ESTUDIO GEOTÉCNICO

REDACCIÓN: SEPTIEMBRE 2009

PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ

EXPEDIENTE:N/4580/001 - PRESUPUESTO: 2009/05703

cemosa

Ingeniería y Control

Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S A

P.I. El Portal, Avd. Alcalde Cantos Ropero, Complejo Piscis, Calle 1, Nave 4, 11408 Jerez de la Frontera (Cádiz)

956 141 014

ÍNDICE

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes 1
1.2 Documentación técnica y geotécnica previa 2
1.3 Características generales de la edificación 2
2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRENO 3
2.1 Localización geográfica 3
2.2 Encuadre geológico general 4
2.3 Encuadre geológico local 5
2.4 Geomorfología 5
3 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 6
3.1 Trabajos realizados 6
3.1.1 Trabajo de campo 6
3.1.2 Trabajo de laboratorio 8
3.2 Resultados de los reconocimientos de campo 8
3.2.1 Sondeos a penetración dinámica 8
3.2.2 Sondeos a rotación 9
3.3 Resultados de los ensayos de laboratorio 11
4 SISMICIDAD 14
5 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO 16
5.1 Estratigrafía y niveles freáticos 16
5.2 Descripción de unidades geotécnicas relevantes 17
6 ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN 19
6.1 Condicionantes geotécnicos 19
6.2 Selección de los tipos de cimentación 19
6.3 Situaciones de dimensionado 20
6.4 Metodología para el cálculo de cimentaciones directas en suelos granulares 21
6.4.1 Concepto de presión de hundimiento 21
6.4.2 Concepto de bulbo de tensiones 23
6.4.2.1 Presión vertical admisible de servicio en suelos granulares 24
6.4.3 Comprobación de asientos en suelos granulares 26

6.5 Cálculo de la presión admisible de servicio 28
6.6 Módulo de balasto vertical 29
7 PARÁMETROS PARA EL DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DE CONTENCIÓN 30
7.1 Empujes activo, pasivo y en reposo 30
7.2 Ley de empujes unitarios 32
8 EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD DE TALUDES PROVISIONALES 33
8.1 Determinación de la excavabilidad 33
8.2 Estabilidad de taludes provisionales 33
8.2.1 Metodología 33
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34
10 RECOMENDACIONES GENERALES 35

ANEJOS

ANEJO 1. PLANOS
ANEJO 1.1 Planta de localización de la parcela y de situación de prospecciones
ANEJO 1.2 Plano geológico regional
ANEJO 1.3 Perfiles geológico-geotécnicos
ANEJO 2. TRABAJOS DE CAMPO
ANEJO 2.1 Registro de sondeos a penetración dinámica
ANEJO 2.2 Registro de sondeos a rotación
ANEJO 2.3 Fotografías de testigos de sondeos a rotación
ANEJO 3. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
ANEJO 4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA
ANEJO 5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

MEMORIA

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El presente documento constituye el Estudio Geotécnico solicitado a CEMOSA por CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA según presupuesto 2009/05703.

La zona en estudio es un solar de 2.813 m^2 donde se quiere llevar a cabo la construcción de una Nueva Sede Judicial en la Avenida de la Constitución de 1978, San Fernando, Cádiz. El edificio constará de una planta bajo rasante y tres sobre rasante.

El estudio geotécnico se ha realizado conforme al Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C), contenido en el Código Técnico de la Edificación (CTE), R.D. 314/2006, en vigor desde el 17 de marzo de 2006, quedando así justificada la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

El informe que a continuación se presenta recoge los siguientes aspectos:

- Estratigrafía y características geotécnicas del terreno.
- Nivel freático.
- Tipo de cimentación recomendable y carga admisible.
- Parámetros para el cálculo de empujes en estructuras de contención.
- Excavabilidad.
- Estabilidad de taludes provisionales.
- Sismicidad.
- Agresividad del agua y/o suelo para el hormigón.
- Recomendaciones generales.

1.2 Documentación técnica y geotécnica previa

Con carácter previo a la redacción de este estudio, el peticionario facilitó la siguiente documentación:

TABLA 1. Planos facilitados por el peticionario

☐	Plano de emplazamiento del solar
☒	Plano de ubicación de la edificación dentro de la parcela
☐	Levantamiento topográfico de la parcela
☒	Plano de planta de la edificación prevista
☐	Perfiles tipo de la edificación prevista
☒	Planos disponibles en formato digital
	En el Anejo Nº1 se incluye la documentación referida.

Así mismo, a partir de la visita a campo realizada y de la experiencia que CEMOSA posee en la zona se han podido identificar los siguientes condicionantes geotécnicos:

TABLA 2. Experiencia previa en la zona

Problemas geotécnicos habituales en la zona	
☒	Ausencia de problemas geotécnicos significativos.
Nivel freático en la zona	
☐	Ausencia
☐	A menos de 5 m de la superficie
☐	Situado por debajo de 5 m de la superficie
☐	Importantes variaciones del nivel freático dependiendo de la época climática
Tipologías de cimentación habituales en la zona	
☒	Zapatas aisladas, corridas o vigas flotantes
☐	Pozos
☒	Losa armada
☐	Cimentación profunda
☐	No procede
☐	Se desconoce

1.3 Características generales de la edificación

TABLA 3. Características generales de la edificación

Tipología de edificación	Número de plantas de la edificación

TABLA 3. Características generales de la edificación

☒	Bloque	Nº de plantas sobre rasante	3
☐	Aislada, adosada o pareada	Nº de sótanos	1
☐	Otra:	☐ Semisótano	
☐	No determinada	☐ No determinado	

Tipología de estructura		Tipología de forjados	
☐	Hormigón armado	☐	Reticular
☐	Metálica	☐	Unidireccional
☐	Otra:	☒	No determinada
☒	No determinada		

2 Características generales del terreno

2.1 Localización geográfica

En la figura Nº 1 se reproduce un detalle de la topografía de la parcela; en la figura mencionada la escala ha sido modificada.

Figura Nº 1.- Topografía de la zona de estudio

Las coordenadas UTM de la zona de estudio se exponen en la tabla Nº 4.

TABLA 4. Coordenadas aproximadas UTM

X	Y	Z
749588	4037680	12

2.2 Encuadre geológico general

La zona objeto de estudio se encuentra enclavada dentro de las Cordilleras Béticas las cuales forman parte del conjunto de cordilleras alpinas que rodean al Mediterráneo tanto por el sur de Europa como por el norte de África y que se llama Orógeno alpino Perimediterráneo. Concretamente la cordillera Bética es la cadena alpina más occidental de la rama europea del citado Orógeno, que tiene una dirección tectónica dominante OSO-ENE, pero que al llegar a las proximidades del Estrecho de Gibraltar gira casi 180 grados (formando el Arco de Gibraltar) para continuar en el norte de África. Ver figura Nº 2.

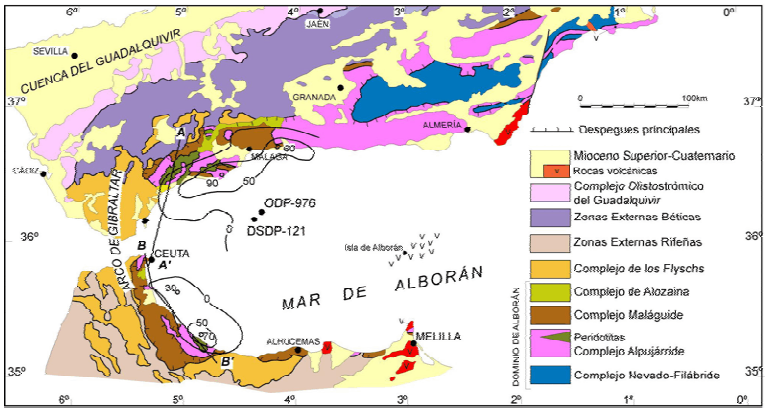


Figura Nº 2.- Encuadre geológico regional

En la cordillera Bética se individualizan dos grandes unidades de rango mayor, que durante el Mesozoico y parte del Cenozoico correspondían a dos placas diferentes. En la parte Septentrional de la cordillera Bética, se localizan las Zonas externas Béticas formadas por rocas sedimentarias del Triásico al Mioceno inferior-medio. En la parte meridional se localizan las Zonas Internas Béticas, constituidas por los afloramientos de rocas de un fragmento de una placa.

Durante una parte del Mesozoico y durante el Paleógeno, entre la Placa Ibérica y la Placa Mesomediterránea existía una franja de corteza oceánica sobre la que se depositaron turbiditas (surco de los flyschs) que, durante el desplazamiento del Dominio de Alborán, se obliteraron y desplazaron, formando en la actualidad el Complejo del Campo de Gibraltar, entre las Zonas Internas y las Zonas Externas.

Tras la deformación principal y emersión de la cordillera, se individualizaron cuencas subsidentes, una entre la cordillera y el sector emergido del Macizo Ibérico (Cuenca

del Guadalquivir) y otras en la propia cordillera que se incluyen en las Cuencas Cenozoicas

2.3 Encuadre geológico local

En el Anejo Nº1 se reproduce la Hoja San Fernando del Mapa Geológico publicado por el IGME (1978) habiéndose marcado con un círculo el emplazamiento del solar en estudio.

Los materiales que caracterizan la zona objeto de estudio de muro a techo son los que se describen a continuación; conglomerado marino, conocido en la zona como "piedra ostionera", pertenece a una nueva oscilación positiva del mar. La fauna que contiene es: Chlamys scabrella, Ostrea lamellosa, Pecten jacobeaus, etc.

Sobre estas facies marinas se desarrolla un suelo rojo con un horizonte argílico. El resto de materiales que aparecen son holocenos y constituyen las típicas llanuras mareales, en las que se depositan limos y arenas biogénicas en las áreas conocidas con el nombre de marismas.

2.4 Geomorfología

En la siguiente tabla se resume el estado actual de la parcela:

TABLA 5. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
☒ Plana	☐ Ausencia
☐ Alomada	☐ Superficiales (< 1 m)
☐ Abrupta (pendientes > 15%)	☒ Medios (de 1 a 5 m)
☐ Montañosa (pendientes > 30%)	☐ Potentes (> 5 m)

Taludes y excavaciones	Indicios de patologías
☒ Ausencia	☒ Ausencia
☐ Alturas < 5 m	☐ Inestabilidad en taludes
☐ Alturas de 5 a 10 m	☐ Desprendimientos
☐ Alturas de 10 a 15 m	☐ Colapsos y/o dolinas
☐ Alturas > 15 m	☐ Patologías de estructuras
☐ Presencia de elementos de contención	☐ Fallos en elementos de contención

Hidrología superficial	Interacción con otros edificios
☐ Ausencia	☐ Edificio medianero sin sótanos
☒ Alturas < 5 m	☐ Edificio medianero con sótanos
☐ Alturas de 5 a 10 m	☐ Vial perimetral ya construido

☐ Alturas de 10 a 15 m	☐ Muro perimetral ya construido

En la fotografía Nº 1 se presenta el aspecto general de la parcela en el momento en que se realizaba el presente estudio.

Fotografía Nº 1.- Aspecto general de la parcela

3 Resultados del reconocimiento del terreno

3.1 Trabajos realizados

Los trabajos se han realizado conforme al apartado 3.2 del DB-SE-C, cumpliendo la intensidad y alcance mínimo de los reconocimientos para la tipología de construcción y el grupo de terreno en cuestión.

3.1.1 Trabajo de campo

Los trabajos de campo realizados se enumeran en la tabla Nº 6 y se describen en las tablas Nº 7 y 8.

TABLA 6. Trabajo de campo

Tipo	*Unidades*	*Profundidad máxima alcanzada (m)*

TABLA 6. Trabajo de campo

Tipo	*Unidades*	*Profundidad máxima alcanzada (m)*
Sondeos a rotación con recuperación de testigo	3	25.00
Sondeos a penetración dinámica	5	7.40

TABLA 7. Sondeos a penetración dinámica

Denominación de penetrómetro	*Tipo*	*Profundidad alcanzada (m)*
SM-01	DPSH	4.80
SM-02	DPSH	7.40
SM-03	DPSH	6.20
SM-04	DPSH	4.00
SM-05	DPSH	5.40

Maquinaria empleada: penetrómetro TECOINSA modelo PDP-2000-P
Puntaza 4x4 cm2, machina 63.5 Kp, altura de caída 50cm, sección de varillaje 3.2 cm
La posición del sondeo a penetración queda reflejada en el Anejo Nº1
El registro del sondeo a penetración se reproduce en el Anejo Nº2

TABLA 8. Sondeos a rotación con recuperación de testigo continuo

Denominación sondeo	*Cota de la boca*	*Profundidad alcanzada*	*Perforación suelo*	*Perforación gravas*	*Perforación roca*	*PVC*	*Tapa*
	m	*m*	*m*	*m*	*m*	*m*	*-*
SON-01		25.00	7.30	-	17.70	-	-
SON-02		25.00	3.50	-	21.50	-	-
SON-03		25.00	3.20	-	21.80	-	-
TOTAL		75.00	13.70	-	61.00	25.00	0

TABLA 8. Sondeos a rotación con recuperación de testigo continuo

Maquinaria empleada: sonda MOBIL DRILL Modelo B-80-R
Norma de aplicación XP P94-202
La posición del sondeo a rotación queda reflejada en el Anejo Nº1
El registro del sondeo a rotación se reproduce en el Anejo Nº2

3.1.2 Trabajo de laboratorio

Los trabajos realizados en laboratorio se recogen en la tabla Nº 9.

TABLA 9. Trabajo de laboratorio

Ensayo	*unidades*	*norma*
Clasificación USCS	3	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	3	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	3	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	6	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	6	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	6	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	2	UNE 103401
Determinación del contenido en sulfatos	1	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	1	EHE
Análisis de agresividad del agua según EHE	1	EHE

3.2 Resultados de los reconocimientos de campo

3.2.1 *Sondeos a penetración dinámica*

El registro de los sondeos a penetración dinámica se reproduce en el Anejo Nº 2.

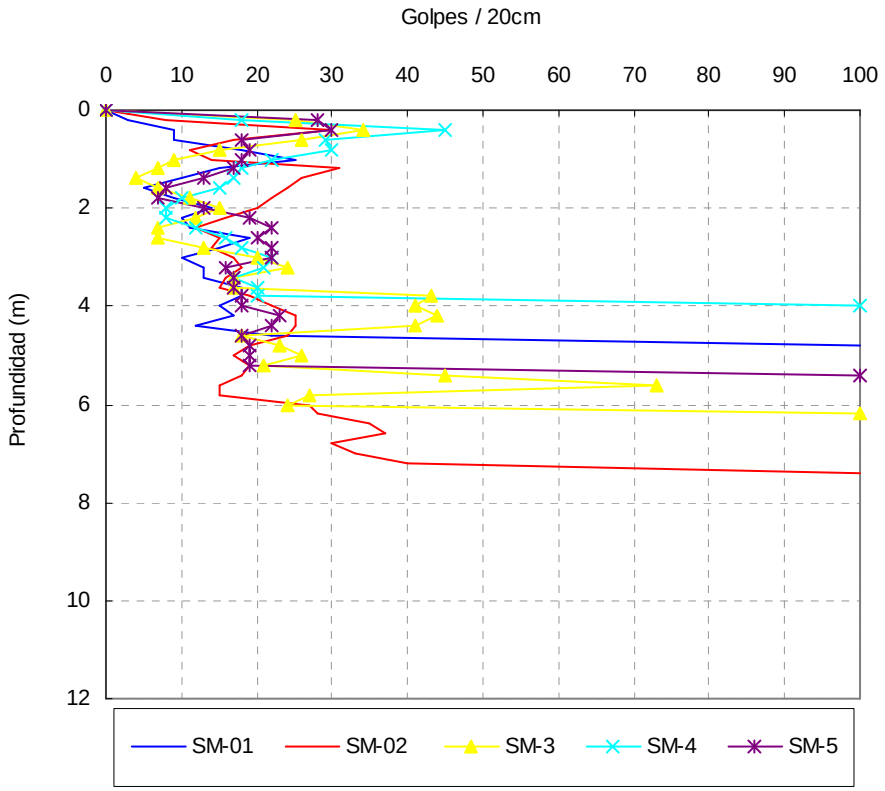


Figura Nº 3.- Número de golpes (N_{DPSH}) en función de la profundidad

3.2.2 Sondeos a rotación

En el Anejo Nº 2 se reproducen los registros de los sondeos a rotación, donde se recoge el resultado de la inspección realizada por personal técnico de CEMOSA sobre los testigos recuperados. En la siguiente tabla se reproducen los valores de golpeo registrados en los ensayos SPT.

TABLA 10. Ensayos SPT en los sondeos a rotación

Sondeo	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Golpeos / 15cm*	*N30=NSPT sin corregir*
S-01	1	3,60	7-12-14-	26
S-01	1	6,30	8-12-14-	26
S-01	2	8,72	50---	R
S-01	2	12,01	50---	R
S-01	2	15,08	18-32-50-	R
S-01	2	17,83	23-30-24-	54
S-01	2	21,92	25-27-34-	61

TABLA 10. Ensayos SPT en los sondeos a rotación

Sondeo	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Golpeos / 15cm*	*N30=NSPT sin corregir*
S-01	2	24,50	14-19-21-	40
S-02	2	3,57	16-21-27-	48
S-02	2	6,13	30-50--	R
S-02	2	9,40	16-26-9-	35
S-02	2	12,40	4-8-11-	19
S-02	2	15,58	50---	R
S-02	2	17,72	31-50--	R
S-02	2	20,60	50---	0
S-02	2	20,74	24-30-34-	64
S-02	2	24,00	18-30-50-	0
S-02	2	24,40	12-17-20-	37
S-03	2	3,44	24-25-25-	50
S-03	2	5,72	30-26-32-	58
S-03	2	9,30	28-12-22-	34
S-03	2	12,83	47-13-16-	29
S-03	2	15,12	39-35-26-	61
S-03	2	19,20	20-26-39-	65
S-03	2	22,04	34-30-50-	R
S-03	2	24,10	18-18-16-	34

3.3 Resultados de los ensayos de laboratorio

Las actas de los ensayos de laboratorio realizados se reproducen en el Anejo Nº 3. En las tablas siguientes se ofrece un resumen de los datos obtenidos.

TABLA 11. Resultados de ensayos de laboratorio: parámetros de identificación y estado

Prospección	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Cota fin*	*Clasificación USCS*	*Tamiz 0.08mm (Finos)*	*LL*	*LP*	*IP*	*Humedad natural*	*Densidad aparente*
-	-	*m*	*m*	-	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*kN/m3*
S-01	1	3,00	3,60	SC	40,7	49,3	19,8	29,5	15,07	21,66
S-01	1	5,70	6,30	CL	55,2	46,4	18,4	28	20,08	20,95
S-02	2	11,80	12,40	-	-	-	-	-	20,17	19,55
S-03	2	8,70	9,30	SM	36,4	0	0	0	20,01	21,06
S-03	2	12,00	12,25	-	-	-	-	-	18,99	22,86
S-03	2	18,60	19,20	-	-	-	-	-	11,50	24,81

Abreviaturas: USCS (Unified Soil Classification System)
LL (límite líquido), LP (límite plástico), IP (índice de plasticidad), NP (no plástico)

TABLA 12. Resultados de ensayos de laboratorio: resistencia

Prospección	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Cota fin*	*Tipo de ensayo*	*Tipo muestra*	*Ángulo rozamiento (□')*	*Cohesión efectiva*	*Resistencia compresión simple*	*Cohesión sin drenaje (cu)*
-	-	*m*	*m*	-	-	*grados (º)*	*kPa*	*kPa*	*kPa*
S-01	1	3,00	3,60	CD CS	I	19,8	121,6	198	-
S-01	1	5,70	6,30	CD CS	I	24,7	104,93	178	-
S-02	2	11,80	12,40	CS	I	-	-	64,7	-
S-03	2	8,70	9,30	CS	I	-	-	16	-
S-03	2	12,00	12,25	CS	I	-	-	76	-
S-03	2	18,60	19,20	CS	I	-	-	12	-

TABLA 12. Resultados de ensayos de laboratorio: resistencia

Prospección	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Cota fin*	*Tipo de ensayo*	*Tipo muestra*	*Ángulo rozamiento (□')*	*Cohesión efectiva*	*Resistencia compresión simple*	*Cohesión sin drenaje (cu)*
-	-	*m*	*m*	-	-	*grados (º)*	*kPa*	*kPa*	*kPa*

Abreviaturas:
CS (compresión simple), C (corte directo), T (triaxial), UU (sin consolidar, rotura sin drenaje)
CU (consolidado, rotura sin drenaje), CD (consolidado, rotura con drenaje)
I (inalterada), R (remoldeada), A (alterada)

Para determinar los parámetros deformacionales en cada uno de los niveles, además de los ensayos de deformabilidad realizados en laboratorio se han empleado las siguientes correlaciones, completando así el número de determinaciones recomendado en la Tabla 3.7 del DB-SE-C (CTE-2006):

- En suelos cohesivos: a partir de la resistencia al esfuerzo cortante sin drenaje c_u, el índice de plasticidad IP y el grado de sobreconsolidación

TABLA 13. Estimación del módulo de elasticidad sin drenaje de arcillas

	E_u/c_u		
Rango de sobreconsolidación	*IP<30*	*30<IP<50*	*IP>50*
<3	800	350	150
3-5	600	250	100
>5	300	130	50

Observaciones:

Esta tabla es la adaptación realizada en el apartado F.1.2.4 del DB-SE-C de las correlaciones propuestas por Duncan & Buchinagui (1976)

En caso de arcillas normalmente consolidadas (OCR=1) se puede emplear la primera fila de esta tabla

- En suelos granulares: a partir de las correlaciones propuestas por diversos autores a partir del índice de penetración N_{SPT}

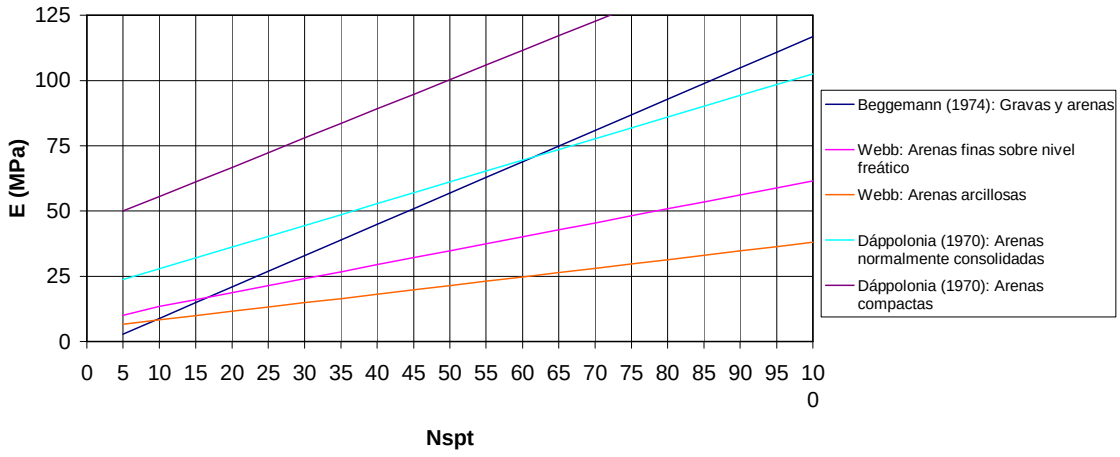


Figura Nº 4.- Correlación entre el ensayo SPT y el módulo de deformación E'

TABLA 14. Resultados de ensayos de laboratorio: agresividad

Prospección	*Unidad geotécnica*	*Cota inicio*	*Cota fin*	*Sulfatos*	*Acidez Baumann Gully*	*Agresividad (EHE Art. 37.3.4)*
-	-	*m*	*m*	*mg/Kg*	*ml/Kg*	-
S-01	1	3,00	3,60	-	18	No agresivo

Abreviaturas: NC (no contiene)
Nota sobre agresividad: Según el Artº 37.3.4 de la EHE: "En el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos".
Baumann-Gully: débil si > 20 mg/Kg
Sulfatos: agresividad débil si > 2000 mg/Kg, media si > 6000 mg/Kg, fuerte si > 12000 mg/Kg

TABLA 15. Resultados de ensayos de laboratorio: agresividad del agua

Prospección	-	*S-01*	*Qa* *(ataque débil)*	*Qb* *(ataque medio)*	*Qc* *(ataque fuerte)*
pH	-	8,47	6.5 – 5.5	5.5 – 4.5	< 4.5
CO2	mg/l	5,6	15 – 40	40 – 100	> 100
Amonio	mg/l	0,3	15 – 30	30 – 60	> 60
Magnesio	mg/l	29,2	300 – 1000	1000 – 3000	> 3000

TABLA 15. Resultados de ensayos de laboratorio: agresividad del agua

Prospección	-	*S-01*	*Qa* *(ataque débil)*	*Qb* *(ataque medio)*	*Qc* *(ataque fuerte)*
Sulfato	mg/l	191	200 – 600	600 – 3000	> 3000
Residuo seco	mg/l	466	75 – 150	50 – 75	< 50
Tipo de exposición EHE	-	Qa	-	-	-

Abreviaturas: NC (no contiene)

Nota sobre agresividad: Según el Artº 37.3.4 de la EHE: "*En el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos*".

4 Sismicidad

Con objeto de que pueda cumplirse lo reglamentado en la Norma Sismorresistente NCSE-02 en la tabla Nº 16 se ofrece la caracterización del terreno en términos de sismicidad. Para ello se atiende a lo estipulado en dicha normativa y, en particular, al mapa de peligrosidad sísmica reproducido en la figura Nº 5.

