



# PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA AUDITORIO DEL AYUNTAMIENTO DE AUTOL (LA RIOJA)

marzo 2015

---

ESTUDIO GEOTECNICO



PROMOTOR: **EXCM. AYUNTAMIENTO DE AUTOL**

rstarquitectura

ARQ.: TOMÁS LÓPEZ RITUERTO, INMACULADA SANZ LAGUNA Y ERNESTO REINER ARANDA

# Proyecto Geotecnico



**PETICIONARIO: RST ARQUITECTURA**

AVDA PORTUGAL °N27-29 3° OFIC. 2 26001 LOGROÑO (LA RIOJA)

**OBRA: AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL**

Entecsa Rioja S.L.

Trabajo N°:  
214224942

Fecha:  
14/11/2014

Página 1 de 20  
(Documento 1 texto)

Este proyecto geotécnico sólo puede reproducirse parcialmente con la autorización por escrito de la empresa Entecsa® Rioja S.L

# Índice

## Documento 1. TEXTO

1	ANTECEDENTES.....	3
2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	3
3	OBJETO DEL PROYECTO GEOTECNICO.....	4
4	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR.....	4
4.1	DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACION DEL SOLAR.....	4
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA .....	4
5	CAMPAÑA GEOTECNICA.....	5
5.1	NORMATIVA UTILIZADA .....	5
5.2	TRABAJOS DE CAMPO, TOMA DE MUESTRAS.....	5
5.3	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	6
6	ENCUADRE GEOLOGICO. ESTRATIGRAFIA Y NATURALEZA DEL TERRENO.....	7
6.1	MAPA GEOLÓGICO Y LEYENDA DE LA ZONA.....	7
6.2	TECTÓNICA .....	8
6.3	GEOMORFOLOGÍA .....	8
6.4	SISMICIDAD .....	8
7	PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO.....	9
7.1	HIDROGEOLOGIA Y NIVEL FREÁTICO.....	9
8	PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.....	10
8.1	NIVEL DE RELLENO .....	10
8.2	ESTRATO DE ARCILLAS.....	11
8.3	ESTRATO DE GRAVAS.....	11
9	ANÁLISIS DE LA CIMENTACION.....	12
10	PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	13
10.1	CIMENTACIÓN MEDIANTE PILOTES.....	13
10.1.1	ASIENTO PILOTES .....	16
10.2	CIMENTACION MEDIANTE MICROPILOTES .....	16
10.2.1	ASIENTO MICROPILOTES.....	18
11	RESISTENCIA DEL TERRENO FRENTE A ACCIONES HORIZONTALES.....	18
12	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES .....	19

Documento 2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Documento 3. TRABAJOS DE CAMPO

Documento 4. REPORTAJE FOTOGRAFICO

## 1 ANTECEDENTES

RST Arquitectura solicita un presupuesto para la realización de un proyecto geotécnico de un terreno en el que se va a construir un auditorio.

Se hace llegar al personal del departamento de Geotécnica y Cimientos de Entecsa® Rioja S.L la siguiente documentación para la ejecución del proyecto geotécnico

- Plano de sección de la obra
- Plano de situación de la parcela

## 2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Para la ejecución de este Informe Geotécnico se realiza como trabajo de campo 1 sondeo y 2 penetrómetros. Además se ha realizado un reconocimiento en campo de la parcela. Con posterioridad y una vez realizados todos los ensayos de campo se han elaborado los correspondientes ensayos de laboratorio a las muestras seleccionadas, correspondiendo en este caso a los ensayos que se pueden observar en la tabla del Capítulo 5.3

Las secciones realizadas así como la testificación de los sondeos, constituyen una interpretación de los datos obtenidos en los mismos. De este modo asumimos esta interpretación como la más razonable, dentro de las limitaciones existentes por el carácter puntual de los reconocimientos realizados, lo que implica la existencia de otras interpretaciones posibles.

Este informe se realiza a partir de los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio, de tal modo que los mismos han sido interpretados y correlacionados a toda el área de estudio. Existen puntos de la parcela en los que se han realizado reconocimiento y que por lo tanto no se encuentran definidos, por lo que es probable que existan variaciones asumibles.

### 3 OBJETO DEL PROYECTO GEOTECNICO

El objeto de este proyecto geotécnico es dar a conocer al peticionario y al proyectista el perfil del terreno existente en la parcela (determinar la naturaleza, espesor y distribución de los materiales que aparecen en la zona de estudio), las características y propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio, situar el nivel freático, determinar la carga admisible del terreno (con objeto de recomendar la cimentación más apropiada y estimar los asentamientos generados bajo estas condiciones), y otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno, tipo de hormigón a utilizar en función de la agresividad del terreno y otras recomendaciones que se consideren oportunas, con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de las estructuras proyectadas.

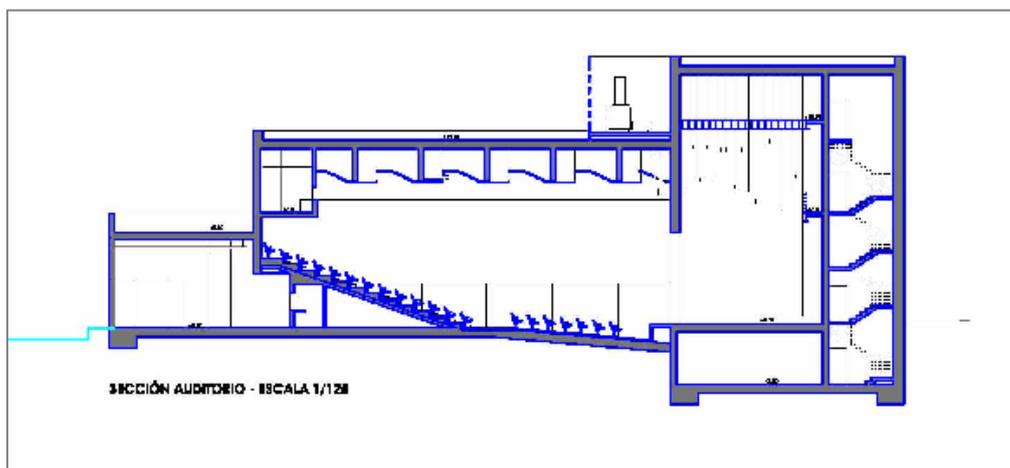
### 4 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR

#### 4.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL SOLAR

Parcela de derribo que es medianera en la zona sur y oeste con otros edificios. La zona norte presenta huertas. Apenas hay diferencia de cotas dentro de la parcela, situándose el P2, 0.5 m por debajo del S y P1.

#### 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

Se ha proyectado la realización de un auditorio B+1. La zona sur va a presentar sótano (zona bajo escena)



## 5 CAMPAÑA GEOTECNICA

Se determina la realización de la Campaña según el CTE

### 5.1 NORMATIVA UTILIZADA

- Código Técnico de la Edificación. Documento básico SE-C: Cimientos
- NCSE-02. Norma de la construcción sismorresistente: Parte general y edificación
- Normas UNE, relativas a los procedimientos de ensayo ejecutados “in situ” o en el laboratorio
- Normas EHE. Instrucción de hormigón estructural.

