

EXPEDIENTE: 10GT0233

RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

**EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA
UTEBO (ZARAGOZA)**

**PETICIONARIO:
D. FERNANDO USED**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES

2. MARCO GEOLÓGICO

3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1. Trabajos de campo

3.1.1. Sondeos mecánicos (Perfil litológ., nivel freático, ensayos de penetración estándar S.P.T.)

3.1.2. Ensayos de penetración dinámica tipo Borros

3.2. Ensayos de laboratorio

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

5. CIMENTACIONES

6. CONCLUSIONES

ANEXO GRÁFICO

ANEXO I. Ensayos de laboratorio

ANEXO II. Esquema de situación de los trabajos de campo

ANEXO III. Perfil litológico de los sondeos

Gráfico de las penetraciones dinámicas

Corte litológico-resistente

ANEXO IV. Fotografías

1.- ANTECEDENTES

Por indicación de D. FERNANDO USED, se nos solicita la realización de un reconocimiento geotécnico del terreno en una parcela situada en la calle Las Fuentes de Utebo (Zaragoza) donde se tiene prevista la ampliación del polideportivo existente que constara de planta baja.

El solar tiene una superficie de unos 1300 m². El edificio se clasifica como una construcción tipo C-1, mientras que el tipo de terreno esperable en esta zona correspondería al grupo T-3.

El reconocimiento del terreno se ha realizado sobre la base de dos (2) sondeos mecánicos y dos (2) ensayos de penetración dinámica, cumpliendo así con lo recomendado en el Documento Básico sobre Seguridad estructural y Cimientos (SE-C), y cuya ubicación queda reflejada en el plano de situación que se adjunta en el anexo gráfico.

El objetivo de los sondeos es identificar los diferentes estratos que constituyen el perfil litológico del terreno, realizándose los correspondientes ensayos "in situ" que nos permitan establecer la resistencia de los diferentes materiales atravesados. Además, se procede a la extracción y selección de una serie de muestras, representativas de los distintos niveles litológicos, para su posterior estudio y caracterización en el laboratorio.

Por otro lado, las penetraciones dinámicas permiten establecer un perfil de resistencias en función de la profundidad, hasta que se obtiene rechazo a la penetración. Sin embargo, no se obtiene muestra del terreno, por lo que no se puede caracterizar su naturaleza, así como tampoco es posible conocer datos del perfil de resistencias por debajo de la cota de rechazo.

La presente memoria está constituida por el conjunto de trabajos realizados, tanto en campo como en el laboratorio, así como por los resultados extraídos de los mismos, y que se distribuye en una memoria y un anexo gráfico.



2.- MARCO GEOLÓGICO-GEOGRÁFICO

Desde un punto de vista geológico, nos encontramos en el Sector Central de la Depresión Terciaria del Ebro, caracterizada por una potente serie de materiales terciarios (Mioceno), y que pertenecen a la Formación Yesos de Zaragoza, integrada en el sector de referencia fundamentalmente por arcillas y margas de color gris, con niveles intercalados de yeso masivo, concrecional o noduloso. En conjunto, se pueden alcanzar espesores superiores a los 600-800 metros, por lo que a efectos geotécnicos, puede considerarse una formación geológica ilimitada.

Sobre el sustrato terciario margoso-evaporítico, la actividad fluvial durante el Cuaternario, ha dado lugar al depósito de los materiales de terraza, constituidos por gravas y arenas, entre las que pueden identificarse niveles, intercalados a modo de lentejones, de arcillas y limos, de espesor variable, que corresponden a la decantación de las partículas más finas transportadas por la dinámica fluvial.

Por otro lado, a techo del estrato de gravas y arenas, es frecuente detectar un nivel arcilloso-limoso, con un espesor variable, correspondiente a la llanura de inundación del río, sobre el cual se ha implantado la actividad antrópica, fundamentalmente agrícola, de tal forma que es frecuente detectar un nivel superficial de alteración de los limos y arcillas a un suelo vegetal, rico en materia orgánica, o bien un espesor variable de rellenos artificiales.

En este sentido, en el Ebro han llegado a diferenciarse 4 niveles de terraza, al igual que en el río Gállego, aunque en muchas ocasiones existen serias dificultades para poder diferenciarlos, debido a los procesos de meteorización, así como a los propios agentes de actuación antrópica.



3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1.- TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo se llevaron a cabo entre los días 8 y 12 de Abril de 2010. La parcela se encuentra horizontal y sensiblemente coincidente con la calle anexa.

3.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS

En los sondeos se ha perforado un total de 17.0 metros. Para la realización de los mismos se ha empleado una máquina de rotación, montada sobre un camión, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 116 mm.

El testigo recuperado fue colocado en cajas de plástico que, debidamente organizadas (ver anexo fotográfico), fueron trasladadas al laboratorio, para ser examinadas por personal técnico especializado.

3.1.1.1.- Perfil litológico y nivel freático

Las columnas litológicas de los sondeos realizados pueden consultarse en el anexo-III, adjunto a esta memoria.

En los sondeos testificados pueden distinguirse los siguientes grupos de materiales:

- Nivel A. Tras 10-15 cm de hormigón, grava limo arcillosa a techo de S-2 y limo arenosa el resto. Tramo testificado en los dos sondeos hasta los 1.0-2.0 m de profundidad. Material de relleno
- Nivel B. Arcilla de color negruzco y gris pardo con cantos de grava en el caso de S-2. Este tramo se testifica hasta los 2.2 m en S-1 y los 2.9 m en S-2.
- Nivel C. Grava limoarenosa redondeada, poligénica y heterométrica
- Nivel D. Arcilla marrón-pardo a partir de los 6.7 m en el sondeo S-2

Durante la fase de ejecución de los trabajos de campo, se ha detectado la presencia de agua a 1.5-1.9 m de profundidad midiéndose la cota a los 0.8-1.85 m al finalizar los sondeos. En cualquier caso, en el sondeo S-2, se ha dejado instalada una tubería de PVC debidamente ranurada con el fin de poder medir las oscilaciones de la lámina de agua.

3.1.1.2.- Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado los correspondientes S.P.T., con el objeto de conocer la resistencia, así como la mayor o menor densidad de los diferentes estratos atravesados.

La ejecución de este ensayo se ha llevado a cabo siguiendo las especificaciones contempladas en la Norma UNE- 103-800-92

Definición del ensayo

El ensayo estándar de penetración (S.P.T.) viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo tomamuestras normalizado, mediante una maza de 63.5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

Cuando el terreno es arenoso-limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

Método operativo

Cuando la ejecución del sondeo llega a la cota en la que se desea llevar a cabo el ensayo, se detiene la perforación y se limpia el sondeo. Entonces se marcan 60 cm en el varillaje, divididos en grupos de 15 cm, contándose los golpes precisos para hincar los 30 cm centrales (N_{30}).

Se considera que se ha obtenido rechazo cuando, al dar 50 golpes, el tomamuestras penetra menos de 15 cm, en cualquiera de los intervalos centrales de golpeo ($N_{15}+N_{15}$).

Resultados obtenidos

Sondeo	Ensayo	Profundidad (m)	$N_{30}=N_{15}+N_{15}$	N_{30} valor correg.	Nivel litolog
S-1	MI-1	1.8-2.4	10=4+6	5	B
S-1	1	2.4-3.0	16=9+7*	12	C
S-1	2	4.2-4.8	79=42+37*	61	C
S-1	3	6.0-6.6	26=12+14*	20	C
S-1	4	8.0-8.6	14=7+7*	11	C
S-2	5	1.2-1.8	14=8+6*	11	A
S-2	6	3.0-3.6	23=8+15*	18	C
S-2	7	5.2-5.8	89=53+36*	68	C
S-2	MI-2	7.3-7.9	22=10+12	11	D

S-2	8	7.9-8.5	23=10+13		D
-----	---	---------	----------	--	---

*Realizados con puntaza ciega

Además de los ensayos SPT se han extraído 2 muestras inalteradas a hincas en los tramos cohesivos. Estas tomamuestras, de 60 cm de longitud, penetra en el terreno mediante golpes, anotándose al igual que en el SPT el número de golpes necesarios para hincar cada 15 cm. La suma de golpes precisos para hincar los 30 cm centrales es el valor que se indica en la tabla (N_{30} MI). Para correlacionar estos valores con los del SPT se utiliza la siguiente expresión:

$$N_{30 \text{ MI}/2} = N_{30 \text{ SPT}}$$

Los valores obtenidos en los SPT realizados con puntaza ciega se corrigen para obtener un valor de N_{30} estándar para puntaza abierta según la siguiente relación:

$$N_{30 \text{ puntaza abierta}} = N_{30 \text{ puntaza ciega}} / 1.3$$

3.1.2.- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO BORROS

Definición del ensayo

El ensayo continuo de penetración dinámica tipo Borros consiste en la hincas de una puntaza con su varilla en el terreno, mediante golpes de maza, con una altura de caída constante. Se ha utilizado un penetrómetro con caída de maza libre.

El equipo Borros, tiene las siguientes características:

- Peso de la maza: 63.5 kg
- Altura de caída: 50 cm
- Diámetro varillaje: 32 mm
- Sección puntaza: 16 cm²
- Puntaza terminada en pirámide, con ángulo en vértice de 90°

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa por los golpes necesarios para hincar la puntaza y su varilla en una longitud de 20 cm. En lo sucesivo, designaremos N_{20} al número de golpes. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando, dadas 2 series de 100 golpes cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm.

Procedimiento operatorio

A través del ensayo de penetración dinámica tipo Borros se puede estimar la resistencia dinámica al hundimiento mediante la denominada "Fórmula de los Holandeses":

$$R_p = (M^2 \times H) / ((M+P) \times A \times (20/N_{20}))$$

Donde,

M= peso de la maza (63.5 kg)

H= altura de caída de la maza (50 cm)

P= peso de la puntaza (1.5 kg), accesorios fijos (2.10 kg) y varillas (6.15 kg)

A= área de la puntaza (16 cm²)

20/N₂₀= penetración por golpe, en cm

Por otra parte, la correlación entre la resistencia a la penetración dinámica y estática, puede realizarse mediante un coeficiente, que varía en función del tipo de terreno normalmente entre 0.3 y 0.75 (según BUISSON).

