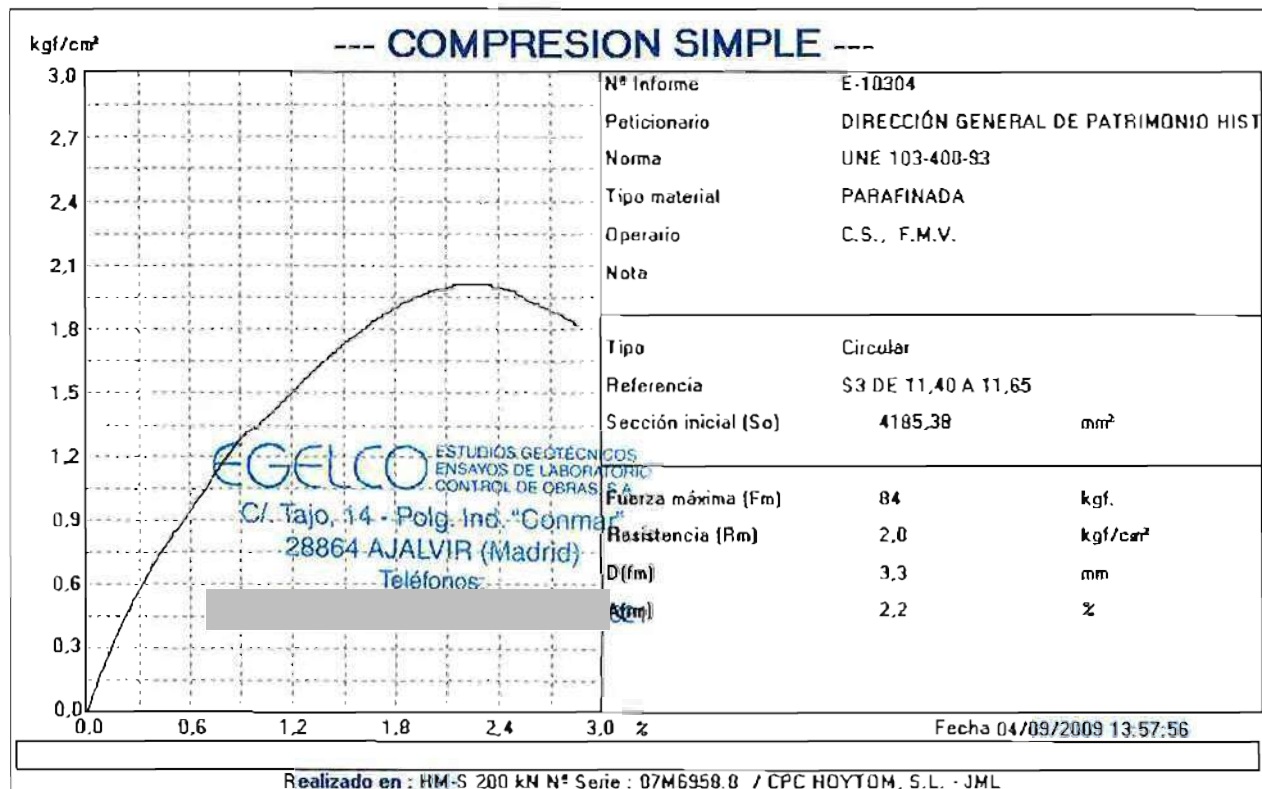
CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
DIRECCIÓN: C/ARENAL 18, (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA : SEP. - 2009

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

SONDEO: S3
PROF. (m): 11,40 – 11,65
MUESTRA: PARAFINADA

HUMEDAD: 33,6
DENSIDAD HUM.: 1,93
DENSIDAD SECA: 1,44



FOTOGRAFÍA



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 11,40 - 11,65
 MUESTRA: PARAFINADA

LÍMITE LÍQUIDO: 72,6
 LÍMITE PLÁSTICO: 25,6
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 47,0

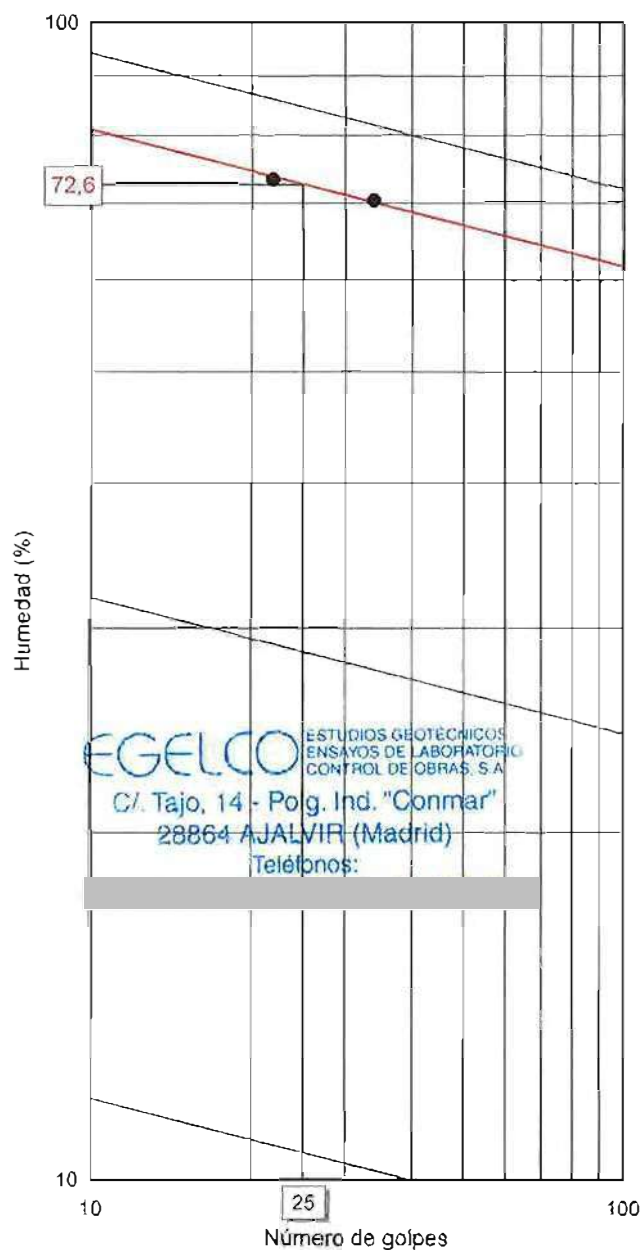
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	5	22
Golpes:	22	34
t+s+a (g):	35,33	36,98
t+s (g):	25,65	26,84
t (g):	12,45	12,43
s (g):	13,20	14,41
a (g):	9,68	10,14
Humedad (%):	73,3	70,4

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	15	80
t+s+a (g):	29,82	28,55
t+s (g):	28,27	26,80
t (g):	22,20	20,00
s (g):	6,07	6,80
a (g):	1,55	1,75
Humedad (%):	25,5	25,7



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PROF. (m): 11,40 - 11,65

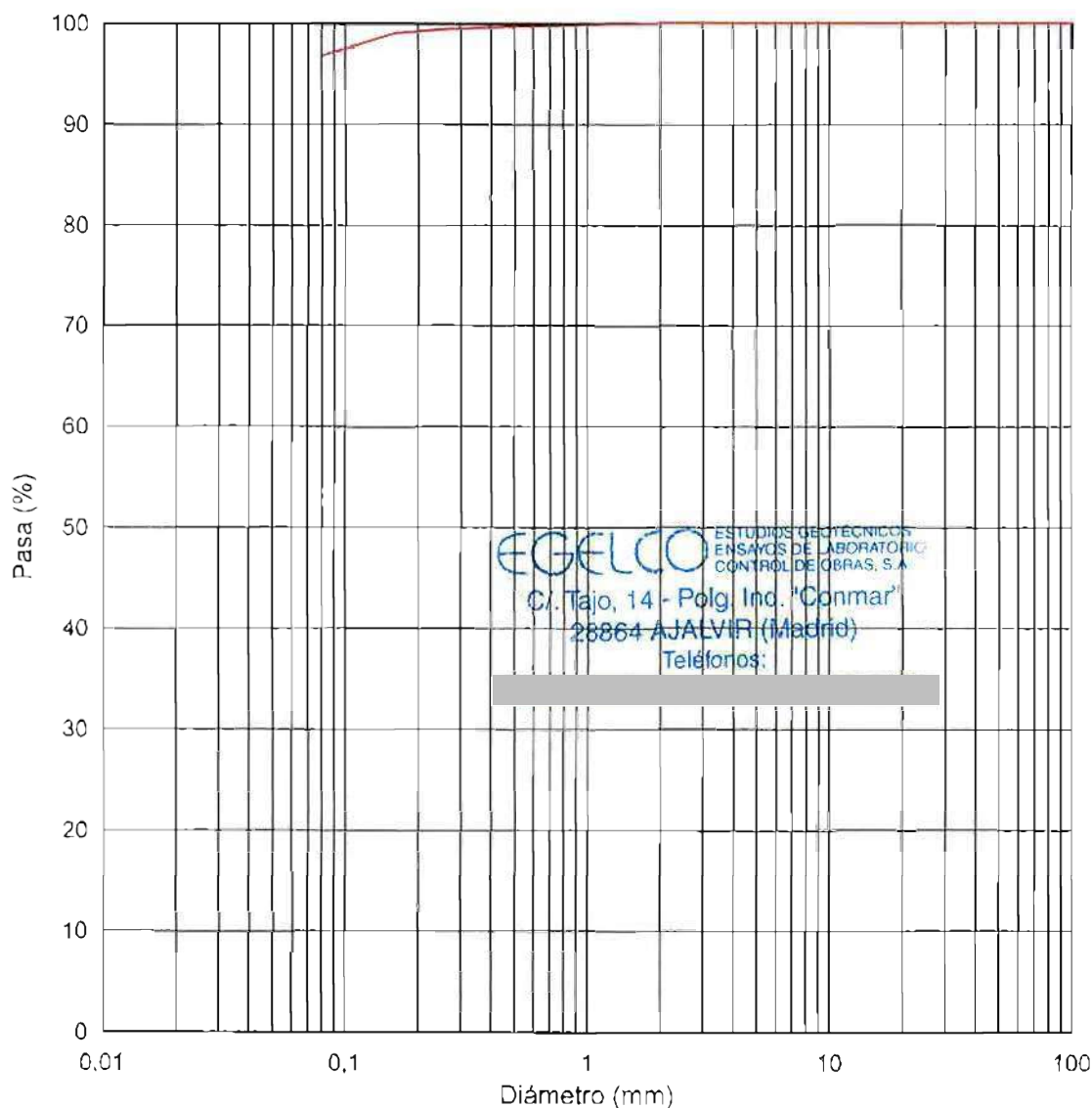
MUESTRA: PARAFINADA

PASA T-0,080 (%): 96,8

RETENIDO T-2 (%): 0,0

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,9
0,63	99,7
0,40	99,6
0,25	99,4
0,16	99,0
0,08	96,8

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 12,00 - 12,58
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 53,7
 LÍMITE PLÁSTICO: 16,0
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 37,7