### 5.2 TRABAJOS DE CAMPO, TOMA DE MUESTRAS

A partir de la recopilación de datos urbanísticos y topográficos del solar, de la tipología prevista de la nueva edificación, la superficie construida en planta de la misma y de datos referentes al tipo de terreno de la zona de estudio, se puede clasificar, el terreno a estudiar y la edificación proyectada (según el Documento Básico SE-C: Seguridad estructural: Cimientos, del CTE, en su punto 3: *Estudios Geotécnicos*, apartado 3.2: *Reconocimiento del terreno*, artículo 3.2.1. *Programación*), de la siguiente manera:

Tipo de Construcción	Metros cuadrados	Tipo de Terreno
C1	> 300	T1

Se han utilizado las siguientes técnicas de prospección del terreno:

- ❖ 1 Sondeo mecánico a rotación con extracción continua de muestra.
- ❖ 2 Pruebas de penetración dinámica superpesada, según Norma UNE 103801/94
- ❖ 4 Pruebas de penetración standard, según Norma UNE 103800/92

### 5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Código muestra	Procedencia	Tipo de Muestra	Ensayos										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
224942-AT-REL-SONM1	Sondeo a 1.0 m	alterada	*		*	*	*		*				
224942-AT-ARC-SONM2	Sondeo a 4.0 m	alterada	*		*	*	*		*				
224942-AT-GRA-SONM3	Sondeo a 6.5 m	alterada	*		*	*	*		*				

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/Norma UNE 103300:1993
2. Determinación de la densidad de un suelo s/Norma UNE 103301:1994
3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/Norma UNE 103101:1995
4. Determinación del límite líquido de un suelo, método de Casagrande, s/Norma UNE 103103:1994
5. Determinación del límite plástico de un suelo s/Norma UNE 103104:1993
6. Determinación de la expansividad de un suelo en aparato Lambe, s/Norma UNE 103600:1996
7. Determinación de la agresividad de un suelo según EHE-08
8. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/Norma UNE 103400:1993
9. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/Norma UNE 103401:1998
10. Determinación de la agresividad de un agua según EHE-08
11. Geotécnia. Ensayo consolidación unidimensional de suelo en edómetro, s/Norma UNE 103405:1994



## 6.2 TECTÓNICA

Toda la Formación Arnedo tiene una estructura domiforme, que se corresponde con el cierre periclinal de un anticlinal, cuyos flancos están formados por las unidades superiores de la Formación Arnedo y los Yesos de Autol.

El núcleo de esta estructura está constituido por los materiales detríticos de la Formación Arnedo, y se presenta cortado en la zona suroccidental por el borde mesozoico, y presenta una serie de pequeños pliegues paralelos de dirección ONO-ESE, sucediéndose desde el Norte de Préjano hasta el NE de Arnedo.

Otros sedimentos terciarios están afectados por movimientos halocinéticos formando pliegues debidos al movimiento de los yesos centrales de la cubeta, los yesos de Autol.

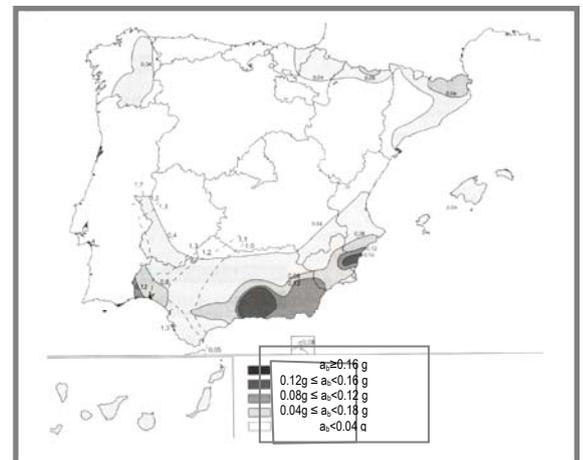
## 6.3 GEOMORFOLOGÍA

Señalar el afecto modelar de la red fluvial sobre la zona, responsable tanto de la formación de los distintos niveles de terraza como de su posterior modelado, modelado que se ve complementado por la acción antrópica, principalmente de tipo agrícola.

## 6.4 SISMICIDAD

El territorio nacional se encuentra dividido en zonas sísmicas:

- ❑ Con aceleración sísmica de  $a_b < 0.04$  g
- ❑ Con aceleración sísmica de  $0.04g < a_b < 0.08g$
- ❑ Con aceleración sísmica de  $0.08g < a_b < 0.12g$
- ❑ Con aceleración sísmica de  $0.12g < a_b < 0.16g$
- ❑ Con aceleración sísmica de  $0.08g < a_b$

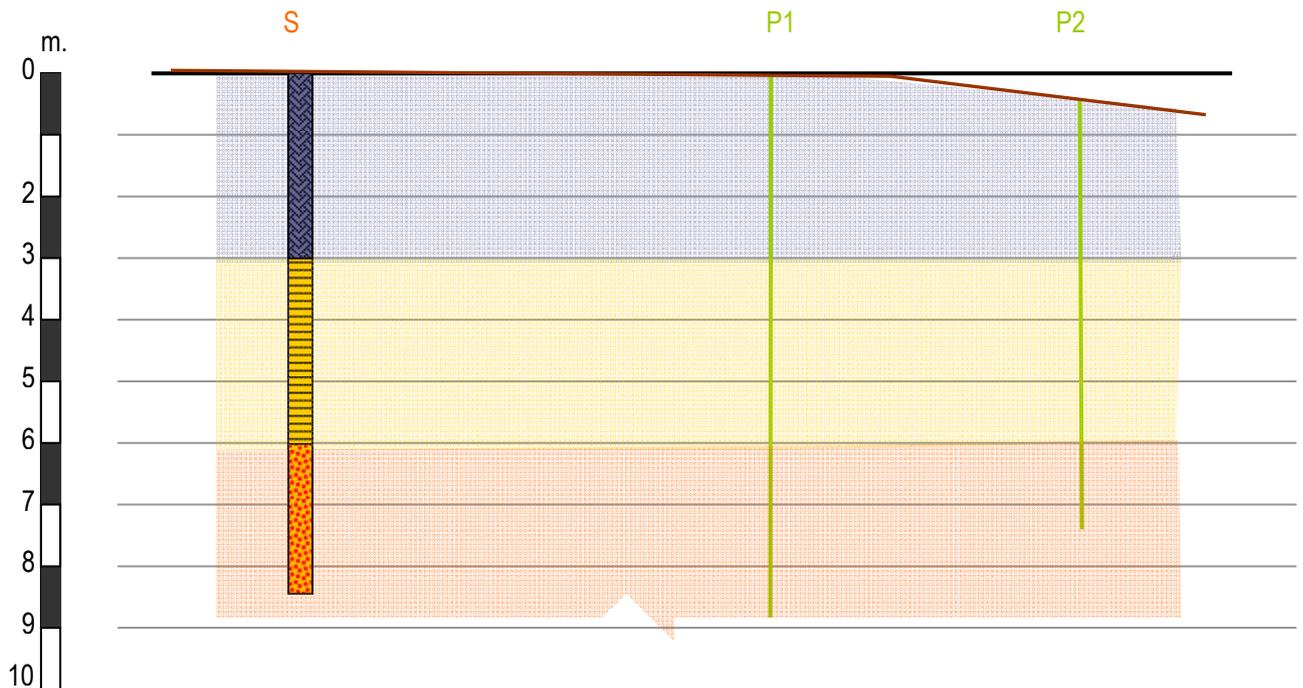


La aceleración sísmica viene definida por la expresión:  $a = S \times \rho \times a_b$ , siendo  $\rho$  = coeficiente de riesgo en función del periodo de vida con el que se proyecta la construcción y  $S$  un coeficiente de amplificación de terreno dependiente del valor de  $\rho \times a_b$ .

Dado que el área donde se ubica la zona de estudio está caracterizada por tener una aceleración sísmica menor de 0.04, según la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02) no será necesario tomar en consideración medidas contra de los efectos sísmicos en las estructuras de la edificación.

## 7 PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

El perfil litológico existente en profundidad es el siguiente



### 7.1 HIDROGEOLOGIA Y NIVEL FREÁTICO

En la fecha de realización del estudio de campo (Noviembre) no se ha encontrado agua al realizar el sondeo. No obstante, en el P1 ha salido muy húmeda la última varilla ( 8 -9 m ).

Se debe tener en cuenta que el nivel freático no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas, decrecidas o estiajes, así como por la frecuencia de precipitaciones en las diferentes estaciones.

## 8 PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas (los resultados pueden consultarse en el documento 2: ensayos de laboratorio).

