

# ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO. EDIFICIO DE VIVIENDAS, LOCALES, TRASTEROS Y GARAJES EN TOLEDO.

---

**TITULAR:** EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.

**EMPLAZAMIENTO:** PARCELA 63-A DEL BARRIO SANTA MARÍA DE  
BENQUERENCIA, EN TOLEDO.

**PETICIONARIO:** EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.

**REFERENCIA:** EG-201007/74

**FECHA:** SEPTIEMBRE 2.010

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L. LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO. Organismo Acreditador: Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid, Fecha 4 de Marzo del 2005. Áreas **EHA**: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero (N.R.-03061EHA05), **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotecnia (N.R.-03062GTL05), **GTC**: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos (N.R.-03063GTC05), **AMC**: Control de morteros para albañilería (N.R.-03064AMC05).



# ÍNDICE

<b>MEMORIA</b>	<b>PAGINA</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGIA</b>	01
<b>2. MARCO GEOLOGICO</b>	03
- INTRODUCCION	
- ESTRATIGRAFIA GENERAL	
<b>3. INVESTIGACION REALIZADA</b>	07
- RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS "IN SITU"	
- ENSAYOS DE LABORATORIO	
<b>4. DESCRIPCION GEOLOGICO-GEOTECNICA DEL TERRENO</b>	17
4.1. Naturaleza y disposición del subsuelo	
4.2. Características Geotécnicas	
<b>5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS</b>	28
<b>6. CONCLUSIONES</b>	39

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

**ANEJO N° 1.- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS  
DE SITUACION DE RECONOCIMIENTOS**

**ANEJO N° 2.- GRAFICOS DE PENETRACIONES DINAMICAS**

**ANEJO N° 3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS Y PERFILES LITOLÓGICOS**

**ANEJO N° 4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ANEJO N° 5.- FOTOGRAFIAS DE TRABAJOS DE CAMPO**

**ANEJO N° 6.- FOTOGRAFIAS DE CAJAS DE SONDEOS**

## **BIBLIOGRAFÍA**



## 1.- INTRODUCCION Y METODOLOGIA.

En el presente informe se describen los resultados obtenidos en el reconocimiento geotécnico realizado por GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2.000, S.L. sobre la Parcela 63-A del Barrio Santa María de Benquerencia en Toledo, donde se pretende construir un Edificio de Viviendas, Locales, Trasteros y Garajes con una superficie aproximada de ocupación en Planta de 3.500 m<sup>2</sup> (superficie construida: 15.087,02 m<sup>2</sup>).

El tipo de edificación prevista consta de dos (2) Plantas de Sótano y ocho (8) alturas sobre rasante del terreno.

Este estudio geotécnico, solicitado por la **EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.**, tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación de la construcción que se proyecta.

A efectos del reconocimiento del terreno, se trata de un Tipo de construcción C-2 y el terreno se podría clasificar dentro del Grupo T-1 (Terrenos favorables) según las Tablas 3.1 y 3.2 del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación de 2006.

En lo que respecta a la sismicidad, la Norma de Construcción Sismorresistente de 27 de Septiembre de 2.002 (NCSE-02) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

La aplicación de la citada Norma no es obligatoria en las construcciones de moderada importancia y en aquellas en que la aceleración básica  $a_b$ , sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad. Debido a que el área objeto de estudio se encuentra localizado en una zona de mínimo riesgo sísmico ( $a_b/g < 0.04$ ) no serán necesarias comprobaciones en este sentido en el proyecto.



Así pues, el objetivo principal de este informe va encaminado a analizar el tipo de cimentación más adecuado e indicar las recomendaciones oportunas para su proyecto y construcción, todo ello en función de las características del terreno existente, que han sido definidas tras la realización de las diferentes fases que se describen a continuación:

- Reconocimiento de campo para investigar las características generales de los terrenos considerados y planificar la campaña de reconocimientos específicos a realizar.
- Ejecución de tres (3) sondeos mecánicos a rotación, con extracción de testigo continuo, toma de muestras inalteradas y/o parafinadas, y realización de ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) a lo largo de toda la columna.
- Ejecución de cuatro (4) ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro) hasta obtener rechazo, para evaluar las características mecánicas del terreno.
- Realización de diferentes ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en los sondeos para cuantificar los parámetros geotécnicos del subsuelo.
- Análisis de los datos obtenidos y elaboración del presente informe, donde se incluye un apartado de recomendaciones constructivas.



## 2.- MARCO GEOLOGICO.

### INTRODUCCION.

La zona objeto de estudio se localiza dentro de la Cuenca terciaria del Tajo. Esta cuenca corresponde a una amplia depresión de origen tectónico ("graben") de más de 15.000 km<sup>2</sup> de extensión.

Desde el punto de vista estructural, se caracteriza por ser una cuenca intraplaca generada por la deformación alpina, con una evolución morfotectónica condicionada por los accidentes o fracturas tardihercénicas.

La individualización dentro del Macizo Hespérico de la Cordillera o Sistema Central y los Montes de Toledo, como bloques levantados y áreas fuente de sedimentos detríticos, y de la Cuenca del Tajo, como zona de hundimiento y receptora de estos sedimentos y de los suministrados por la erosión de los demás relieves circundantes, es un fenómeno que se produjo a partir del Terciario inferior, como consecuencia de la reactivación alpina de los desgarres producidos durante las últimas etapas hercénicas en los citados macizos.

Esta reactivación fue contemporánea de compresiones tardías transversales a la directriz de la Cordillera Ibérica, que forma el borde NE de la cuenca, relacionadas con etapas de convergencia entre las placas euroasiática y africana.

Así, como resultado de la evolución estructural apuntada, la Cuenca del Tajo aparece limitada por márgenes especialmente heterogéneos: orógenos hercénicos reciclados (Sistema Central, Montes de Toledo), cadenas alpinas plegadas donde aparecen implicadas formaciones mesozoicas (Cordillera Ibérica en su rama castellana) y mantos ascendidos (lineación de Altomira).

Todo ello condiciona una neta variabilidad en cuanto a la composición de las áreas fuente, que incide en la litología de los sedimentos que componen los sistemas aluviales así como en la de los depósitos lacustres marginales.



## ESTRATIGRAFIA GENERAL.

Desde el punto de vista geológico, la Cuenca del Tajo está rellena en su mayor parte por depósitos terciarios, principalmente miocenos.

La estratigrafía general del Mioceno de la Cuenca del Tajo se ha dividido en dos grandes conjuntos:  
Burdigaliense – Vindoboniense  
Pontiense s.l.

El conjunto Burdigaliense – Vindoboniense presenta grandes cambios de facies, desde las predominantemente evaporíticas del interior de la cuenca a las detríticas de los bordes.

Las *facies del interior* presentan su aspecto más típico en la región de Arganda y Chinchón, donde se pueden diferenciar dos tramos principales.

El primer tramo ó *tramo inferior* está formado por yesos y margas yesíferas grises. Se trata de una monótona sucesión de capas de yesos especulares, entre los que se intercalan otras más margosas con cristales de yesos más pequeños.

El segundo tramo ó *tramo superior* consiste en una serie rítmica de yesos sacaroideos blancos, rosados o marrones y margas blancas y grises yesíferas. Los yesos sacaroideos se presentan en capas bien estratificadas y las margas blancas contienen gran cantidad de cristales de yeso marrón o acaramelado con maclas en punta de flecha de hasta 1 dm.

Frecuentemente se intercalan en la serie algunas capas de calizas compactas de tonos claros, generalmente blancas, que en algunas zonas (región de Arganda, Ciempozuelos y Esquivias) alcanzan gran importancia, dominando la estratigrafía de este tramo.



Finalmente, hacia el techo de la serie, es frecuente la presencia de niveles silíceos. Estos niveles están representados en algunas zonas por grandes nódulos blanquecinos que se concentran en el techo de la serie yesífera blanca y que, por erosión diferencial, dan lugar a grandes bloques oquerosos y, en otras zonas, se presentan como verdaderas capas de sílex marrón, intercaladas entre las calizas, a las que sustituye en ocasiones metasomáticamente.

Las tonalidades blanquecinas de estos tramos han llevado a agrupar sus materiales en un conjunto de facies denominadas "*facies blancas*".

Las *facies detríticas marginales* presentan una composición y estratigrafía muy distinta según las características litológicas del área madre de que proceden. Debido a lo cual se han diferenciado las siguientes facies detríticas: *Facies Guadalajara*, *Facies Madrid* y *Facies Toledo*.

Los materiales que constituyen la *facies Guadalajara* proceden de la denudación de los materiales paleozoicos, cuarcíticos y pizarrosos de Somosierra. Se trata de una serie de margas y limos rojizos claros que hacia el norte se hace más arenosa, conteniendo frecuentemente niveles de cantos de cuarcita, cuarzo y pizarra.

La *facies Madrid* procede de la destrucción de los granitos y gneises de la Sierra de Guadarrama. Se trata de una monótona serie de arcosas con cantos de gneis y granito, en general muy sueltos, aunque a veces presenta una gran cantidad de matriz arcillosa.

Los materiales de la *facies Toledo* proceden del Paleozoico de los Montes de Toledo, así como de los gneises y granitos de la meseta Toledana. Está constituida generalmente por arenas arcóscas muy arcillosas, de color rojizo claro, con cantos de materiales cristalinos y cuarcitas.

Entre estas formaciones detríticas de borde y las anteriormente descritas del interior de la cuenca, existe un cambio de facies con visibles acuñamientos e intercalaciones de capas.



El conjunto Ponticense s.l. está constituido por la formación de las "calizas de los Páramos", serie compleja de calizas lacustres y margas que, en su base, presenta una serie detrítica de facies y espesores muy variados.

La serie basal detrítica está compuesta por una serie de conglomerados cuarcíticos, localmente con cantos de calizas miocenas, con matriz arenosa arcósica y algunas intercalaciones de arcillas. Lateralmente pierden potencia, a la vez que se hacen de granulometría más fina, pasando a arenas arcósicas, arenas micáceas y a arcillas, en ocasiones ricas en materia carbonosa y con calizas finas intercaladas.

Las "calizas de los Páramos" constituyen una formación compleja cuyas facies típicas son unas calizas lacustres compactas, de tonos grisáceos y crema, con abundantes fósiles. Entre estas calizas son frecuentes las capas de marga de tonos claros muy fosilíferas y, en ocasiones, margas y calizas negras fétidas. No faltan tampoco las facies tobáceas, en las que se reconocen abundantes tallos de plantas.



### 3.- INVESTIGACION REALIZADA.

Para el estudio y definición de las características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio se ha realizado una campaña de reconocimientos específicos.

Esta campaña geotécnica ha consistido, fundamentalmente, en la ejecución de tres (3) sondeos mecánicos a rotación con realización de ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y extracción de muestras inalteradas y/o parafinadas para su posterior ensayo en laboratorio, y en la realización de cuatro (4) ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro) hasta alcanzar rechazo.

La descripción y los resultados obtenidos en laboratorio de cada uno de los diferentes tipos de reconocimientos se analizan en los siguientes apartados y se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.

Debido a la topografía de superficie existente, en el siguiente listado se indican las cotas relativas aproximadas de inicio de cada uno de los reconocimientos realizados, tomando como referencia el plano topográfico facilitado por el cliente:

<u>Reconocimiento</u>	<u>Cota relativa(m)</u>	<u>Reconocimiento</u>	<u>Cota relativa (m)</u>
S-1	545.53	S-2	546.19
S-3	545.17	P-1	546.26
P-2	545.40	P-3	545.60
P-4	544.20		

#### RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS "IN SITU".

Como se ha indicado anteriormente, se han realizado tres (3) sondeos (S-1, S-2 y S-3) con unas profundidades alcanzadas de 11,75 m (S-1), de 10,10 m (S-2) y de 10,00 m (S-3), cuya localización queda reflejada en el croquis de situación incluido en la Documentación Adicional.



Un sondeo es una perforación de pequeño diámetro que permite reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno así como extraer muestras del mismo y, eventualmente realizar ensayos *in situ*.

La ejecución de los sondeos se llevó a cabo mediante perforación a rotación con corona de widia y extracción de testigo continuo al avance.

Durante el proceso de perforación, a diferentes cotas, se efectuaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y se tomaron muestras inalteradas y/o parafinadas para su posterior ensayo en laboratorio.

Asimismo, en uno de los sondeos realizados (S-1) se colocó tubería piezométrica de P.V.C. ranurada, con el fin de detectar la posible presencia del nivel freático y realizar, en su caso, su posterior medición.

Los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.), a diferencia de los ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro), se llevan a cabo de forma puntual dentro del sondeo, obteniéndose además una muestra de suelo mediante la cuchara toma-muestras que se hince en el terreno.

El proceso de ejecución de este ensayo se ajusta a las indicaciones de la norma UNE 7.308 y su resultado se refleja como el número de penetración estándar ( $N_{SPT}$ ), que es la suma del número de golpes de las tandas segunda y tercera, de las 3 ó 4 que constituyen el ensayo y que corresponden a una hince de 15 cm cada una.

En los siguientes cuadros se presentan, de forma esquemática, las columnas estratigráficas obtenidas en los sondeos, las profundidades alcanzadas y los resultados de los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) realizados:



SONDEO S-1		
PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGIA	N <sub>SPT</sub> (COTA)
0,00 – 1,00	Rellenos antrópicos (materiales normalmente procedentes de excavaciones) y/ suelo de alteración superficial (arenas arcillosas de tonos marrones).	
1,00 – 5,60	Arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas, y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación).	27 (1,80 – 2,40) 19 (3,60 – 4,20) 14 (5,00 – 5,60)
5,60 – 9,30	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos. Las gravas son de naturaleza silíceas y cuarcíticas, presentan formas sub-redondeadas y tamaños más frecuentes comprendidos entre 2 – 8 cm (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales).	23 (7,00 – 7,60) R (9,00 – 9,10)
9,30 – 11,75	Arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos (facies "Toledo").	R (11,60 – 11,75)

SONDEO S-2		
PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGIA	N <sub>SPT</sub> (COTA)
0,00 – 0,80	Rellenos antrópicos (materiales normalmente procedentes de excavaciones) y/ suelo de alteración superficial (arenas arcillosas de tonos marrones).	
0,80 – 5,20	Arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas, y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación).	52 (2,60 – 3,20) 26 (4,60 – 5,20)
5,20 – 10,10	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos. Las gravas son de naturaleza silíceas y cuarcíticas, presentan formas sub-redondeadas y tamaños más frecuentes comprendidos entre 2 – 8 cm (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales).	39 (6,00 – 6,60) R (8,00 – 8,10) R (10,00 – 10,10)

SONDEO S-3		
PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGIA	N <sub>SPT</sub> (COTA)
0,00 – 0,90	Rellenos antrópicos (materiales normalmente procedentes de excavaciones) y/ suelo de alteración superficial (arenas arcillosas de tonos marrones).	
0,90 – 3,45	Arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas, y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación).	23 (1,80 – 2,40)
3,45 – 10,00	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos. Las gravas son de naturaleza silíceas y cuarcíticas, presentan formas sub-redondeadas y tamaños más frecuentes comprendidos entre 2 – 8 cm (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales).	69 (3,45 – 4,05) R (5,00 – 5,40) R (7,00 – 7,30) R (9,70 – 10,00)

La descripción detallada de las columnas estratigráficas obtenidas en los sondeos se ha incluido en los Anejos adicionales.



Finalmente señalar que en los sondeos realizados (donde se colocó tubería piezométrica en uno de ellos (S-1) para medir el nivel freático) se ha detectado la presencia de agua a una profundidad de 9,30 m (S-1) desde la cota de inicio de la perforación; mientras que en los sondeos S-2 y S-3 no se ha detectado presencia de agua (secos), en la medición realizada con fecha 20 de Agosto de 2010.

Normalmente, en este tipo de terrenos, la presencia de agua no suele corresponder a la existencia de un nivel freático generalizado, sino más frecuentemente, a niveles colgados o bolsadas de agua existentes a favor de estratos o capas de naturaleza más o menos arenosa (más permeables) limitados por estratos o capas de naturaleza más arcillosa (menos permeables).

Según esto, para interpretar correctamente los niveles piezométricos registrados en los sondeos, debe de tenerse en cuenta lo siguiente:

- Dado que los piezómetros conectan las capas superiores del terreno con las inferiores, si toda la zona atravesada fuera relativamente impermeable, el nivel que el agua alcanzaría al cabo de un cierto tiempo sería el correspondiente a la capa de agua colgada situada a mayor altura, sin que ello quiera decir que existe realmente tal nivel freático de arriba abajo.
- En otros casos puede suceder, que las aguas colgadas en una capa superior desaparezcan en las inferiores al perforar el estrato impermeable que las sostenía. Como consecuencia, el piezómetro puede indicar que no existe agua, cuando en realidad hay una capa de agua colgada que se ha filtrado hacia abajo.
- Además, se pueden dar situaciones intermedias: es decir, que haya aguas colgadas que desciendan por la perforación y se embalsen hasta un nivel en el que existe una capa muy permeable, que hace las funciones de un rebosadero.
- Por último, cuando se trata de una zona poblada también pudiera ocurrir que se marcara un nivel freático, que en realidad no fuera tal, sino las filtraciones procedentes de conducciones de agua existentes en las proximidades.



Como consecuencia de todas estas observaciones referentes a los piezómetros se deduce, que los correspondientes valores deben de interpretarse con muchas precauciones, teniendo en cuenta todas las posibles circunstancias que se han mencionado o incluso alguna otra particular que pudiera surgir.

Por otro lado, se realizaron cuatro (4) ensayos de penetración dinámica continua, utilizando un penetrómetro tipo Borro de las siguientes características:

Peso de la maza:	63,5 kg
Altura de caída:	50 cm
Diámetro de varilla:	32 mm
Tipo de puntaza:	cuadrada de 40 x 40

Este ensayo consiste básicamente en la hincada de una varilla en el terreno, utilizando la energía de caída de la maza y contabilizando el número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración ( $N_{20}$ ). El ensayo finaliza cuando se superan los 100 golpes para una penetración de 20 cm ( $N_{20} > 100$ ), lo que se considera como rechazo.

La representación en un gráfico, del número de golpes de cada tanda en función de la profundidad, proporciona una caracterización cualitativa de las variaciones resistentes del terreno con la profundidad, que puede cuantificarse mediante determinadas correlaciones cuya fiabilidad depende de la naturaleza del terreno.

La situación de los puntos donde se realizaron los ensayos de penetración y los gráficos de penetración obtenidos se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.

En los siguientes cuadros se reflejan los intervalos de valores de golpeo ( $N_{20}$ ) obtenidos en los ensayos efectuados:



<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA P-1</b>	
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>N<sub>20</sub></b>
0,00 – 1,20	32 – 74
1,20 – 5,20	7 – 33
5,20 – 5,60	57 – 100

<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA P-2</b>	
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>N<sub>20</sub></b>
0,00 – 1,00	33 – 71
1,00 – 5,60	14 – 34
5,60 – 6,00	31 – 100

<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA P-3</b>	
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>N<sub>20</sub></b>
0,00 – 1,20	20 – 38
1,20 – 2,40	12 – 23
2,40 – 3,80	30 – 100

<b>ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA P-4</b>	
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>N<sub>20</sub></b>
0,00 – 1,00	20 – 33
1,00 – 2,80	17 – 27
2,80 – 3,20	56 – 100

A continuación se indican las profundidades relativas (contadas a partir de la embocadura de los ensayos) a las que se ha producido el rechazo:

ENSAYO DE PENETRACION

PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)

P-1	5,60
P-2	6,00
P-3	3,80
P-4	3,20

ENSAYOS DE LABORATORIO.

El testigo continuo obtenido en los sondeos se colocó ordenadamente en cajas especiales que fueron enviadas al laboratorio, donde se procedió a la apertura e inspección de las muestras extraídas, efectuándose sobre ellas los ensayos más oportunos en función de sus características y de su cota de obtención.

Estos ensayos tienen como fin la identificación precisa del tipo de suelo, así como la determinación de sus características mecánicas y químicas.

Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con las correspondientes normas UNE y NLT, habiéndose efectuado las siguientes determinaciones:

- Granulometría por tamizado:	10 uds.
- Límites de Atterberg:	10 uds.
- Humedad natural:	10 uds.
- Presión de Hinchamiento:	2 uds.
- Contenido cuantitativo de sulfatos:	3 uds.
- Resistencia a compresión simple en suelos:	1 uds.
- Ensayo de corte directo:	2 uds.
- Clasificación U.S.C.S.:	10 uds.

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados se recogen en las correspondientes fichas de laboratorio incluidas en los Anejos adicionales.



En el siguiente cuadro se refleja un resumen de los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas en los sondeos:

SONDEO	MUESTRA (prof. en m)	FINOS (%)	PLASTICIDAD			CLASIFICACION U.S.C.S.
			LL	LP	IP	
S-1	1.20 – 1.80	53.52	31.07	19.51	11.56	CL
S-1	3.00 – 3.60	22.15	NP	NP	-	SM
S-1	7.00 – 7.60	15.32	NP	NP	-	SW-SM
S-1	10.00 – 10.30	43.13	27.37	15.36	12.01	SC
S-2	2.00 – 2.60	27.55	26.35	17.43	8.92	SC
S-2	4.00 – 4.60	95.78	34.34	19.87	14.47	CL
S-2	6.00 – 6.60	15.30	NP	NP	-	SW-SM
S-2	9.50 – 9.70	14.73	NP	NP	-	GW-GM
S-3	3.00 – 3.60	47.38	33.85	19.28	14.56	SC
S-3	7.00 – 7.30	9.41	NP	NP	-	GW-GM

#### 4.- DESCRIPCION GEOLOGICO-GEOTECNICA DEL TERRENO.

##### 4.1.- NATURALEZA Y DISPOSICION DEL SUBSUELO.

Del análisis de las características del terreno existente, definidas en base a la investigación de campo junto con los reconocimientos específicos realizados en el área objeto de estudio, se deduce que el terreno está constituido en superficie por rellenos antrópicos formados por materiales normalmente procedentes de excavaciones y/o un suelo de alteración superficial constituido por arenas arcillosas de tonos marrones.

Bajo los rellenos antrópicos se localizan los depósitos aluviales de terraza del río Tajo, formados principalmente por arenas limpias y sueltas con gravas sub-redondeadas a redondeadas de cuarzo y cuarcita (depósitos aluviales en facies de barras y canales) y/o arenas limosas y/o limos arenosos con alguna gravilla y grava dispersas, típicos de este tipo de depósitos (depósitos aluviales en facies de llanura de inundación). En general, se trata de sedimentos asociados a la dinámica fluvial, de litología variable y distribución irregular dentro del conjunto del depósito.

Finalmente, a mayor profundidad, se localizan los materiales miocenos de la Cuenca terciaria del Tajo, integrados en esta zona fundamentalmente por los materiales pertenecientes a la *Facies Toledo* (arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos).

Los materiales correspondientes a la *Facies Toledo* están formados, en general y a escala macrolitológica, por una monótona sucesión de margas rojizas, arenas arcóscas, niveles de gravas y horizontes arcillosos, que en detalle pueden subdividirse en tres grupos según predominen las arenas, las gravas o las arcillas.

El primer grupo, eminentemente areno-arcilloso, presenta tonalidades rojizas, recubrimientos arcillosos y calcáreos e intercalaciones de gravas y conglomerados, así como eventuales formaciones de caliche.



El segundo grupo, que aparece por la margen izquierda del Tajo entre las poblaciones de Ocaña y Toledo, es una continuación del anterior, si bien aparece soterrado por una serie de potentes bancos de gravas y conglomerados, a veces, con más de 8 m de potencia.

Dichos bancos, que alcanzan sus espesores máximos en las proximidades del Tajo, van decreciendo hacia el S y SE, de tal forma, que en la zona de Mora – Consuegra sólo aparecen esporádicamente recubriendo la formación inferior que, en esta zona, es netamente arcillosa manteniendo las tonalidades rojizas e incluyendo eventuales lentejones de arenas (tercer grupo).

Así, según los reconocimientos realizados, en la zona de estudio pueden diferenciarse los siguientes niveles:

**Nivel 0:** Se trata de rellenos antrópicos formados por materiales normalmente procedentes de excavaciones y/o un suelo de alteración superficial constituido por arenas arcillosas de tonos marrones. En general constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de carácter no homogéneo, de compacidad floja a semidensa y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona objeto de estudio presentan una potencia comprendida entre 0,80 – 1,20 m desde la cota de inicio de los reconocimientos realizados.

En el siguiente listado se indican las potencias obtenidas de suelo alterado y/o poco consolidado (Nivel 0), medidas desde la cota de inicio de cada uno de los reconocimientos:

<u>Reconocimiento</u>	<u>Suelo alterado y/o poco consolidado (m)</u>
S-1	1.00
S-2	0.80
S-3	0.90
P-1	1.20
P-2	1.00
P-3	1.20
P-4	1.00



**Nivel I:** Se trata de materiales detríticos correspondientes a depósitos aluviales de terraza del río Tajo formados fundamentalmente por capas de arenas limpias y sueltas, con gravas sub-redondeadas a redondeadas de cuarzo y cuarcita, de tonos marrones (facies de barras y canales), y capas arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones con algunas gravas y gravillas dispersas (facies de llanura de inundación). En general, los materiales que conforman este Nivel están integrados por sedimentos de naturaleza heterogénea y distribución irregular dentro del conjunto del depósito, entre los que pueden diferenciarse, a grandes rasgos, los siguientes Subniveles:

Subnivel I<sub>A</sub>: Se trata de arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas, y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos, correspondientes a depósitos aluviales de terraza de río Tajo en facies de llanura de inundación. Constituyen un suelo granular de compacidad semidensa, con una capacidad portante media a media-baja. Este Subnivel se ha identificado en el sondeo S-1 en el tramo comprendido entre 1,00 – 5,60 m de profundidad, en el sondeo S-2 en el tramo comprendido entre 0,80 – 5,20 m de profundidad, y en el sondeo S-3 en el tramo comprendido entre 0,90 – 3,45 m de profundidad, estando las profundidades referidas a la cota de inicio de cada una de las perforaciones.

Subnivel I<sub>G</sub>: Se trata de arenas y gravas con matriz algo limosa de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos, correspondientes a depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales. Las gravas son de naturaleza fundamentalmente silíceo y cuarcítica, presentan formas sub-redondeadas y tamaños más frecuentes comprendidos entre 2 – 8 cm. En general, constituyen un suelo granular de compacidad semidensa (tramos con predominio de arenas sueltas) a densa (tramos con abundancia de gravas), con una capacidad portante media a media-alta. Este Subnivel se ha identificado en el sondeo S-1 en el tramo comprendido entre 5,60 – 9,30 m de profundidad, en el sondeo S-2 a partir de 5,20 m de profundidad hasta el final de la perforación, y en el sondeo S-3 a partir de 3,45 m de profundidad hasta el final, estando las profundidades referidas a la cota de inicio de cada una de las perforaciones.



**Nivel II:** Se trata de materiales detríticos pertenecientes a la facies Toledo, formados por arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos. En general, constituyen un suelo granular de compacidad densa a muy densa con una capacidad portante media-alta. Este nivel se ha identificado en el sondeo S-1 a partir 9,30 m de profundidad hasta el final de la perforación, estando la profundidad referida a la cota de inicio del sondeo.



#### 4.2.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.

En este apartado se describen las principales características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio:

##### *Granulometría:*

Las curvas granulométricas de las muestras extraídas en los sondeos realizados presentan los siguientes porcentajes de finos:

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u>%Finos</u>
I <sub>A</sub>	S-1	1.20 – 1.80	53.52
I <sub>A</sub>	S-1	3.00 – 3.60	22.15
I <sub>G</sub>	S-1	7.00 – 7.60	15.32
II	S-1	10.00 – 10.30	43.13
I <sub>A</sub>	S-2	2.00 – 2.60	27.55
I <sub>A</sub>	S-2	4.00 – 4.60	95.78
I <sub>G</sub>	S-2	6.00 – 6.60	15.30
I <sub>G</sub>	S-2	9.50 – 9.70	14.73
I <sub>A</sub>	S-3	3.00 – 3.60	47.38
I <sub>G</sub>	S-3	7.00 – 7.30	9.41

##### *Plasticidad:*

En lo que se refiere a la plasticidad de las fracciones finas, los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas en laboratorio se reflejan en el siguiente listado:



<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u>LL</u>	<u>LP</u>	<u>IP</u>
I <sub>A</sub>	S-1	1.20 – 1.80	31.07	19.51	11.56
I <sub>A</sub>	S-1	3.00 – 3.60	NP	NP	-
I <sub>G</sub>	S-1	7.00 – 7.60	NP	NP	-
II	S-1	10.00 – 10.30	27.37	15.36	12.01
I <sub>A</sub>	S-2	2.00 – 2.60	26.35	17.43	8.92
I <sub>A</sub>	S-2	4.00 – 4.60	34.34	19.87	14.47
I <sub>G</sub>	S-2	6.00 – 6.60	NP	NP	-
I <sub>G</sub>	S-2	9.50 – 9.70	NP	NP	-
I <sub>A</sub>	S-3	3.00 – 3.60	33.85	19.28	14.56
I <sub>G</sub>	S-3	7.00 – 7.30	NP	NP	-

La representación de los resultados obtenidos en el gráfico de plasticidad de Casagrande, permite clasificar las fracciones finas de las muestras ensayadas como arcillas de baja plasticidad (CL), puntualmente No Plásticas (NP), en las muestras pertenecientes al Subnivel I<sub>A</sub>; como No Plásticas (NP) en las muestras pertenecientes al Subnivel I<sub>G</sub>; y como arcillas de baja plasticidad (CL) en las muestras pertenecientes al Nivel II.