Para la obtención de la presión admisible del terreno, aplicamos la fórmula de MEYERHOF simplificada, según la cual:

$$Q_{adm} = R_e / F$$

Donde,

Q_{adm} = presión admisible de cálculo, en kg/cm²

R_e = resistencia estática

F = factor que varía normalmente entre 30 y 50

Resultados obtenidos

Con los datos obtenidos en el ensayo, se han confeccionado los correspondientes gráficos de penetración, que relacionan el número de golpes (N_{20}) con la profundidad en metros, así como el cuadro de resistencias dinámicas en punta, que puede consultarse en el anexo gráfico IV, adjunto al final de la presente memoria.

Aunque en los ensayos realizados se observa una gran variabilidad de la resistencia tanto en la vertical como en la horizontal, a grandes rasgos se han obtenido los siguientes resultados:

Primer tramo hasta los 1.0-1.2 m con golpes medios con valores de $N_{20}=20-30$. Tramo asociado a los niveles granulares que asociamos a material de relleno

Segundo tramo a partir de esta cota se produce un descenso de los golpes a valores de $N_{20}=4-10$ asociado a los suelos arcillosos negruzcos

Tercer tramo, donde se produce un aumento de los valores de los copeos y en consecuencia de la resistencia del terreno con valores mínimos de $N_{20}<20$. En general, la resistencia del terreno es mayor en el sondeo S-2, donde los valores mínimos se sitúan en torno a $N_{20}<30$. Además señalar que en el ensayo, entre los 4.2-5.0 m aproximadamente se produce un brusco descenso de los golpes. Este tercer tramo, al menos en sus primeros metros se asociaría al nivel de gravas.

3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

En base al perfil del terreno, obtenido de la testificación del material extraído en los sondeos, se seleccionó una serie de muestras, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización (ver anexo-I):

- Granulometría de suelos por tamizado, UNE-103-101-95.
- Determinación de los Límites de Atterberg, Normas UNE-103-103-94 y UNE-103-104-93.
- Determinación del contenido en sulfatos solubles, para conocer el grado de agresividad del suelo frente al hormigón, según la "Instrucción de hormigón EHE".



4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

El perfil litológico-resistente del terreno en los puntos donde se realizaron los ensayos de campo (sondeos y borros) viene caracterizado por los siguientes *grupos litológicos*:

Unidad geotécnica A. Grava de relleno

Subyacente a 10 cm de hormigón, se trata de grava limoarcillosa a techo y limoarenosa a base. En base a los diferentes ensayos de penetración realizados puede considerarse que este tramo presenta una compacidad semidensa. Se trata de material aportado probablemente para la nivelación de la parcela. En este tramo se ha realizado un ensayo de clasificación obteniéndose una GC-GM de la Clasificación de Casagrande.

Unidad geotécnica B. Arcilla negruzca de relleno

Arcillas limosas de color negruzco y gris con cantos de grava en el sondeo S-2. Tramo que podría definirse con una compacidad variable de media a firme. Esta arcilla se encuentra saturada ya que en el momento de la realización de los trabajos de campo se encuentra por debajo de la lámina de agua. Según los criterios de clasificación de Casagrande se engloba en el grupo CL, con límites elevados aunque al encontrarse cubierto de agua no plantearían ningún problema si aumentan de humedad.

Unidad geotécnica C. Nivel Granular

A partir de profundidades de 2.2-2.9 m de profundidad y hasta la profundidad máxima investigada en S-1 y hasta los 6.7 m en S-2, nivel de gravas limoarenosas, poligénicas, heterométricas y con cantos redondeados. En base a los ensayos de penetración quedan caracterizadas por una compacidad de semidensa en general a techo, a muy densa en algunos tramos. En cualquier caso pueden considerarse los siguientes parámetros geotécnicos:

Pasa tamiz 0.08 UNE	8-20 %
Pasa tamiz 5 UNE	35-53 %
Límite líquido	21-18
Índice de plasticidad	2-7
Grupo Casagrande	GP-GC, GC-GM, GP-GM

Golpeos SPT, N_{30}	11-68 (valores corregidos)
Golpeos borros, N_{20}	15-25 a >35
Densidad aparente γ_{ap}	1.9-2.0 t/m ³
Densidad sumergida γ_s	1.0 t/m ³
Ángulo de rozamiento interno ϕ	33-36°
Modulo de deformación	250-550

Para los suelos granulares pueden extraerse de la siguiente tabla los parámetros orientativos del terreno (tomados de: Rodríguez Ortiz, J.M. y Otros: "Curso Aplicado de Cimentaciones", del Servicio de Publicaciones del Ilustre Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 1986):

Tipo de terreno (1)	Módulo de deformación E' (kp/cm ²)	Coefficiente de Poisson (ν')	Presión admisible en zapatas (kp/cm ²)	Presión admisible en losas (kp/cm ²)
Morrenas o bloques mal graduados, con huecos y excavables con relativa facilidad.	450	0.35	1.5 (2)	1.0 (2)
Id. Bien graduados con pocos huecos.	550	0.30	2.0	1.5
Id. Bien graduados y compactos, excavables con dificultad.	750	0.25	3.0	1.8
Gravas y gravas arenosas flojas. Fácilmente excavables, desmoronándose las paredes de las catas en seco.	200	0.30	1.5	1.0
Id. compactas, excavables manteniéndose catas de 3-4 m.	400	0.25	2.5	1.5
Gravas arenosas-arcillosas, bien graduadas flojas.	300	0.25	2.0	1.0
Id. Compactas, excavables con dificultad.	600	0.20	3.5	2.0

1.- Se supone nivel freático profundo. Caso de que el nivel freático pueda ascender hasta las cimentaciones, los valores de la tabla se reducirán al 60%.

2.- Suele resultar necesario colocar una capa de regularización y nivelación de hormigón pobre.

Unidad geotécnica D. Arcilla

En el sondeo S-2, subyacente al nivel de gravas, se testifica un tramo de arcillas de color marrón-pardo de aspecto compacto aunque los valores de rotura a compresión obtenidos en dos muestras son 0.68-1.19 kg/cm².

PERMEABILIDAD

A continuación se adjunta una tabla que permite obtener valores de permeabilidad orientativos, según el tipo de terreno. Compacidad elevada.

Permeabilidad (m/día)	10 ⁴	10 ³	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
	(cm/seg) 10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
Tipo de terreno	Grava limpia	Arena limpia, mezcla grava y arena			Arena fina, arena arcillosa, arcillas estratiformes			Arcillas no meteorizadas			
Calificación	buenos acuíferos				acuíferos pobres				impermeables		
Capacidad drenaje	drenan bien					drenan mal			no drenan		
Uso en presas	partes permeables					pantallas impermeables					

(tomado de Benítez, p.128)

Así para los diferentes tipos de terreno testificados en el perfil litológico y en base a la tabla D.28, del DB del Código Técnico de la Edificación (coincidente con la de Benítez), las permeabilidades orientativas serán:

- Unidad A. Relleno. grava. $K_s=10^{-1} - 10^{-3}$ cm/seg
- Unidad B. Nivel cohesivo. Arcilla. $K_s=10^{-5} - 10^{-7}$ cm/seg
- Unidad C. Nivel granular. Gravas. $K_s=10^2 - 1$ cm/seg
- Unidad D. Arcilla. $K_s=10^{-7} - 10^{-8}$ cm/seg

RIPABILIDAD / EXCAVABILIDAD

Los materiales cuaternarios testificados en la parcela pueden ser excavados, en general, con medios mecánicos convencionales.

5. CIMENTACIONES

En base a los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados consideramos dos posibles opciones de cimentación:

- Cimentación aislada empotrada en la unidad C

Realización de pozos de cimentación empotrados en el nivel granular asociado al terreno natural, unidad geotécnica C. Estos pozos se rellenaran de hormigón pobre hasta la cota de desplante de las zapatas.

Para el cálculo de la carga de hundimiento del terreno natural utilizamos la formulación general propuesta por Terzaghi.

$$q_h = (c \times N_c) + (q \times N_q) + (0.3 \times \gamma \times B \times N_\gamma)$$

Siendo,

c = cohesión

γ = densidad del terreno de cimentación

q = carga que gravita sobre la base de la zapata

B = ancho de la cimentación

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

Como consideramos que el terreno es no cohesivo, $c=0$, para un ángulo de rozamiento interno $\phi=34^\circ$, los factores de capacidad de carga serán: $N_q=29.44$ y $N_\gamma=41.06$; la carga de hundimiento vendrá dada por:

$$q_h=(0.8 \times 0.98 \times 29.44) + (0.3 \times 0.98 \times 1.5 \times 41.06)=41.19 \text{ tn/m}^2$$

Considerando un factor de seguridad $F=3$, la carga admisible quedará:

$$q_{adm} = q_h / F; q_{adm} = 41.19 / 3 = 13.73 \text{ tn/m}^2 \approx 1.3 \text{ kg/cm}^2$$

Para el cálculo de los asientos

$$S = q \times B \times I \times ((1-\nu^2) / E)$$

Donde,

S = asiento elástico

q = presión de contacto zapata-terreno

B = ancho de la zapata

I = factor de influencia

ν = coeficiente de Poisson

E = módulo de elasticidad

Mediante diversas tablas que muestran valores típicos de E y de v para distintos tipos de materiales, en el caso que nos ocupa, suponiendo una cimentación de ancho $B= 1.5$ m, y una carga de trabajo del orden de 1.3 kp/cm², el asiento esperable será de:

Esquina (cm)	Centro (cm) $2 \times S_{\text{esquina}}$	Valor medio (cm) $0.848 \times S_{\text{centro}}$
0.34	0.68	0.58

- Cimentación sobre relleno estructural, eliminado las unidades A y B

Sustitución de los niveles A y B por un relleno granular compactado. Para la realización del relleno estructural compactado, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones (tomado de: Rodríguez Ortiz, J.M. y Otros: "Curso Aplicado de Cimentaciones", del Servicio de Publicaciones del Ilustre Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 1986):

- Utilizar materiales adecuados: suelos granulares con pocos finos y exentos de elementos degradables o agresivos.
- Sanear el apoyo del terraplén, consiguiendo que éste sea firme y de perfil suave, eliminando los tramos más superficiales correspondientes al suelo vegetal y a posibles rellenos artificiales puntuales. Incluso, antes del aporte de las zahorras, se puede realizar una primera compactación del terreno, al objeto de mejorar el propio nivel de apoyo del terraplén.
- La compactación se realizará en tongadas de un espesor no superior a 30 cm, consiguiendo un grado de compactación del 98-100% del proctor normal, con un control de la naturaleza, densidad y humedad del material puesto en obra.
- Estos rellenos pueden sufrir algunos asientos por saturación o inundación por lo que es importante el control de los saneamientos, evitando al máximo las fugas accidentales.
- Cuando se cimenta sobre rellenos artificiales compactados, no es recomendable transmitir cargas de trabajo superiores a 2.0 kg/cm². Además el tipo de cimentación deberá ser de tipo corrido

Sobre este relleno granular puede realizarse una cimentación de tipo corrido mediante losa o viga de cimentación. En el caso de la realización de una viga de cimentación esta podría calcularse para

una carga de 2.0 kg/cm². Si se optara por la realización de una losa en este caso la carga debe ser la calculada para el nivel granular C, es decir, unos 1.3 kg/cm².

