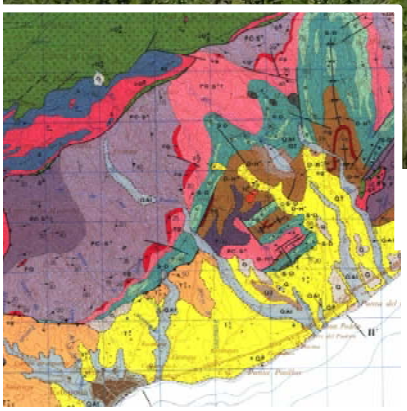
INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA

Peticionario: FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS

Termino Municipal: ESTEPONA



Expediente: O/1706511

Fecha: Marzo de 2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

Estudios geotécnicos del terreno
Estudios de estabilidad de taludes
Patología de cimentaciones

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A
C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN 1
2.- ENTORNO GEOGRÁFICO 4
3.- TRABAJOS REALIZADOS 9
3.1.- Reconocimientos de campo 9
3.2.- Ensayos de campo y laboratorio 19
3.3.- Resultados de los ensayos de penetración dinámica 21
4.- GEOLOGÍA 23
4.1.- Hidrogeología 25
5.- SISMOLOGÍA 27
5.1.- Introducción 27
5.2.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución. 28
5.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica. 28
5.4.- Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno. 29
6.- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES 31
6.1.- Nivel freático 33
6.2.- UG.1 Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración 33
6.3.- UG.2 Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas 34
6.4.- Muestras ensayada en la UG-2. 35
6.4.1.- Identificación 35
6.4.2.- Ensayos químicos y agresividad en suelos 39
6.4.3.- Ensayos de expansividad y colapso 39
6.4.4.- Ensayos de compactación 39
7.- PERMEABILIDAD 40
7.1.- Factores que influyen en la permeabilidad 40
7.2.- Valores obtenidos 41
8.- DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD 42
8.1.- Metodología 42

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

8.2.- Evaluación de la excavabilidad 42
9.- EXPANSIVIDAD 43
9.1.- Valores y cuantificaciones obtenidas 44
10.- COLAPSABILIDAD 45
10.1.- Valores obtenidos 46
11.- PARÁMETROS PARA EL DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DE CONTENCIÓN 47
11.1.- Empujes activo, pasivo y en reposo 47
11.2.- Ley de empujes unitarios 49
12.- CONSIDERACIONES PARA EXCAVACIONES 49
12.1.- Profundidad crítica 49
12.2.- Taludes 52
12.3.- Entibaciones 56
12.3.1.- Tipos de entibación 57
Entibación con tablas horizontales 57
Entibación con tablas verticales 57
13.- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3) 63
13.1.- Aprovechamiento de materiales 66
14.- ACTUACIONES FRENTE A LA PLASTICIDAD 67
15.- FORMACIÓN DE EXPLANADAS. NORMA 6.1-IC. (ORDEN FOM 3460/2003) 69
16.- CATEGORÍA DEL TRÁFICO ESTIMADO. NORMA 6.1-IC. (ORDEN FOM 3460/2003) 73
17.- SECCIONES DE FIRME NORMA 6.1-IC. (ORDEN FOM 3460/2003) 75
18.- ESTIMACIÓN DE LA SECCIÓN DE CIMIENTO DE FIRME Y FIRME. ICAFIR. 78
18.1.- Método de cálculo 79
18.1.1.- Factores de diseño 79
18.1.2.- Diseño del firme 79
18.1.3.- Materiales 79
18.1.4.- Dimensionamiento 80

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

19.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES 82
19.1.- Metodología de cálculo 82
19.1.1.- Introducción al análisis de estabilidad 82
19.1.2.- Método del equilibrio límite (LEM) 83
19.1.3.- Método de las rebanadas 83
19.1.4.- Método de Fellenius (1927) 85
19.1.5.- Método de Bishop (1955) 85
19.2.- Parámetros utilizados 86
19.3.- Resultados del análisis de estabilidad para terraplenes 86
19.4.- Resultados del análisis de estabilidad para desmontes 88
20.- RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ESTABILIDAD DEL CONJUNTO RELLENO-CIMIENTO 88
21.- ANÁLISIS DE LOS ASIENTOS DEL RELLENO DE TERRAPLÉN 90
22.- RESUMEN Y CONCLUSIONES 91

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJOS

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 4.1 Registro de penetraciones dinámicas

ANEJO 4.2 Registro de calicatas

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

APENDICES

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA**, solicitado a **CEMOSA** por **FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS**.

El trabajo se establece con expediente O/1706511, y realizado por la delegación de CEMOSA en Málaga.

El objeto del presente estudio viene dado por la necesidad de valorar los condicionantes geotécnicos presentes en el terreno para las recomendaciones necesarias para la construcción de los viales que se proyectan.

Para el desarrollo de este trabajo se han ejecutado los siguientes trabajos:

-Trabajos de campo y laboratorio realizados.

-Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.

-Entorno geológico.

-Presencia de nivel freático.

-Perfil geológico-geotécnico.

-Definición de la excavabilidad.

-Definición de la permeabilidad.

-Parámetros para elementos de contención.

-Clasificación de materiales, PG-3.

-Actuaciones frente a la plasticidad.

-Recomendaciones de taludes.

-Análisis deformacional.

-Recomendaciones generales para terraplenes.

El proyecto consiste en la construcción de unos viales para la urbanización de la zona de estudio. Según la información de la que se dispone se realizará un importante movimiento de tierras con secciones en terraplén y desmonte de relevancia, con alturas superiores a 20 m. en algunos casos.

La campaña geotécnica expuesta en el presente documento deberá ser complementada con trabajos de campo y ensayos de laboratorio adicionales, dada la importancia de las estructuras de tierras y excavaciones a realizar.

Las recomendaciones relacionadas al modelo estratigráfico, parametrización adoptada, estabilidad de taludes y análisis deformacional, deberán ser contrastadas con un estudio pormenorizado a estos efectos.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

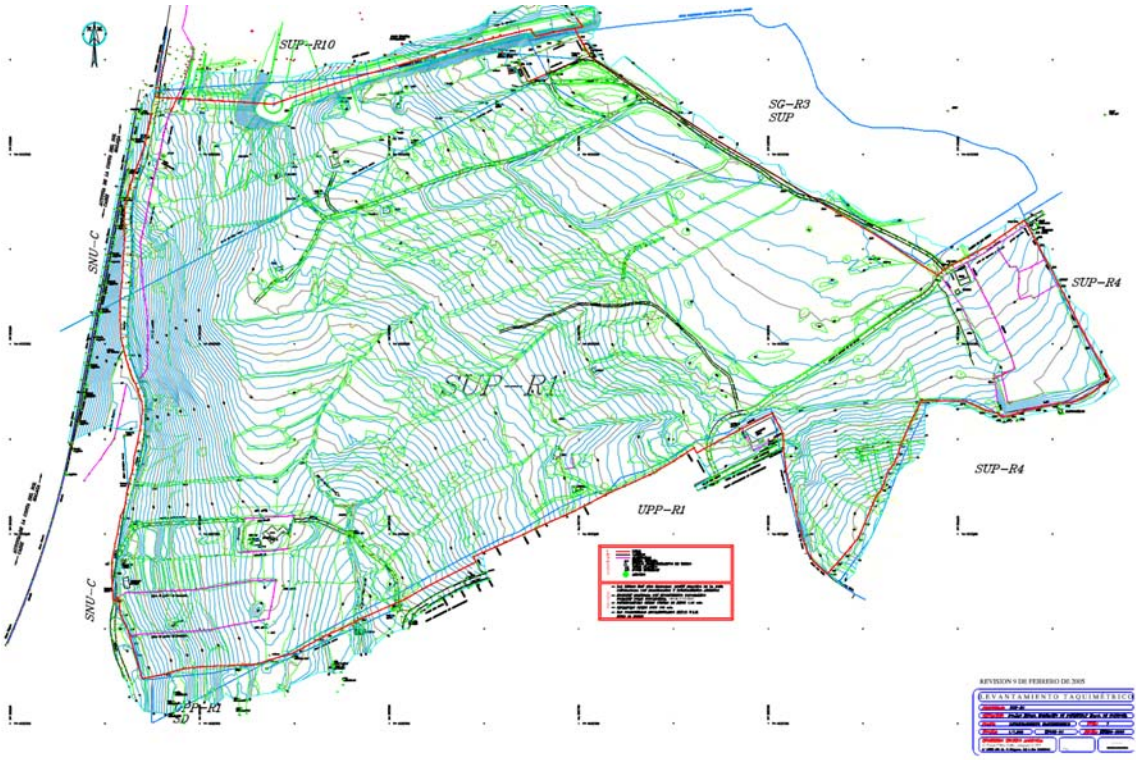


Figura Nº 1.- Plano de planta topográfica de la zona de estudio.

Figura Nº 2.- Planta del proyecto de viales.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

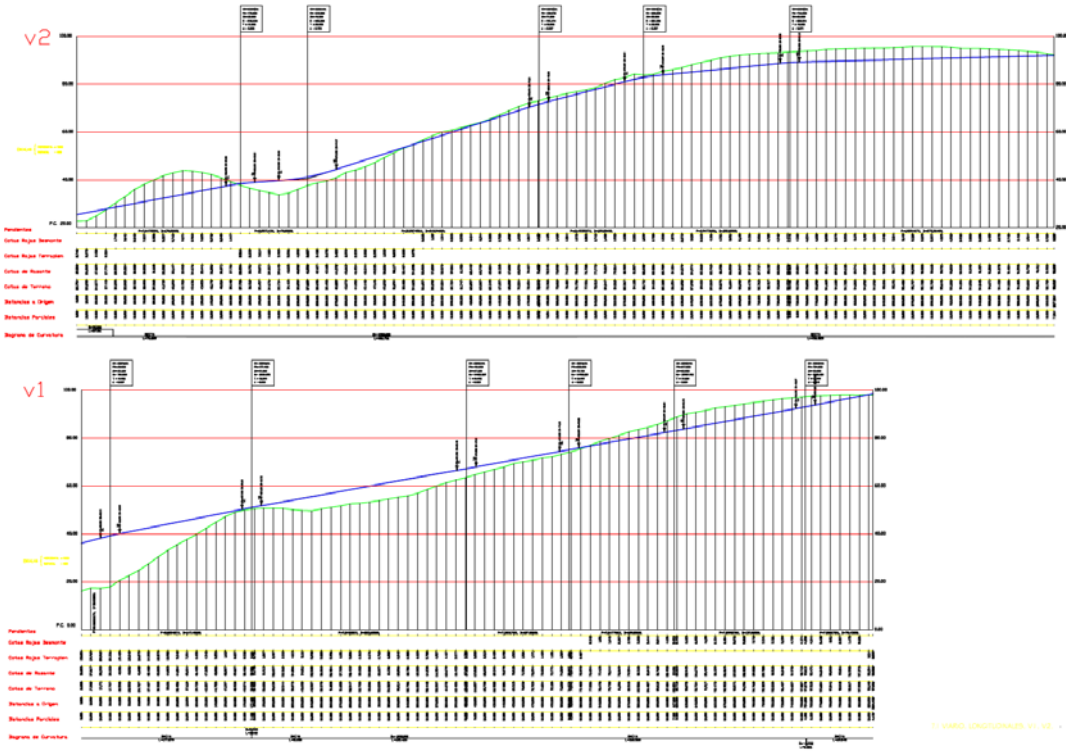


Figura Nº 3.- Perfiles longitudinales del trazado.