*Humedad natural:*

La humedad natural obtenida en las muestras ensayadas aumenta normalmente con el contenido de finos, presentando los siguientes valores:

<u>Nivel</u>	<u>Intervalo de valores de humedad obtenidos</u>
I <sub>A</sub>	3.72% - 9.82%
I <sub>G</sub>	0.41% - 1.79%
II	9.22%



### *Expansividad:*

En dos ensayos de Presión de Hinchamiento en edómetro realizados, se han obtenido los siguientes resultados:

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u>Presión de Hinchamiento (kp/cm<sup>2</sup>)</u>
I <sub>A</sub>	S-1	1.20 – 1.80	0.31
I <sub>A</sub>	S-1	4.00 – 4.60	0.71

Con estos resultados, en principio no será necesario tomar medidas encaminadas a mantener el grado de humedad natural del terreno para evitar, de esta forma, la aparición de posibles fenómenos de carácter expansivo por cambios de volumen (hinchamiento o retracción).

### *Actividad química:*

En los sondeos realizados (donde se colocó tubería piezométrica en uno de ellos (S-1) para medir el nivel freático) se ha detectado la presencia de agua a una profundidad de 9,30 m (S-1) desde la cota de inicio de la perforación; mientras que en los sondeos S-2 y S-3 no se ha detectado presencia de agua (secos), en la medición realizada con fecha 20 de Agosto de 2010.

En una muestra de agua analizada, recogida en el sondeo S-1, el contenido en sulfatos obtenido es de 295,15 mg/l, que corresponden a un tipo de exposición "Qa" y que las clasifican como "Ataque Débil" frente al hormigón según la Instrucción EHE-99 (tope máximo 600 mg/l).

Por otro lado, en tres muestras de suelo analizadas extraídas en los sondeos, el contenido en sulfatos obtenido es bajo (190 mg/kg, 107 mg/kg y 133 mg/kg) lo que corresponde a terrenos no agresivos, ya que según la Instrucción EHE-99 el tope máximo para ser considerados agresivos es de 2000 mg/kg.



Con estos resultados, debido a la agresividad de las aguas freáticas (tipo de exposición "Qa" clasificadas como "Ataque Débil"), no será necesaria la utilización de cementos especiales resistentes a la acción de los sulfatos en la formación de los hormigones en contacto con el terreno, pero sí utilizar una dosificación adecuada (según la Instrucción EHE-99): 0,50 de máxima relación agua/cemento, un mínimo contenido de cemento de 325 kg/cm<sup>3</sup>, y una resistencia mínima de 30 N/mm<sup>2</sup>, así como conveniente cuidar su ejecución para que estos resulten compactos y poco permeables.

*Características mecánicas:*

En los sondeos realizados (S-1 a S-3) se ejecutaron dieciséis (16) ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) donde se han obtenido los siguientes valores de golpeo (N<sub>SPT</sub>):

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Cota del ensayo (m)</u>	<u>N<sub>SPT</sub></u>
I <sub>A</sub>	S-1	1.80 – 2.40	27
I <sub>A</sub>	S-1	3.60 – 4.20	19
I <sub>A</sub>	S-1	5.00 – 5.60	14
I <sub>G</sub>	S-1	7.00 – 7.60	23
I <sub>G</sub>	S-1	9.00 – 9.10	R
I <sub>G</sub>	S-1	11.60 – 11.75	R

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Cota del ensayo (m)</u>	<u>N<sub>SPT</sub></u>
I <sub>A</sub>	S-2	2.60 – 3.20	52
I <sub>A</sub>	S-2	4.60 – 5.20	26
I <sub>G</sub>	S-2	6.00 – 6.60	39
I <sub>G</sub>	S-2	8.00 – 8.10	R
I <sub>G</sub>	S-2	10.00 – 10.10	R



<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Cota del ensayo (m)</u>	<u>N<sub>SPT</sub></u>
I <sub>A</sub>	S-3	1.80 – 2.40	23
I <sub>G</sub>	S-3	3.45 – 4.05	69
I <sub>G</sub>	S-3	5.00 – 5.40	R
I <sub>G</sub>	S-3	7.00 – 7.30	R
I <sub>G</sub>	S-3	9.70 – 10.00	R

En lo que respecta al ensayo de resistencia a compresión simple ( $q_u$ ) realizado sobre una muestra extraída en los sondeos, los resultados obtenidos son los siguientes:

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u><math>q_u</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</u>
I <sub>A</sub>	S-2	4.00 – 4.60	2.27

Por otro lado, se llevaron a cabo dos ensayos de corte directo sobre unas muestras obtenidas en los sondeos, cuyos resultados se reflejan en el siguiente listado:

<u>Nivel</u>	<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad de muestra (m)</u>	<u>c (kp/cm<sup>2</sup>)</u>	<u><math>\phi</math> (°)</u>
I <sub>A</sub>	S-1	1.20 – 1.80	0.88	45.00
I <sub>A</sub>	S-2	2.00 – 2.60	1.61	37.69

Finalmente, en lo que se refiere a los ensayos de penetración dinámica continua realizados, los intervalos de valores de golpeo ( $N_{20}$ ) obtenidos en cada uno de los niveles diferenciados se reflejan en los siguientes cuadros:



NIVEL	ENSAYO	INTERVALO DE N <sub>20</sub>	PROFUNDIDAD (m)
0	P-1	32 – 74	0.00 – 1.20
	P-2	33 – 71	0.00 – 1.00
	P-3	20 – 38	0.00 – 1.20
	P-4	20 – 33	0.00 – 1.00

NIVEL	ENSAYO	INTERVALO DE N <sub>20</sub>	PROFUNDIDAD (m)
I <sub>A</sub>	P-1	7 – 33	1.20 – 5.20
	P-2	14 – 34	1.00 – 5.60
	P-3	12 – 23	1.20 – 2.40
	P-4	17 – 27	1.00 – 2.80

NIVEL	ENSAYO	INTERVALO DE N <sub>20</sub>	PROFUNDIDAD (m)
I <sub>G</sub>	P-1	57 – 100	5.20 – 5.60
	P-2	31 – 100	5.60 – 6.00
	P-3	30 – 100	2.40 – 3.80
	P-4	56 – 100	2.80 – 3.20

Con los resultados obtenidos en los reconocimientos y ensayos de laboratorio realizados, a continuación se indican las características geotécnicas medias consideradas en los diferentes Niveles de suelo definidos:



NIVEL	TIPO DE SUELO	POTENCIA (m)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS MEDIAS
0	Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial. Se trata de un suelo alterado y/o poco consolidado, de carácter no homogéneo, de compacidad floja y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones.	0,80 a 1,20 (desde inicio de reconocimientos)	$N_{20} < 20$ $c = 0,00 - 0,03 \text{ kp/cm}^2$ $\phi = 24^\circ - 26^\circ$ $\gamma = 1,70 - 1,80 \text{ t/m}^3$
I	<p>Depósitos aluviales de terraza del río Tajo. Dentro de este Nivel se han diferenciado los siguientes Subniveles:</p> <p>Subnivel <math>I_A</math>: Se trata de arenas limosas y/o limos arenosos, con algunas gravillas y gravas dispersas (facies de llanura de inundación). Constituyen un suelo granular de compacidad semidensa, con una capacidad portante media a media-baja.</p> <p>Subnivel <math>I_G</math>: Se trata de arenas y gravas con matriz algo limosa, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos (facies de barras y canales). Constituyen un suelo granular de compacidad semidensa a densa, con una capacidad portante media a media-alta.</p>	<p><u>Subnivel <math>I_A</math>:</u></p> <p>1,00 – 5,60 (S-1)  0,80 – 5,20 (S-2)  0,90 – 3,45 (S-3)</p> <p><u>Subnivel <math>I_G</math>:</u></p> <p>5,60 – 9,30 (S-1)  &gt; 5,20 (S-2)  &gt; 3,45 (S-3)</p>	<p><u>Subnivel <math>I_A</math> :</u></p> <p><math>N_{SPT} = 10 - 25</math>  <math>c = 0,05 - 0,15 \text{ kp/cm}^2</math>  <math>\phi = 27^\circ - 29^\circ</math>  <math>\gamma = 1,80 - 1,95 \text{ t/m}^3</math></p> <p><u>Subnivel <math>I_G</math> :</u></p> <p><math>N_{SPT} = 20 - 40</math>  <math>c = 0,03 - 0,05 \text{ kp/cm}^2</math>  <math>\phi = 30^\circ - 35^\circ</math>  <math>\gamma = 2,00 - 2,10 \text{ t/m}^3</math></p>
II	Arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos, en facies Toledo. Constituyen un suelo granular de compacidad densa a muy densa, con una capacidad portante media-alta.	> 9,30 (S-1)	$N_{SPT} > 30$ $c = 0,15 - 0,30 \text{ kp/cm}^2$ $\phi = 28^\circ - 33^\circ$ $\gamma = 1,90 - 2,05 \text{ t/m}^3$

## 5.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

En este apartado se describen, atendiendo a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados y a las características del terreno existente, las diferentes recomendaciones constructivas propuestas para la ejecución del Edificio de Viviendas proyectado, en función de las siguientes actuaciones:

- Vaciado
- Muros perimetrales
- Cimentación

### **Vaciado:**

En el Edificio de Viviendas proyectado se ha previsto la ejecución de dos (2) Plantas de Sótano, por lo que para alcanzar la cota de solera del sótano inferior será necesario realizar una excavación con una profundidad de aproximadamente 6,00 m.

Debido a la topografía de superficie existente en la parcela objeto de estudio se ha considerado que la cota de solera del sótano inferior se localiza a la cota 539.00 según el plano topográfico facilitado por el cliente (ver perfiles litológicos interpretados, incluidos en los Anejos adicionales).

En este sentido indicar que las modificaciones respecto a este supuesto deberán ser corregidas posteriormente, fundamentalmente en lo que se refiere a la profundidad a la que deberán llevarse a cabo los apoyos de la cimentación.

Según esto, durante la fase de excavación o vaciado, será necesario retirar los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación (Subnivel I<sub>A</sub>), penetrando en los depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales (Subnivel I<sub>G</sub>) donde quedará el fondo de excavación.



En los sondeos realizados (donde se colocó tubería piezométrica en uno de ellos (S-1) para medir el nivel freático) se ha detectado la presencia de agua a una profundidad de 9,30 m (S-1) desde la cota de inicio de la perforación; mientras que en los sondeos S-2 y S-3 no se ha detectado presencia de agua (secos), en la medición realizada con fecha 20 de Agosto de 2010.

Normalmente, en este tipo de terrenos, la presencia de agua no suele corresponder a la existencia de un nivel freático generalizado, sino más frecuentemente, a niveles colgados o bolsadas de agua existentes a favor de estratos o capas de naturaleza más o menos arenosa (más permeables) limitados por estratos o capas de naturaleza más arcillosa (menos permeables).

En la zona objeto de estudio, la presencia de agua detectada podría obedecer a la existencia de rezumes o filtraciones a favor de pequeñas "vetas" o sub-niveles más permeables dentro del Nivel II, por donde pueden canalizarse de forma preferente las aguas de diverso origen: fugas de la red de saneamiento, infiltraciones procedentes de la escorrentía superficial, etc., o bien de forma similar y más probable, a las infiltraciones del agua de lluvia a través de los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo (Nivel I) superiores (suelos alterados y/o poco consolidados, más permeables).

Según esto, la presencia de agua podría interpretarse como correspondiente a aguas colgadas dentro de pequeñas "vetas" o sub-niveles más permeables pertenecientes al Nivel II y/o, más probablemente, a aguas de lluvia infiltradas a través de los materiales pertenecientes a los Niveles 0 y I, embalsadas en el hueco correspondiente a la perforación realizada.

En definitiva, no debe descartarse la posibilidad de que puedan aparecer "rezumes" o filtraciones de agua a favor de lentejones arenosos más permeables dentro del Nivel I, e incluso, por infiltraciones del agua de lluvia que pueden circular en la zona de contacto entre los materiales miocenos del Nivel II y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo del Nivel I (principalmente en épocas de lluvia).

Por otro lado, el nivel freático existente en un determinado acuífero suele presentar oscilaciones a lo largo del tiempo, función principalmente de los ciclos hidrológicos, con máximos en épocas de lluvias intensas y prolongadas y mínimos en períodos de sequía (precipitaciones escasas).



Este último aspecto unido a las consideraciones realizadas, hace que existan numerosas dificultades o, al menos, ciertas incertidumbres a la hora de determinar la mayor o menor presencia de agua en el terreno y su mayor o menor grado de influencia a la hora de llevar a cabo la ejecución del presente proyecto.

En este sentido se recomienda realizar nuevas mediciones, cada cierto tiempo, en el sondeo donde se ha colocado tubería piezométrica para definir con mayor rigor el grado de influencia del agua en el presente proyecto.

En lo que se refiere a los trabajos de excavación, atendiendo a la naturaleza del terreno existente, podrá llevarse a cabo mediante medios mecánicos convencionales (fácilmente ripables).

#### **Muros perimetrales:**

En principio, debido a las características del terreno, para la ejecución de los trabajos de excavación o vaciado previstos se podría llevar a cabo un vaciado de tipo convencional con taludes tendidos (del orden de 1H/2V o algo inferiores) en las zonas ocupadas por los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo (Nivel I), o bien mediante taludes más verticalizados si se ejecuta el vaciado mediante bataches alternos y dejando unas bermas en el perímetro de excavación; siempre al amparo de medidas de entibación adecuadas, fundamentalmente en aquellas zonas en que se detecten posibles problemas de inestabilidad debido al carácter suelto del terreno, a la existencia de servicios y medianeras o por la posible aparición de pequeños flujos de agua.

No obstante, debido a la profundidad de excavación prevista, a la presencia en superficie de suelos alterados y/o poco consolidados (Nivel 0) y a la posible presencia de infiltraciones o rezumes de agua, será conveniente plantearse, del lado de la seguridad y previamente a la ejecución del vaciado, la ejecución de un recinto perimetral mediante una pantalla de pilotes (o bien, del lado de la seguridad, una pantalla continua de hormigón armado) empotrados una longitud suficiente, bajo el fondo de excavación previsto, en los estratos más profundos de terreno natural (Subnivel I<sub>G</sub> y/o Nivel II), que permita realizar a su abrigo los trabajos de excavación, facilitando la contención de tierras y evitando riesgos de problemas de inestabilidad.



Los pilotes deberán atravesar los materiales del Nivel 0 (rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial) y los materiales del Subnivel I<sub>A</sub> (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación), y empotrarse una longitud suficiente bajo la cota del fondo de excavación prevista, sobre los materiales pertenecientes al Subnivel I<sub>G</sub> (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales) y/o al Nivel II (facies Toledo) que, en general, constituyen un suelo granular de compacidad densa, con una capacidad portante media-alta.

Para el cálculo de la capacidad portante de los pilotes se podrá tomar una resistencia unitaria por punta y empotramiento del pilote en firme (Subnivel I<sub>G</sub> y/o Nivel II) de 802 t/m<sup>2</sup>, aplicando para el cálculo de la carga admisible por punta un coeficiente de seguridad de 3, con lo que la "resistencia admisible unitaria por punta" será de 267 t/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, para el cálculo de la carga admisible por fuste del pilote se deberá aplicar un coeficiente de seguridad de 3, donde podrán adoptarse unos valores de resistencia unitaria por fuste ( $r_f$ ) en los diferentes Niveles, como se indica a continuación:

Nivel 0:	$N_{20} < 20$	$r_f = 0 \text{ t/m}^2$
Subnivel I <sub>A</sub> :	$N_{SPT} = 10 - 25$	$r_f = 3,5 \text{ t/m}^2$
Subnivel I <sub>G</sub> :	$N_{SPT} = 20 - 40$	$r_f = 8,5 \text{ t/m}^2$
Nivel II:	$N_{SPT} > 30$	$r_f = 9,0 \text{ t/m}^2$

Asimismo, es recomendable disponer por delante de la pantalla un murete de acabado de fábrica, dejando una cámara entre éste y la pantalla que permita, mediante una canaleta colocada en su fondo, la recogida y evacuación de posibles filtraciones de agua por las juntas realizadas.

Para el cálculo de los empujes del terreno sobre los muros de sótano, podrán emplearse los parámetros medios definidos en el apartado anterior para los Niveles de suelo diferenciados.



La tipología de los muros pantalla está muy condicionada por la forma de ejecutar el vaciado y, en ocasiones, para optimizar su diseño es necesaria la realización de algún tipo de arriostramiento, en función de la profundidad del vaciado previsto y de la existencia o no de empujes de agua en el trasdosado del muro.

Teniendo en cuenta la forma y dimensiones del vaciado previsto, desde el punto de vista técnico y como alternativa de arriostramiento, podría ser aconsejable ir a una solución de tipo anclajes. Dicha solución consiste en disponer, por filas y a varios niveles, anclajes pretensados que se van instalando a medida que progresa la excavación.

El arriostramiento mediante anclajes facilita la ejecución de la excavación y la construcción de los forjados, al dejar el vaciado totalmente diáfano y sin obstáculos que dificulten la construcción interior de la estructura de sótanos.

La adherencia admisible ( $a_{adm}$ ) del bulbo de los anclajes, considerando anclajes de tipo IU (inyección única global), será de 6,06 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 6,90 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Subnivel I<sub>A</sub>; de 10,52 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 13,10 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Subnivel I<sub>G</sub>; y de 12,73 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 14,48 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Nivel II.

#### **Cimentación:**

Para el análisis de las condiciones de cimentación del Edificio de Viviendas proyectado se ha interpretado el siguiente perfil geológico-geotécnico tipo del terreno:

- 0,00 – 0,80 a 1,20 m: Nivel 0: Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.  
Suelo alterado y/o poco consolidado ( $N_{20} < 20$ )
- 0,80 a 1,20 – 2,40 a 5,60 m: Subnivel I<sub>A</sub>: Depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación.  
Suelo granular de compacidad semidensa ( $N_{SPT} = 10 - 25$ )



2,40 a 5,60 – 9,30 m:	Subnivel I <sub>G</sub> : Depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales. Suelo granular de compacidad semidensa a densa (N <sub>SPT</sub> = 20 - 40)
> 9,30 m:	Nivel II: Arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos (facies Toledo) Suelo granular de compacidad densa a muy densa (N <sub>SPT</sub> > 30)

De los datos obtenidos en las prospecciones y ensayos realizados se deduce que, para la estructura del Edificio proyectado, se podrá realizar una cimentación de tipo directo mediante zapatas aisladas o corridas empotradas en el terreno, y apoyadas sobre las arenas y gravas con matriz algo limosa, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos, del Subnivel I<sub>G</sub> que constituyen, en su conjunto, un suelo granular de compacidad semidensa a densa, con una capacidad portante media a media-alta.

El valor de la carga de hundimiento del terreno para el dimensionamiento de las zapatas, en este tipo de terrenos, se puede establecer mediante la expresión general desarrollada por Brinch & Hansen:

$$Q_{ad} = Q_h/F = c N_c S_c d_c i_c + q N_q S_q d_q i_q + 1/2 B \gamma N_\gamma S_\gamma D_\gamma i_\gamma$$

donde:

$Q_{ad}$  = carga admisible del terreno.

$Q_h$  = carga de hundimiento.

F = factor de seguridad.

c = cohesión de terreno.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = coeficientes de la carga de hundimiento (función de  $\phi$ ).

$S_c, S_q, S_\gamma$  = coeficientes de forma que permiten tener en cuenta en el cálculo las dimensiones de las zapatas (función de  $\phi$  y de las dimensiones de las zapatas).



$d_{cr}$ ,  $d_{qr}$ ,  $d_{\gamma}$  = coeficientes de profundidad (tienen en cuenta la profundidad de desplante de la cimentación).

$i_{cr}$ ,  $i_{qr}$ ,  $i_{\gamma}$  = coeficientes de inclinación de la carga (desviaciones de la aplicación de la carga respecto a la vertical).

$q$  = sobrecarga del terreno a cota de cimentación.

$B$  = ancho del cimientto.

$\gamma$  = peso específico del terreno.

Considerando un factor de seguridad ( $F_s$ ) de 3.0, la tensión admisible por hundimiento será:

$$Q_{ad} = Q_h / F_s = Q_h / 3,0 \approx 2,50 \text{ kp/cm}^2$$

No obstante, con respecto a la tensión admisible del terreno, este valor se considera en terrenos granulares como la carga que produce el máximo asiento admisible para la estructura.

La Norma Tecnológica de cimentaciones superficiales del Ministerio de la Vivienda (CIS 0202) recomienda para la distorsión angular (asiento diferencial entre dos pilares contiguos dividido por la distancia entre pilares) un valor de 1/500.

Suponiendo una distancia máxima entre pilares en torno a 4,50 m, el asiento diferencial máximo tolerable sería del orden de 0,9 cm.

Para la relación asiento total - asiento diferencial es práctica habitual admitir asientos del orden del doble del asiento diferencial máximo tolerable. En este caso el asiento máximo total admisible sería de  $S_{ad} \approx 2$  cm.

Para el cálculo de la tensión admisible, la citada norma da, en el caso de suelos granulares con  $N_{SPT} \geq 30$ , la siguiente expresión:

$$\sigma_{ad} = (S_{ad} \cdot N/30) \cdot [(B+30)/B]^2$$



siendo:

- B: dimensión mínima de la zapata
- $S_{ad}$ : asiento total máximo admisible
- $\sigma_{ad}$ : tensión admisible
- N: valor del ensayo S.P.T.

Siguiendo este criterio y considerando un valor medio de  $N_{SPT} = 30$ , del lado de la seguridad, en la profundidad de influencia de la cimentación, unas zapatas de 3 x 3 m y una tensión admisible ( $\sigma_{ad}$ ) de 2,50 kg/cm<sup>2</sup>, el asiento esperado será de  $\approx 2,1$  cm.

Además, según los criterios de Burland y Burbridge (1985), para un valor del ensayo S.P.T. de  $N_{SPT} = 30$  y un ancho de zapata de  $B = 3$  m, el asiento total viene dado por la expresión:

$$S = f_s \cdot f_e \cdot f_t \cdot (1 - v^2)/E \cdot q'_{ef} \cdot B$$

siendo:

- $f_s$  = factor de forma
- $f_e$  = factor de profundidad
- $f_t$  = factor de tiempo
- $q'_{ef} = q'$  (tensión al terreno), despreciando el factor debido a la profundidad.
- $E/(1 - v^2) \approx 95$  MPa

Considerando un ancho de zapata de 3 m y una tensión al terreno de 2,50 kg/cm<sup>2</sup>, el asiento esperado sería del orden de 1,34 cm.

Con estos resultados, para la estructura del Edificio de Viviendas proyectado se recomienda realizar una cimentación de tipo directo sobre los materiales detríticos correspondientes al Subnivel I<sub>G</sub>, anteriormente definidos, mediante apoyos a una profundidad en torno a 1,00 m bajo la cota de solera del sótano inferior previsto (aproximadamente a partir de la cota topográfica 538, según el plano topográfico facilitado por el cliente), donde podrán adoptarse unas tensiones admisibles al terreno del orden de 2,50 kp/cm<sup>2</sup>.



En este caso, debido a la variabilidad litológica existente en los materiales del Subnivel I<sub>G</sub> (función de la mayor o menor abundancia de gravas), podría ser aconsejable realizar un arriostamiento de las zapatas con el fin de evitar que se produzcan asientos diferenciales perjudiciales para las estructuras.

No obstante, como alternativa a la solución propuesta, para la estructura de la construcción prevista podría optarse por llevar a cabo una cimentación de tipo superficial mediante losa de cimentación apoyada, a una profundidad en torno a 1,00 m bajo la cota de solera del sótano inferior previsto, sobre los estratos de suelo natural correspondientes al Subnivel I<sub>G</sub> que, en su conjunto, constituyen un suelo granular de compacidad semidensa a densa.

Para el cálculo de la tensión admisible a adoptar para el terreno existente, siguiendo las expresiones de diversos autores tenemos:

$$Q_{ad} = S_a \times K_1 \times C_B \times C_D \times C_W$$

siendo:

$Q_{ad}$  = tensión admisible (kp/cm<sup>2</sup>).

$S_a$  = asiento admisible (2,54 cm).

$N$  = número de golpes del ensayo de penetración estándar, promedio en un espesor  $B$  bajo el nivel de cimentación ( $N = 25$ ).

$B$  = ancho de la zapata (35,0 m).

$D$  = profundidad de la zapata bajo el nivel del terreno (6,00 m)

Según Terzaghi-Peck (1968):  $K_1 = (N/7,35)^{0,31}$  ;  $C_B = [(B+0,3)/2B]^2$  ;  $C_D = 1,0$  ;  $C_W = 1,0$

Según Meyerhof (1964):  $K_1 = N/7,62$  ;  $C_B = [(B+0,3)/2B]^2$  ;  $C_D = 1,0$  ;  $C_W = 1,0$

Según Meyerhof (1965):  $K_1 = N/5,08$  ;  $C_B = [(B+0,3)/2B]^2$  ;  $C_D = 1+0,33(D/B)$  ;  $C_W = 1,0$

Contrastando los distintos métodos, obtenemos unas tensiones admisibles al terreno de 2,00 kp/cm<sup>2</sup> (Terzaghi-Peck 1968), de 2,12 kp/cm<sup>2</sup> (Meyerhof 1964) y de 3,36 kp/cm<sup>2</sup> (Meyerhof 1965).



En lo que se refiere a la estimación del máximo asiento previsible se ha utilizado el método de Schmertmann (1978), utilizando la siguiente expresión:

$$S = C_1 \times C_2 \times \Delta q \times \Sigma(I_z/E) \times \Delta z$$

Siendo:

S = máximo asiento previsible en mm.

$\Delta q$  = incremento en la presión efectiva, sobre la presión de sobrecapa, a nivel de cimentación (98.0 KN/m<sup>2</sup>).

$\Delta z$  = espesor de cada una de las capas consideradas.

$C_1$ ,  $C_2$  = factores empíricos.

$I_z$  = factor de influencia por deformación, de la distribución de tensiones.

E = módulo de deformación del suelo en la mitad de cada capa considerada.

Finalmente, aplicando la expresión anterior se obtiene el máximo asiento previsible:

$$S = 0,4796 \times 1,0 \times 98.0 \times 0.6399 \approx 30,1 \text{ mm}$$

Con estas consideraciones, para la estructura del Edificio de Viviendas proyectado se podría llevar a cabo una cimentación mediante una losa de rigidez y canto suficientes, realizando un adecuado reparto de las cargas y adoptando tensiones al terreno del orden de 2,00 kp/cm<sup>2</sup>, previa sustitución del terreno existente bajo la cota de solera del sótano inferior previsto en una profundidad en torno a 0,40 m (realizando una adecuada compactación del fondo de excavación) por zahorra natural o un material granular seleccionado de características similares, convenientemente colocado y compactado, con el objeto de mejorar las tensiones transmitidas al terreno por la losa de cimentación.

Con el tratamiento del terreno recomendado se pretende uniformizar y homogeneizar los niveles superficiales del terreno en la zona de apoyo de la losa, mejorando igualmente la capacidad portante del mismo, y evitando la posible aparición de asientos perjudiciales para la estructura proyectada.



Para el cálculo de la losa de cimentación planteada, debido a las características del terreno existente podrá utilizarse, del lado de la seguridad, un valor medio del coeficiente de balasto ( $k_{30}$ ) del orden de  $5,00 \text{ kp/cm}^3$  en los materiales pertenecientes al Subnivel  $I_G$  y de  $8,0 \text{ kp/cm}^3$  en los materiales pertenecientes al Nivel II.



## 6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Como resumen de lo expuesto en apartados anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista litológico, el sustrato geológico existente en el área de estudio está constituido por los materiales miocenos de la Cuenca terciaria del Tajo, integrados en esta zona fundamentalmente por los materiales pertenecientes a la *Facies Toledo* (arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos).