A continuación se describen las características geotécnicas de los materiales que aparecen

- ❑ Nivel de relleno
- ❑ Estrato de arcillas
- ❑ Estrato de gravas

### 8.1 NIVEL DE RELLENO

CLASIFICACION			
Límites de Atterberg, %	L. Líquido ( $w_p$ )	L. Plástico ( $w_L$ )	I. Plasticidad ( $I_p$ )
	31.0	17.4	13.6
PROPIEDADES MECANICAS			
Cohesión, C	$\approx 0.0-0.1 \text{ kg/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, $\Phi$	$\approx 15-17^\circ$ *
Ensayo penetración	N <sub>20</sub> D.P.S.H.	N <sub>30</sub> S.P.T. (Rp)	Ripabilidad
	1-2 (cohesivo) y 6-14 (el granular)	5	
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS			
Densidad, $\gamma$	1.7 gr/cm <sup>3</sup> *	Humedad	19.2 %
Coefficiente de permeabilidad, $K_z$	10 <sup>-4</sup> m/s*		
Contenido de sulfatos solubles	0.06 %, terreno no agresivo al hormigón		

\*→ Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en infinidad de ocasiones y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida. S.U.C.S.: Sistema Unificado Clasificación Suelos

## 8.2 ESTRATO DE ARCILLAS

CLASIFICACION				
Clasificación S.U.C.S.	CL			
Limites de Atterberg, %	L. Líquido (w <sub>P</sub> )	L. Plástico (w <sub>L</sub> )	I. Plasticidad (I <sub>p</sub> )	
	34.0	24.55	9.45	
PROPIEDADES MECANICAS				
Cohesión, C	≈ 0.2 kg/cm <sup>2</sup> *	Angulo rozamiento interno, Φ	≈ 20-21° *	
Modulo de deformación, E <sub>0</sub>	≈ de < 80 kg/cm <sup>2</sup> *			
Módulo balasto (30 x 30 cm), K <sub>S1</sub>	≈ de 1.5 kg/cm <sup>3</sup> *			
Coeficiente de Poisson, ν	0.4			
Ensayo penetración	N <sub>20</sub> D.P.S.H.	N <sub>30</sub> S.P.T. (Rp)	Ripabilidad,	ALTA
	1-6	10		
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS				
Densidad, γ	1.8 gr/cm <sup>3</sup> *	Humedad	22.0 %	
Coeficiente de permeabilidad, K <sub>z</sub>	10 <sup>-7</sup> m/s*			
Contenido de sulfatos solubles	0.06 %, terreno no agresivo al hormigón			

## 8.3 ESTRATO DE GRAVAS

CLASIFICACION				
Clasificación S.U.C.S.	GW-GM			
Limites de Atterberg, %	NO PLASTICO			
PROPIEDADES MECANICAS				
Cohesión, C	≈ 0.0 kg/cm <sup>2</sup> *	Angulo rozamiento interno, Φ	≈ 33-35° *	
Modulo de deformación, E <sub>0</sub>	≈ de 400-1000 kg/cm <sup>2</sup> *			
Módulo balasto (30 x 30 cm), K <sub>S1</sub>	≈ de 6.0-15.0 kg/cm <sup>3</sup> *			
Coeficiente de Poisson, ν	0.3			
Ensayo penetración	N <sub>20</sub> D.P.S.H.	N <sub>30</sub> S.P.T. (Rp)	Ripabilidad	media
	9-Rzo	37		
PARAMETROS FISICO- QUIMICOS				
Densidad, γ	2.2 gr/cm <sup>3</sup> *	Humedad	6.0 %	
Coeficiente de permeabilidad, K <sub>z</sub>	10 <sup>-1</sup> m/s*			
Contenido de sulfatos solubles	0.06 %, terreno no agresivo al hormigón			

\*→ Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en ininidad de ocasiones y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida. S.U.C.S.: Sistema Unificado Clasificación Suelos

## 9 ANALISIS DE LA CIMENTACION

A continuación analizamos los tipos de cimentaciones que según nuestro criterio, y después de haber realizado el pertinente trabajo de campo y de laboratorio, se podrán realizar para ejecutar la cimentación de la obra proyectada

**Cimentación mediante pilotes o micropilotes empotrados en el estrato de gravas (terreno natural) a partir de 6.0 m. La presión de diseño para este tipo de cimentación dependerá tanto del tipo y diámetro del pilote/micropilote elegido como del empotramiento del mismo en el estrato resistente.**

La elección del tipo y diámetro de los pilotes/micropilotes se deja en manos de la dirección facultativa de la obra.

Existe una zona donde se va a excavar sótano y es medianera (zona sur). Se deberán contener las paredes de dicha excavación con los elementos de contención mas apropiados para evitar el descalce las viviendas contiguas (pantallas de micropilotes, pilotes,...etc)

Cualquiera de estas posibilidades de cimentación se podrá ejecutar, siendo la dirección facultativa de la obra la que determine cual de ellas se ajusta mas al proyecto realizado.

## 10 PARÁMETROS DE CÁLCULO

### 10.1 CIMENTACIÓN MEDIANTE PILOTES

La cimentación por pilotaje puede definirse como la infraestructura encargada de transmitir a capas profundas del terreno las cargas transmitidas por los pilares a través de elementos estructurales lineales y gran longitud en relación a su sección transversal.

La carga admisible para este tipo de cimentación dependerá tanto del diámetro del pilote como del empotramiento en el estrato resistente.

#### ROZAMIENTO NEGATIVO

La situación de rozamiento negativo, se produce cuando el asiento del terreno circundante al pilote es mayor que el asiento del propio pilote. En esta situación el pilote soporta, además de la carga que le transmite la estructura, parte del peso del terreno.

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi}$$

Donde:

$i$  = cada una de las unidades geotécnicas consideradas a lo largo del pilote

$\beta = 0.25$  en arcillas y limos blandos,  $0.1$  en arenas flojas y  $0.8$  en arenas densas

$\sigma'_{vi}$  = tensión efectiva en el punto del fuste considerado

#### CARGA DE HUNDIMIENTO

La resistencia característica al hundimiento de un pilote aislado, se considerará dividida en dos partes, resistencia por punta y resistencia por fuste:

$$R_{CK} = R_{PK} + R_{FK}$$

Siendo:

La parte de la resistencia, soportada por la punta  $R_{PK} = q_p \cdot A_p$

$q_p$  = la resistencia unitaria por punta

$A_p$  = es el área de la punta)

La parte de la resistencia soportada en el fuste  $R_{FK} = \int_0^L \tau_f \cdot p_f \cdot dz$

$\tau_f$  = Resistencia unitaria por fuste

$p_f$  = perímetro transversal de la sección del pilote

$z$  = profundidad del pilote (contada desde la parte superior en contacto con el terreno)

$L$  = Longitud del pilote

### CÁLCULO DE RESISTENCIAS UNITARIAS POR PUNTA ( $q_p$ ) Y POR FUSTE ( $\tau_f$ ), MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS

$$q_p = f_p \cdot \sigma'_{vp} \cdot N_q \leq 20 \text{ (Mpa)}$$

$f_p$  = 3 para pilotes hincados y 2.5 para pilotes hormigonados in situ

$\sigma'_{vp}$  : Presión vertical efectiva a nivel de la punta, antes de instalar el pilote.(=  $\gamma \cdot D$ ; donde D es la distancia a la punta del pilote)

**Nq**: Factor de capacidad de carga, dependiente de el ángulo de rozamiento interno del suelo

$$\left( = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \cdot e^{\pi \tan\phi} \right)$$

$$\tau_f = k_f \cdot \sigma'_v \cdot \tan\phi \cdot f \text{ (Kpa)}$$

$k_f$ : Coeficiente de empuje horizontal ( = 1 para pilotes hincados y 0.75 para pilotes perforados)

$\sigma'_v$  : Presión vertical efectiva en el nivel considerado (=  $\gamma \cdot D$ )

$\Phi$ : Angulo de rozamiento interno

**f**: factor de reducción del rozamiento del fuste (= 1 para pilotes de hormigón in situ y 0.9 para pilotes hincados)

Se desaconseja la realización de pilotes hincados dado que se pueden generar patologías en los edificios adyacentes por las vibraciones generadas en su ejecución.