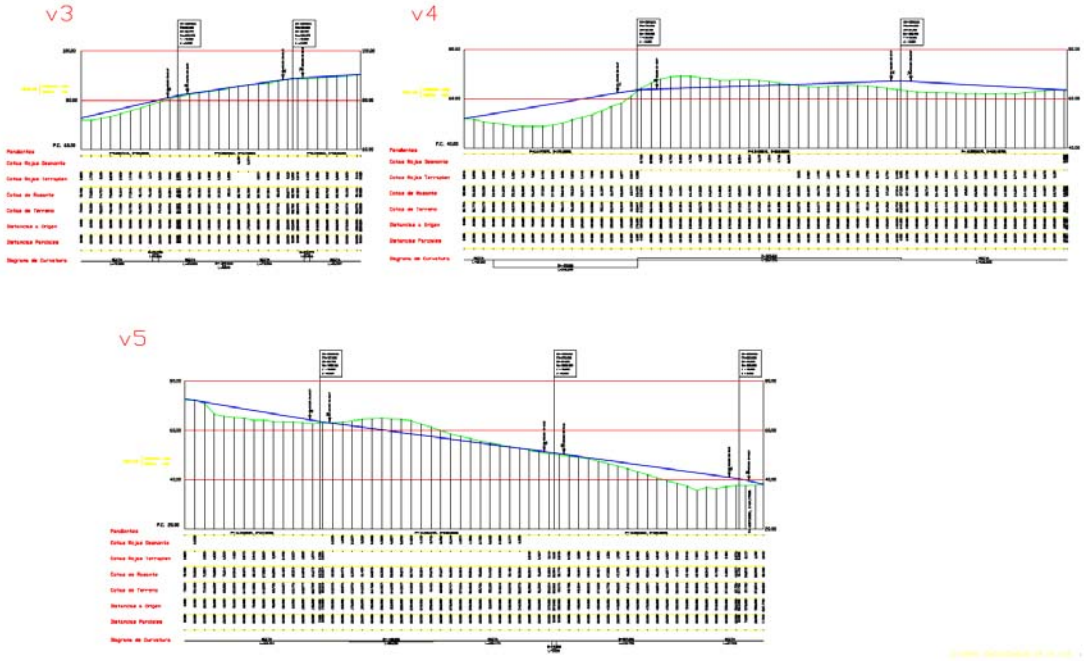


Figura Nº 4.- Perfiles longitudinales del trazado.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

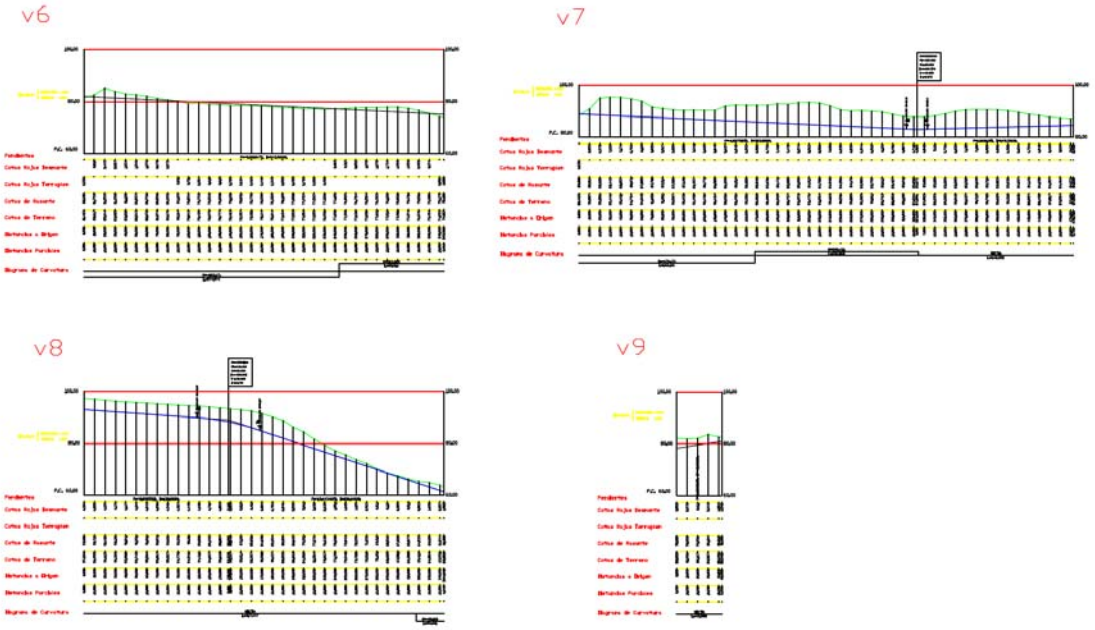


Figura Nº 5.- Perfiles longitudinales del trazado.

2.- Entorno geográfico

La zona estudiada se sitúa en el término municipal de ESTEPONA.

Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
305.484	4.033.348

Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 6.- Imagen aérea de la localización de la zona de estudio.

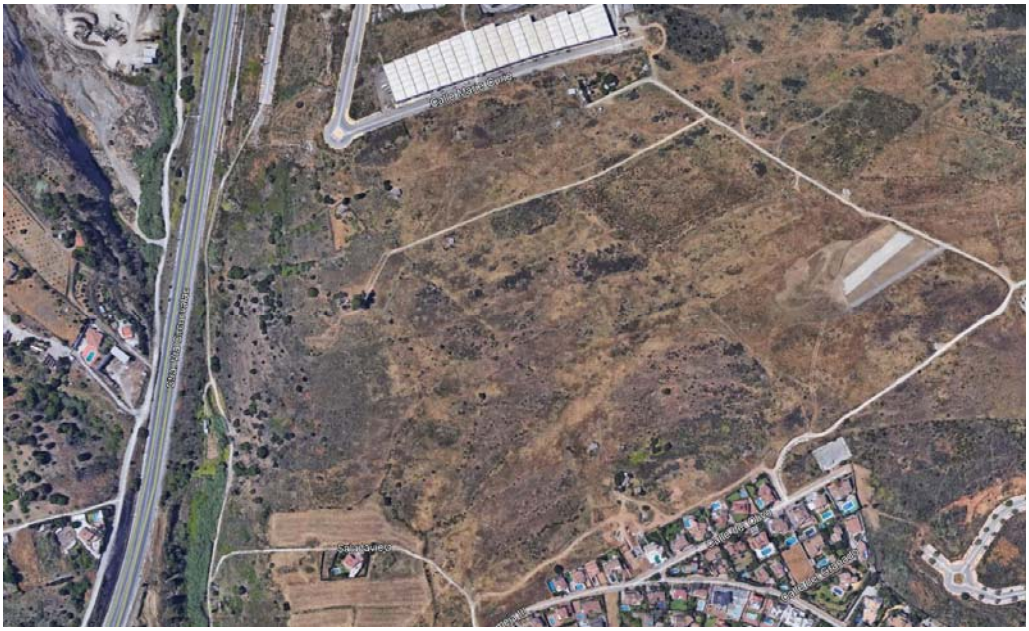


Figura Nº 7.- Imagen aérea de la zona de estudio.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En las fotografías siguientes se muestra la ubicación de la zona y sus características principales.

Figura Nº 8.- Vista general de geomorfología de la zona de estudio.

Figura Nº 9.- Situación a media ladera, con importantes escorrentía superficial.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 10.- Viario existente con medidas de contención para los taludes.

Figura Nº 11.- Relieves suaves de materiales arcillosos con una cobertera vegetal.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 12.- Detalle de los materiales presentes. Arcillas litificadas con intercalaciones de areniscas.

Figura Nº 13.- Muro de escollera existente.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

3.- Trabajos realizados

Los trabajos realizados han tenido dos caracteres diferentes, los ejecutados en campo o "in situ" y los de laboratorio.

Así mismo también se ha llevado a cabo un estudio bibliográfico, como complemento al trabajo de gabinete.

3.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 2. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Calicatas de Reconocimiento	9	2,00	3,60
Sondeos a penetración dinámica	15	2,20	9,60

El ensayo de penetración dinámica (DPSH) consiste en la hinca de una puntaza de sección cónica de 20 cm2 acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 75 cm, impactando sobre una cabeza o "yunque" rígidamente unido al varillaje.

La resistencia a la penetración se define como el número de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como N20, representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpeos obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo o se supera la profundidad en estudio.

Los datos de golpeo de los penetrómetros permiten una estimación razonable de las características resistentes medias del subsuelo.

Las diferentes actas de todos los reconocimientos de campo desarrollados para este trabajo se aportan en los anejos correspondientes.

La planta de ubicación y las coordenadas UTM de las prospecciones realizadas se acompañan a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

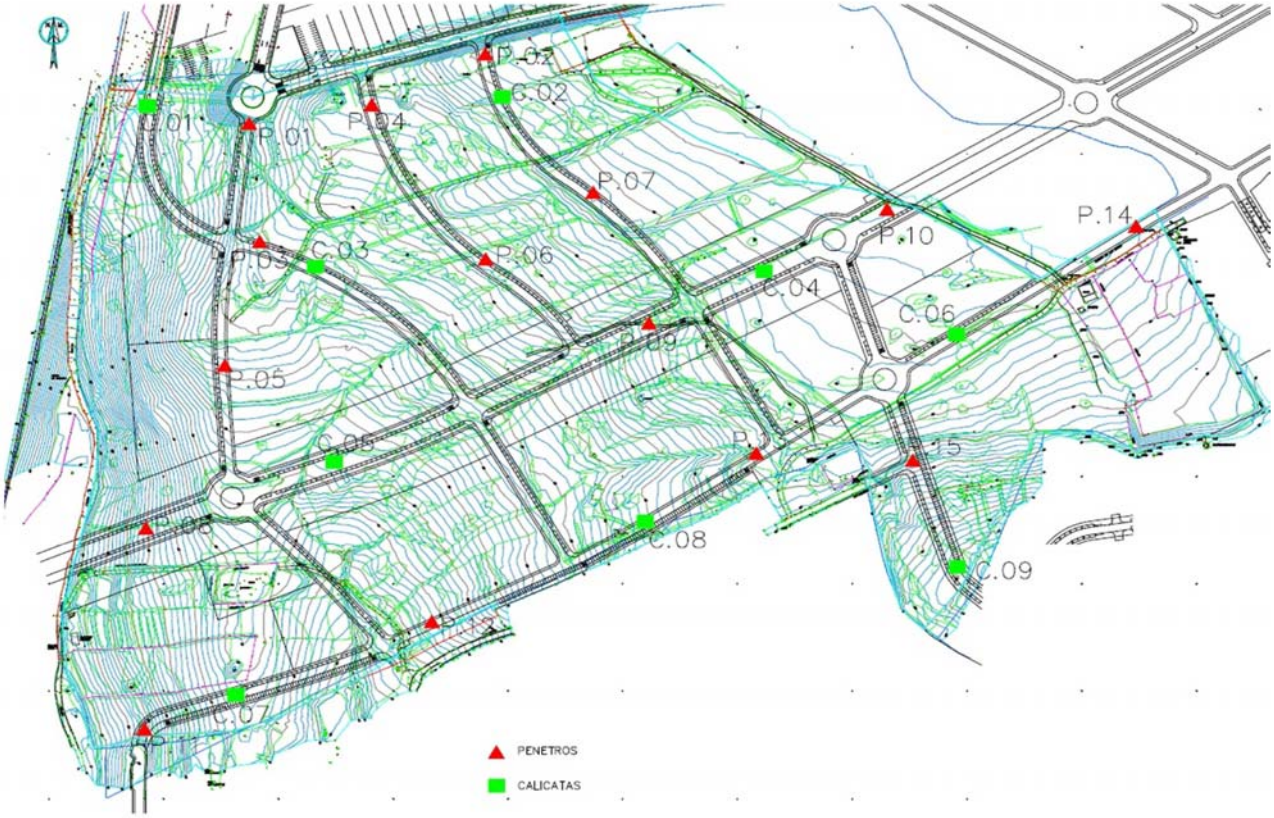


Figura Nº 14.- Localización de las prospecciones realizadas.