Sobre el sustrato terciario se localizan los depósitos aluviales de terraza del río Tajo, formados principalmente por arenas limpias y sueltas con gravas sub-redondeadas a redondeadas de cuarzo y cuarcita (depósitos aluviales en facies de barras y canales) y arenas limosas y/o limos arenosos, típicos de este tipo de depósitos (depósitos aluviales en facies de llanura de inundación); recubiertos en superficie por rellenos antrópicos formados por materiales normalmente procedentes de excavaciones y/o un suelo de alteración superficial constituido por arenas arcillosas de tonos marrones.

- En base a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados: prospecciones de campo y ensayos de laboratorio, se han diferenciado los siguientes niveles geológico-geotécnicos:

**Nivel 0:** Se trata de rellenos antrópicos formados por materiales normalmente procedentes de excavaciones y/o un suelo de alteración superficial constituido por arenas arcillosas de tonos marrones. En general constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de carácter no homogéneo, de compacidad floja a semidensa y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona objeto de estudio presentan una potencia comprendida entre 0,80 – 1,20 m desde la cota de inicio de los reconocimientos realizados.

En el siguiente listado se indican las potencias obtenidas de suelo alterado y/o poco consolidado (Nivel 0), medidas desde la cota de inicio de cada uno de los reconocimientos:



<u>Reconocimiento</u>	<u>Suelo alterado y/o poco consolidado (m)</u>
S-1	1.00
S-2	0.80
S-3	0.90
P-1	1.20
P-2	1.00
P-3	1.20
P-4	1.00

**Nivel I:** Se trata de materiales detríticos correspondientes a depósitos aluviales de terraza del río Tajo formados fundamentalmente por capas de arenas limpias y sueltas, con gravas sub-redondeadas a redondeadas de cuarzo y cuarcita, de tonos marrones (facies de barras y canales), y capas arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones con algunas gravas y gravillas dispersas (facies de llanura de inundación). En general, los materiales que conforman este Nivel están integrados por sedimentos de naturaleza heterogénea y distribución irregular dentro del conjunto del depósito, entre los que pueden diferenciarse, a grandes rasgos, los siguientes Subniveles:

Subnivel I<sub>A</sub>: Se trata de arenas limosas y/o limos arenosos de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas, y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos, correspondientes a depósitos aluviales de terraza de río Tajo en facies de llanura de inundación. Constituyen un suelo granular de compacidad semidensa, con una capacidad portante media a media-baja. Este Subnivel se ha identificado en el sondeo S-1 en el tramo comprendido entre 1,00 – 5,60 m de profundidad, en el sondeo S-2 en el tramo comprendido entre 0,80 – 5,20 m de profundidad, y en el sondeo S-3 en el tramo comprendido entre 0,90 – 3,45 m de profundidad, estando las profundidades referidas a la cota de inicio de cada una de las perforaciones.



Subnivel I<sub>G</sub>: Se trata de arenas y gravas con matriz algo limosa de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos, correspondientes a depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales. Las gravas son de naturaleza fundamentalmente silíceas y cuarcíticas, presentan formas sub-redondeadas y tamaños más frecuentes comprendidos entre 2 – 8 cm. En general, constituyen un suelo granular de compacidad semidensa (tramos con predominio de arenas sueltas) a densa (tramos con abundancia de gravas), con una capacidad portante media a media-alta. Este Subnivel se ha identificado en el sondeo S-1 en el tramo comprendido entre 5,60 – 9,30 m de profundidad, en el sondeo S-2 a partir de 5,20 m de profundidad hasta el final de la perforación, y en el sondeo S-3 a partir de 3,45 m de profundidad hasta el final, estando las profundidades referidas a la cota de inicio de cada una de las perforaciones.

**Nivel II**: Se trata de materiales detríticos pertenecientes a la facies Toledo, formados por arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos o rojizos. En general, constituyen un suelo granular de compacidad densa a muy densa con una capacidad portante media-alta. Este nivel se ha identificado en el sondeo S-1 a partir 9,30 m de profundidad hasta el final de la perforación, estando la profundidad referida a la cota de inicio del sondeo.

- A continuación se describen, atendiendo a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados y a las características del terreno existente, una serie de recomendaciones constructivas propuestas para la ejecución del Edificio de Viviendas proyectado, en función de las siguientes actuaciones:
  - Vaciado
  - Muros perimetrales
  - Cimentación



### **Vaciado:**

En el Edificio de Viviendas proyectado se ha previsto la ejecución de dos (2) Plantas de Sótano, por lo que para alcanzar la cota de solera del sótano inferior será necesario realizar una excavación con una profundidad de aproximadamente 6,00 m.

Debido a la topografía de superficie existente en la parcela objeto de estudio se ha considerado que la cota de solera del sótano inferior se localiza a la cota 539.00 según el plano topográfico facilitado por el cliente (ver perfiles litológicos interpretados, incluidos en los Anejos adicionales).

En este sentido indicar que las modificaciones respecto a este supuesto deberán ser corregidas posteriormente, fundamentalmente en lo que se refiere a la profundidad a la que deberán llevarse a cabo los apoyos de la cimentación.

Durante la fase de excavación o vaciado, será necesario retirar los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación (Subnivel I<sub>A</sub>), penetrando en los depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales (Subnivel I<sub>G</sub>) donde quedará el fondo de excavación.

En los sondeos realizados (donde se colocó tubería piezométrica en uno de ellos (S-1) para medir el nivel freático) se ha detectado la presencia a agua a una profundidad de 9,30 m (S-1) desde la cota de inicio de la perforación; mientras que en los sondeos S-2 y S-3 no se ha detectado presencia de agua (secos), en la medición realizada con fecha 20 de Agosto de 2.010.

Normalmente, en este tipo de terrenos, la presencia de agua no suele corresponder a la existencia de un nivel freático generalizado, sino más frecuentemente, a niveles colgados o bolsas de agua existentes a favor de estratos o capas de naturaleza más o menos arenosa (más permeables) limitados por estratos o capas de naturaleza más arcillosa (menos permeables).



En la zona objeto de estudio, la presencia de agua detectada podría obedecer a la existencia de rezumes o filtraciones a favor de pequeñas "vetas" o sub-niveles más permeables dentro del Nivel II, por donde pueden canalizarse de forma preferente las aguas de diverso origen: fugas de la red de saneamiento, infiltraciones procedentes de la escorrentía superficial, etc., o bien de forma similar y más probable, a las infiltraciones del agua de lluvia a través de los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo (Nivel I) superiores (suelos alterados y/o poco consolidados, más permeables).

Según esto, la presencia de agua podría interpretarse como correspondiente a aguas colgadas dentro de pequeñas "vetas" o sub-niveles más permeables pertenecientes al Nivel II y/o, más probablemente, a aguas de lluvia infiltradas a través de los materiales pertenecientes a los Niveles 0 y I, embalsadas en el hueco correspondiente a la perforación realizada.

En definitiva, no debe descartarse la posibilidad de que puedan aparecer "rezumes" o filtraciones de agua a favor de lentejones arenosos más permeables dentro del Nivel I, e incluso, por infiltraciones del agua de lluvia que pueden circular en la zona de contacto entre los materiales miocenos del Nivel II y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo del Nivel I (principalmente en épocas de lluvia).

Por otro lado, el nivel freático existente en un determinado acuífero suele presentar oscilaciones a lo largo del tiempo, función principalmente de los ciclos hidrológicos, con máximos en épocas de lluvias intensas y prolongadas y mínimos en períodos de sequía (precipitaciones escasas).

Este último aspecto unido a las consideraciones realizadas, hace que existan numerosas dificultades o, al menos, ciertas incertidumbres a la hora de determinar la mayor o menor presencia de agua en el terreno y su mayor o menor grado de influencia a la hora de llevar a cabo la ejecución del presente proyecto.

En este sentido se recomienda realizar nuevas mediciones, cada cierto tiempo, en el sondeo donde se ha colocado tubería piezométrica para definir con mayor rigor el grado de influencia del agua en el presente proyecto.



En lo que se refiere a los trabajos de excavación, atendiendo a la naturaleza del terreno existente, podrá llevarse a cabo mediante medios mecánicos convencionales (fácilmente ripables).

### **Muros perimetrales:**

En principio, debido a las características del terreno, para la ejecución de los trabajos de excavación o vaciado previstos se podría llevar a cabo un vaciado de tipo convencional con taludes tendidos (del orden de 1H/2V o algo inferiores) en las zonas ocupadas por los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) y los depósitos aluviales de terraza del río Tajo (Nivel I), o bien mediante taludes más verticalizados si se ejecuta el vaciado mediante bataches alternos y dejando unas bermas en el perímetro de excavación; siempre al amparo de medidas de entibación adecuadas, fundamentalmente en aquellas zonas en que se detecten posibles problemas de inestabilidad debido al carácter suelto del terreno, a la existencia de servicios y medianeras o por la posible aparición de pequeños flujos de agua.

No obstante, debido a la profundidad de excavación prevista, a la presencia en superficie de suelos alterados y/o poco consolidados (Nivel 0) y a la posible presencia de infiltraciones o rezumes de agua, será conveniente plantearse, del lado de la seguridad y previamente a la ejecución del vaciado, la ejecución de un recinto perimetral mediante una pantalla de pilotes (o bien, del lado de la seguridad, una pantalla continua de hormigón armado) empotrados una longitud suficiente, bajo el fondo de excavación previsto, en los estratos más profundos de terreno natural (Subnivel I<sub>G</sub> y/o Nivel II), que permita realizar a su abrigo los trabajos de excavación, facilitando la contención de tierras y evitando riesgos de problemas de inestabilidad.

Los pilotes deberán atravesar los materiales del Nivel 0 (rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial) y los materiales del Subnivel I<sub>A</sub> (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de llanura de inundación), y empotrarse una longitud suficiente bajo la cota del fondo de excavación prevista, sobre los materiales pertenecientes al Subnivel I<sub>G</sub> (depósitos aluviales de terraza del río Tajo en facies de barras y canales) y/o al Nivel II (facies Toledo) que, en general, constituyen un suelo granular de compacidad densa, con una capacidad portante media-alta.



Para el cálculo de la capacidad portante de los pilotes se podrá tomar una resistencia unitaria por punta y empotramiento del pilote en firme (Subnivel I<sub>G</sub> y/o Nivel II) de 802 t/m<sup>2</sup>, aplicando para el cálculo de la carga admisible por punta un coeficiente de seguridad de 3, con lo que la "resistencia admisible unitaria por punta" será de 267 t/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, para el cálculo de la carga admisible por fuste del pilote se deberá aplicar un coeficiente de seguridad de 3, donde podrán adoptarse unos valores de resistencia unitaria por fuste ( $r_f$ ) en los diferentes Niveles, como se indica a continuación:

Nivel 0:	$N_{20} < 20$	$r_f = 0 \text{ t/m}^2$
Subnivel I <sub>A</sub> :	$N_{SPT} = 10 - 25$	$r_f = 3,5 \text{ t/m}^2$
Subnivel I <sub>G</sub> :	$N_{SPT} = 20 - 40$	$r_f = 8,5 \text{ t/m}^2$
Nivel II:	$N_{SPT} > 30$	$r_f = 9,0 \text{ t/m}^2$

Asimismo, es recomendable disponer por delante de la pantalla un murete de acabado de fábrica, dejando una cámara entre éste y la pantalla que permita, mediante una canaleta colocada en su fondo, la recogida y evacuación de posibles filtraciones de agua por las juntas realizadas.

Para el cálculo de los empujes del terreno sobre los muros de sótano, podrán emplearse los parámetros medios definidos en el apartado 4.2. (Características Geotécnicas) para los Niveles de suelo diferenciados.

La tipología de los muros pantalla está muy condicionada por la forma de ejecutar el vaciado y, en ocasiones, para optimizar su diseño es necesaria la realización de algún tipo de arriostamiento, en función de la profundidad del vaciado previsto y de la existencia o no de empujes de agua en el trasdosado del muro.

Teniendo en cuenta la forma y dimensiones del vaciado previsto, desde el punto de vista técnico y como alternativa de arriostamiento, podría ser aconsejable ir a una solución de tipo anclajes. El arriostamiento mediante anclajes facilita la ejecución de la excavación y la construcción de los forjados, al dejar el vaciado totalmente diáfano y sin obstáculos que dificulten la construcción interior de la estructura de sótanos.



La adherencia admisible ( $a_{adm}$ ) del bulbo de los anclajes, considerando anclajes de tipo IU (inyección única global), será de 6,06 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 6,90 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Subnivel I<sub>A</sub>; de 10,52 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 13,10 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Subnivel I<sub>G</sub>; y de 12,73 t/m<sup>2</sup> (anclajes permanentes) y de 14,48 t/m<sup>2</sup> (anclajes provisionales) en los materiales del Nivel II.

### **Cimentación:**

De los datos obtenidos en las prospecciones y ensayos realizados se deduce que, para la estructura del Edificio proyectado, se podrá realizar una cimentación de tipo directo mediante zapatas aisladas o corridas empotradas en el terreno, y apoyadas sobre las arenas y gravas con matriz algo limosa, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos, del Subnivel I<sub>G</sub> que constituyen, en su conjunto, un suelo granular de compacidad semidensa a densa, con una capacidad portante media a media-alta.

Con estas consideraciones, para la estructura del Edificio de Viviendas proyectado se recomienda realizar una cimentación de tipo directo sobre los materiales detríticos correspondientes al Subnivel I<sub>G</sub>, anteriormente definidos, mediante apoyos a una profundidad en torno a 1,00 m bajo la cota de solera del sótano inferior previsto (aproximadamente a partir de la cota topográfica 538, según el plano topográfico facilitado por el cliente), donde podrán adoptarse unas tensiones admisibles al terreno del orden de 2,50 kp/cm<sup>2</sup>.

En este caso, debido a la variabilidad litológica existente en los materiales del Subnivel I<sub>G</sub> (función de la mayor o menor abundancia de gravas), podría ser aconsejable realizar un arriostamiento de las zapatas con el fin de evitar que se produzcan asientos diferenciales perjudiciales para las estructuras.

No obstante, como alternativa a la solución propuesta, para la estructura de la construcción prevista podría optarse por llevar a cabo una cimentación de tipo superficial mediante losa de cimentación apoyada, a una profundidad en torno a 1,00 m bajo la cota de solera del sótano inferior previsto, sobre los estratos de suelo natural correspondientes al Subnivel I<sub>G</sub> que, en su conjunto, constituyen un suelo granular de compacidad semidensa a densa.



Con estas consideraciones, para la estructura del Edificio de Viviendas proyectado se podría llevar a cabo una cimentación mediante una losa de rigidez y canto suficientes, realizando un adecuado reparto de las cargas y adoptando tensiones al terreno del orden de  $2,00 \text{ kp/cm}^2$ , previa sustitución del terreno existente bajo la cota de solera del sótano inferior previsto en una profundidad en torno a  $0,40 \text{ m}$  (realizando una adecuada compactación del fondo de excavación) por zahorra natural o un material granular seleccionado de características similares, convenientemente colocado y compactado, con el objeto de mejorar las tensiones transmitidas al terreno por la losa de cimentación.

Con el tratamiento del terreno recomendado se pretende uniformizar y homogeneizar los niveles superficiales del terreno en la zona de apoyo de la losa, mejorando igualmente la capacidad portante del mismo, y evitando la posible aparición de asientos perjudiciales para la estructura proyectada.

Para el cálculo de la losa de cimentación planteada, debido a las características del terreno existente podrá utilizarse, del lado de la seguridad, un valor medio del coeficiente de balasto ( $k_{30}$ ) del orden de  $5,00 \text{ kp/cm}^3$  en los materiales pertenecientes al Subnivel  $I_G$  y de  $8,0 \text{ kp/cm}^3$  en los materiales pertenecientes al Nivel II.

- Debido a la agresividad de las aguas freáticas (tipo de exposición "Qa" clasificadas como "Ataque Débil"), no será necesaria la utilización de cementos especiales resistentes a la acción de los sulfatos en la formación de los hormigones en contacto con el terreno, pero sí utilizar una dosificación adecuada (según la Instrucción EHE-99):  $0,50$  de máxima relación agua/cemento, un mínimo contenido de cemento de  $325 \text{ kg/cm}^3$ , y una resistencia mínima de  $30 \text{ N/mm}^2$ , así como conveniente cuidar su ejecución para que estos resulten compactos y poco permeables.



Las recomendaciones anteriores se basan en prospecciones puntuales. Si se observan durante la fase de ejecución diferencias con lo aquí descrito, se nos deberá comunicar por si hubiese que establecer alguna recomendación complementaria.

Madrid, Septiembre de 2.010



Fdo.: JUAN PABLO GUZMAN FRANCO  
Lcdo. en Ciencias Geológicas.  
Colegiado nº 5.208



Fdo.: ALFREDO COMENDADOR COLORADO  
Lcdo. en Ciencias Geológicas.  
Colegiado nº 3.635

**Este Informe no podrá ser reproducido de forma parcial sin la aprobación de GMD (Geotecnia y Medio Ambiente 2.000, S.L.)**

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L. LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO. Organismo Acreditador: Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid, Fecha 4 de Marzo del 2005. Áreas **EHA**: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero (**N.R.-03061EHA05**), **GTL**: Ensayos de laboratorio de geotecnia (**N.R.-03062GTL05**), **GTC**: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos (**N.R.-03063GTC05**), **AMC**: Control de morteros para albañilería (**N.R.-03064AMC05**).



## ANEJOS A LA MEMORIA

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS		
		
<b>VISADO</b>		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Núm: 011003346		El Secretario
Fecha 23/09/2010	Folio 03346	
Nº colegiado 5208	ET AL	
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO		

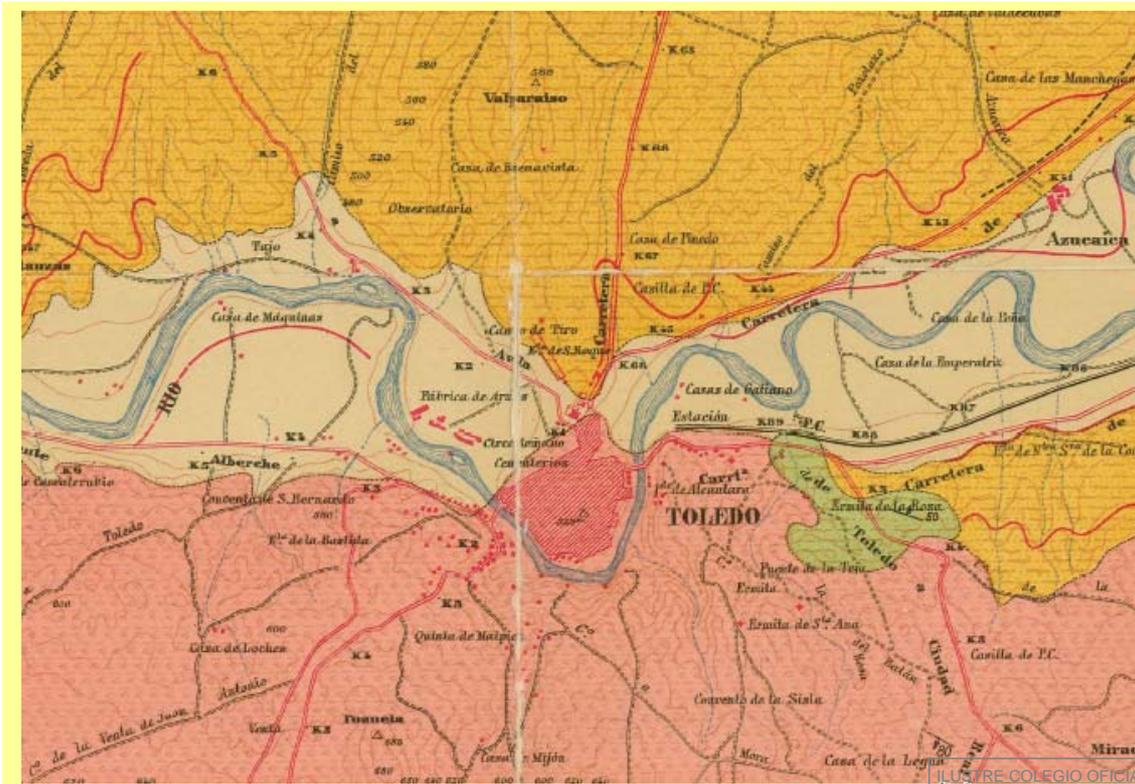
**ANEJO N° 1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS**



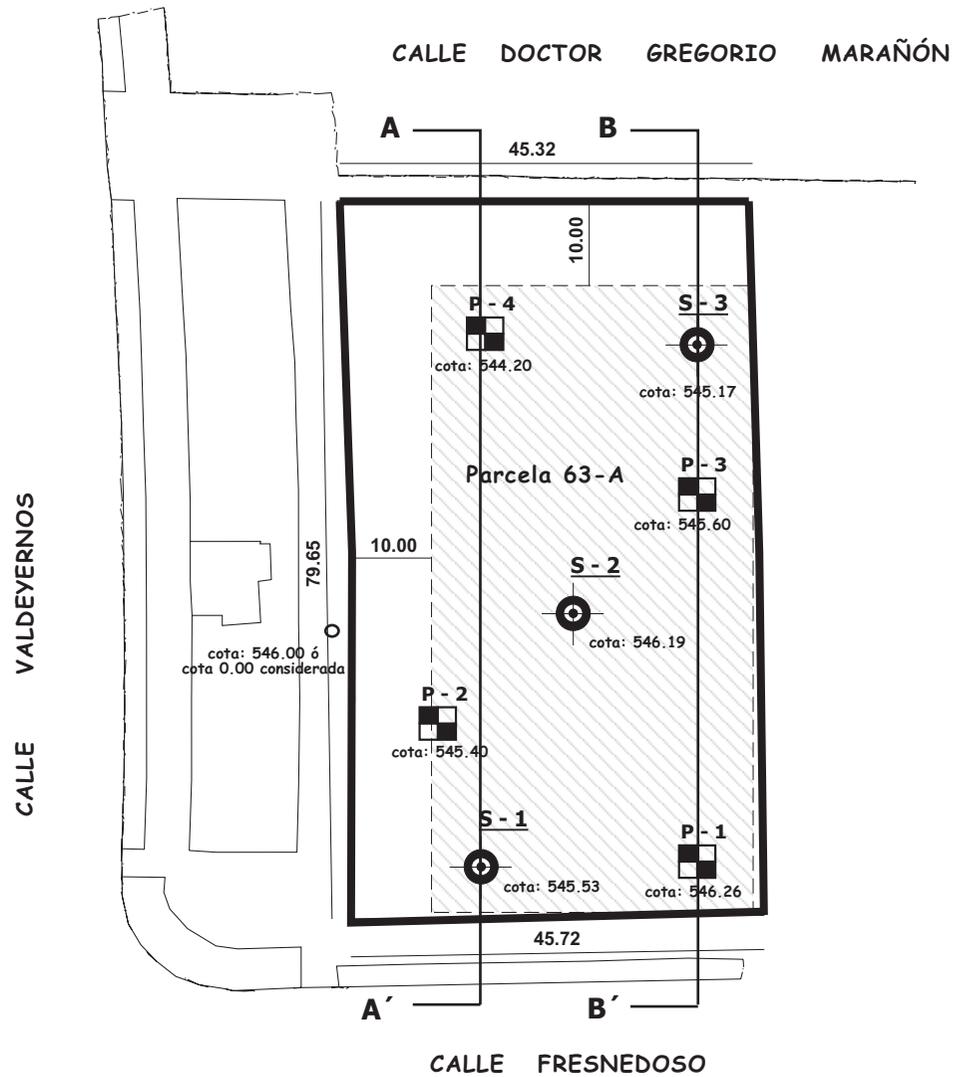
## LEYENDA ESTRATIGRÁFICA

B Terrazas		
Holoceno		Limos, arcillas, arenas y cantos rodados.
Mioceno		Pontense Calizas con pedernal.
		Vindobonense. (Tortonense) Arenas y arcillas.
Cretáceo superior		Arcillas, margas, areniscas y molasas
Estrato cristalino Gneis		

## MARCO GEOLÓGICO (Magna 1:50.000)




**COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS**  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Leyenda**



Ensayo de Penetración Dinámica

Sondeo a Rotación Mecánica



**Obra: Edificio de Viviendas, Locales, Trasteros y Garajes. Parcela 63-A del Barrio Santa María de Benquerencia. Toledo.**

**Peticionario: EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.**

**Plano: Situación aproximada de puntos de reconocimiento**

**Referencia: 201007/74**

**Fecha: SEPTIEMBRE -10**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
 VISADO  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Num: 014003346  
 N° colegiado: 5208 ET AL.  
 Colegiado: JOAN PABLO GUZMÁN FRANCO