Para el calculo de los asientos utilizando la formulación anterior, $S = q \times B \times l \times ((1-v^2) / E)$. En este caso, suponiendo un espesor de relleno compactado de unos 2.5 m sobre el terreno granular natural y una carga de 1.3 kg/cm².

Esquina (cm)	Centro (cm) 2 x S _{esquina}	Valor medio (cm) 0.848 x S _{centro}
1.79	3.59	3.04

En cuanto al **coeficiente de balasto**, para una cimentación sobre el relleno compactado, se puede estimar un valor (para una placa cuadrada de 0.3 m de lado) de K₃₀= 12.0-15.0 kp/cm³.

El coeficiente de balasto para cimentaciones reales según la expresión de Terzaghi (1955) para suelos granulares viene dado por

$$K = K_{30} \times (b + 0.3 / 2b)^2, \text{ donde } b \text{ es el ancho de la cimentación}$$

Si la cimentación es rectangular con dimensiones b x l,

$$K = 2/3 \times K_{\text{cuad}} \times (1 + b / 2l)$$

6. CONCLUSIONES

1. Por indicación de D. FERNANDO USED se nos solicita la realización de un reconocimiento geotécnico del terreno en un solar en la calle Las Fuentes de la localidad de Utebo (Zaragoza), para la ampliación del polideportivo.
2. El reconocimiento del terreno se ha realizado sobre la base de **2 sondeos** mecánicos y **2 penetraciones** dinámicas.
3. Según la **norma sismoresistente** NCSE-02 (Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, B.O.E. nº244 de 11 de Octubre de 2002), teniendo en cuenta las características de la edificación en proyecto y que en el caso que nos ocupa, la aceleración sísmica básica $a_b < 0.04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, no será necesaria la aplicación de la citada norma para el diseño de las cimentaciones.
4. El **perfil estratigráfico** obtenido en el sondeo presenta los siguientes tramos:
 - Nivel A. grava de relleno
 - Nivel B. Arcilla negruzca
 - Nivel C. Nivel granular. Gravas
 - Nivel D. Arcilla marrón-gris, solo en el sondeo S-2
5. Debe tenerse en cuenta que, tanto los sondeos como las penetraciones dinámicas, son ensayos puntuales de muy pequeño diámetro, y sólo válidos para los puntos donde se realizan las perforaciones, por lo que las **correlaciones laterales** deben realizarse con las debidas precauciones.
6. Durante la fase de ejecución de los trabajos de campo se ha detectado al presencia del nivel freático a los 1.5-1.9 m medida la cota estabilizada desde la cota de emboquille de los sondeos. En cualquier caso, en el sondeo S-2 se ha dejado instalada una tubería de P.V.C. debidamente ranurada con el fin de poder medir las oscilaciones de la lámina de agua.
7. Considerando las características del perfil litológico-resistente, consideramos las siguientes opciones de cimentación:

- Realización de pozos de cimentación empotrados en el nivel -C asociado al terreno granular, para el que puede estimarse un valor de carga admisible de $q_{adm} = 1.3 \text{ kp/cm}^2$.
 - Sustitución de los niveles A y B por un relleno granular compactado. En este caso sería necesario sustituir al menos 2.0 m de terreno. Sobre este relleno granular puede realizarse una cimentación de tipo corrido mediante losa o viga de cimentación. En el caso de la realización de una viga de cimentación esta podría calcularse para una carga de 2.0 kg/cm^2 . Si se optara por la realización de una losa en este caso la carga debe ser la calculada para el nivel granular C, es decir, unos 1.3 kg/cm^2 .
8. Dado que el solar es medianil con otras edificaciones, se recomienda que la losa quede por debajo o a la misma cota de las cimentaciones contiguas.
9. Finalmente, según los ensayos químicos llevados a cabo para determinar el contenido en sulfatos solubles, se deduce que las muestras de suelo analizadas, **no resultan agresivas** al hormigón.

Fdo: Mercedes Carrascón Sanz
Geólogo
Colegiado nº 4883

Fdo: Arturo Blécua Lázaro
Jefe Sección de Geotecnia
Geólogo. Colegiado nº 3150

Fdo: Ignacio Forniés Villagrasa
Director del Laboratorio
Vº Bº

Zaragoza, a 30 de Abril de 2010

ANEXO GRÁFICO

ANEXO I

Ensayos de laboratorio

ANEXO II

Esquema de situación de los trabajos de campo

ANEXO III

Perfil litológico de los sondeos
Gráfico de las penetraciones dinámicas
Corte litológico-resistente

ANEXO IV

Fotografías

ANEXO I
Ensayos de laboratorio

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

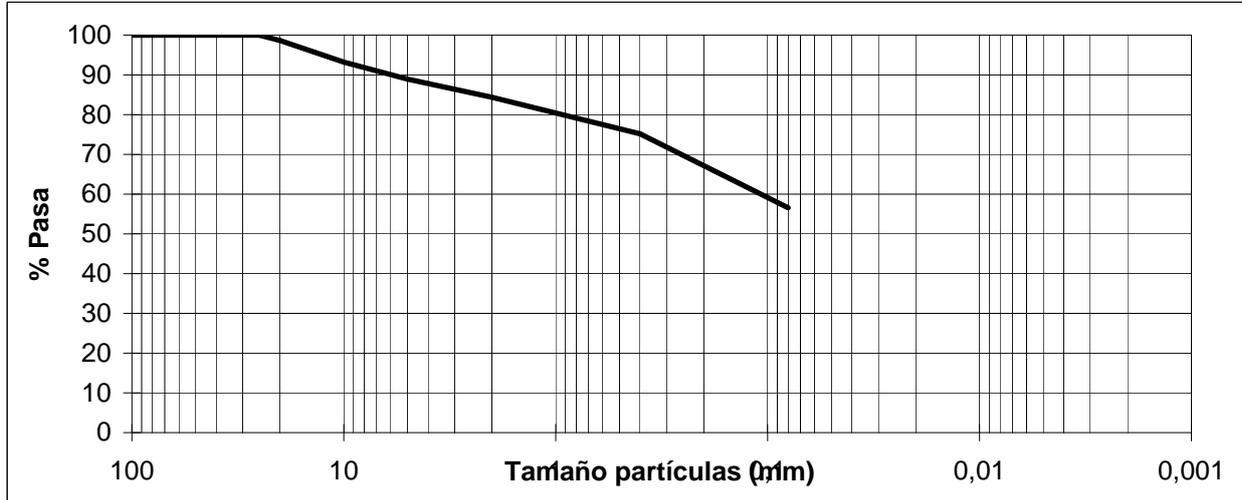
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-1. Profundidad: 1,2-1,8 m

REFERENCIA MUESTRA: M-1

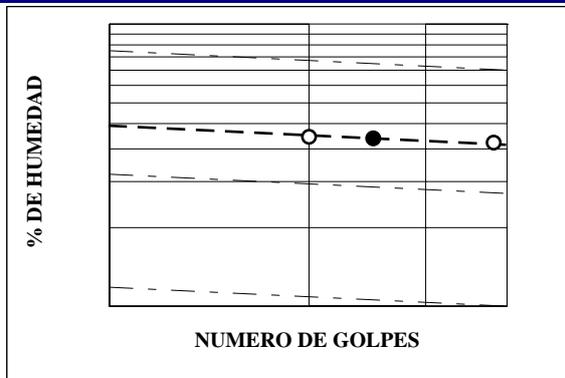
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	100	100	99	93	89	84	75	57

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	44
LIMITE PLASTICO =	28
INDICE DE PLASTICIDAD =	16

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

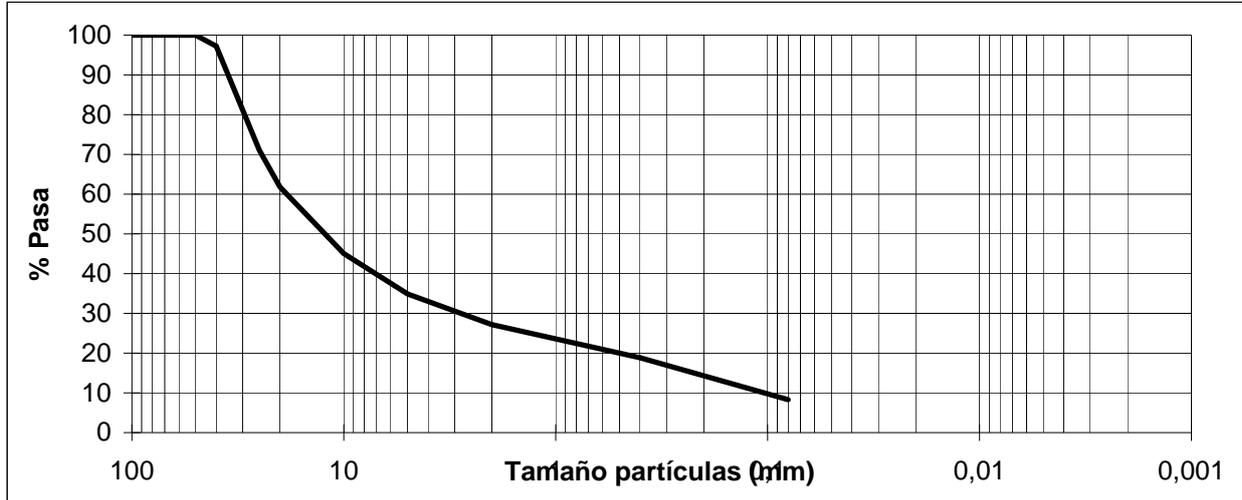
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-1. Profundidad: 3,0-3,6 m