Tabla 3. Coordenadas aproximadas UTM

Prospección	X	Y	Z
C-01	305.175,72	4.033.340,67	53,70
C-02	305.483,64	4.033.347,21	92,58
C-03	305.319,82	4.033.190,90	68,53
C-04	305.712,05	4.033.186,30	94,48
C-05	305.336,66	4.033.010,22	52,39
C-06	305.879,17	4.033.126,51	95,28
C-07	305.250,81	4.032.793,46	43,51
C-08	305.609,52	4.032.955,18	75,09
C-09	305.886,39	4.032.907,76	62,71
P-01	305.266,58	4.033.324,34	68,94
P-02	305.472,08	4.033.388,54	95,57

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 3. Coordenadas aproximadas UTM

Prospección	X	Y	Z
P-03	305.271,80	4.033.211,91	68,91
P-04	305.370,65	4.033.340,43	83,36
P-05	305.243,59	4.033.099,60	61,56
P-06	305.468,68	4.033.199,36	78,24
P-07	305.561,06	4.033.258,31	93,26
P-08	305.176,73	4.032.947,65	35,81
P-09	305.612,63	4.033.137,64	83,37
P-10	305.819,59	4.033.244,72	98,39
P-11	305.172,42	4.032.759,62	25,19
P-12	305.423,34	4.032.858,43	43,86
P-13	305.707,27	4.033.016,34	86,07
P-14	306.037,10	4.033.228,56	93,59
P-15	305.841,18	4.033.009,63	82,81

Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.

Figura Nº 15.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-01.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 16.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-02.

Figura Nº 17.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-03.

Figura Nº 18.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-04.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 19.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-05.

Figura Nº 20.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-06.

Figura Nº 21.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-07.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 22.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-08.

Figura Nº 23.- Emplazamiento de la calicata de reconocimiento C-09.

Figura Nº 24.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-01.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 25.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-02.

Figura Nº 26.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-03.

Figura Nº 27.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-04.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 28.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-05.

Figura Nº 29.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-06.

Figura Nº 30.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-07.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 31.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-08.

Figura Nº 32.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-09.

Figura Nº 33.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-10.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 34.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-11.

Figura Nº 35.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-12.

Figura Nº 36.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-13.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 37.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-14.

Figura Nº 38.- Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica P-15.

3.2.- Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 4. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra alterada	6	-

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Tabla 5. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	6	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	6	UNE 103101

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 5. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Determinación de los límites de Atterberg	6	UNE 103103 - 104
Determinación del contenido en materia orgánica	6	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	6	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	6	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	6	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor normal	6	UNE 103500
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	6	UNE 103502

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos realizados se establecen en las siguientes tablas:

Tabla 6. Ensayos de identificación

Muestra			Identificación											
			Granulometría								L. Atterberg			
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0.08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Indice Plasticidad	Clasificación USCS
C-01	MA	2,40	100,00	100,00	96,90	92,00	82,40	3,10	14,50	82,40	58,60	22,40	36,20	CH
C-02	MA	3,00	100,00	100,00	99,00	94,20	73,80	1,00	25,20	73,80	35,10	15,30	19,80	CL
C-05	MA	1,60	100,00	100,00	99,90	99,60	98,70	0,10	1,20	98,70	50,10	22,40	27,60	CH
C-07	MA	1,80	100,00	100,00	97,90	94,30	88,10	2,10	9,80	88,10	44,80	20,90	23,90	CL
C-08	MA	2,00	100,00	100,00	99,20	98,60	97,00	0,80	2,20	97,00	49,20	23,20	26,40	CL
C-09	MA	3,00	100,00	100,00	97,70	96,70	95,80	2,30	1,90	95,80	54,00	28,40	35,60	CH

Tabla 7. Valores de ensayos químicos

Muestra			Ensayos Químicos						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Mat.Orgánica %	Sulfatos (SO3) %	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A.Baumann-Gully ml/kg	Contenido en yesos %	Sales Solubles %	Carbonatos (CO3) %
C-01	MA	2,40	0,62				0,00	0,21	
C-02	MA	3,00	0,41				0,00	4,20	
C-05	MA	1,60	0,45				0,14	0,89	
C-07	MA	1,80	0,33				0,00	0,83	
C-08	MA	2,00	0,33				0,00	0,77	
C-09	MA	3,00	0,37				0,00	0,39	

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 8. Ensayos de expansividad/colapso y Compactación

Muestra			Expansividad y Colapso					Compactación				
			Edómetro					Proctor			Indice CBR	
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Presión de Preconsolidación Kpa	Presión de Hinchamiento Kpa	Hinchamiento Libre %	Clasificación Lambe	Asiento Ensayo Colapso %	Proctor	Densidad Máxima kN/m3	Humedad óptima %	C.B.R. 100%	C.B.R. 95%
C-01	MA	2,40			4,05		0,200	Norm.	1,52	18,00	2,20	1,23
C-02	MA	3,00			2,82		0,944	Norm.	1,69	14,30	3,10	2,10
C-05	MA	1,60			1,86		0,036	Norm.	1,57	22,90	4,10	2,71
C-07	MA	1,80			2,68		0,026	Norm.	1,59	19,70	3,50	2,58
C-08	MA	2,00			2,70		0,104	Norm.	1,57	22,30	4,50	2,98
C-09	MA	3,00			4,24		0,071	Norm.	1,48	22,50	2,30	1,75

3.3.- Resultados de los ensayos de penetración dinámica

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

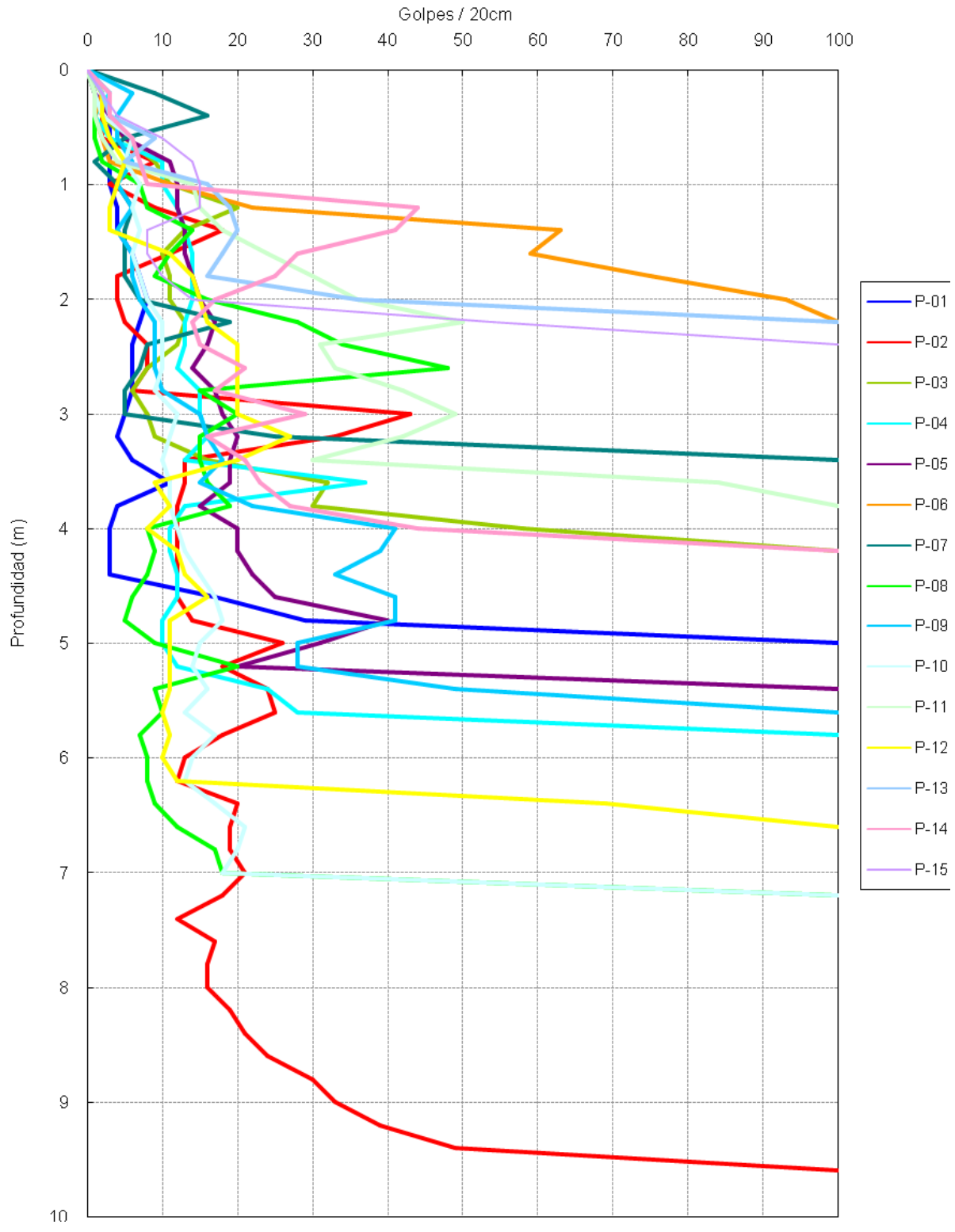


Figura Nº 39.- Registro de los ensayos de penetración dinámica realizados.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

4.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de ESTEPONA se aporta en el anejo correspondiente.

