



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## ANEJO 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO BÁSICO DE RED DE ABASTECIMIENTO EN LA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL ELS TARONGERS EN ALBALAT DELS  
TARONGERS (VALENCIA)

PABLO PÉREZ FURIÓ  
UPV  
ETSICCP

Índice

Introducción .....2

Trabajos de reconocimiento .....2

Trabajos realizados.....2

    Ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH .....2

    Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno. ....2

Columna litológica del subsuelo.....2

    Sondeo 1.....3

    Sondeo 2.....3

    Sondeo 3.....3

    Sondeo 4.....3

Resultados de los ensayos y gráficos de la penetración dinámica.....4

Análisis geotécnico.....8

    Tensión admisible.....8

    Índice de excavabilidad .....8

    Nivel freático y agresividad .....10

Recomendaciones .....10

Introducción

A continuación, se procede a realizar una descripción geotécnica de la zona en la cual se va a desarrollar el estudio.

Al ser un trabajo académico, no se dispone de recursos para hacer dicha campaña experimental, por lo que se asumen como válidos los datos de la zona más próxima que se han encontrado.

La información se ha extraído de un estudio geotécnico por cortesía de GMC ingeniería.

Expediente Nº: EG 2621/12

Localización: Calle Camí de la Mar Nº 5, Sagunto, Valencia.

El estudio se realizó entre los días 14 y 16 de marzo de 2012, efectuando las siguientes pruebas:

- 5 ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.
- 4 sondeos mecánicos a rotación:
  - S-1, de 8,50m de profundidad.
  - S-2, S-3 y S-4 de 8,00m de profundidad cada uno.
- Un perfil transversal del terreno.
- Dos perfiles longitudinales del terreno
- Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno.

El objetivo principal es obtener las características y tipología del terreno que permita estudiar los aspectos más relevantes y así proceder a su construcción de manera más oportuna y evitando problemas constructivos importantes.

El sector de estudio presenta una forma irregular y quedara, en su gran mayoría, ocupada por la edificación de viviendas unifamiliares. Actualmente el sector está ocupado por una cantidad de viviendas muy reducida y el resto está ocupado por terreno sin edificación, es decir, existe una gran cantidad de suelo diáfano.

Como ya se comentó, se supuso que es un solar completamente diáfano, ignorando las viviendas existentes.

Como objeto principal del estudio geotécnico es determinar las condiciones del suelo y subsuelo para determinar con mayor exactitud el proceso constructivo.

Trabajos de reconocimiento

Los sondeos se llevan a cabo con una sonda tipo TP-30 LR que efectúa una perforación a rotación con recuperación de testigo, con un diámetro de 86 y 101mm.

Debida a las características del terreno, en los sondeos únicamente se realizan ensayos estándar de penetración (SPT).

Los ensayos de penetración dinámica superpesada tipo DPSH se han realizado con la sonda TP-30 LR y con el equipo de penetración SPT TEC 10.

Características:

- Varillaje: 32 mm
- Peso de la maza: 63,50 Kg
- Altura de caída: 76 cm
- Puntaza:
  - Altura: 5 cm

- Puntaza cónica con vértice en ángulo de 90º
- Sección circular de 20 cm²



Ilustración 1: Sonda tipo TP-30 LR

Trabajos realizados

Se procede a comentar los ensayos realizados.

Ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH

Consiste en medir el número de golpes necesarios para hincar 20 cm de varilla mediante el golpeo de la caída de la maza (63,5Kg) desde una altura de 76 cm.

La prueba finaliza, o bien, cuando el número de golpes necesarios es superior a 100, o cuando se alcanzan 75 golpes para profundizar 20 cm 3 veces consecutivas.

Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno

Para los ensayos de laboratorio, fueron dos semanas siguiendo exhaustivamente las condiciones marcadas por la norma UNE y las NLT.

Los ensayos se han clasificado en distintos grupos:

Tipos	Ensayos
Identificación	Granulometría y límites de Atterberg
Estado	Humedad Natural
Químicos	Contenido en sulfatos en suelo
Geomecánicas	Corte directo

Tabla 1: Ensayos realizados

Columna litológica del subsuelo

Pueden establecerse 4 columnas litológicas tipo, matizando las descripciones del corte de los mismos mediante los datos de laboratorio.