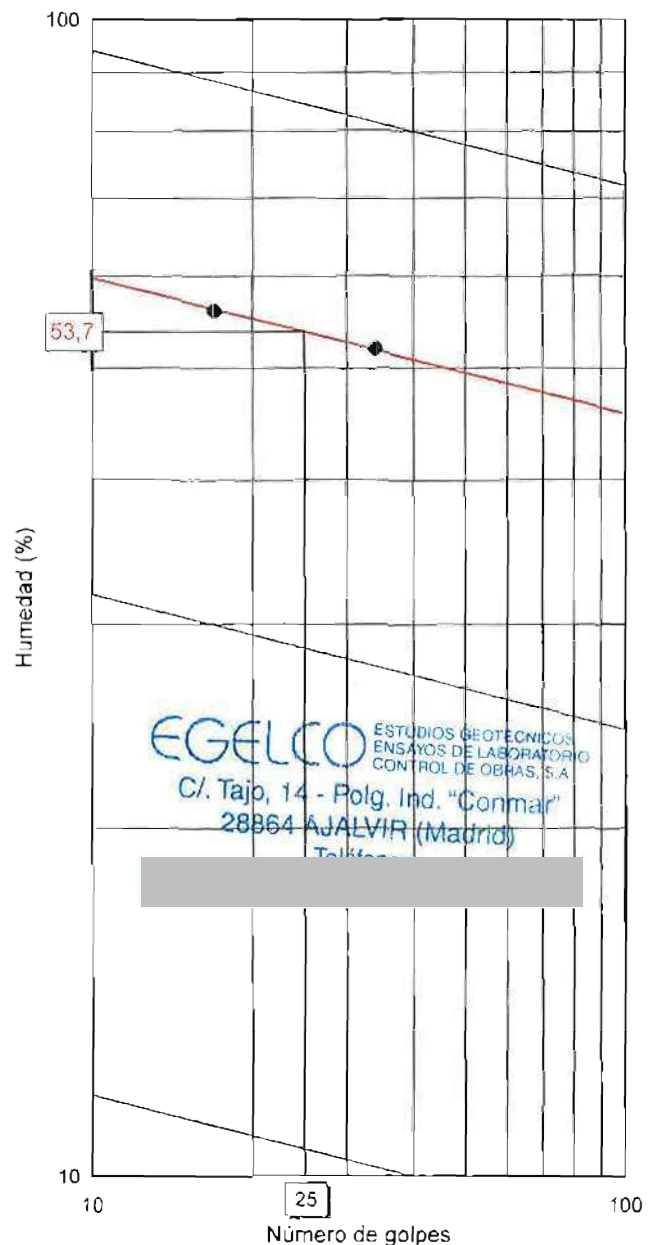
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	26	4
Golpes:	17	34
t+s+a (g):	36,59	34,99
t+s (g):	27,93	27,32
t (g):	12,47	12,56
s (g):	15,46	14,76
a (g):	8,66	7,67
Humedad (%):	56,0	52,0

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	4	45
t+s+a (g):	28,84	29,55
t+s (g):	28,02	28,28
t (g):	19,78	22,51
s (g):	8,24	5,77
a (g):	0,82	1,27
Humedad (%):	10,0	22,0



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pgno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 42 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PASA T-0,080 (%): 91,7

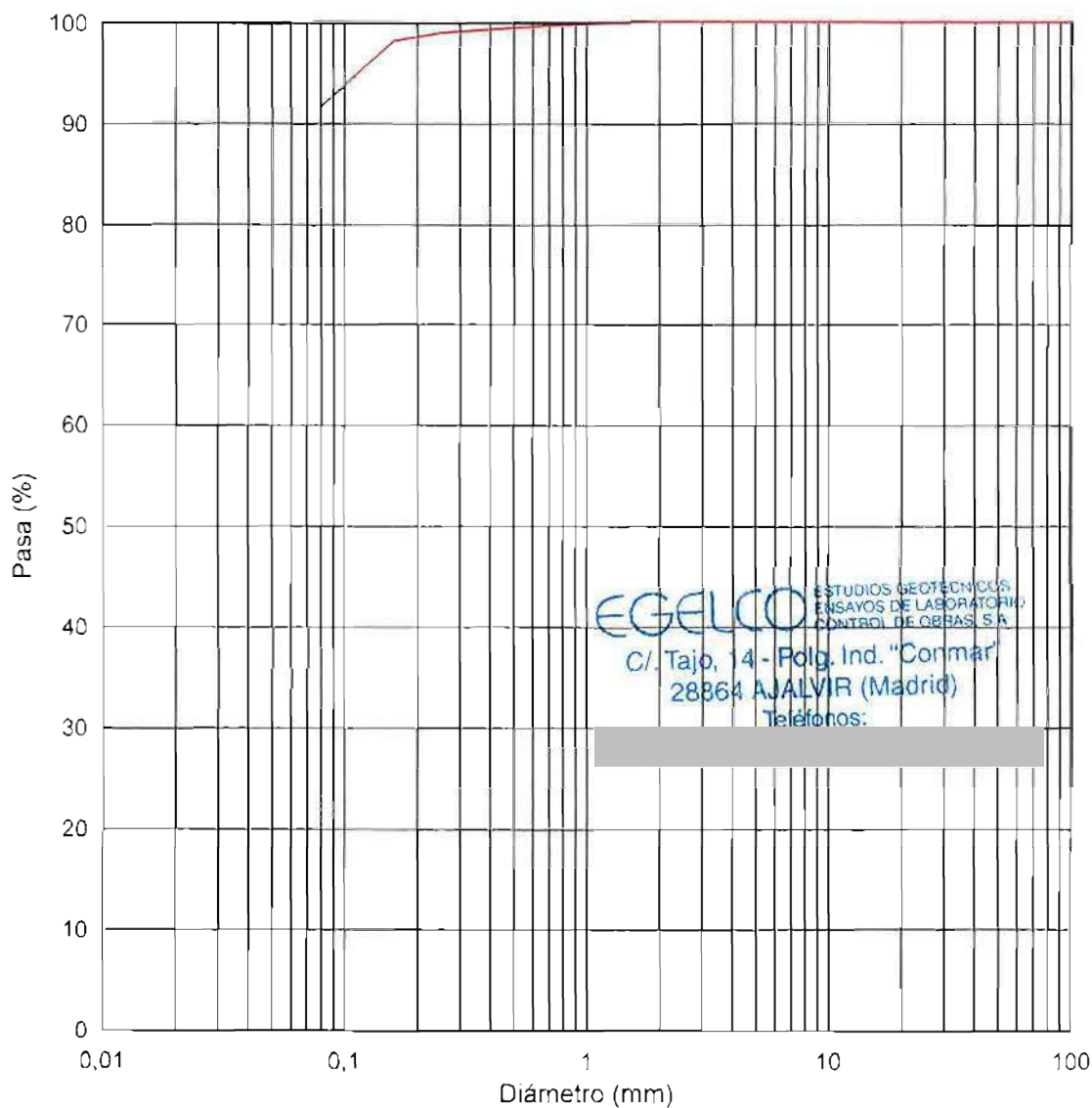
PROF. (m): 12,00 - 12,58

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,9
0,63	99,6
0,40	99,3
0,25	98,9
0,16	98,1
0,08	91,7

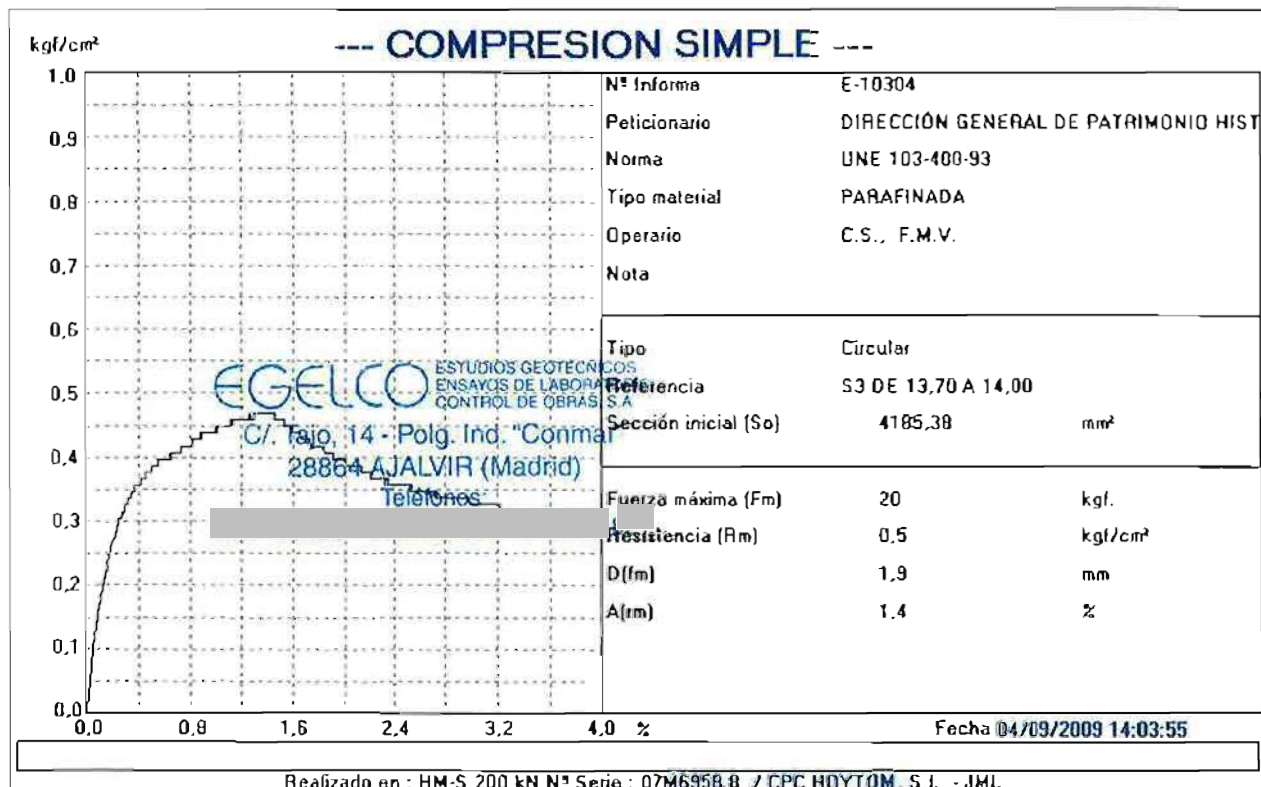
CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
DIRECCIÓN: C/ARENAL 18, (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

SONDEO: S3
PROF. (m): 13,70 - 14,00
MUESTRA: PARAFINADA

HUMEDAD: 40,0
DENSIDAD HUM.: 1,77
DENSIDAD SECA: 1,26



FOTOGRAFÍA



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA LL: UNE 103-103

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

NORMA LP: UNE 103-104

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 13,70 - 14,00
 MUESTRA: PARAFINADA

LÍMITE LÍQUIDO: 81,8
 LÍMITE PLÁSTICO: 27,3
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 54,5