REFERENCIA MUESTRA: M-2

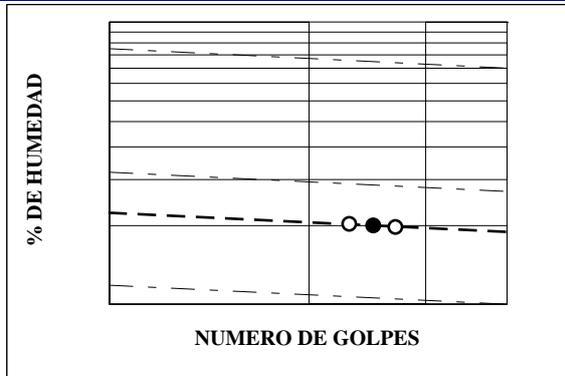
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	97	71	62	45	35	27	19	8

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	20
LIMITE PLASTICO =	14
INDICE DE PLASTICIDAD =	6

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

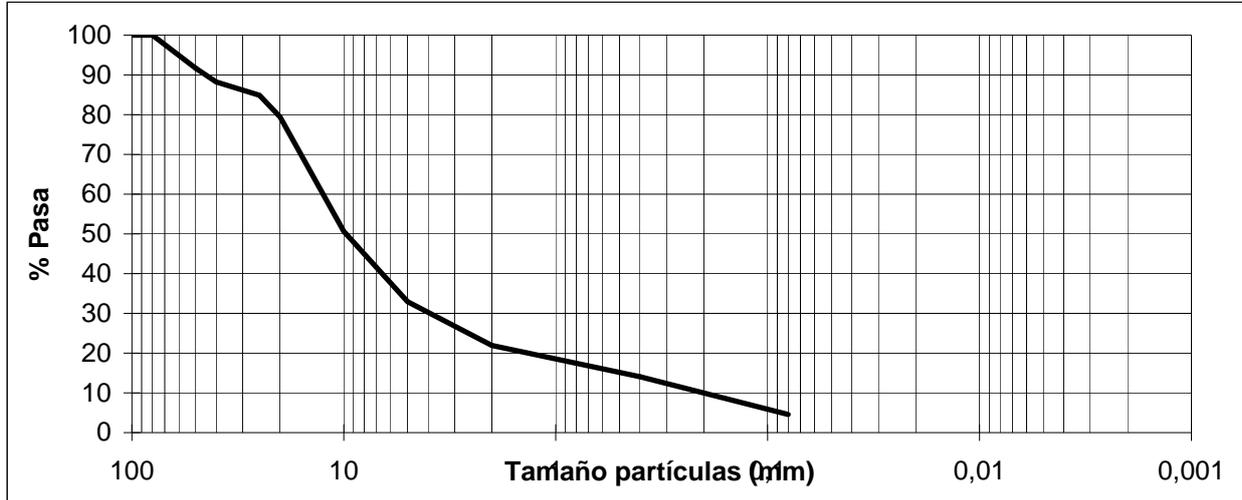
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-1. Profundidad: 4,2-4,8 m

REFERENCIA MUESTRA: M-3

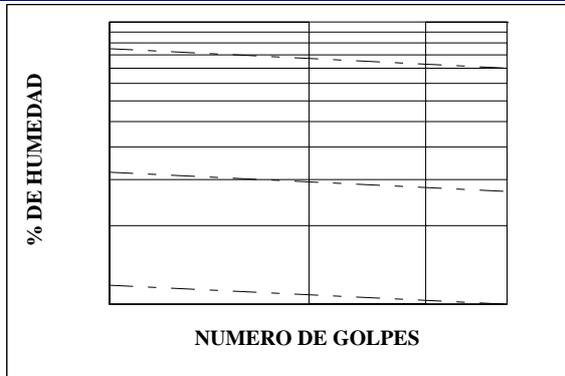
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	92	88	85	79	51	33	22	14	5

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	N. P.
LIMITE PLASTICO =	N. P.
INDICE DE PLASTICIDAD =	N. P.

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

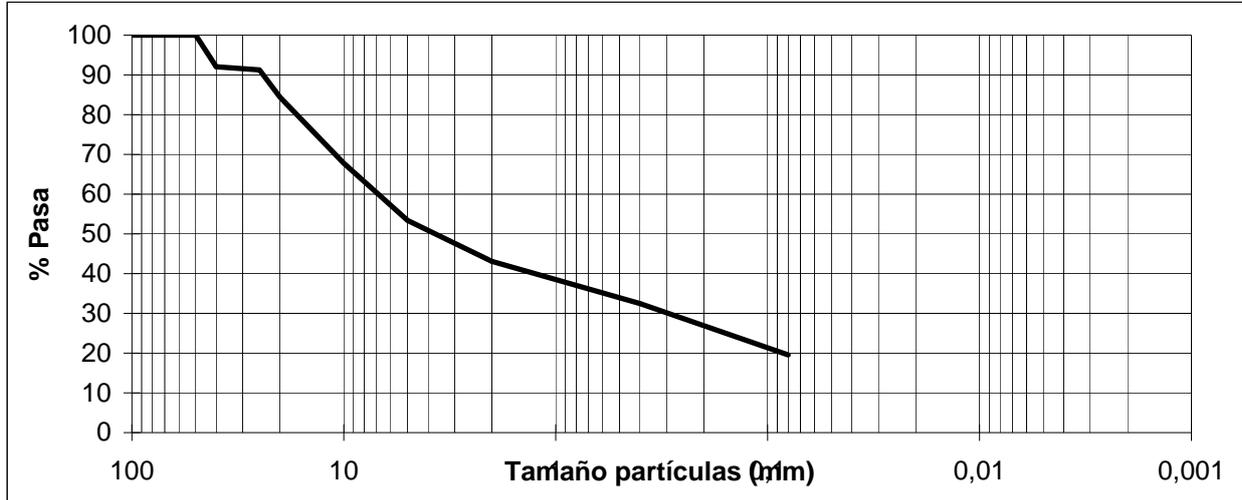
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-2. Profundidad: 0,6-1,2 m

REFERENCIA MUESTRA: M-4

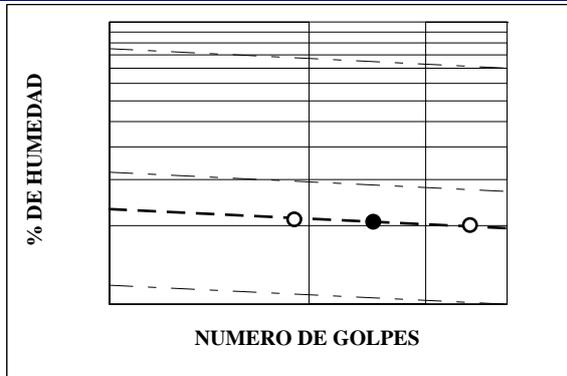
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	92	91	84	68	53	43	32	20

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	21
LIMITE PLASTICO =	14
INDICE DE PLASTICIDAD =	7

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

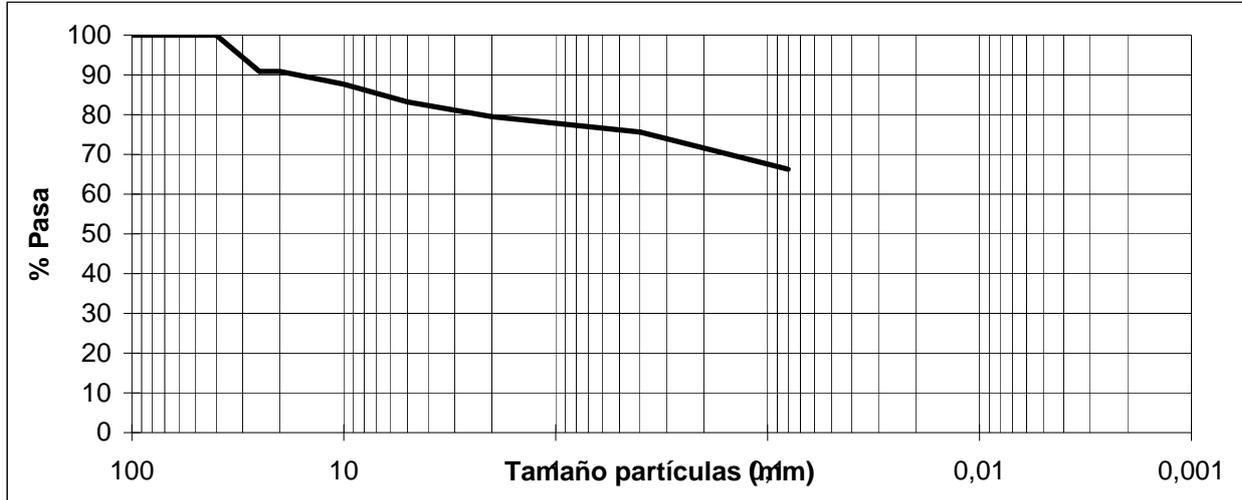
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-2. Profundidad: 2,4-3,0 m

REFERENCIA MUESTRA: M-5

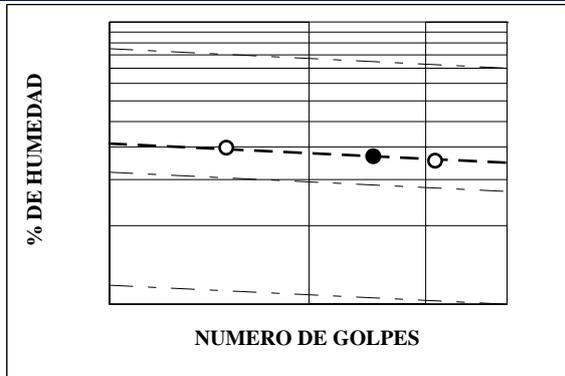
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	100	91	91	88	83	79	76	66

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	37
LIMITE PLASTICO =	19
INDICE DE PLASTICIDAD =	18