Para el cálculo del coeficiente del terreno C se ha elegido el sondeo más desfavorable desde el punto de vista del comportamiento sísmico, ponderando los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i, en los primeros 30m y extrapolando convenientemente si no se ha llegado hasta esa profundidad en el reconocimiento:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

TABLA 16. Información sísmica del terreno según NCSE-02

Unidad geotécnica	*Tipo de terreno*	*Coeficiente del terreno (C)*	*SR-01*
			Espesor (m)
U.G. 0 y U.G.1	III	1,6	3,8
U.G. 2	II	1,3	21,2
		Valor medio	1,12

TABLA 17. Aceleración sísmica de cálculo

Variable	*símbolo*	*valor*
Aceleración sísmica de cálculo	a_c / g	0,05
Coeficiente de contribución	K	1,4
Aceleración sísmica básica	a_b / g	0,06
Coeficiente adimensional de riesgo	ρ	1,0
Coeficiente de amplificación del terreno	S	0,90
Coeficiente del terreno	C	1,1
Provincia	CADIZ	
Municipio	SAN FERNANDO	

Observaciones: según la NCSE-02:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Para $\rho . a_b \leq 0{,}1$ g $\quad S = \frac{C}{1{,}25}$

Para $0{,}1\text{g} < \rho . a_b < 0{,}4$ g $\quad S = \frac{C}{1{,}25} + 3{,}33\,(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0{,}1)\,(1 - \frac{C}{1{,}25})$

Para $0{,}4\text{ g} \leq \rho . a_b \quad S = 1{,}0$

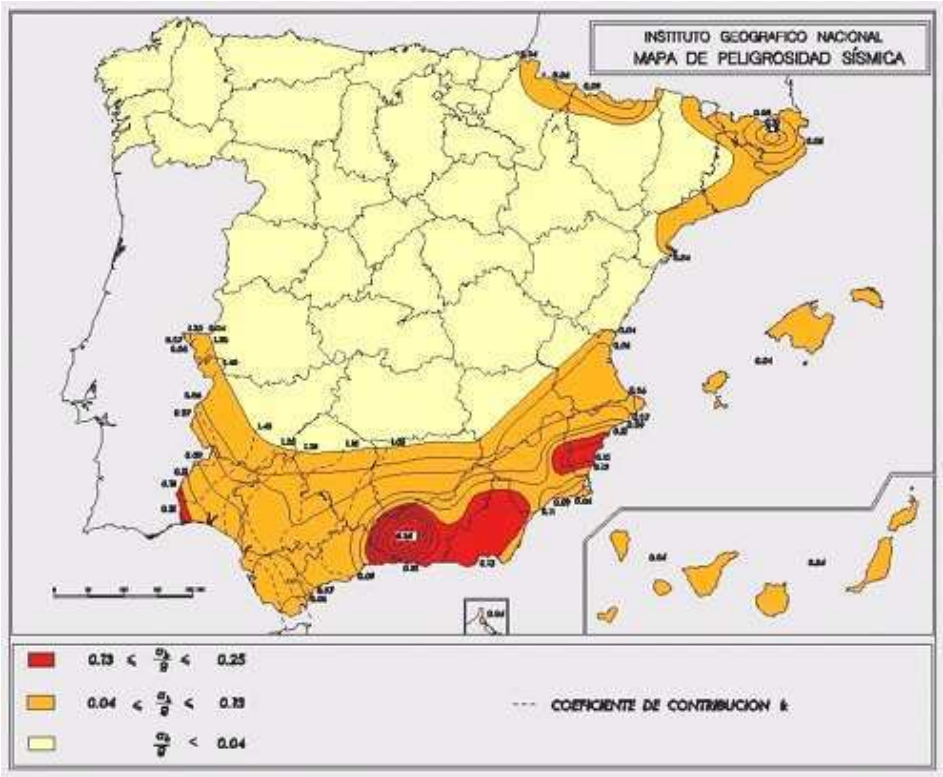


Figura Nº 5.- Mapa de peligrosidad sísmica según la NCSE-02

5 Características geotécnicas del terreno

5.1 Estratigrafía y niveles freáticos

Hasta la profundidad reconocida y de techo a muro se pueden distinguir varias unidades geotécnicas, fundamentalmente en base a sus propiedades geomecánicas y al reconocimiento realizado en la zona:

- UG 0: Rellenos antrópicos
- UG 1: Arcillas limo-arenosas
- UG 2: Calcarenitas

El espesor de rellenos antrópicos detectado oscila entre 1.70m (S-03) y 2.40m (S-02), siendo su origen desconocido y su grado de compactación también desconocido. Estos materiales se consideran inadecuados como nivel de apoyo de la cimentación debido entre otras causas a su heterogeneidad y escasa resistencia, por lo que deberán ser eliminados.

En el Anejo Nº 1 se incluyen unos perfiles longitudinales geológico-geotécnicos que ilustran la distribución de dichas unidades geotécnicas a lo largo de la parcela, en base a una interpretación razonable de la estratigrafía presente entre los puntos de reconocimiento disponibles.

En la tabla siguiente se recogen los resultados obtenidos en las medidas del nivel freático realizadas durante el desarrollo de los trabajos de campo:

TABLA 18. Mediciones del Nivel Freático

SONDEO	*Profundidad (m)*	
	Fin de sondeo	*22/09/09*
SON-01	25.00	4.80
SON-02	25.00	-
SON-03	25.00	-

En la siguiente tabla se recogen los valores teóricos de permeabilidad para los diferentes materiales atravesados.

TABLA 19. Valores de permeabilidad

Unidad geotécnica	*Litología*	*Permeabilidad*
-	-	*m/s*
UG-1	Arcilla limosa	$10^{-6} – 10^{-9}$
UG-2	Calcarenita y limos	$10^{-5} – 10^{-9}$

5.2 Descripción de unidades geotécnicas relevantes

En este epígrafe se describen las unidades geotécnicas más relevantes, entendiendo como tales las que colaboran con la resistencia del terreno a contrarrestar efecto de las acciones sobre la cimentación.

En el Anejo Nº 4 se incluyen las fichas de caracterización de cada unidad geotécnica, donde se interpretan los resultados de campo y laboratorio. Los valores característicos propuestos para cada parámetro del terreno constituyen una estimación prudente en el contexto del estado límite de rotura local del terreno, no siendo necesariamente el valor medio de la población considerada.

UG-0: Rellenos antrópicos

Este nivel ha sido detectado de 0,00 hasta una profundidad media de 2.00m y constituye una capa de naturaleza areno-limosa de color marrón. Los ensayos a penetración dinámica realizados han permitido asignar a este nivel un N_{DPSH} medio igual a 19 aunque se considera inadecuado como nivel de apoyo de la cimentación

debido entre otras causas a su heterogeneidad y escasa resistencia, por lo que deberá ser eliminado/atravesado.

UG-1: Arcillas limo-arenosas

Este nivel ha sido detectado bajo el anterior y hasta una profundidad media de 3.50m. Se trata de un nivel constituido por arcillas limo-arenosas de color marrón rojizo, en cuyo interior se puede observar bastantes fragmentos de roca de 1-2cm de tamaño. Su morfología es redondeada. En algunos de los sondeos realizados, es posible apreciar intercalaciones de lentejones arenosos de color grisáceo.

Los ensayos de identificación realizados han permitido clasificar los materiales existentes como SC (arenas arcillosas), siendo el contenido medio en la fracción fina (limos y/o arcillas) de 48.0%, un límite líquido de 47.9%, un límite plástico de 19.1% y un índice de plasticidad de28.8%.

Los ensayos de estado natural del material han permitido obtener parámetros de estado cuyos resultados son un 17.6% de humedad natural y una densidad seca de 18.1KN/m^3.

Los ensayos a penetración dinámica realizados han permitido asignar un valor medio de N_{DPSH} igual a 13, clasificando a esta unidad como "**dura**", en cuanto a los ensayos de rotura a compresión simple, ofrecen unos valores de 188 KPa. El valor de N_{SPT} es de 26.

UG-2: Calcarenitas

Esta unidad se desarrolla desde la base de la anterior hasta finalización de los sondeos en el entorno de los 25.00 metros.

Consiste en un conglomerado marino de facies "ostioneras" perteneciente a una oscilación del nivel marino, hecho por el cual en los sondeos realizados se puede observar intercalaciones de niveles areno-limosos y arcillosos. Esto es debido al poder deposicional que poseía varios estadios de energía mientras la transgresión se instalaba.

Los ensayos a penetración dinámica realizados han permitido asignar a este nivel un N_{DPSH} medio igual a 23, clasificando esta unidad como "**densa**", mientras que los valores de N_{SPT} medios sonde 46. En cuanto a los valores de resistencia a compresión simple ofrecen un resultado algo inferior debido al elevado contenido de fracción arena que hace que se generen planos de debilidad que favorecen la rotura prematura.

Los ensayos de identificación realizados han permitido clasificar los materiales existentes como SM (arenas limosas), siendo el contenido medio en la fracción fina (limos y/o arcillas) de 36.4% y sin plasticidad. Los parámetros de estado natural ofrecen valores de 17.7% de humedad natural y 18.8KN/m^3 de densidad seca.

Por último, se han realizado ensayos para determinar la agresividad del suelo y del agua. De acuerdo con la EHE, la clase general de exposición es IIa (clase normal, humedad alta para los elementos de cimentación), no definiéndose una clase de exposición específica al ser nulo el contenido en sulfatos del suelo. En este sentido, se

estará a lo dispuesto en la EHE (Artº 37) en lo relativo a relación máxima agua / cemento, dosificación mínima de cemento y resistencia mínima exigible. En particular, no es preceptivo el empleo de cemento sulforresistente ya que el contenido de sulfatos en el suelo es nulo (Artº 37.3.4). El valor del grado de acidez de Bauman-Gully de 18mg/Kg.

6 Estudio de la cimentación

6.1 Condicionantes geotécnicos

Los aspectos geotécnicos más relevantes que condicionan el diseño de la cimentación, teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio, y las características de la estructura a cimentar, son los siguientes:

- Presencia de rellenos con espesor de hasta 2.40 metros. Serán, no obstante, eliminados por la excavación de los sótanos.
- Nivel freático a profundidad de 4.80m. No interfiriendo con el proyecto de una planta de sótano, no obstante, quedará bastante próximo a la cota de acabado del mismo.
- Excavación prevista para el encaje de sótanos de hasta 3 metros.

6.2 Selección de los tipos de cimentación

De acuerdo con los condicionantes geotécnicos anteriormente planteados, se considera adecuada la siguiente tipología de cimentación:

TABLA 20. Cimentación directa por zapatas

Tipología de cimentación	Zapatas aisladas o corridas
Nivel de apoyo	UG-2. Calcarenitas
Entrega	1.00m
Profundidad estimada del plano de cimentación	1.50m
Mejora del terreno	-
Observaciones	Apto en todas las zonas

TABLA 21. Cimentación directa por losa

Tipología de cimentación	Losa armada

TABLA 21. Cimentación directa por losa

Nivel de apoyo	UG-2. Calcarenitas
Entrega	0.10m
Profundidad estimada del plano de cimentación	3.60m
Mejora del terreno	-
Observaciones	Apto en todas las zonas

6.3 Situaciones de dimensionado

La comprobación de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se efectuará para la situación de dimensionado más probable (persistente), teniendo en cuenta las características de la obra y del terreno de apoyo en condiciones normales de uso. Las situaciones de dimensionado transitorias y extraordinarias quedan, en general, fuera del alcance de este estudio, por desconocerse el procedimiento constructivo y las características estructurales de la obra proyectada. Tan sólo se comprobará, si procede, la situación de dimensionado transitoria de carga sin drenaje (ap. 4.2.3.1.d del DB-SE-C) en suelos finos, saturados y de baja permeabilidad.

Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

TABLA 22. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatas	Losa
Profundidad de empotramiento de la cimentación (D)	m	1.50	3.60
Situación de dimensionado	-	Persistente – Largo plazo	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – Largo plazo	
Asiento admisible	cm	3,5	
Compacidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	N_{SPT}	
	m	-	
UG-2: Calcarenitas	22	46	

6.4 Metodología para el cálculo de cimentaciones directas en suelos granulares

6.4.1 Concepto de presión de hundimiento

Aunque se han descrito diversos mecanismos del hundimiento de cimentaciones gran parte de las teorías existentes parten del modelo estudiado por Prandtl (1920) en el cual se considera al suelo como un medio perfectamente plástico. En la siguiente figura se reproduce el estado límite último de hundimiento de un suelo, sobre el cual se apoya una cimentación, y se puede observar la formación de posibles líneas de fractura en el terreno.

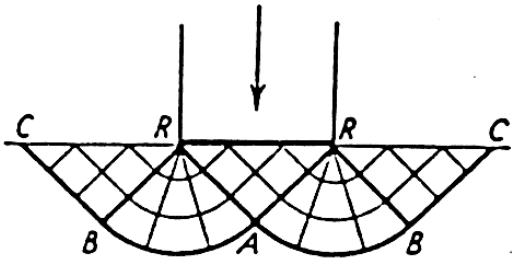


Figura Nº 6.- Mecanismo de rotura por hundimiento de una cimentación en medio plástico (Prandtl 1920)

Así, se define la presión de hundimiento de una cimentación como la presión actuante (total bruta) sobre el terreno bajo la cimentación que supera la resistencia característica del terreno frente a este modo de rotura.

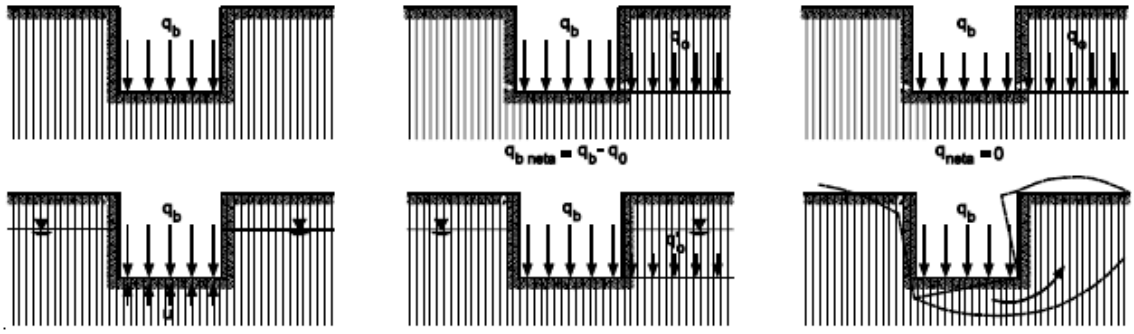


Figura Nº 7.- Definición de presiones

TABLA 23. Definiciones para el estudio de cimentaciones directas

Símbolo	*Variable y definición*
q_b	Presión total bruta Presión vertical total que actúa en la base del cimiento, definida como el cociente entre la carga total actuante, incluyendo el peso del cimiento y aquello que pueda gravitar sobre él, y el área equivalente del cimiento.
$q_b' = q_b - u$	Presión efectiva bruta Diferencia entre la presión total bruta y la presión neutra al nivel de la base del cimiento

TABLA 23. Definiciones para el estudio de cimentaciones directas

Símbolo	*Variable y definición*
$q_{neta} = q_b - p_o$	Presión total neta Diferencia entre la presión total bruta y la presión vertical total en el terreno adyacente al nivel de la base del cimiento. Es por tanto, el incremento de presión vertical total a que se ve sometido el terreno por debajo del cimiento debido a las cargas de la cimentación.
$q'_{neta} = q_b' - p'_o =$ $= q_b - p_o = q_{neta}$	Presión efectiva neta Diferencia entre la presión efectiva bruta y la presión vertical efectiva al nivel de la base del cimiento, debida a la sobrecarga del terreno adyacente.
q_h, $q'_h = R_K$	Presión vertical de hundimiento Resistencia característica del terreno R_k para el estado límite de hundimiento. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión bruta o neta (ejemplo: $q'_{net,h}$ es la presión de carga efectiva neta que produce la rotura del terreno)
q_{adm}	Presión vertical admisible Es el valor de cálculo de la resistencia del terreno (R_d). Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión bruta o neta
q_s, q_s'	Presión vertical admisible de servicio Es la presión vertical admisible de una cimentación teniendo en cuenta no sólo la seguridad frente al hundimiento, sino también su tolerancia a los asientos, por tanto igual o menor que la presión vertical admisible. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión bruta o neta

La presión admisible o valor de cálculo de la resistencia del terreno se determina mediante la siguiente expresión:

$$R_d = \frac{R_K}{\gamma_R}$$

Siendo

γ_R el coeficiente parcial de resistencia

R_K la resistencia característica del terreno o presión vertical de hundimiento (q_h)

En la siguiente tabla se reproducen los valores que toma el coeficiente de seguridad parcial γ_R en el estado límite último de hundimiento para cimentaciones directas, según la tabla 2.1 del DB-SE-C:

TABLA 24. Coeficientes de seguridad parciales de resistencia

Situación de dimensionado	*Coeficiente de seguridad parcial frente al hundimiento*

TABLA 24. Coeficientes de seguridad parciales de resistencia

Situación de dimensionado	*Coeficiente de seguridad parcial frente al hundimiento*
Persistente o transitoria	3,0
Extraordinaria	2,0

6.4.2 Concepto de bulbo de tensiones

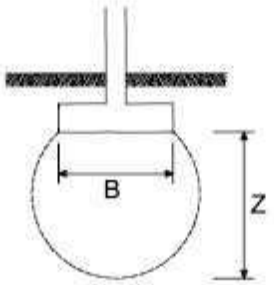
El incremento de presión transmitido al terreno por una cimentación directa disminuye progresivamente en profundidad con la distancia a ésta. A efectos de cálculo de asientos y salvo en el caso de suelos blandos, se podrá suponer que el límite de interés se circunscribe a una profundidad tal que el incremento de presión vertical originado en el terreno sea el menor de los siguientes valores:

a) El 10% de la presión vertical neta transmitida por la cimentación

b) El 5% de la presión efectiva vertical existente a esa profundidad antes de construir el edificio

El criterio apuntado en el anterior párrafo suele dar lugar a que, el citado límite de interés en el terreno tenga una profundidad aproximada de 2B, siendo B el ancho o dimensión menor en planta de la cimentación correspondiente.

El lugar geométrico del espacio de suelo así definido se denomina “bulbo de tensiones”, cuya forma cualitativa se muestra en la figura siguiente. El incremento de presión recibido por el suelo más allá de este bulbo será, en la mayoría de los casos, lo suficientemente pequeño como para que sus efectos sean comparativamente despreciables.



B: ancho de la cimentación (dimensión menor en planta en el caso de cimentaciones rectangulares, ancho medio en trapezoidales y diámetro en circulares).

Z: Profundidad de influencia (≃1,5 a 2B)

Figura Nº 8.- Concepto de bulbo de tensiones

Las observaciones anteriores indican que, a igualdad del resto de condiciones, el asiento que experimentará una cimentación directa dependerá de las dimensiones del área cargada.

De acuerdo con las hipótesis de cálculo antes mencionadas se ofrece, a continuación, la estimación de cargas admisibles por asientos.

Si el diseño de las cimentaciones da lugar a zapatas relativamente próximas, los bulbos de tensiones se solaparán en profundidad, por lo que, a efectos de asiento, habrá que comprobar la cimentación como si tuviera el ancho total del conjunto de las zapatas.

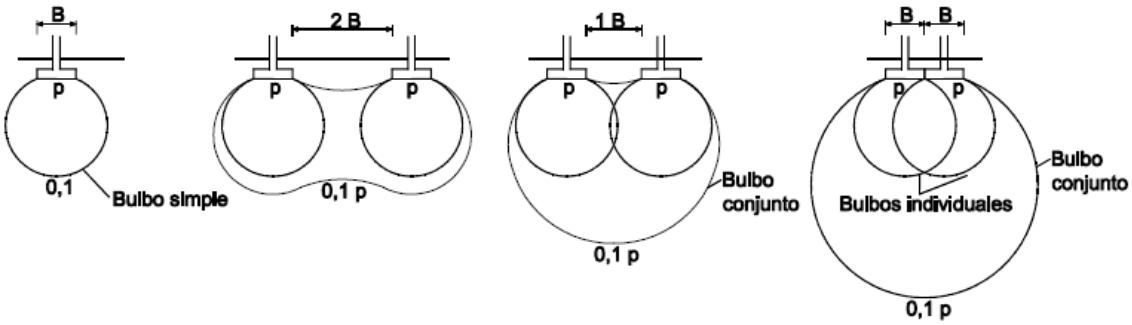


Figura Nº 9.- Influencia de la proximidad de zapatas

Será de gran interés en el cálculo de asientos disponer de suficiente información geotécnica referente al posible crecimiento del módulo de deformación del terreno con la profundidad, factor éste que puede contribuir a atenuar los asientos diferenciales asociados a la variación de las dimensiones de las zapatas.

6.4.2.1 Presión vertical admisible de servicio en suelos granulares

En suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitado por condiciones de asiento, más que por hundimiento. Dada la dificultad en el muestreo de estos suelos, pueden emplearse correlaciones empíricas con los resultados de ensayos de penetración siempre que se den las siguientes condiciones:

a) Contenido en finos inferior al 35% (pasa #0,08<35%)
b) Superficie del terreno horizontal o pendiente inferior al 10%
c) Inclinación con la vertical de la resultante de acciones inferior al 10%

También puede emplearse esta metodología en suelos finos sin cohesión (limos no cohesivos). Por otra parte, si el contenido en gruesos (retenido #20) es superior al 30% se debe tener cautela en el valor del ensayo de penetración empleado, ya que pueden proporcionar golpeos elevados a consecuencia del tamaño de las partículas más gruesas del suelo.

La formulación empírica propuesta en el apartado 4.3.3 del DB-SE-C, debida a Meyerhoff (1956), permiten el cálculo de la presión vertical admisible de servicio directamente a partir del golpeo N_{SPT}:

- Para B*<1,2m

$$q_{adm} = 12N_{SPT}\left(1+\frac{D}{3B^*}\right)\cdot\left(\frac{S_t}{25}\right) kN/m^2$$

- Para B*≥1,2m

$$q_d = 8\,N_{SPT}\left[1+\frac{D}{3B^*}\right]\left(\frac{S_t}{25}\right)\cdot\left(\frac{B^*+0,3}{B^*}\right)^2 kN/m^2$$

con $\left[1+\frac{D}{3B^*}\right] \leq 1,3$

siendo

S_t el asiento total admisible en mm

N_{SPT} el valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia 0,5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma

D profundidad definida según la siguiente figura

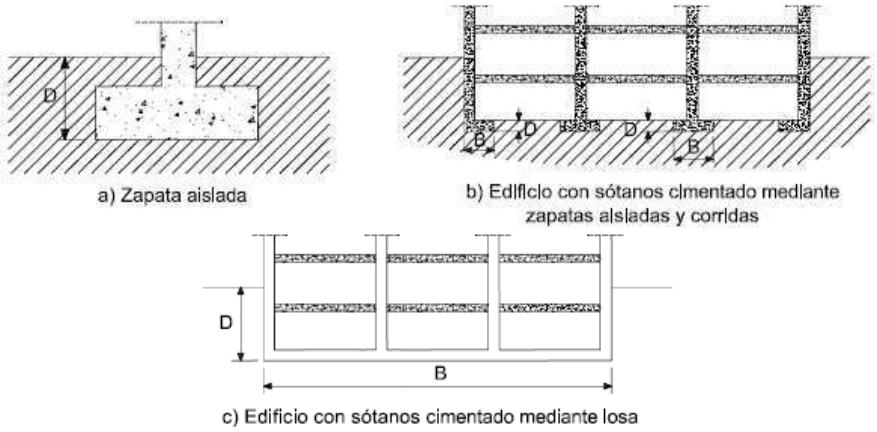


Figura Nº 10.-Profundidad D a considerar en la determinación de la presión de hundimiento

Si se dispone de resultados de ensayos de penetración estática o dinámica continua, se pueden correlacionar con los valores del SPT y aplicar la misma formulación. Incluso es posible la estimación de presiones verticales admisibles a partir de la ejecución exclusiva de **penetrómetros continuos** siempre que concurran las siguientes circunstancias:

a) Que exista una correlación fiable entre la resistencia a la penetración y las propiedades mecánicas del terreno, en reconocimientos específicos, preliminares o próximos

b) Que dicha correlación provenga de estudios efectuados en la zona en terrenos análogos a los encontrados en el área de edificación

c) Que exista una correlación local firmemente establecida entre el ensayo de penetración y la presión vertical admisible, para un número de plantas,

modulación de la superestructura y cargas por apoyo similares, y plano de cimentación no inferior a 1,50m respecto a los edificios contiguos.

6.4.3 Comprobación de asientos en suelos granulares

En caso de que el ancho real de la cimentación (B) sea superior a 5m, como en la mayoría de las losas, o que los asientos admisibles deban ser inferiores a 25mm, la presión vertical admisible de servicio puede estar limitada por razón de asientos.

Lógicamente, la primera cuestión a resolver es cuál es el asiento que pueden soportar las estructuras a cimentar.

A título orientativo la norma NBE-AE-88 fija los asientos admisibles según se indica en la siguiente tabla.

TABLA 25. Asientos generales admisibles según NBE-AE-88

Características del edificio	*Asiento general máximo (mm)*	
	Terrenos sin cohesión	*Terrenos cohesivos*
Obras de carácter monumental	12	25
Edificios con estructura de hormigón armado de gran rigidez	35	50
Edificios con estructura de hormigón armado de pequeña rigidez Estructuras metálicas hiperestáticas Edificios con muros de fábrica	50	75
Estructuras metálicas isostáticas Estructuras de madera Estructuras provisionales	50 *	75 *
Nota (*) : comprobando que no se produce desorganización en la estructura ni en los cerramientos		

Por otra parte, los daños en la estructura están asociados a los asientos diferenciales entre los distintos apoyos. Los criterios más habituales de limitación de asientos diferenciales se recogen en la siguiente tabla.

TABLA 26. Asientos admisibles en función de la distorsión angular

Características del edificio	*Distorsión angular β*
Estructuras isostáticas y muros de contención	1 /300
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1 / 500
Estructuras de paneles prefabricados	1 / 700

TABLA 26. Asientos admisibles en función de la distorsión angular

Características del edificio	*Distorsión angular β*
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1 / 100
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1 / 2000
Muros de carga	1 / 2000
Observaciones: se define distorsión angular como la diferencia de asientos entre dos puntos dividida por la distancia en planta entre dichos puntos	

La estimación de asientos puede llevarse a cabo en terrenos granulares por medio de formulaciones elásticas, o alternativamente mediante correlaciones empíricas con los ensayos de penetración in situ, como la propuesta en el apartado F.1.2.2. del DB-SE-C, debida a Burland y Burbidge (1985):

$$S_i = f_l \cdot f_s \cdot q'_b \cdot B^{0.7} \cdot I_c$$

Siendo

S_i el asiento medio al final de la construcción, en mm

q'_b la presión efectiva bruta aplicada en la base de la cimentación, en kN/m^2

B el ancho de la zapata o losa, en m

I_c el índice de compresibilidad, obtenido a partir de la media de golpeos N_{SPT} en la zona de influencia (Z_I):

$$I_C = \frac{1{,}71}{N_{med}^{1{,}4}}$$

f_l factor corrector que permite considerar la existencia de una capa rígida por debajo de la cimentación a una profundidad Hs, ($Hs<Z_I$)

$$f_l = \frac{H_S}{Z_I}\left[2 - \frac{H_S}{Z_I}\right]$$

f_s coeficiente dependiente de las dimensiones de la cimentación:

$$f_S = \left(\frac{1{,}25 \cdot \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0{,}25}\right)^2$$

La **zona de influencia** de la cimentación, concepto parecido al bulbo de tensiones, se define en función del ancho real de la cimentación por medio del siguiente gráfico:

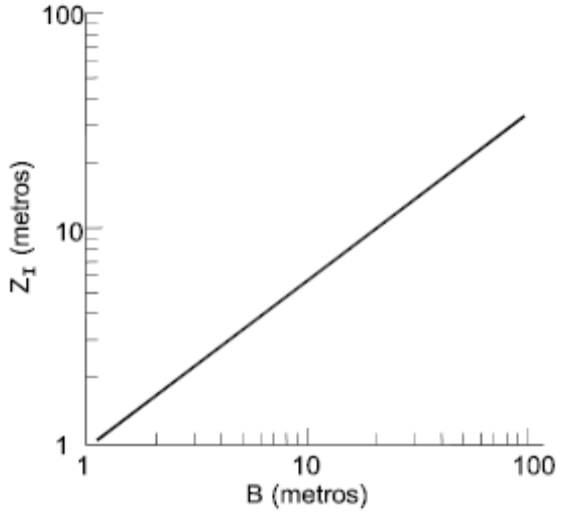


Figura Nº 11.-Zona de influencia en función del ancho de cimentación

Si el terreno de apoyo de la cimentación ha sufrido una presión efectiva vertical de valor σ'_{v0}, podrá realizarse el cálculo de asientos con la presión efectiva neta, de utilidad en terreno sobreconsolidados o **cimentaciones compensadas**, definida de la siguiente forma:

$$q'_{neta} = \begin{cases} q'_b - \frac{2}{3}\sigma'_{v0} & \text{cuando} \quad \sigma'_{v0} < q'_b \\ \frac{q'_b}{3} & \text{cuando} \quad \sigma'_{v0} \geq q'_b \end{cases}$$

En este estudio se ha operado en sentido inverso: fijado el asiento máximo admisible para la estructura proyectada se ha calculado la presión efectiva bruta que lo produce simplemente despejando el término q'_b en la expresión enunciada al inicio de este apartado. La presión vertical admisible de servicio para losas se ha corregido en los casos en que q'_b ha resultado menor que ésta.