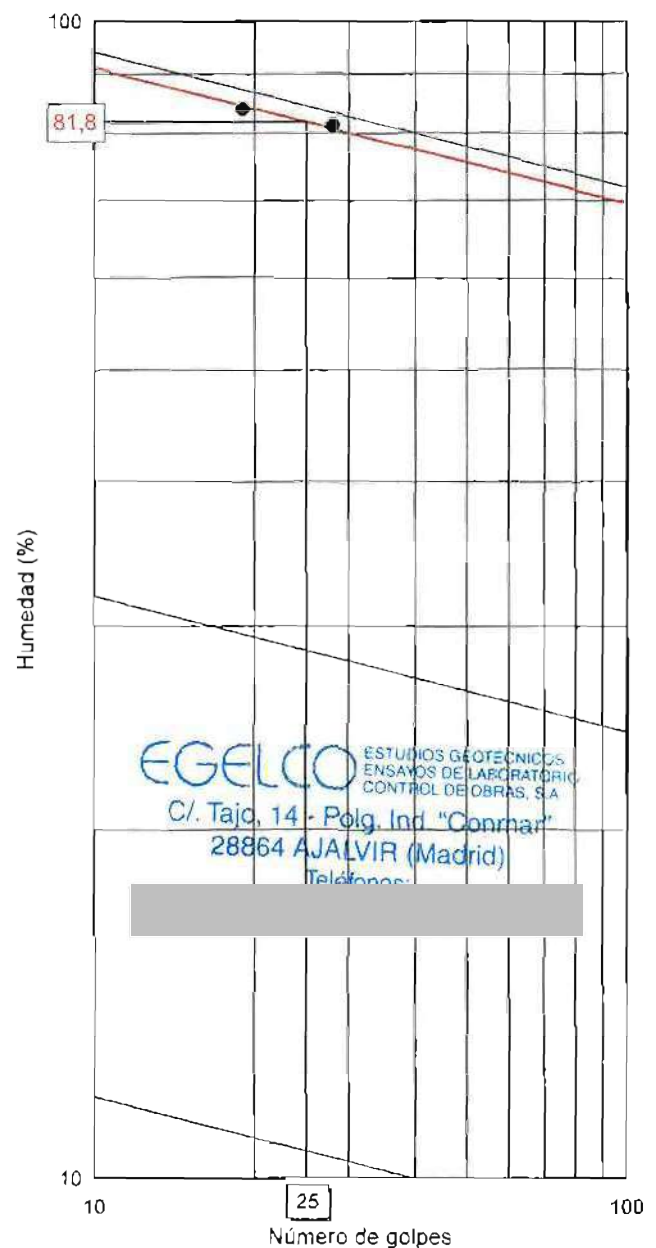
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	16	27
Golpes:	19	28
t+s+a (g):	33,41	31,16
t+s (g):	23,86	22,88
t (g):	12,49	12,69
s (g):	11,37	10,19
a (g):	9,55	8,28
Humedad (%):	84,0	81,3

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	27	16
t+s+a (g):	29,67	28,14
t+s (g):	28,04	26,90
t (g):	22,12	22,31
s (g):	5,92	4,59
a (g):	1,63	1,24
Humedad (%):	27,5	27,0



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 45 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PROF. (m): 13,70 - 14,00

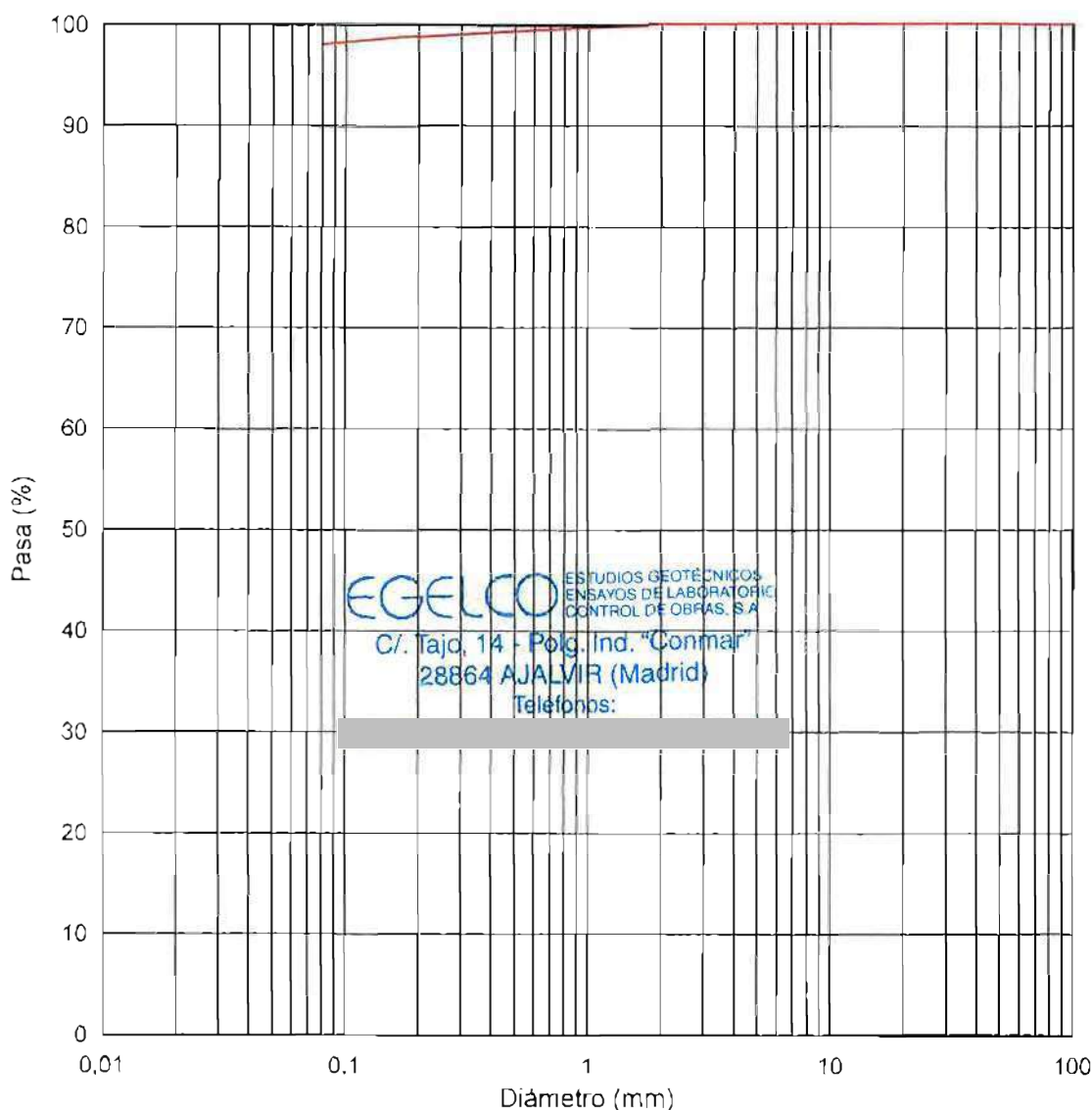
MUESTRA: PARAFINADA

PASA T-0,080 (%): 98,0

RETENIDO T-2 (%): 0,0

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,8
0,63	99,5
0,40	99,2
0,25	99,0
0,16	98,7
0,08	98,0

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S3
 PROF. (m): 15,00 - 15,40
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 39,6
 LÍMITE PLÁSTICO: 20,5
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 19,1

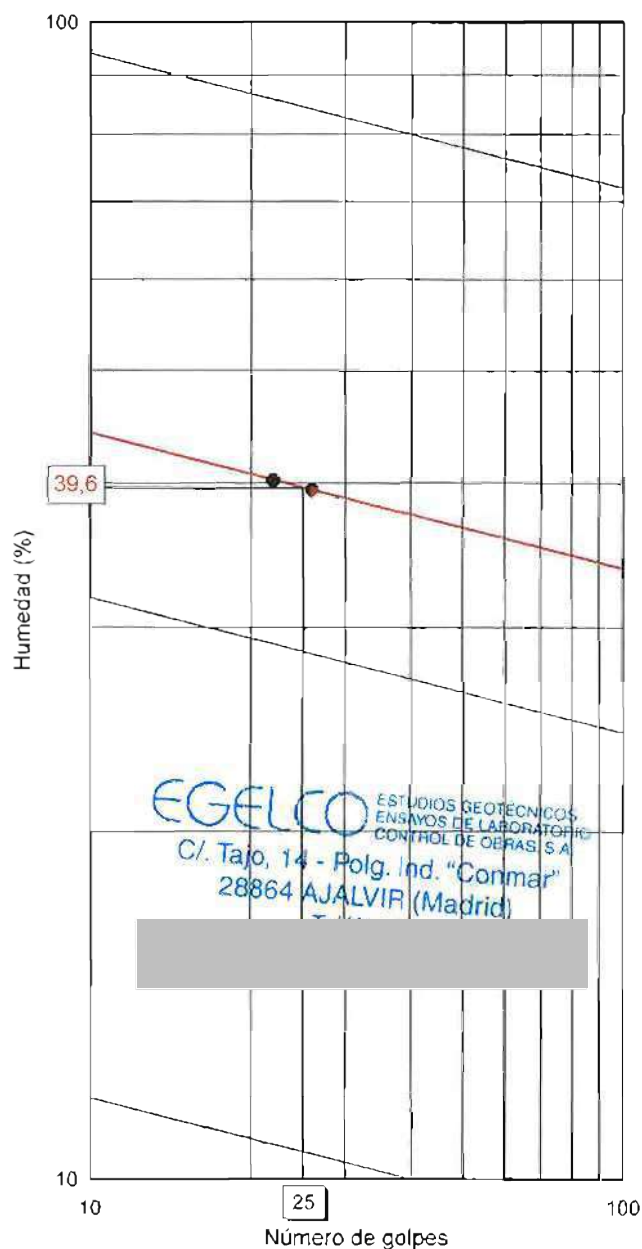
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	20	26
Golpes:	22	26
t+s+a (g):	34,65	32,54
t+s (g):	28,28	26,86
t (g):	12,44	12,47
s (g):	15,84	14,39
a (g):	6,37	5,68
Humedad (%):	40,2	39,5

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	31	60
t+s+a (g):	29,06	32,79
t+s (g):	27,75	31,14
t (g):	21,35	23,14
s (g):	6,40	8,00
a (g):	1,31	1,65
Humedad (%):	20,5	20,6



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Polg. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 47 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S3

PROF. (m): 15,00 - 15,40

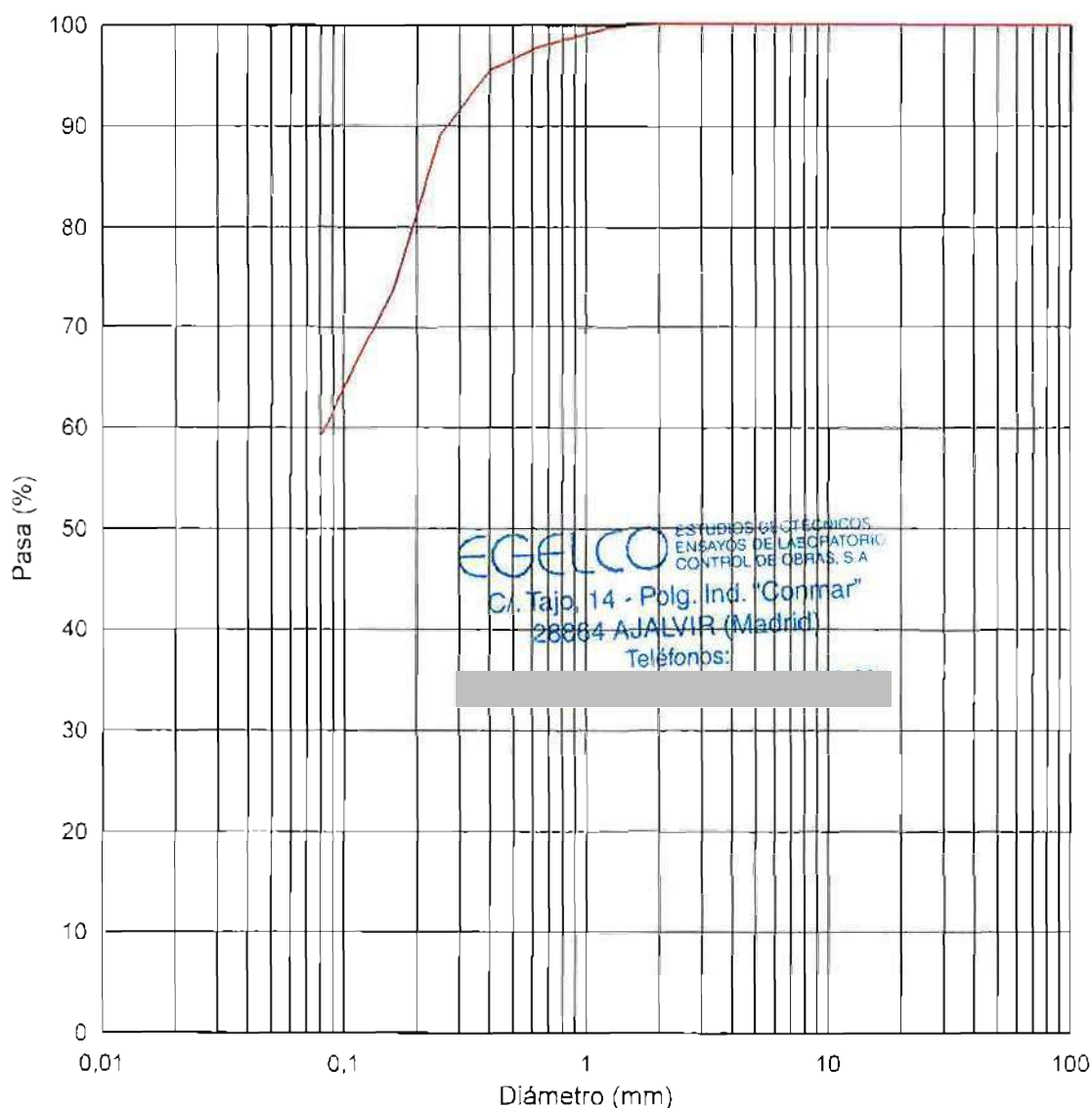
MUESTRA: ALTERADA

PASA T-0,080 (%): 59,1

RETENIDO T-2 (%): 0,0

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,7
0,63	97,8
0,40	95,5
0,25	89,0
0,16	73,7
0,08	59,1