Tomando la cota de la boca de los sondeos realizados como cota de inicio se tienen los siguientes resultados:

### Sondeo 1

Nivel 1 (0,00m a 1,10m de profundidad). Zahorra artificial.

Nivel 2 (1,10m a 2,20m de profundidad). Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonalidad rojiza sin humedad y sin plasticidad, con gravillas síliceas milimétricas.

Nivel 3 (2,20m a 3,40m de profundidad). Arcillas limosas de tonalidad anaranjada-rosácea, muy húmedas y plásticas con gravas.

Nivel 4 (3,40m a 8,00m de profundidad). De 3,40 a 4,00m de profundidad, bolos síliceos.

- De 4,00 a 5,40m de profundidad, gravas síliceas redondeadas empastadas en una matriz arenosa.
- De 5,40 a 5,80m de profundidad, gravas síliceas redondeadas empastadas en una matriz arcillosa más húmeda y plástica.
- De 5,80 a 7,00m de profundidad, gravas, con poca matriz. De 7,00 a 8,00m de profundidad, gravas milimétricas empastadas en arcillas arenosas.

Nivel 5 (8,00m a 8,50m de profundidad). Limos algo arcillosos, anaranjados, con gravas síliceas milimétricas.

Fin del sondeo a 8,50m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua en el sondeo a las profundidades alcanzadas, en mediciones realizadas el día 14 de marzo de 2012.

### Sondeo 2

Nivel 1 (0,00m a 1,60m de profundidad). Zahorra artificial.

Nivel 2 (1,60m a 1,80m de profundidad). Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonalidad rojiza sin humedad y sin plasticidad, con gravillas síliceas milimétricas.

Nivel 3 (1,80m a 8,00m de profundidad).

- De 1,80 a 2,60m de profundidad, gravas síliceas centimétricas, redondeadas empastadas en una matriz arcillosa.
- De 2,60 a 5,40m de profundidad, gravas síliceas milimétricas empastadas en matriz arcillosa muy húmeda y plástica. Con algunos bolos centimétricos.
- De 5,40 a 7,00m de profundidad, bolos cuarcíticos centimétricos, empastados en matriz arenosa.
- De 7,00 a 8,00m de profundidad, gravas milimétricas empastadas en matriz limosa rojiza.

Fin del sondeo a 8,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua en el sondeo a las profundidades alcanzadas, en mediciones realizadas el día 16 de marzo de 2012.

### Sondeo 3

Nivel 1 (0,00m a 1,10m de profundidad). Zahorra artificial.

Nivel 2 (1,10m a 1,90m de profundidad). Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonalidad rojiza sin humedad y sin plasticidad, con gravillas síliceas milimétricas.

Nivel 3 (1,90m a 8,00m de profundidad).

- De 1,80 a 2,10m de profundidad, gravas síliceas, redondeadas empastadas en una matriz arenosa.
- De 2,10 a 2,80m de profundidad, gravas síliceas empastadas en matriz arcillosa muy húmeda y plástica.

- De 2,80 a 3,40m de profundidad, gravas centimétricas empastadas en matriz limosa rojiza.
- De 3,40 a 4,00m de profundidad, gravas centimétricas empapadas. De 4,00 a 4,90m de profundidad, gravas cuarcíticas centimétricas, empastadas en matriz arenosa muy fina sin humedad y sin plasticidad.
- De 4,90 a 5,30m de profundidad, bolos cuarcíticos centimétricos. De 5,30 a 5,90m de profundidad, gravas cuarcíticas centimétricas, empastadas en matriz arcillosa.
- De 5,90 a 8,00m de profundidad, gravas milimétricas empastadas en matriz limo-arenosa rojiza.

Fin del sondeo a 8,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua en el sondeo a las profundidades alcanzadas, en mediciones realizadas el día 15 de marzo de 2012.