6.5 Cálculo de la presión admisible de servicio

Se define la presión admisible de servicio como aquélla que cumple el criterio de seguridad frente al hundimiento y que no genera asientos inadmisibles. En definitiva, la presión admisible de la cimentación es el menor valor de entre la presión admisible frente al hundimiento y la presión admisible por asientos.

El cálculo completo de dichas presiones y otros parámetros intermedios, según la metodología descrita anteriormente, está desarrollado en el Anejo Nº5 Cálculos Justificativos.

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales (lado entre 1.50m y 3.50m) una presión admisible de servicio de 0.513 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla Nº 27 del presente informe.

TABLA 27. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	*Zapata cuadrada*	
	q'_s	*Criterio*
m	*MPa*	-
1,50	0,713	Hundimiento
2,00	0,630	Hundimiento
2,50	0,573	Hundimiento
3,00	0,538	Hundimiento
3,50	0,513	Hundimiento

Para el caso de cimentación con losa puede adoptarse una presión vertical admisible de 0.194 MPa, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla Nº28 del presente informe.

TABLA 28. Presión vertical admisible de servicio para losas

Ancho de losa	*q'_s*	*Criterio*
m	*MPa*	-
5,0	0,531	HUNDIMIENTO
10,0	0,422	HUNDIMIENTO
15,0	0,280	HUNDIMIENTO
20,0	0,210	HUNDIMIENTO
25,0	0,168	HUNDIMIENTO

6.6 Módulo de balasto vertical

El semiespacio de Winkler (1867) es un medio elástico sin rigidez transversal en el que los desplazamientos verticales (s) son proporcionales a la presión vertical efectiva (σ'_v), con un coeficiente de proporcionalidad K llamado módulo de balasto que tiene unidades de peso específico.

El modelo de Winkler permite estudiar, de una forma sencilla, la interacción entre el terreno y los elementos de cimentación. De este modo pueden obtenerse leyes de presiones en el contacto de la cimentación con el suelo y, finalmente, dimensionar adecuadamente los elementos estructurales.

El módulo de balasto puede estimarse de dos formas diferentes según el DB-SE-C (CTE 2006):

a) A partir de ensayos de carga con placa, recomendándose el empleo de placas de diámetro equivalente igual o superior a 60cm.

b) A partir de cálculos geotécnicos de asientos en base a los parámetros de deformabilidad característicos del terreno bajo la zona de influencia de la cimentación, obtenidos mediante ensayos in situ o de laboratorio.

La principal dificultad de este modelo estriba en que el módulo de balasto no es un parámetro intrínseco del terreno ya que también depende de las dimensiones en planta de la cimentación. Para obtener el módulo de balasto de referencia (K_{sB}) a partir de las dimensiones de la cimentación (B) y del módulo para una placa de 30x30cm (K_{sp30}) puede emplearse la siguiente formulación debida a Terzaghi (1955):

TABLA 29. Conversión del módulo de balasto

Tipo de terreno	*Zapata cuadrada*	*Zapata rectangular*	*Conversión para placa de 60cm*
Cohesivo	$k_{sB} = k_{sp30}\frac{0,3}{B}$	$k_{sBL} = k_{sB}\left(1+\frac{B}{2L}\right)$	$k_{sB} = k_{sp60}\frac{0,6}{B}$
Granular	$k_{sB} = k_{sp30}\left(\frac{B+0,3}{2B}\right)^2$	$k_{sBL} = k_{sB}\left(1+\frac{B}{2L}\right)$	$k_{sB} = \frac{k_{sp60}}{\left(\frac{0,6+0,3}{2\cdot 0,6}\right)^2}\left(\frac{B+0,3}{2B}\right)^2$

En el Anejo Nº 5 Calculos Justificativos se recoge el valor del módulo de balasto en la zona de influencia de la cimentación determinado a partir del cálculo elástico de asientos para cada una de las dimensiones de cimentación propuestas en este estudio.

El módulo de balasto medio obtenido para placas de 0.30x0.30 m^2 es de 55.00 MN/m^3.

7 Parámetros para el dimensionado de elementos de contención

7.1 Empujes activo, pasivo y en reposo

El cálculo de empujes sobre estructuras de contención debe realizarse a largo plazo y por lo tanto deben utilizarse parámetros drenados del terreno, que son los ofrecidos en la siguiente tabla:

TABLA 30. Parámetros para estructuras de contención

Peso Específico efectivo	*Cohesión efectiva*	*Angulo rozamiento efectivo*	*Unidad geotécnica*
γ KN/m^3	*c' KPa*	*ϕ' º*	-
21.3	22.3	22.3	UG-1: Arenas limo arcillosas
22.1	0.00	40.5	UG-2: Calcarenitas
γ' (peso específico efectivo),c' (cohesión efectiva) y ϕ' (ángulo de rozamiento interno efectivo)			

Para el cálculo de empujes efectivos pueden adoptarse los valores definidos por las expresiones contenidas en la tabla siguiente:

TABLA 31. Definición de parámetros para empujes sobre estructuras de contención

Variable	*Definición*	*Expresión*
σ'_a	Empuje unitario activo	$\sigma'_a = K_A \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_A}$
σ'_{ah}	Componente horizontal del empuje unitario activo	$\sigma'_{ah} = \sigma'_a \cdot sen(\beta + \delta)$
σ'_p	Empuje unitario pasivo	$\sigma'_p = K_P \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_P}$
σ'_{ph}	Componente horizontal del empuje unitario pasivo	$\sigma'_{ph} = \sigma'_p \cdot sen(\beta - \delta)$
σ'_v	Presión vertical efectiva	$\sigma'_v = \gamma z$
z	Altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al muro	-
γ'	Peso específico efectivo del terreno o relleno del trasdós	-
c'	Cohesión efectiva del terreno o relleno del trasdós	-
ϕ'	Ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno o relleno del trasdós	-
β	Inclinación del paramento del trasdós	
i	Inclinación de la superficie del trasdós	

TABLA 31. Definición de parámetros para empujes sobre estructuras de contención

Variable	*Definición*	*Expresión*
δ	Ángulo de rozamiento entre el muro y el terreno o relleno del trasdós	
K_a	Coeficiente de empuje activo	$K_A = \left[\frac{\text{cosec}\,\beta \cdot \text{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{\text{sen}(\beta+\delta)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta+\phi')\cdot\text{sen}(\phi'-i)}{\text{sen}(\beta-i)}}} \right]^2$
K_p	Coeficiente de empuje pasivo	$K_P = \left[\frac{\text{cosec}\,\beta \cdot \text{sen}(\beta + \phi')}{\sqrt{\text{sen}(\beta-\delta)} - \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta+\phi')\cdot\text{sen}(\phi'+i)}{\text{sen}(\beta-i)}}} \right]^2$
K_0	Coeficiente de empuje en reposo	$K_0 = (1 - \text{sen}\,\phi')\cdot(R_{oc})^{½}$
R_{0C}	Razón de sobreconsolidación	$K_0 = (1 - \text{sen}\,\phi')\cdot(R_{oc})^{½}$

7.2 Ley de empujes unitarios

El empuje del terreno sobre la estructura de contención es la suma del empuje efectivo de la fase sólida del terreno más el empuje del agua.

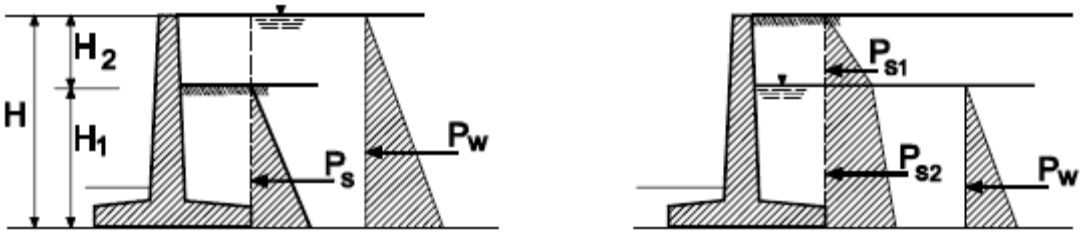


Figura Nº 12.-Empujes del terreno y del agua con trasdós vertical y superficie del terreno horizontal

La ley de empujes unitarios obedece a la siguiente expresión:

$$\sigma_h = K \cdot \sigma'_z + u_z$$

Si el terreno del trasdós está estratificado, cada estrato puede transformarse en una sobrecarga para el subyacente, deduciéndose la ley de empujes en forma acumulativa. Si el trasdós del elemento de contención es quebrado, la ley de empujes se obtendrá aplicando para cada tramo el coeficiente K correspondiente a su inclinación. Cuando la superficie del terreno sea irregular, el empuje resultante sobre el elemento de contención se determinará tanteando diversas superficies de rotura.

Es importante destacar que la propia ejecución de las obras de desmonte producirá una liberación de tensiones en el terreno y facilitará la formación de juntas y la apertura de las ya existentes.

En cuanto a los empujes del agua debe tenerse en cuenta que, es posible que tras un periodo de lluvias se desarrollen niveles de agua en el trasdós de las estructuras de contención. La mejor medida a considerar consiste en dotar a todas las estructuras de contención de elementos de drenaje consistentes en la ejecución de mechinales y la colocación de un material filtrante en el trasdós de los muros. De no ejecutarse dichas medidas será preceptivo considerar una ley hidrostática de empujes de agua con origen en la coronación de los muros.

8 Excavabilidad y estabilidad de taludes provisionales

8.1 Determinación de la excavabilidad

A partir de la facilidad de prospección presentada en los reconocimientos realizados puede deducirse que los terrenos investigados son excavables de forma directa, con medios mecánicos convencionales (palas de ruedas y de cadenas, bulldozer, mototraíllas, etc.).

Para una estimación más concreta de los medios de excavación y de la productividad de cada uno de ellos sería necesaria la realización de perfiles sísmicos de refracción.

8.2 Estabilidad de taludes provisionales

8.2.1 Metodología

Con objeto de estimar el riesgo por deslizamiento de los taludes excavados previamente a la ejecución de los muros se ha realizado un tanteo de la estabilidad de los mismos mediante los ábacos de Hoek y Bray (1.977). En este método, se considera en la construcción de los ábacos el efecto de las presiones intersticiales debidas a la presencia de un freático en el terreno, y que divide al talud en una zona que podemos considerar seca y otra saturada. Aparte de las consideraciones indicadas, se asumen las siguientes simplificaciones:

- El material constitutivo del talud se considera homogéneo en toda la extensión del mismo.
- El círculo de rotura se hace pasar siempre por el pié del talud.
- Se considera la existencia de una grieta de tracción que puede estar situada por encima o por debajo de la cresta del talud.

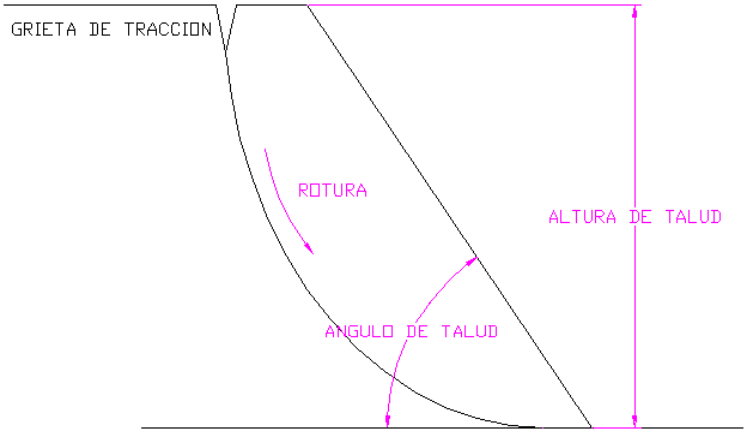


Figura Nº 13.-Esquema de rotura en un talud.

En ausencia de construcciones afectadas por el talud, el CTE DB-SE-C establece los siguientes coeficientes de seguridad mínimos a alcanzar:

TABLA 32. Coeficientes de seguridad parciales para la resistencia del terreno

Situación de dimensionado	*Acciones*	γ_R
Persistente	Peso propio efectivo+agua (situación drenada)	1.5
Transitoria	Peso propio aparente+agua (sin drenaje)	1.5
Extraordinaria	P.P.+agua+sismo	1.1
Observaciones: El resto de coeficientes de seguridad parciales se consideran igual a 1 ($\gamma_E = \gamma_F = \gamma_M = 1$)		

9 Referencias bibliográficas

Para la redacción del presente informe se ha recurrido a las siguientes fuentes bibliográficas.

- Burland J B y Wroth C P (1974). Settlement of buildings and associated damage. State-of-the-art review. Proceedings Conference Settlement of Structures. Cambridge, Pentech Press, Londres, pp 661-654.
- Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, Ministerio de Fomento (2006). Documento Básico SE-C – Seguridad Estructural, Cimentaciones; Código Técnico de la Edificación, 157pp.
- Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1988). Norma Básica de la Edificación – Acciones en la Edificación (NBE-AE-88).

- Hansen, B J (1970). A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No 28.
- IGME (1973). Hoja 1068 San Fernando del Mapa Geológico de España. E. 1:50.000
- IGME (1983). Manual de Ingeniería de Taludes. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 467pp.
- Jiménez Salas J A y Justo Alpañes, J L (1975). Geotecnia y Cimientos I: Propiedades de los suelos y de las rocas. Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 466 pp.
- Jiménez Salas J A et al (1981). Geotecnia y Cimientos II: Mecánica del suelo y de las rocas Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 1188 pp.
- Jiménez Salas J A et al (1980). Geotecnia y Cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia. Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 1188 pp.
- Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Octubre de 2002.
- Ministerio de Fomento. Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, Parte General y Edificación. BOE num.244, 11 de octubre de 2002, pp 35899 a 35967.
- Rodríguez Ortiz, J M, Serra, J, & Oteo, C (1972): Curso aplicado de Cimentaciones. Colegio Oficial de de Arquitectos de Madrid. 4ª edición
- Sanglerat G (1972). The Penetrometer and Soil Exploration. Amsterdam, Elsevier.
- Schmertman J H y Palacios A (1979). Energy Dynamics of the Standard Penetration Test. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 105 GT-8.
- Steinbrenner W (1936). A Rational Method for the Determination of the Vertical Normal Stresses under Foundations. 1er ICOSOMEF, Harvard, 2, 142-143.
- Terzaghi K (1955). Evaluation of coefficients of subgrade reaction. Geotechnique 5, 297.
- Winkler E (1867). Die Lehre von Elastizität und Festigkeit. Praga.

10 Recomendaciones generales

Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas

del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.

Por estos motivos, antes de proceder a la realización de la estructura de cimentación el técnico competente deberá comprobar visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo de aquélla se corresponde con lo estimado en el presente estudio geotécnico. En particular se deberá comprobar lo siguiente:

- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
- No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, o los elementos detectados se ajustan a lo previsto en el presente estudio, en cuyo caso deberán seguirse las recomendaciones que en él se establecen.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.
- El agua y el terreno no son agresivos para los materiales de las zapatas o de la losa, y en caso de que lo sean se cumple lo estipulado al respecto en la normativa vigente.

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 36 páginas y de 5 anejos a la memoria.

En Jerez de la Frontera, a 16 de octubre de 2009.

Responsable: José Manuel López-Menchero

Coordinador Dpto. Geotecnia Andalucía Occ.

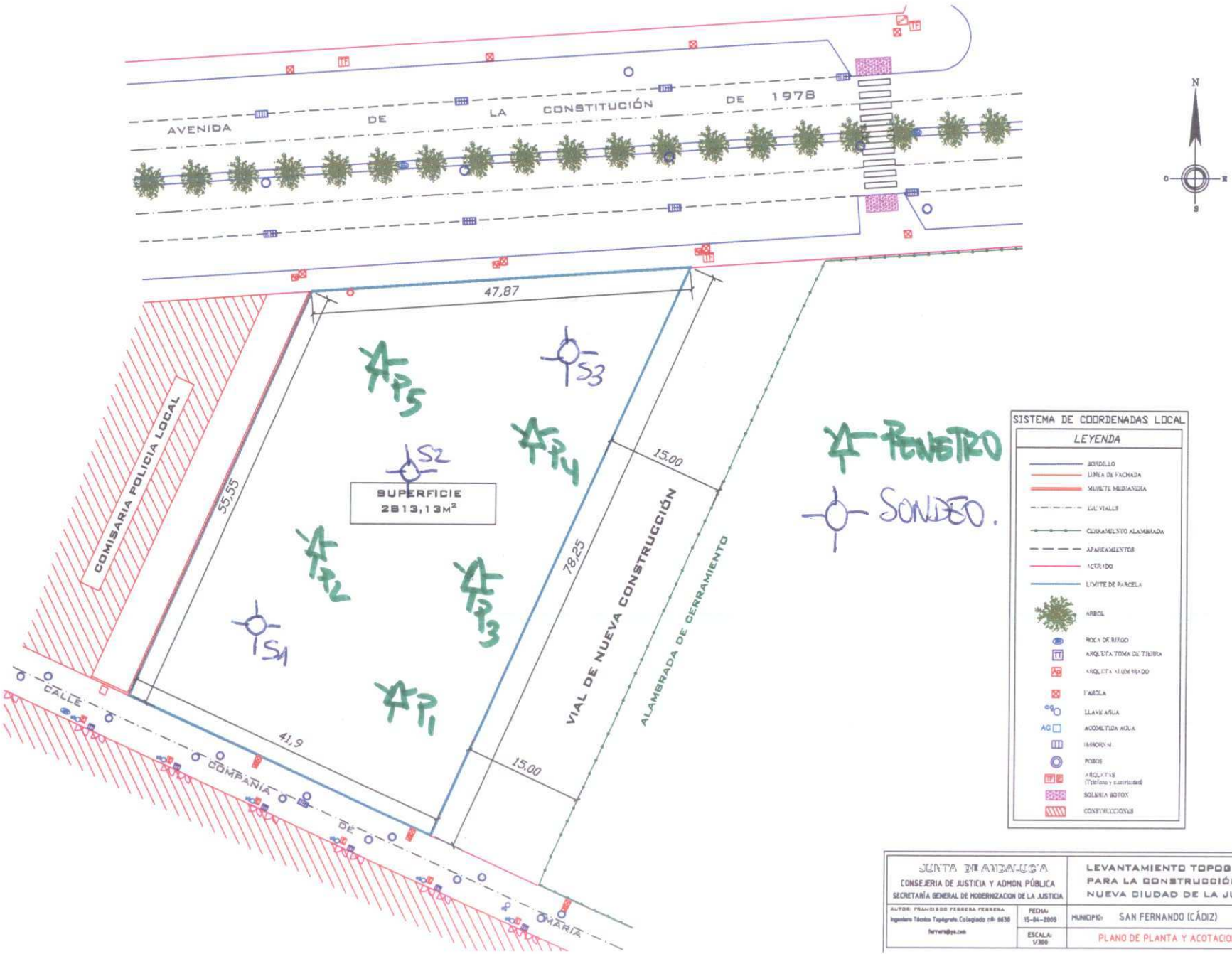
Licenciado en CC. Geológicas

Fdo. Germán López Pineda/ I.C.C.P.

Colegiado Nº 18845

ANEJO 1. PLANOS

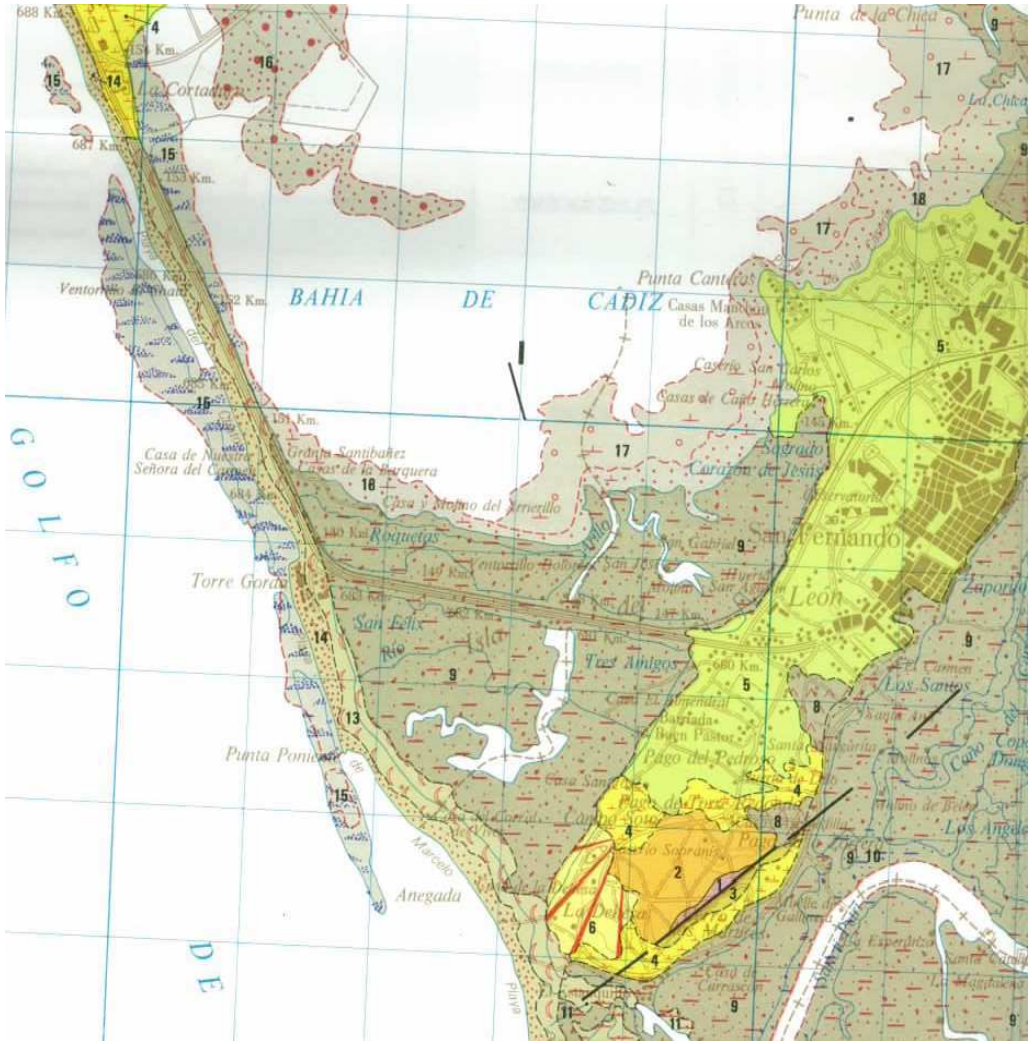
ANEJO 1.1 Planta de localización de la parcela y de situación de prospecciones

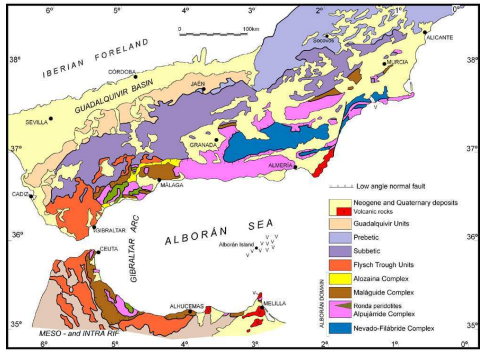


JUNTA DE ANDALUCIA CONSEJERIA DE JUSTICIA Y ADMON. PÚBLICA SECRETARÍA GENERAL DE MODERNIZACION DE LA JUSTICIA		LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CIUDAD DE LA JUSTICIA
AUTOR: FRANCISCO FERRERA FERRERA Ingeniero Técnico Topógrafo. Colegiado nº: 8638 ferrera@ya.com	FECHA: 15-04-2009 ESCALA: 1/300	MUNICIPIO: SAN FERNANDO (CÁDIZ) PLANO DE PLANTA Y ACOTACIONES
EQUIDISTANCIA:	PLANO Nº 2	

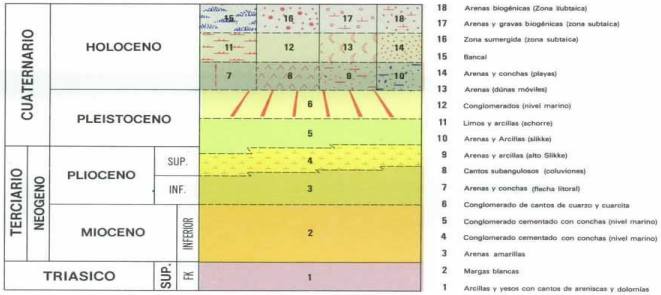
ANEJO 1.2 Plano geológico regional

MARCO GEOLÓGICO





LEYENDA



cemosa
Ingeniería y Control

EXPEDIENTE: 6/J492/001

PETICIONARIO: COTRACÓN, S.A.