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

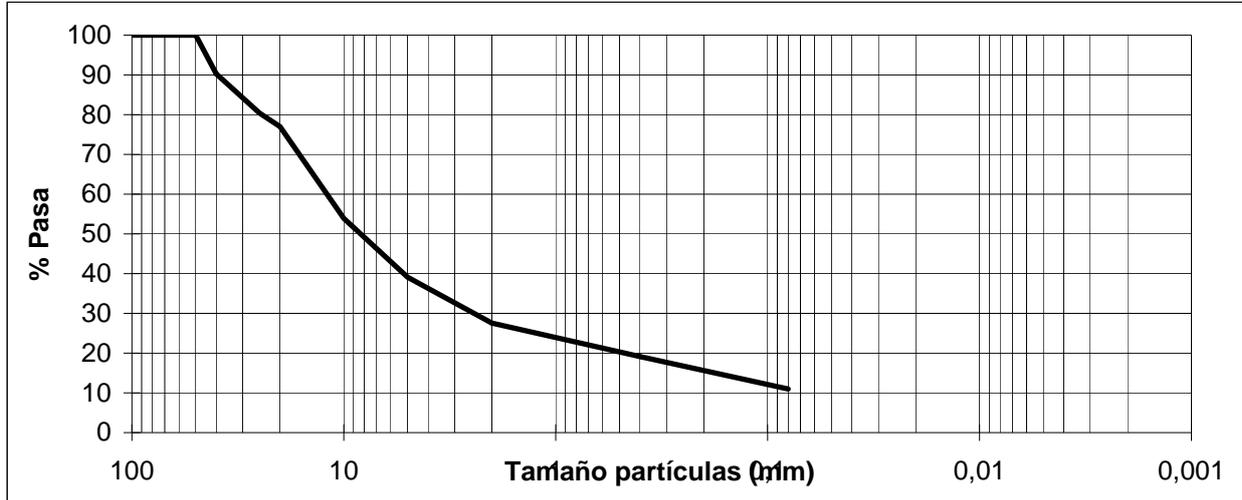
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-2. Profundidad: 3,6-4,2 m

REFERENCIA MUESTRA: M-6

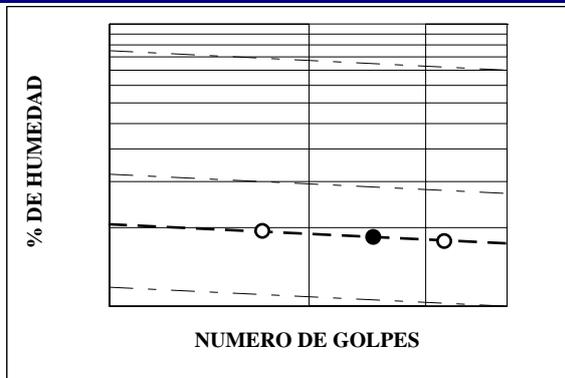
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	90	80	77	54	39	28	19	11

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	18
LIMITE PLASTICO =	16
INDICE DE PLASTICIDAD =	2

EXPEDIENTE Nº: 10GT0233

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

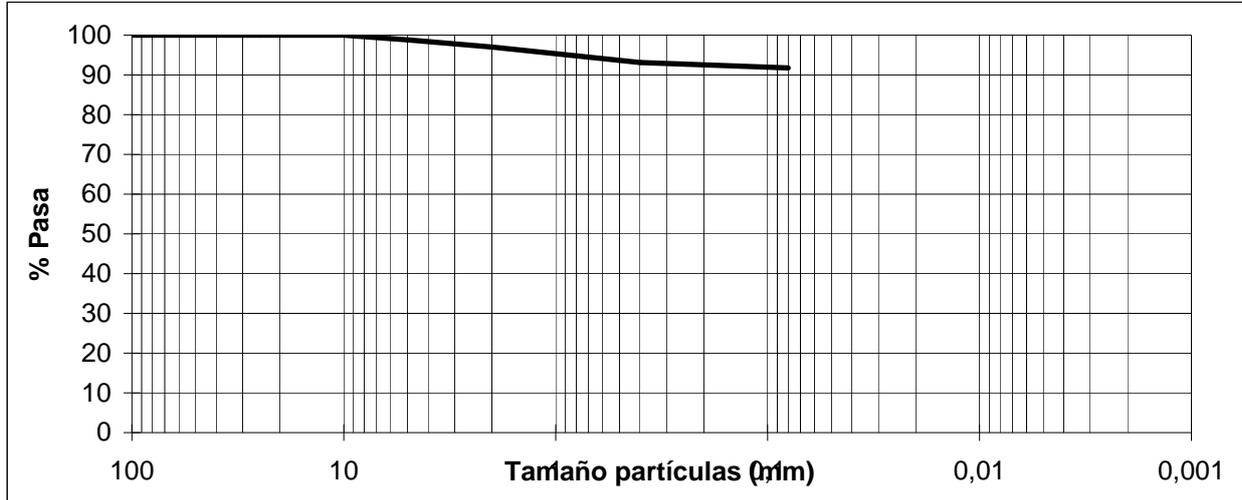
OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Sondeo S-2. Profundidad: 7,2-7,8 m

REFERENCIA MUESTRA: M-7

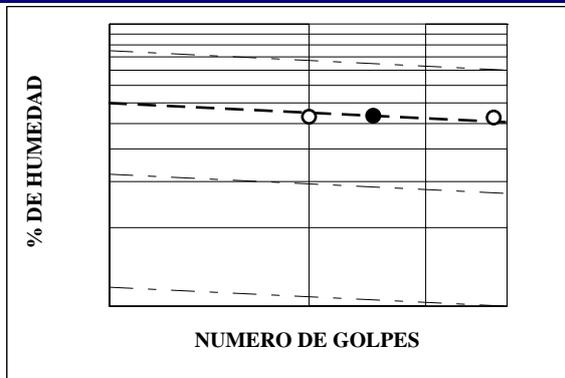
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de abril de 2010

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO. NORMA UNE-103101/95



Tamiz	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
%Pasa	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	93	92

LIMITES DE ATTERBERG. NORMAS UNE-103104/95 - 103105/95



<i>RESULTADOS DEL ENSAYO</i>	
LIMITE LIQUIDO =	54
LIMITE PLASTICO =	29
INDICE DE PLASTICIDAD =	25

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

Informe nº: 10GT0233

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE DE SUELOS. (UNE 103400:93)

OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA MATERIAL: SONDEO S-2. Profundidad: 7,2-7,8 m

REFERENCIA MUESTRA: M-7

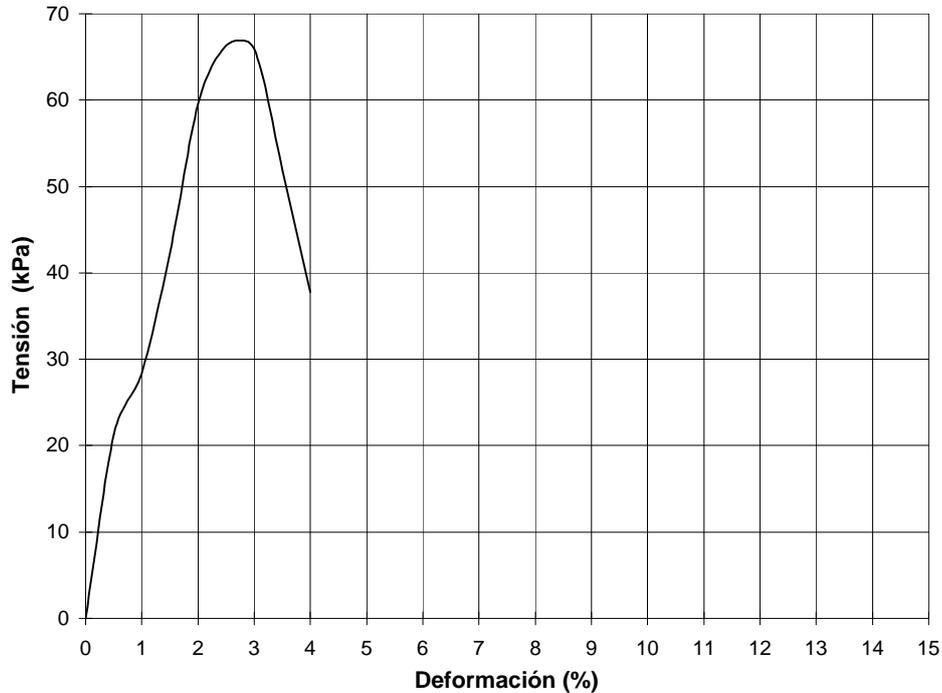
DESCRIPCIÓN MUESTRA: Inalterada

FECHA TOMA MUESTRA: 14 de abril de 2010

PARAMETROS DE LA PROBETA

TIPO PROBETA CILÍNDRICA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	HUMEDAD (%)	DENS. SECA (g/cm³)	RESISTENCIA (kPa)
PLASTIFICADA	5,91	11,90	29,42	1,46	66,29

Gráfico tensión - deformación (método analítico)



ESQUEMA FORMA DE ROTURA:

TIPO DE PROBETA: PLASTIFICADA



OBSERVACIONES:

El Jefe de la Sección,

Zaragoza, 28 de abril de 2010

PETICIONARIO: D. FERNANDO USED

Informe nº: 10GT0233

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE DE SUELOS. (UNE 103400:93)

OBRA: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)

PROCEDENCIA MATERIAL: SONDEO S-2. Profundidad: 8,0-8,4 m

REFERENCIA MUESTRA: M-8

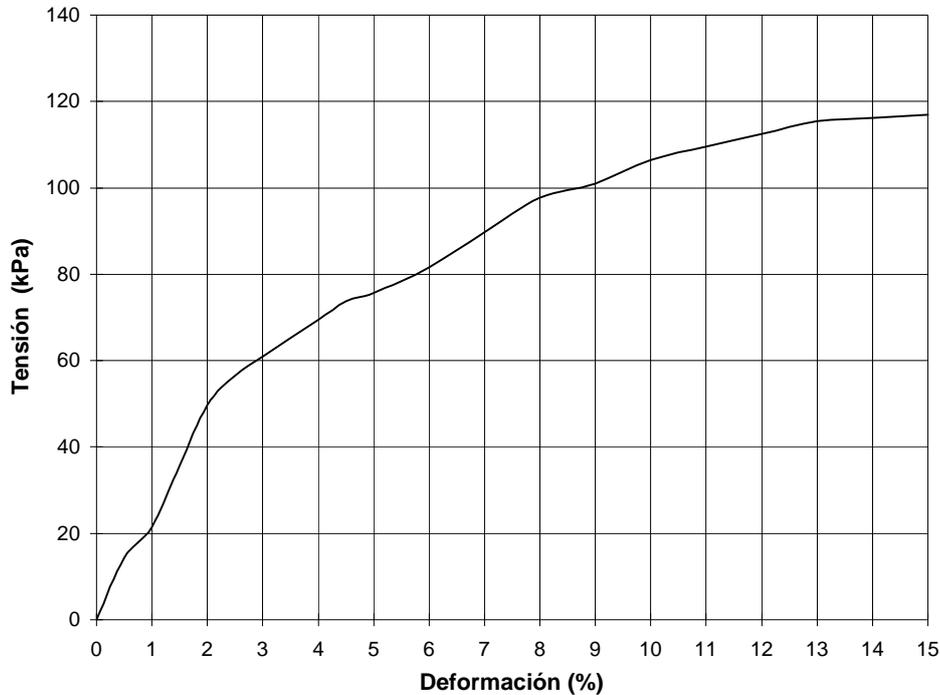
DESCRIPCIÓN MUESTRA: Plastificada

FECHA TOMA MUESTRA: 14 de abril de 2010

PARAMETROS DE LA PROBETA

TIPO PROBETA CILÍNDRICA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	HUMEDAD (%)	DENS. SECA (g/cm³)	RESISTENCIA (kPa)
PLASTIFICADA	7,19	14,49	28,73	1,53	116,93