### Sondeo 4

Nivel 1 (0,00m a 1,00m de profundidad). Zahorra artificial.

Nivel 2 (1,00m a 2,40m de profundidad). Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonalidad rojiza sin humedad y sin plasticidad, con gravillas síliceas milimétricas.

Nivel 3 (2,40m a 8,00m de profundidad).

- De 2,40 a 4,10m de profundidad, gravas síliceas, redondeadas empastadas en una matriz arenosa blanquecina.
- De 4,10 a 5,60m de profundidad, gravas síliceas empastadas en matriz arenosa empapada y poco plástica.
- De 5,60 a 6,00m de profundidad, gravas síliceas empastadas en matriz arenosa.
- De 6,00 a 6,40m de profundidad, bolos síliceos centimétricos.
- De 6,40 a 8,00m de profundidad, gravas síliceas empastadas en matriz arenosa empapada y poco plástica.

Fin del sondeo a 8,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático o nivel de agua en el sondeo a las profundidades alcanzadas, en mediciones realizadas el día 16 de marzo de 2012.

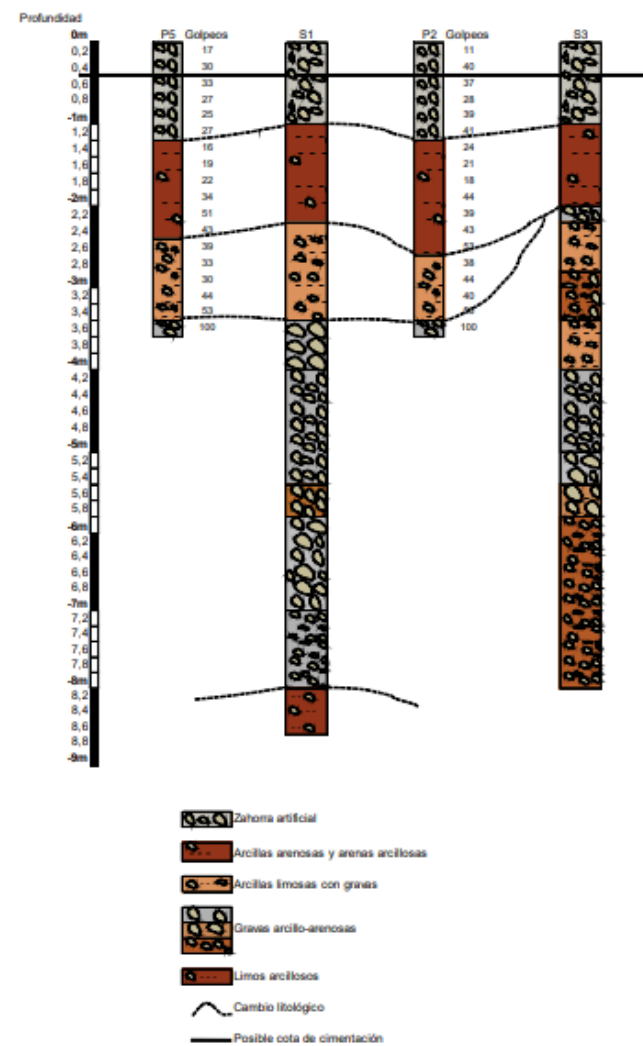


Ilustración 2: Columna litológica

A = Sección de la puntaza en cm<sup>2</sup> (20cm<sup>2</sup>)

## Resultados de los ensayos y gráficos de la penetración dinámica

Los siguientes resultados ofrecen la resistencia que el terreno opone a la penetración y para obtener dichos resultados se ha realizado a través de la fórmula de los “los holandeses”, que, pese a no estar normalizada, es la más empleada comúnmente.