MATERIAL	TIPO DE PILOTE	$q_p$ (kg/cm <sup>2</sup> ) A LARGO PLAZO	$\tau_f$ (kg/cm <sup>2</sup> ) A LARGO PLAZO
ARCILLAS	HORMIGONADO IN SITU	---	0.1

MATERIAL	TIPO DE PILOTE	$q_p$ (kg/cm <sup>2</sup> ) A LARGO PLAZO	$\tau_f$ (kg/cm <sup>2</sup> ) A LARGO PLAZO
GRAVAS	HORMIGONADO IN SITU (empotrados 2.0 m)	57	0.3
	HORMIGONADO IN SITU (empotrados 3.0 m)	67	0.3
	HORMIGONADO IN SITU (empotrados 4.0 m)	77	0.3

### 10.1.1 ASIENTO PILOTES

SE PUEDE ADOPTAR LA SIMPLIFICACIÓN DE QUE EL ASIENTO DEL PILOTE VERTICAL AISLADO SOMETIDO A UNA CARGA VERTICAL, EN SU CABEZA, IGUAL A LA MÁXIMA RECOMENDADA POR RAZONES DE HUNDIMIENTO, ES APROXIMADAMENTE EL 1% DE SU DIÁMETRO MAS EL ACORTAMIENTO ELÁSTICO DEL PILOTE

**Asiento de un pilote individual aislado  $s_i$ , considerando el acortamiento elástico será:**

$$s_i = \left[ \frac{D}{40R_{ck}} + \frac{\ell_1 + \alpha\ell_2}{AE} \right] P$$

Donde:

D: Diámetro del pilote

P: Carga sobre la cabeza

$R_{ck}$  : Carga de hundimiento

$\ell_1 + \ell_2$  : Longitud del pilote fuera y dentro del terreno, respectivamente

A: Área de la sección transversal del pilote

E: Módulo de elasticidad del pilote

$\alpha = 1$  para pilotes que trabajan principalmente por punta y 0.5 para aquellos que trabajan principalmente por fuste, para casos intermedios

$$\alpha = \frac{1}{R_{ck}} (0.5 \cdot R_{fk} + R_{pk})$$

### 10.2 CIMENTACION MEDIANTE MICROPILOTES

Se denomina micropilote elemento cilíndrico armado con tubería de acero e inyectado con lechada o mortero de cemento y, cuyo diámetro, no supere los 300 milímetros.

Longitud del micropilote aislado : Se determina con el valor de la carga que recibe del encepado superior (Q) y la resistencia unitaria por fuste ( $\zeta$ ) de los diferentes estratos en profundidad.

$$L = Q / (\pi \times \Phi \times \zeta)$$

Siendo:

L= Longitud

$\pi$ = Pi

$\Phi$ = Diámetro del micropilote

$\zeta$  = Resistencia unitaria por fuste admisible

### Tope estructural del micropilote aislado

$$\text{Tope estructural} = ((\text{Mortero} + \text{Acero}) / \text{Seguridad}) = ((0.85 \times A_c \times f_{cd} + A_s \times f_{yd}) / F)$$

Siendo:

$A_c$  = Sección del mortero

$f_{cd}$  = Resistencia del cálculo del mortero (valor mínimo = 250 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días)

$A_s$  = Sección del acero (armadura tubular)

$f_{yd}$  = Resistencia de cálculo del acero (mínimo 5000 kp/cm<sup>2</sup>)

F = Factor de seguridad (2.2)

A continuación damos los valores obtenidos por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida según AETESS\* , CEDEX y SEMSIG (en cada caso debe aplicarse los diámetros de los micropilotes que la dirección técnica haya decidido utilizar para la cimentación)

\*Asociación de Empresas de la Tecnología del Suelo y Subsuelo, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas , Sociedad Española de mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica.

### CALCULO DE RESISTENCIA POR FUSTE

#### *ESTRATO DE ARCILLAS*

La  $q_f$  (resistencia unitaria por fuste) presentará unos valores entre 1.3-2.0 kp/cm<sup>2</sup>

#### *ESTRATO DE GRAVAS*

La  $q_f$  (resistencia unitaria por fuste) presentará unos valores entre 2.2-3.5 kp/cm<sup>2</sup>

Para hallar la resistencia unitaria admisible ( $q_f$ , adm) se deberá aplicar un coeficiente de seguridad de 1.65 .

CALCULO DE RESISTENCIA POR PUNTA (este valor es bajo debido a la pequeña sección que presenta el micropilote)

$$R_p = \text{área de la punta del micropilote} (\pi \times r^2) \times Q_{pe} \quad Q_{pe} = (0.07 \times \text{resistencia a compresión simple})$$

$$\pi = P_i$$

\*→ Valor estimado por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida AETESS\* CEDEX y SEMSIG

## 10.2.1 ASIENTO MICROPILOTES

Para determinar el ASIENTO ESTIMADO DE LOS MICROPILOTES, y en función de los distintos materiales en los que se empotren, se utilizarán las siguientes fórmulas:

### EMPOTRAMIENTO EN ROCA (G ≤ III)

Acortamiento elástico del pilote

### EMPOTRAMIENTO EN TERRENO GRANULAR

$$S = ((9 * E_N / Q_{lim}) - 2) * (D / 90) \quad (\text{Fórmulas recetarias de Meyerhof})$$

$E_N$  = Esfuerzo nominal o de servicio

$Q_{lim}$  = Carga límite o de hundimiento del terreno ( $Q_{adm}$  sin los coeficientes de minoración)

$D$  = diámetro del pilote

### EMPOTRAMIENTO EN TERRENO COHERENTE

$$S = (0.6 * E_N) / (R_p * L)$$

$R_p$  = resistencia a la penetración estática del terreno  $\approx 7.50 q_u$

$L$  = longitud del pilote

## 11 RESISTENCIA DEL TERRENO FRENTE A ACCIONES HORIZONTALES

### EMPUJE ACTIVO

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) = 0.5$$

### EMPUJE PASIVO

$$K_p = \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) = 2.0$$

## 12 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

### PERFIL DEL TERRENO:

- Ver punto 7 : Perfil litológico del terreno

### AGRESIVIDAD DEL TERRENO:

Según los ensayos Químicos realizados en laboratorio, el terreno no es agresivo al hormigón

### NIVEL FREÁTICO:

En la fecha de realización del estudio de campo (Noviembre) no se ha encontrado agua al realizar el sondeo. No obstante, en el P1 ha salido muy húmeda la última varilla ( 8-9 m ).

Se debe tener en cuenta que el nivel freático no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas, decrecidas o estiajes, así como por la frecuencia de precipitaciones en las diferentes estaciones.

### HORMIGÓN:

- Requisitos generales:

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se debe cumplir la *máxima relación agua/cemento* y el *mínimo contenido de cemento* recogidos en la EHE Tabla 37.3.2.a:

Parámetros de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICION												
		I	II a	II b	III a	III b	III c	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Máxima relación a/c	Masa	0.65	---	---	---	---	---	---	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5
	Armado	0.65	0.6	0.55	0.5	0.5	0.45	0.5	0.5	0.5	0.45	0.55	0.5	0.5
	Pretensado	0.6	0.6	0.55	0.5	0.45	0.45	0.45	0.5	0.45	0.45	0.55	0.5	0.5
Mínimo contenido de cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa	200	---	---	---	---	---	---	275	300	325	275	300	275
	Armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	Pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

La CLASE DE EXPOSICIÓN según el tipo de ambiente y la agresividad al terreno es: IIa\*

\*nota (datos sacados de la tabla 8.2.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE))

**IIa: Exposición de Clase Normal y Subclase Humedad Alta**

## SISMICIDAD

No se deberán tomar medidas

## EXCAVABILIDAD DEL TERRENO:

La excavabilidad del terreno es alta, es decir la excavación de la cimentación se podrá realizar con una retroexcavadora convencional,

## TALUDES:

La presencia de rellenos superficiales bajo aceras, bordillos y demás obras de acondicionamiento de la calzada, deberán de ser contenidos al realizar cualquier tipo de la excavación de los mismos, ya que éstos se podrán desprender fácilmente y provocar un desprendimiento por arrastre de parte del material sobre el que se depositen.

En el relleno, y debido a la presencia de medianeras, los taludes no se mantendrán temporalmente subverticales durante la obra, por lo que será necesario la toma de medidas de contención de las paredes durante y tras la excavación de los sótanos (pantallas de micropilotes, pilotes, ...etc).

## CIMENTACIÓN Y PRESION DE DISEÑO:

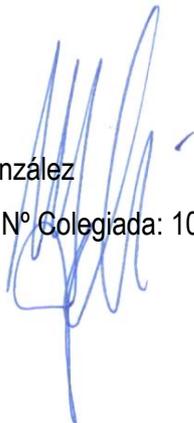
**Cimentación mediante pilotes o micropilotes empotrados en el estrato de gravas (terreno natural) a partir de 6.0 m. La presión de diseño para este tipo de cimentación dependerá tanto del tipo y diámetro del pilote/micropilote elegido como del empotramiento del mismo en el estrato resistente.**

La elección del tipo y diámetro de los pilotes/micropilotes se deja en manos de la dirección facultativa de la obra.