Gráfico tensión - deformación (método analítico)



ESQUEMA FORMA DE ROTURA:

TIPO DE PROBETA: PLASTIFICADA



OBSERVACIONES:

El Jefe de la Sección,

Zaragoza, 28 de abril de 2010

**PRESENTACION DE RESULTADOS AL DETERMINAR LA AGRESIVIDAD
DEL SUELO AL HORMIGON (Según EHE-08)**

INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANALISIS DEL SUELO				
1: INFORMACION GENERAL MUESTREO Y ANALISIS				
PETICIONARIO: D. FERNANDO USED		Nº DE TRABAJO: 10GT0233		
DENOMINACION DEL PROYECTO: Edificio anexo a zona polideportiva. Utebo (Zaragoza)		Nº DE LA MUESTRA DE SUELO: M-1 M-3 M-5 M-2 M-4 M-7		
TIPO DE SUELO: Terreno natural y relleno		DENOMINACION DEL SUELO: M-1: ML M-3: GP M-5: CL M-2: GP-GC M-4: GC-GM M-7:MH		
PUNTOS DE RECOGIDA: SONDEO S-1		PROFUNDIDAD DE EXTRACCIÓN (m): M-1: 1.2-1.8m M-3: 4.2-4.8m M-5: 2.4-3.0m M-2: 3.0-3.6 m M-4: 0.6-1.2 m M-7: 7.2-7.8m		
DIA DE MUESTREO: abril/10				
DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES LOCALES:				
LUGAR Y FECHA DE MUESTREO: Zaragoza, a 14 de abril de 2010		TOMA DE MUESTRAS: SONDEO S-1: M-1, M-2, M-3. SONDEO S-2: M-4, M-5, M-7.		
PARAMETRO COMBROBADO	RESULTADO DEL ENSAYO (mg/Kg)	2: GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DEBIL (Qa)	MEDIO (Qb)	FUERTE (Qc)
ACIDEZ BAUMANN- GULLY		>200		
CONTENIDO EN SULFATO		2000 a 3000	3000 a 12000	>12000
	M-1	220.262		
	M-2	486.623		
	M-3	685.721		
	M-4	594.511		
	M-5	424.205		
	M-7	445.053		
3: EVALUACION DEL CONJUNTO				
Las muestras de terreno analizado no resultan agresivas al hormigón				
LUGAR Y FECHA DEL ANALISIS: Zaragoza, a 14 de abril de 2010				

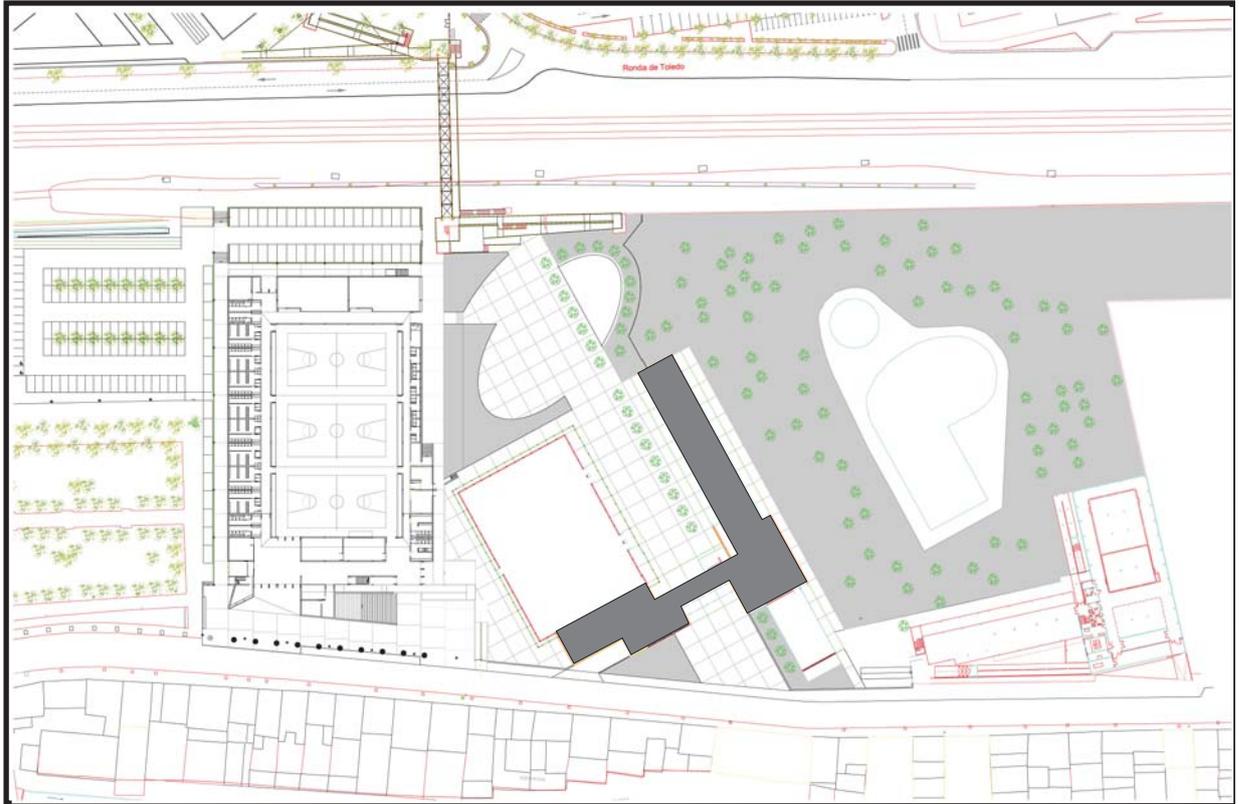
Fdo.: Dña. Marta Brun Pérez
Jefe Laboratorio Químico

Fdo.: D. Ignacio Forniés Villagrasa
VºBº
Zaragoza, a 30 de abril de 2010

ANEXO II

Esquema de situación de los trabajos de campo

ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



SONDEO MECÁNICO
PENETRACIÓN DINÁMICA

ANEXO III

Perfil litológico de los sondeos
Gráfico de la penetraciones dinámicas
Corte litológico-resistente

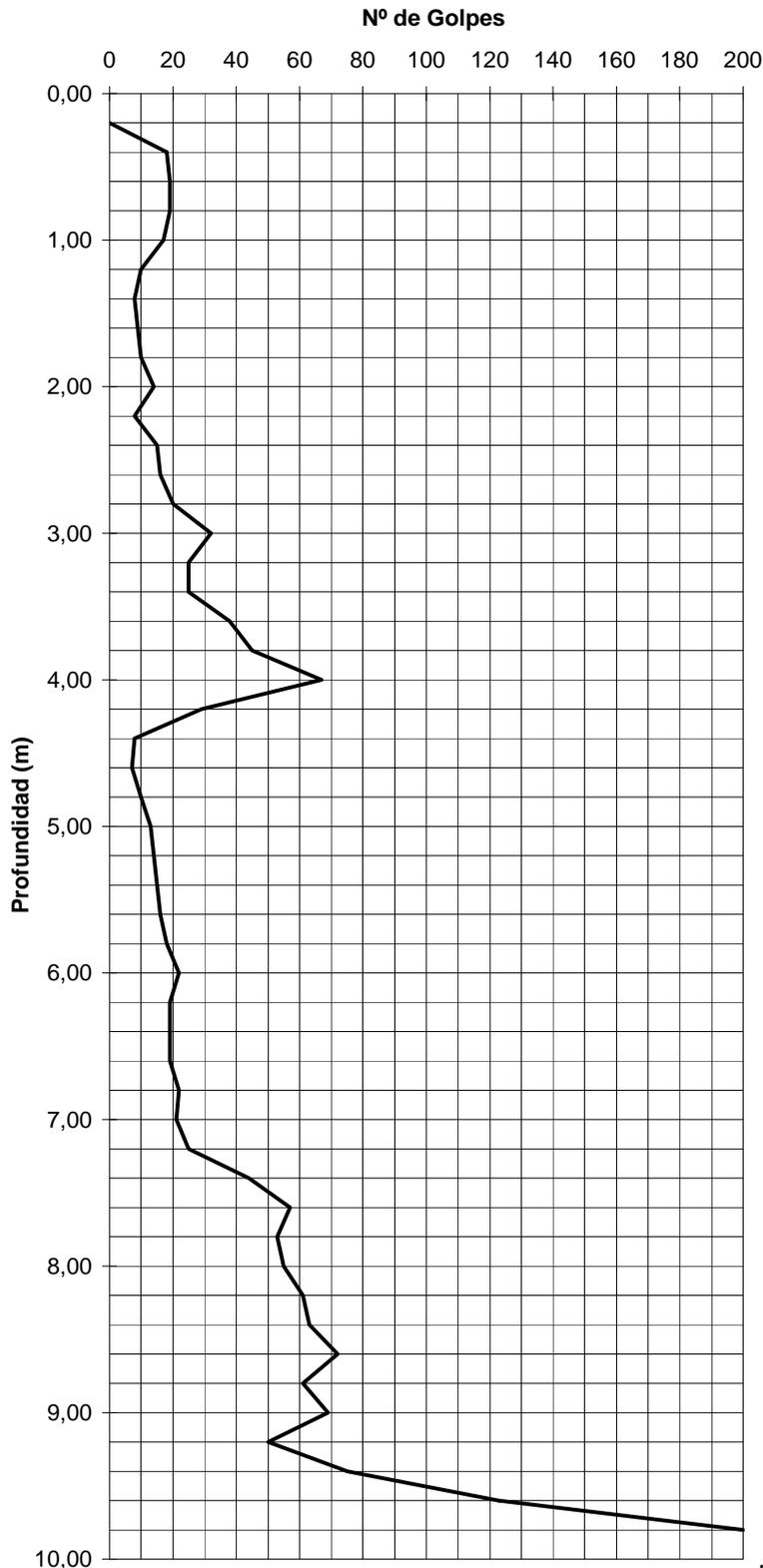
GRÁFICO DE SONDEO		Referencia: 10GT0233		Fecha: 7/04/10								
SONDEO Nº: 1		TRABAJO: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)										
Profundidad: 8.0 m		PETICIONARIO: D. FERNANDO USED										
Batería	Diámetro	Profund. (m)	Espesor (m)	Columna litológica	S.P.T.		Nivel freático	Resist. C. simple (Kg/cm ²)	Muestras	Descripción de materiales		
					Prof. (m)	Nº de golpes						
Sp/Sc/W	116	1.0	1.0				0.8			Tramo-1. (0.0-1.0 m). 10 cm de hormigón. Grava limo arenosa		
			1.2		1.8	Inalterada 2-4-6-11	1.5		M-1	Tramo-2. (1.0-2.2 m). Arcilla limosa de color negruzco		
		2.2		2.4	11-9-7-6*					Tramo-3. (2.2-8.0 m). Grava limoarenosa de color marrón con cantos heterométricos y redondeados		
	86	8.0	5.8	4.2		4.2				M-2		
				4.8	25-42-37-49*	4.8				M-3		
				6.0		6.0						
				6.6	18-12-14-10*	6.6						
				8.0		8.0						
				8.6	13-7-7-7*	8.6						