OBRA: NAVE INGELEC, S.L. "EL CUARTEL", ALCALÁ DE GUADAÍRA, SEVILLA

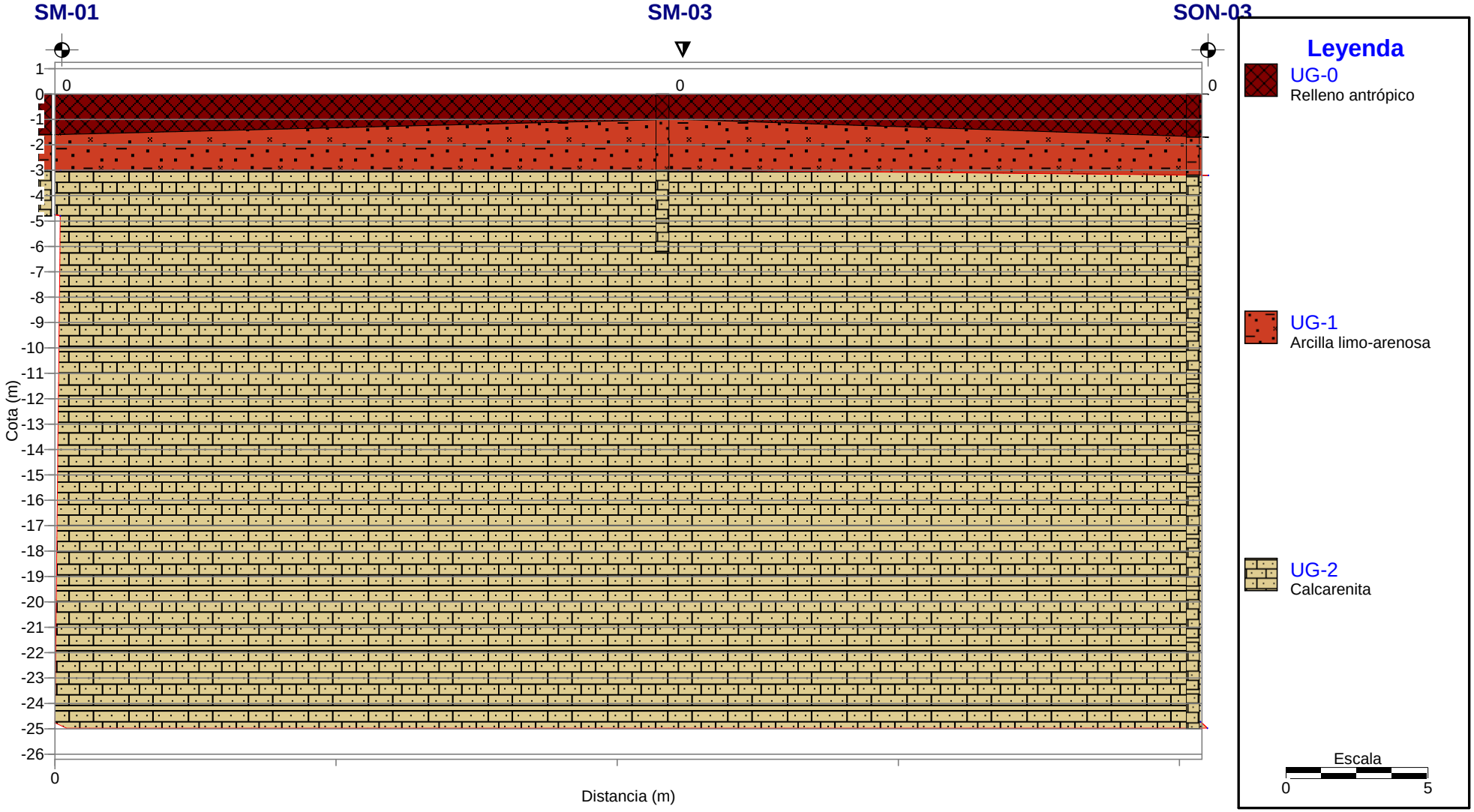
ANEJO Nº 2

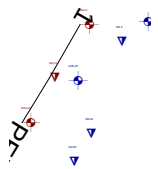
CONTEXTO GEOLÓGICO, PLANO Y LEYENDA DE LA ZONA EN ESTUDIO

HOJA MAGNA 1068-11-46 SAN FERNANDO ESCALA ORIGINAL: 1.50.000

ANEJO 1.3 Perfiles geológico-geotécnicos

Perfil geotécnico longitudinal





Vista en planta

SECCIÓN: PERFIL 1

Trabajo: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ

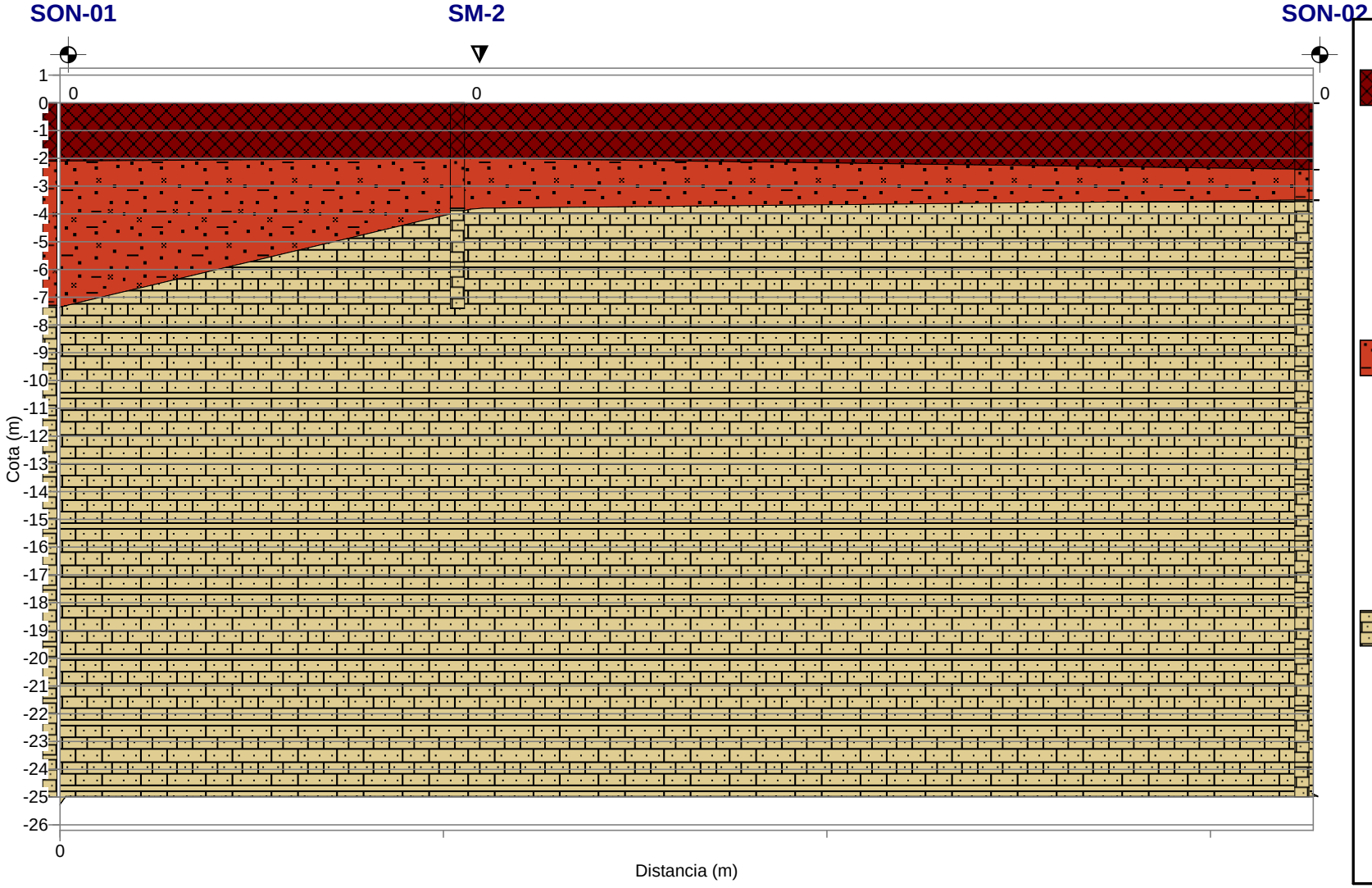
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA.

Expediente: N/4580/001

Fecha: SEPTIEMBRE 2009

cemosa
Ingeniería y Control

Perfil geotécnico longitudinal



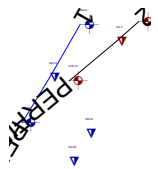
Leyenda

UG-0
Relleno antrópico

UG-1
Arcilla limo-arenosa

UG-2
Calcarenita

Escala
0 5



Vista en planta

SECCIÓN: PERFIL-2

Trabajo: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO. CÁDIZ

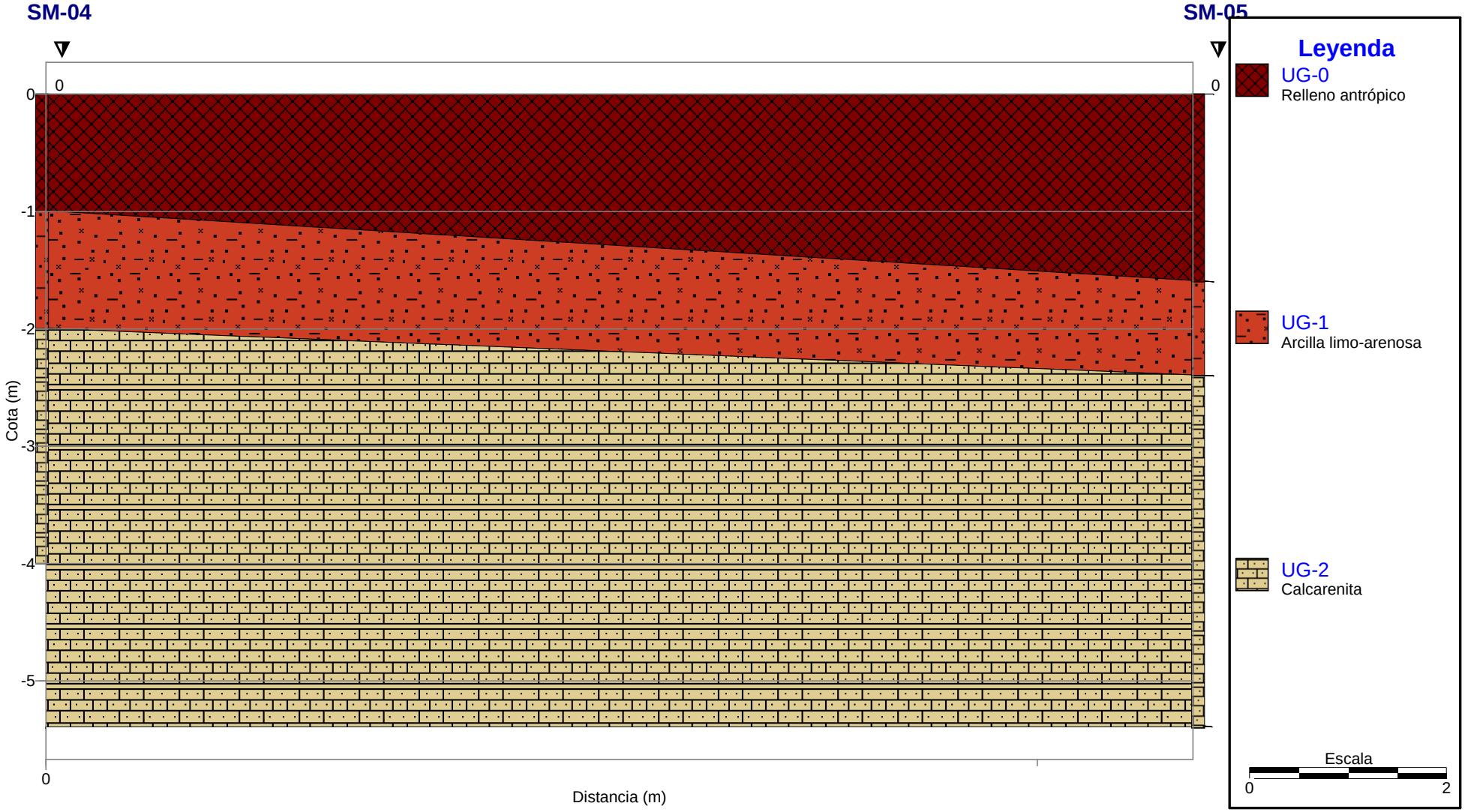
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

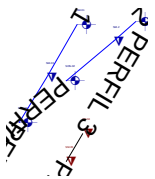
Expediente: N/4580/001

Fecha: SEPTIEMBRE 2009

cemosa
Ingeniería y Control

Perfil geotécnico longitudinal





Vista en planta

SECCIÓN: PERFIL-3

Trabajo: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ

Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Expediente: N/4580/001

Fecha: SEPTIEMBRE 2009

cemosa
Ingeniería y Control

ANEJO 2. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 2.1 Registro de sondeos a penetración dinámica

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: TECOINSA PDP-2000 **FECHA DE EJECUCIÓN:** 21/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749580 **Y:** 4037670 **Z:**

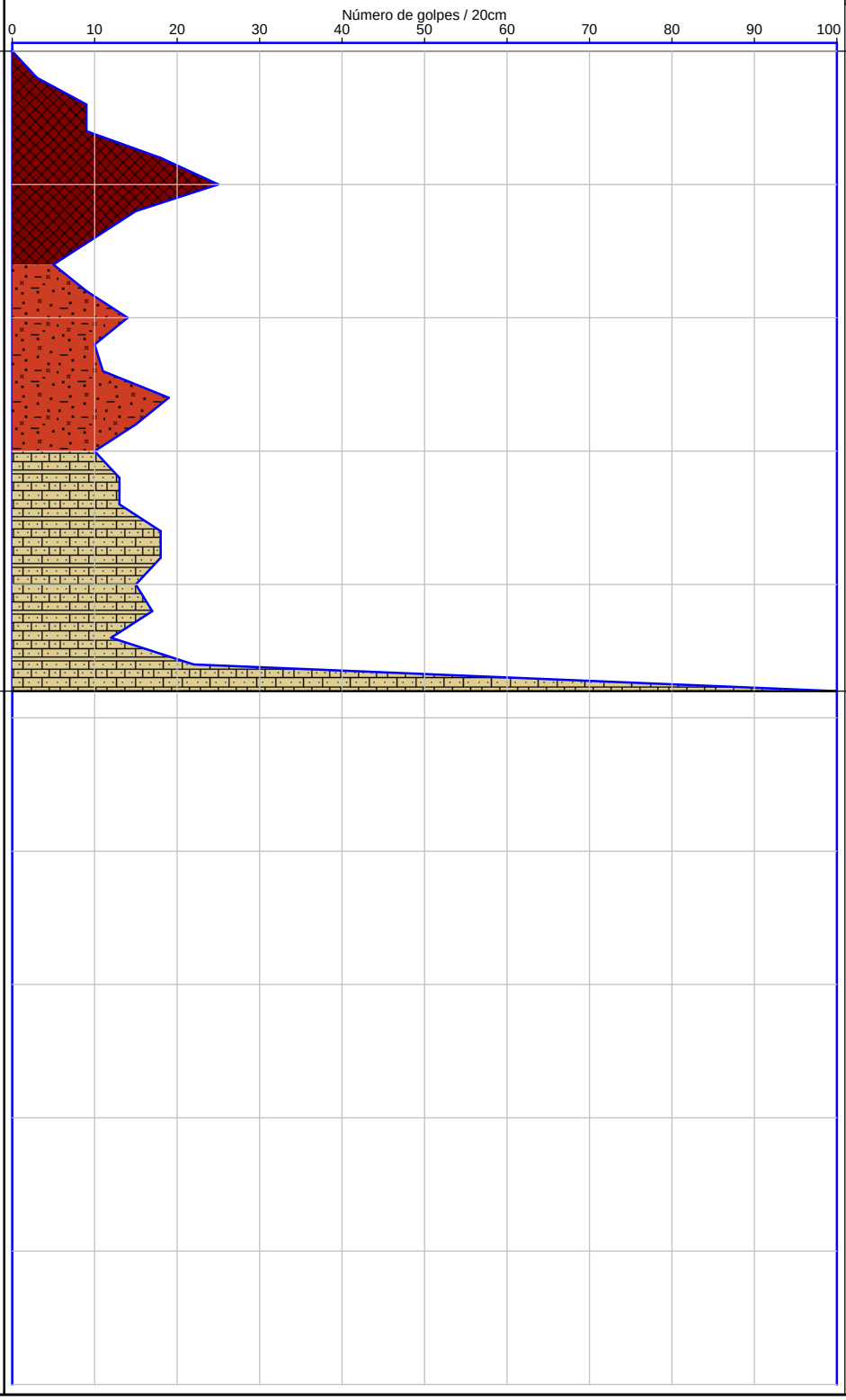
ENSAYO: SM-01

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN



Prof. (m)	N20
0,2	3
0,4	9
0,6	9
0,8	18
1	25
1,2	15
1,4	10
1,6	5
1,8	9
2	14
2,2	10
2,4	11
2,6	19
2,8	15
3	10
3,2	13
3,4	13
3,6	18
3,8	18
4	15
4,2	17
4,4	12
4,6	22
4,8	100

GOLPEO

INTERPRETACIÓN DE LA LITOLOGÍA

UG-0
Relleno antrópico.

UG-1
Arcilla limo arenosa.

UG-2
Calcarenita.

Rechazo

FECHA: 25/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml

Nórmas de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE023-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: TECOINSA PDP-2000 **FECHA DE EJECUCIÓN:** 21/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749593 **Y:** 4037664 **Z:**

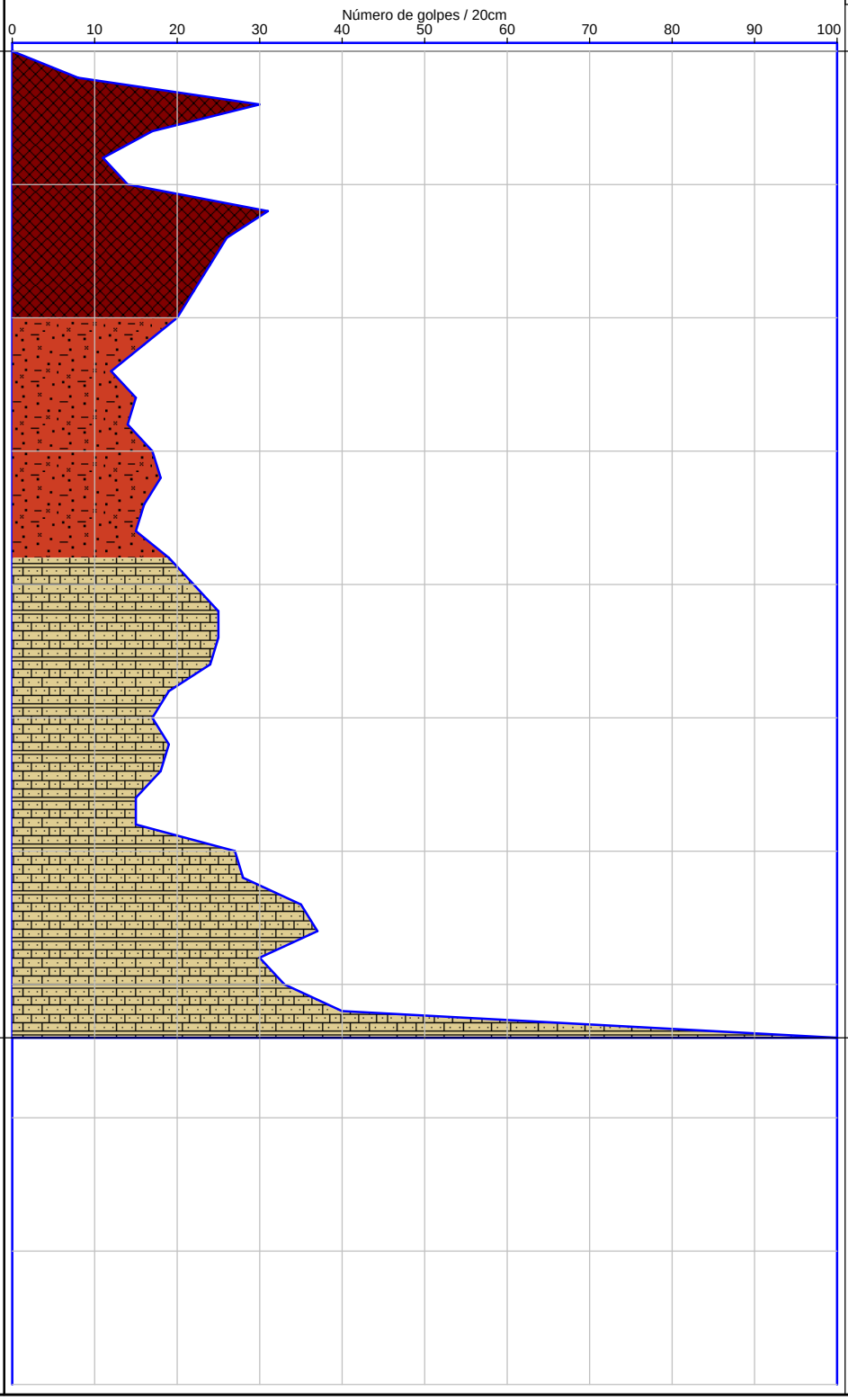
ENSAYO: SM-02

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN



Prof. (m)	N20
0,2	8
0,4	30
0,6	17
0,8	11
1	14
1,2	31
1,4	26
1,6	24
1,8	22
2	20
2,2	16
2,4	12
2,6	15
2,8	14
3	17
3,2	18
3,4	16
3,6	15
3,8	19
4	22
4,2	25
4,4	25
4,6	24
4,8	19
5	17
5,2	19
5,4	18
5,6	15
5,8	15
6	27
6,2	28
6,4	35
6,6	37
6,8	30
7	33
7,2	40
7,4	100

GOLPEO

INTERPRETACIÓN DE LA LITOLOGÍA

UG-0
Relleno antrópico.

UG-1
Arcilla limo-arenosa.

UG-2
Calcarenita.

Rechazo

FECHA: 25/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml

Nórmas de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE023-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: TECOINSA PDP-2000 **FECHA DE EJECUCIÓN:** 21/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749569 **Y:** 4037651 **Z:**

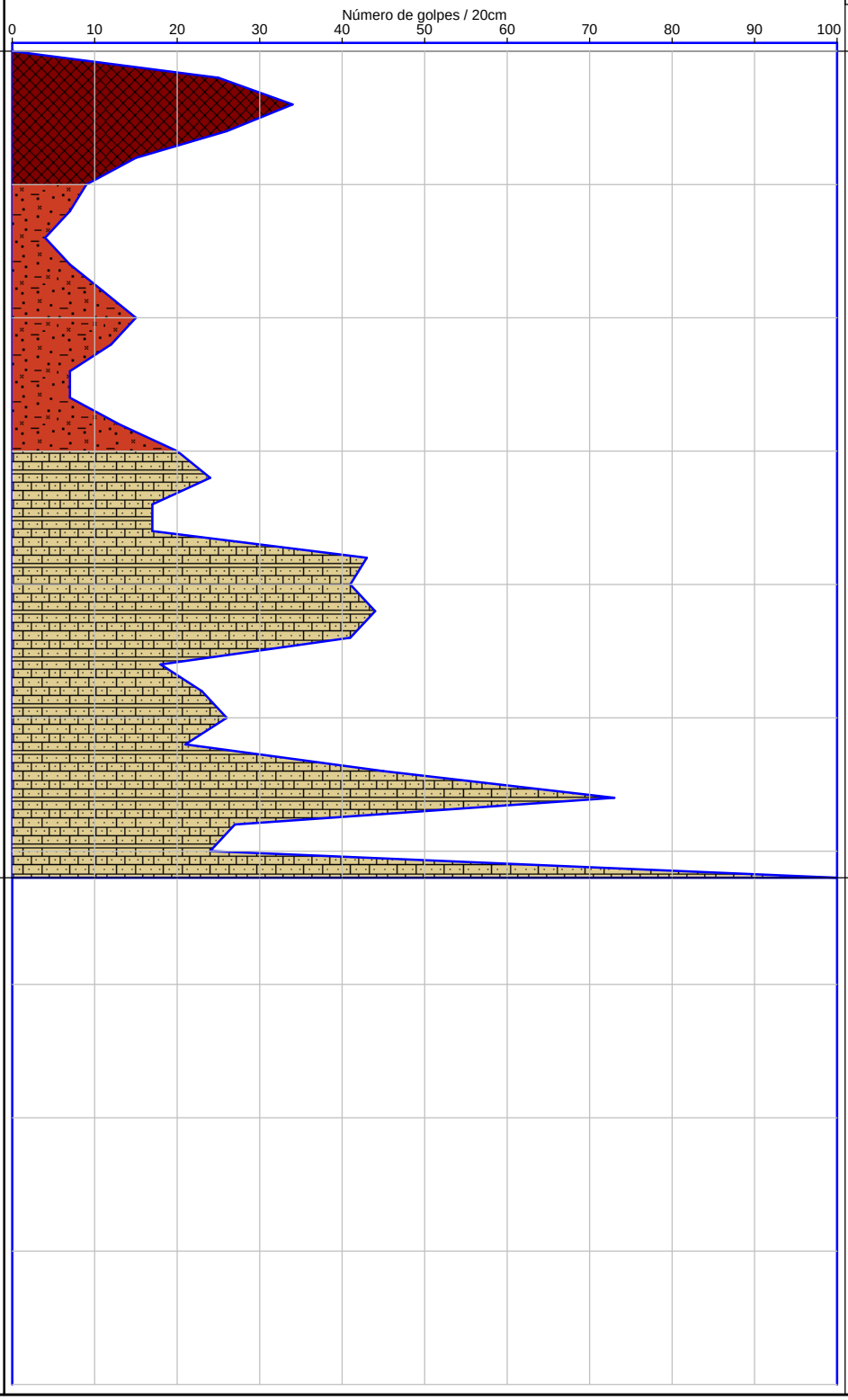
ENSAYO: SM-03

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN



Prof. (m)	N20
0,2	25
0,4	34
0,6	26
0,8	15
1	9
1,2	7
1,4	4
1,6	7
1,8	11
2	15
2,2	12
2,4	7
2,6	7
2,8	13
3	20
3,2	24
3,4	17
3,6	17
3,8	43
4	41
4,2	44
4,4	41
4,6	18
4,8	23
5	26
5,2	21
5,4	45
5,6	73
5,8	27
6	24
6,2	100

INTERPRETACIÓN DE LA LITOLOGÍA

UG-0
Relleno antrópico.

UG-1
Arcilla limo-arenosa.

UG-2
Calcarenita.