Logroño, a 14 de Noviembre de 2014

Fdo:

Marian Marqués González  
I.Técnica Industrial: N° Colegiada: 1017  
Dtra. Técnica



Fdo:

Fernando Aláez Farreres  
Geólogo. N° de Colegiado: 5496





**Documento 2**

# **Ensayos de Laboratorio**

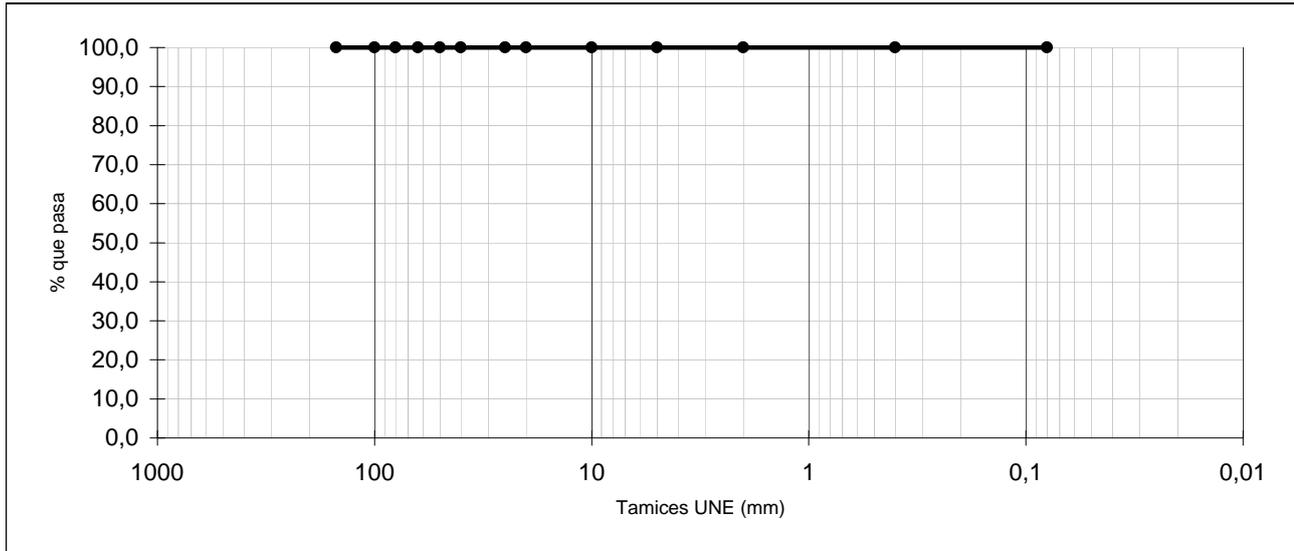
<b>Peticionario</b>	<b>RST ARQUITECTURA</b>				
<b>Obra</b>	<b>AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL</b>				
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Procedencia de la muestra
22222	214224942	13/11/2014	13/11/2014	RELLENO	SONDEO A 1.0 M

Identificación de la muestra: **224942-AT-REL-SON-M1**

Ensayos: DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO - UNE 103101:95  
 DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:94/UNE 103104:93  
 DETERMINACION DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA - UNE 103300:93  
 DETERMINACION DE SULFATOS - ANEJO 5 EHE

Destinatario: **RST ARQUITECTURA  
 AVDA PORTUGAL Nº27-29 3º OFIC. 2  
 26001 - LOGROÑO  
 LA RIOJA**

**ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101/95)**



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

<b>LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103 104/ 93, UNE 103 103/ 94)</b>	
LIMITE LIQUIDO	31,00
LIMITE PLASTICO	17,40
INDICE DE PLASTICIDAD	13,60

<b>DETERMINACION DE LA HUMEDAD (UNE 103300:1993)</b>	
HUMEDAD NATURAL (%)	19,26

<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO EN SULFATOS ANEJO EHE</b>	
CONTENIDO EN SULFATOS (%)	0,06

<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	
<b>RELLENO</b>	

Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**



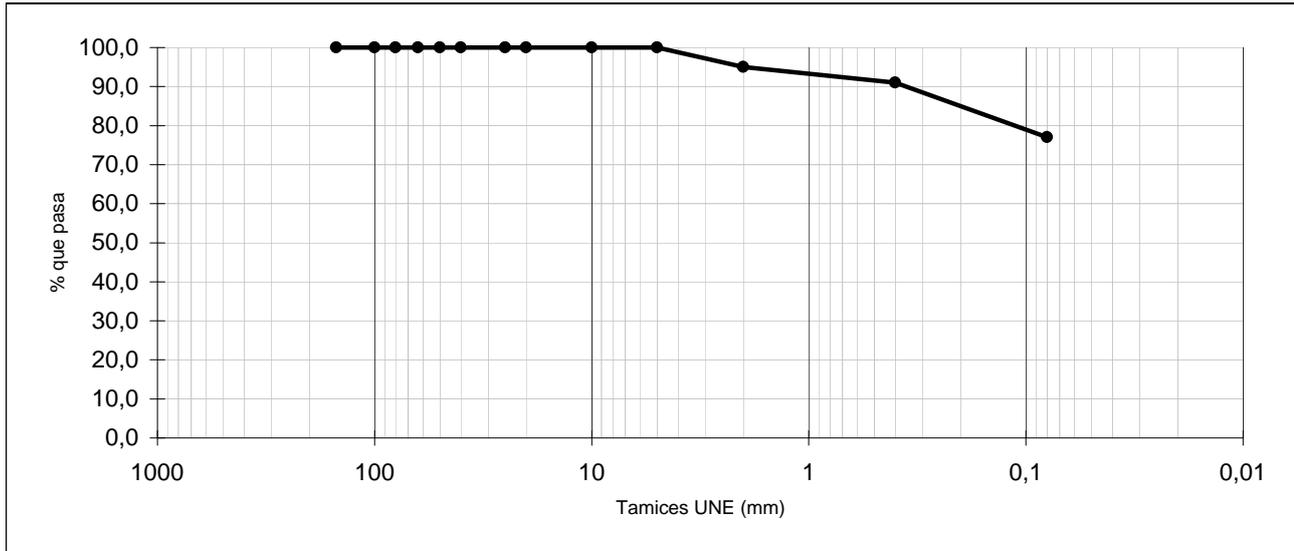

<b>Peticionario</b>	<b>RST ARQUITECTURA</b>				
<b>Obra</b>	<b>AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL</b>				
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Procedencia de la muestra
22223	214224942	13/11/2014	13/11/2014	ARCILLAS NEGRUZZAS	SONDEO A 4.0 M

Identificación de la muestra: **224942-AT-ARC-SON-M2**

Ensayos: DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO - UNE 103101:95  
 DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:94/UNE 103104:93  
 DETERMINACION DE LA HUMEDAD MEDIANTE SECADO EN ESTUFA - UNE 103300:93  
 DETERMINACION DE SULFATOS - ANEJO 5 EHE

Destinatario: **RST ARQUITECTURA  
 AVDA PORTUGAL Nº27-29 3º OFIC. 2  
 26001 - LOGROÑO  
 LA RIOJA**

**ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101/95)**



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	91,0	77,0

<b>LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103 104/ 93, UNE 103 103/ 94)</b>	
LIMITE LIQUIDO	<b>34,00</b>
LIMITE PLASTICO	<b>24,55</b>
INDICE DE PLASTICIDAD	<b>9,45</b>

<b>DETERMINACION DE LA HUMEDAD (UNE 103300:1993)</b>	
HUMEDAD NATURAL (%)	<b>22,04</b>

<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO EN SULFATOS ANEJO EHE</b>	
CONTENIDO EN SULFATOS (%)	<b>0,09</b>