**ANEJO N° 2.- GRAFICOS DE PENETRACIONES DINÁMICAS**



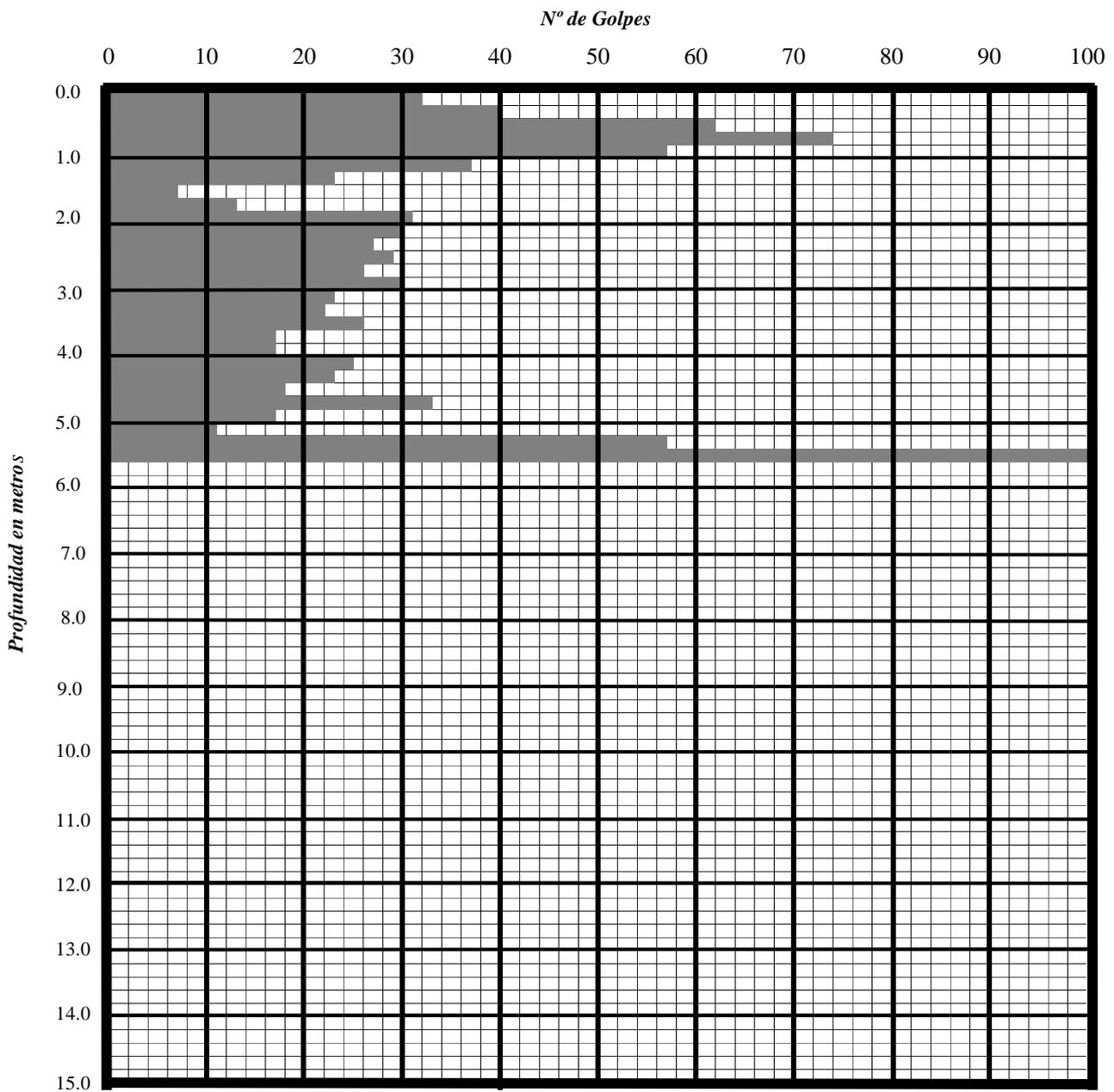


**OBRA: C/ FRESNEDOSO TOLEDO**

Fecha: 19/08/10

**PENETRACION DINAMICA (BORRO NLT 261) No.1**

**Estudios Geotecnicos y  
Control de Obras**



F-101-01-2



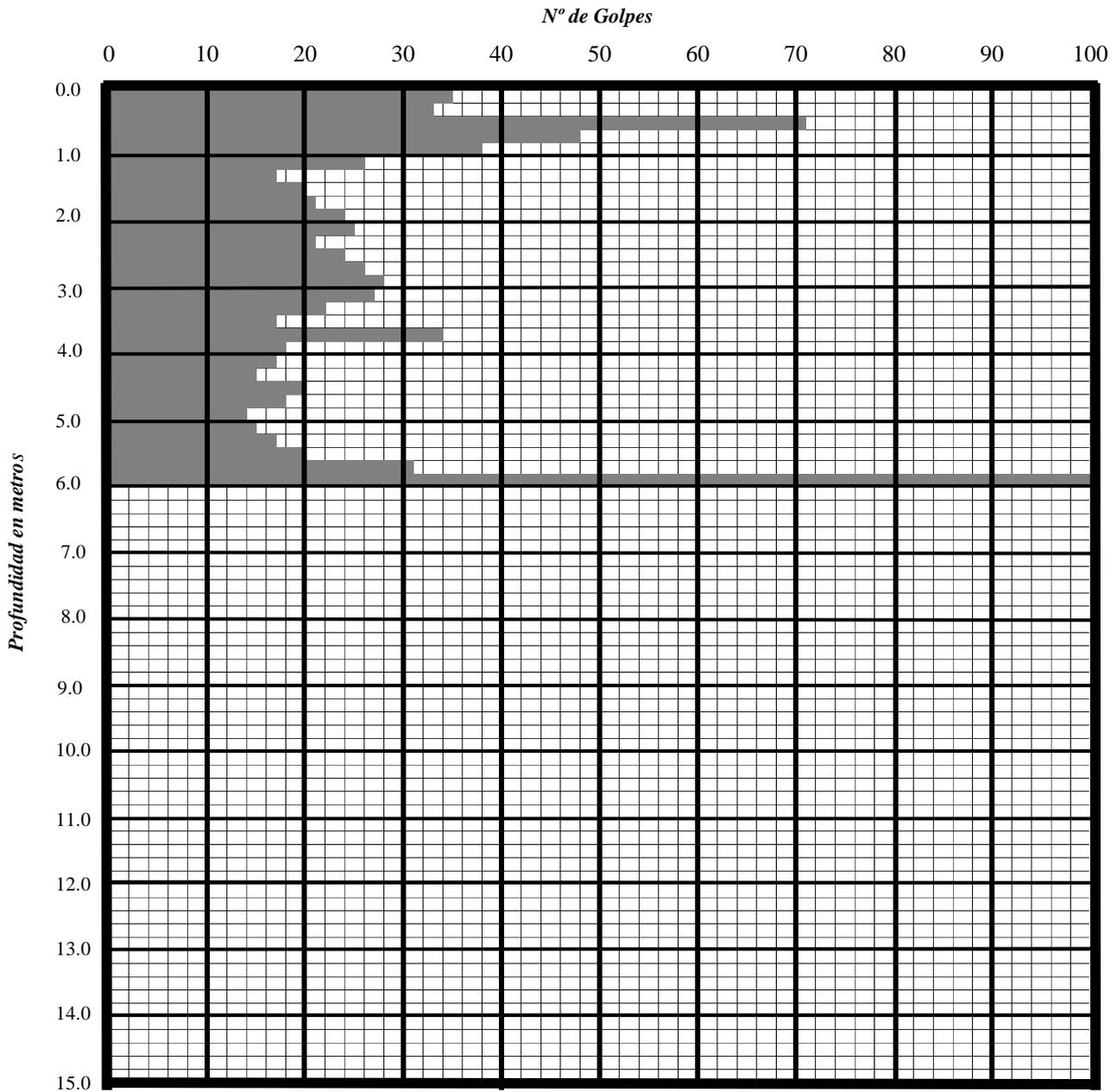


**OBRA: C/ FRESNEDOSO TOLEDO**

Fecha: 19/08/10

**PENETRACION DINAMICA (BORRO NLT 261) No.2**

**Estudios Geotecnicos y  
Control de Obras**



F-101-01-2

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



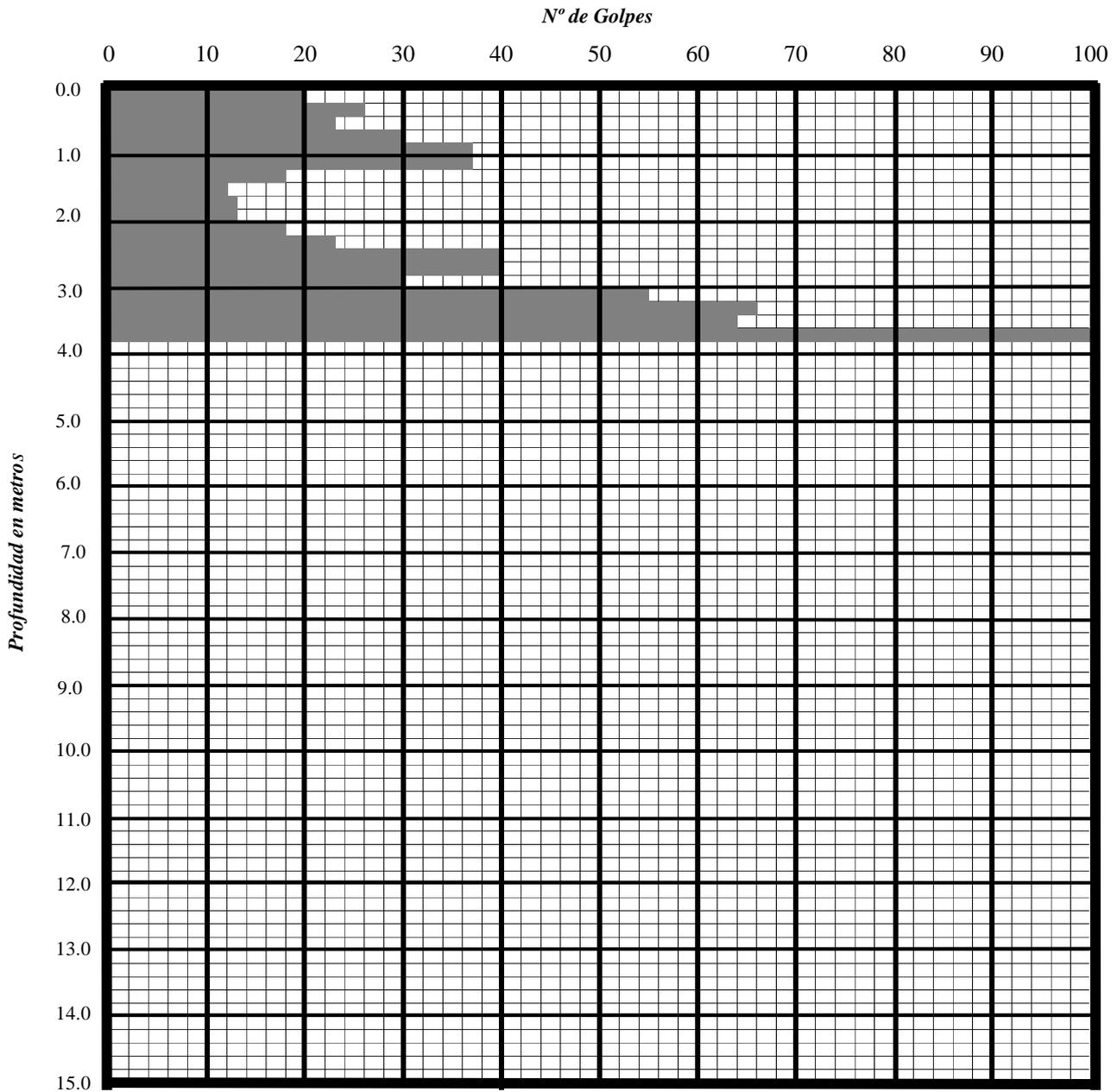


**OBRA: C/ FRESNEDOSO TOLEDO**

Fecha: 19/08/10

**PENETRACION DINAMICA (BORRO NLT 261) No.3**

**Estudios Geotecnicos y  
Control de Obras**



F-101-01-2





**ANEJO N° 3.- CORTES ESTRATIGRÁFICOS Y PERFILES LITOLÓGICOS**





## PERFIL DEL SONDEO.

REFERENCIA: EG - 201007/74  
 CÓDIGO LABORATORIO: G-12750-10  
 OBRA: Parcela 63-A del Barrio Santa María de Benquerencia. Toledo.  
 PETICIONARIO: EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.

SONDEO: S - 1

FECHA EJECUCIÓN: 19 de Agosto de 2.010

SISTEMA DE PERFORACIÓN: Rotación, batería y corona de Widia  
 MÁQUINA: SEGOQUI-009  
 COTA DE BOCA: 545.53  
 NIVEL FREÁTICO: - 9.30 m  
 FIN DEL SONDEO: - 11.75 m

φ mm perforación.	Revestido Perforado	POTENCIA (m)	PROF m	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRAS		Nº de golpes hinca tomamuestras/S.P.T					ENSAYOS DE LABORATORIO				Clasif.	OBSERVACIONES	
						PROF.	TIPO	15cm	15cm	15cm	15cm	N <sub>30</sub>	Hdad (%)	L.L (%)	L.P (%)	<200 (%)			Ddad. SECA g/cm <sup>3</sup>
101		1.00	0.00 m		Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.														
		4.60	1.20 m																
			1.80 m	INALT.	10	20	24	26		6.07	31.07	19.51	53.52			CL			
			2.40 m	S.P.T.	8	12	15	20	27										
			3.00 m																
		3.70	3.60 m	INALT.	9	12	12	17		3.72	0.00	0.00	22.15			SM	SO <sub>3</sub> = 190 mg/kg		
			4.20 m	S.P.T.	12	9	10	13	19										
			5.00 m																
			5.60 m	S.P.T.	7	5	9	16	14										
		9.30	6.00 m				Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos.												
7.00 m					Tamaño de las gravas de 2-8 cm, de naturaleza silícea y cuarcítica y formas sub-redondeadas.														
7.60 m	S.P.T.		8	12	11	13	23	1.79	0.00	0.00	15.32			SW-SM					
9.00 m					(Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en facies de Barras y Canales).														
2.45	9.10 m	S.P.T.	50R																
	10.00 m				Arenas limo-arcillosas y/o limos areno-arcillosos compactos, de tonos marrones amarillentos y/o rojizos.														
	10.30 m	ALTER.			(facies "Toledo")														
	11.60 m																		
11.75	11.75 m	S.P.T.	50R																

**LEYENDA:**  
 SPT: Ensayo de penetración estándar  
 INALT : Muestra inalterada a percusión  
 ALTER : Muestra alterada  
 TP : Testigo parafinado

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**MISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO  
 F-100-01-2



## PERFIL DEL SONDEO.

REFERENCIA: EG - 201007/74  
 CÓDIGO LABORATORIO: G-12750-10  
 OBRA: Parcela 63-A del Barrio Santa María de Benquerencia. Toledo.  
 PETICIONARIO: EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.

SONDEO: S - 2

FECHA EJECUCIÓN: 19 de Agosto de 2.010

**SISTEMA DE PERFORACIÓN:** Rotación, batería y corona de Widia  
**MÁQUINA:** SEGOQUI-009  
**COTA DE BOCA:** 546.19  
**NIVEL FREÁTICO:** NO SE OBSERVA  
**FIN DEL SONDEO:** - 10.10 m

φ mm perforación.	Revestido	Perforado	POTENCIA (m)	PROF m	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRAS		Nº de golpes hinca tomamuestras/S.P.T					ENSAYOS DE LABORATORIO				Clasif.	OBSERVACIONES			
							PROF.	TIPO	15cm	15cm	15cm	15cm	N <sub>30</sub>	Hdad (%)	L.L (%)	L.P (%)	<200 (%)			Ddad. SECA g/cm <sup>3</sup>	U.S.C.S.	
101			0.80	0.80	0.00 m		Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.															
			4.40	2.00 m																		
				2.60 m	INALT.	12	19	28	36		4.86	26.35	17.43	27.55		SC	SO <sub>3</sub> = 107 mg/kg					
			4.90	3.20 m	S.P.T.	16	24	28	39	52												
				4.00 m																		
			5.20	4.60 m	INALT.	17	21	30	32		9.82	34.34	19.87	95.78		CL	SO <sub>3</sub> = 133 mg/kg					
				5.20 m	S.P.T.	10	12	14	18	26												
			4.90	6.00 m																		
				6.60 m	S.P.T.	7	11	28	50R	39	1.08	0.00	0.00	15.30		SW-SM						
			10.10	8.00 m																		
				8.10 m	S.P.T.	50R				R												
			10.10	9.50 m																		
9.70 m	ALTER.							0.41	0.00	0.00	14.73		GW-GM									
10.10	10.00 m																					
	10.10 m	S.P.T.	50R				R															

**LEYENDA:**  
 SPT: Ensayo de penetración estándar  
 INALT : Muestra inalterada a percusión  
 ALTER : Muestra alterada  
 TP : Testigo parafinado

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº Colegiado 5208 ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



## PERFIL DEL SONDEO.

REFERENCIA: **EG - 201007/74**  
 CÓDIGO LABORATORIO: **G-12750-10**  
 OBRA: **Parcela 63-A del Barrio Santa María de Benquerencia. Toledo.**  
 PETICIONARIO: **EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE TOLEDO, S.A.**

**SONDEO: S - 3**

FECHA EJECUCIÓN: 20 de Agosto de 2.010

**SISTEMA DE PERFORACIÓN:** Rotación, batería y corona de Widia  
**MÁQUINA:** SEGOQUI-009  
**COTA DE BOCA:** 545.17  
**NIVEL FREÁTICO:** NO SE OBSERVA  
**FIN DEL SONDEO:** - 10.00 m

Ø mm perforación.	Revestido	Perforado	POTENCIA (m)	PROF m	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRAS		Nº de golpes hinca tomamuestras/S.P.T					ENSAYOS DE LABORATORIO					Clasif.	OBSERVACIONES		
							PROF.	TIPO	15cm	15cm	15cm	15cm	N <sub>30</sub>	Hdad (%)	L.L (%)	L.P (%)	<200 (%)	Ddad. SECA g/cm <sup>3</sup>			U.S.C.S.	
101			0.90	0.00 m	[Pattern]	Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.																
			2.55	1.00 m	[Pattern]	Arenas limosas y/o limos arenosos, de tonos marrones, con algunas gravillas y gravas dispersas y con vetas y concentraciones blanquecinas de carbonatos.  (Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en facies de Llanura de Inundación).	1.20 m															
				1.80 m	INALT.		17	28	21	22												
				2.40 m	S.P.T.		8	12	11	13	23											
			3.45	3.00 m	[Pattern]	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos.  Tamaño de las gravas de 2-8 cm, de naturaleza silíceas y cuarcítica y formas sub-redondeadas.  (Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en facies de Barras y Canales).	3.00 m															
				3.45 m	INALT.		15	26	50R			7.14	33.85	19.28	47.38							SC
				4.05 m	S.P.T.		18	30	39	48	69											
			6.55	5.00 m	[Pattern]	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos.  Tamaño de las gravas de 2-8 cm, de naturaleza silíceas y cuarcítica y formas sub-redondeadas.  (Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en facies de Barras y Canales).	5.00 m															
				5.40 m	S.P.T.		35	38	50R													
				7.00 m																		
		10.00	7.30 m	[Pattern]	Arenas y gravas con matriz algo limosa, de tonos marrones, con intercalaciones de arenas limosas y/o limos arenosos.  Tamaño de las gravas de 2-8 cm, de naturaleza silíceas y cuarcítica y formas sub-redondeadas.  (Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en facies de Barras y Canales).	7.30 m	S.P.T.	28	50R													
			9.70 m																			
			10.00 m	[Pattern]		10.00 m	S.P.T.	38	50R													

**LEYENDA:**  
 SPT: Ensayo de penetración estándar  
 INALT : Muestra inalterada a percusión  
 ALTER : Muestra alterada  
 TP : Testigo parafinado

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario

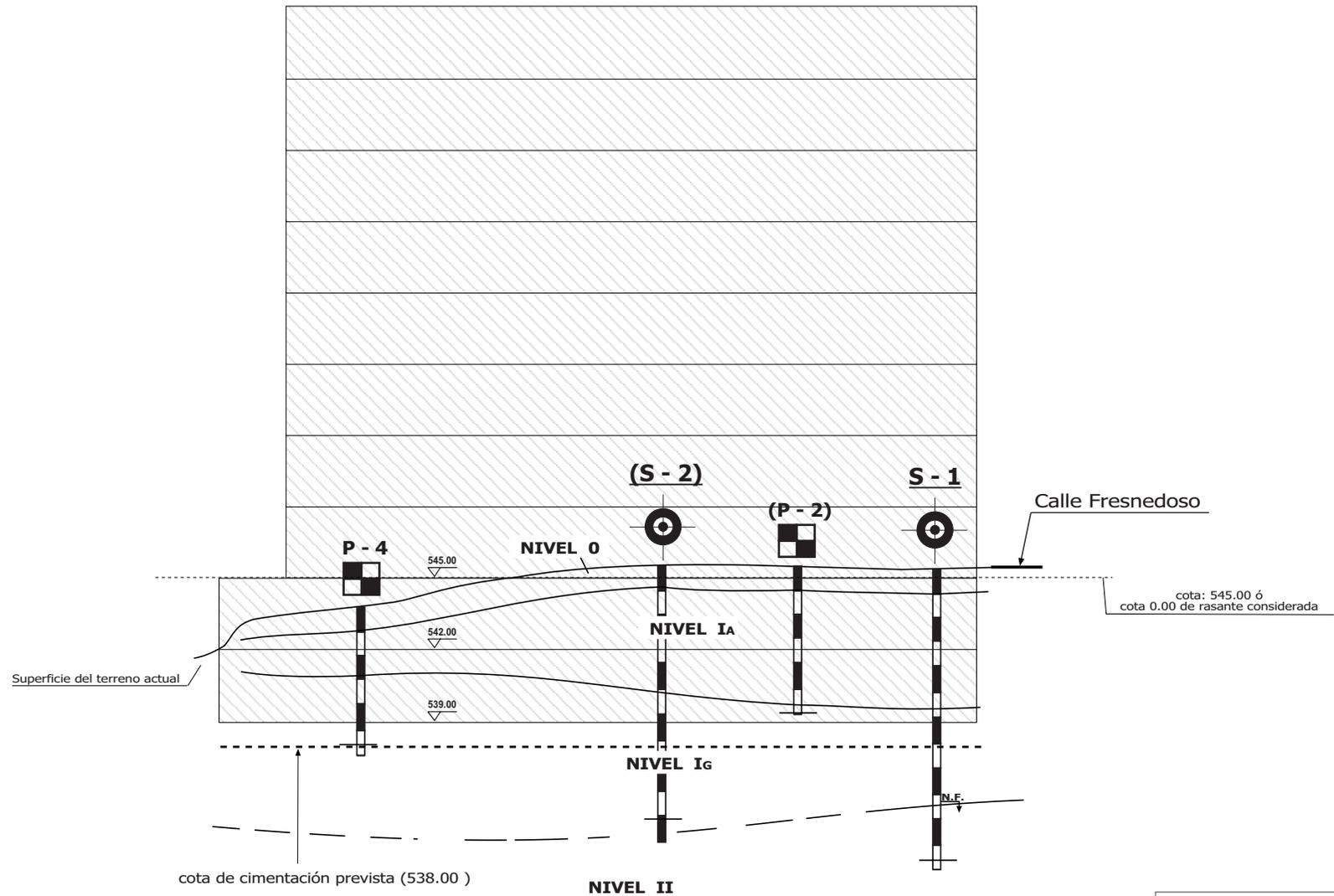
Fecha 23/09/2010 Folio 03346

Nº colegiado 5208 ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

**EDIFICIO DE VIVIENDAS, LOCALES, TRASTEROS Y GARAJES.  
PARCELA 63-A DEL BARRIO SANTA MARIA DE BENQUERENCIA. TOLEDO.**

**PERFIL: A-A'**



**LEYENDA:**

- NIVEL 0:** Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.
- NIVEL IA:** Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en Facies de Llanura de Inundación.
- NIVEL IG:** Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en Facies de Barras y Canales.
- NIVEL II:** Arenas arcósicas en facies Madrid.

- Sondeo mecánico a rotación.**
- Ensayo de penetración dinámica continua.**
- ( )** Reconocimiento proyectado sobre la línea de corte
- N.F.:** Nivel freático

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario

Fecha 23/09/2010 Folio 03346

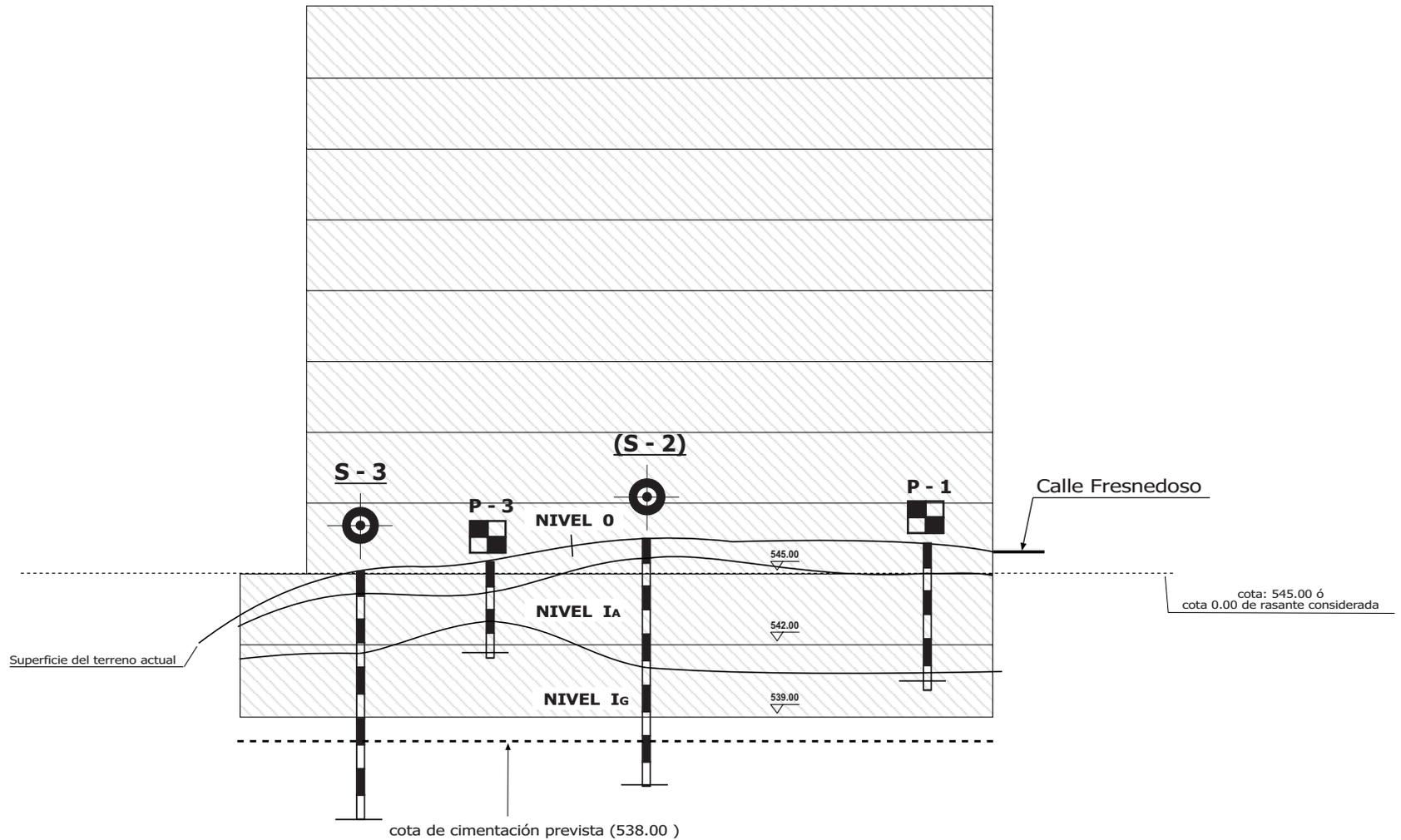
Nº colegiado 5208 ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

*[Handwritten signature]*

**EDIFICIO DE VIVIENDAS, LOCALES, TRASTEROS Y GARAJES.  
PARCELA 63-A DEL BARRIO SANTA MARÍA DE BENQUERENCIA. TOLEDO.**

**PERFIL: B-B'**



**LEYENDA:**

- NIVEL 0:** Rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial.
- NIVEL I<sub>A</sub>:** Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en Facies de Llanura de Inundación.
- NIVEL I<sub>G</sub>:** Depósitos Aluviales de Terraza del río Tajo en Facies de Barras y Canales.
- NIVEL II:** Arenas arcósicas en facies Madrid.

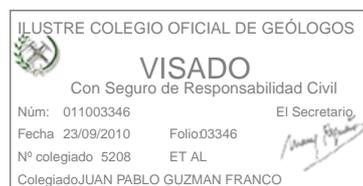
- Sondeo mecánico a rotación.**
- Ensayo de penetración dinámica continua.**
- ( ) Reconocimiento proyectado sobre la línea de corte**
- N.F:** Nivel freático

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346      El Secretario  
Fecha 23/09/2010      Folio 03346  
Nº colegiado 5208      ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

**ANEJO N° 4.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**





C/ Adelfa 11; Pol. Industrial Los Calahorros IV  
 28970 Humanes de Madrid  
 http://www.geotecnia.org  
 e-mail: gmd@geotecnia.org  
 Teléfono: 91-492-02-20/21  
 Fax: 91-697-29-64

**OBRA:**

Dirección de la Obra:	<b>C/ FRESNEDOSO, BARRIO SANTA MARIA DE BENQUERENCIA P-63 A</b>		
Provincia:	<b>TOLEDO</b>		
Referencia Informe:	<b>EG-201007/74</b>	Nº de Muestra:	<b>AG-1885-10</b>
Tipo de agua-Puntos recogida:	<b>S-1</b>	Fecha recogida:	<b>19/08/2010</b>
Profundidad de muestreo:	<b>9,30 M</b>		

Página: 1 de 2

**Grado potencial de agresividad de un agua al hormigón  
 Anejo 5 EHE**

ANALISIS DEL AGUA		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARAMETRO	RESULTADO ENSAYO	DEBIL	MEDIO	FUERTE
APARIENCIA				
VALOR DEL pH	<b>8,49</b>	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	< 4.5
MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> / l)	<b>72,47</b>	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l)	<b>&lt;15</b>	15 - 30	30 - 60	> 60
SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / l)	<b>295,15</b>	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CO <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> / l)	<b>-</b>	15 - 40	40 - 100	> 100
RESIDUO SECO (mg / l)	<b>866,00</b>	75 - 150	50 - 75	< 50

**EVALUACION:**

**AGRESIVIDAD DEBIL AL HORMIGON**

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
 TELF: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 29 64

LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID EN LAS AREAS: EHA "Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero" (03061EHA05) GTL "Ensayos de laboratorio de geotécnia" (03062GTL05) GTC "Area de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos" (03063GTC05) AMC "Area de control de morteros para albañilería" (03064AMC05) EAS "Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero" (03194EAS05).