La situación geológica de la zona estudiada se expresa en el siguiente gráfico extraído de la documentación existente del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala original 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Ciencia e Innovación

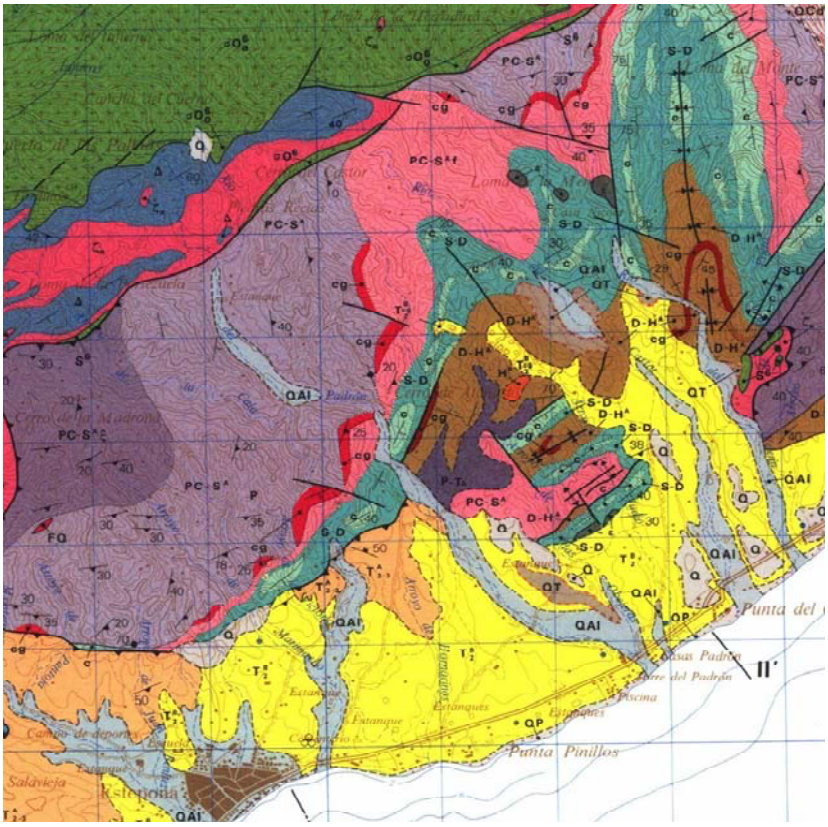


Figura Nº 40.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de ESTEPONA. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

La zona objeto de estudio se encuentra enclavada dentro de las Cordilleras Béticas las cuales forman, junto con las Cordilleras del Rif del norte de África, el segmento más occidental del orógeno alpino mediterráneo. Estas dos cordilleras, separadas en la actualidad por la cuenca neógena de Alborán, se localizan entre dos zócalos hercínicos, el Ibérico al norte y el Africano al sur.

Las Cordilleras Béticas se formaron como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y en ellas se pueden distinguir distintos dominios o zonas siendo las más importantes, ordenadas de norte a sur, las Zonas Externas y las Zonas Internas. Estas zonas, separadas y diferenciadas por un contacto tectónico, presentan además un orígen paleogeográfico distinto.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Además de estas dos grandes zonas, existen otros dominios entre los que destacan las depresiones post-orogénicas terciarias, rellenas de materiales terciarios y cuaternarios procedentes de la erosión de los relieves circundantes.

Los materiales presentes en el entorno de la zona en estudio corresponden al subdominio del Surco Turbidítico, estando representados por la denominada Formación “Flysch” que se apoya discordantemente sobre el manto Maláguide.

Los terrenos o formaciones geológicas existentes en el entorno de la zona en estudio corresponden a materiales depositados durante el Plioceno, que reposan en discordancia sobre materiales de los complejos Alpujárride, Maláguide.

En la serie pliocena, se diferencian tres conjuntos litológicos superpuestos:

- Conjunto conglomerático inferior: reposa directamente sobre el sustrato pre-plioceno, y está constituido por brechas y conglomerados rojos dominantes, con cantos soportados por la matriz y con grandes bloques aislados ocasionales.

La composición de los cantos varía en función del área fuente, desde esquistos oscuros maláguides justo al Norte de Estepona hasta cantos variados de procedencia alpujárride en áreas más orientales (peridotitas, gneises, mármoles, esquistos), e incluso cantos procedentes de conglomerados más antiguos (maláguides y otros). Se interpreta como originado en ambiente de abanicos aluviales con abundancia de procesos de *debris flow*. Su espesor en afloramiento puede alcanzar los 30-40 metros.

- Conjunto conglomerático-arenoso intermedio: se dispone sobre el conjunto anterior o, allí donde lo cubre, sobre el basamento de la cuenca pliocena. La naturaleza de los cantos varía también en función del área fuente, al igual que en el conjunto anterior, y el espesor en afloramiento puede alcanzar los 50-60 metros.

Consta de tres unidades de facies superpuestas: unidad arenosa (inferior), unidad lutítica (intermedia) y unidad conglomerática (superior). Esta última, erosiva sobre las anteriores (de forma que localmente pueden no estar presentes), es la más potente e incluye episodios de debris flow.

- Conjunto arenoso-lutítico superior: es el que aflora mayoritariamente en superficie en la región estudiada, y su espesor suele superar el centenar de metros.

Reposa sobre el conjunto anterior mediante un cambio de facies. Localmente se reconocen en afloramiento superficies de pequeñas discordancias angulares ligadas a basculamientos locales relacionados con una actividad tectónica intrapliocena. Predominan dos tipos de facies: arenas finas con 15-30% de fracción lutítica (eminentemente limos), y lutitas (limos y arcillas) con 10-45% de arena fina.

Localmente estas facies reciben el nombre de bizcorniles.

También se encuentran intercalaciones episódicas de arenas gruesas y/o conglomerados. Por último, en posición más distal, se identifican delgadas intercalaciones de facies arcillosas y margosas, sin apenas terrígenos, muy escasas en el sector analizado.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Sobre los materiales anteriores de forma discordante se depositan importantes formaciones coluvio-aluviales (terrazas aluviales), fruto del desmantelamiento de los relieves circundantes. Estos materiales presentan un claro carácter detrítico, presentando tonalidades rojizas, en virtud de las observaciones realizadas en el entorno de la zona.

4.1.- Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico general, la zona queda enmarcada dentro del sistema acuífero Marbella-Estepona MAS 060-040, por lo que se esperan incidencias de importancia en cuanto a la existencia de niveles freáticos.

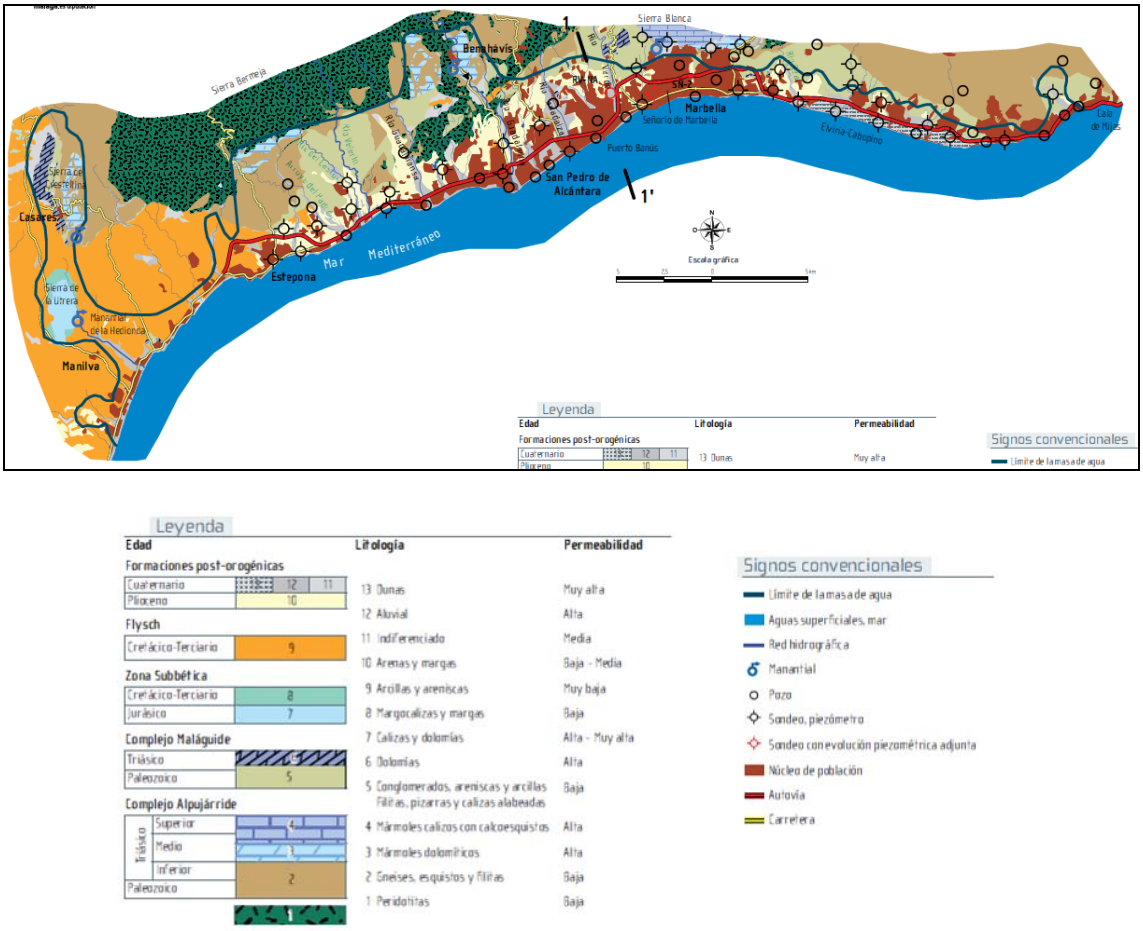


Figura Nº 41.- Esquema hidrogeológico de la unidad hidrogeológica Marbella-Estepona MAS 060-040. (IGME-Diputación de Málaga, 2007).

La masa de agua subterránea 060.040 se extiende a lo largo de la franja costera del sector occidental de la provincia, entre la Cala de Mijas, al este, y Manilva, por el oeste. Al norte, queda delimitada por la cadena montañosa que va desde la Sierra Bermeja (en la parte occidental) hasta las estribaciones meridionales de la Sierra Alpujata (en la parte oriental), pasando por Sierra Blanca.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Para la zona en estudio, la franja costera está formada por dos conjuntos sedimentarios principales, uno inferior de edad Plioceno y otro superior del Cuaternario, que se apoyan, discordantes, sobre un sustrato de peridotitas y gneises del Complejo Alpujárride y pizarras y grauvacas del Maláguide.

Los sedimentos cuaternarios se encuentran discordantes sobre los anteriores y son, fundamentalmente, de dos tipos: fluviales y eólicos. Los primeros están formados por cantos rodados, gravas y arenas, con una escasa matriz limo-arcillosa, y han sido depositados por los ríos actuales. Los principales afloramientos se localizan en

Los acuíferos más importantes de la masa de agua subterránea están formados por los materiales pliocenos y cuaternarios que afloran entre Estepona y el límite y la Cala de Mijas, con una superficie total de 80 km^2.