GRÁFICO DE SONDEO		Referencia: 10GT0233		Fecha: 8/04/10											
SONDEO Nº: 2		TRABAJO: EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)													
Profundidad: 8.0 m		PETICIONARIO: D. FERNANDO USED													
Batería	Diámetro	Profund. (m)	Espesor (m)	Columna litológica	S.P.T.		Nivel freático	Resist. C. simple (Kg/cm ²)	Muestras	Descripción de materiales					
					Prof. (m)	Nº de golpes									
Sp/Sc/W	116	2.0	2.0		1.2	9-8-6-2*	1.9			M-4	Tramo-1.(0.0-2.0 m). 10 cm de hormigón. Grava limo arcillosa a techo y limoarenosa a base				
			1.8												
		86	2.9	1.9		3.0				14-8-15-12*	-	-	-	M-5	Tramo-2.(2.0-2.9 m). Arcilla negruzca a techo y gris parda con cantos
				3.6											
				5.2											
		6.7	3.8		5.8	35-53-36-48*							M-6	Tramo-3.(2.9-6.7 m). Grava limoarenosa de color marrón con cantos heterométricos y redondeados	
					7.3										
		9.0	2.3		7.9	Inalterada 7-10-12-5 7-10-13-13							M-7	Tramo-4.(6.7-9.0 m). Arcilla marrón-pardo de aspecto compacto.	
					8.5										

Expediente nº: 10GT0233

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINAMICA TIPO BORROS		
OBRA:	EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)	ENSAYO Nº: 1
PETICIONARIO:	D. FERNANDO USED	FECHA: 12/04/2010

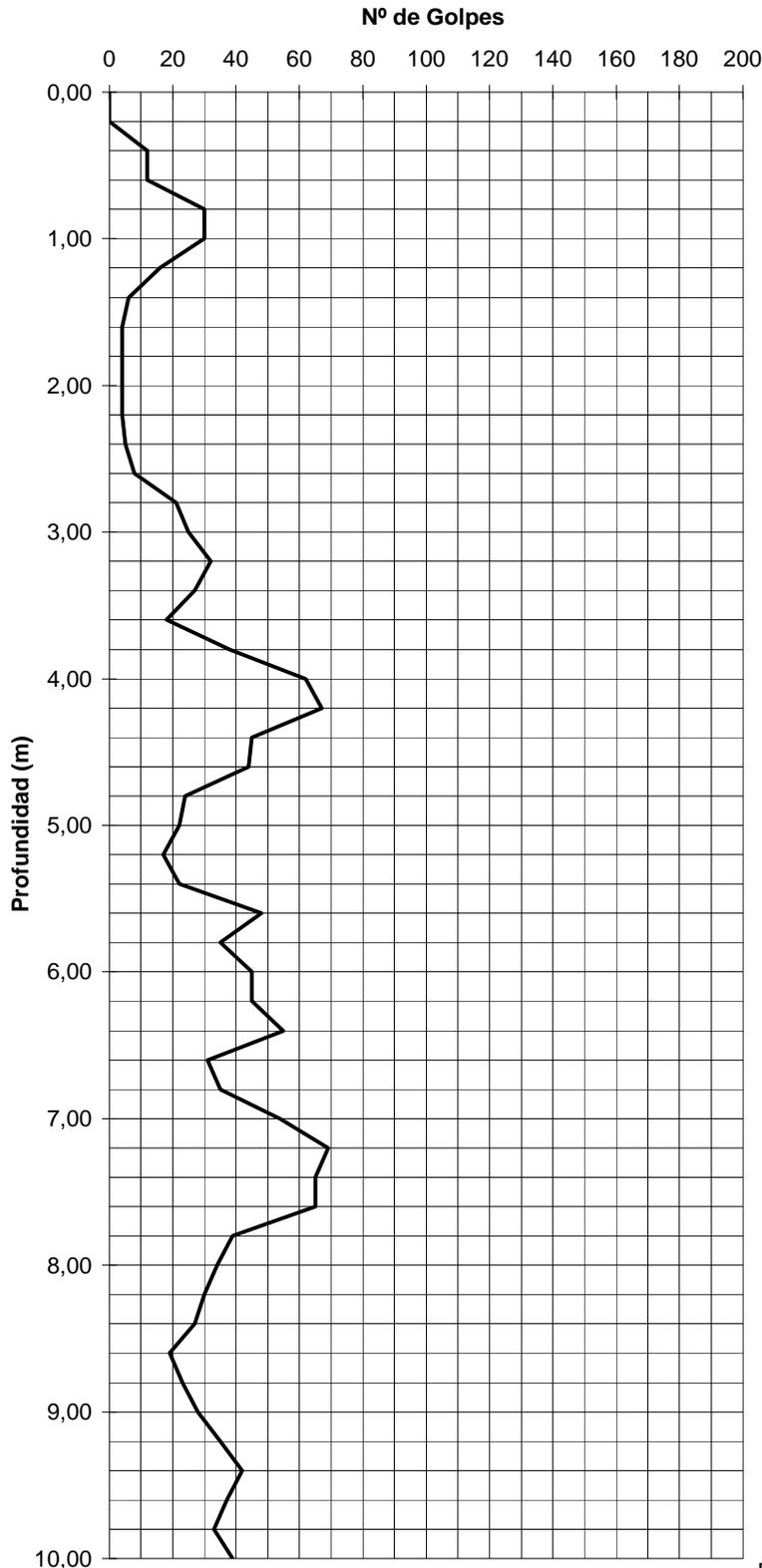


Prof. (m)	Nº Golpes	Rp (kp/cm²)
0,0-0,2	---	
0,2-0,4	18	154,86
0,4-0,6	19	163,47
0,6-0,8	19	163,47
0,8-1,0	17	134,93
1,0-1,2	10	79,37
1,2-1,4	8	63,50
1,4-1,6	9	71,43
1,6-1,8	10	79,37
1,8-2,0	14	103,13
2,0-2,2	8	58,93
2,2-2,4	15	110,49
2,4-2,6	16	117,86
2,6-2,8	20	147,33
2,8-3,0	32	>200
3,0-3,2	25	171,80
3,2-3,4	25	171,80
3,4-3,6	38	>200
3,6-3,8	45	>200
3,8-4,0	67	>200
4,0-4,2	29	186,76
4,2-4,4	8	51,52
4,4-4,6	7	45,08
4,6-4,8	10	64,40
4,8-5,0	13	78,77
5,0-5,2	14	84,83
5,2-5,4	15	90,89
5,4-5,6	16	96,95
5,6-5,8	18	109,07
5,8-6,0	22	125,86
6,0-6,2	19	108,70
6,2-6,4	19	108,70
6,4-6,6	19	108,70
6,6-6,8	22	125,86
6,8-7,0	21	113,78
7,0-7,2	25	135,46
7,2-7,4	44	>200
7,4-7,6	57	>200
7,6-7,8	53	>200
7,8-8,0	55	>200
8,0-8,2	61	>200
8,2-8,4	63	>200
8,4-8,6	72	>200
8,6-8,8	61	>200
8,8-9,0	69	>200
9,0-9,2	50	>200
9,2-9,4	75	>200
9,4-9,6	123	>200
9,6-9,8	200	>200
9,8-10,0		

El Jefe de Sección
Zaragoza, a 16 de abril de 2010



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORROS		
OBRA:	EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)	ENSAYO Nº: 2
PETICIONARIO:	D. FERNANDO USED	FECHA: 12/04/2010