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO





**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 1

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

**Resumen de ensayos de laboratorio**

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5	Ensayo 6
Designación de muestra		S1; M1	S1; M2	S1; M3	S1; M4	S2; M1	S2; M2
Tipo de muestra		Inalterada	Inalterada	Alterada(SPT)	Alterada	Inalterada	Inalterada
Profundidad	(m)	1,20-1,80	3,00-3,60	7,00-7,60	10,00-10,30	2,00-2,60	4,00-4,60
Clasificación U.S.C.S.		CL	SM	SW-SM	SC	SC	CL
Clasificación H.R.B							
Índice de grupo							
Densidad aparente	(g/cm <sup>3</sup> )						
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )						
Peso específico	(g/cm <sup>3</sup> )						
Humedad natural	(%)	6,07	3,72	1,79	9,22	4,86	9,82
Límite Líquido	(%)	31,07	0,00	0,00	27,37	26,35	34,34
Límite plástico	(%)	19,51	0,00	0,00	15,36	17,43	19,87
Índice de plasticidad		11,56	NP	NP	12,01	8,92	14,47
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	53,52	22,15	15,32	43,13	27,55	95,78
% que pasa T-2 UNE	(%)	88,12	85,07	64,43	96,88	82,84	99,34
% que pasa T-5 UNE	(%)	95,14	96,13	72,07	99,32	99,02	99,69
Proctor Humedad óptima	(%)						
Proctor Densidad Máxima	(t/m <sup>3</sup> )						
Índice CBR	(%)						
Presión de hinchamiento	(kp/cm <sup>2</sup> )	0,31					0,71
Hinchamiento libre	(%)						
Lambe índice	(kp/cm <sup>2</sup> )						
Lambe Clasificación							
Sulfatos	(mg/kg suelo)		190			107	133
Carbonatos	(%)						
Materia orgánica	(%)						
Compresión Simple	(kp/cm <sup>2</sup> )						2,27
Deformación	(mm)						1,60
Edométrico Cc							
Cohesión	(kp/cm <sup>2</sup> )	0,88				1,61	
Angulo de fricción	(°)	45,00				37,69	

**Observaciones.-**

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELE: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

**GMD**

**Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras**



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 2

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

**Resumen de ensayos de laboratorio**

Descripción	Unidades	Ensayo 7	Ensayo 8	Ensayo 9	Ensayo 10	Ensayo 11	Ensayo 12
Designación de muestra		S2; M3	S2; M4	S3; M1	S3; M2		
Tipo de muestra		Alterada(SPT)	Alterada	Inalterada	Alterada(SPT)		
Profundidad	(m)	6,00-6,60	9,50-9,70	3,00-3,60	7,00-7,30		
Clasificación U.S.C.S.		SW-SM	GW-GM	SC	GW-GM		
Clasificación H.R.B							
Índice de grupo							
Densidad aparente	(g/cm <sup>3</sup> )						
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )						
Peso específico	(g/cm <sup>3</sup> )						
Humedad natural	(%)	1,08	0,41	7,14	0,68		
Limite Líquido	(%)	0,00	0,00	33,85	0,00		
Limite plástico	(%)	0,00	0,00	19,28	0,00		
Índice de plasticidad		NP	NP	14,56	NP		
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	15,30	14,73	47,38	9,41		
% que pasa T-2 UNE	(%)	77,63	45,06	87,85	42,40		
% que pasa T-5 UNE	(%)	81,19	53,39	98,51	50,66		
Proctor Humedad óptima	(%)						
Proctor Densidad Máxima	(t/m <sup>3</sup> )						
Índice CBR	(%)						
Presión de hinchamiento	(kp/cm <sup>2</sup> )						
Hinchamiento libre	(%)						
Lambe Índice	(kp/cm <sup>2</sup> )						
Lambe Clasificación							
Sulfatos	(mg/kg suelo)						
Carbonatos	(%)						
Materia orgánica	(%)						
Compresión Simple	(kp/cm <sup>2</sup> )						
Deformación	(mm)						
Edométrico Cc							
Cohesión	(kp/cm <sup>2</sup> )						
Angulo de fricción	(°)						

Observaciones.-

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELF: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 3

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

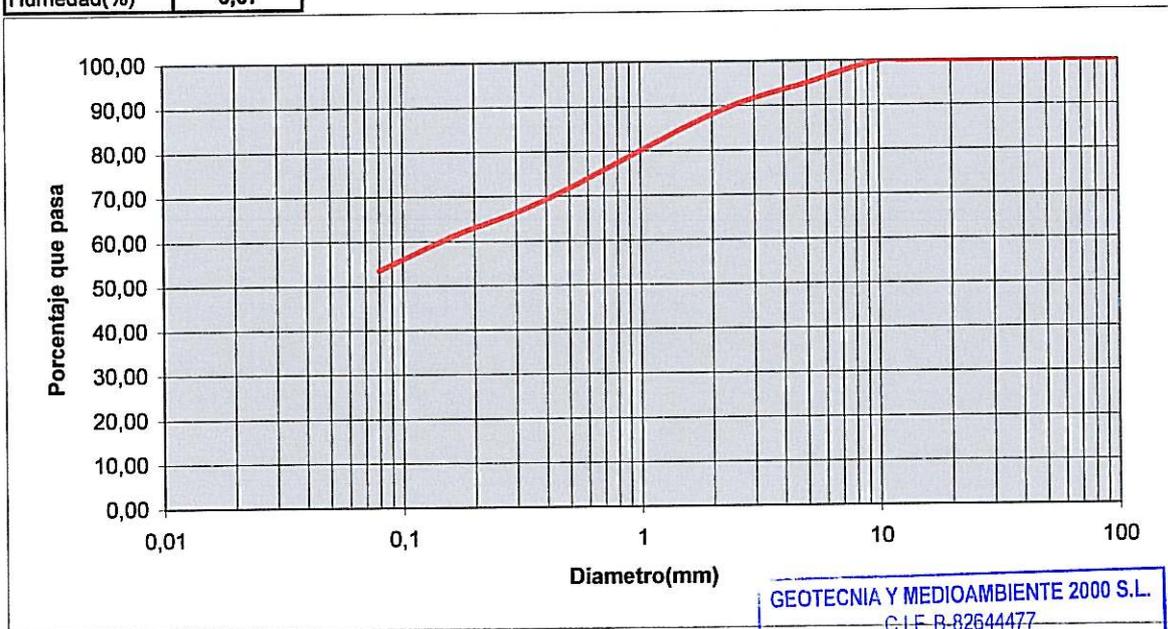
## Granulometría por Tamizado

Designación: **UNE 103-101**

Muestra **S1; M1**  
 Profundidad: **1,20-1,80**  
 Muestra(tipo) **Inalterada**

Pasa T-0,08(%)	53,52
Pasa T-2(%)	88,12
Pasa T-5(%)	95,14

Fracción Gruesa: > T-2	Tamices UNE (mm)	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
		acumulado (Gramos)	cada tamiz (Gramos)	cada tamiz (%)	cada tamiz (%)
F+G+agua	232,12				
G>T-2	26,00	100	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	206,12	80	0,00	0,00	100,00
Fino seco	194,32	63	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	218,83	50	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina: < T-2	40	0,00	0,00	0,00	100,00
	25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	232,12	20	0,00	0,00	100,00
Humedad	6,07	12,5	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	218,83	10	0,00	0,00	100,00
Humedad Higroscópica		5	10,64	10,64	4,86
T+suelo+agua	789,70	2	26,00	15,36	7,02
T+suelo	776,41	0,4	67,16	41,16	18,81
Tara	557,58	0,16	85,30	18,14	8,29
Suelo	218,83	0,08	101,71	16,41	7,50
Agua	13,29				
Humedad(%)	6,07				



Limo/arcilla 53,52

Arena 34,60

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.

C.I.F. B-82644477

Grava 11,88

Grava 11,88

**Clasificación USCS**

TELF: 91 492 02 20

FAX: 91 697 00 64

**Arcilla de baja plasticidad**

<b>Límite Líquido:</b>	31,07	<b>% pasa T 0,08</b>	53,52
<b>Límite Plástico:</b>	19,51	<b>% reten. T-2</b>	11,88
<b>Índice Plástico:</b>	11,56	<b>% reten. T-5</b>	4,86

GEÓLOGOS



**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346

El Secretario

Fecha 23/09/2010

Folio 03346

Nº colegiado 5208

ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

*[Signature]*





**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 5

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

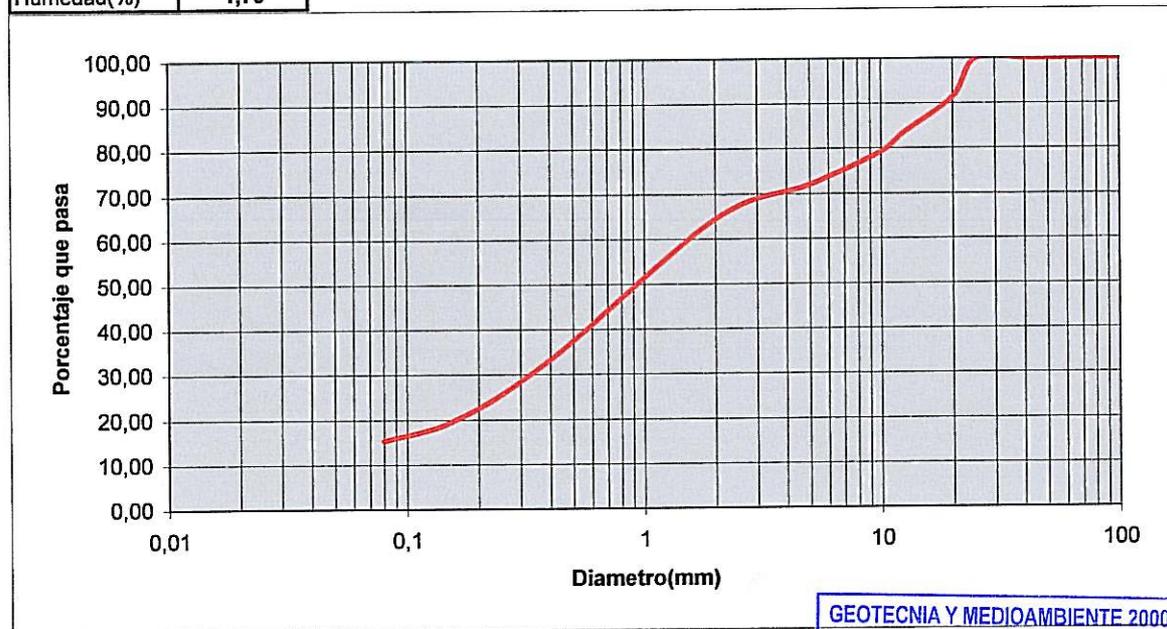
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S1; M3**  
 Profundidad: **7,00-7,60**  
 Muestra(tipo) **Alterada(SPT)**

Pasa T-0,08(%)	15,32
Pasa T-2(%)	64,43
Pasa T-5(%)	72,07

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	1190,83					
G>T-2	416,16	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	774,67	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	761,05	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	1169,90	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	1190,83	20	99,96	99,96	8,54	91,46
Humedad	1,79	12,5	192,34	92,38	7,90	83,56
Suelo seco	1169,90	10	241,66	49,32	4,22	79,34
Humedad Higroscópica		5	326,72	85,06	7,27	72,07
T+suelo+agua	1748,53	2	416,16	89,44	7,65	64,43
T+suelo	1727,60	0,4	780,29	364,13	31,12	33,30
Tara	557,70	0,16	936,26	155,97	13,33	19,97
Suelo	1169,90	0,08	990,62	54,36	4,65	15,32
Agua	20,93					
Humedad(%)	1,79					



Limo/arcilla 15,32

Arena 49,10

Limite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	15,32
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	35,57
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	27,93

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.

C.I.F. B-8961477

Clasificación USCS

SW-SM

Arena bien graduada limosa

ALD. GEÓLOGOS

VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346

El Secretario

Fecha 23/09/2010

Folio 03346

Nº colegiado 5208

ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 6

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

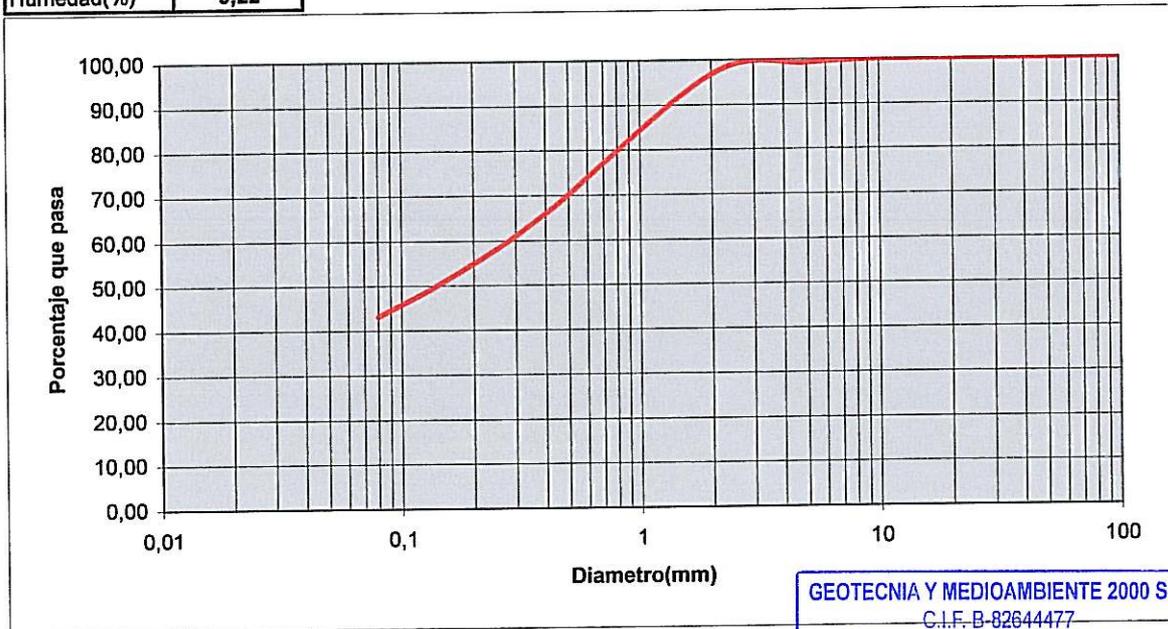
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S1; M4**  
 Profundidad: **10,00-10,30**  
 Muestra(tipo) **Alterada**

Pasa T-0,08(%)	43,13
Pasa T-2(%)	96,88
Pasa T-5(%)	99,32

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	411,02					
G>T-2	11,75	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	399,27	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	365,57	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	376,33	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	411,02	20	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	9,22	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	376,33	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad Higroscópica		5	2,56	2,56	0,68	99,32
T+suelo+agua	954,00	2	11,75	9,19	2,44	96,88
T+suelo	919,31	0,4	128,00	116,25	30,89	65,99
Tara	542,98	0,16	181,36	53,36	14,18	51,81
Suelo	376,33	0,08	214,01	32,65	8,68	43,13
Agua	34,69					
Humedad(%)	9,22					



Limo/arcilla 43,13      Arena 53,75

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.

C.I.F. B-82644477

Grava 3,12

CI/DELEA/11/0076 HUMANEOS

TEL: 91 492 02 20

FAX: 91 50 29 64

**Clasificación USCS**

**Arena arcillosa**

Limite Líquido:	27,37	% pasa T 0,08	43,13
Limite Plástico:	15,36	% reten. T-2	3,12
Índice Plástico:	12,01	% reten. T-5	0,68



**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346

El Secretario

Fecha 23/09/2010

Folio 03346

Nº colegiado 5208

ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

*[Signature]*



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 7

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

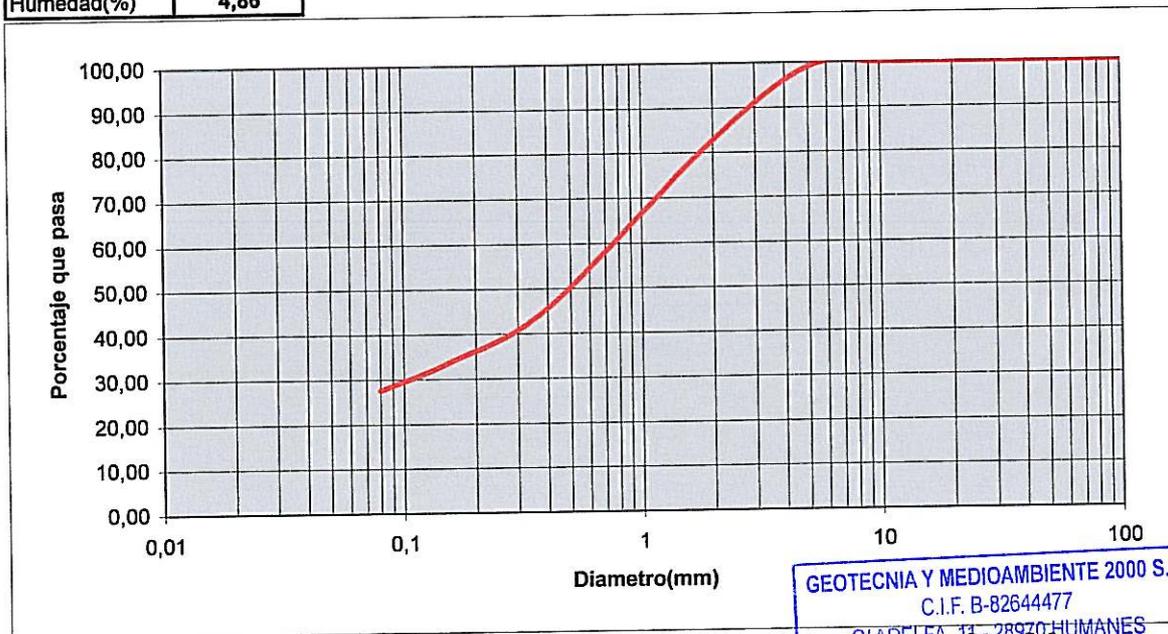
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S2; M1**  
 Profundidad: **2,00-2,60**  
 Muestra(tipo) **Inalterada**

Pasa T-0,08(%)	27,55
Pasa T-2(%)	82,84
Pasa T-5(%)	99,02

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	353,06					
G>T-2	57,79	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	295,27	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	281,59	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	336,70	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	353,06	20	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	4,86	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	336,70	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad Higroscópica		5	3,29	3,29	0,98	99,02
T+suelo+agua	896,47	2	57,79	54,50	16,19	82,84
T+suelo	880,11	0,4	182,83	125,04	37,14	45,70
Tara	543,41	0,16	221,86	39,03	11,59	34,11
Suelo	336,70	0,08	243,94	22,08	6,56	27,55
Agua	16,36					
Humedad(%)	4,86					



Limo/arcilla 27,55 Arena 55,29 Grava 17,16

Limite Líquido:	26,35	% pasa T 0,08	27,55
Limite Plástico:	17,43	% reten. T-2	17,16
Índice Plástico:	8,92	% reten. T-5	0,98

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
 TEL: 91 497 02 20  
 FAX: 91 697 29 64  
**Clasificación USCS**  
**SC**  
**Arena arcillosa**

**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 8

**Dirección:** Barrio Santa María de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

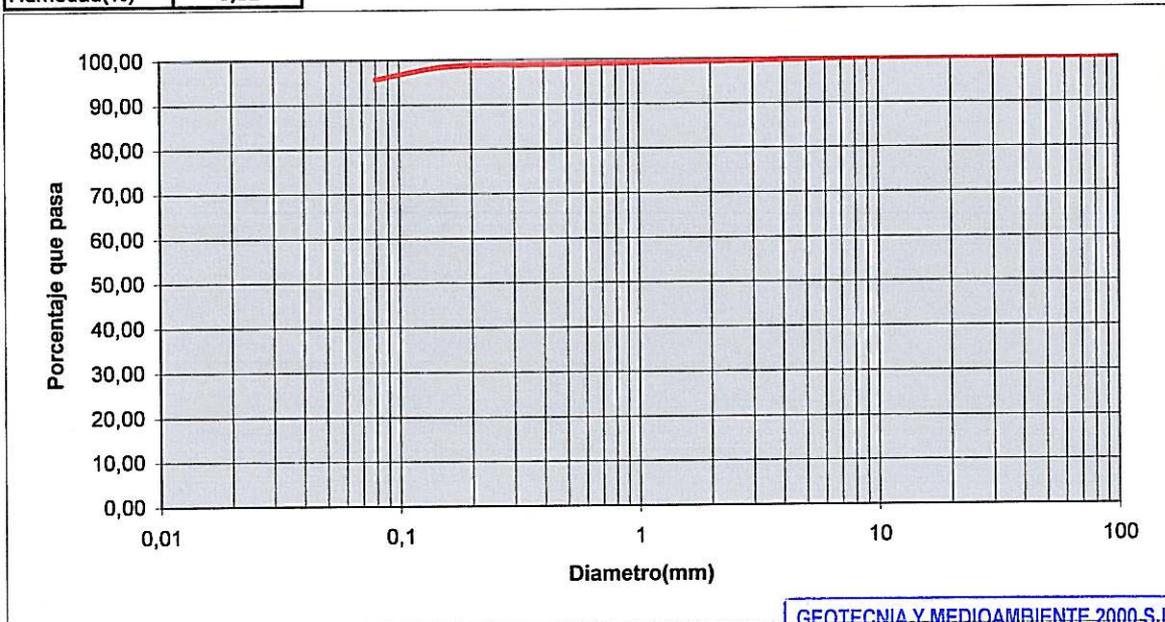
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S2; M2**  
 Profundidad: **4,00-4,60**  
 Muestra(tipo) **Inalterada**

Pasa T-0,08(%)	95,78
Pasa T-2(%)	99,34
Pasa T-5(%)	99,69

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	336,59					
G>T-2	2,01	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	334,58	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	304,67	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	306,50	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	336,59	20	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad	9,82	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	306,50	10	0,00	0,00	0,00	100,00
Humedad Higroscópica		5	0,94	0,94	0,31	99,69
T+suelo+agua	874,83	2	2,01	1,07	0,35	99,34
T+suelo	844,74	0,4	3,33	1,32	0,43	98,91
Tara	538,24	0,16	4,36	1,03	0,34	98,58
Suelo	306,50	0,08	12,93	8,57	2,80	95,78
Agua	30,09					
Humedad(%)	9,82					



Limo/arcilla 95,78

Arena 3,56

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-12.020.000

Limite Líquido:	34,34	% pasa T 0,08	95,78
Limite Plástico:	19,87	% reten. T-2	0,66
Índice Plástico:	14,47	% reten. T-5	0,31

Clasificación USCS

CL

Arcilla de baja plasticidad



VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346

El Secretario

Fecha 23/09/2010 Folio:03346

Nº colegiado 5208 ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

INGENIEROS GEÓLOGOS



Código de entrada: G-12750-10

Página: 9

Dirección: Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

Provincia: Toledo

Fecha: 15/09/10

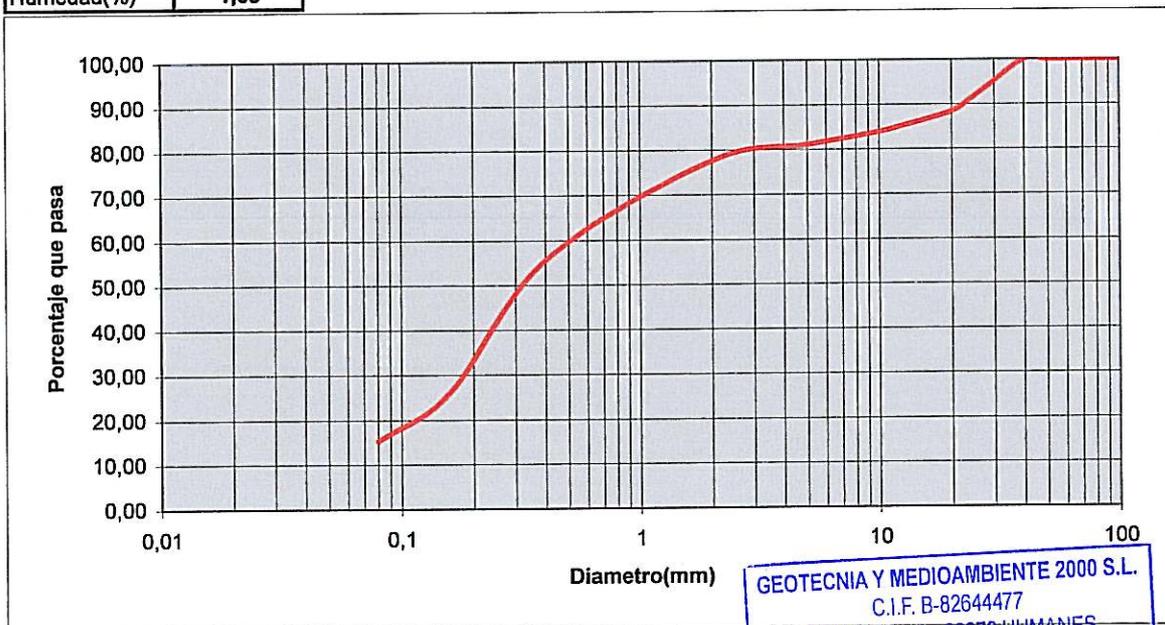
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra S2; M3  
Profundidad: 6,00-6,60  
Muestra(tipo) Alterada(SPT)

Pasa T-0,08(%)	15,30
Pasa T-2(%)	77,63
Pasa T-5(%)	81,19

Fracción Gruesa:		Tamices	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE	acumulado	cada tamiz	cada tamiz	cada tamiz
		(mm)	(Gramos)	(Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	460,32					
G>T-2	101,86	100	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	358,46	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	354,64	63	0,00	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	455,42	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	36,40	36,40	7,99	92,01
Suelo+agua	460,32	20	52,46	16,06	3,53	88,48
Humedad	1,08	12,5	66,96	14,50	3,18	85,30
Suelo seco	455,42	10	72,91	5,95	1,31	83,99
Humedad Higroscópica		5	85,66	12,75	2,80	81,19
T+suelo+agua	1000,36	2	101,86	16,20	3,56	77,63
T+suelo	995,46	0,4	202,22	100,36	22,04	55,60
Tara	540,04	0,16	336,11	133,89	29,40	26,20
Suelo	455,42	0,08	385,75	49,64	10,90	15,30
Agua	4,90					
Humedad(%)	1,08					



Limo/arcilla 15,30

Arena 62,34

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28070 HUMANES  
Tel: 91 697 29 84  
Fax: 91 697 29 84

Limite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	15,30
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	22,37
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	18,81

Clasificación USCS  
SW-SM

Arena bien graduada limosa



VISADO

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346

El Secretario

Fecha 23/09/2010

Folio 03346

Nº colegiado 5208

ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

GEÓLOGOS





**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 11

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

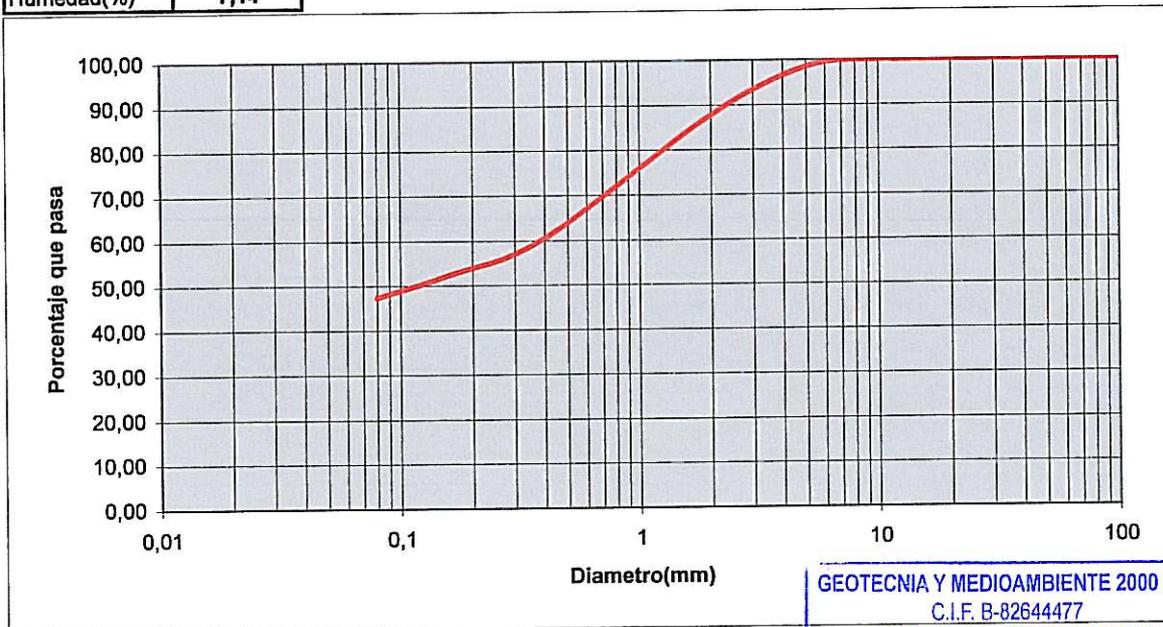
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S3; M1**  
 Profundidad: **3,00-3,60**  
 Muestra(tipo) **Inalterada**

Pasa T-0,08(%)	47,38
Pasa T-2(%)	87,85
Pasa T-5(%)	98,51

Fracción Gruesa: > T-2	Tamices UNE (mm)	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
		acumulado (Gramos)	cada tamiz (Gramos)	cada tamiz (%)	cada tamiz (%)
F+G+agua	392,92				
G>T-2	44,54	100	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	348,38	80	0,00	0,00	100,00
Fino seco	325,15	63	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	366,72	50	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina: < T-2	40	0,00	0,00	0,00	100,00
	25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	392,92	20	0,00	0,00	100,00
Humedad	7,14	12,5	0,00	0,00	100,00
Suelo seco	366,72	10	0,00	0,00	100,00
Humedad Higroscópica		5	5,48	5,48	1,49
T+suelo+agua	951,12	2	44,54	39,06	10,65
T+suelo	924,92	0,4	144,53	99,99	27,27
Tara	558,20	0,16	174,43	29,90	8,15
Suelo	366,72	0,08	192,96	18,53	5,05
Agua	26,20				
Humedad(%)	7,14				



Limo/arcilla 47,38      Arena 40,47

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ ADELA CRAVA 1279 HUMANES

Límite Líquido:	33,85	% pasa T 0,08	47,38
Límite Plástico:	19,28	% reten. T-2	12,15
Índice Plástico:	14,56	% reten. T-5	1,49

**Clasificación USCS**  
 SC  
**Arena arcillosa**

GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346      El Secretario  
 Fecha 23/09/2010      Folio 03346  
 Nº colegiado 5208      ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 12

**Dirección:** Barrio Santa María de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

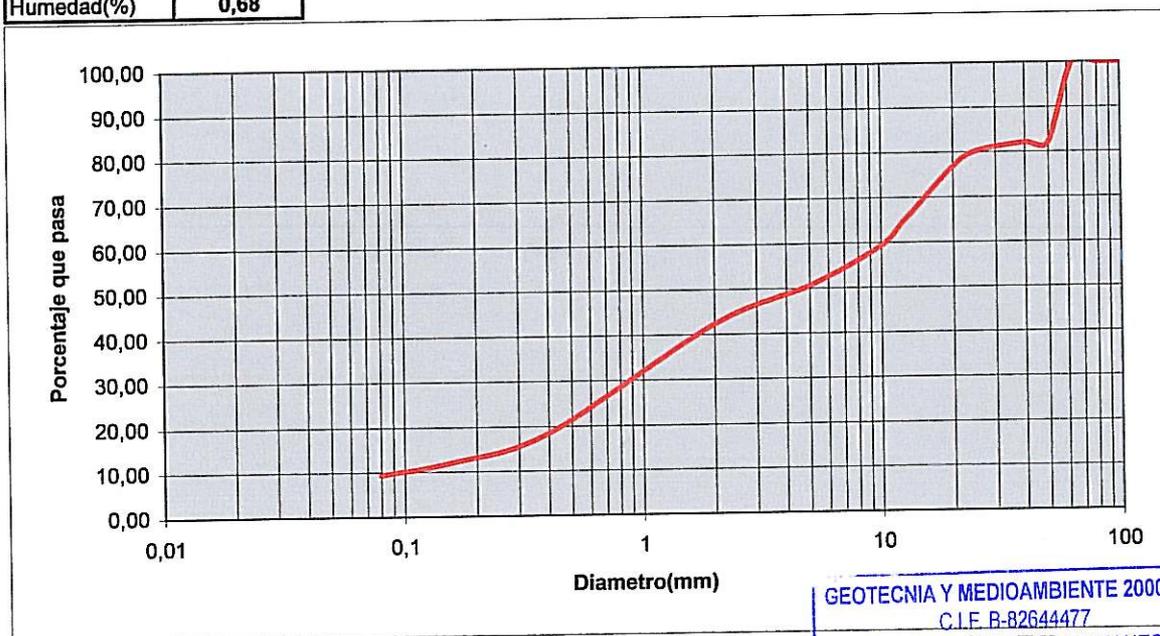
## Granulometría por Tamizado

Designación: UNE 103-101

Muestra **S3; M2**  
 Profundidad: **7,00-7,30**  
 Muestra(tipo) **Alterada(SPT)**

Pasa T-0,08(%)	9,41
Pasa T-2(%)	42,40
Pasa T-5(%)	50,66

Fracción Gruesa: > T-2	Tamices UNE (mm)	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
		acumulado (Gramos)	cada tamiz (Gramos)	cada tamiz (%)	cada tamiz (%)
F+G+agua	1437,68				
G>T-2	822,56	100	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	615,12	80	0,00	0,00	100,00
Fino seco	610,99	63	0,00	0,00	100,00
F+G(seco)	1428,02	50	254,43	254,43	17,82
Fracción Fina: < T-2	40	254,43	0,00	0,00	82,18
	25	280,60	26,17	1,83	80,35
Suelo+agua	1437,68	20	329,83	49,23	3,45
Humedad	0,68	12,5	501,24	171,41	12,00
Suelo seco	1428,02	10	579,25	78,01	5,46
Humedad Higroscópica		5	704,59	125,34	8,78
T+suelo+agua	1981,98	2	822,56	117,97	8,26
T+suelo	1972,32	0,4	1164,80	342,24	23,97
Tara	544,30	0,16	1254,20	89,40	6,26
Suelo	1428,02	0,08	1293,61	39,41	2,76
Agua	9,66				
Humedad(%)	0,68				



Limo/arcilla 9,41

Arena 32,99

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.