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S4
 PROF. (m): 2,70 - 3,30
 MUESTRA: INALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 35,0
 LÍMITE PLÁSTICO: 19,6
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 15,4

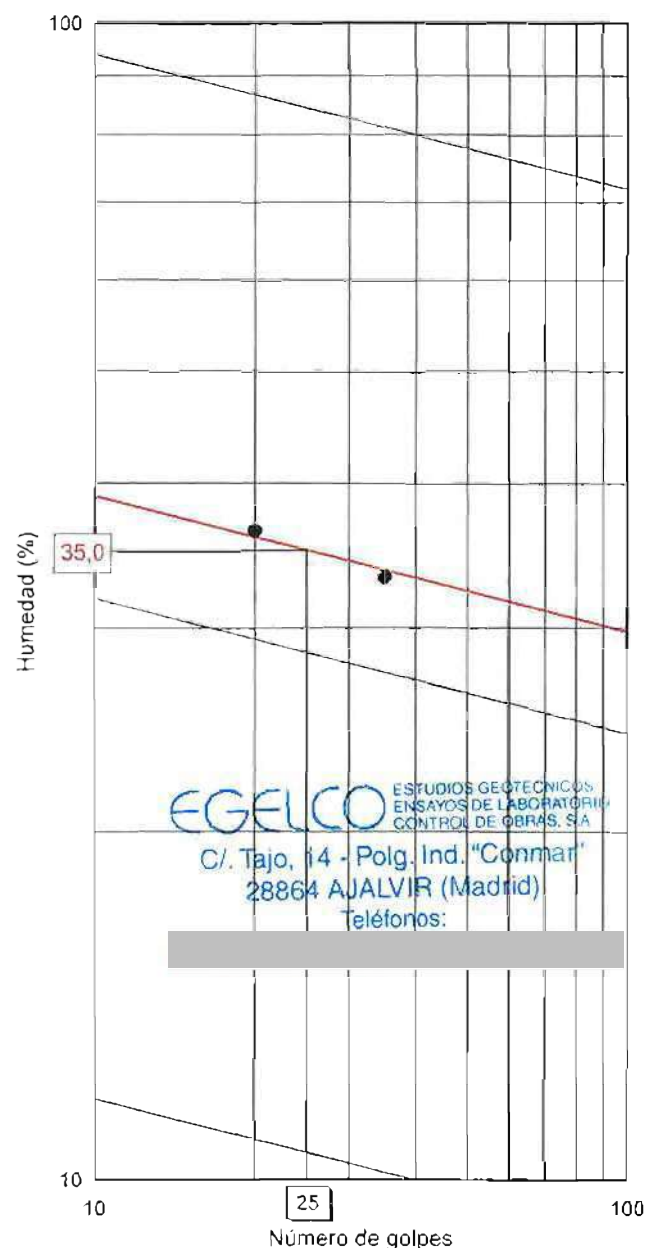
OBSERVACIONES: _____

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	9	22
Golpes:	20	35
t+s+a (g):	29,18	29,13
t+s (g):	24,68	24,97
t (g):	12,31	12,43
s (g):	12,37	12,54
a (g):	4,50	4,16
Humedad (%):	36,4	33,2

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	51	55
t+s+a (g):	31,44	30,58
t+s (g):	29,83	29,00
t (g):	21,35	21,21
s (g):	8,48	7,79
a (g):	1,61	1,58
Humedad (%):	19,0	20,3



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Polg. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 49 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 32,5

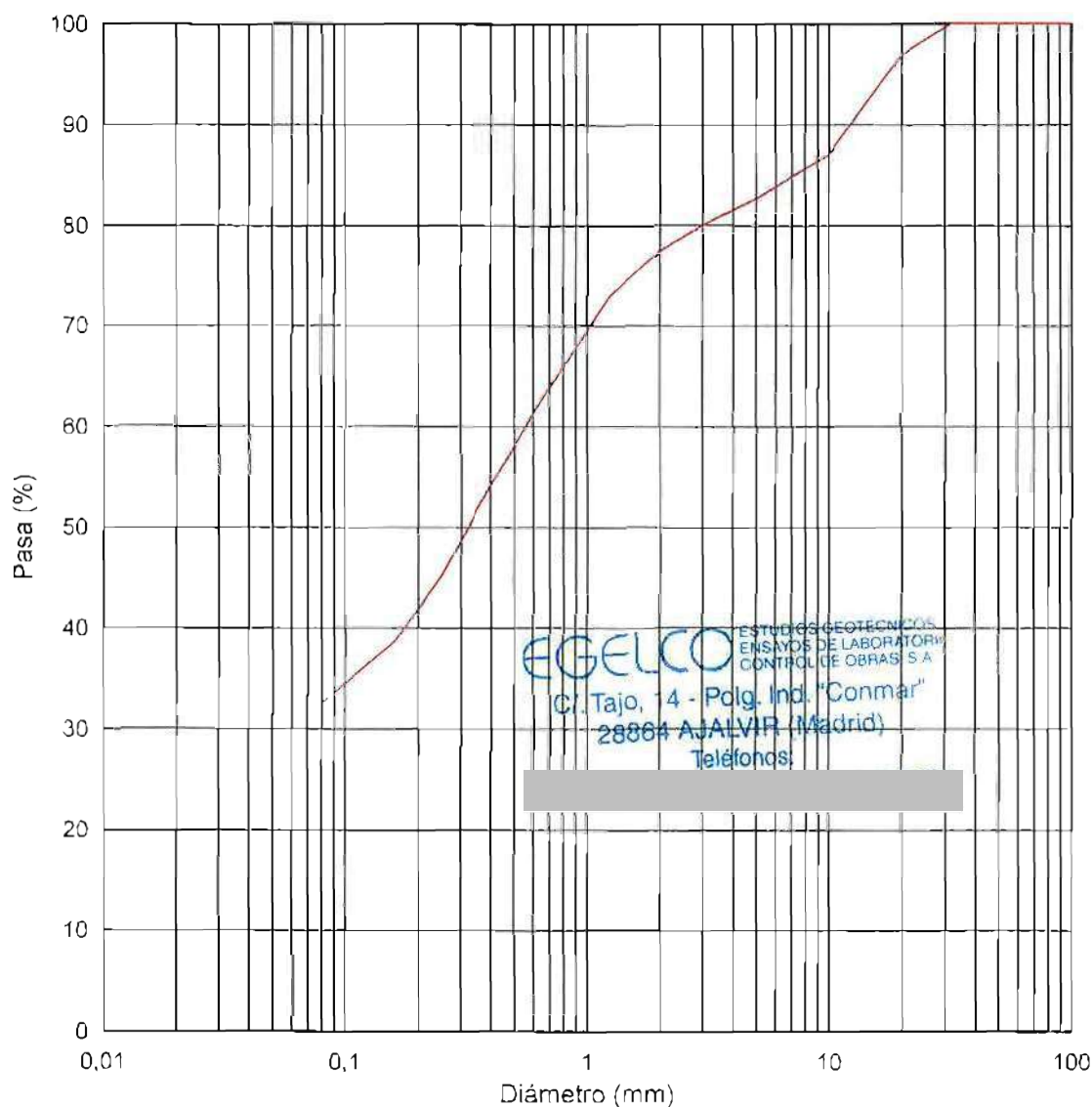
PROF. (m): 2,70 - 3,30

RETENIDO T-2 (%): 22,6

MUESTRA: INALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 17,4

OBSERVACIONES: RELLENOS; FRAGMENTOS DE MATERIALES DE CONTRUCCIÓN



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	96,9
10	87,0
5	82,6
3,20	80,3
2,00	77,4
1,25	73,1
0,63	62,3
0,40	54,2
0,25	45,2
0,16	38,6
0,08	32,5

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 50 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 37,6

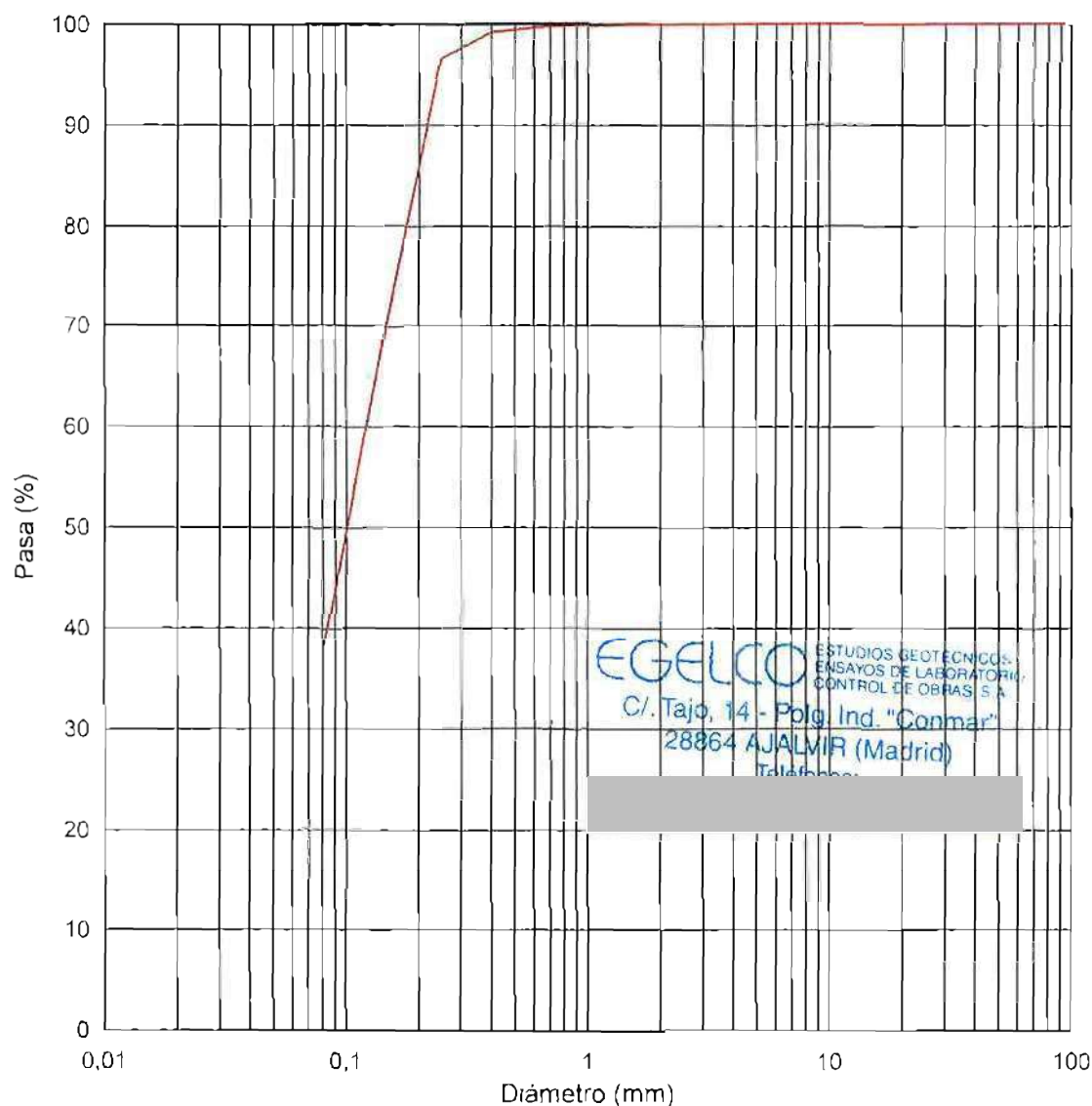
PROF. (m): 5,70 - 5,90

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,9
0,63	99,7
0,40	99,2
0,25	96,6
0,16	75,1
0,08	37,6