Rechazo

FECHA: 25/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml

Nórmas de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE023-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: TECOINSA PDP-2000 **FECHA DE EJECUCIÓN:** 21/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749582 **Y:** 4037631 **Z:**

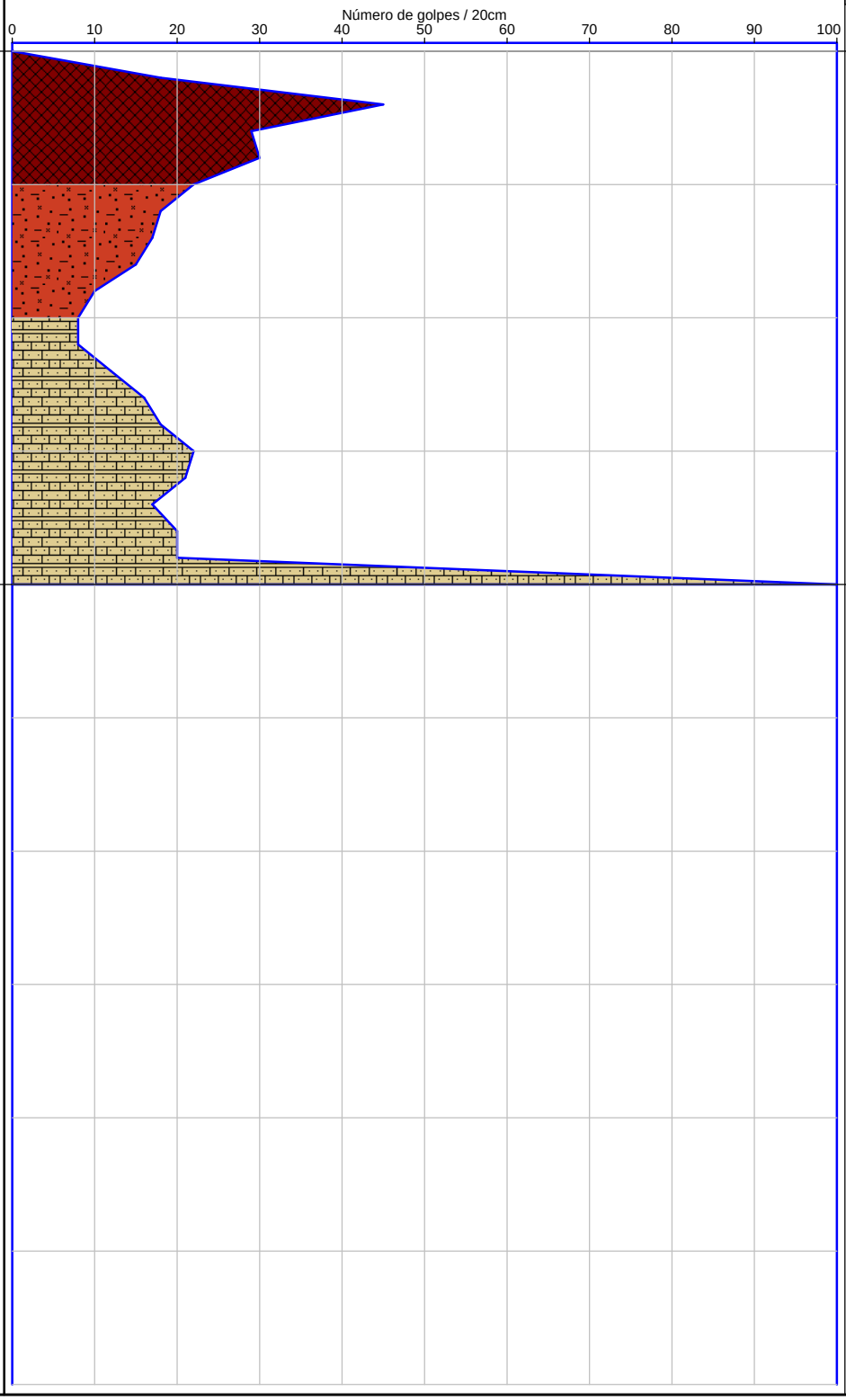
ENSAYO: SM-04

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN



GOLPEO Prof. (m)	N20
0,2	18
0,4	45
0,6	29
0,8	30
1	22
1,2	18
1,4	17
1,6	15
1,8	10
2	8
2,2	8
2,4	12
2,6	16
2,8	18
3	22
3,2	21
3,4	17
3,6	20
3,8	20
4	100

INTERPRETACIÓN DE LA LITOLOGÍA

UG-0
Relleno antrópico.

UG-1
Arcilla limo-arenosa.

UG-2
Calcarenita.

Rechazo

FECHA: 25/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml

Nórmas de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE023-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: TECOINSA PDP-2000 **FECHA DE EJECUCIÓN:** 21/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749576 **Y:** 4037621 **Z:**

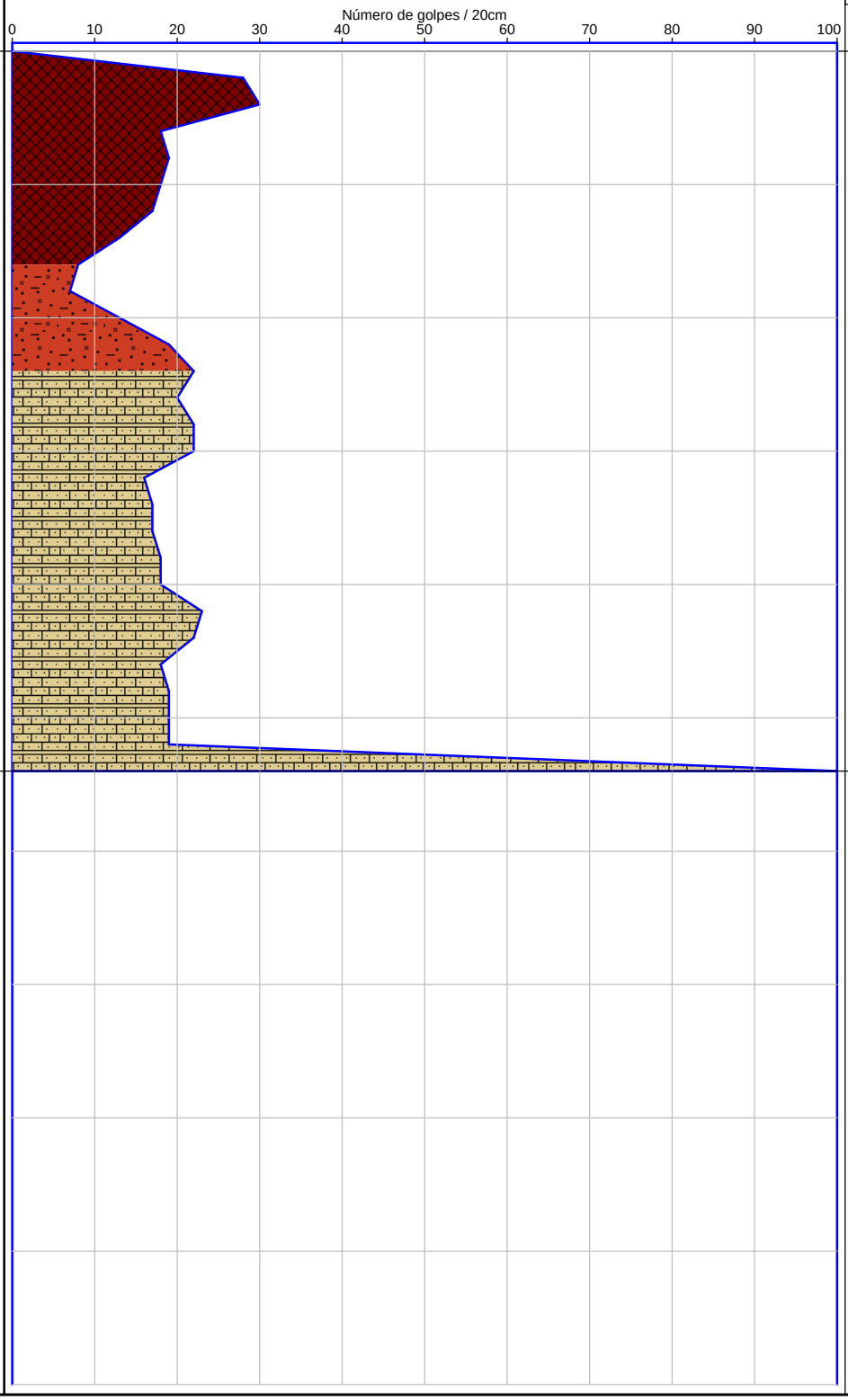
ENSAYO: SM-05

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN



Prof. (m)	N20
0,2	28
0,4	30
0,6	18
0,8	19
1	18
1,2	17
1,4	13
1,6	8
1,8	7
2	13
2,2	19
2,4	22
2,6	20
2,8	22
3	22
3,2	16
3,4	17
3,6	17
3,8	18
4	18
4,2	23
4,4	22
4,6	18
4,8	19
5	19
5,2	19
5,4	100

INTERPRETACIÓN DE LA LITOLOGÍA

UG-0
Relleno antrópico.

UG-1
Arcilla limo-arenosa.

UG-2
Calcarenita.

Rechazo

FECHA: 25/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml

Nórmas de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE023-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

ANEJO 2.2 Registro de sondeos a rotación

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE SONDEO A ROTACIÓN

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNADO, CÁDIZ.
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: MOBIL DRILL B-80-R **INICIO:** 22/09/09 **FIN:** 22/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749601 **Y:** 4037671 **Z:**

SONDEO: SON-01

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO PERF. (mm)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NIVEL FREÁTICO	OTROS ENSAYOS	RECUP. (%) 25 75	RQD. 25 75	MUESTRAS TIPO	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	GOLPEO /15 cm
1	W101		2,10	**UG-0** Relleno antrópico.								
3			5,20	**UG-1** Arcilla limo-arenosa de color marrón rojizo. Contiene bastantes fragmentos de roca de 1-2cm y morfología redondeada. Es posible apreciar intercalaciones de lentejones arenosos de color gris.	22/09/2009				MI	3,00	3,60	11-14-19-28
4	W86								SPT	3,60	4,05	7-12-14
6									MI	5,70	6,30	9-14-20-26
7									SPT	6,30	6,75	8-12-14
8			17,70	**UG-2** Calcarenita con intercalaciones de niveles areno- limosos y arcillosos. Existe bastantes fragmentos de roca y restos fosilíferos marinos.					MI	8,70	8,72	2/50
9									SPT	8,72	8,75	3/50
12									TP	11,50	11,85	
									MI	12,00	12,01	1/50
									SPT	12,01	12,04	3/50
15									MI	14,90	15,08	31-3/50
									SPT	15,08	15,44	18-32-6/50
18									MI	17,60	17,83	37-8/50
									SPT	17,83	18,28	23-30-24
22									MI	21,70	21,92	31-7/50
									SPT	21,92	22,07	25-27-34
24									MI	23,90	24,50	15-18-35-49
									SPT	24,50	24,95	14-19-21
25				Fin del sondeo								

FECHA: 24/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

MI: Muestra inalterada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo parafinado MA: Muestra alterada LF: Ensayo Lefranc LU: Ensayo Lugeon PR: Presiómetro

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared gruesa con estuche interior, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con pared delgada tipo Shelby, ASTM D1587-00, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada de pistón fijo, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras simple (batería simple), ASTM D2113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras doble (batería doble), ASTM D2XP113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple), XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple) con extensión de pared delgada, XP P94-202; ensayo de penetración estándar (SPT), UNE 103-800:1992; toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE SONDEO A ROTACIÓN

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNADO, CÁDIZ.
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: MOBIL DRILL B-80-R **INICIO:** 22/09/09 **FIN:** 22/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749576 **Y:** 4037650 **Z:**

SONDEO: SON-02

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO PERF. (mm)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NIVEL FREÁTICO	OTROS ENSAYOS	RECUP. (%) 25 75	RQD. 25 75	MUESTRAS TIPO	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	GOLPEO /15 cm
	W101		2,40	**UG-0** Relleno antrópico.								
			1,10	**UG-1** Arcilla limo-arenosa de color marrón rojizo. Contiene bastantes fragmentos de roca de 1-2 cm y morfología redondeada.					MI	3,00	3,57	12-24-36-12/50
			21,05	**UG-2** Calcarenita con intercalaciones de niveles areno limosos y arcillosos. Existen bastantes fragmentos de roca y rwestos fosilíferos. Color amarillo blanquecino.					SPT	3,57	4,02	16-21-27
	W86								MI	5,70	6,13	27-28-13/50
									SPT	6,13	6,39	30-11/50
									MI	8,80	9,40	13-24-26-26
									SPT	9,40	9,85	16-26-9
									MI	11,80	12,40	7-9-14-18
									SPT	12,40	12,85	4-8-11
									MI	15,20	15,58	21-34-8/50
									SPT	15,58	15,65	7/50
									MI	17,60	17,72	12/50
									SPT	17,72	17,97	31-10/50
									MI	20,60	20,74	14/50
									SPT	20,74	21,19	24-30-34
									MI	24,00	24,40	18-30-50
									SPT	24,40	24,85	12,17-20
25				Fin del sondeo								

FECHA: 24/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

MI: Muestra inalterada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo parafinado MA: Muestra alterada LF: Ensayo Lefranc LU: Ensayo Lugeon PR: Presiómetro

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared gruesa con estuche interior, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con pared delgada tipo Shelby, ASTM D1587-00, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada de pistón fijo, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras simple (batería simple), ASTM D2113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras doble (batería doble), ASTM D2XP113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple), XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple) con extensión de pared delgada, XP P94-202; ensayo de penetración estándar (SPT), UNE 103-800:1992; toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

cemosa
Ingeniería y Control
c/Benaque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE SONDEO A ROTACIÓN

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNADO, CÁDIZ.
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
MÁQUINA: MOBIL DRILL B-80-R **INICIO:** 22/09/09 **FIN:** 22/09/09
COORDENADAS UTM: **X:** 749559 **Y:** 4037635 **Z:**

SONDEO: SON-03

HOJA:

EXP.: N/4580/001

PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO PERF. (mm)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NIVEL FREÁTICO	OTROS ENSAYOS	RECUP. (%) 25 75	RQD. 25 75	MUESTRAS TIPO	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	GOLPEO /15 cm
1	W101		1,70	**UG-0** Relleno antrópico.								
2			1,50	**UG-1** Arcilla limo-arenosa de color marrón rojizo. Contiene bastantes fragmentos de roca de morfología redondeada y de tamaño homométrico.								
3			21,8	**UG-2** Calcarenita con intercalaciones de niveles areno limosos y arcillosos. Se puede apreciar fragmentos de roca de morfología angulosa y subangulosa y restos fosilíferos.					MI	3,00	3,44	20-49-14/50
4	W86								SPT	3,44	3,89	24-25-25
5												
6									MI	5,70	5,72	2/50
									SPT	5,72	6,17	30-26-32
7												
8												
9									MI	8,70	9,30	22-31-21-18
									SPT	9,30	9,75	28-12-22
10												
11												
12									TP	12,00	12,25	
									MI	12,30	12,83	23-22-24-8/50
13									SPT	12,83	13,28	47-13-16
14												
15									MI	15,00	15,12	12/50
									SPT	15,12	15,57	39-35-26
16												
17												
18												
19									MI	18,60	19,20	32-40-41-15/50
									SPT	19,20	19,65	20-26-39
20												
21												
22									MI	21,90	22,04	14/50
									SPT	22,04	22,45	34-30-11/50
23												
24									MI	23,90	24,16	41-11/50
									SPT	24,10	24,61	18-18-16
25				Fin del sondeo								

FECHA: 24/09/09

Fdo.Elena Frade Viano
Director Técnico de Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo.Manuel Gil Romero
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

MI: Muestra inalterada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo parafinado MA: Muestra alterada LF: Ensayo Lefranc LU: Ensayo Lugeon PR: Presiómetro

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared gruesa con estuche interior, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con pared delgada tipo Shelby, ASTM D1587-00, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada de pistón fijo, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras simple (batería simple), ASTM D2113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras doble (batería doble), ASTM D2XP113-99, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple), XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras triple (batería triple) con extensión de pared delgada, XP P94-202; ensayo de penetración estándar (SPT), UNE 103-800:1992; toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. Nº de inscripción del R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05
Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: **GTC** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, **GTL** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

ANEJO 2.3 Fotografías de testigos de sondeos a rotación

FOTO 1: SONDEO 1:0.00-2.30
FOTO 2: SONDEO 1: 2.30-6.30

FOTO 3: SONDEO 1: 6.30-9.10
FOTO 4: SONDEO 1: 9.10-12.40

FOTO 5: SONDEO 1: 12.40-15.70
FOTO 6: SONDEO 1: 15.70-19.30

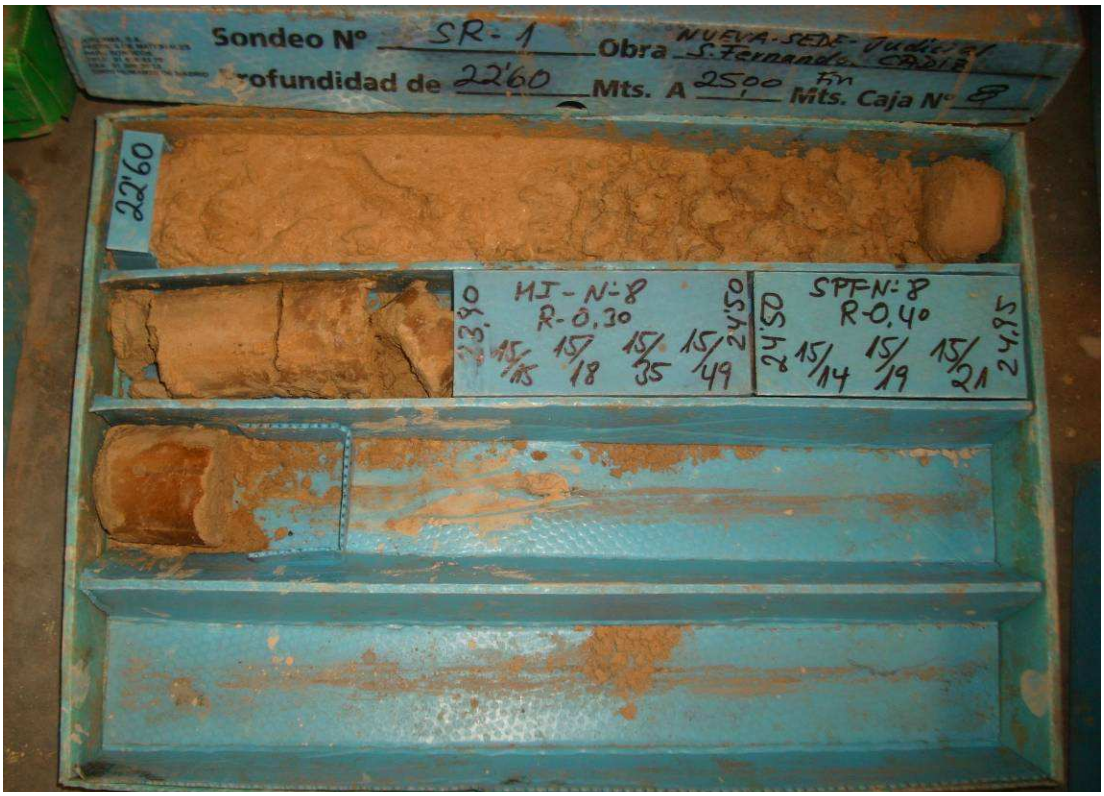


FOTO 7: SONDEO 1: 19.30-22.60
FOTO 8: SONDEO 1: 22.60-25.00

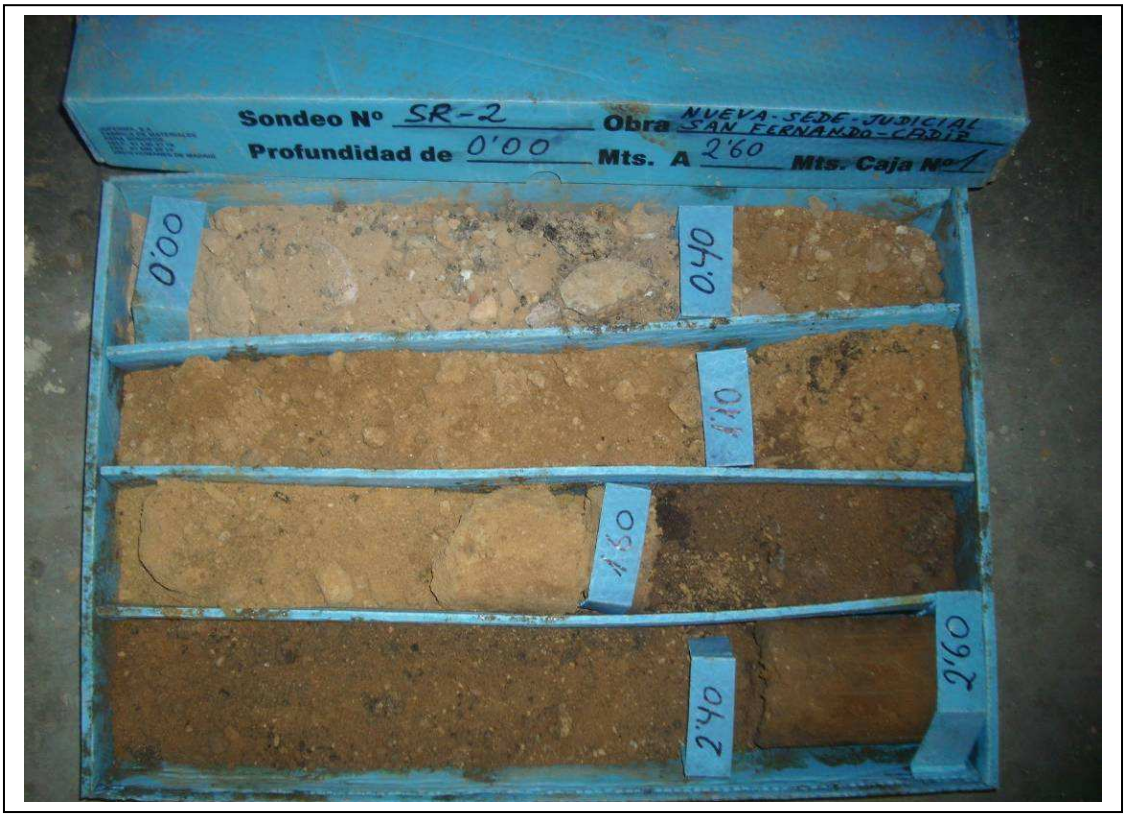


FOTO 9: SONDEO 2: 0.00-2.60
FOTO 10: SONDEO 2: 2.0-6.70

FOTO 11: SONDEO 2: 6.70-10.50
FOTO 12: SONDEO 2: 10.50-14.00

FOTO 13: SONDEO 2: 14.00-17.10
FOTO 14: SONDEO 2: 17.10-20.60

FOTO 15: SONDEO 2: 20.60-25.00
FOTO 16: SONDEO 3: 0.00-3.44

FOTO 17: SONDEO 3: 3.44-6.80
FOTO 18: SONDEO 3: 6.80-10.70

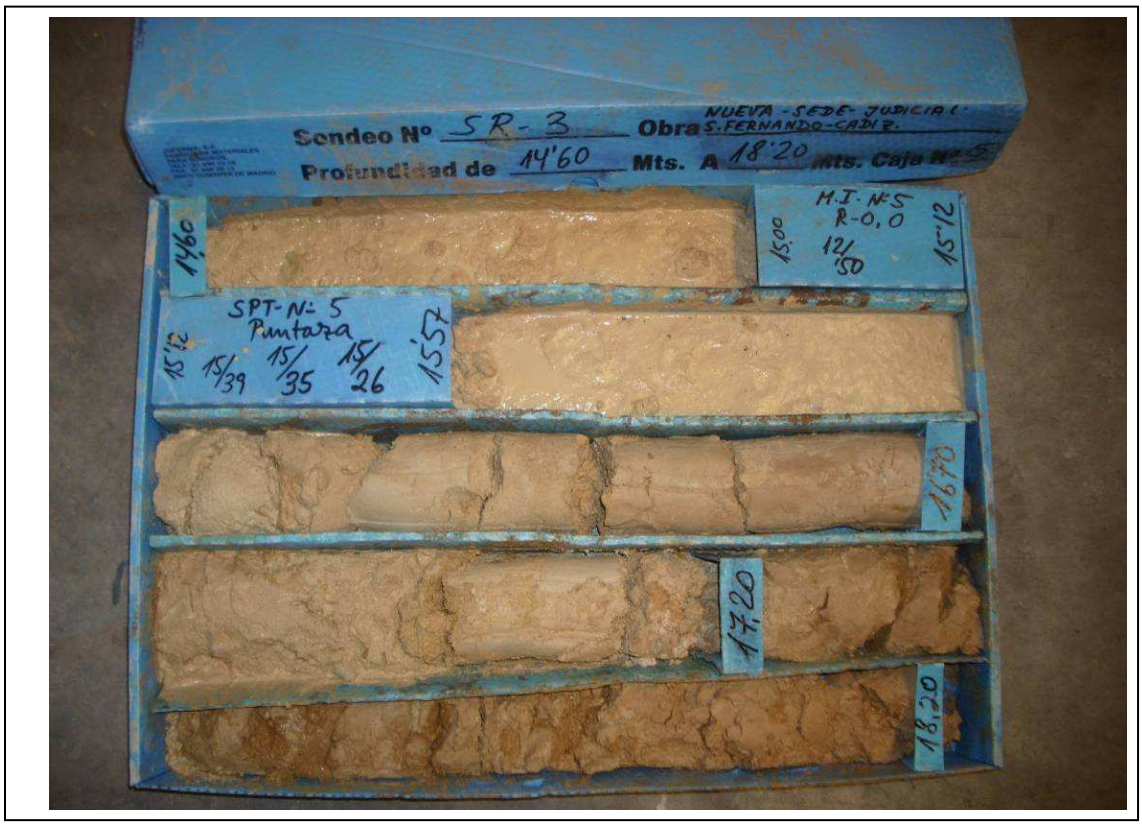


FOTO 19: SONDEO 3: 10.70-14.60
FOTO 20: SONDEO 3: 14.60-18.20

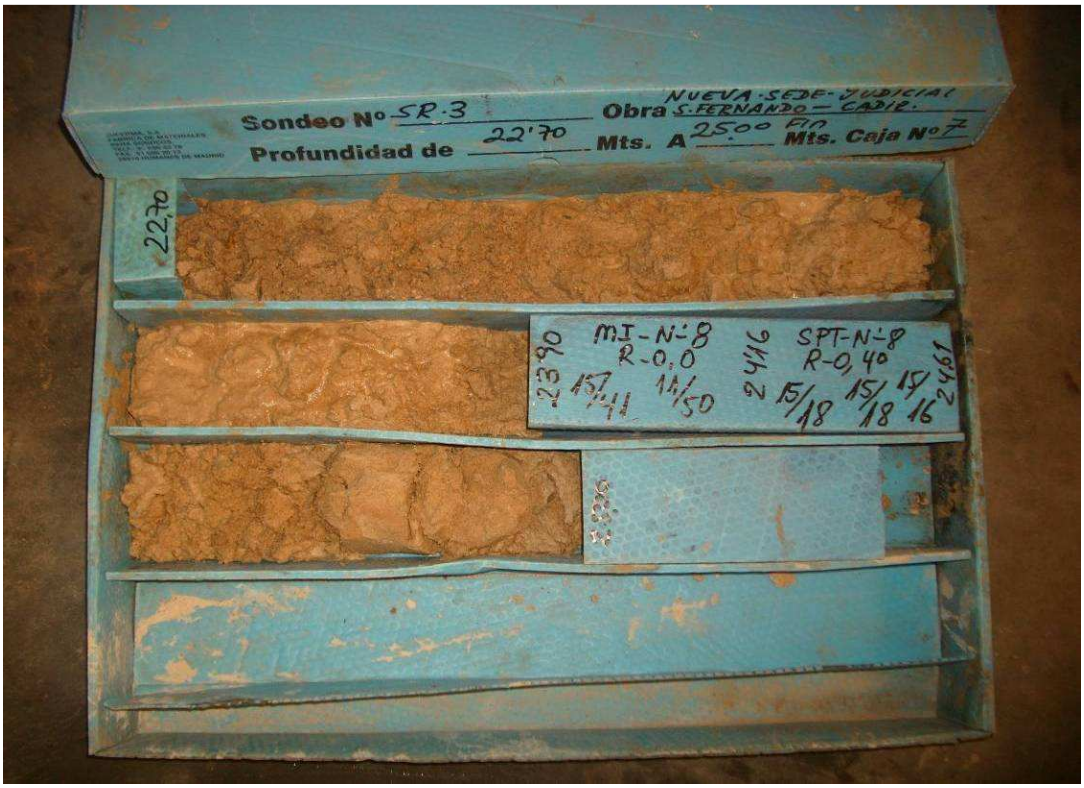


FOTO 21: SONDEO 32 : 18.20-22.70
FOTO 22: SONDEO 3: 22.70-25.00

FOTO 23: PENETRO 1
FOTO 24: PENETRO 2

FOTO 25: PENETRO 3
FOTO 26: PENETRO 4

FOTO 27: PENETRO 5
FOTO 28: SONDEO 1

FOTO 29: SONDEO 2
FOTO 30: SONDEO 3

ANEJO 3. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.- Material

Con Fecha **24-sep-2009**
Cemosa toma en Obra la siguiente Muestra de Suelo

REFERENCIA	**2911754**
MATERIAL	ARENAS ARCILLOSAS
PROCEDENCIA	**SON-01 3.00-3.60 MI**

2.- Trabajos realizados

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos :

- **Preparación de muestras para Ensayos (UNE 103100)**
- **Granulometría de Suelos por tamizado (UNE 103101)**
- **Límites de Atterberg (UNE 103103 y 103104)**

- **Contenido de Sulfatos solubles (UNE 103201 y 103202)**

3.- Resultados

Los Resultados obtenidos figuran en las hojas adjuntas de ensayos de Laboratorio.