C.I.F. B-82644477

CLADEFA Grava 57,60 HUMANES

**Clasificación USCS**

GW-GM

**Grava bien graduada limosa**

Limite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	9,41
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	57,60
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	49,34

COLEGIADO DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 13

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

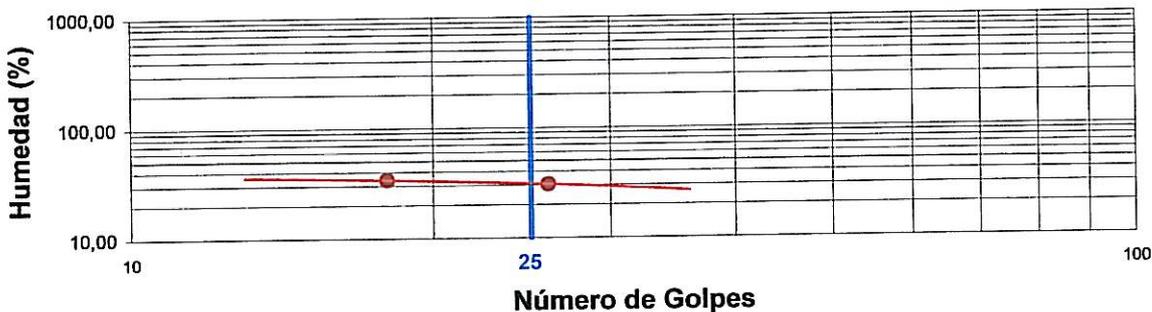
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

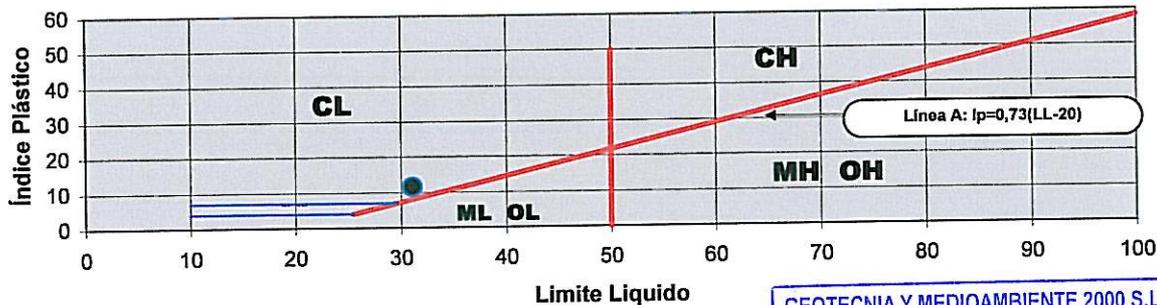
**Muestra:** S1; M1  
**Profundidad:** 1,20-1,80  
**Muestra(tipo):** Inalterada

LL	31,07
LP	19,51
IP	11,56

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente	31	11	7	50	
No de golpes	26	18			
Peso tara+suelo húmedo (g)	40,40	43,13	32,96	31,12	
Peso tara +suelo seco (g)	33,95	35,33	31,64	30,00	
Peso de tara (g)	12,91	12,38	24,74	24,37	
Peso suelo seco (g)	21,04	22,95	6,90	5,63	
Peso de agua (g)	6,45	7,80	1,32	1,12	
Humedad %	30,66	33,99	19,13	19,89	
	<b>Limite Liquido 31,07</b>		<b>Limite Plástico 19,51</b>		



### Diagrama de Casagrande



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES

Limite Liquido:	31,07	% pasa T 0,08	53,52
Limite Plástico:	19,51	% reten. T-2	11,88
Índice Plástico:	11,56	% reten. T-5	4,86

**Clasificación USCS**  
CL

**Arcilla de baja plasticidad** DE GEÓLOGOS

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio:03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 14

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

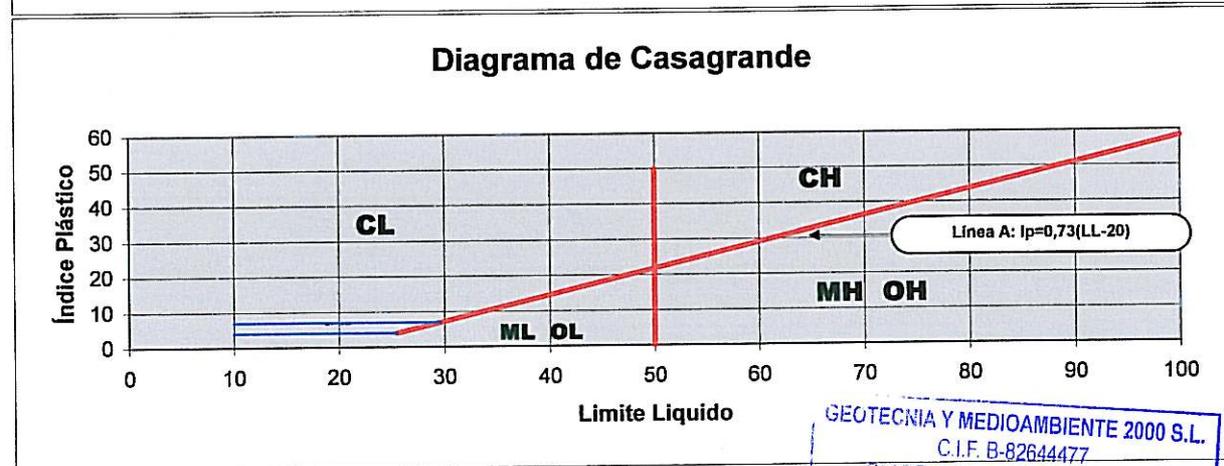
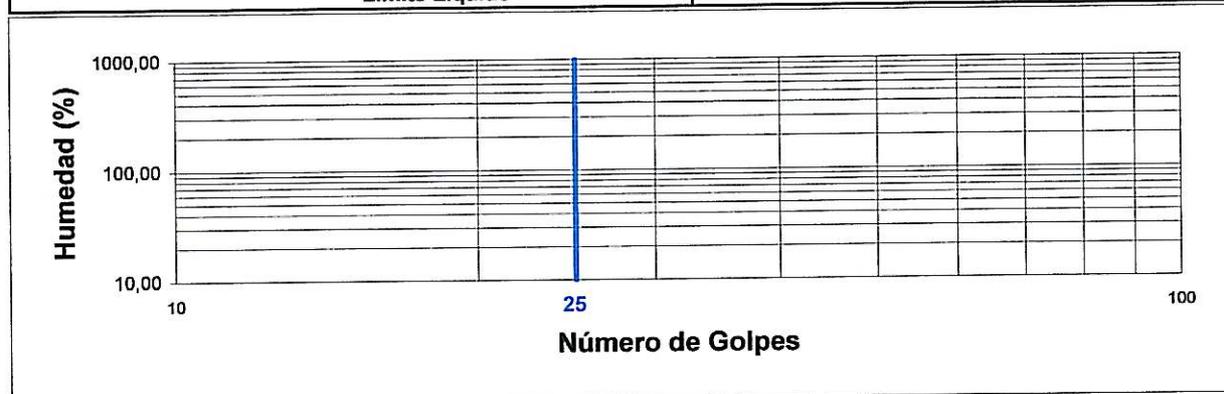
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S1; M2  
**Profundidad:** 3,00-3,60  
**Muestra(tipo):** Inalterada

LL	
LP	
IP	NP

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)	<b>NO PLÁSTICO</b>				
Peso tara +suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



<b>Limite Liquido:</b>	0,00	% pasa T 0,08	22,15
<b>Limite Plástico:</b>	0,00	% reten. T-2	14,93
<b>Índice Plástico:</b>	NP	% reten. T-5	3,87

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES

**Clasificación USCS**  
SM  
Arena limosa no plástica

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 15

**Dirección:** Barrio Santa María de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

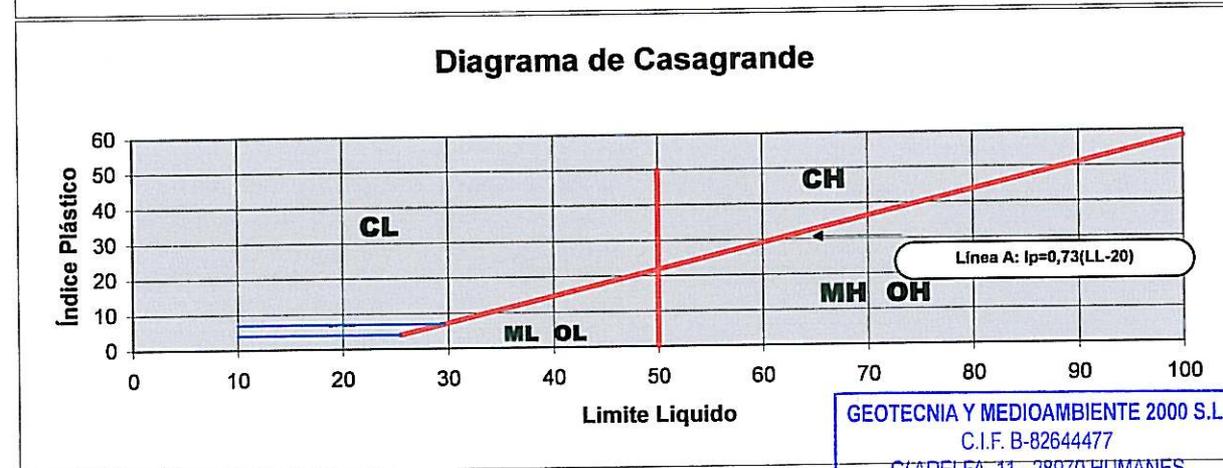
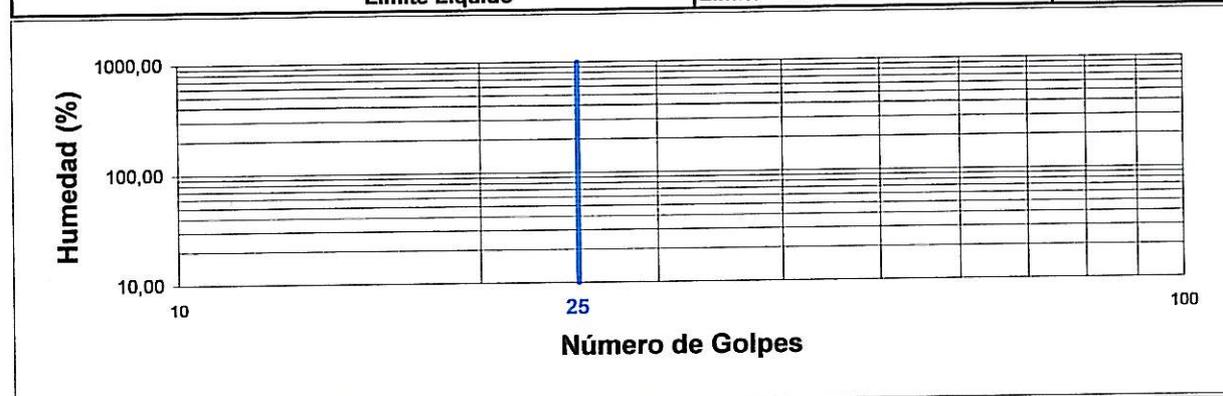
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S1; M3  
**Profundidad:** 7,00-7,60  
**Muestra(tipo):** Alterada(SPT)

LL	
LP	
IP	NP

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)	<b>NO PLÁSTICO</b>				
Peso tara +suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL: 91 192 02 20  
FAX: 91 037 29 04

Limite Liquido:	0,00	% pasa T 0,08	15,32
Limite Plástico:	0,00	% reten. T-2	35,57
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	27,93

**Clasificación USCS**  
**SW-SM**

**Arena bien graduada limosa** GEÓLOGOS



**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario

Fecha 23/09/2010 Folio 03346

Nº colegiado 5208 ET AL

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 16

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

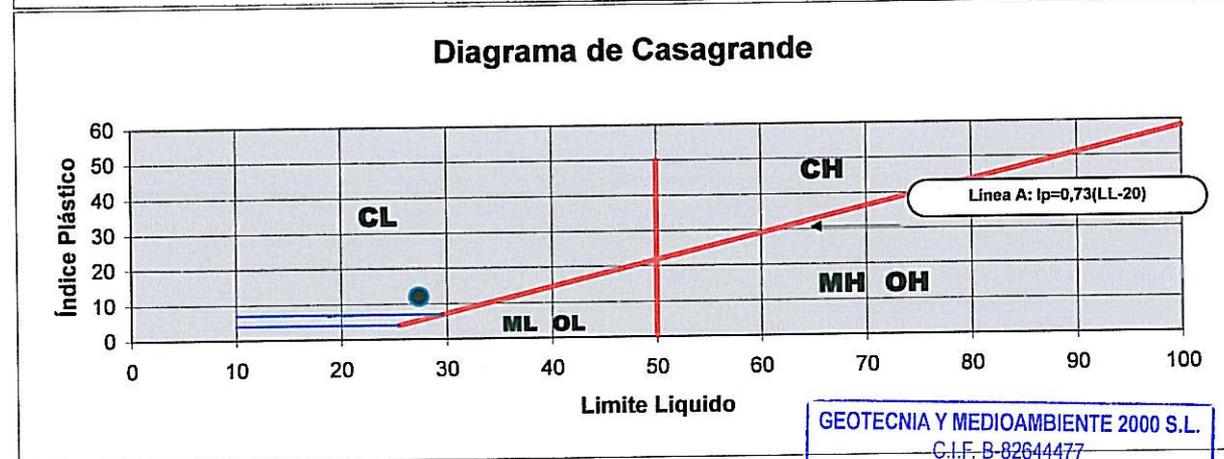
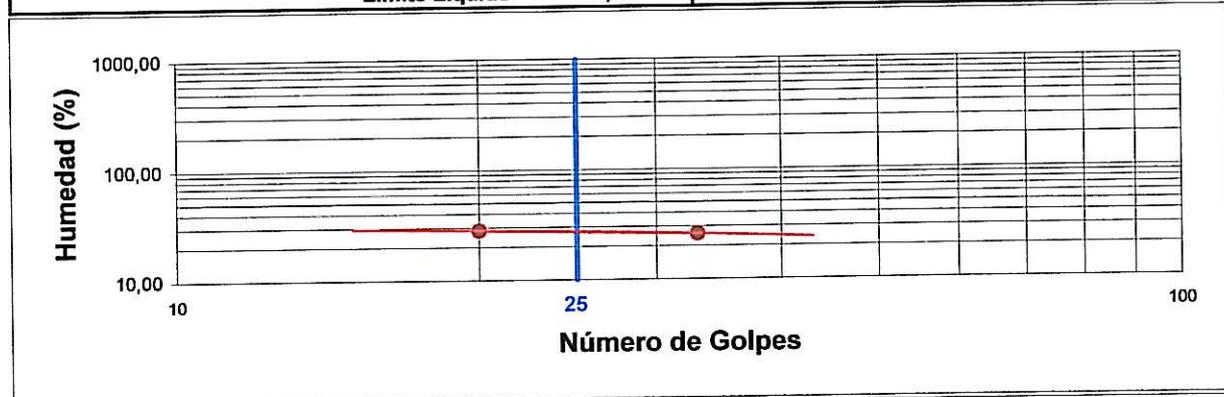
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S1; M4  
**Profundidad:** 10,00-10,30  
**Muestra(tipo):** Alterada

LL	27,37
LP	15,36
IP	12,01

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente	33	37	2	25	
No de golpes	33	20			
Peso tara+suelo húmedo (g)	39,47	34,60	31,26	40,15	
Peso tara +suelo seco (g)	34,00	29,78	30,34	39,35	
Peso de tara (g)	12,80	12,78	24,13	34,32	
Peso suelo seco (g)	21,20	17,00	6,21	5,03	
Peso de agua (g)	5,47	4,82	0,92	0,80	
Humedad %	25,80	28,35	14,81	15,90	
	<b>Limite Liquido 27,37</b>		<b>Limite Plástico 15,36</b>		



**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELEA 11 - 28970 HUMANES

<b>Limite Liquido:</b>	27,37	% pasa T 0,08	43,13	<b>Clasificación USCS</b> SC4 <b>Arena arcillosa</b>
<b>Limite Plástico:</b>	15,36	% reten. T-2	3,12	
<b>Índice Plástico:</b>	12,01	% reten. T-5	0,68	

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 17

**Dirección:** Barrio Santa María de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

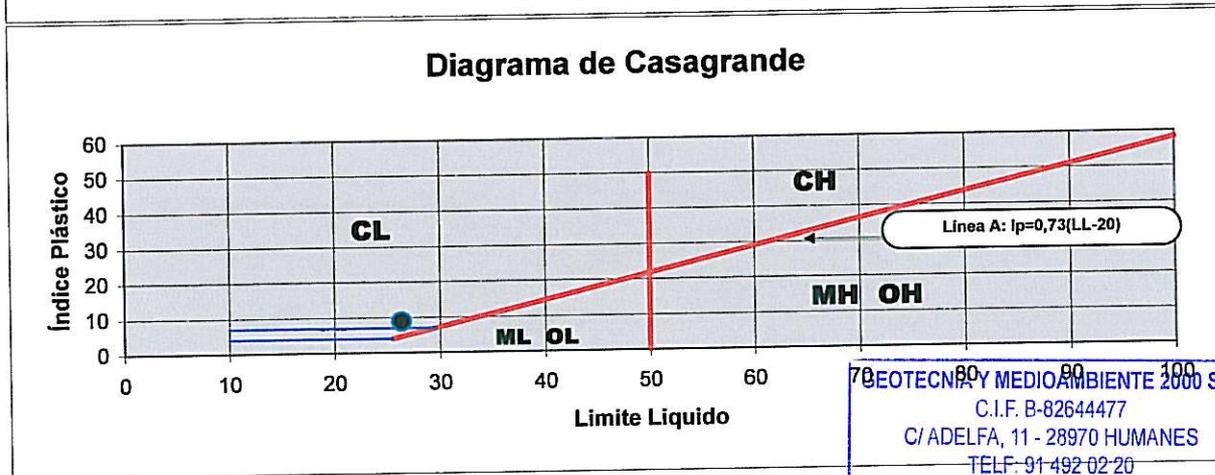
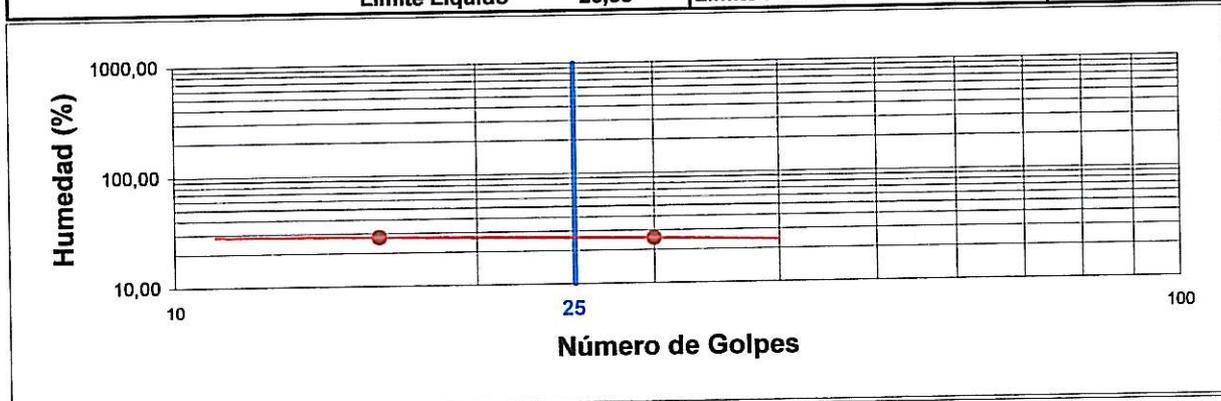
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S2; M1  
**Profundidad:** 2,00-2,60  
**Muestra(tipo):** Inalterada

LL	26,35
LP	17,43
IP	8,92

Descripción	Limite Líquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente	11	71	48	83	
No de golpes	30	16			
Peso tara+suelo húmedo (g)	38,70	43,46	33,44	40,41	
Peso tara +suelo seco (g)	33,33	36,76	32,26	39,41	
Peso de tara (g)	12,36	12,55	25,42	33,73	
Peso suelo seco (g)	20,97	24,21	6,84	5,68	
Peso de agua (g)	5,37	6,70	1,18	1,00	
Humedad %	25,61	27,67	17,25	17,61	
	<b>Limite Líquido 26,35</b>		<b>Limite Plástico 17,43</b>		



Limite Líquido:	26,35	% pasa T 0,08	27,55
Limite Plástico:	17,43	% reten. T-2	17,16
Índice Plástico:	8,92	% reten. T-5	0,98

70 GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-8264477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELF: 91 492 02 20  
FAX: 01 607 20 61

**Clasificación USCS**  
**SC**  
**Arena arcillosa**

OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio:03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 18

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

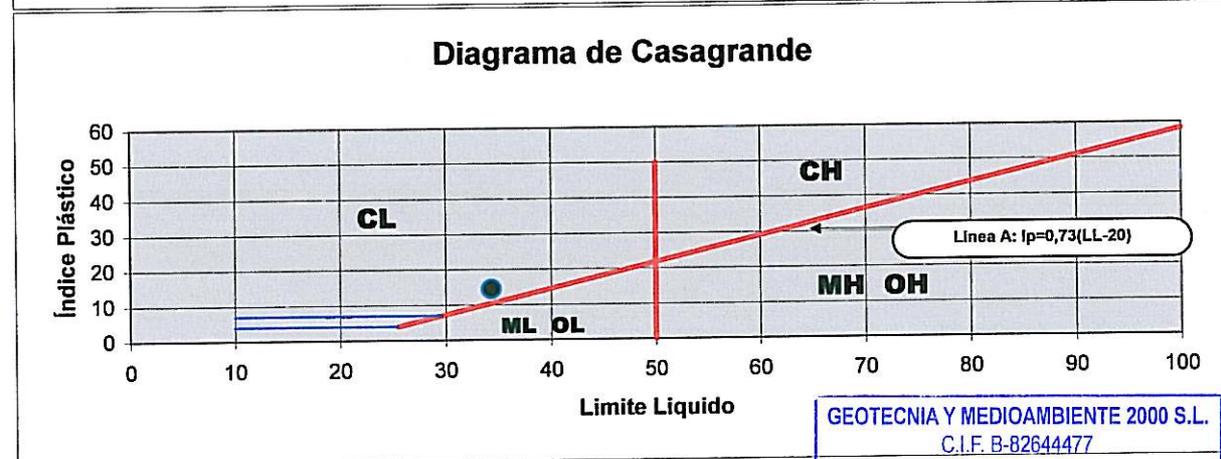
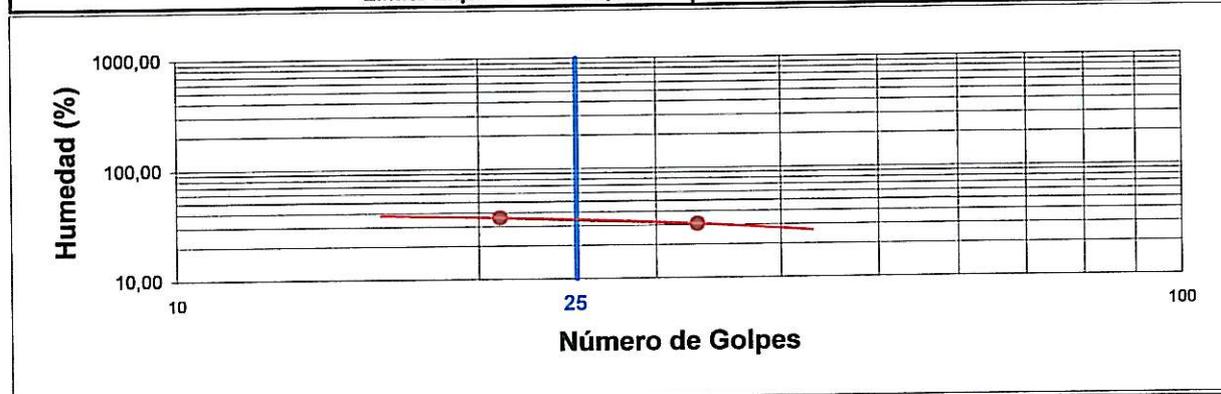
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S2; M2  
**Profundidad:** 4,00-4,60  
**Muestra(tipo):** Inalterada

LL	34,34
LP	19,87
IP	14,47

Descripción	Limite Líquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente	20	35	5	50	
No de golpes	33	21			
Peso tara+suelo húmedo (g)	42,45	40,10	33,68	31,12	
Peso tara +suelo seco (g)	35,41	32,78	32,12	30,00	
Peso de tara (g)	12,57	12,50	24,26	24,37	
Peso suelo seco (g)	22,84	20,28	7,86	5,63	
Peso de agua (g)	7,04	7,32	1,56	1,12	
Humedad %	30,82	36,09	19,85	19,89	
	<b>Limite Líquido 34,34</b>		<b>Limite Plástico 19,87</b>		