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 51 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 19,3

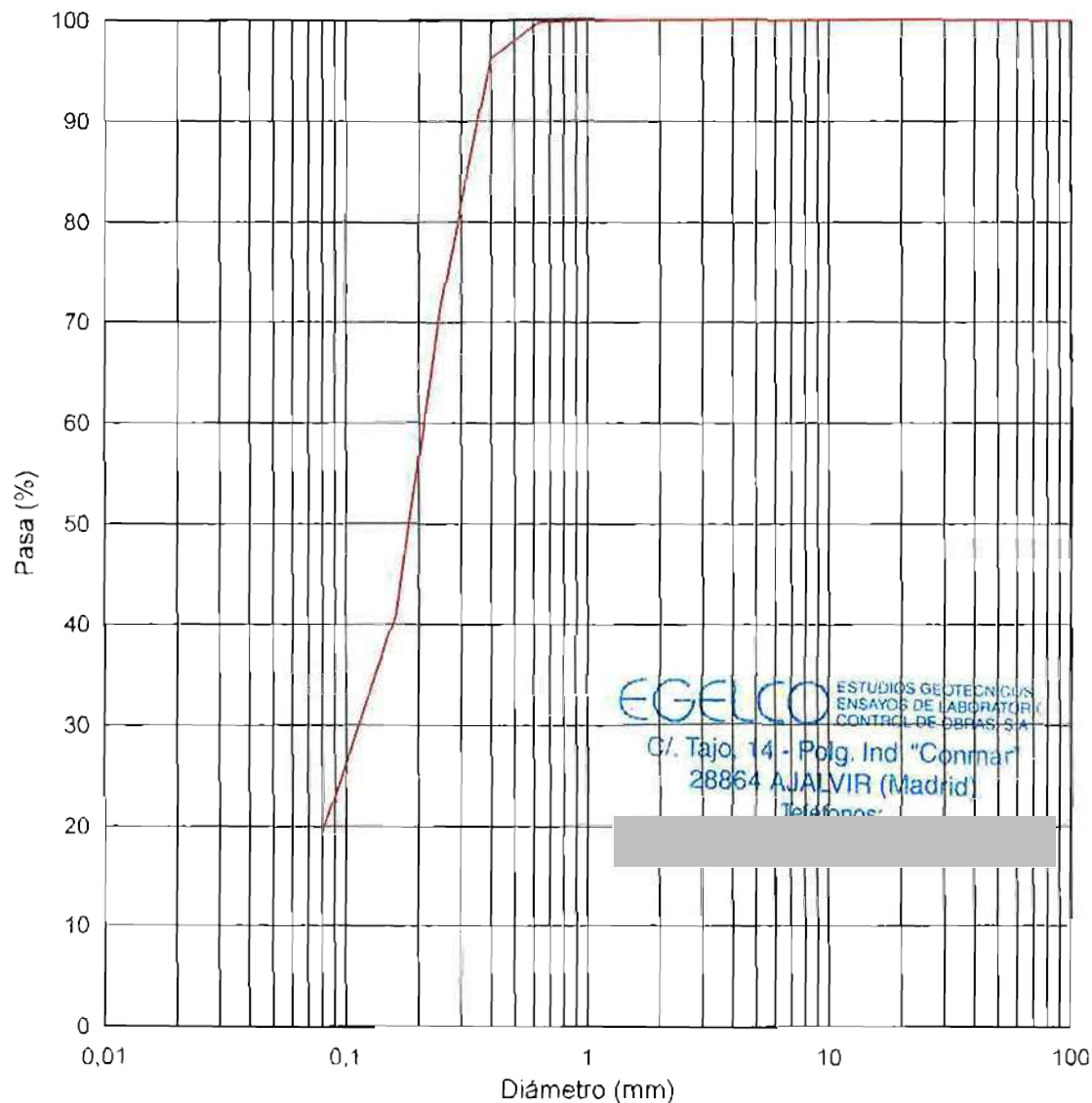
PROF. (m): 5,90 - 6,32

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES:



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,7
0,40	96,1
0,25	72,0
0,16	40,8
0,08	19,3

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA N°: 52 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 82,0

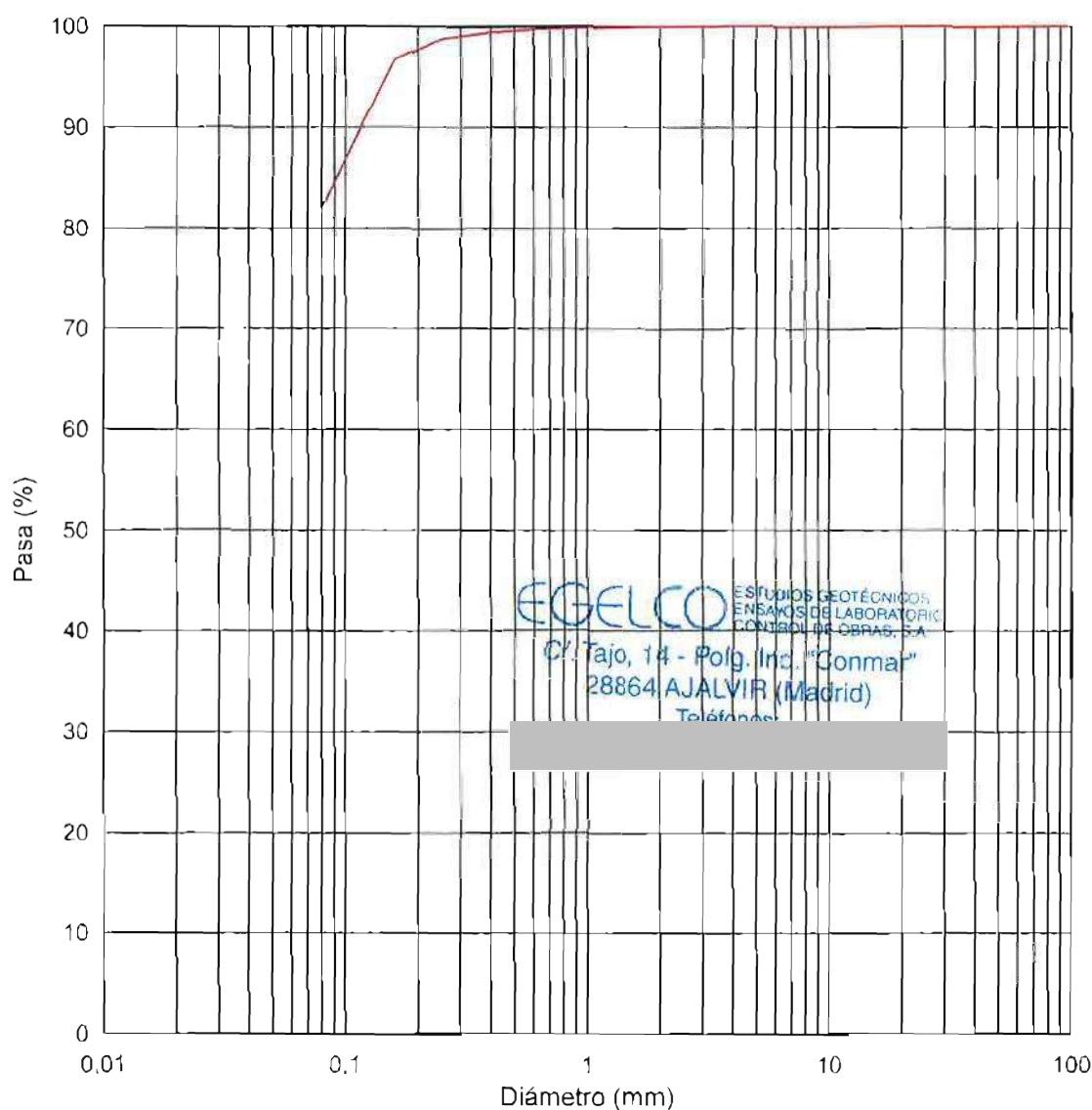
PROF. (m): 9,30 - 9,80

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,7
0,40	99,4
0,25	98,8
0,16	96,7
0,08	82,0

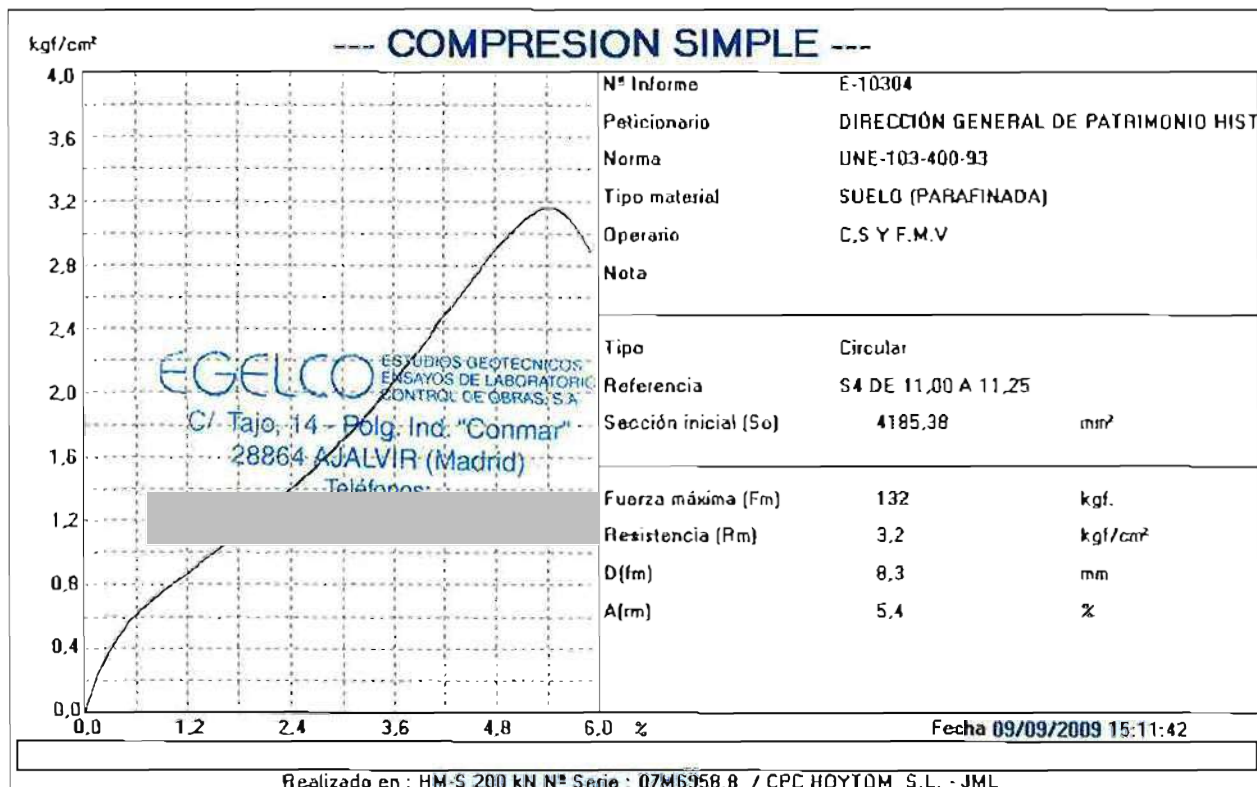
CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
DIRECCIÓN: C/ARENAL 18, (MADRID)
LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO, TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA : SEP. - 2009