A continuación, se observa la fórmula usada y su respectiva leyenda con un coeficiente de seguridad igual a 3.

$$R_d = M^2 * H / (e + e_1) * (M + P) * A$$

Donde:

$R_d$  = Resistencia dinámica en Kg/cm<sup>2</sup>

H = Altura de caída de la maza de 76 cm

P = Peso de las varillas en kg. +20 (Cada m de profundidad 6,155kg)

M = Peso de la masa en Kg. (63,50 Kg.)

e = Penetración cm./nº de golpes

$e_1$  = constante (0,5)

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Fecha 16/03/2012  
Nº Acta 01606/01

Nº EXPEDIENTE: 2621/12  
CLIENTE: Via Lluïda S.L.  
TIPO DE OBRA: Naves Industriales  
DIRECCIÓN: Calle Camí de la Mar nº5  
Sagunto, Valencia  
DESNIVEL A VIAL: 0m  
NIVEL FREÁTICO: No detectado

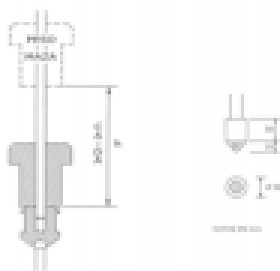
ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 1

Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = R_d/20$ (FS = 3) kg/cm <sup>2</sup>
0,2	15	1,63
0,4	28	2,42
0,6	27	2,34
0,8	41	2,09
1	38	2,75
1,2	20	1,85
1,4	23	2,00
1,6	20	1,81
1,8	15	1,46
2	15	1,44
2,2	57	2,50
2,4	35	2,40
2,6	43	2,63
2,8	30	2,15
3	51	2,78
3,2	64	3,02
3,4	100	3,46

Características del penetrómetro DPSH:

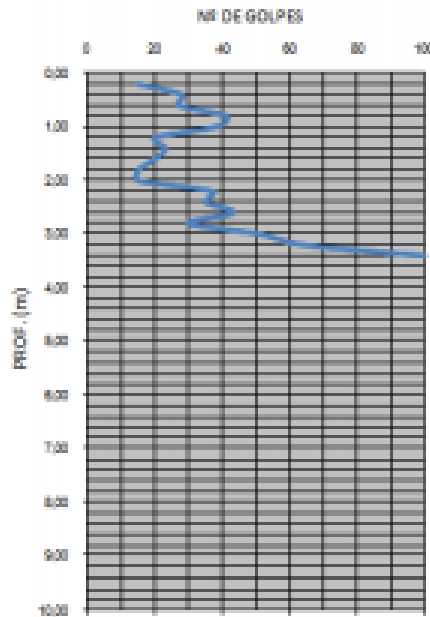
Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10  
Área de la puntaza: 20 cm<sup>2</sup>  
Altura de caída: 76 cm  
Peso de la maza: 63,5 kg  
Diámetro del varillaje: 3,2 cm  
Intervalo de golpes: 20 cm

ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 1

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
David Bernabé

Firma Jefe de Área GTC  
Negla María Millán

*[Firma manuscrita de David Bernabé]*

*[Firma manuscrita de Negla María Millán]*

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Fecha 16/03/2012  
Nº Acta 01606/02

Nº EXPEDIENTE: 2621/12  
CLIENTE: Via Lluïda S.L.  
TIPO DE OBRA: Naves Industriales  
DIRECCIÓN: Calle Camí de la Mar nº5  
Sagunto, Valencia  
DESNIVEL A VIAL: 0m  
NIVEL FREÁTICO: No detectado

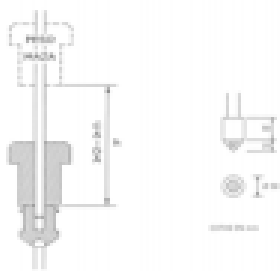
ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 2

Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = R_d/20$ (FS = 3) kg/cm <sup>2</sup>
0,2	11	1,29
0,4	40	2,94
0,6	37	2,79
0,8	28	2,35
1	39	2,78
1,2	41	2,82
1,4	24	2,08
1,6	21	1,86
1,8	18	1,66
2	44	2,76
2,2	39	2,57
2,4	43	2,67
2,6	53	2,90
2,8	38	2,45
3	44	2,60
3,2	40	2,45
3,4	53	2,76
3,6	100	3,42

Características del penetrómetro DPSH:

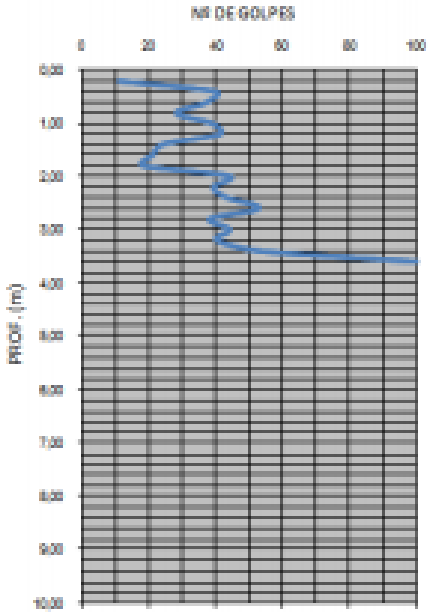
Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10  
Área de la puntaza: 20 cm<sup>2</sup>  
Altura de caída: 76 cm  
Peso de la maza: 63,5 kg  
Diámetro del varillaje: 3,2 cm  
Intervalo de golpes: 20 cm

ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 2

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
David Bernabé

Firma Jefe de Área GTC  
Negla María Millán

*[Firma manuscrita de David Bernabé]*

*[Firma manuscrita de Negla María Millán]*

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Fecha 16/03/2012

Nº Acta 01606/03

Nº EXPEDIENTE: 2621/12  
CLIENTE: Via Lúgida S.L.  
TIPO DE OBRA: Naves Industriales  
DIRECCIÓN: Calle Camí de la Mar nº5  
Sagunto, Valencia  
DESNIVEL A VIAL: 0m  
NIVEL FREÁTICO: No detectado

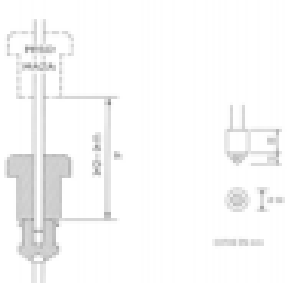
ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 3

Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = R_d/20$ (FS = 5) kg/cm <sup>2</sup>
0,2	50	1,19
0,4	34	2,70
0,6	30	2,49
0,8	30	2,45
1	33	2,55
1,2	24	2,09
1,4	12	1,27
1,6	16	1,55
1,8	26	2,11
2	32	2,35
2,2	47	2,81
2,4	21	1,77
2,6	40	2,54
2,8	100	3,59

Características del penetrómetro DPSH:

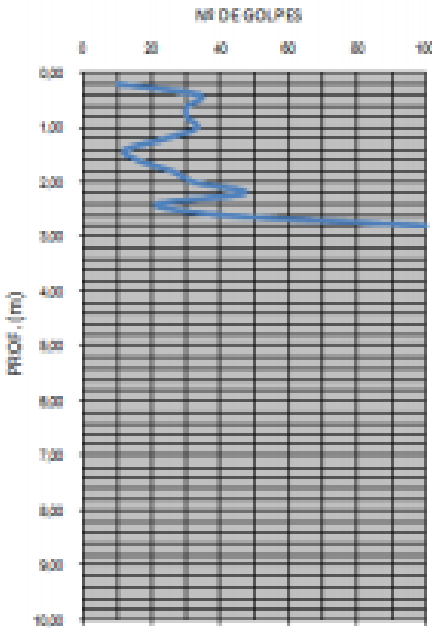
Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10  
Área de la puntaza: 20 cm<sup>2</sup>  
Altura de caída: 76 cm  
Peso de la maza: 63,5 kg  
Diámetro del varillaje: 3,2 cm  
Intervalo de golpeo: 20 cm

ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 3

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
David Bernabé

Firma Jefe de Área GTC  
Negia María Millán

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Fecha 16/03/2012

Nº Acta 01606/04

Nº EXPEDIENTE: 2621/12  
CLIENTE: Via Lúgida S.L.  
TIPO DE OBRA: Naves Industriales  
DIRECCIÓN: Calle Camí de la Mar nº5  
Sagunto, Valencia  
DESNIVEL A VIAL: 0m  
NIVEL FREÁTICO: No detectado