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES

Limite Líquido:	34,34	% pasa T 0,08	95,78
Limite Plástico:	19,87	% reten. T-2	0,66
Índice Plástico:	14,47	% reten. T-5	0,31

**Clasificación USCS**  
CL

Arcilla de baja plasticidad DE GEÓLOGOS

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 19

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

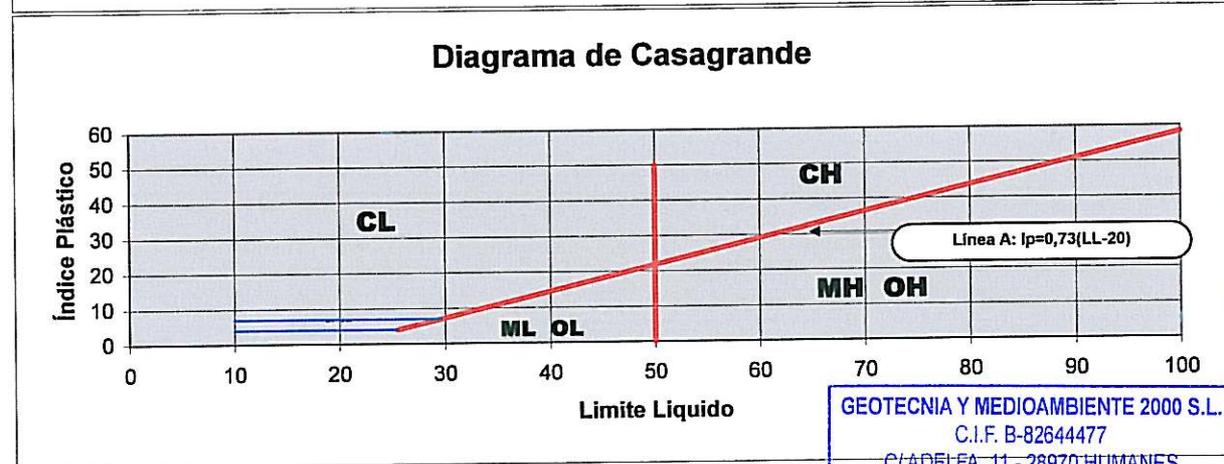
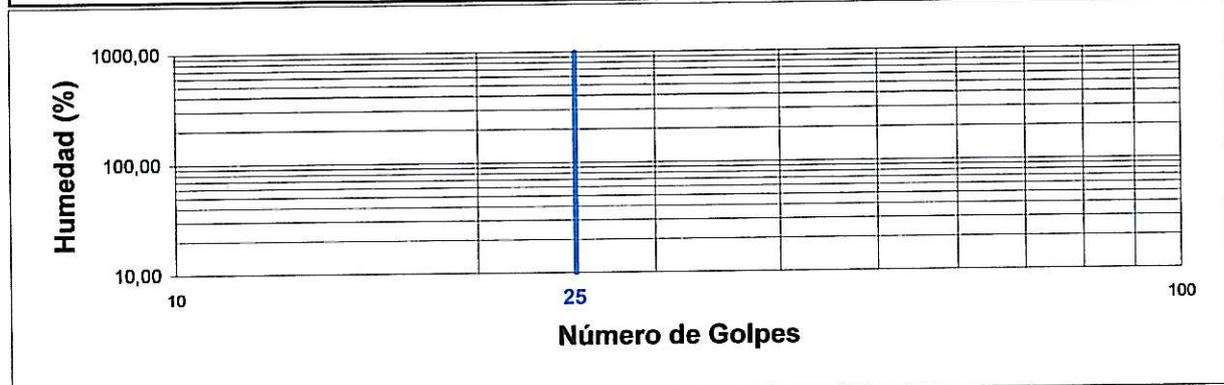
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S2; M3  
**Profundidad:** 6,00-6,60  
**Muestra(tipo):** Alterada(SPT)

LL	
LP	
IP	NP

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)	<b>NO PLÁSTICO</b>				
Peso tara +suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL: 91 482 05 00  
FAX: 91 687 29 04

<b>Límite Liquido:</b>	0,00	% pasa T 0,08	15,30	<b>Clasificación USCS</b> <b>SW-SM</b> Arena bien graduada limosa
<b>Límite Plástico:</b>	0,00	% reten. T-2	22,37	
<b>Índice Plástico:</b>	NP	% reten. T-5	18,81	

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 20

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

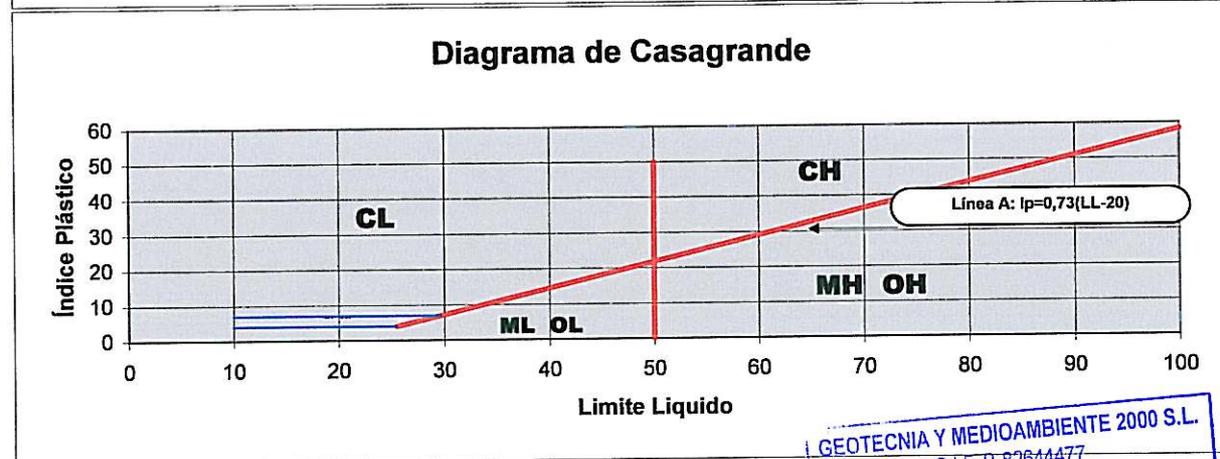
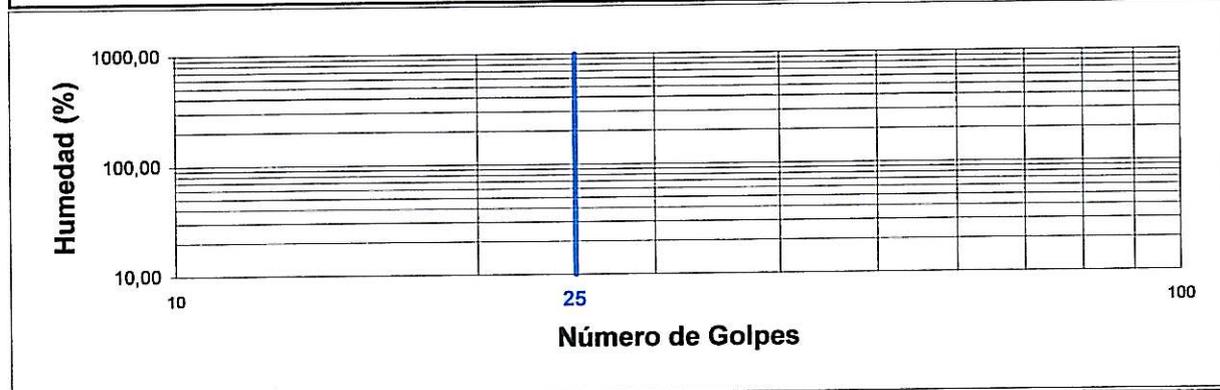
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S2; M4  
**Profundidad:** 9,50-9,70  
**Muestra(tipo):** Alterada

LL	
LP	
IP	NP

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)	<b>NO PLÁSTICO</b>				
Peso tara +suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



<b>Limite Liquido:</b>	0,00	% pasa T 0,08	14,73
<b>Limite Plástico:</b>	0,00	% reten. T-2	54,94
<b>Índice Plástico:</b>	NP	% reten. T-5	46,61

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
C.I.F. B-82644477  
TEL: 91 432 61 10  
FAX: 91 432 61 10  
**Clasificación USCS**  
**GW/GM**  
Grava bien graduada limosa

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 21

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

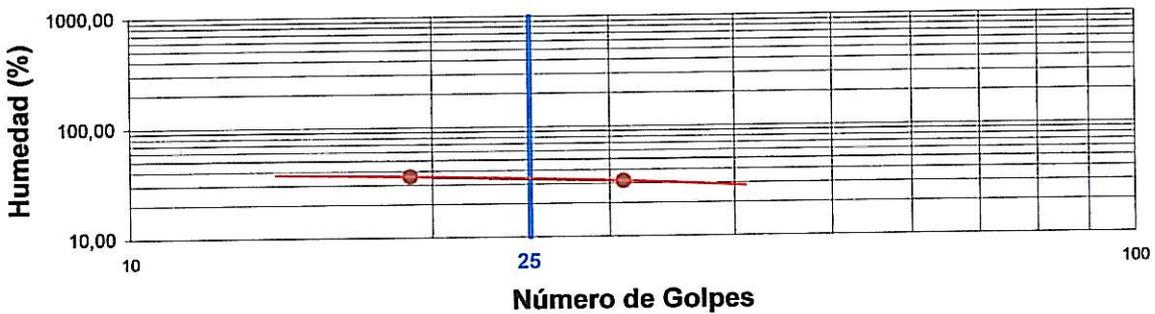
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

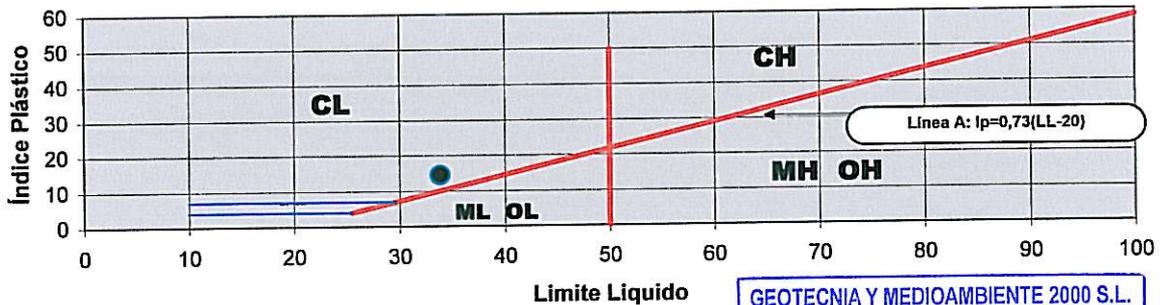
**Muestra:** S3; M1  
**Profundidad:** 3,00-3,60  
**Muestra(tipo):** Inalterada

LL	33,85
LP	19,28
IP	14,56

Descripción	Limite Líquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente	68	40	2	52	
No de golpes	31	19			
Peso tara+suelo húmedo (g)	39,09	41,12	32,65	31,66	
Peso tara +suelo seco (g)	32,78	33,66	31,26	30,55	
Peso de tara (g)	12,91	12,90	24,14	24,72	
Peso suelo seco (g)	19,87	20,76	7,12	5,83	
Peso de agua (g)	6,31	7,46	1,39	1,11	
Humedad %	31,76	35,93	19,52	19,04	
	<b>Limite Líquido</b>	<b>33,85</b>	<b>Limite Plástico</b>	<b>19,28</b>	



### Diagrama de Casagrande



**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES

<b>Límite Líquido:</b>	33,85	% pasa T 0,08	47,38
<b>Límite Plástico:</b>	19,28	% reten. T-2	12,15
<b>Índice Plástico:</b>	14,56	% reten. T-5	1,49

**Clasificación USCS**  
**SC**

**Arena arcillosa** OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio:03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 22

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

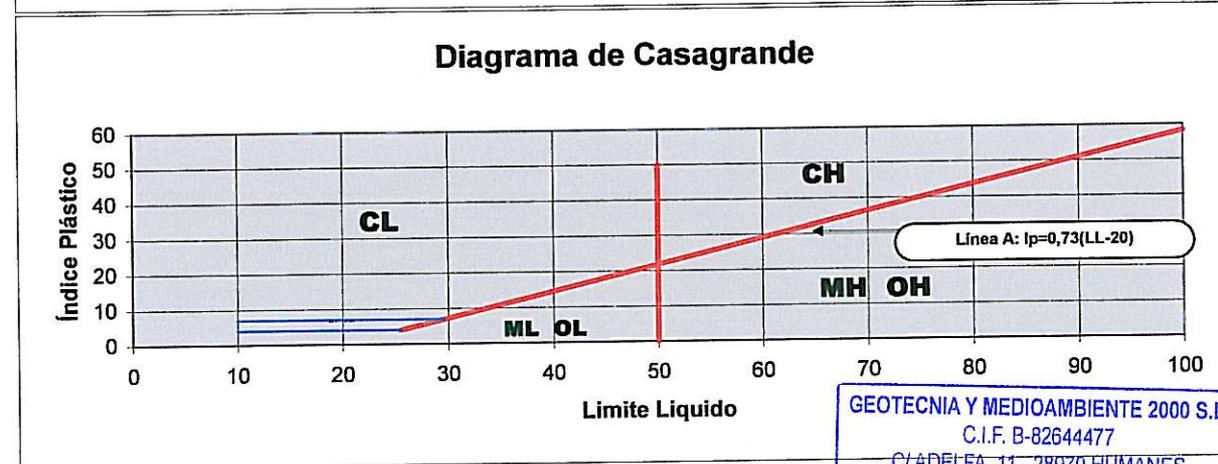
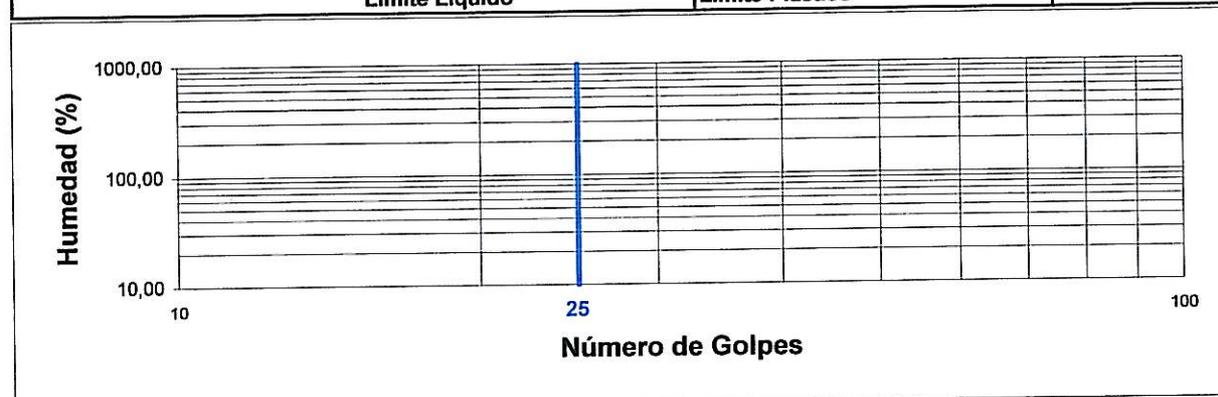
## Limites de Atterberg

**Designación:** LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

**Muestra:** S3; M2  
**Profundidad:** 7,00-7,30  
**Muestra(tipo):** Alterada(SPT)

LL	
LP	
IP	NP

Descripción	Limite Liquido		Limite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tara/recipiente					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)	<b>NO PLÁSTICO</b>				
Peso tara +suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					
	Limite Liquido		Limite Plástico		



GEOECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL. 91 492 02 20  
FAX. 91 687 29 64

<b>Límite Liquido:</b>	0,00	% pasa T 0,08	9,41
<b>Límite Plástico:</b>	0,00	% reten. T-2	57,60
<b>Índice Plástico:</b>	NP	% reten. T-5	49,34

**Clasificación USCS**  
**GW-GM**

Grava bien graduada limosa

**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código:** G-12750-10 **Página:** 23  
**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)  
**Provincia:** Toledo **Fecha:** 15/09/10

**Det. Cuantitativa del contenido de sulfatos solubles de un suelo**

Designación: Anejo 5 EHE

mg de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 190

**Muestra Numero** S1; M2  
**Profundidad muestreo** 3,00-3,60  
**Tipo de Muestra** Inalterada

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,04050	50,04190			
Peso de suelo	(kg)	5,00405E-02	5,00419E-02			
Crisol	(g)	22,0285	19,9285			
Crisol+precipitado	(g)	22,0514	19,9512			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(g)	0,02290	0,02270			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(mg)	22,90000	22,70000			
mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	190,3738	188,7059			
<b>Promedio</b>	(mg/kg suelo)	<b>190</b>		<b>2000-3000</b>	<b>3000-12000</b>	<b>&gt; 12000</b>

mg de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 107

**Muestra Numero** S2; M1  
**Profundidad muestreo** 2,00-2,60  
**Tipo de Muestra** Inalterada

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,00630	50,04310			
Peso de suelo	(kg)	5,00063E-02	5,00431E-02			
Crisol	(g)	22,1309	20,5249			
Crisol+precipitado	(g)	22,1422	20,5394			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(g)	0,01130	0,01450			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(mg)	11,30000	14,50000			
mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	94,0042	120,5361			
<b>Promedio</b>	(mg/kg suelo)	<b>107</b>		<b>2000-3000</b>	<b>3000-12000</b>	<b>&gt; 12000</b>

mg de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 133

**Muestra Numero** S2; M2  
**Profundidad muestreo** 4,00-4,60  
**Tipo de Muestra** Inalterada

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,01740	50,02160			
Peso de suelo	(kg)	5,00174E-02	5,00216E-02			
Crisol	(g)	19,8029	20,9943			
Crisol+precipitado	(g)	19,8183	21,011			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(g)	0,01540	0,01670			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(mg)	15,40000	16,70000			
mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	128,0834	138,8840			
<b>Promedio</b>	(mg/kg suelo)	<b>133</b>		<b>2000-3000</b>	<b>3000-12000</b>	<b>&gt; 12000</b>

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
 TEL: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 29 64

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 24

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

## Ensayo de Corte Directo

Designación: UNE 103-401

**Sondeo/calicata:** S1; M1  
**Profundidad:** 1,20-1,80  
**Muestra(tipo):** Inalterada

Angulo Fricción	45,00
Cohesión	0,88

### Dimensiones de la Probeta:

Descripción	Unidades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Observaciones
Diámetro	(mm)	50,00	50,00	50,00	
Lado A	(mm)				
Lado B	(mm)				
Altura L	(mm)	20,00	20,00	20,00	
Area circular	(cm <sup>2</sup> )	19,635	19,635	19,635	
Area cuadrada	(cm <sup>2</sup> )				
Volumen prob. Cilíndrica	(cm <sup>3</sup> )	39,270	39,270	39,270	
Volumen prob. Cúbica	(cm <sup>3</sup> )				

### Humedad

#### Probeta(pesos y humedad total)

Descripción	Unidades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Observaciones
Recipiente N°		12	19	22	
Peso húmedo total	(g)	68,47	68,48	68,43	
Peso seco total	(g)	64,40	64,35	64,63	
Peso tara	(g)	0,00	0,00	0,00	
Peso del agua	(g)	4,07	4,13	3,80	
Humedad	(%)	6,32	6,42	5,88	
Densidad húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1,744	1,744	1,743	
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1,640	1,639	1,646	

### Ensayo de corte directo

Descripción	Unidades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Observaciones
Carga vertical	(kp)	1,00	2,00	3,00	
Vel. desplazamiento	(mm/min)	0,50	0,50	0,50	
Tensión normal	(kp/cm <sup>2</sup> )	0,52	1,05	1,58	
Tensión tangencial	(kp/cm <sup>2</sup> )	1,39	1,94	2,46	
Deformación	(mm)	1,68	2,01	2,51	

Angulo de fricción(°)	45,00
Cohesión (kp/cm <sup>2</sup> )	0,88

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 I.F. B-82644477

C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
 TELF: 91 492 02 20  
 FAX: 01 697 29 64



Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio



Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

### Corte Directo Circular

COC

Trabajo: 1276010A Denominación: TOLEDO Muestra: Si;M1

S/REF.-
PETICIONARIO.-
ADJUDICATARIO.-
OBRA.-
PROCEDEN. MUESTRA.-
ENSAYO Y NORMA.-
FECHA.-

**12750-10-A**

**EDIFICIO DE VIVIENDAS  
C/ RIO FRESNEDOSO ; TOLEDO  
UNE 103-401  
07/09/2010**

INFORMACION DE SENSORES			
Nombre	Medida	Paso por Cero	Pendiente
DF0101,mm	ABSOLUTO	12.430700	1.346600
DF0102,mm	ABSOLUTO	5.027256	0.554668
CC0100,kp	ABSOLUTO	0.058194	50.852900

T.NORMAL
0.500
1.000
1.500

Fecha
07/09/10,13:13
07/09/10,13:28
07/09/10,13:43

Nº Datos
58
85
101

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L. inscrita en el registro mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107, Sección 8, Hoja M-257619. Inscripción 2ª

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Delegación Castilla La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torrejón  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
El Secretario  
Colegiado: JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio



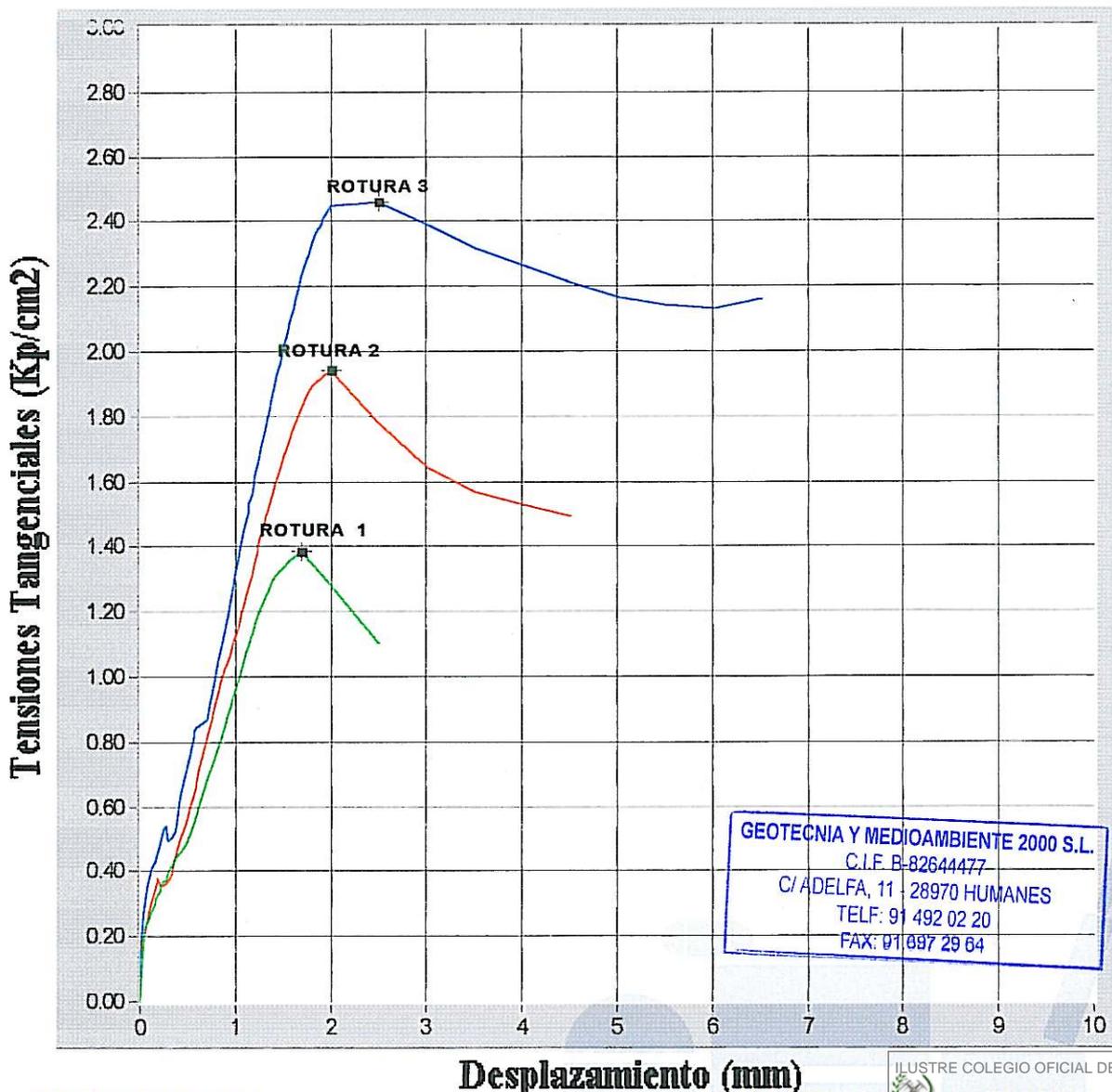
Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

Trabajo: 1275010A Denominación: TOLEDO Muestra: S1;M1

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**UNE 103.401**

**CURVAS DE ROTURA**



**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELF: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L. Inscrita en el registro mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107, Sección 8, Hoja M-257619, Inscripción 2ª

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Delegación Castilla La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torrejón  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm: 011003346  
El Secretario:  
Juan Pablo Guzmán Franco



Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio

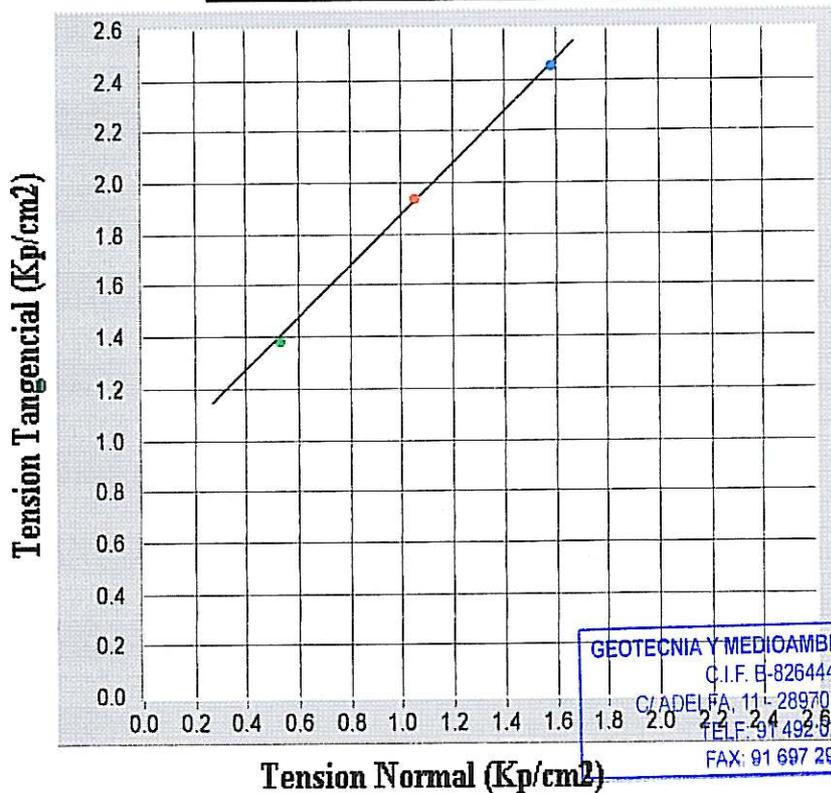


Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

Trabajo: 1275010A Denominación: TOLEDO Muestra: S1;M1

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO UNE 103.401**

**RELACION DE TENSIONES**



Cohesion 0.88  
Angulo  $\delta$  45.00

VELOCIDAD (mm/m).	0.500
DIAMETRO (mm).	50
LADO (mm).	