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

SONDEO: S4
PROF. (m): 11,00 - 11,25
MUESTRA: PARAFINADA

HUMEDAD: 22,7
DENSIDAD HUM.: 2,03
DENSIDAD SECA: 1,66



FOTOGRAFÍA



CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S4
 PROF. (m): 11,00 - 11,25
 MUESTRA: PARAFINADA

LÍMITE LÍQUIDO: 48,1
 LÍMITE PLÁSTICO: 22,5
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 25,6

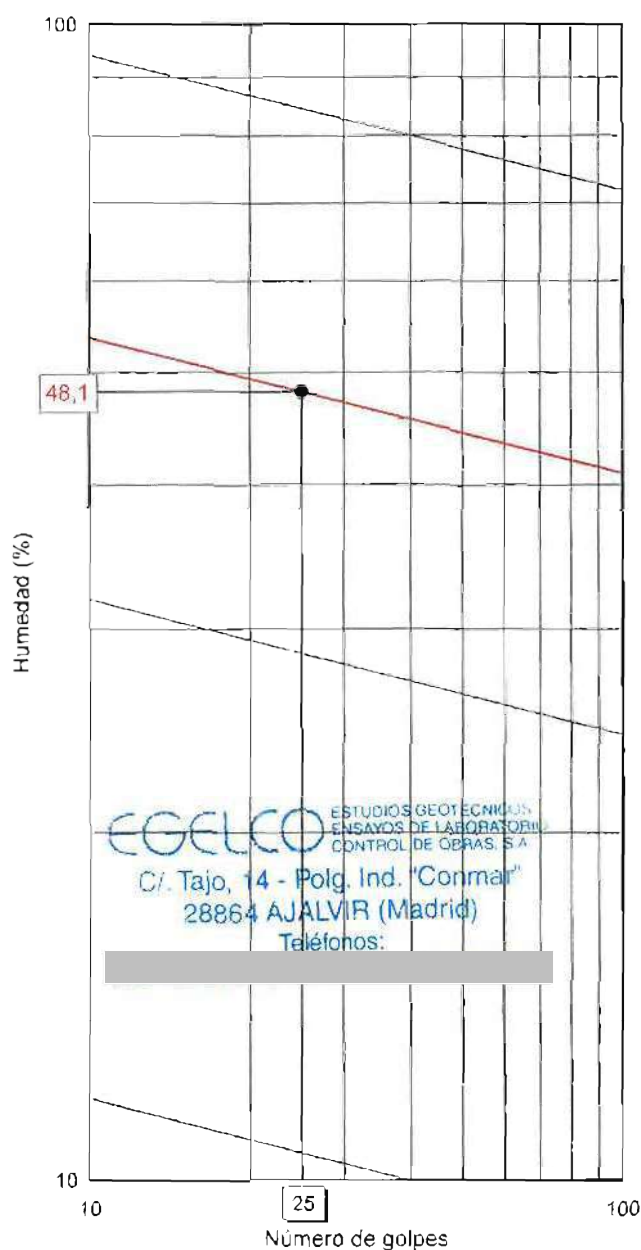
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	17	31
Golpes:	25	25
t+s+a (g):	31,33	35,64
t+s (g):	25,25	28,15
t (g):	12,62	12,59
s (g):	12,63	15,56
a (g):	6,08	7,49
Humedad (%):	48,1	48,1

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	36	47
t+s+a (g):	29,72	29,67
t+s (g):	28,16	28,11
t (g):	21,25	21,18
s (g):	6,91	6,93
a (g):	1,56	1,56
Humedad (%):	22,6	22,5



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 55 de 60

Tel.:

e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 88,2

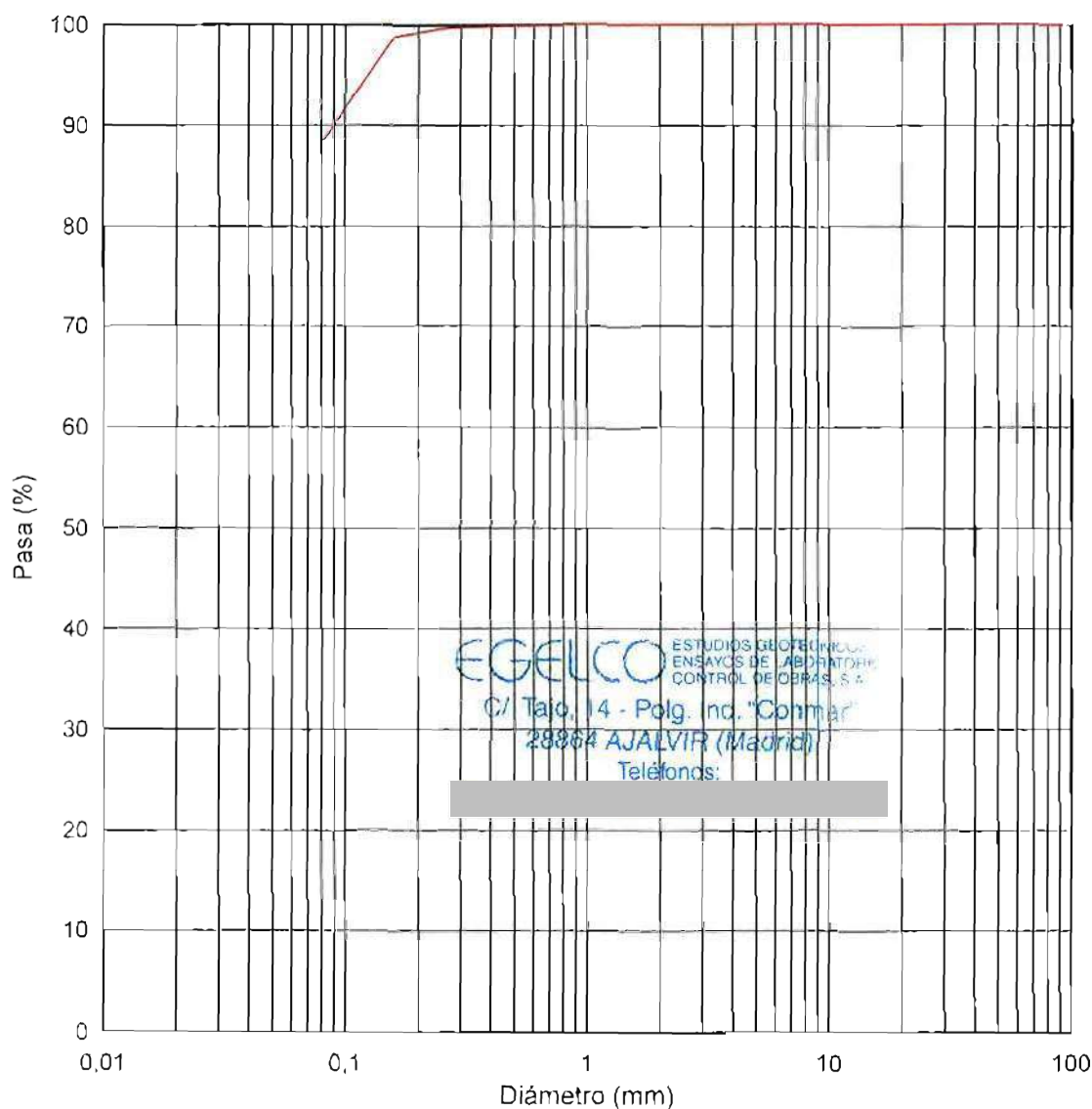
PROF. (m): 11,00 - 11,25

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: PARAFINADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES:



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,9
0,40	99,9
0,25	99,7
0,16	98,8
0,08	88,2

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S4
 PROF. (m): 14,60 - 14,80
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 33,2
 LÍMITE PLÁSTICO: 17,8
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 15,4

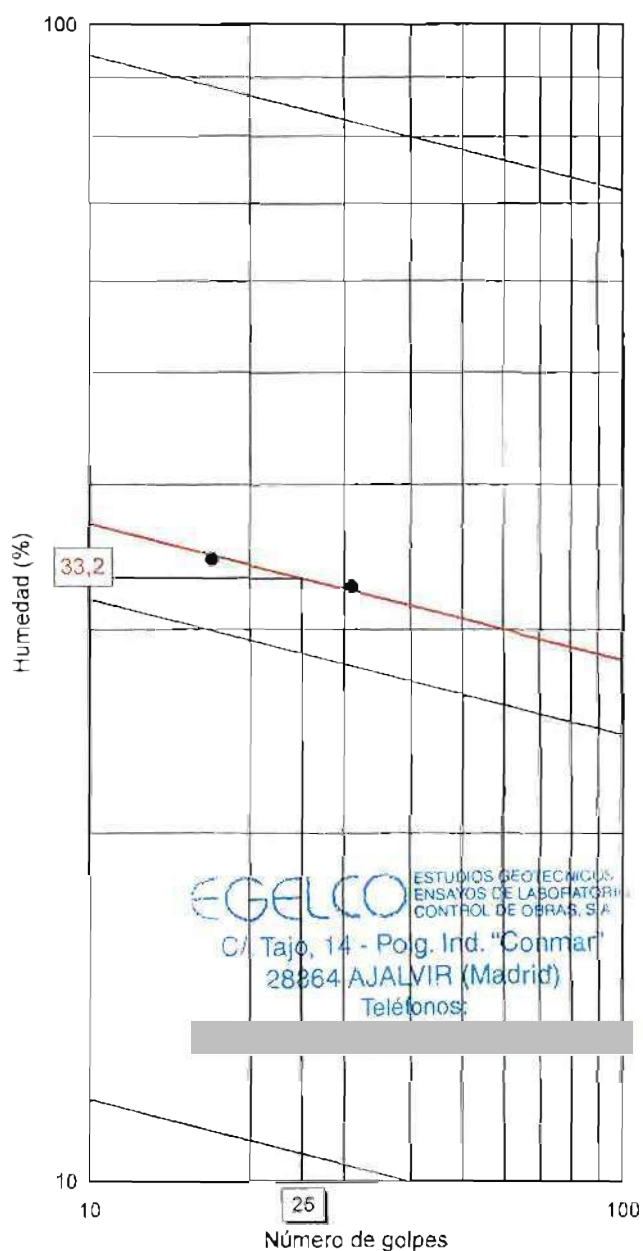
OBSERVACIONES: _____

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	31	15
Golpes:	17	31
t+s+a (g):	30,83	32,61
t+s (g):	26,15	27,82
t (g):	12,59	13,16
s (g):	13,56	14,66
a (g):	4,68	4,79
Humedad (%):	34,5	32,7

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	11	77
t+s+a (g):	28,51	29,89
t+s (g):	27,34	28,60
t (g):	20,78	21,32
s (g):	6,56	7,28
a (g):	1,17	1,29
Humedad (%):	17,8	17,7