-

4.- Observaciones

Sevilla, a 16/10/2009

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Informe de Identificación

Material:

Referencia	2911754
Descripción	Arenas arcillosas.
Procedencia	SON-01 3.00-3.60 MI

Clasificación :

Unified	SC
H.R.B.	A-7-6
Indice de Grupo	6,4

Plasticidad (Límites de Atterberg):

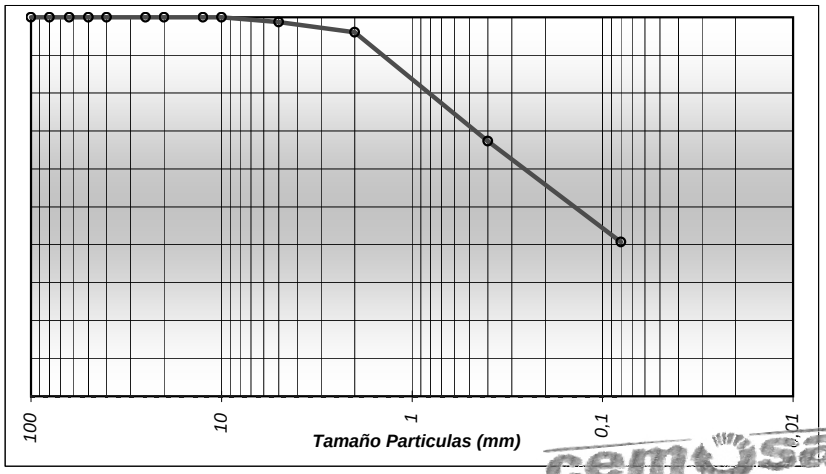
Límite liquido : 49,3 Límite plástico : 19,8 Indice de plasticidad : 29,5

Analisis Químico

Sulfatos (% SO3) No contiene Sales solubles (gr/100grsuelo)
Materia Orgánica (% MO) Yesos (%)

Analisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	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	98,7	96,0	67,3	40,7



Ensayo Acreditado Junta de Andalucía

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo: Ricardo Reyes Barragán
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

EXPEDIENTE : N-4580-001-001 **R/L:** 2911754
PETICIONARIO : CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
CONTRATISTA :
D.TECNICA :
OBRA: GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.

DETERMINACION DEL GRADO DE ACIDEZ BAUMAN-GULLY (UNE 83962)

PROCEDENCIA	*GRADO DE ACIDEZ (mg/Kg)*
SON-01 3.00-3.60 MI	18

Sevilla, a 16 de octubre de 2009

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo: Ricardo Reyes Barragán
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

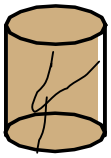
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

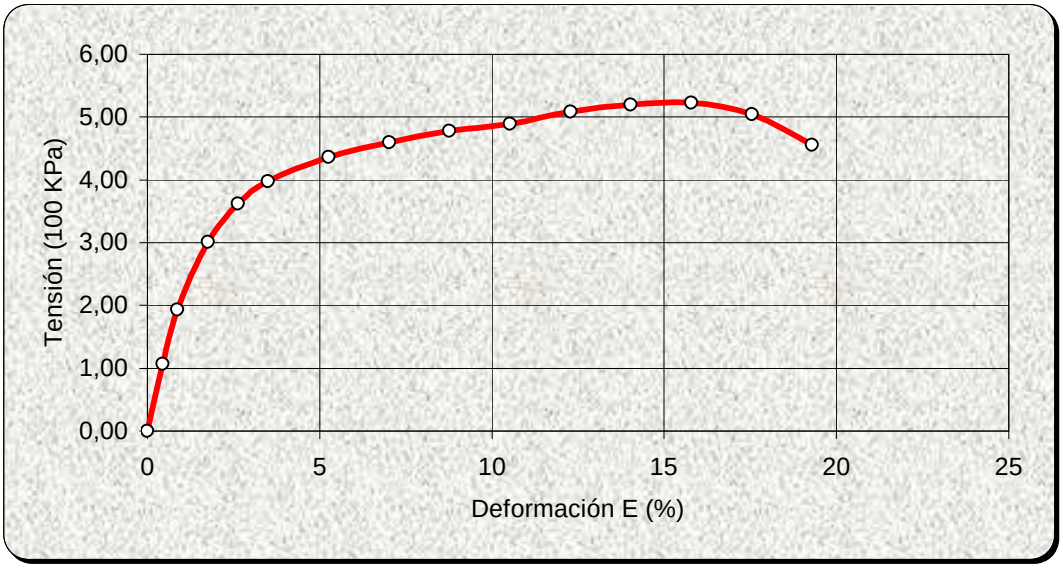
Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911754**
Procedencia: **SON-01 3.00-3.60 MI**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	5,80
Altura h (cm)	11,40
Humedad W (%)	15,07
R. Comp. Simple (Kpa)	19,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	2,02
Deform. en Rotura E(%)	0,00
Densidad Humeda (g/cm3)	2,21
Densidad Seca (g/cm3)	1,92

Forma de Rotura





Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

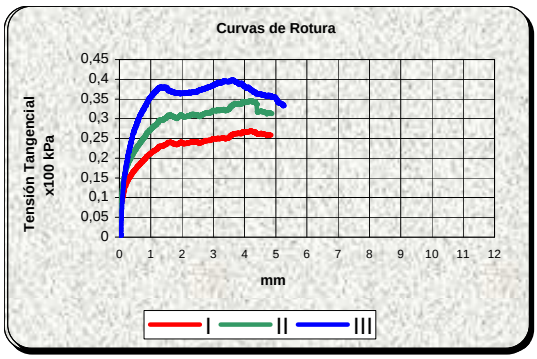
NTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89
Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009
BOJA 24/02/05

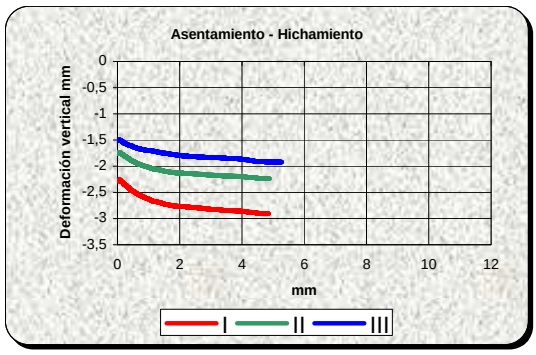
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

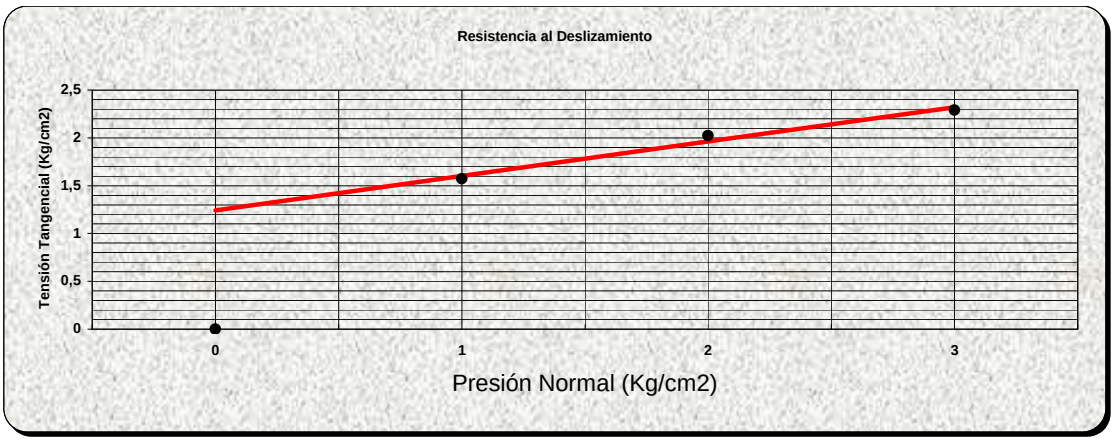
Trabajo : N/4580/001/001
Peticionario : GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
Obra : CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM. PÚBLICA
Ref. Muestra: 2911754

Ensayo de Corte Directo (UNE 103 401:98)

Probeta Nº	I	II	III	Datos de Ensayo			
Tensión tang. (Kg/cm2)	1,57	2,02	2,29	Densidad humeda(gr/cm3)	2,11	2,11	2,11
Humedad Inicial (%)	11,59	11,59	11,59	Estado Muestra :	*INALTERADA*		
Humedad Final (%)	16,76	16,38	16,04	Caja :	*CILINDRICA*		
Densidad seca(gr/cm3)	1,80	1,81	1,82	Tipo :	*CYD*		







Angulo de Rozamiento =	19,8	°
Cohesión =	1,24	Kg/cm2

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACIÓN

EHC: Área de control del hormigón y componentes. VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales. AMC: Área de control de morteros para albañilería.

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.- Material

Con Fecha **24-sep-2009**
Cemosa toma en Obra la siguiente Muestra de Suelo

REFERENCIA	**2911755**
MATERIAL	ARC. POCO PLASTICA
PROCEDENCIA	**SON-01 5.70-6.30 MI**

2.- Trabajos realizados

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos :

- **Preparación de muestras para Ensayos (UNE 103100)**
- **Granulometría de Suelos por tamizado (UNE 103101)**
- **Límites de Atterberg (UNE 103103 y 103104)**

3.- Resultados

Los Resultados obtenidos figuran en las hojas adjuntas de ensayos de Laboratorio.

-

4.- Observaciones

Sevilla, a 16/10/2009

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Informe de Identificación

Material:

Referencia	2911755
Descripción	Arcillas poco plásticas.
Procedencia	SON-01 5.70-6.30 MI

Clasificación :

Unified	CL
H.R.B.	A-7-6
Indice de Grupo	11,9

Plasticidad (Límites de Atterberg):

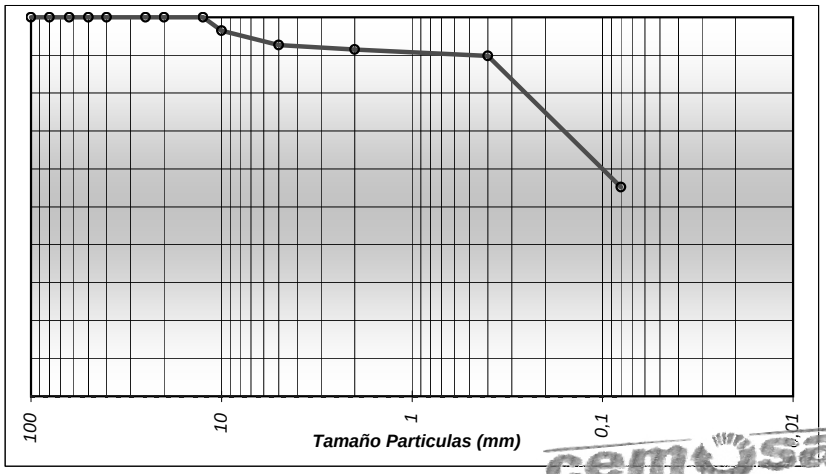
Límite liquido : 46,4 Límite plástico : 18,4 Indice de plasticidad : 28,0

Analisis Químico

Sulfatos (% SO3) Sales solubles (gr/100grsuelo)
Materia Orgánica (% MO) Yesos (%)

Analisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,5	92,7	91,5	89,8	55,2



cemosa Ensayo Acreditado Junta de Andalucía

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo: Ricardo Reyes Barragán
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

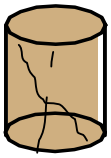
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

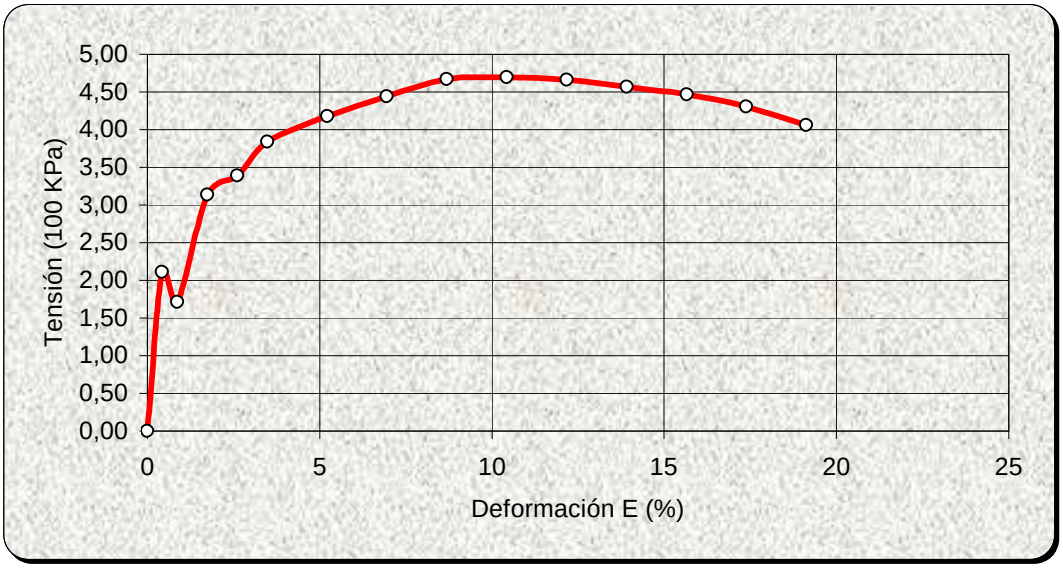
Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911755**
Procedencia: **SON-01 5.70-6.30 MI**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	5,80
Altura h (cm)	11,50
Humedad W (%)	20,08
R. Comp. Simple (Kpa)	17,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	1,81
Deform. en Rotura E(%)	10,43
Densidad Humeda (g/cm3)	2,14
Densidad Seca (g/cm3)	1,78

Forma de Rotura





Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

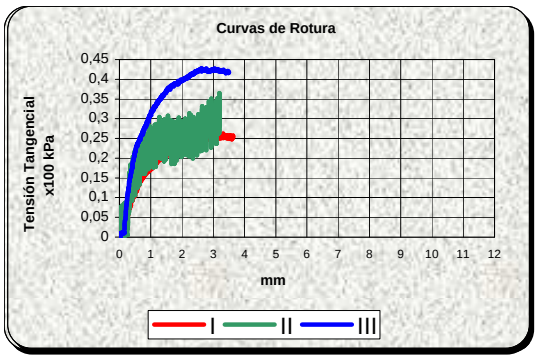
ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-

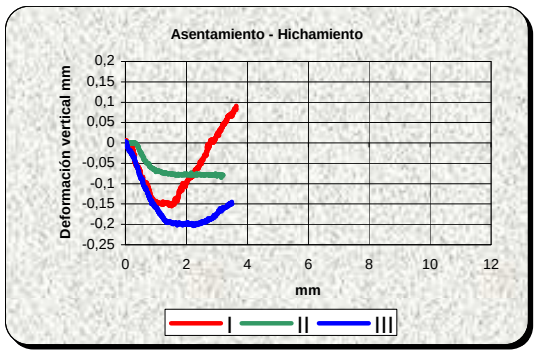
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

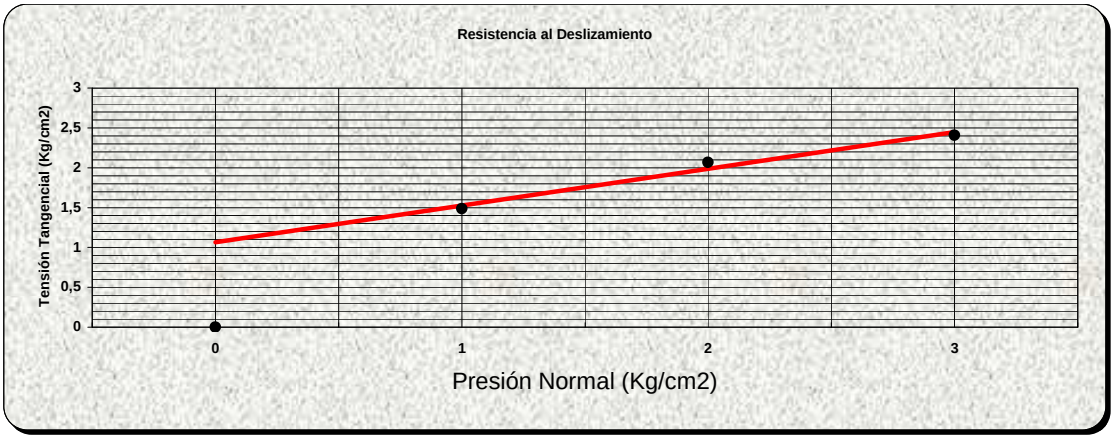
Trabajo : N/4580/001/001
Peticionario : GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ
Obra : CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PÚBLICA
Ref. Muestra: 2911755

Ensayo de Corte Directo (UNE 103 401:98)

Probeta Nº	I	II	III	Datos de Ensayo			
Tensión tang. (Kg/cm2)	1,49	2,06	2,41	Densidad humeda(gr/cm3)	1,94	1,91	1,91
Humedad Inicial (%)	16,84	16,84	16,84	Estado Muestra :	*INALTERADA*		
Humedad Final (%)	18,97	18,61	17,90	Caja :	*CILINDRICA*		
Densidad seca(gr/cm3)	1,63	1,61	1,62	Tipo :	*CYD*		







Angulo de Rozamiento =	24,7	°
Cohesión =	1,07	Kg/cm2

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACIÓN

EHC: Área de control del hormigón y componentes. VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales. VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales. AMC: Área de control de morteros para albañilería.

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

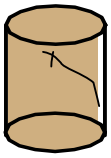
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911756**
Procedencia: **SON-02 11.8-12.4 MI**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	5,90
Altura h (cm)	12,50
Humedad W (%)	20,17
R. Comp. Simple (Kpa)	6,5
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	0,66
Deform. en Rotura E(%)	8,00
Densidad Humeda (g/cm3)	2,00
Densidad Seca (g/cm3)	1,66

Forma de Rotura



Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.- Material

Con Fecha **24-sep-2009**
Cemosa toma en Obra la siguiente Muestra de Suelo

REFERENCIA	**2911757**
MATERIAL	
PROCEDENCIA	**SON-03 8.70-9.30 MI**

2.- Trabajos realizados

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos :

- **Preparación de muestras para Ensayos (UNE 103100)**
- **Granulometría de Suelos por tamizado (UNE 103101)**
- **Límites de Atterberg (UNE 103103 y 103104)**

3.- Resultados

Los Resultados obtenidos figuran en las hojas adjuntas de ensayos de Laboratorio.

-

4.- Observaciones

Sevilla, a 19/10/2009

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

Trabajo: ***N-4580-001-001***
Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC
Contratista:
Dirección Técnica:
Obra: ***GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.***

Informe de Identificación

Material:

Referencia	2911757
Descripción	Arenas limosas.
Procedencia	SON-03 8.70-9.30 MI

Clasificación :

Unified	SM
H.R.B.	A-4
Indice de Grupo	0

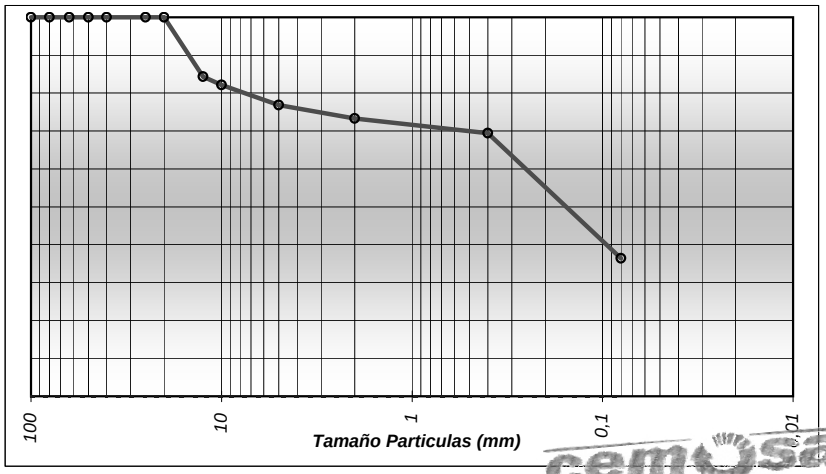
Plasticidad (Límites de Atterberg): NO PLASTICO
Límite liquido : **Límite plástico :** **Indice de plasticidad :**

Analisis Químico

Sulfatos (% SO3) Sales solubles (gr/100grsuelo)
Materia Orgánica (% MO) Yesos (%)

Analisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	84,3	82,1	76,8	73,3	69,4	36,4



Ensayo Acreditado Junta de Andalucía

Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo: Ricardo Reyes Barragán
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

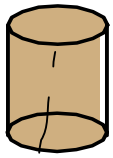
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

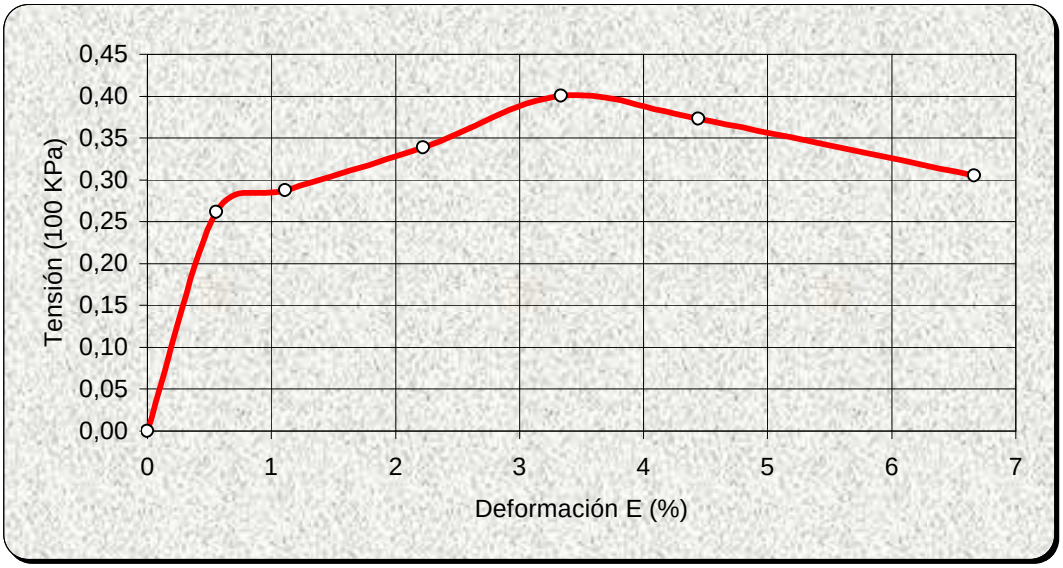
Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911757**
Procedencia: **SON-03 8.70-9.30 MI**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	5,60
Altura h (cm)	9,00
Humedad W (%)	20,01
R. Comp. Simple (Kpa)	1,6
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	0,17
Deform. en Rotura E(%)	3,33
Densidad Humeda (g/cm3)	2,14
Densidad Seca (g/cm3)	1,79

Forma de Rotura





Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

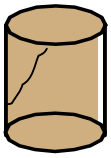
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