CONSOLIDADO	
SUMERGIDO	
INALTERADO	

	TENSION NORMAL	DENSIDAD INICIAL	SECA FINAL	HUMEDAD INICIAL	HUMEDAD FINAL	ROTURA DEFORM	ROTURA T TANGEN
ROTURA 1	0.52	1.73		0.32	0.32	1.08	1.39
ROTURA 2	1.05	1.72		0.42	0.42	2.01	1.94
ROTURA 3	1.58	1.73		5.88	5.88	2.51	2.48

Observaciones:

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Delegación Castilla-La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torrejón  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm.: 011003216  
El Secretario:  
Juan Pablo Guzmán Franco



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 28

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15/09/10

## Ensayo de Corte Directo

Designación: UNE 103-401

**Sondeo/calicata:** S2; M2  
**Profundidad:** 4,00-4,60  
**Muestra(tipo):** Inalterada

Angulo Fricción	37,69
Cohesión	1,61

### Dimensiones de la Probeta:

Descripción	Unidades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Observaciones
Diámetro	(mm)	50,00	50,00	50,00	50,00
Lado A	(mm)				
Lado B	(mm)				
Altura L	(mm)	20,00	20,00	20,00	20,00
Area circular	(cm <sup>2</sup> )	19,635	19,635	19,635	19,635
Area cuadrada	(cm <sup>2</sup> )				
Volumen prob. Cilíndrica	(cm <sup>3</sup> )	39,270	39,270	39,270	39,270
Volumen prob. Cúbica	(cm <sup>3</sup> )				

### Humedad

#### Probeta(pesos y humedad total)

Descripción	Unidades	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4
Recipiente N°		25	16	19	32
Peso húmedo total	(g)	72,38	72,2	71,8	72,31
Peso seco total	(g)	68,86	68,63	68,60	69,16
Peso tara	(g)	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso del agua	(g)	3,52	3,57	3,20	3,15
Humedad	(%)	5,11	5,20	4,66	4,55
Densidad húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1,843	1,839	1,828	1,841
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1,754	1,748	1,747	1,761

### Ensayo de corte directo

Carga vertical	(kp)	0,50	1,00	1,50	2,00
Vel. desplazamiento	(mm/min)	0,50	0,50	0,50	0,50
Tensión normal	(kp/cm <sup>2</sup> )	0,27	0,54	0,81	1,09
Tensión tangencial	(kp/cm <sup>2</sup> )	1,70	2,16	2,08	2,37
Deformación	(mm)	3,00	2,73	3,50	3,52

Angulo de fricción(°)	37,69
Cohesión (kp/cm <sup>2</sup> )	1,61

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-82044477  
 C/ADELTA, 11 - 28070 HUMANES  
 TELF: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 29 64



Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio



Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

## Corte Directo Circular

COC

Trabajo: 1276010E

Denominación: TOLEDO

Muestra: S2; m<sup>1</sup>

S/REF.-
PETICIONARIO.-
ADJUDICATARIO.-
OBRA.-
PROCEDEN. MUESTRA.-
ENSAYO Y NORMA.-
FECHA.-

12750-10-E

**EDIFICIO DE VIVIENDAS  
C/ RIO FRESNEDOSO ; TOLEDO  
UNE 103-401  
07/09/2010**

### INFORMACION DE SENSORES

Nombre	Medida	Paso por Cero	Pendiente
DF0101,mm	ABSOLUTO	12.430700	1.346600
DF0102,mm	ABSOLUTO	5.027256	0.554668
CC0100,kp	ABSOLUTO	0.058194	50.852900

T.NORMAL

0.250
0.500
0.750
1.000

Fecha

07/09/10,16:06
07/09/10,16:35
07/09/10,16:55
07/09/10,17:13

Nº Datos

68
87
86
104

GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L. inscrita en el registro mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107, Sección 8, Hoja M-257619, Inscripción 2ª

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Delegación Castilla-La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torreherro  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204





Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio



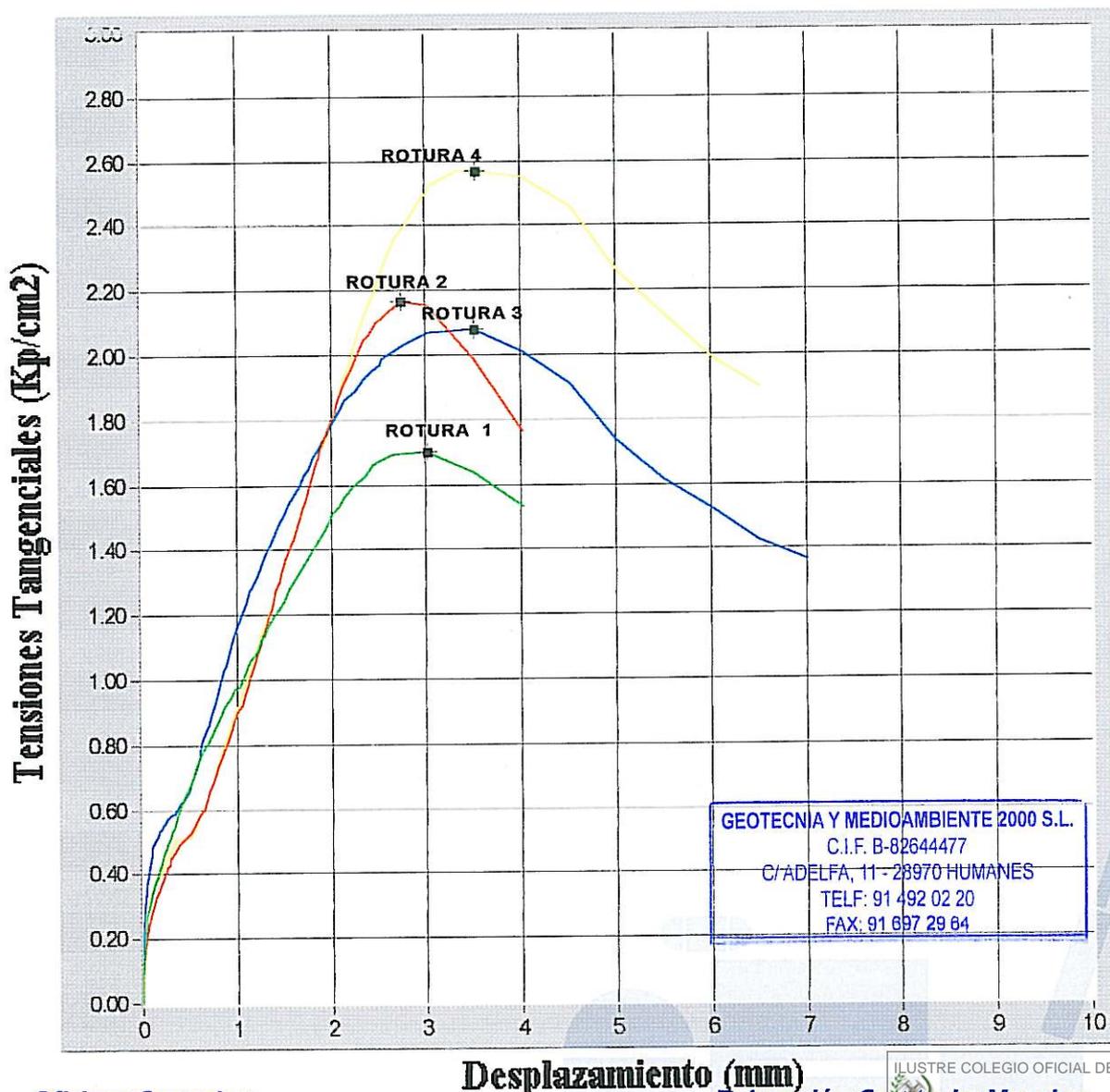
Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

Trabajo: 1275010E Denominación: TOLEDO Muestra: S2;M1

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**UNE 103.401**

**CURVAS DE ROTURA**



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELF: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L. inscrita en el registro mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107, Sección 8, Hoja M-257619, Inscripción 2ª

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Desplazamiento (mm)**

**Delegación Castilla La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torrehermo  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
C.A.M. de Castilla-La Mancha  
Núm. 011003346  
Colegiado: UN/PABLO GUZMÁN FRANCO  
El Secretario



Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

- Estudios Geotécnicos
- Control de Obras
- Ensayos de Laboratorio

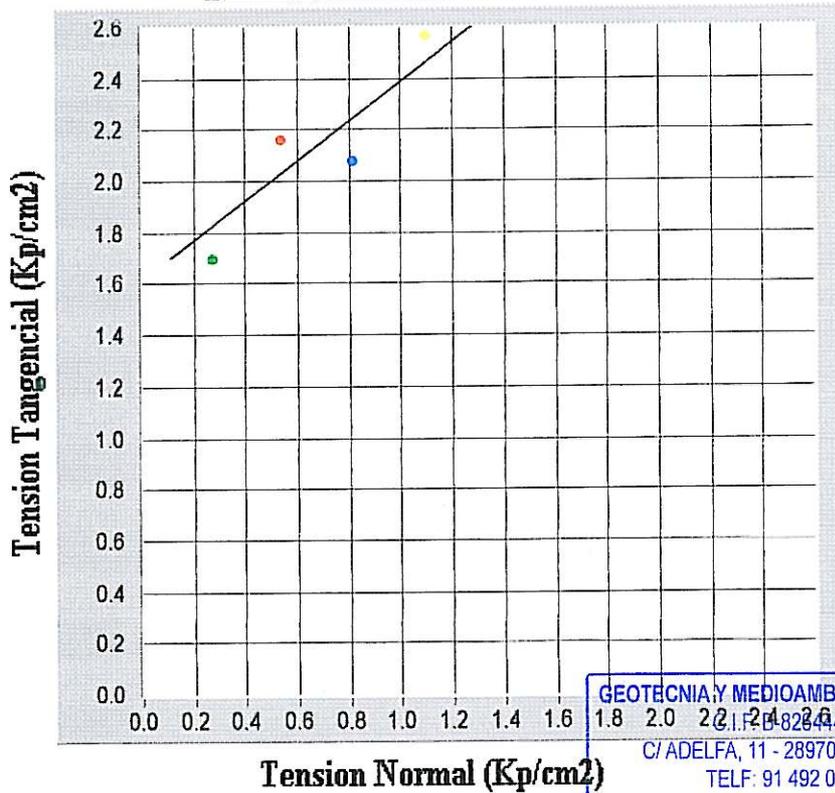


Laboratorio Oficialmente Acreditado por la C.A.M.

Trabajo: 1275010E Denominación: TOLEDO Muestra: S2;M1

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO UNE 103.401**

**RELACION DE TENSIONES**



Cohesion 1.61  
Angulo  $\beta$  37.69

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TEL: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

VELOCIDAD (mm/m).	0.500
DIAMETRO (mm).	50
LADO (mm).	

CONSOLIDADO	
SUMERGIDO	
INALTERADO	

ROTURA	TENSION NORMAL		DENSIDAD SECA		HUMEDAD		ROTURA	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	DEFINIDA	RESIDUA		
ROTURA 1	0.27	1.85			5.11	5.11	3.00	1.70
ROTURA 2	0.54	1.84			5.20	5.20	2.73	2.10
ROTURA 3	0.81	1.84			4.80	4.66	3.50	2.08
ROTURA 4	1.09	1.85			4.55	4.55	3.52	2.57

Observaciones:

**Oficinas Centrales:**  
C/ Adelfa, 11 - Pol. Ind. Los Calahorros IV  
28970 - Humanes (Madrid)  
Tel.: 91 492 02 20  
Fax: 91 697 29 64

**Delegación Castilla-La Mancha**  
C/ Edison parcela nº 359, Naves nº 4 y 5  
Polígono Industrial Torrejón  
45600 - Talavera de la Reina  
Tel.: 925 721 321 - Fax: 925 841 204

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Núm.: 011005346  
Nº colegiado: 5208  
Colegiado: JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10

**Página:** 32

**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)

**Provincia:** Toledo

**Fecha:** 15-9-10

**Propiedades mecánicas de suelos / rocas**

**Compresión uniaxial UNE 22-950-90 (Rocas); UNE 103-400-93(Suelos)**

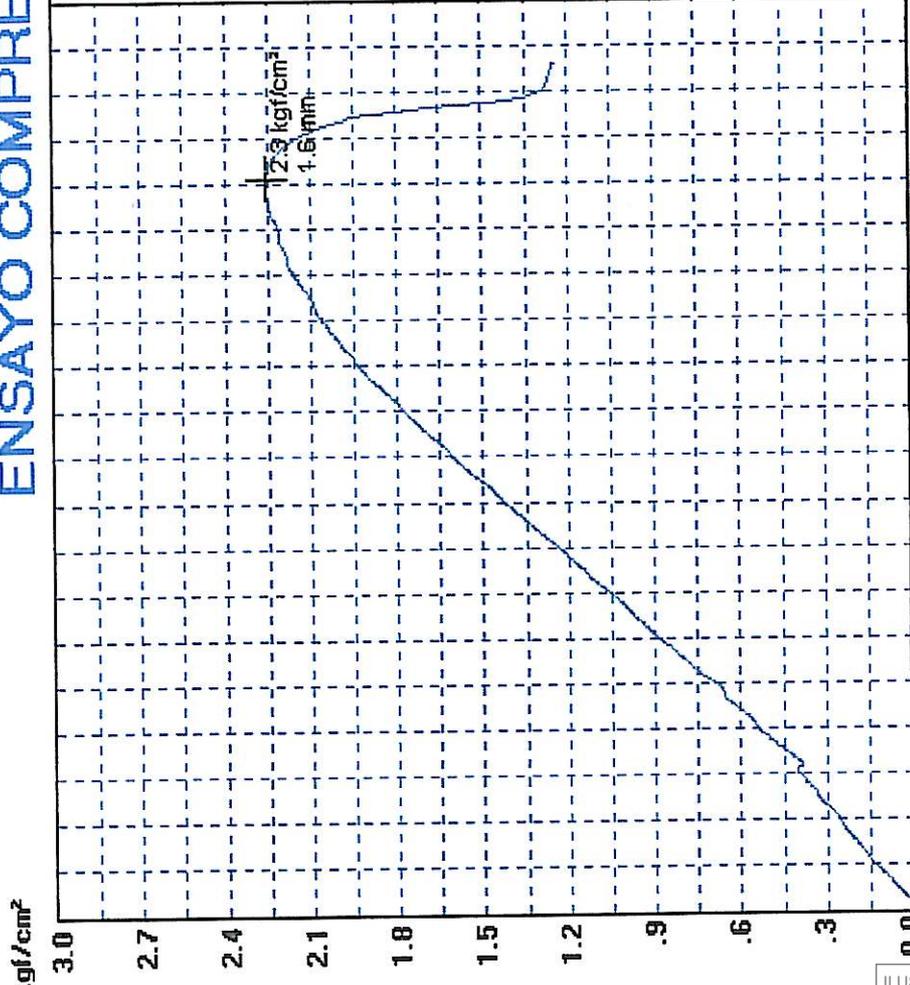
<b>Designación de muestra:</b> S2; M2		<b>Fecha:</b> 07-09-10			
<b>Tipo de muestra:</b> Inalterada		<b>Profundidad:</b> 4,00-4,60			
<b>Humedad natural</b>		<b>Observaciones probeta</b>		<b>Forma de rotura</b>	
Peso de tara (gr)		Área superior:			
Peso suelo húmedo(gr)		Circular plana		X	
Peso seco(gr)		Sup. irregular			
Humedad (%)	9,82	Desconchado			
<b>Datos de Probeta</b>		<b>Área inferior:</b>			
Diámetro (mm)	58,00	Circular plana	X		
Altura (mm)	121,50	Sup. irregular			
Área (cm2)	26,421	Desconchado			
Volumen (cm3)	321,013	<b>Área lateral</b>			
Peso probeta(gr)	555,66	Regular plano	X		
Densidad aparente (gr/cm3)	1,731	Con oquedades			
Densidad seca (gr/cm3)	1,576	Manchas			
Fuerza de rotura (kg)	60,00	Grietas			
Presión de rotura (kg/cm2)	2,27	Curva			
				Transversal	
				Diagonal	X
				Longitudinal	X
				Aplastamiento	
				Otros	

<b>Designación de muestra:</b>		<b>Fecha:</b>		
<b>Tipo de muestra:</b>		<b>Profundidad:</b>		
<b>Humedad natural</b>		<b>Observaciones probeta</b>		<b>Forma de rotura</b>
Peso de tara (gr)		Área superior:		
Peso suelo húmedo(gr)		Circular plana		
Peso seco(gr)		Sup. irregular		
Humedad (%)		Desconchado		
<b>Datos de Probeta</b>		<b>Área inferior:</b>		
Diámetro (mm)		Circular plana		
Altura (mm)		Sup. irregular		
Área (cm2)		Desconchado		
Volumen (cm3)		<b>Área lateral</b>		
Peso probeta(gr)		Regular plano		
Densidad aparente (gr/cm3)		Con oquedades		
Densidad seca (gr/cm3)		Manchas		
Fuerza de rotura (kg)		Grietas		
Presión de rotura (kg/cm2)		Otros		
				Transversal
				Diagonal
				Longitudinal
				Aplastamiento
				Otros

GEO TECNIA Y MEDIO AMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ ADELFA, 10 HUMANES  
 TELE: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 29 64

# ENSAYO COMPRESION

<b>Nº Informe</b>	G-12750-10-F
<b>Peticionario</b>	UNE 103-400
<b>Norma</b>	UNE 103-400
<b>Tipo Mat.</b>	
<b>Fabricante</b>	Ricardo Veizaga
<b>Operario</b>	S2:M2
<b>Nota</b>	
<b>DATOS INICIALES - PROBETA</b>	
<b>Tipo</b>	Circular
<b>Referencia</b>	S2:M2
<b>Sección</b>	(So) 2642.1 mm <sup>2</sup>
<b>Fm</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>GEOTECNIA AMBIENTE Y ENSAYO</b>                      C.I.F. B-82644477                      C/ADELFA, 11 - 28970 HUARINES kgf.                      TELF: 91 492 02 20                      FAX: 91 697 28 642.3                 </div>
<b>Rm</b>	kgf/cm <sup>2</sup>



**Fecha 07-09-2010 Hora 17:37**

**Profundidad de 4.00 a 4.60 metros ; C/ Rio Fresnedoso ; Toledo**

**Realizado en : HM-S 200 KN. -COMP N° Serie : 01M033.2 / CPC HOYTOM, S.L. - JML**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

**VISADO**

Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario,

Fecha 23/09/2010 Folio 03346

Nº colegiado 5208 ET AL

*[Signature]*

Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Código de entrada:** G-12750-10 **Página:** 34  
**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)  
**Provincia:** Toledo **Fecha:** 15-09-10

## Presión de hinchamiento en Edómetro

**Designación:** UNE 103-602

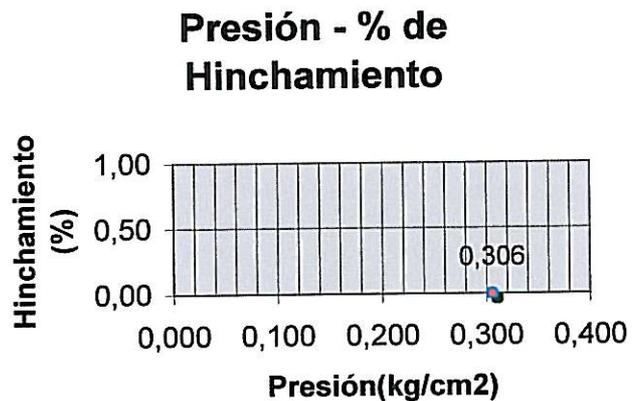
**Sondeo/Calicata/otros:** S1; M1  
**Profundidad(m):** 1,20-1,80  
**Tipo de muestra:** Inalterada

**Humedad nat.** % p/T-0,08  
**LL** % p/T-5  
**LP** USCS

**Presión de hinch.(kg/cm²):** 0,31  
**Hinchamiento libre %**

### Datos de la muestra ensayada:

Descripción	Unidades	
Molde		XI
Diámetro del molde	(mm)	50,00
Altura del molde	(mm)	20,00
Area del molde	(mm <sup>2</sup> )	1963,50
Volumen del molde	(mm <sup>3</sup> )	39269,91
Peso del molde	(gr)	82,99
Peso de muestra + molde antes ensayo	(gr)	155,34
Peso de muestra después del ensayo	(gr)	164,45
Peso seco de la muestra	(gr)	150,57
Humedad inicial	(%)	7,06
Humedad final	(%)	20,54
Densidad húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,842
Densidad seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,721



Periodo de carga				Periodo de descarga						
Fecha/hora	Peso en el Colgadero	Fuerza s/muestra	Presión Ejercido	Fecha/hora	Presión (kg/cm2)	Fuerza (kg)	Pesa en colgadero	Lectura comparador	Porcentaje Hinchamien.	
10-9-10 12:10	0,10	1,00	0,051							
12:15	0,60	6,00	0,306	10-9-10 15:15	Ph	0,306	6,00	0,6	0,000	
12:40	0,60	6,00	0,306							
12:50	0,60	6,00	0,306							
13:20	0,60	6,00	0,306							
13:30	0,60	6,00	0,306							
13:40	0,60	6,00	0,306							
13:50	0,60	6,00	0,306							
10-9-10 15:15	0,60	6,00	0,306							

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
 C.I.F. B-82644477  
 C/ADELITA, 11 - 28970 HUMANES  
 TELF: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 29 64

Observaciones.-



**Código de entrada:** G-12750-10 **Página:** 35  
**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)  
**Provincia:** Toledo **Fecha:** 15-09-10

## Presión de hinchamiento en Edómetro

**Designación:** UNE 103-602

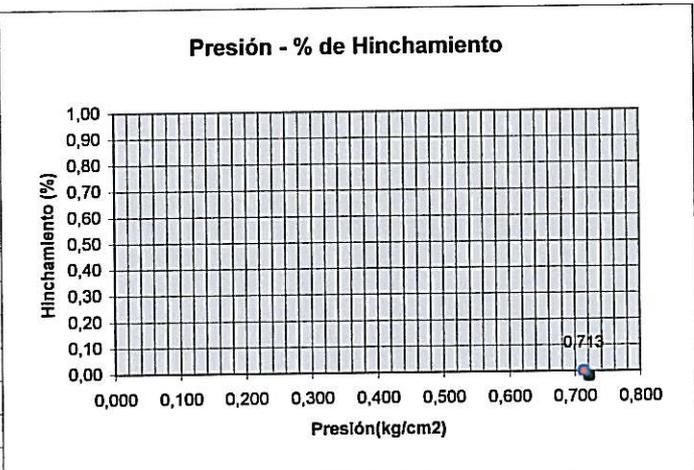
**Sondeo/Calicata/otros** S2; M2  
**Profundidad(m):** 4,00-4,60  
**Tipo de muestra:** Inalterada

**Humedad nat.** % p/T-0,08  
**LL** % p/T-5  
**LP** USCS

**Presión de hinch.(kg/cm:** 0,71  
**Hinchamiento libre %**

**Datos de la muestra ensayada:**

Descripción	Unidades	
Molde		II
Diámetro del molde	(mm)	50,00
Altura del molde	(mm)	20,00
Area del molde	(mm <sup>2</sup> )	1963,50
Volumen del molde	(mm <sup>3</sup> )	39269,91
Peso del molde	(gr)	83,29
Peso de muestra + molde antes ensayo	(gr)	152,40
Peso de muestra después del ensayo	(gr)	161,91
Peso seco de la muestra	(gr)	146,16
Humedad inicial	(%)	9,93
Humedad final	(%)	25,05
Densidad húmeda	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,760
Densidad seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,601



Periodo de carga				Periodo de descarga						
Fecha/hora	Peso en el Colgadero	Fuerza s/muestra	Presión Ejercido	Fecha/hora	Presión (kg/cm2)	Fuerza (kg)	Pesa en colgadero	Lectura comparador	Porcentaje Hinchamien.	
10-9-10 12:00	0,10	1,00	0,051							
12:02	0,60	6,00	0,306	10-9-10 16:45	Ph	0,713	14,00	1,4	0,000	
12:04	1,70	17,00	0,866							
12:10	1,20	12,00	0,611							
12:15	1,40	14,00	0,713							
13:00	1,40	14,00	0,713							
15:00	1,40	14,00	0,713							
15:40	1,40	14,00	0,713							
16:00	1,40	14,00	0,713							
10-9-10 16:45	1,40	14,00	0,713							

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.**  
 C.I.F. B-8264477  
 C/ABELFA, 11 - 28970 HUMANES  
 TELF: 91 492 02 20  
 FAX: 91 697 20 64

**Observaciones.-**

  
**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS**  
**VISADO**  
 Con Seguro de Responsabilidad Civil  
 Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO

# GMD

**Estudios Geotécnicos  
y Control de Obras**

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Código de entrada:** G-12750-10 **Página:** 36  
**Dirección:** Barrio Santa Maria de Benquerencia, calle Fresnedoso P-63A (Toledo)  
**Provincia:** Toledo **Fecha:** 15/09/10

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos consta de 36 hojas(incluida esta pagina)numeradas de 1 al 36 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de **GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.**

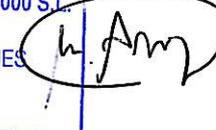
Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

Fecha: 15/09/10

**Fdo.: Alfredo Comendador Colorado**  
DIRECTOR DE LABORATORIO

**Fdo.: Margarita Arroyo Zamarrón**  
JEFE LABORATORIO ÁREA GTL

  
GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82644477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELF: 91 492 02 20  
FAX: 91 697 29 64

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.** LABORATORIO ACREDITADO OFICIALMENTE. Organismo  
Acreditador: Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid, Fecha 4 de Marzo del 2005. Áreas:  
EHA: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero (N.R.-03061EHA05),  
GTL: Ensayos de laboratorio de geotecnia (N.R.-03062GTL05),  
GTC: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos (N.R.-03063GTC05),  
AMC: Control de morteros para albañilería (N.R.-03064AMC05).  
EAS: Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero (N.R.-03194EAS05).



## Ejecución de los Sondeos

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS		
		
<b>VISADO</b>		
Con Seguro de Responsabilidad Civil		
Núm: 011003346		El Secretario,
Fecha 23/09/2010	Folio 03346	
Nº colegiado 5208	ET AL	
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO		



## Ejecución de Penetrómetros

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
	
<b>VISADO</b>	
Con Seguro de Responsabilidad Civil	
Núm: 011003346	El Secretario
Fecha 23/09/2010	Folio 03346
Nº colegiado 5208	ET AL
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO	



**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO





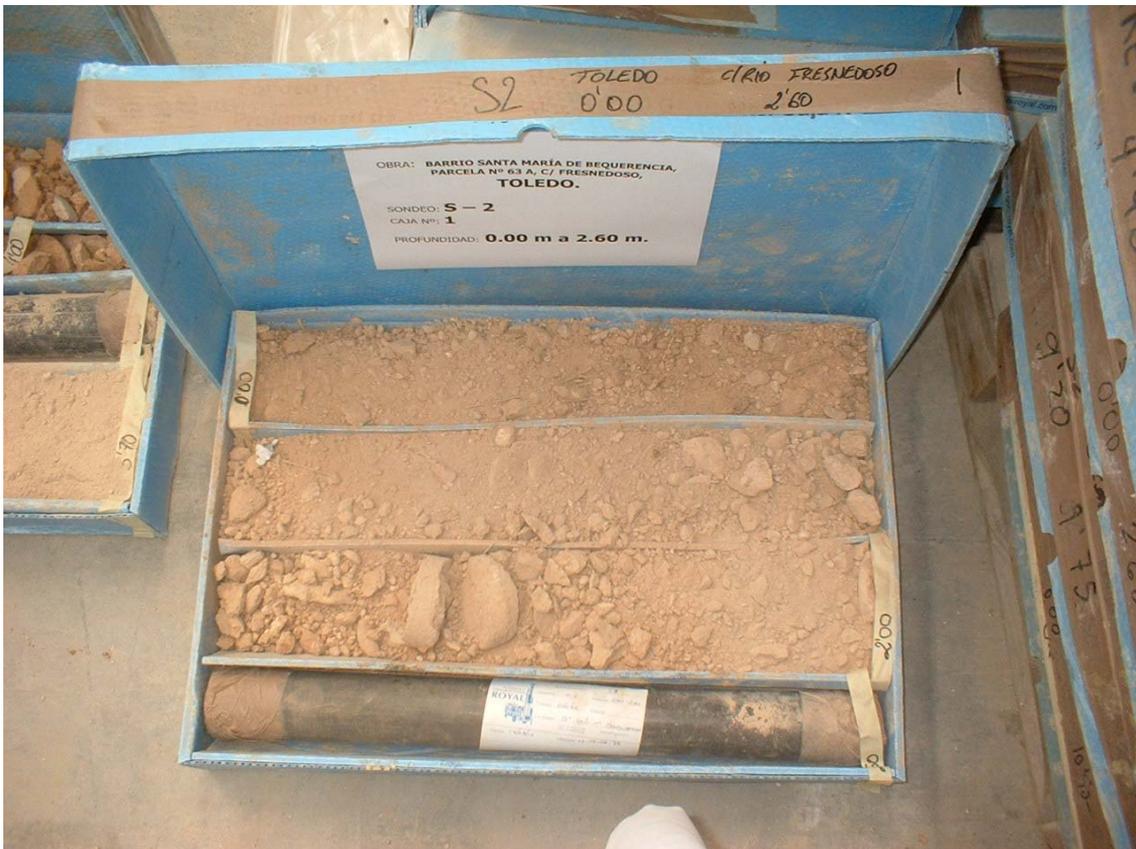
**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio:03346  
 Nº colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
Nº colegiado 5208 ET AL  
Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO



**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 N° colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO





**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 N° colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO





**Cajas de los Sondeos**

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS



**VISADO**  
Con Seguro de Responsabilidad Civil

Núm: 011003346 El Secretario  
 Fecha 23/09/2010 Folio 03346  
 N° colegiado 5208 ET AL  
 Colegiado JUAN PABLO GUZMAN FRANCO





**Cajas de los Sondeos**