<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	
<b>CL-ML</b>	

Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**



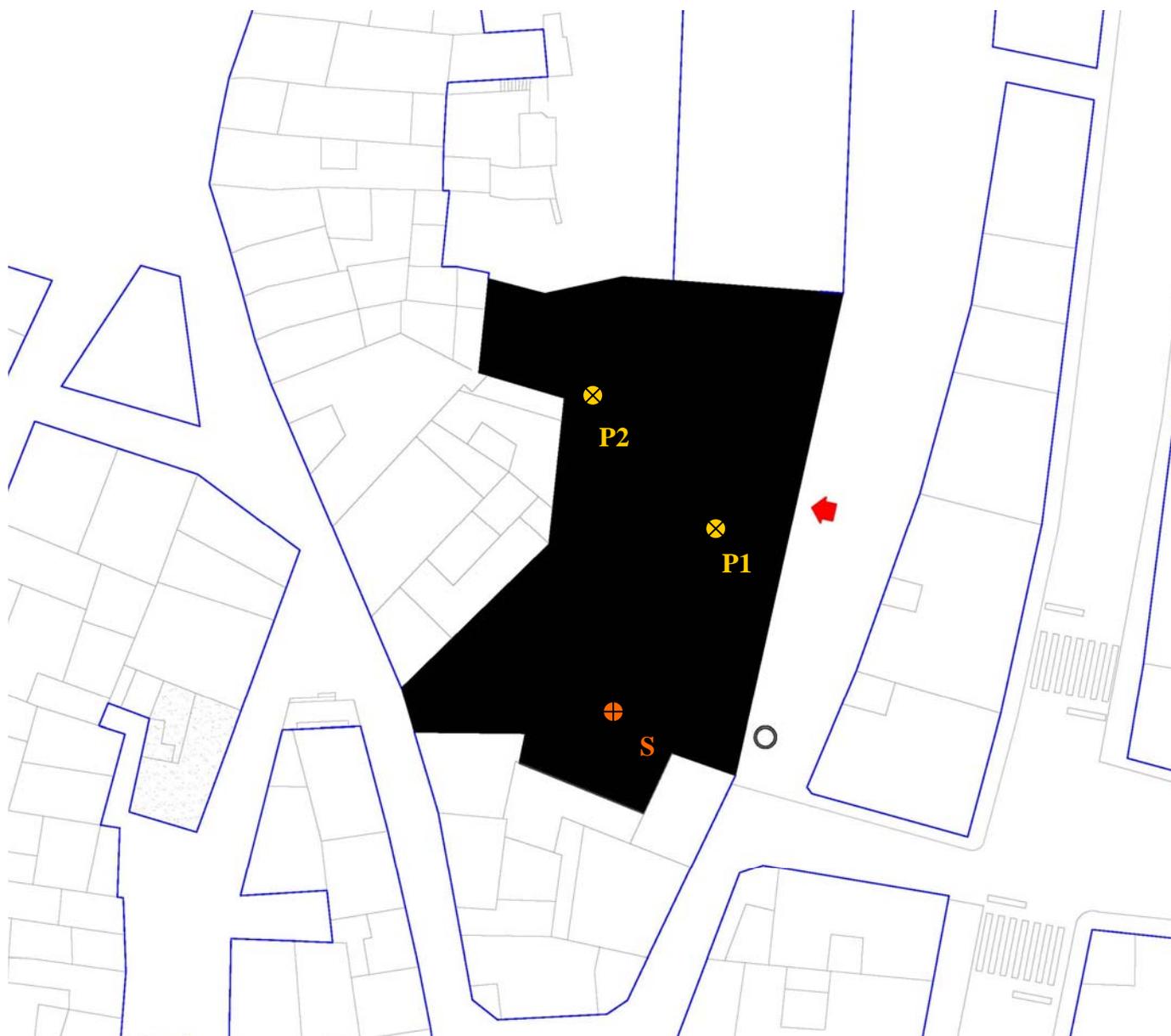





**Documento 3**

# **Trabajos de Campo**

## SITUACION DE LOS PUNTOS DE INVESTIGACION



### Leyenda:

- P1; Penetrometro nº 1
- P2; Penetrometro nº 2
- S: Sondeo

## **Sondeo a rotación con extracción continua de muestra y ejecución de ensayos de penetración S.P.T.**

El sondeo se realiza a rotación con obtención continua de muestra mediante batería provista de corona de widia.

La maquina empleada es una sonda rotativa automática tipo TP-30 TECOINSA

Para obtener una orden de magnitud acerca de la capacidad portante del terreno se realizaron diversos ensayos de penetración (S.P.T), a distintas profundidades.

El S.P.T consiste en lo siguiente: Se trata de contar el numero de golpes necesario para hincar 30 cms (15 + 15) un tomamuestras de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63.5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cms.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cms, en tramos de 15 cms, contándose los golpes para los 30 centrales. Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm, en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.

Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático TECOINSA que cumple las siguientes normas: N. I. De la SIMSFE y D.P.S.H, y que está previsto de cuentagolpes electrónico digital.

Asimismo se toman varias muestras inalteradas a percusión mediante un tomamuestras G.M.P.V de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de PVC donde se introduce la muestra. Inmediatamente después de su extracción se parafinan sus extremos para evitar pérdidas de humedad. La hincada del tomamuestras se realiza mediante una maza de 63.5 Kg que cae desde una altura de 75 cm.

Peticionario		RST ARQUITECTURA										
Obra		AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL										
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra Según		Ensayo						
22215	214224942	12/11/2014	12/11/2014	IT.LO.003		Sondeos: Toma de muestras según Norma XP94-202						
Cajas Testificadas:		3		Profundidad Total:		8,0 M	Nº sondeo	1				
Revestimiento	Diámetro-Corona-Entubación	Profundidad (m.)	Columna litológica	Muestra	S.P.T.	Ensayos laboratorio						
						Contenido en Sulfatos %	Compresión Simple (Kp/cm2)	Presión de hinchamiento (kp/cm2)	Índice de plasticidad	Granulom. Cl. Casag.	Descripción de los materiales	
	101-W	0		M1		0,06			13,6	RELL		Relleno antrópico. En los primeros 80 cm es más granular, con presencia de cantos y arenas y a partir de 1,0 m pasa a ser arcilloso, blando con fragmentos de ladrillos dispersos
		0,5			7							
		1,0										
		1,5										
		2,0										
		2,5										
		3,0										
		3,5		M2	10	0,06			9,45	ML-CL	Arcillas negruzcas sin presencia de cantos, de baja cohesividad, con cierto olor y abundante materia orgánica en descomposición A partir de 5,4 m adquieren tonalidades marrones	
		4,0										
		4,5										
		5,0										
		5,5			28							
		6,0		M3		0,06			N.P.	GW-GM	Gravas de cantos subredondeados, heterométricos centimétricos, envueltos en una matriz arenosa de grano medio. Compacidad media	
		6,5										
		7,0										
		7,5										
		8,0			37							

Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área

**MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**




## Prueba de penetración dinámica superpesada: D.P.S.H.

### NORMA: UNE 103-801-94

#### Objeto y datos de la prueba.

La prueba consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro que se encuentra situada en el extremo de una varilla. La varilla tiene un diámetro inferior al de la puntaza, con objeto de evitar lo máximo posible el rozamiento de la misma en el terreno. La hinca en el terreno se consigue golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa mediante el nº de golpes necesarios para clavar la varilla 20 cm en dicho terreno. Este nº de golpes se designará en lo sucesivo como n20, y servirá para darnos información acerca de las características físicas y geotécnicas del terreno, con una serie de correlaciones e interpretaciones se puede determinar a partir de n20: la carga admisible, la resistencia dinámica en punta, etc...

#### Realización de la prueba.

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se fija la puntaza a su extremo y se sitúa la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce es, normalmente, del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Se continúa la prueba mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de la varilla. La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

El resultado de los mismos se representa en gráficos donde en ordenadas, figura la profundidad que se ensaya en tramos de 20 cm, y en abscisas el golpeo obtenido para cada tramo.

Las pruebas de penetración se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

- Masa de la Maza 63,5 Kg
- Altura de Caída 75,0 cm.
- Relación longitud/diámetro de la maza  $\geq 1$  y  $\leq 2$ .
- Masa yunque 7,2 Kg.
- Longitud de la varilla 1,0 m.
- Diámetro exterior de la varilla 32,0 mm.
- Masa máxima varilla + niple 6,31 Kg/m.
- Desviación máxima en primeros 5 m 1 %.
- Desviación máxima a partir de 5m 2 %.
- Sección de la puntaza Cilindro-cónica.