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/Tajo, 14 - Pgno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 57 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 63,4

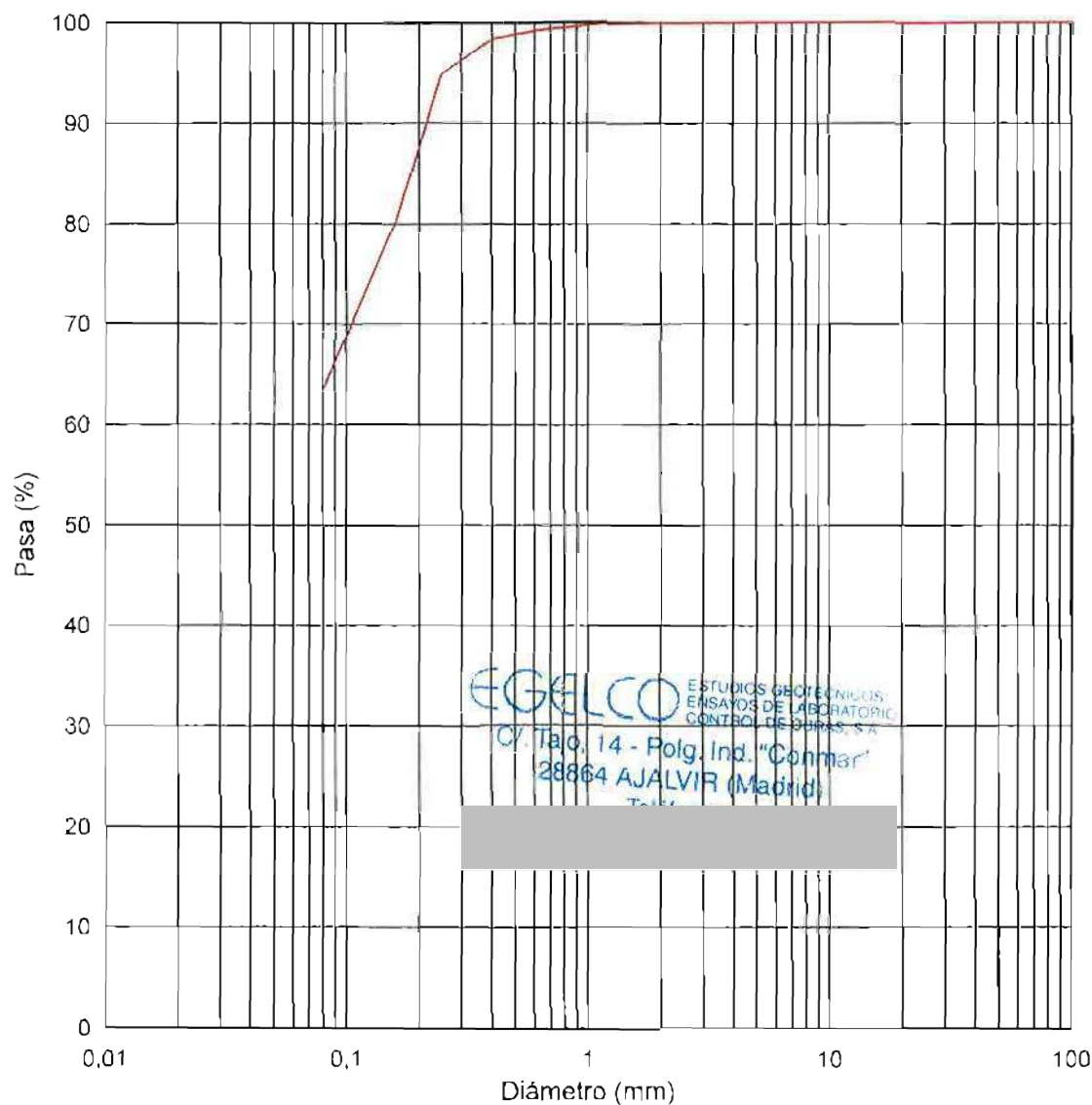
PROF. (m): 14,60 - 14,80

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES: _____



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	99,9
0,63	99,3
0,40	98,4
0,25	94,9
0,16	80,1
0,08	63,4

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO
 DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)
 LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NORMA LL: UNE 103-103
 NORMA LP: UNE 103-104
 FECHA: SEP. - 2009

LÍMITES DE ATTERBERG

SONDEO: S4
 PROF. (m): 15,00 - 15,40
 MUESTRA: ALTERADA

LÍMITE LÍQUIDO: 42,0
 LÍMITE PLÁSTICO: 23,0
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 19,0

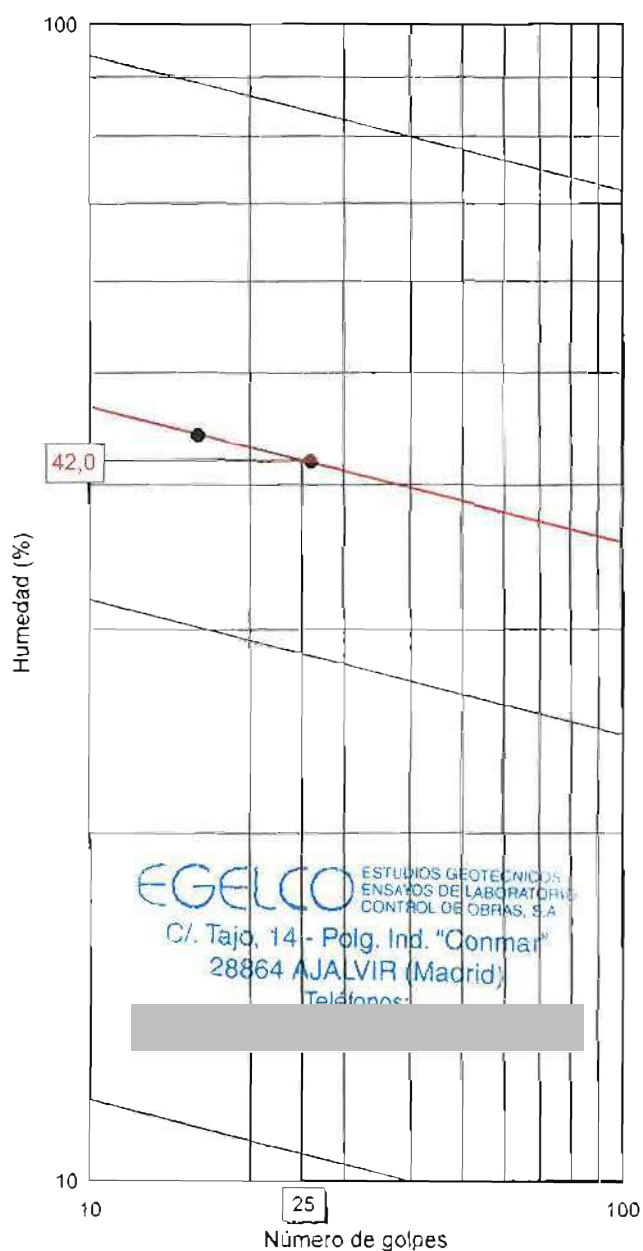
OBSERVACIONES:

LÍMITE LÍQUIDO

Ref. tara:	21	47
Golpes:	16	26
t+s+a (g):	31,11	30,45
t+s (g):	25,39	25,08
t (g):	12,43	12,26
s (g):	12,96	12,82
a (g):	5,72	5,37
Humedad (%):	44,1	41,9

LÍMITE PLÁSTICO

Ref. tara:	26	69
t+s+a (g):	27,78	30,19
t+s (g):	26,53	28,57
t (g):	21,11	21,50
s (g):	5,42	7,07
a (g):	1,25	1,62
Humedad (%):	23,1	22,9



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE LABORATORIO, CONTROL DE OBRAS, S.A.

Laboratorio Acreditado por la C.M. con fecha 12/01/07 con nº de registro 03239GTL07

C/ Tajo, 14 - Pºno. Ind. "CONMAR" 28864 AJALVIR (MADRID)

HOJA Nº: 59 de 60

Tel.: [REDACTED] e-mail: laboratorio@egelco.es

CLIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO

NORMA: UNE - 103-101

DIRECCIÓN: C/ ARENAL, 18 (MADRID)

LUGAR: CASTILLO DE TORREJÓN DE VELASCO - TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

FECHA: SEP. - 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SONDEO: S4

PASA T-0,080 (%): 69,6

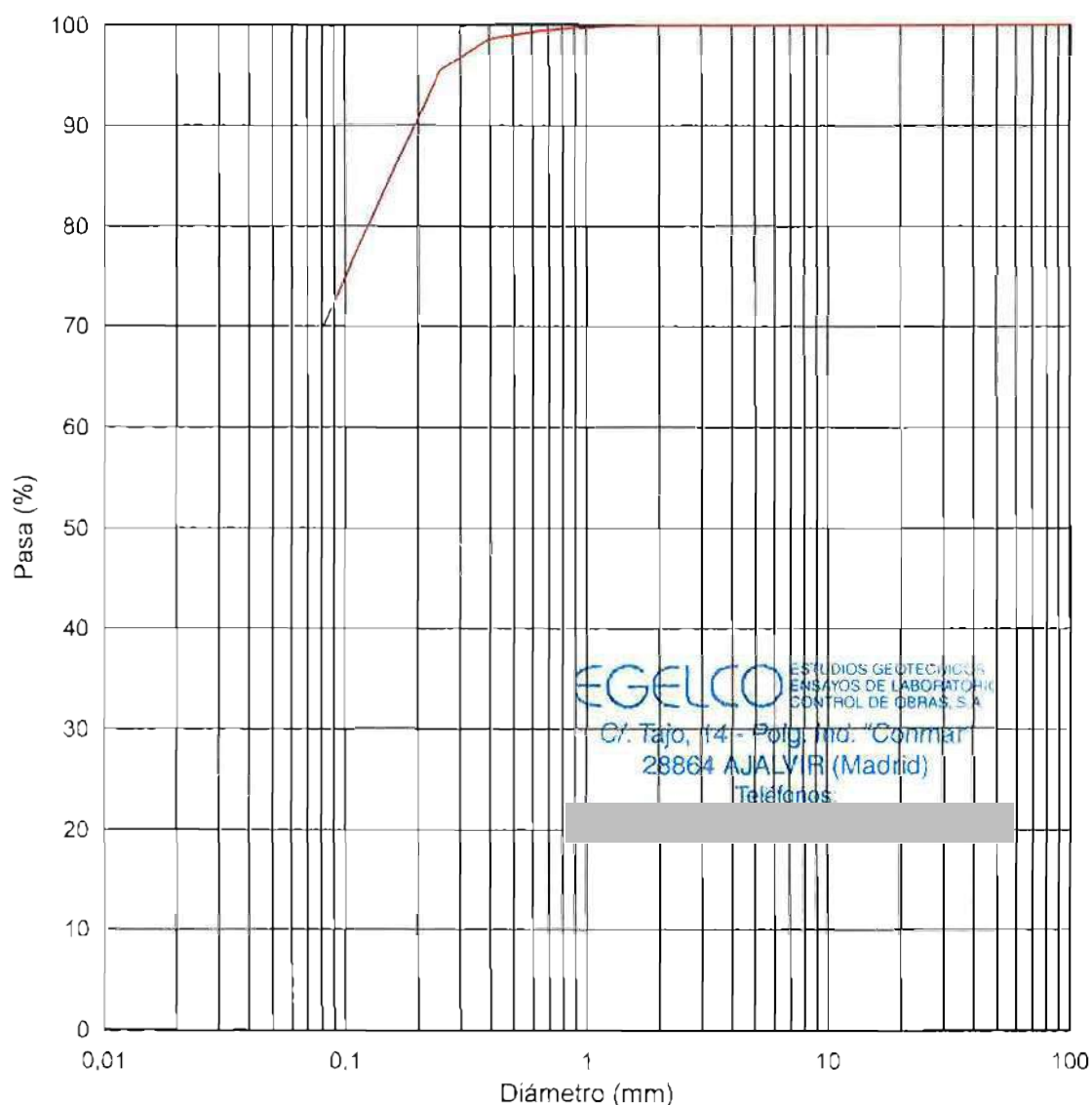
PROF. (m): 15,00 - 15,40

RETENIDO T-2 (%): 0,0

MUESTRA: ALTERADA

RETENIDO T-5 (%): 0,0

OBSERVACIONES:



Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
50	100,0
32	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
3,20	100,0
2,00	100,0
1,25	100,0
0,63	99,3
0,40	98,6
0,25	95,5
0,16	85,8
0,08	69,6

Este informe está compuesto de sesenta (60) páginas.