Los materiales pliocenos constituyen un acuífero detrítico multicapa, con el tramo basal confinado hacia la costa y libre hacia el interior, excepto en el sector del Señorío de Marbella, donde el acuífero libre llega hasta la costa y los niveles permeables contactan con el mar. Los sedimentos pliocenos con mayor tamaño de grano presentan, en su conjunto, buenas características hidráulicas, aunque existe una distribución irregular de los mismos a lo largo de sus afloramientos. La transmisividad de estos materiales acuíferos está comprendida entre 250 y 500 m^2/día, e incluso llega a ser de 2.000 m^2/día en alguna áreas, mientras que el coeficiente de almacenamiento varía entre $5{,}7 \cdot 10^{-3}$ y $2{,}6 \cdot 10^{-4}$.

Los sedimentos cuaternarios también constituyen acuíferos, tanto los depósitos fluviales asociados a los ríos actuales, como los eólicos de las dunas de Elviria-Cabo Pino. De estos últimos no se tiene mucha información hidrogeológica; hay algunos datos de sondeos en los que el nivel piezométrico queda próximo al muro de las arenas de duna y el agua suele presentar salinidad elevada. Por lo que respecta a los depósitos aluviales, cabe destacar los asociados a los Ríos Padrón, Guadaiza, Guadalmina y Verde, que tienen transmisividades muy elevadas, entre 2.000 y 16.000 m^2/día, y el coeficiente de almacenamiento es del 5 al 10 %.

Se trata de acuíferos libres cuyo nivel piezométrico se encuentra, normalmente, a menos de 10 m de profundidad y el gradiente piezométrico es del 1 al 1,5%.

Las evoluciones piezométricas disponibles, del acuífero plioceno y del cuaternario, muestran importantes variaciones, estacionales y plurianuales, ligadas al régimen de explotación y a las precipitaciones. Las variaciones estacionales son de orden métrico (5 a 10 m), con máximos en primavera y mínimos en octubre, y afectan tanto al plioceno como a los aluviales.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

5.- Sismología

5.1.- Introducción

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la "Norma de Construcción Sismorresistente". NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de septiembre.

NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 octubre 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan como sigue:

- Capítulo 1: generalidades.
- Capítulo 2: peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.
- Capítulo 3: métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.
- Capítulo 4: reglas de proyecto y prescripciones constructivas.

La norma NCSE-02 sigue las fases típicas del análisis dinámico de estructuras:

- En un primer paso se establece el modelo estructural adecuado. A partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.
- A partir de la ubicación de la estructura, las propiedades del terreno y la zonificación sísmica asociada a la norma se estiman unas aceleraciones típicas impuestas por el terreno y recogidas en los espectros elásticos de respuesta.
- A continuación la combinación de la solicitación sísmica resumida en los espectros de respuesta y las características de respuesta del terreno resumidas en las frecuencias y modos propios de la estructura, se determinan las fuerzas sísmicas equivalentes sobre el edificio. Posteriormente, estas fuerzas son reducidas en función de la ductilidad de la estructura.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

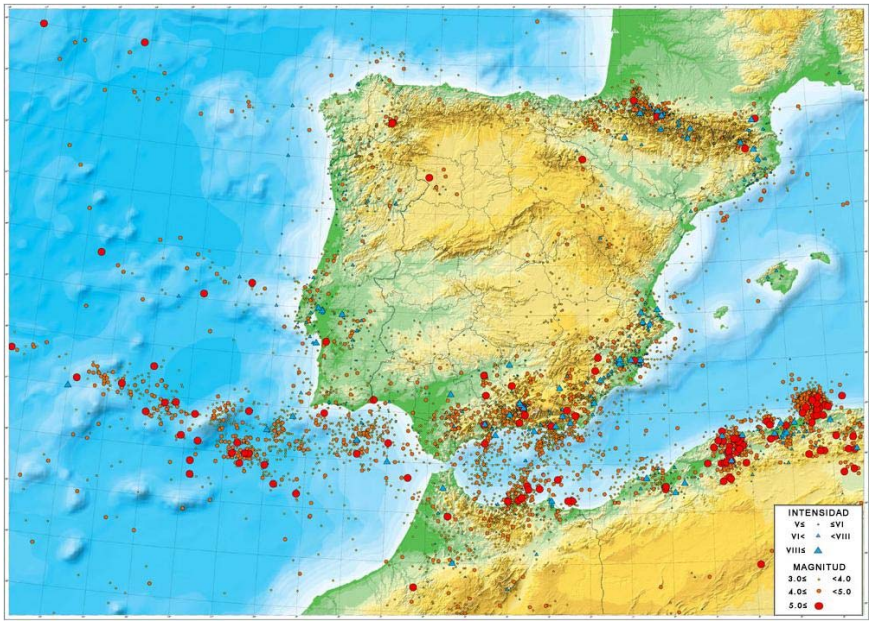


Figura Nº 42.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

5.2.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 9. Coeficiente de distribución

Coeficiente de contribución	K	1,10

5.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab –un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

En la NSCE en su anejo nº 1 se representan los valores de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución, K, de los términos municipales con ab > ó = a 0,04g, organizado por comunidades autónomas.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 10. Aceleración sísmica básica

Aceleración sísmica básica	a_b / g	0,07

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

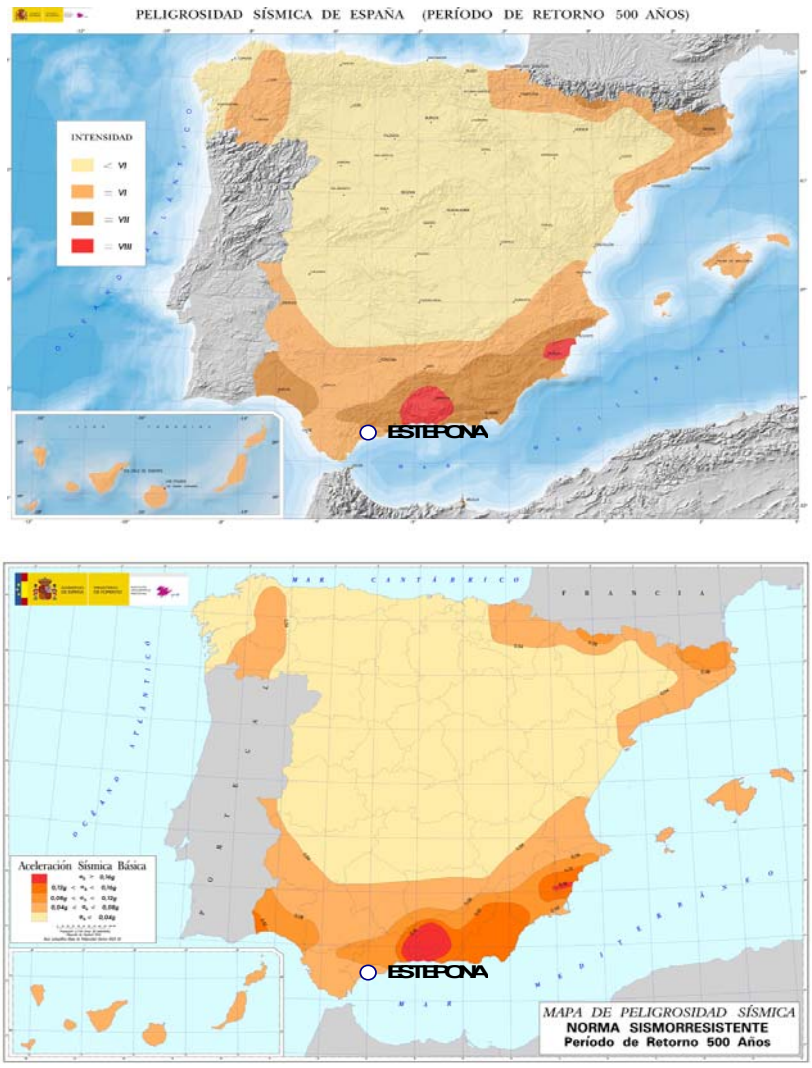


Figura Nº 43.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

5.4.- Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.

Según la normativa vigente, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vS > 750 m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s ≥ vS > 400 m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s ≥ vS > 200 m/s.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vS ≤ 200 m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C del siguiente modo:

Tabla 11. Coeficiente del Terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e1, e2, e3 y e4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie. Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes Ci de cada estrato con su espesor ei, en metros.

Dependiendo de los tipos de materiales diferenciados se ha obtenido el coeficiente del terreno que se indica en las tablas siguientes, junto con el resumen de los valores obtenidos:

Tabla 12. Estimación del coeficiente C.

Material	*Tipo Terreno*	*Espesor*	*Coef. C*	*Ponderación*	*Coef. C*
Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	IV	4,40	2,00	8,80	1,66
Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	III	25,60	1,60	40,96	

Tabla 13. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Aceleración sísmica de cálculo	ac / g	0,09
Coeficiente de contribución	K	1,10
Aceleración sísmica básica	ab / g	0,07
Coeficiente adimensional de riesgo	r	1,00
Coeficiente de amplificación del terreno	S	1,33

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 13. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Coeficiente del terreno	C	1,66
Municipio	ESTEPONA	

6.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

Los datos obtenidos se han analizado en gabinete, integrándolos con los existentes en la bibliografía consultada y permitiendo de esta manera la síntesis de los mismos en la que quedan representadas las distintas formaciones y suelos existentes, los datos hidrogeológicos más relevantes (zonas encharcadas, cursos de agua, etc.), las zonas potencialmente inestables (deslizamientos, etc.) y los condicionantes constructivos del terreno.

Una vez conocidas las diferentes formaciones existentes y su geometría, se procede a caracterizar los materiales.

Sintetizando, los aspectos fundamentales del trabajo realizado han sido el reconocimiento de los terrenos atravesados definiendo:

- Litologías.
- Clasificaciones de los materiales.
- Características geotécnicas.
- Situación del nivel freático.
- Obtención del perfil geotécnico.
- Niveles geotécnicos.
- Espesor de tierra vegetal y rellenos.