- Area de la puntaza 20.0 cm<sup>2</sup>.
- Angulo de la puntaza 90°
- Cuento de golpes cada N 20.0 cm.

**Cálculo de resultados.**

En base a los resultados de la prueba de penetración, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando para ello la fórmula de hinca:

Fórmula dinámica de los holandeses:

$$R_p = \frac{P_m^2 \times h}{(P_m + P_v) \times S \times d}$$

Siendo:

R<sub>p</sub>= Resistencia dinámica unitaria en Kg/ cm<sup>2</sup>.

P<sub>m</sub>= Peso de la maza (63,5 Kg).

h= Altura de caída libre (75 cm).

P<sub>v</sub>= Peso que carga sobre la puntaza: yunque(7,2 Kg)+ varillas(6,31 Kg/m)+ cabeza golpeo(0,8 kg)

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

d= Penetración por golpe (20/n<sup>2</sup>).

A partir del valor de la resistencia dinámica R<sub>p</sub> es posible estimar la resistencia en punta estática q<sub>c</sub> (véase Buisson y otros), mediante unas correlaciones y coeficientes de transformación, éstos dependen fundamentalmente de la naturaleza del terreno y de su estado en el momento de efectuar el ensayo.

La carga admisible se puede estimar a partir de la resistencia dinámica en punta R<sub>p</sub> según diversas correlaciones (véase Sanglerat, Meyerhof y otros). Así como la fórmula del Servicio Geológico de Obras Públicas, muy utilizada en los hasta los 8 primeros metros de profundidad.

$$Q_{adm.} = \frac{P_m^2 \times h}{40 (P_m + P_v) \times S \times d}$$

<b>Peticionario</b>		<b>RST ARQUITECTURA</b>			
<b>Obra</b>		<b>AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL</b>			
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Nº Penetrometro	Procedencia de la muestra
22212	214224942	12/11/2014	12/11/2014	PENETROMETRO 1	
Identificación de la muestra		224942-AT-P1			

Ensayos:

UD DE ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DPSH, HASTA RECHAZO,  
INCLUYE: DESPLAZAMIENTO, IMPLANTACION DEL PUNTO DE ENSAYO,  
ETC - UNE 103801:94

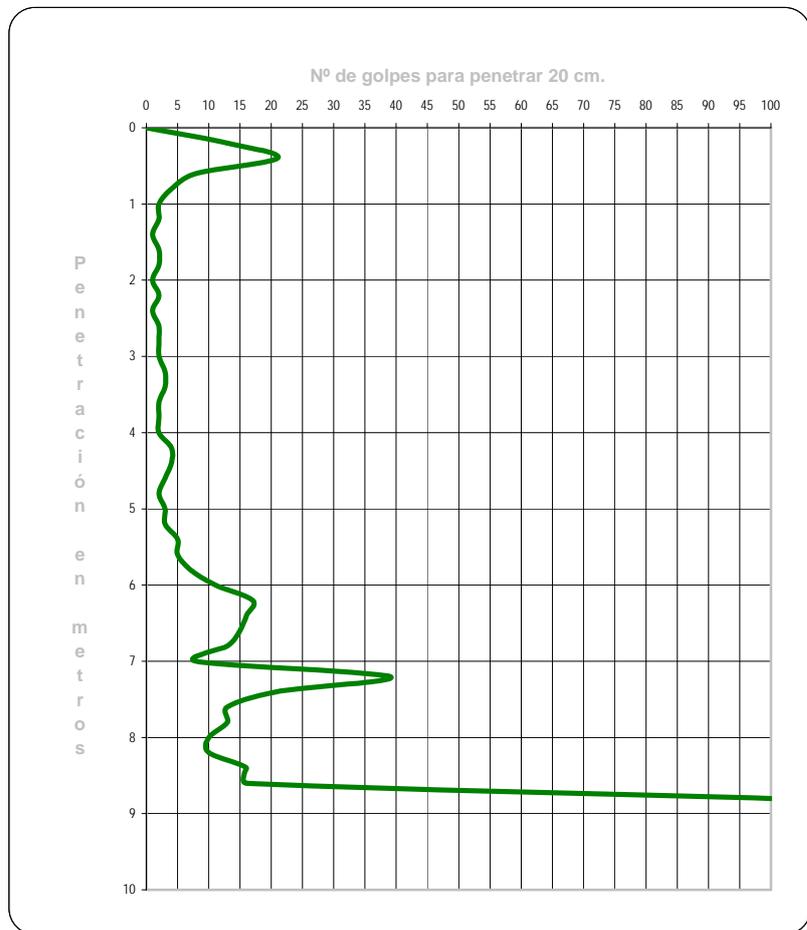
Destinatario:

**RST ARQUITECTURA**  
**AVDA PORTUGAL Nº27-29 3º OFIC. 2**  
**26001 - LOGROÑO**  
**LA RIOJA**

Resultados:

**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.**

Profundidad	Golpes
0,0	0
0,2	13
0,4	21
0,6	8
0,8	4
1,0	2
1,2	2
1,4	1
1,6	2
1,8	2
2,0	1
2,2	2
2,4	1
2,6	2
2,8	2
3,0	2
3,2	3
3,4	3
3,6	2
3,8	2
4,0	2
4,2	4
4,4	4
4,6	3
4,8	2
5,0	3



Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico: **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**




Peticionario		RST ARQUITECTURA			
Obra		AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL			
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Procedencia de la muestra
22212	214224942	12/11/2014	12/11/2014	PENETROMETRO 1	
Identificación de la muestra		224942-AT-P1			

Ensayos:

UD DE ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DPSH, HASTA RECHAZO, INCLUYE: DESPLAZAMIENTO, IMPLANTACION DEL PUNTO DE ENSAYO, ETC - UNE 103801:94

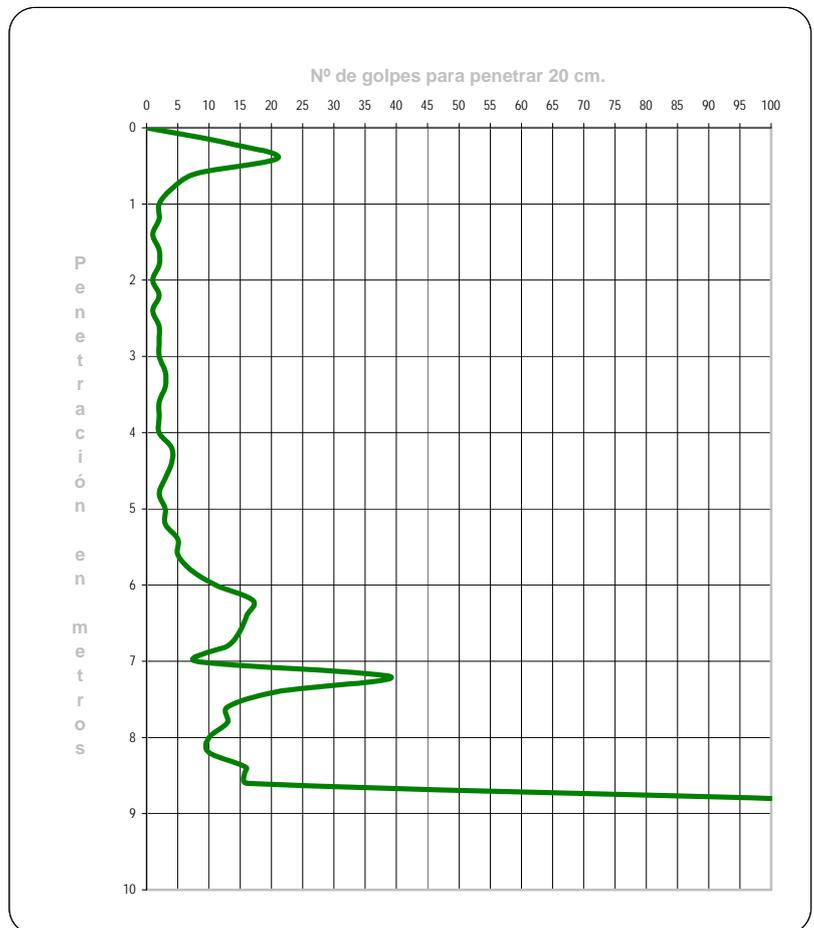
Destinatario:

**RST ARQUITECTURA**  
**AVDA PORTUGAL Nº27-29 3º OFIC. 2**  
**26001 - LOGROÑO**  
**LA RIOJA**

Resultados:

**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.**

Profundidad	Golpes
5,2	3
5,4	5
5,6	5
5,8	7
6,0	11
6,2	17
6,4	16
6,6	15
6,8	13
7,0	8
7,2	39
7,4	21
7,6	13
7,8	13
8,0	10
8,2	10
8,4	16
8,6	16
8,8	100



Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico: **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**




Peticionario		RST ARQUITECTURA			
Obra		AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL			
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Nº Penetrometro	Procedencia de la muestra
22213	214224942	12/11/2014	12/11/2014	PENETROMETRO 2	
Identificación de la muestra		224942-AT-P2			

Ensayos:

Destinatario:

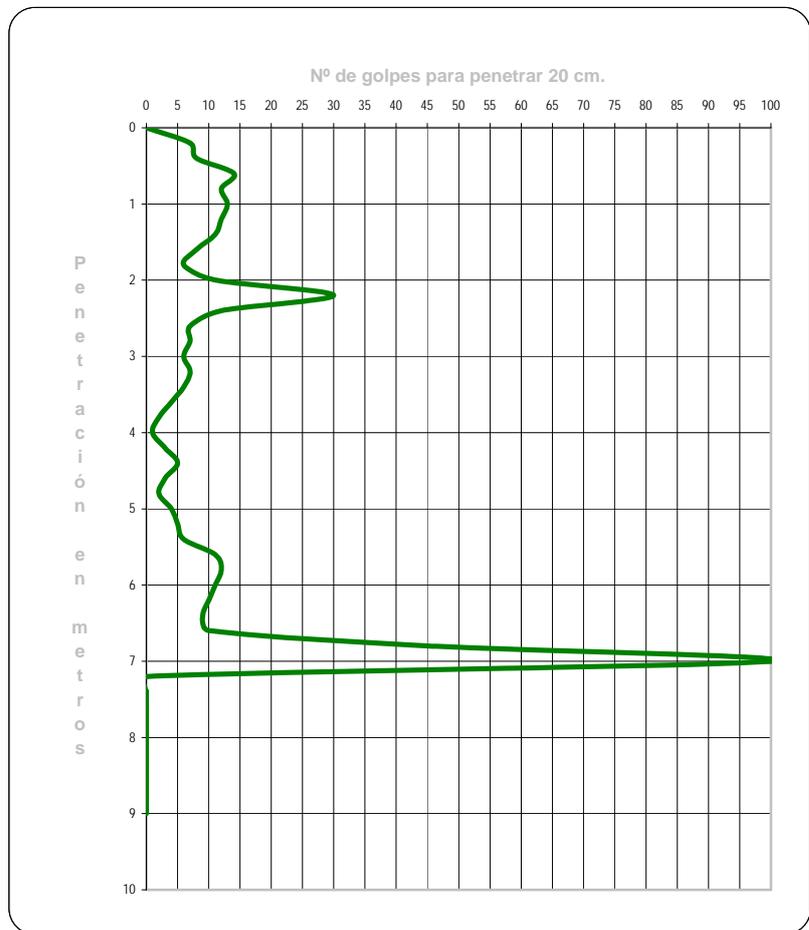
UD DE ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DPSH, HASTA RECHAZO,  
INCLUYE: DESPLAZAMIENTO, IMPLANTACION DEL PUNTO DE ENSAYO,  
ETC - UNE 103801:94

**RST ARQUITECTURA**  
**AVDA PORTUGAL ºN27-29 3º OFIC. 2**  
**26001 - LOGROÑO**  
**LA RIOJA**

Resultados:

**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.**

Profundidad	Golpes
0,0	0
0,2	7
0,4	8
0,6	14
0,8	12
1,0	13
1,2	12
1,4	11
1,6	8
1,8	6
2,0	11
2,2	30
2,4	12
2,6	7
2,8	7
3,0	6
3,2	7
3,4	6
3,6	4
3,8	2
4,0	1
4,2	3
4,4	5
4,6	3
4,8	2
5,0	4



Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico: **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**




Peticionario		RST ARQUITECTURA			
Obra		AUDITORIO, SOLAR ENTRE CALLES HORNO Y RIO CHIQUITO, AUTOL			
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Procedencia de la muestra
22213	214224942	12/11/2014	12/11/2014		PENETROMETRO 2
Identificación de la muestra		224942-AT-P2			

Ensayos:

UD DE ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DPSH, HASTA RECHAZO, INCLUYE: DESPLAZAMIENTO, IMPLANTACION DEL PUNTO DE ENSAYO, ETC - UNE 103801:94

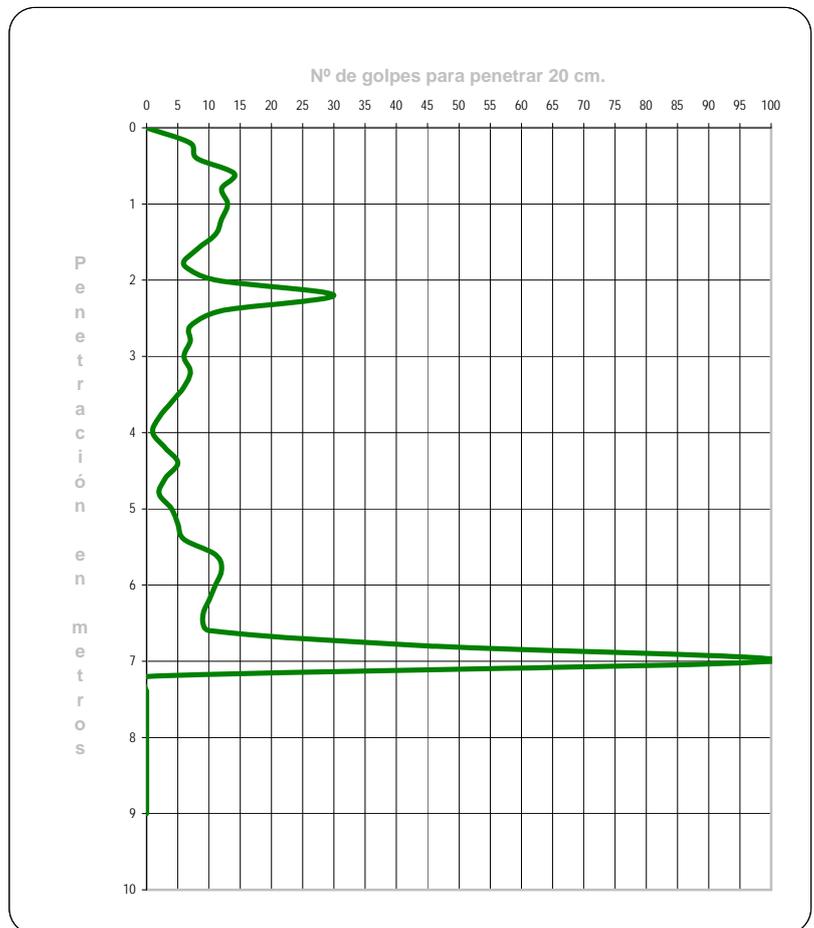
Destinatario:

**RST ARQUITECTURA**  
**AVDA PORTUGAL Nº27-29 3º OFIC. 2**  
**26001 - LOGROÑO**  
**LA RIOJA**

Resultados:

**PRUEBA DE PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA - D.P.S.H.**

Profundidad	Golpes
5,2	5
5,4	6
5,6	11
5,8	12
6,0	11
6,2	10
6,4	9
6,6	10
6,8	45
7,0	100



Observaciones:

Logroño, a 14 de noviembre de 2014

Dirección Técnica: **MARIAN MARQUÉS GONZÁLEZ**

Responsable del área Técnico: **MANOLI GONZÁLEZ SAINZ**






Documento 4

## Reportaje Fotografico



**SONDEO**



**PENETROMETRO 1**



**CAJA PORTATESTIGO Nº 1**



**CAJA PORTATESTIGO Nº 2**



**CAJA PORTATESTIGO Nº 3**