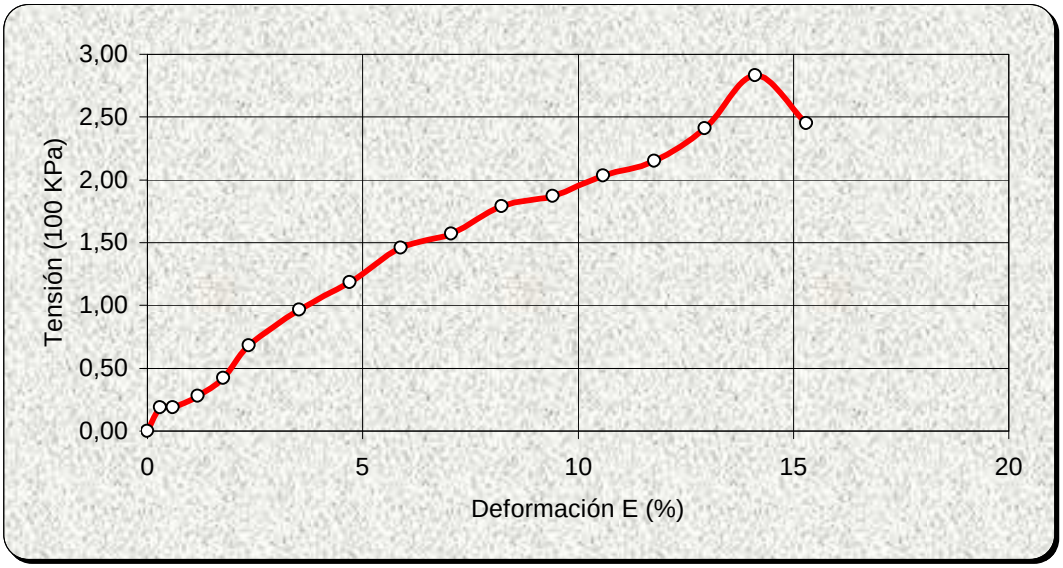
Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911758**
Procedencia: **SON-03 12.0-12.25 TP**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	6,90
Altura h (cm)	17,00
Humedad W (%)	18,99
R. Comp. Simple (Kpa)	7,6
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	0,77
Deform. en Rotura E(%)	0,00
Densidad Humeda (g/cm3)	2,34
Densidad Seca (g/cm3)	1,96

Forma de Rotura





Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE111-SE09 BOJA 16/03/2009

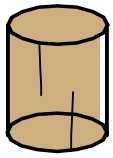
Polígono Industrial Los Palillos
C/ Los Palillos Diez, naves 10 y 12
41500 Alcalá de Guadaira, Sevilla.
Tel. 954 52 05 11 FAX 954 52 05 53
E-Mail: laboratorio.sevilla@cemosa.es

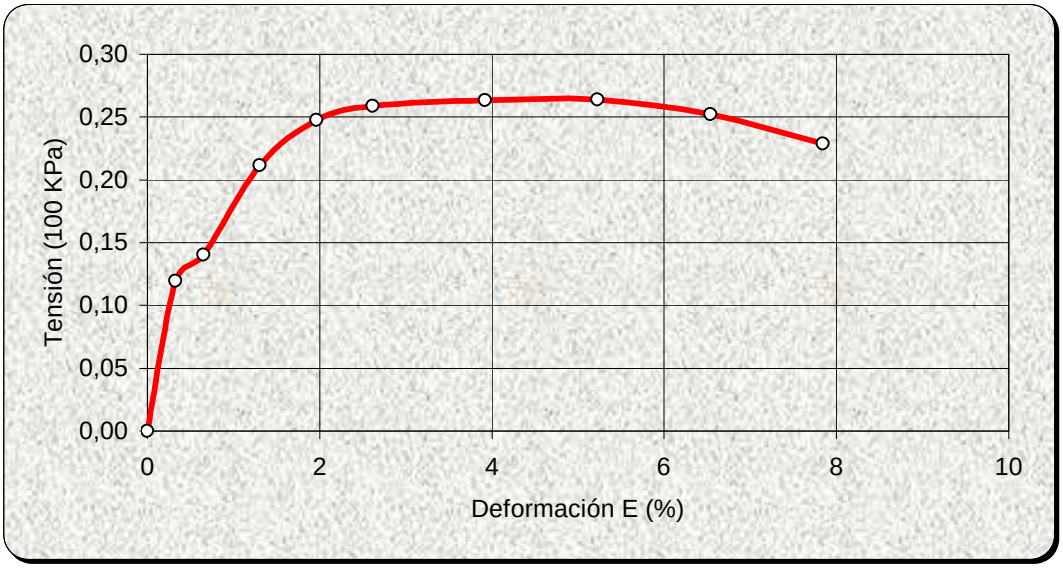
Trabajo : **N-4580-001-001**
Peticionario : **CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM PUBLIC**
Obra : **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**
Ref. Muestra: **2911759**
Procedencia: **SON-03 18.0-19.2 MI**

Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo (UNE 103-400)

Ensayo con muestra	*INALTERADA*
Diametro d (cm)	5,40
Altura h (cm)	15,30
Humedad W (%)	11,50
R. Comp. Simple (Kpa)	1,2
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	0,12
Deform. en Rotura E(%)	5,23
Densidad Humeda (g/cm3)	2,53
Densidad Seca (g/cm3)	2,27

Forma de Rotura





Fdo: Miguel Tavira Robles
Director Técnico
Licenciado en Geología

Fdo : Carlos Peguero Orta
Responsable de Ensayos Físicos
Licenciado en Geología

AREAS DE ACREDITACION

EHC: Área de control del hormigón y componentes VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales
VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales AMC: Área de control de morteros para albañilería

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89
Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05

C/ BENAQUE Nº 9 29004 MALAGA
Tel. 952 23 08 42 (6 Líneas)
FAX 952 23 12 14
URL: www.cemosa.es
E-Mail: laboratorio@cemosa.es

Agresividad del agua frente al hormigón. EHE.

NORMA DE ENSAYO EHE ANEJO 5

Expediente: n/4580/001/001	Peticionario: CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADM. PÚBLICA
Obra: **GEOTECNIA NUEVA SEDE JUDICIAL EN SAN FERNANDO, CÁDIZ.**	
Contratista:	
Dirección técnica:	

INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DEL AGUA

1: INFORMACIÓN GENERAL

Nº de la muestra de agua: 2911754		
Tipo de agua (subterránea, superficial o infiltrada): Freática.		
Descripción del agua:		
Puntos de recogida (perforación, calicata de ensayo o masa de agua): Perforación		
Profundidad de muestreo (m): 4.80 m		
Temperatura del agua:	Hora del día: 19:00	Día de recogida: 22/09/2009

2: INFORMACIÓN ADICIONAL.

Nivel de agua freática (elevación, m):	Altura piezométrica (m): 4.80 m
Descripción de las condiciones locales(área residual, zona industrial, zona de descarga, inclinación, tierra cultivable, bosque):	
Lugar y fecha de muestreo:	Tomamuestras:

3: ANÁLISIS DEL AGUA		*4: GRADO DE AGRESIVIDAD*		
Parámetro	Resultado ensayo	Débil	Medio	Fuerte
Apariencia				
Olor (muestra no tratada)				
Olor (muestra tratada)				
Valor del pH	8.47	6.5-5.5	5.5-4.5	<4.5
Magnesio (Mg_2^+)(mg/l)	29.2	300-1000	1000-3000	>3000
Amonio (NH_4^+)(mg/l)	0.30	15-30	30-60	>60
Sulfato (SO_4^{2-})(mg/l)	191	200-600	600-3000	>3000
CO_2(mg/l)	5.6	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	466	75-150	50-75	<50

La evaluación del agua se basará en el valor que se considera en el grado más elevado de la categoría de agresividad, incluso si este valor representa sólo uno de los parámetros. Cuando dos o más valore estén por encima del cuantil superior de una categoría particular o en el cuantil inferior en el caso del pH, el agua se asignará al nivel próximo más elevado (excepto en el caso del agua de mar o de lluvia).

5: EVALUACIÓN

El agua es de agresividad débil/media/fuerte para el hormigón	DÉBIL		El agua no es agresiva para el hormigón	**X**
	MEDIA			
	FUERTE			

Lugar y día del análisis: 15/10/2009	Analista:	Laboratorio: CEMOSA

Observaciones:

Málaga, 19/10/2009

Fdo.: Elena Frade Viano
Director Ténico Laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

Fdo.: Victoria Almadana Abón
Responsable de Ensayos Químicos
Lda. Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero **EHC:** Área de control del hormigón y componentes **GTC:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos **GTL:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia **VSG:** Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales **VSF:** Área de control de firmes y bituminosos en viales **EAP:** Área de control de perfiles de acero para estructuras **EAS:** Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero **AFC:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas **AFH:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón **ACH:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón **APH:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón **AMC:** Área de control de morteros para albañilería

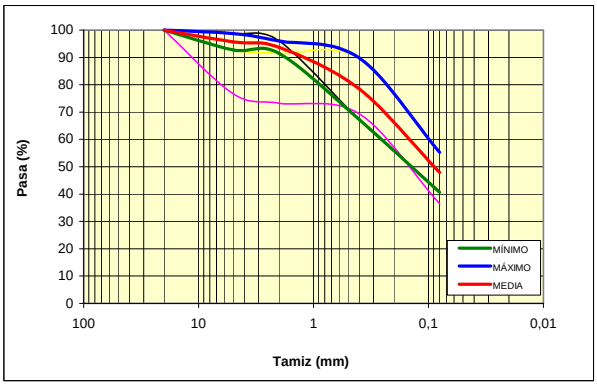
ANEJO 4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

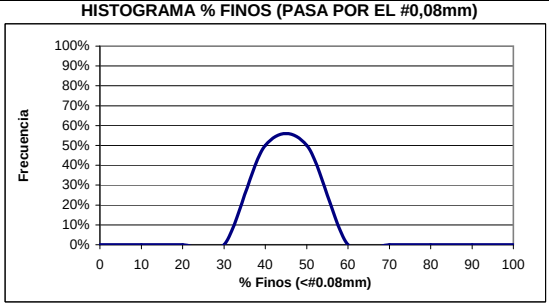
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS - UNIDAD GEOTÉCNICA 1

HUSO GRANULOMÉTRICO

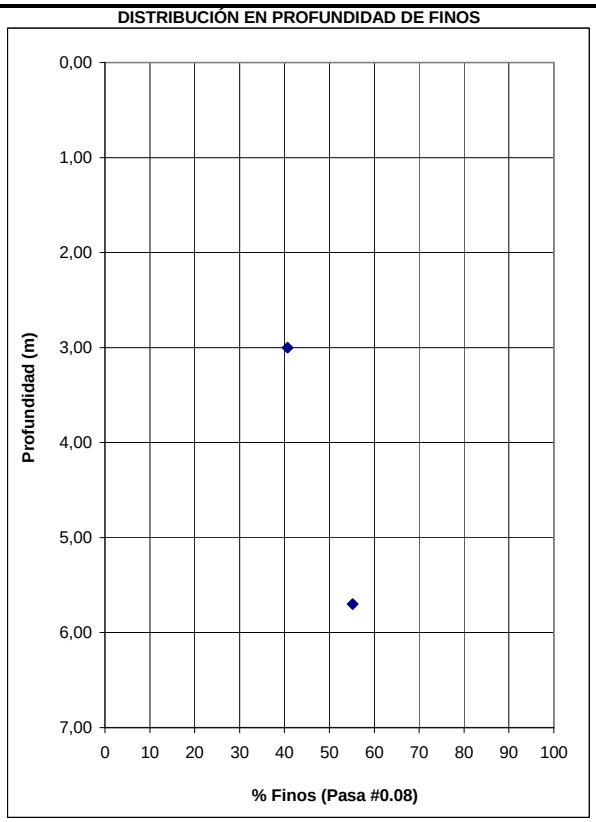


HISTOGRAMA % FINOS (PASA POR EL #0,08mm)

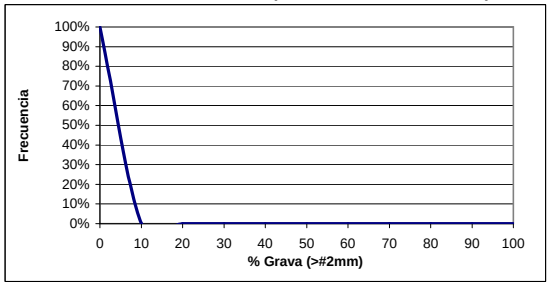


VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	55,2%	Valor medio=	48,0%
Valor mínimo=	40,7%	Desv. Estandar=	10,3

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE FINOS

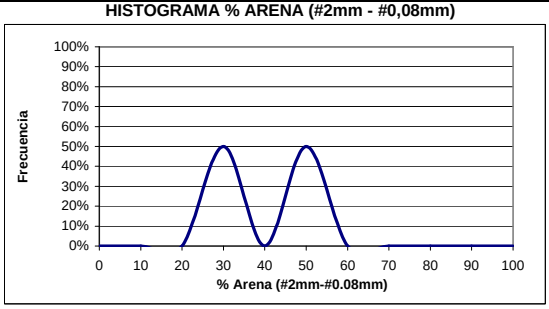


HISTOGRAMA % GRAVA (RETENIDO POR EL #2mm)



VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	8,5%	Valor medio=	6,3%
Valor mínimo=	4,0%	Desv. Estandar=	3,2

HISTOGRAMA % ARENA (#2mm - #0,08mm)



VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	55,3%	Valor medio=	45,8%
Valor mínimo=	36,3%	Desv. Estandar=	13,4

DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS

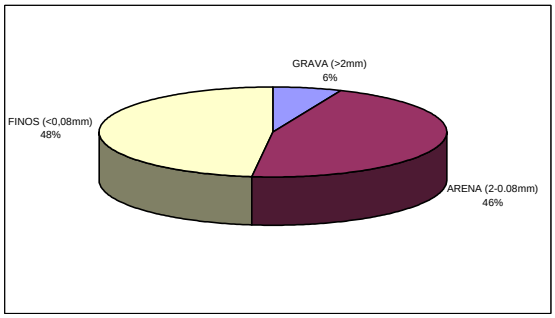


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

# 20	100,0 %
# 5	95,7 %
# 2	93,8 %
# 2	93,8 %
# 0.4	78,6 %
# 0.08	48,0 %

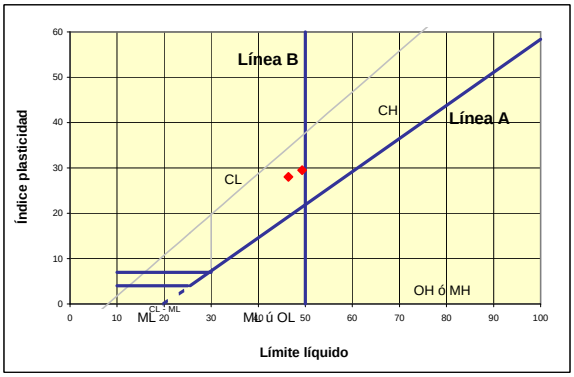
Grava	6,3 %
Arena	45,8 %
Finos	48,0 %

DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

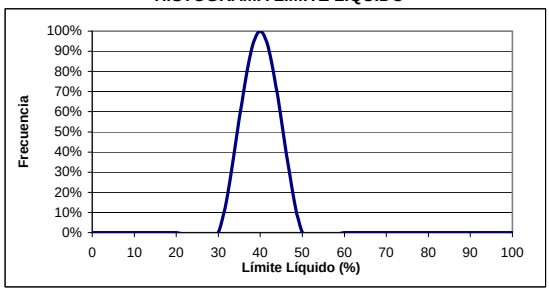
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

PLASTICIDAD Y PARÁMETROS DE ESTADO - UNIDAD GEOTÉCNICA 1

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

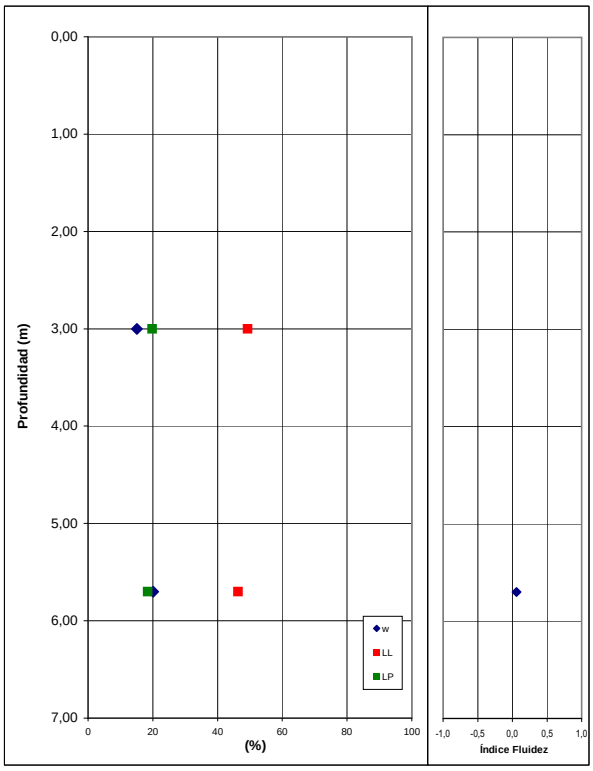


HISTOGRAMA LÍMITE LÍQUIDO

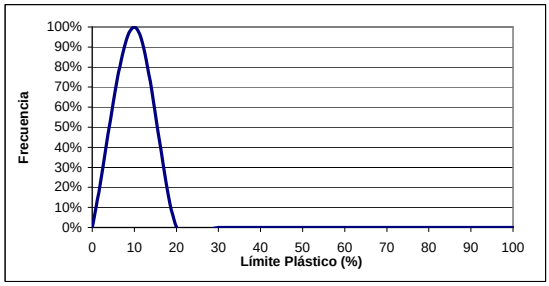


VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	49,3%	Valor medio=	47,9%
Valor mínimo=	46,4%	Desv. Estandar=	2,1

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE LÍMITES DE ATTERBERG HUMEDAD E ÍNDICE DE FLUIDEZ

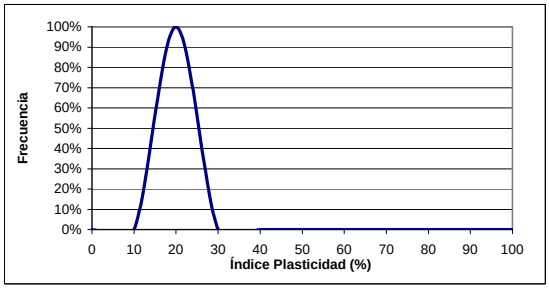


HISTOGRAMA LÍMITE PLÁSTICO



VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	19,8%	Valor medio=	19,1%
Valor mínimo=	18,4%	Desv. Estandar=	1,0

HISTOGRAMA ÍNDICE PLASTICIDAD



VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	29,5%	Valor medio=	28,8%
Valor mínimo=	28,0%	Desv. Estandar=	1,1

HISTOGRAMA DENSIDAD SECA, APARENTE Y SATURADA

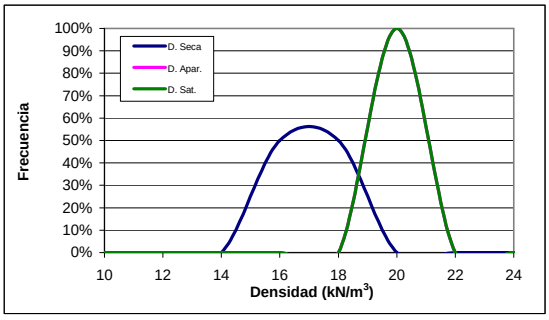


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

Densidad seca	18,14 kN/m^3
Densidad aparente	21,31 kN/m^3
Densidad saturada	21,23 kN/m^3
Humedad	17,6 %

Límite líquido	47,9 %
Límite plástico	19,1 %
Índice plasticidad	28,8 %

Índice de fluidez	0,1

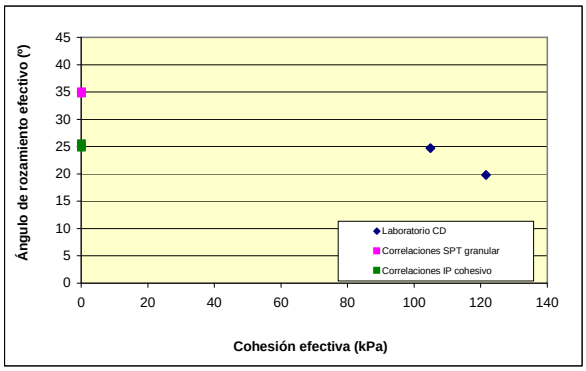
DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

cemosa
Ingeniería y Control

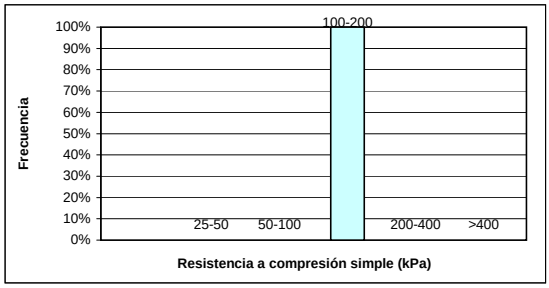
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD - UNIDAD GEOTÉCNICA 1

RESISTENCIA AL CORTE DRENADA

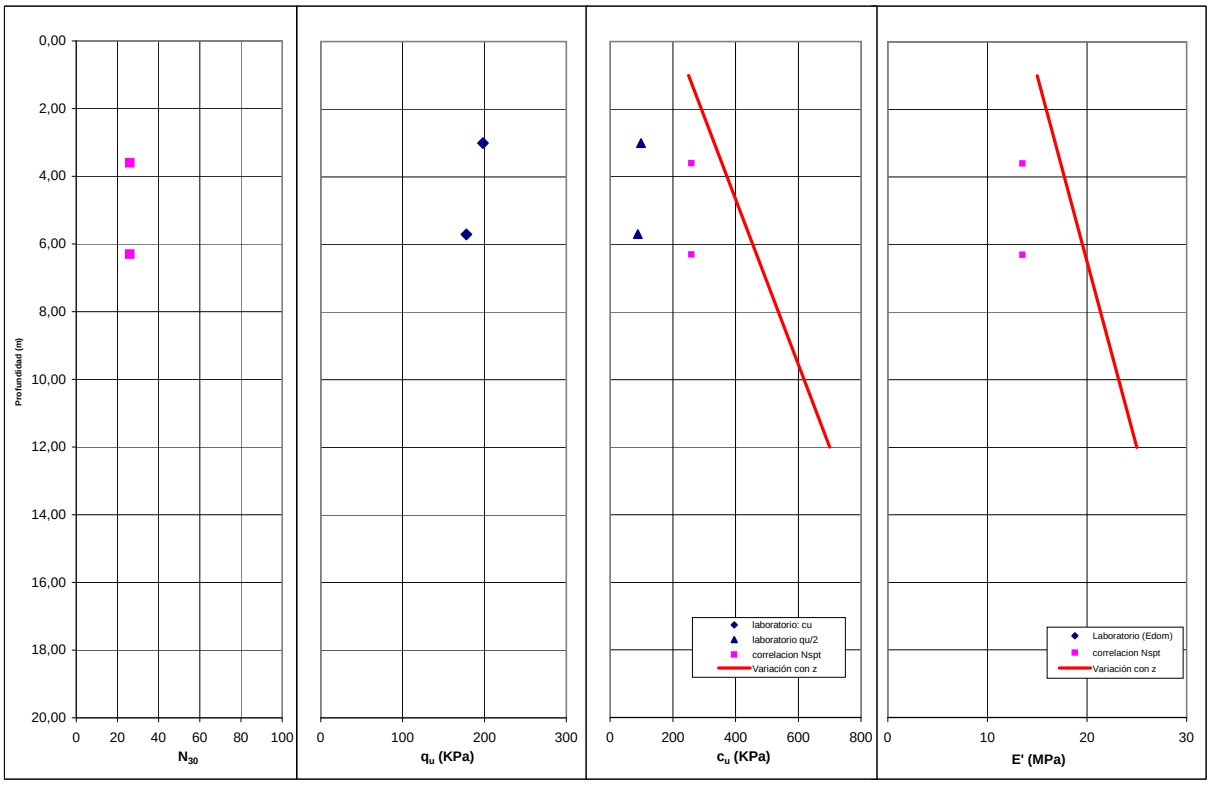


HISTOGRAMA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE



VALORES ESTADÍSTICOS (n=2)			
Valor máximo=	198,0	Valor medio=	188,0
Valor mínimo=	178,0	Desv. Est.=	14,1

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE PARÁMETROS RESISTENTES Y DEFORMACIONALES



ÍNDICES DE COMPRESIÓN Y ESPONJAMIENTO

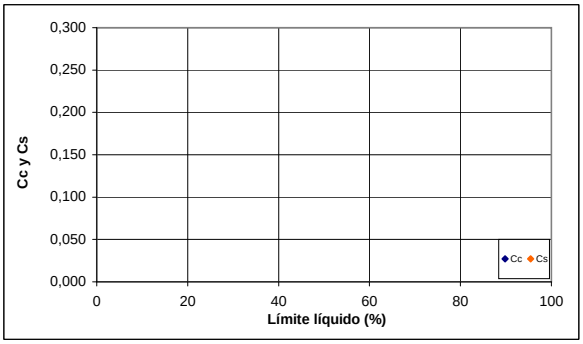


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

ϕ'	22,3 º
c'	113,27 KPa
c_u *(media)*	94 KPa
N_{SPT}	26
q_u	188 KPa
E' (media)	13,53 MPa

Variación con la profundidad

z (m)	c_u (kPa)	z (m)	E (MPa)
1,0	250,0	1,0	15,0
12,0	700,0	12,0	25,0

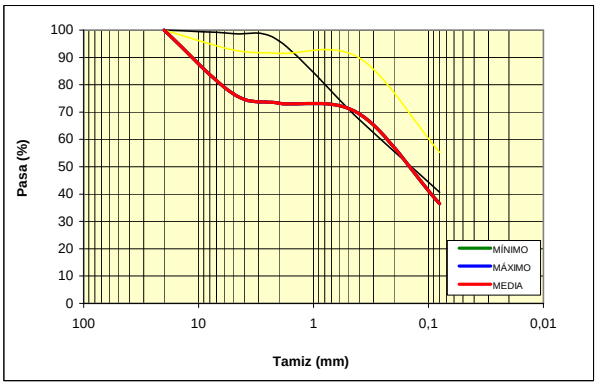
e_0	
c_c	
c_s	
E_m	Mpa

DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

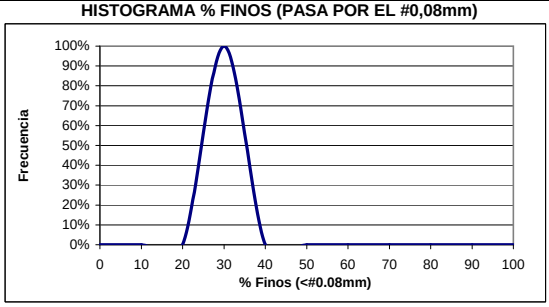
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS - UNIDAD GEOTÉCNICA 2