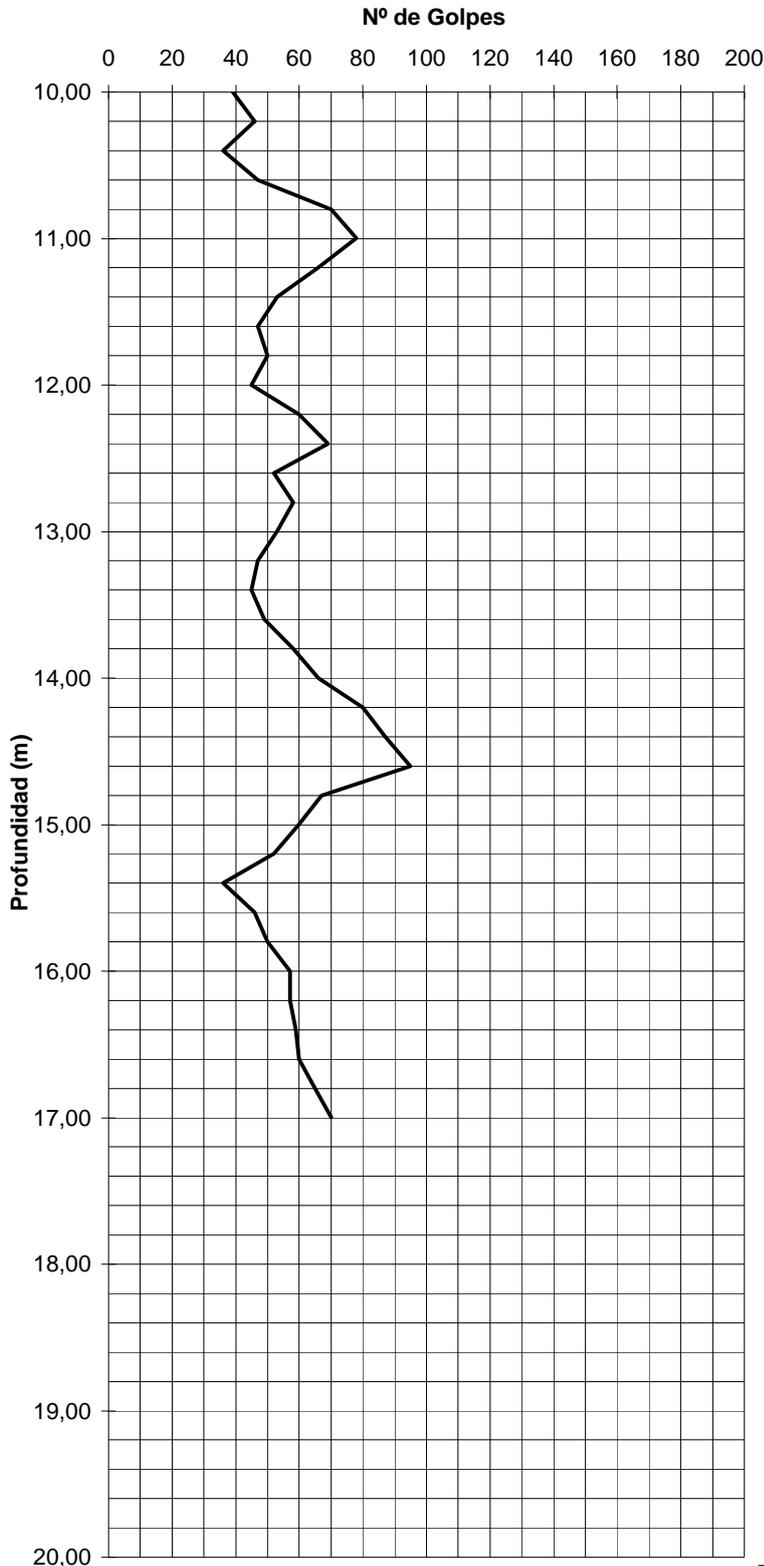
Prof. (m)	Nº Golpes	Rp (kp/cm²)
0,0-0,2	---	---
0,2-0,4	12	103,24
0,4-0,6	12	103,24
0,6-0,8	30	>200
0,8-1,0	30	>200
1,0-1,2	16	126,99
1,2-1,4	6	47,62
1,4-1,6	4	31,75
1,6-1,8	4	31,75
1,8-2,0	4	29,47
2,0-2,2	4	29,47
2,2-2,4	5	36,83
2,4-2,6	8	58,93
2,6-2,8	21	154,69
2,8-3,0	25	171,80
3,0-3,2	32	>200
3,2-3,4	27	185,55
3,4-3,6	18	123,70
3,6-3,8	38	>200
3,8-4,0	62	>200
4,0-4,2	67	>200
4,2-4,4	45	>200
4,4-4,6	44	>200
4,6-4,8	24	154,56
4,8-5,0	22	133,30
5,0-5,2	17	103,01
5,2-5,4	22	133,30
5,4-5,6	48	>200
5,6-5,8	35	>200
5,8-6,0	45	>200
6,0-6,2	45	>200
6,2-6,4	55	>200
6,4-6,6	31	177,35
6,6-6,8	35	>200
6,8-7,0	54	>200
7,0-7,2	69	>200
7,2-7,4	65	>200
7,4-7,6	65	>200
7,6-7,8	39	>200
7,8-8,0	34	174,97
8,0-8,2	30	154,38
8,2-8,4	27	138,95
8,4-8,6	19	97,78
8,6-8,8	23	118,36
8,8-9,0	28	137,20
9,0-9,2	35	171,50
9,2-9,4	42	>200
9,4-9,6	37	181,30
9,6-9,8	33	161,70
9,8-10,0	39	182,38

El Jefe de Sección

Zaragoza, a 17 de Octubre de 2008

Expediente nº: **10GT0233**

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORROS		
OBRA:	EDIFICIO ANEXO A ZONA POLIDEPORTIVA. UTEBO (ZARAGOZA)	ENSAYO Nº: 2
PETICIONARIO:	D. FERNANDO USED	FECHA: 12/04/2010



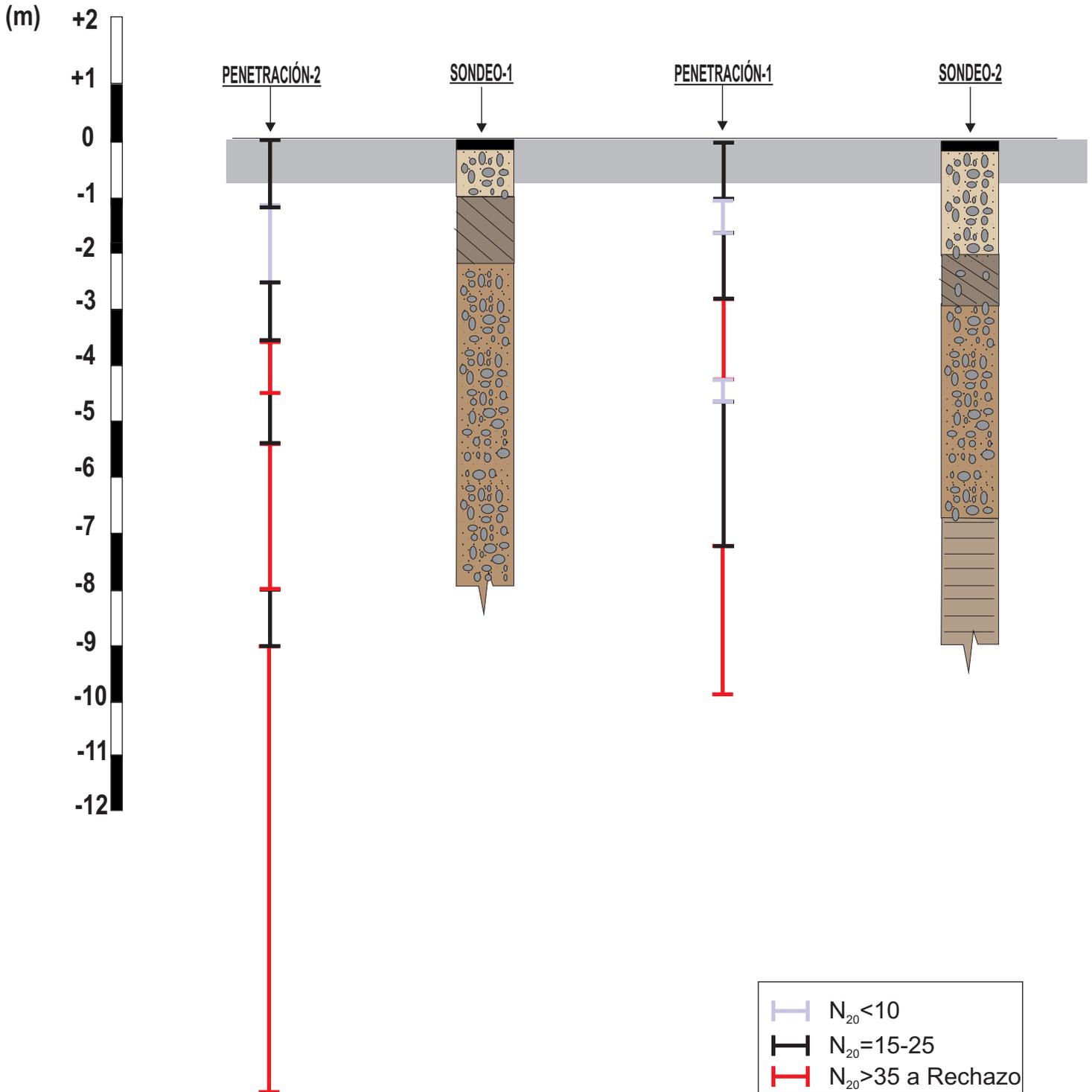
Prof. (m)	Nº Golpes	Rp (kp/cm²)
10,0-10,2	46	>200
10,2-10,4	36	168,35
10,4-10,6	47	>200
10,6-10,8	70	>200
10,8-11,0	78	>200
11,0-11,2	66	>200
11,2-11,4	53	>200
11,4-11,6	47	>200
11,6-11,8	50	>200
11,8-12,0	45	192,83
12,0-12,2	60	>200
12,2-12,4	69	>200
12,4-12,6	52	>200
12,6-12,8	58	>200
12,8-13,0	53	>200
13,0-13,2	47	193,31
13,2-13,4	45	185,09
13,4-13,6	49	>200
13,6-13,8	58	>200
13,8-14,0	66	>200
14,0-14,2	80	>200
14,2-14,4	87	>200
14,4-14,6	95	>200
14,6-14,8	67	>200
14,8-15,0	60	>200
15,0-15,2	52	197,98
15,2-15,4	36	137,06
15,4-15,6	46	175,14
15,6-15,8	50	190,37
15,8-16,0	57	>200
16,0-16,2	57	>200
16,2-16,4	59	>200
16,4-16,6	60	>200
16,6-16,8	65	>200
16,8-17,0	70	>200
17,0-17,2		
17,2-17,4		
17,4-17,6		
17,6-17,8		
17,8-18,0		
18,0-18,2		
18,2-18,4		
18,4-18,6		
18,6-18,8		
18,8-19,0		
19,0-19,2		
19,2-19,4		
19,4-19,6		
19,6-19,8		
19,8-20,0		

El Jefe de Sección

Zaragoza, a 17 de Octubre de 2008



CORTE PERFIL LITOLÓGICO -BORROS.



NOTAS:

- Las investigaciones se han proyectado de forma ortogonal a la sección considerada
- Dado que los sondeos y penetraciones son ensayos puntuales de poco diámetro, sólo son válidos para los puntos en que se realizan, por tanto las correlaciones laterales hay que tomarlas con precauciones y el perfil interpretado hay que considerarlo como meramente orientativo.

ANEXO IV
Fotografías



FOTO Nº1-Sondeo nº1. Cajas nº 1 y 2.
Profundidad: 0.0 a 8.0 m



FOTO Nº2-Sondeo nº2. Cajas nº 1 y 2.
Profundidad: 0.0 a 9.0 m



FOTO Nº3-Vista general de la parcela