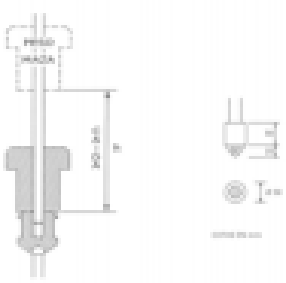
ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 4

Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = R_d/20$ (FS = 5) kg/cm <sup>2</sup>
0,2	53	1,38
0,4	43	3,05
0,6	25	2,23
0,8	27	2,30
1	28	2,75
1,2	35	2,60
1,4	17	1,64
1,6	15	1,48
1,8	17	1,59
2	25	2,03
2,2	38	2,54
2,4	30	2,21
2,6	57	2,99
2,8	100	3,59

Características del penetrómetro DPSH:

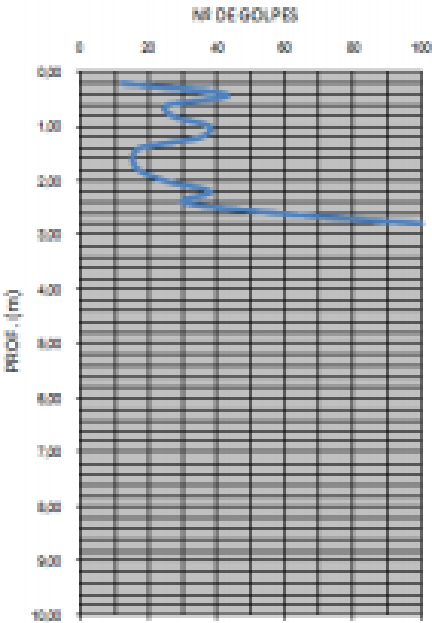
Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10  
Área de la puntaza: 20 cm<sup>2</sup>  
Altura de caída: 76 cm  
Peso de la maza: 63,5 kg  
Diámetro del varillaje: 3,2 cm  
Intervalo de golpeo: 20 cm

ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 4

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
David Bernabé

Firma Jefe de Área GTC  
Negia María Millán

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH**

Fecha: 16/09/2012

Nº Acta: 01606/06

Nº EXPEDIENTE:	2621/12
CLIENTE:	Via Lliquida S.L.
TIPO DE OBRA:	Naves Industriales
DIRECCIÓN:	Calle Camí de la Mar nº5 Sagunto, Valencia
DESNIVEL A VIAL:	0m
NIVEL FREÁTICO:	No detectado

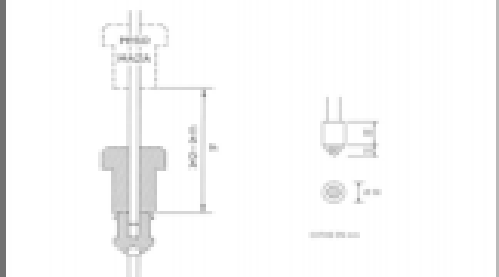
ENSAJO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 5

[illegible]

#### Características del penetrómetro DPSH:

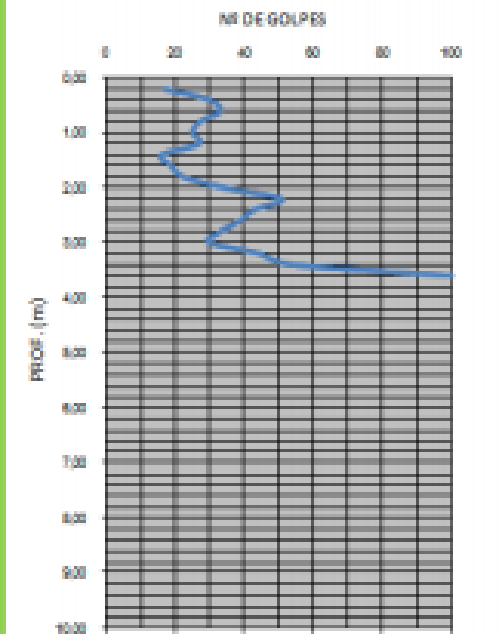
Maquinaria:	TECOPSA SPT-TEC 10
Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
Altura de caída:	76 cm
Peso de la maza:	63,5 kg
Diámetro del varillaje:	3,2 cm
Intervalo de golpes:	20 cm

### ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



## PENETRÓMETRO Nº 5

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
David Bennisbè

Firma Jefe de Área GTC  
Néstor María Millán

12



## Análisis geotécnico

### Tensión admisible

Se concluye tras los ensayos de penetración dinámica que se han realizado (ampliadas mediante la realización de sondeos) que la tensión admisible a considerar será  $Q_{adm} = 1,50 \text{ Kg/cm}^2$  en la parte superior del terreno que está formada por zahorra artificial. Sin embargo, bajo la capa de zahorra artificial se encuentra una capa de arcillas arenosas y arenas arcillosas, que de los informes elaborados se obtiene que la tensión admisible para el caso será de  $Q_{adm} = 2,50 \text{ Kg/cm}^2$  aproximadamente.

Es necesario mencionar que el suelo es muy homogéneo, lo que permite de forma sencilla evitar problemas de asientos diferenciales que se puedan ocasionar. No será necesario mejorar el suelo, aunque se recomienda que se rellene las zanjas con material seleccionado.

### Índice de excavabilidad

Según las tablas de HADJIGEORGIOU y SCOBLE, el índice de excavabilidad sería de entre 20 y 30, indicando que el terreno es de fácil excavación.

En la tabla que se muestra a continuación se observa como se ha obtenido dicho índice.

Índice de excavabilidad según HADJIGEORGIOU y SCOBLE (1990)					
Clase	1	2	3	4	5
Resistencia bajo carga puntual	0,5 0	0,5 - 1,5 10	1,5 - 2,0 15	2,0 - 3,5 20	> 3,5 25
Tamaño de bloque	Muy pequeño 30 5	Pequeño 10 - 30 15	Medio 3 - 10 30	Grande 1 - 3 45	Muy grande 1 50
Alteración	Completa 0,6	Alta 0,7	Moderada 0,8	Ligera 0,9	Nula 1,0
Disposición estructural relativa	Muy favorable 0,5	Favorable 0,7	Ligeramente favorable 1,0	Desfavorable 1,3	Muy desfavorable 1,5
Índice de excavabilidad	< 20	20 - 30	30 - 45	45 - 55	> 55
Facilidad de excavación	Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy Difícil	Voladura

Tabla 2: Índice de excavabilidad

## Nivel freático y agresividad

A día de los ensayos realizados, no se detecta nivel freático en el sector de estudio a la profundidad alcanzada en los sondeos.

Como ya se ha comentado en la introducción del anejo, los días que se ejecutaron los ensayos fueron entre el 14 y 16 de marzo de 2012.

## Recomendaciones

Debida a la facilidad de excavación, no va a ser necesaria el uso de maquinaria especial, pues se recomienda usar una retroexcavadora tipo mixta para la ejecución de las zanjas.

Como se ha comentado previamente la columna litológica del suelo está formada de zahorra artificial los primeros metros y arcillas arenosas y arenas arcillosas los siguientes. Por lo tanto, el talud tiene que decidirse según la cohesión y estabilidad del material.

No será necesaria ninguna acción para evitar problemas debida al agua ya que la zona carece de nivel freático, pero se recomienda no utilizar arcillas como relleno en zanjas, para permitir el drenaje de la infraestructura.

Finalmente, las recomendaciones ofrecidas serán corroboradas durante la apertura de las zanjas de cimentación para comprobar así que las características del subsuelo sean idénticas a las obtenidas en los puntos investigados. Las conclusiones que apuntamos las sometemos a consideración de la dirección facultativa, por ser ésta una interpretación de los puntos muestreados en correlación con los resultados obtenidos. Todas las consideraciones incluidas en este estudio se basan en los reconocimientos efectuados por lo que, dado el carácter puntual de los mismos, resulta interesante comprobar durante la ejecución de la cimentación que los resultados son generalizables al conjunto de los terrenos afectados por la construcción.