Madrid, 13 de Octubre de 2009

Vº Bº

EGELCO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ENSAYOS DE LABORATORIO
CONTROL DE OBRAS, S.A.
4 - Polg. Ind. "Conmár"
AJALVIR (Madrid)
Teléfonos:

Fdo: D. Fernando Gutiérrez Blanco
Director Laboratorio

Fdo: D. Felipe Moreno Villalba
Jefe Laboratorio

ANEJO N° 5.- FOTOGRAFÍAS



Ensayo de penetración B3



Ensayo de penetración B4



Emplazamiento de sondeo S3



Emplazamiento del sondeo S4



Caja del sondeo S1 de 0,00 a 3,40 metros de profundidad



Caja del sondeo S1 de 3,40 a 7,50 metros de profundidad



Caja del sondeo S1 de 7,50 a 10,50 metros de profundidad



Caja del sondeo S1 de 10,50 a 13,80 metros de profundidad



Caja del sondeo S1 de 13,80 a 15,30 metros de profundidad



Caja del sondeo S2 de 0,00 a 3,00 metros de profundidad



Caja del sondeo S2 de 3,00 a 7,20 metros de profundidad



Caja del sondeo S2 de 7,20 a 10,50 metros de profundidad



Caja del sondeo S2 de 10,50 a 13,25 metros de profundidad



Caja del sondeo S2 de 13,25 a 15,28 metros de profundidad



Caja del sondeo S3 de 0,00 a 3,80 metros de profundidad



Caja del sondeo S3 de 3,80 a 7,55 metros de profundidad



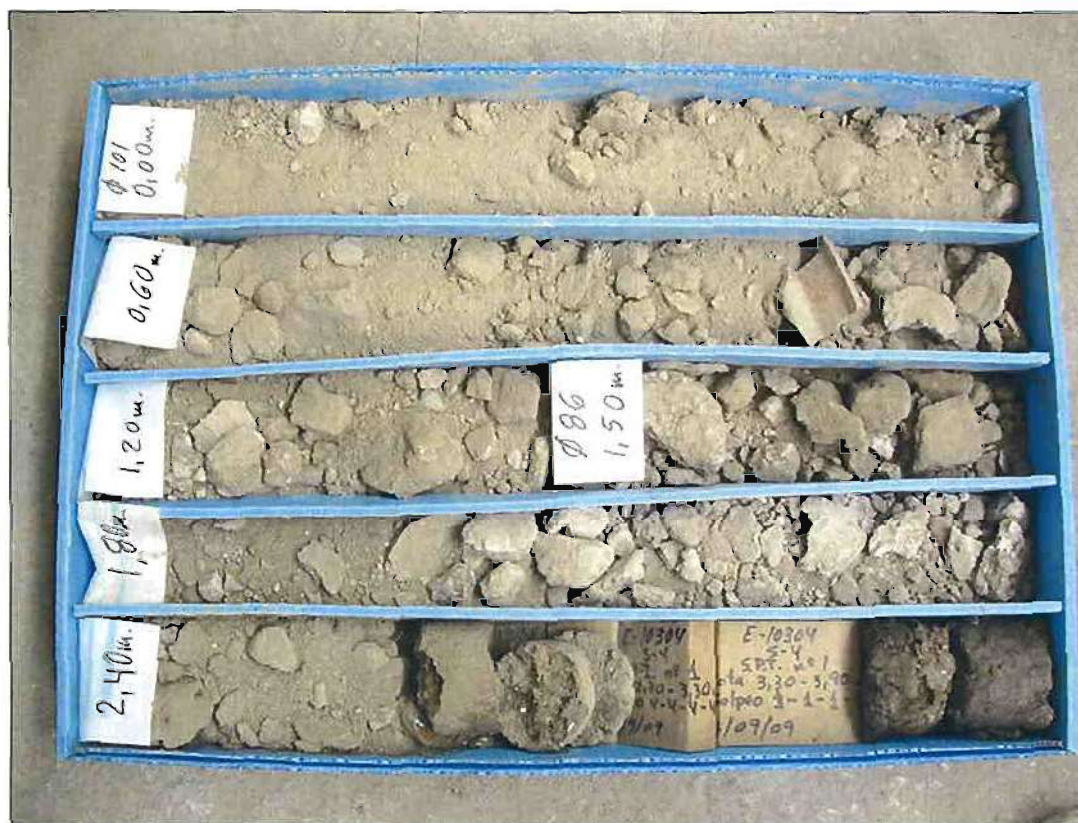
Caja del sondeo S3 de 7,55 a 10,90 metros de profundidad



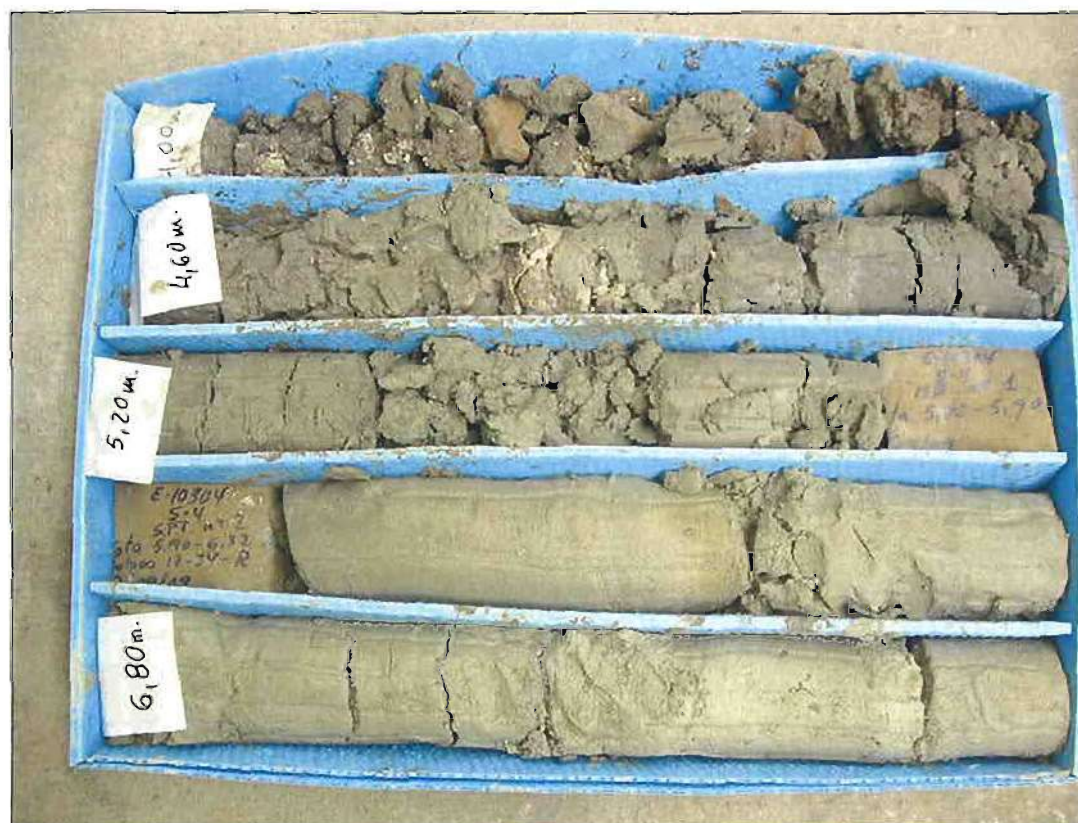
Caja del sondeo S3 de 10,90 a 14,70 metros de profundidad



Caja del sondeo S3 de 14,70 a 15,40 metros de profundidad



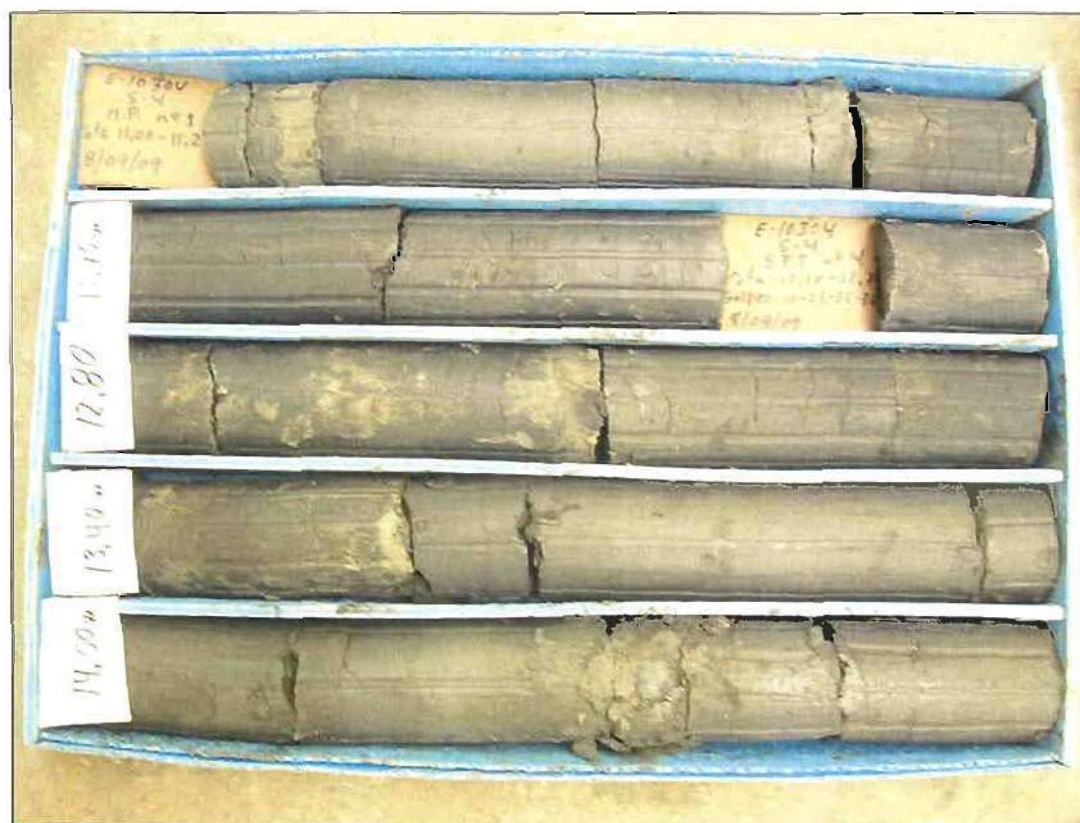
Caja del sondeo S4 de 0,00 a 4,00 metros de profundidad



Caja del sondeo S4 de 4,00 a 7,40 metros de profundidad



Caja del sondeo S4 de 7,40 a 11,00 metros de profundidad



Caja del sondeo S4 de 11,00 a 14,60 metros de profundidad



Caja del sondeo S4 de 14,60 a 15,40 metros de profundidad