HUSO GRANULOMÉTRICO

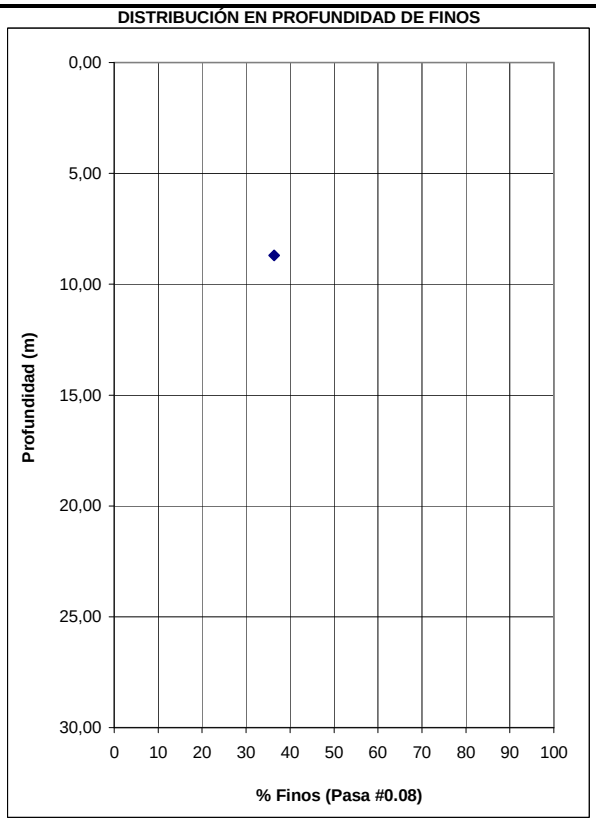


HISTOGRAMA % FINOS (PASA POR EL #0,08mm)

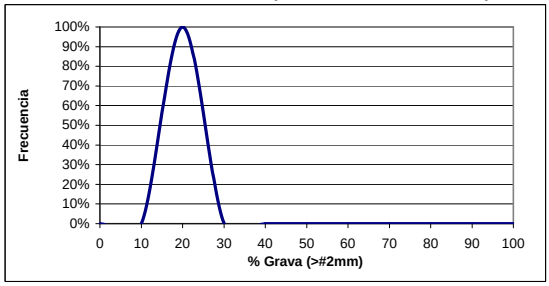


VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)			
Valor máximo=	36,4%	Valor medio=	36,4%
Valor mínimo=	36,4%	Desv. Estandar=	

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE FINOS

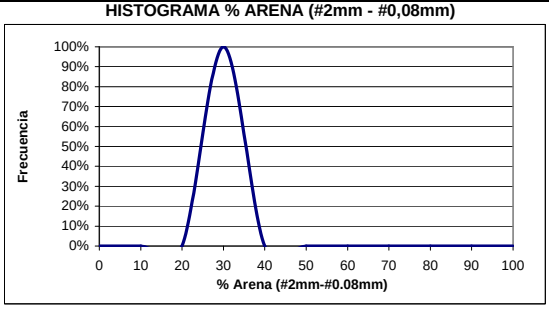


HISTOGRAMA % GRAVA (RETENIDO POR EL #2mm)



VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)			
Valor máximo=	26,7%	Valor medio=	26,7%
Valor mínimo=	26,7%	Desv. Estandar=	

HISTOGRAMA % ARENA (#2mm - #0,08mm)



VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)			
Valor máximo=	36,9%	Valor medio=	36,9%
Valor mínimo=	36,9%	Desv. Estandar=	

DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS

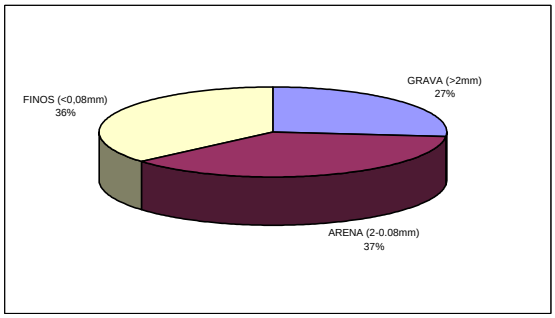


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

# 20	100,0 %
# 5	76,8 %
# 2	73,3 %
# 2	73,3 %
# 0.4	69,4 %
# 0.08	36,4 %

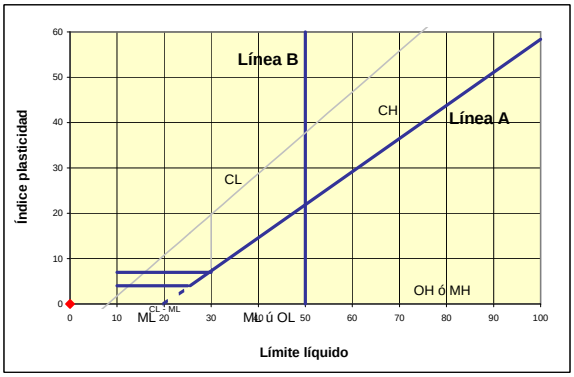
Grava	26,7 %
Arena	36,9 %
Finos	36,4 %

DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

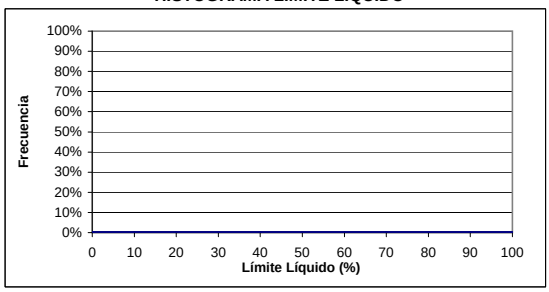
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

PLASTICIDAD Y PARÁMETROS DE ESTADO - UNIDAD GEOTÉCNICA 2

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

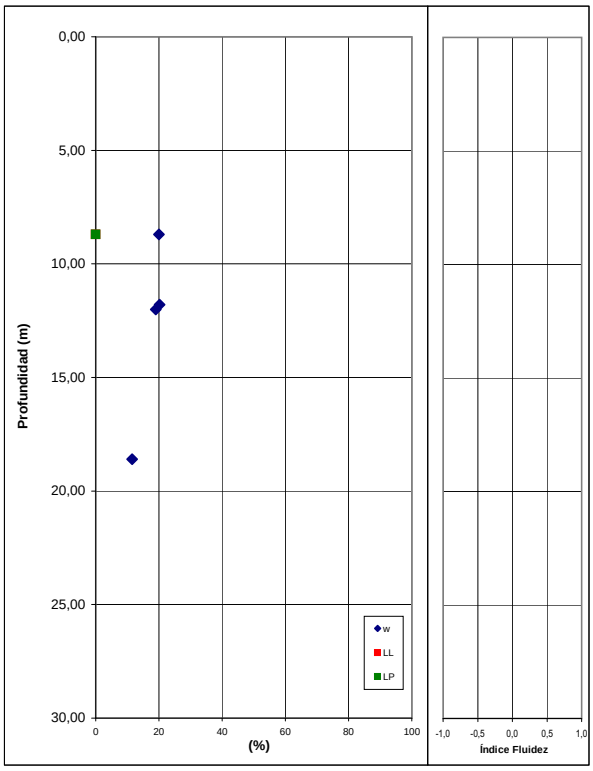


HISTOGRAMA LÍMITE LÍQUIDO

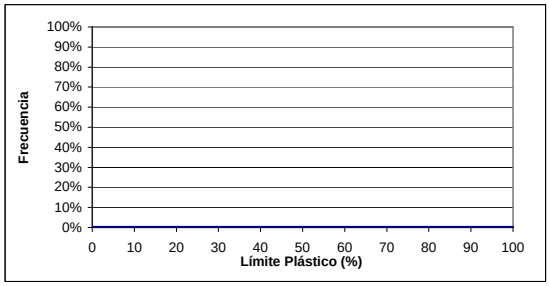


VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)	
Valor máximo= NP	Valor medio= NP
Valor mínimo= NP	Desv. Estandar=

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE LÍMITES DE ATTERBERG HUMEDAD E ÍNDICE DE FLUIDEZ

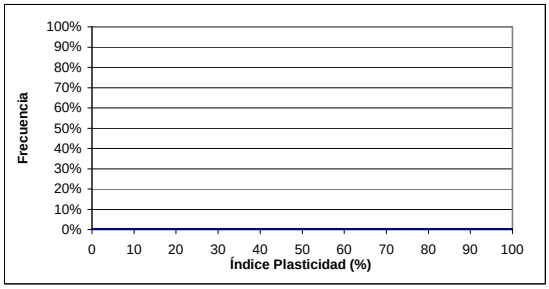


HISTOGRAMA LÍMITE PLÁSTICO



VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)	
Valor máximo= NP	Valor medio= NP
Valor mínimo= NP	Desv. Estandar=

HISTOGRAMA ÍNDICE PLASTICIDAD



VALORES ESTADÍSTICOS (n=1)	
Valor máximo= NP	Valor medio= NP
Valor mínimo= NP	Desv. Estandar=

HISTOGRAMA DENSIDAD SECA, APARENTE Y SATURADA

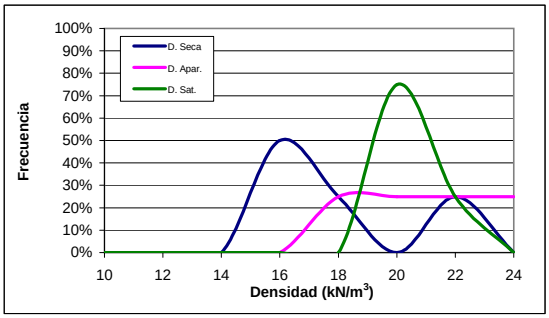


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

Densidad seca	18,82 kN/m^3
Densidad aparente	22,07 kN/m^3
Densidad saturada	21,66 kN/m^3
Humedad	17,7 %

Límite líquido	NP %
Límite plástico	NP %
Índice plasticidad	NP %

Índice de fluidez	

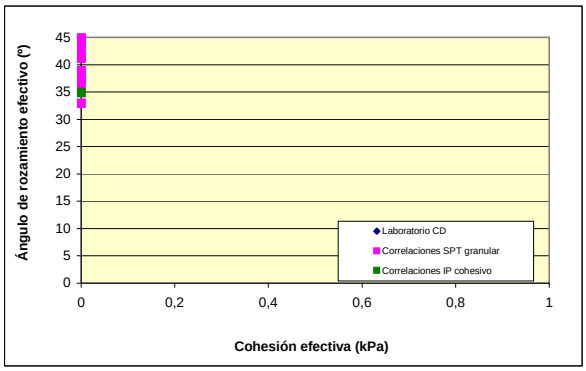
DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

cemosa Ingeniería y Control

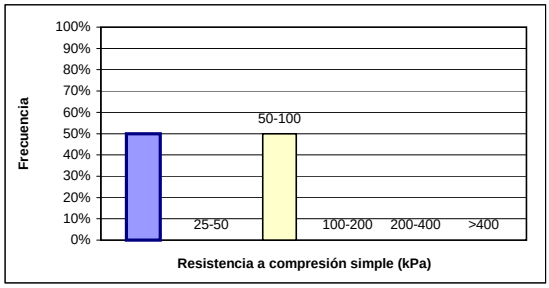
Expediente N/4580/001
Cliente CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Obra NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ

ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD - UNIDAD GEOTÉCNICA 2

RESISTENCIA AL CORTE DRENADA

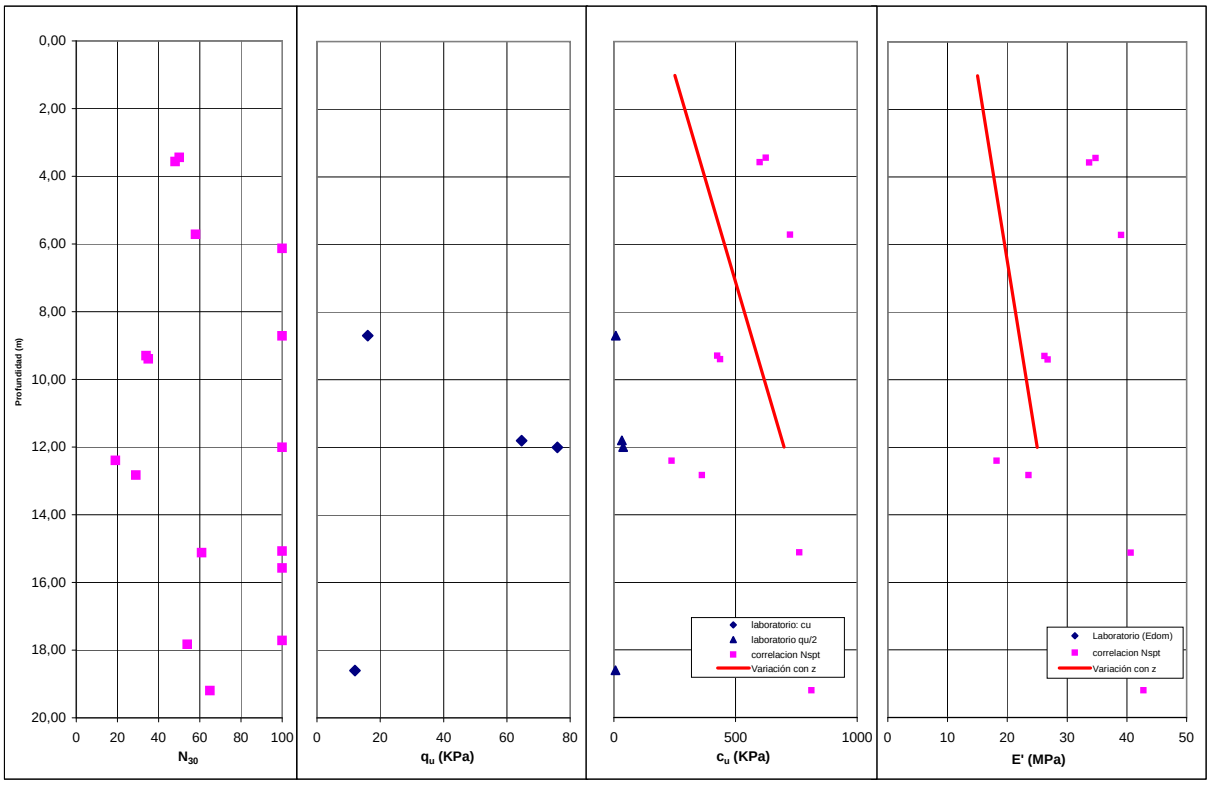


HISTOGRAMA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE



VALORES ESTADÍSTICOS (n=4)			
Valor máximo=	76,0	Valor medio=	42,2
Valor mínimo=	12,0	Desv. Est.=	32,9

DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE PARÁMETROS RESISTENTES Y DEFORMACIONALES



ÍNDICES DE COMPRESIÓN Y ESPONJAMIENTO

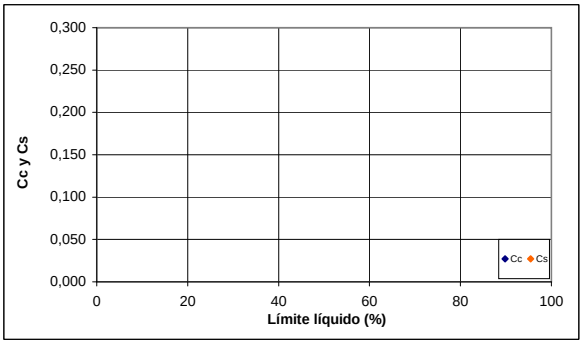


TABLA RESUMEN DE VALORES REPRESENTATIVOS

ϕ'	40,5 º
c'	KPa
c_u *(media)*	21 KPa
N_{SPT}	46
q_u	42 KPa
E' (media)	32,60 MPa

Variación con la profundidad

z (m)	c_u (kPa)	z (m)	E (MPa)
1,0	250,0	1,0	15,0
12,0	700,0	12,0	25,0

e_0	
c_c	
c_s	
E_m	Mpa

ANEJO 5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS GRANULARES

Peticionario CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Trabajo NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ
Expediente N/4580/001

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE - MÉTODO EMPÍRICO SIMPLIFICADO

FORMULACIÓN BÁSICA

a) Para B* < 1,2 m

$$q_{adm} = 12 N_{SPT}\left(1+\frac{D}{3B^*}\right)\left(\frac{S_t}{25}\right) kN/m^2$$

b) Para B* ≥ 1,2 m:

$$q_d = 8\, N_{SPT}\left[1+\frac{D}{3B^*}\right]\left(\frac{S_t}{25}\right)\left(\frac{B^*+0,3}{B^*}\right)^2 kN/m^2$$

siendo:
S_t: El asiento total admisible, en mm
N_{SPT}: El valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia 0,5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma

APLICABILIDAD

- Terreno horizontal (pendiente inferior al 10%)
- Inclinación con la vertical de la resultante de acciones inferior al 10%
- Necesaria comprobación adicional de asientos para anchuras superiores a 5m
- Válido para asientos admisibles mínimos de 25mm.
- Comprobar que no se producen asientos excesivos debido a la presencia de cargas próximas y suelos menos firmes situados a mayor profundidad que 2B* desde la base de la cimentación
- Si existe flujo de agua será necesario un estudio específico

SITUACIÓN DE DIMENSIONADO

Ancho equivalente de la cimentación (m)
B*= 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5
Profundidad de la base de la cimentación
D= 1,50 m
Asiento total admisible
S_t = 35 mm

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL TERRENO Y ZONA DE INFLUENCIA

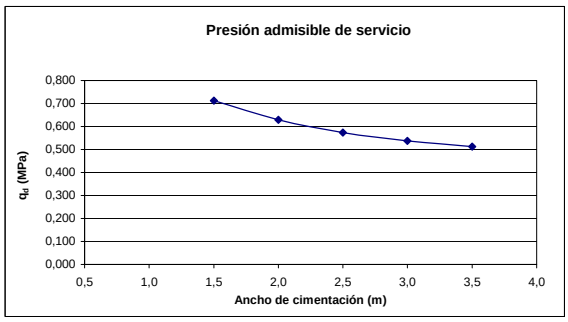
Zona de influencia de la cimentación: comprendida entre un plano situado a una distancia 0.5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma

	Ancho de cimentación (m)				
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
	Zona de influencia (m)				
Hsup	0,8	0,5	0,3	0,0	0,0
Hinf	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
Hsup-Hinf	3,8	5,0	6,3	7,5	8,5

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	N_{SPT}	Zona de influencia dentro de cada nivel (m)				
NIVEL 1	UG-02	0,0	22,0	22,0	34	3,8	5,0	6,3	7,5	8,5
NIVEL 2		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 3		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 4		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 5		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Total	22,0	*¿Espesor>=Z_i?*	SI	SI	SI	SI	SI

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación *m*	Zona de influencia *Hsup*	*Hinf*	Valor medio de N_{SPT}	1+D/3B* (MAX=1,3)	q'_s *MPa*
1,5	0,8	4,5	34	1,3	0,713
2,0	0,5	5,5	34	1,3	0,630
2,5	0,3	6,5	34	1,2	0,573
3,0	0,0	7,5	34	1,2	0,538
3,5	0,0	8,5	34	1,1	0,513



CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS GRANULARES

Peticionario CONSEJERÍA DE JUSTICIA Y ADMIN. PUBLICA
Trabajo NUEVA SEDE JUDICIAL - SAN FERNANDO - CÁDIZ
Expediente N/4580/001

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE - MÉTODO EMPÍRICO SIMPLIFICADO

FORMULACIÓN BÁSICA

a) Para B* < 1,2 m

$$q_{adm} = 12 N_{SPT}\left(1+\frac{D}{3B^*}\right)\left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ kN/m}^2$$

b) Para B* ≥ 1,2 m:

$$q_d = 8\, N_{SPT}\left[1+\frac{D}{3B^*}\right]\left(\frac{S_t}{25}\right)\left(\frac{B^*+0,3}{B^*}\right)^2 \text{ kN/m}^2$$

siendo:
S_t: El asiento total admisible, en mm
N_{SPT}: El valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia 0,5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma

APLICABILIDAD

- Terreno horizontal (pendiente inferior al 10%)
- Inclinación con la vertical de la resultante de acciones inferior al 10%
- Necesaria comprobación adicional de asientos para anchuras superiores a 5m
- Válido para asientos admisibles mínimos de 25mm.
- Comprobar que no se producen asientos excesivos debido a la presencia de cargas próximas y suelos menos firmes situados a mayor profundidad que 2B* desde la base de la cimentación
- Si existe flujo de agua será necesario un estudio específico

SITUACIÓN DE DIMENSIONADO

Ancho equivalente de la cimentación (m)

B*=	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0

Profundidad de la base de la cimentación
D= 3,60 m

Asiento total admisible
S_t = 35 mm

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL TERRENO Y ZONA DE INFLUENCIA

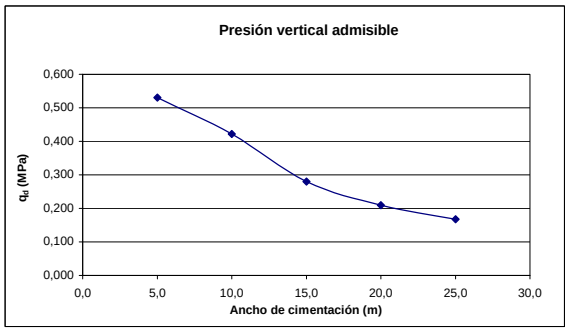
Zona de influencia de la cimentación: comprendida entre un plano situado a una distancia 0.5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma

	Ancho de cimentación (m)				
	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	Zona de influencia (m)				
Hsup	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Hinf	13,6	23,6	33,6	43,6	53,6
Hsup-Hinf	12,5	23,6	33,6	43,6	53,6

	UNIDAD GEOTÉC.	Prof. Inicial m	Prof. Final m	Espesor m	N_{SPT}	Zona de influencia dentro de cada nivel (m)				
NIVEL 1	UG-02	0,0	22,0	22,0	34	12,5	22,0	22,0	22,0	22,0
NIVEL 2		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 3		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 4		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 5				0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Total	22,0	*¿Espesor>=Z_i?*	SI	NO	NO	NO	NO

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

Ancho de cimentación *m*	Zona de influencia *Hsup*	*Hinf*	Valor medio de N_{SPT}	1+D/3B* (MAX=1,3)	q'_{adm} *MPa*
5,0	1,1	13,6	34	1,2	0,531
10,0	0,0	23,6	32	1,1	0,422
15,0	0,0	33,6	22	1,1	0,280
20,0	0,0	43,6	17	1,1	0,210
25,0	0,0	53,6	14	1,0	0,168



CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS GRANULARES

Peticionario
Trabajo
Expediente

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR ASIENTOS - MÉTODO EMPÍRICO SIMPLIFICADO

APLICABILIDAD

- Suelos con menos del 35% de finos (pasa #0,08) y menos del 30% gravas (retenido #20)
- No aplicable para valores N_{SPT}<5
- El golpeo N_{SPT} no se corrige por el efecto de la profundidad
- En arenas finas y arenas limosas bajo nivel freático se puede emplear la corrección de Terzaghi para NSPT>15: N_{SPT} (corregido) = 15+0,5(N_{SPT}(medido)-15)

SITUACIÓN DE DIMENSIONADO

Ancho equivalente de la cimentación (m)
B*= 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0

Profundidad de la base de la cimentación
D= 3,60 m

Asiento máximo admisible
S_i= 35 mm

¿Existe capa rígida dentro de la zona de influencia de la cimentación?
No Hs'= 4,00 m Profundidad desde la superficie

¿Terreno sobreconsolidado o excavación profunda?
No σ0= 54,00 kPa Máxima presión efectiva vertical sufrida
H= 3 m en la base de la cimentación
γ_{ap}= 18 kN/m³

FORMULACIÓN BÁSICA

$$S_i = f_I \cdot f_s \cdot q'_b \cdot B^{0,7} \cdot I_c$$

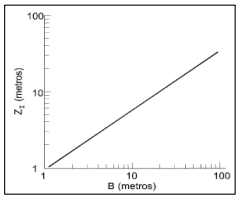
$$f_S = \left(\frac{1,25 \cdot \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0,25} \right)^2 \qquad f_I = \frac{H_S}{Z_I}\left[2 - \frac{H_S}{Z_I}\right] \qquad I_C = \frac{1,71}{N_{med}^{1,4}}$$

siendo:
S_i: El asiento medio al final de la construcción, en mm
q'_b: La presión efectiva bruta aplicada en la base de la cimentación (en KPa)
f_s: Coeficiente de forma
f_s: Factor de corrección por capa rígida
B*: El ancho equivalente de la cimentación (en m)
I_c: El índice de compresibilidad, función del valor medio de N_{SPT} en la zona de influencia bajo la cimentación

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL TERRENO Y ZONA DE INFLUENCIA

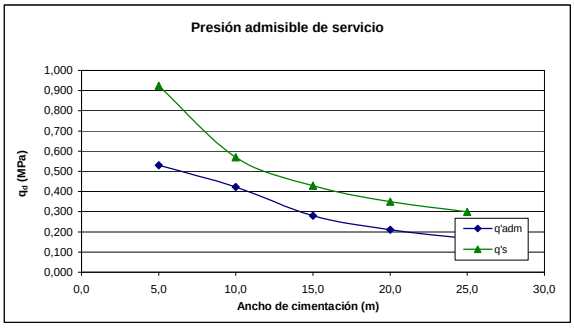
	Ancho de cimentación (m)				
	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
	Zona de influencia (m)				
Z_I	3,4	5,9	8,0	10,0	11,9
Hsup	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Hinf	7,0	9,5	11,6	13,6	15,5

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	N_{SPT}	Zona de influencia dentro de cada nivel (m)				
NIVEL 1	UG-02	0,0	22,0	22,0	34	3,4	5,9	8,0	10,0	11,9
NIVEL 2		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 3		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 4		22,0	22,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NIVEL 5				#¡VALOR!	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Total	#¡VALOR!	*¿Espesor>=Z_I?*	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!



PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación m	Zona de influencia Hsup m	Zona de influencia Hinf m	Valor medio de N_{SPT}	Indice de compresibilidad I_c	Coef. de forma f_s	Factor de corrección por capa rígida f_I	q'_s MPa
5,0	3,6	7,0	34	0,012	1,000	1,00	0,924
10,0	3,6	9,5	34	0,012	1,000	1,00	0,569
15,0	3,6	11,6	34	0,012	1,000	1,00	0,428
20,0	3,6	13,6	34	0,012	1,000	1,00	0,350
25,0	3,6	15,5	34	0,012	1,000	1,00	0,300



Ancho de ciment. m	Losa q'_s MPa	Losa Limitación
5,0	0,531	HUNDIMIENTO
10,0	0,422	HUNDIMIENTO
15,0	0,280	HUNDIMIENTO
20,0	0,210	HUNDIMIENTO
25,0	0,168	HUNDIMIENTO

VALORES DE K_{30} DEDUCIDOS DEL CÁLCULO DE ASIENTOS

FORMULACIÓN BÁSICA

$$k_{sB} = k_{sp30}\left(\frac{B+0,3}{2B}\right)^2$$

RESULTADO

Ancho de cimentación m	Losa K_{sB} MN/m³	Losa K_{sp30} MN/m³
5,0	26,4	94,0
10,0	16,3	61,3
15,0	12,2	47,1
20,0	10,0	38,9
25,0	8,6	33,4

Valor medio de K_{sp30}
55