En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 14. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	*Material*	*Desde (m.)*	*Hasta (m.)*
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	0,00	4,40
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	4,40	9,20

Los perfiles esquemáticos obtenidos se adaptan a las siguientes secuencias de materiales detectados.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

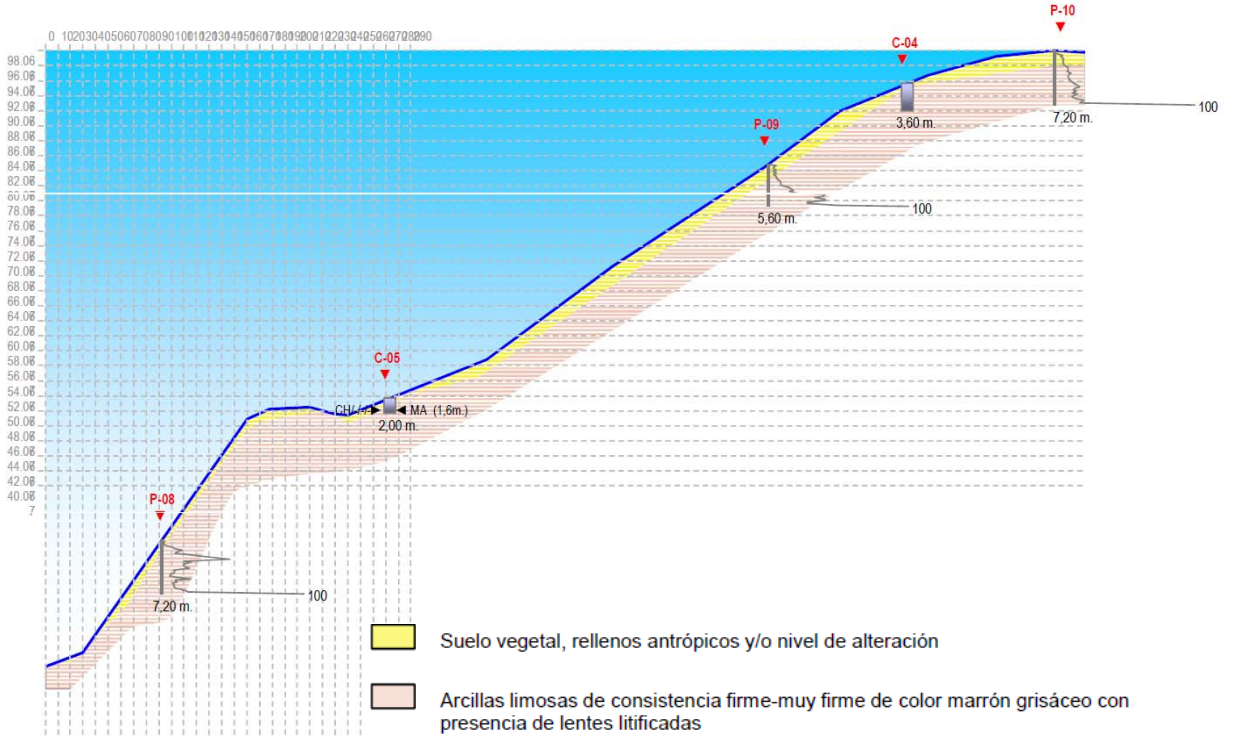


Figura Nº 44.- Perfil esquemático 1.

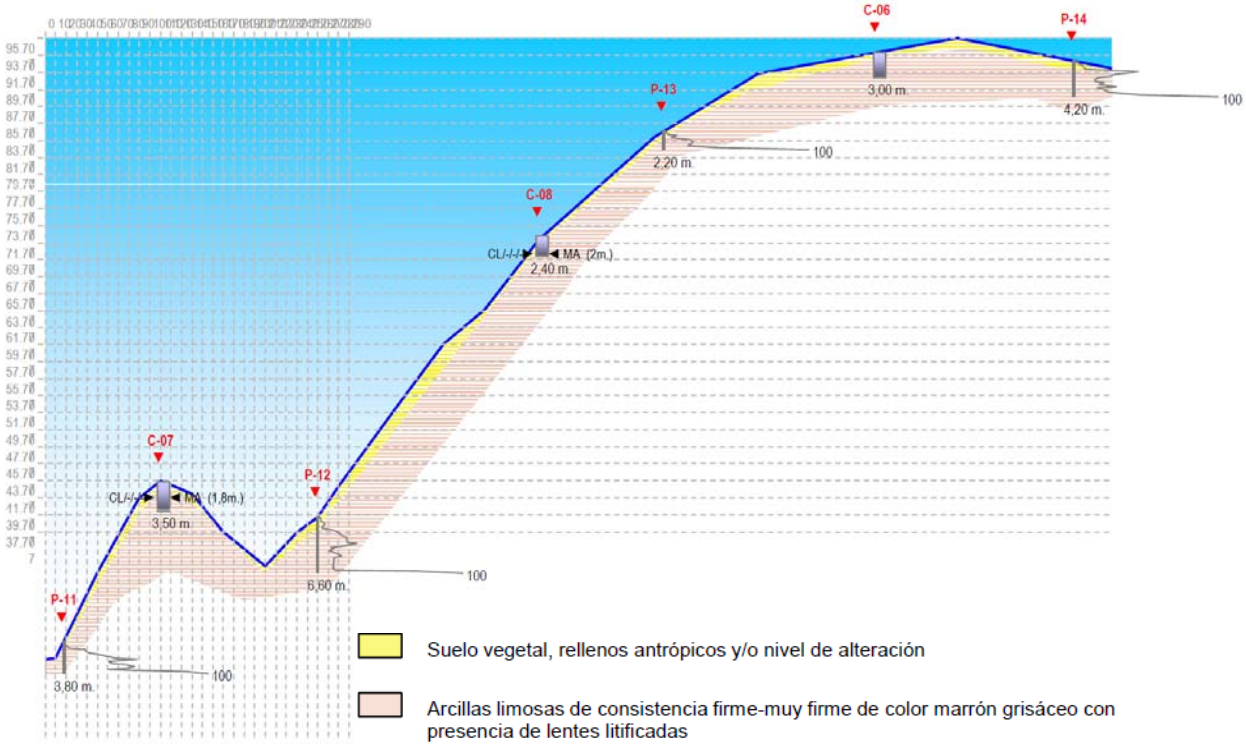


Figura Nº 45.- Perfil esquemático 2.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

6.1.- Nivel freático

Durante las labores de campo se ha comprobado la existencia o no de los niveles freáticos.

Se ha detectado el nivel freático en los siguientes reconocimientos: C-01. Las cotas respectivas a las cuales se ha detectado dicho nivel freático son las siguientes: -2,80.

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.

6.2.- UG.1 Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración

La UG.1 está formada por Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

Debemos resaltar como singularidad los espesores detectados en las prospecciones P-01 y P-07, atribuido a la presencia de rellenos antrópicos o nivel de alteración localizado.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 15. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
UG-01	2,40	0,90	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,90	1,20	4,40	2,00	0,60	0,60	0,60	0,80
UG-02	0,90	2,50	2,00	3,20	1,40	2,60	3,10	1,50	2,10	0,60	7,60	3,60	5,20	4,80	1,40

Tabla 16. Distribución y potencia del nivel estudiado

	P-07	P-08	P-09	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15
UG-01	3,00	1,20	2,00	2,00	0,80	1,40	0,80	1,00	0,60
UG-02	0,40	6,00	3,60	5,20	3,00	5,20	1,40	3,20	1,80

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas relativas 0,00 m. a techo y 4,40 m. a muro, según el siguiente modelo:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

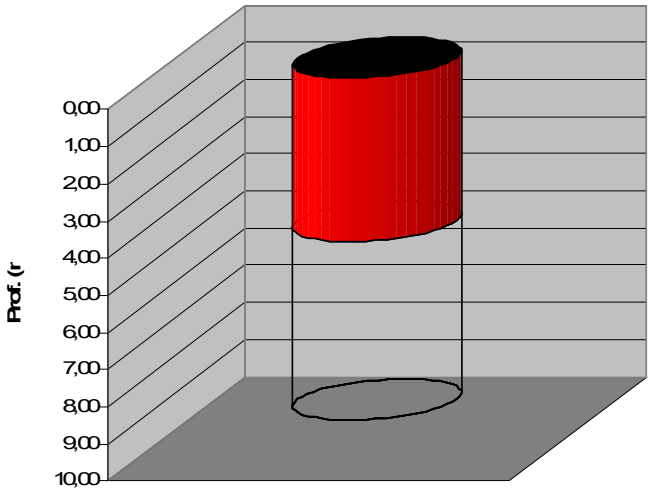


Figura Nº 46.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

6.3.- UG.2 Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas

La UG.2 está formada por Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

Destacar que pueden detectarse zonas con algún paquete de arenisca intercalado.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 17. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
UG-01	2,40	0,90	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,90	1,20	4,40	2,00	0,60	0,60	0,60	0,80
UG-02	0,90	2,50	2,00	3,20	1,40	2,60	3,10	1,50	2,10	0,60	7,60	3,60	5,20	4,80	1,40

Tabla 18. Distribución y potencia del nivel estudiado

	P-07	P-08	P-09	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15
UG-01	3,00	1,20	2,00	2,00	0,80	1,40	0,80	1,00	0,60
UG-02	0,40	6,00	3,60	5,20	3,00	5,20	1,40	3,20	1,80

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas relativas 4,40 m. a techo y 9,20 m. a muro, según el siguiente modelo:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

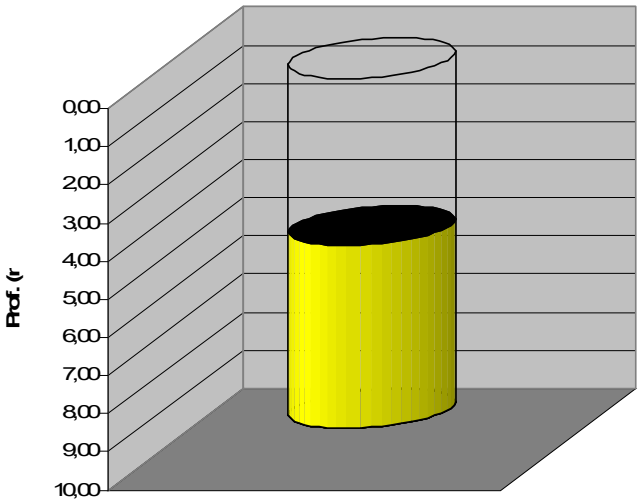


Figura Nº 47.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 19. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
C-01	MA	2,40						
C-02	MA	3,00						
C-05	MA	1,60						
C-07	MA	1,80						
C-08	MA	2,00						

6.4.- Muestras ensayada en la UG-2.

6.4.1.- *Identificación*

De los ensayos granulométricos y de límites de Atterberg, se puede observar que la mayoría de las muestras ensayadas responden a CL (Arcillas inorgánicas de bajas plasticidad).

Los ensayos granulométricos realizados, para esta unidad se detallan en la siguiente tabla, donde se aportan los resultados obtenidos:

Tabla 20. Valores granulométricos

Recon.	*Prof. (m.)*	Diámetro (mm.)				
		20,00	*5,00*	*2,00*	*0,40*	*0,08*
C-01	2,40	100,00	100,00	96,90	92,00	82,40
C-02	3,00	100,00	100,00	99,00	94,20	73,80
C-05	1,60	100,00	100,00	99,90	99,60	98,70
C-07	1,80	100,00	100,00	97,90	94,30	88,10

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 20. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	*5,00*	*2,00*	*0,40*	*0,08*
C-08	2,00	100,00	100,00	99,20	98,60	97,00
C-09	3,00	100,00	100,00	97,70	96,70	95,80

Los valores obtenidos en las curvas granulométricas han sido las siguientes:

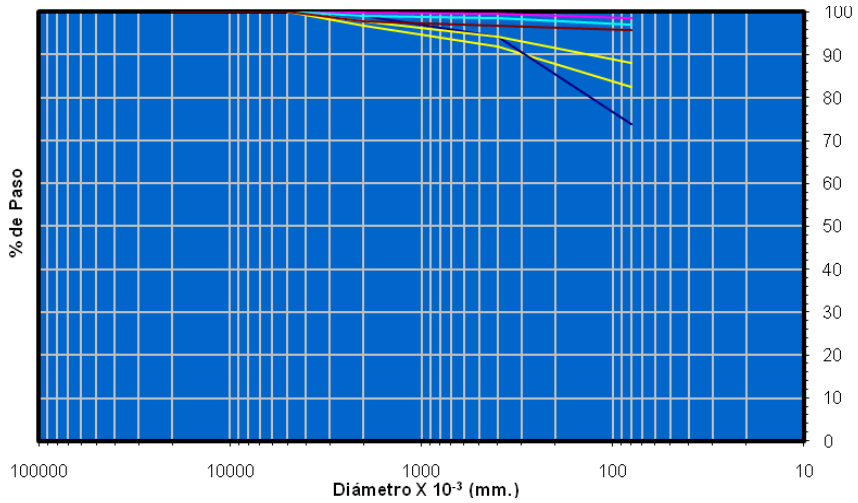


Figura Nº 48.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

Tabla 21. Valores estadísticos granulométricos

	Diámetro (mm.)				
	20,00	*5,00*	*2,00*	*0,40*	*0,08*
Mínimo (%)	100,00	100,00	96,90	92,00	73,80
Máximo (%)	100,00	100,00	99,90	99,60	98,70
Media (%)	100,00	100,00	98,43	95,90	89,30
Desviación			1,12	2,91	9,79
Nº de ensayos	6	6	6	6	6

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

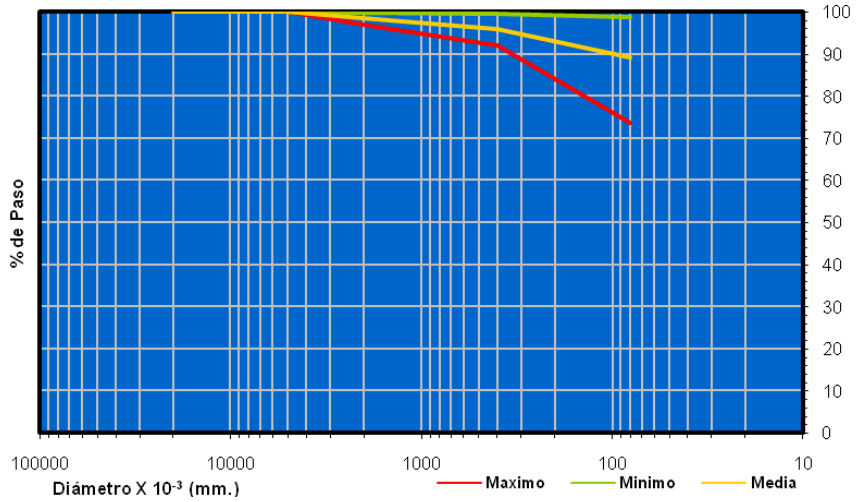


Figura Nº 49.- Valores estadísticos gráficos.

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos de límites de Atterberg desarrollados en este trabajo se definen a continuación:

Tabla 22. Límites de Atterberg

Recon.	*Prof. (m.)*	*Límite Líquido*	*Límite Plástico*	*Indice Plásticidad*
C-01	2,40	58,60	22,40	36,20
C-02	3,00	35,10	15,30	19,80
C-05	1,60	50,10	22,40	27,60
C-07	1,80	44,80	20,90	23,90
C-08	2,00	49,20	23,20	26,40
C-09	3,00	54,00	28,40	35,60

La variación de los límites líquidos y plásticos se detallan a continuación:

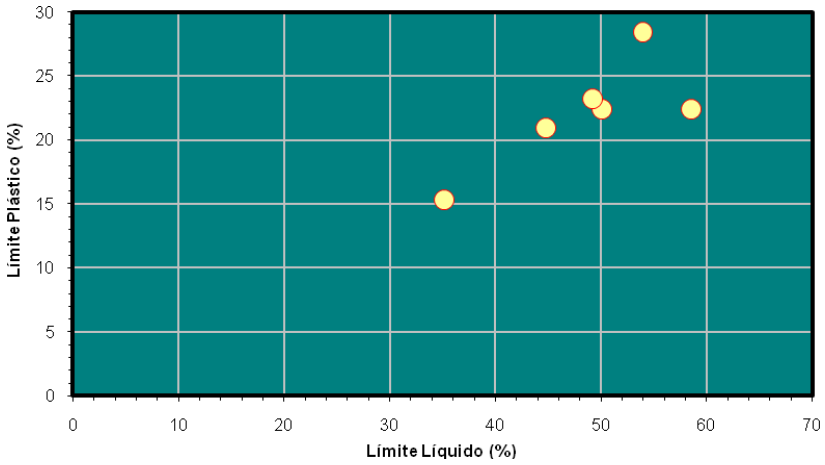


Figura Nº 50.- Variación de entre los límites líquido y plástico.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Por lo que se respecta a los materiales finos, se ha realizado ensayos para determinar los llamados Límites de Atterberg, cuyos resultados pueden observarse gráficamente en la representación de Casagrande.

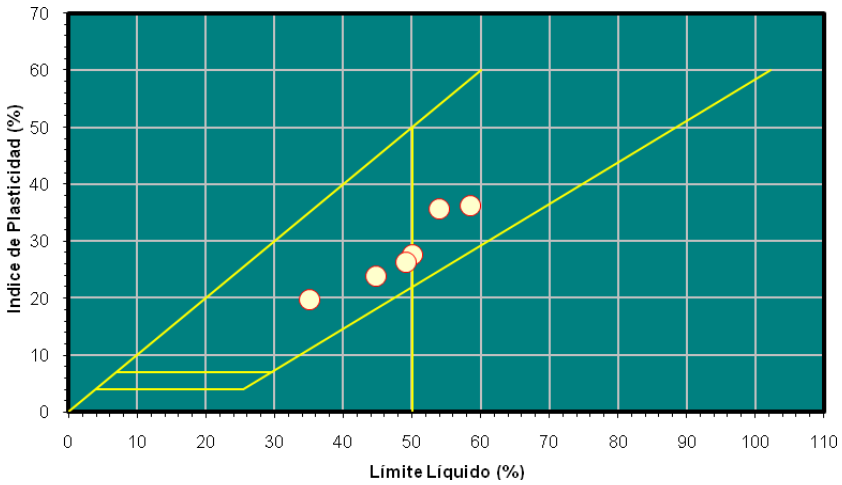


Figura Nº 51.- Carta de Casagrande.

Los valores medios obtenidos, referentes a los Límites de Atterberg han sido los siguientes:

Tabla 23. Valores estadísticos Límites de Atterberg

	L. Liquido	*I.Plasticidad*
Mínimo (%)	35,10	19,80
Máximo (%)	58,60	36,20
Media (%)	48,63	28,25
Desviación	8,10	6,50
Nº de ensayos	6	6

La clasificación obtenida según los ensayos realizados ha sido la que se aporta en la tabla siguiente:

Tabla 24. Clasificación (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Recon.	*Prof. (m.)*	*Clasificación*
C-01	2,40	CH
C-02	3,00	CL
C-05	1,60	CH
C-07	1,80	CL
C-08	2,00	CL
C-09	3,00	CH

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La distribución porcentual de las muestras ensayadas se puede ver en la grafica siguiente:

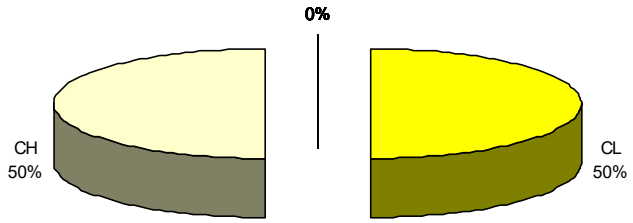


Figura Nº 52.- Clasificación.

6.4.2.- *Ensayos químicos y agresividad en suelos*

Los valores estadísticos obtenidos a partir de los ensayos realizados se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 25. Valores estadísticos de ensayos químicos

	M. Organica (%)	*Sulfatos (SO3)* (%)	*Sulfatos (SO4)* mg/Kg	*A. Baumann-Gully*	*Yesos (%)*	*Sales Solubles (%)*	*Carbonatos (CO3)* (%)
Mínimo	0,33	-	-	-	0,00	0,21	-
Máximo	0,62	-	-	-	0,14	4,20	-
Media	0,42	-	-	-	0,02	1,22	-
Desviación	0,11	-	-	-	0,06	1,48	-
Nº de ensayos	6	0	0	0	6	6	0

6.4.3.- *Ensayos de expansividad y colapso*

Los ensayos de expansividad y colapso, junto con los valores obtenidos, se aportan en la siguiente tabla:

Tabla 26. Valores obtenidos en los ensayos de laboratorio

Recon.	*Prof. (m.)*	*eo (ind. poros)*	*Presion preconsolid. (Kpa)*	*P.Hincham. (Kpa)*	*Hincham. libre (%)*	*Clasif. Lambe*	*Asiento en colapso (%)*
C-01	2,40				4,05		0,200
C-02	3,00				2,82		0,944
C-05	1,60				1,86		0,036
C-07	1,80				2,68		0,026
C-08	2,00				2,70		0,104
C-09	3,00				4,24		0,071

6.4.4.- *Ensayos de compactación*

Los parámetros obtenidos para los ensayos de compactación son los siguientes:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.:185, L.98-SA, F.:195, P.1356

Tabla 27. Valores de laboratorio obtenidos

Recon.	Prof. (m.)	Ensayo Proctor			C.B.R.	
		Proctor	Densidad max (kN/m3)	Humedad óptima (%)	C.B.R. (100%)	C.B.R. (95%)
C-01	2,40	Norm.	1,52	18,00	2,20	1,23
C-02	3,00	Norm.	1,69	14,30	3,10	2,10
C-05	1,60	Norm.	1,57	22,90	4,10	2,71
C-07	1,80	Norm.	1,59	19,70	3,50	2,58
C-08	2,00	Norm.	1,57	22,30	4,50	2,98
C-09	3,00	Norm.	1,48	22,50	2,30	1,75

7.- Permeabilidad

7.1.- Factores que influyen en la permeabilidad

Los principales factores, tanto característicos del suelo como del líquido que circula, influyentes en la permeabilidad son:

- Forma y tamaño de la partículas
- Relación de vacíos del suelo
- Grado de saturación del suelo
- Cantidad de gases disueltos en el líquido, ya que el aire dificulta la filtración
- Propiedades, sobre todo la viscosidad, del líquido que fluye.

VALORES RELATIVOS DE PERMEABILIDAD (Según Terzaghi y Peck) Permeabilidad relativa valores de k Suelo típico (cm/seg).

Tabla 28. Valores relativos de permeabilidad (Según Terzaghi y Peck) Permeabilidad relativa valores de k Suelo típico (cm/seg)..

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 29. Valores relativos de permeabilidad en función del tipo de material.

Material	Valor de k (cm/s)
Muy permeable: Grava gruesa	Superior a 10^{-1}
Moderadamente permeable: Arena, arena fina	10^{-1} a 10^{-3}
Poco permeable: Arena limosa, arena sucia	10^{-3} a 10^{-5}
Muy poco permeable: Limo, arenisca fina	10^{-5} a 10^{-7}
Impermeable Menor: Arcilla	Menor de 10^{-7}

Tabla 30. Valores relativos de permeabilidad en función del tipo de material.

Tipo de suelo	Valor de k (m/s)
Grava limpia	> 10^{-2}
Arena limpia y mezcla y grava	10^{-2} a 10^{-5}
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10^{-5} a 10^{-9}
Arcilla	< 10^{-9}

7.2.- Valores obtenidos

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes parámetros de permeabilidad:

Tabla 31. Valores de permeabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	K (m/seg)
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	< 10^-9

Valores adoptados en función de los resultados obtenidos en los ensayos de identificación realizados, sin perder de vista el conjunto del material analizado.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

8.- Determinación de la excavabilidad

8.1.- Metodología

Para estimar la excavabilidad de cualquier tipo de terreno suele acudirse a la velocidad de las ondas obtenidas en perfiles sísmicos de refracción. En el caso de suelos no es habitual la realización de este tipo de ensayos, ya que comúnmente las velocidades de transmisión de las ondas suelen ser inferiores a 1500m/s.

Como referencia, en el National Engineering Handbook del Departamento de Agricultura de Estados Unidos se facilita la siguiente tabla de indicadores de la excavabilidad del terreno:

Tabla 32. Correlación de varios indicadores para la excavabilidad del terreno. Modificada del National Engineering Handbook

Resistencia del terreno	Descripción	Velocidad sísmica (m/s)	Potencia necesaria (Hp)
Suelo cohesivo muy blando a firme o suelo granular de densidad muy suelta a media	Excavación manual	< 600	-
Suelo cohesivo firme o suelo granular denso en transición a roca muy blanda o dura. Material con aspecto de roca	Maquinaria común	600-1500	≥ 100
Roca blanda a moderadamente blanda	Ripado fácil	1500-2100	≥ 150
Roca moderadamente dura a dura	Ripado difícil	2100 - 2450	≥ 250
Roca muy dura	Ripado muy difícil	2450 - 2750	≥ 350
Roca extremadamente dura	Ripado extremadamente difícil o voladura	>3000	≥ 500

8.2.- Evaluación de la excavabilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores apartados:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 33. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	Excavación manual
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Maquinaria común

Excavabilidad definida a partir de los ensayos de resistencia de campo y laboratorio y atendiendo a la naturaleza del material.

9.- Expansividad

Generalmente se realizan ensayos que correlacionan parámetros básicos del suelo con su potencial expansivo, éstos permiten identificar y clasificar los suelos expansivos, los más utilizados son:

- Ensayos Directos. Cuando se necesita determinar el cambio de volumen del suelo se utiliza un aparato edométrico:

  - Ensayo de Hinchamiento Libre: Obtención de las deformaciones que sufre el suelo sometido a niveles tensionales muy bajos.
  - Ensayo de Presión Máxima de Hinchamiento: Presión máxima que sufre el suelo sin cambiar su volumen.

- Ensayos Indirectos. Estos ensayos se basan en la medición de una o más propiedades intrínsecas del suelo en complemento con datos disponibles sobre experiencias anteriores acerca del cambio potencial de volumen:

  - Ensayo de Difracción de Rayos X : Es la determinación de la constitución de arcillas (minerales constitutivos).
  - Plasticidad: determinación de correlaciones locales.
  - Contenidos de Humedad, Granulometría, etc.

Los criterios de peligrosidad más aceptados son los siguientes:

Tabla 34. Criterios de peligrosidad según Jiménez Salas.

Parámetro	Nula	Marginal	Crítica	Muy crítica
Límite líquido LL	<30	30-40	40-60	>60
Indice de Plasticidad IP	0-15	10-35	20-55	>45

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 34. Criterios de peligrosidad según Jiménez Salas.

Parámetro	Nula	Marginal	Crítica	Muy crítica
%<1 µm	<15	13-23	23-30	>28
%<0,074 µm	<30	30-60	60-95	>90
Índice PVC de Lambe	<2	2-4	4-6	>6
Índice de desecación ID	>1	0,8-1	0,6-0,8	<0,6

Tabla 35. Criterios de peligrosidad según Chen.

% Pasa por Tamiz 200	Límite líquido	S.P.T.	Expansión Probable %	Presión de Hinchamiento (Kp/cm2)	Grado de expansión
>95	>60	>30	>10	>10	muy alto
60-95	40-60	20-30	3-10	2,5-10	alto
30-60	30-40	10-20	1-5	1,5-2,5	medio
<30	<30	<10	<1	<0,5	bajo

9.1.- Valores y cuantificaciones obtenidas

Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 36. Valores de expansividad

Unidad Geotécnica	Definición	Clasificación
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Crítica

La clasificación se ha realizado a partir de los ensayos específicos de hinchamiento y mediante la correlación con los límites de plasticidad, adoptando la consideración más desfavorable, valorando la representatividad de los resultados. Aplicado el criterio de Jiménez Salas.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

10.- Colapsabilidad

Se define como colapso a la disminución de altura que experimenta una probeta de suelo en unas determinadas condiciones de densidad y humedad, confinada lateralmente y sometida a una presión vertical constante, al ser inundada.

Como medida de la colapsabilidad se determina el índice de colapso, que es el valor del colapso determinado como el porcentaje de disminución de altura que experimenta una probeta de suelo al ser inundada, una vez alcanzado el equilibrio bajo la acción de la presión vertical seleccionada, con respecto a la altura de la probeta en el momento de proceder a la inundación.

$$I = \frac{|d_f - d_i|}{h_o - |d_i - d_o|} \times 100$$

Este procedimiento se puede utilizar para la determinación de la magnitud del colapso que se produce para una tensión vertical determinada, pero también del potencial porcentual de colapso en un suelo, que es el valor del colapso determinado como el porcentaje de disminución de altura que experimenta la probeta al ser inundada, una vez alcanzado el equilibrio bajo la acción de la presión vertical seleccionada, con respecto a la altura inicial de la probeta.

$$I_c = \frac{|d_f - d_i|}{h_o} \times 100$$

Siendo:

do: Lectura del medidor de deformaciones en el momento en que se va a iniciar el ensayo, en mm.

ho: Altura inicial de la probeta, en mm.

df: Lectura del medidor de deformaciones correspondiente al equilibrio con la presión vertical aplicada y después de inundar, en mm.

di: Lectura del medidor de deformaciones correspondiente al equilibrio con la presión vertical aplicada, antes de inundar, en mm.

Generalmente en la mayoría de los casos los depósitos se caracterizan por ser estructuras sueltas de granos gruesos, frecuentes en tamaños de limos y arenas.

A continuación se muestra una imagen de la estructura modelo de lo suelos colapsables:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

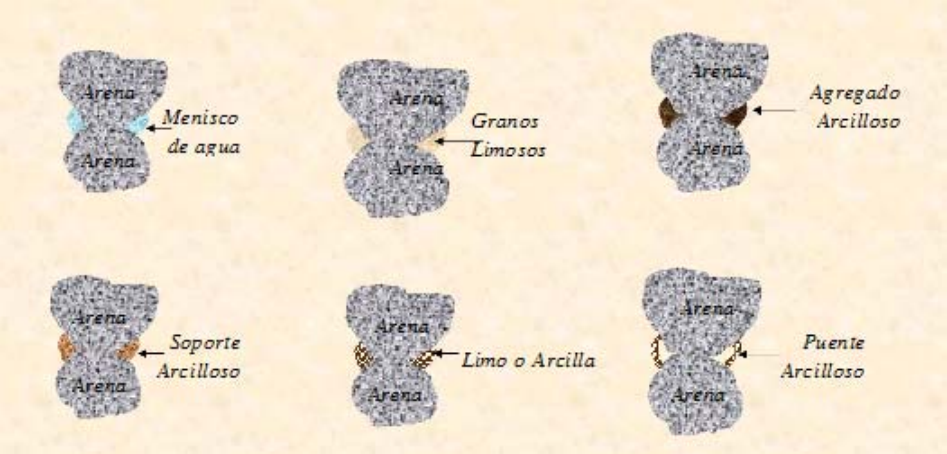


Figura Nº 53.- Estructura modelo de los suelos colapsables.

Para la evaluación del grado de colapso se acompaña la siguiente tabla.

Tabla 37. Grado de colapso.

Índice de colapso I (%)	Grado de colapso
0.0	Ninguno
0.1-2.0	Leve
2.1-6.0	Moderado
6.1-10.0	Moderadamente severo
>10.0	Severo

10.1.- Valores obtenidos

Según los trabajos realizados se establecen las siguientes valoraciones del colapso:

Tabla 38. Valoración del colapso.

Unidad Geotécnica	Definición	Colapso
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Leve

Clasificación realizada mediante los ensayos específicos de laboratorio.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

11.- Parámetros para el dimensionado de elementos de contención

11.1.- 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 39. Parámetros para estructuras de contención

Peso Específico efectivo	*Cohesión efectiva*	*Angulo rozamiento efectivo*	*Unidad geotécnica*
γ *KN/m*^{3}	*c'* *KPa*	ϕ' *º*	-
18,0	0,0	18,0	UG.1.Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración
20,0	20,0	22,0	UG.2.Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas
γ' (peso específico efectivo),c' (cohesión efectiva) y ϕ' (ángulo de rozamiento interno efectivo)			

(*) Parametrización tipo adoptada, del lado de la seguridad.

(**)Valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia de campo, valorando la representatividad de los mismos y disminuyendo la cohesión efectiva debido a la consideración de parámetro evolutivo y por la influencia de los fenómenos de succión que pudieran desvirtuar el resultado. Los fenómenos de ciclos de hinchamiento producen agotamientos de resistencia. Recomendamos realizar ensayos de corte directo para contrastar las adopciones.

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

Tabla 40. 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	$\sigma'_{ah} = \sigma'_a \cdot \mathrm{sen}(\beta + \delta)$

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 40. Definición de parámetros para empujes sobre estructuras de contención

Variable	*Definición*	*Expresión*
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	$\sigma'_{ph} = \sigma'_p \cdot \text{sen}(\beta - \delta)$
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	
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	$K_0 = (1 - \text{sen}\,\phi') \cdot (R_{oc})^{\frac{1}{2}}$
R_{0C}	Razón de sobreconsolidación	$K_0 = (1 - \text{sen}\,\phi') \cdot (R_{oc})^{\frac{1}{2}}$

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

11.2.- 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.

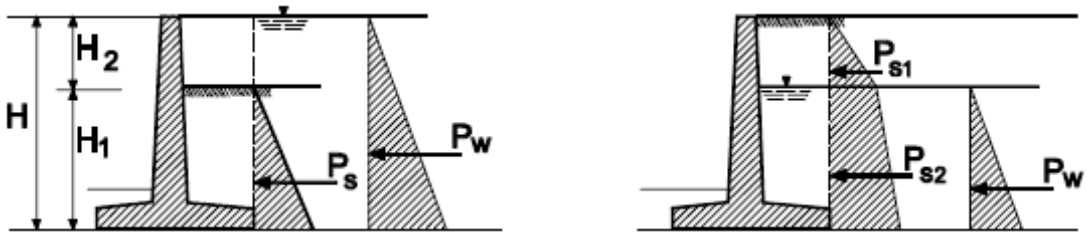


Figura Nº 54.- Empujes del terreno y del agua con trasdós vertical y superficie del terreno horizontal

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.

12.- Consideraciones para excavaciones

12.1.- Profundidad crítica

Se llama profundidad crítica de excavación de un terreno, a la profundidad máxima que se puede excavar en pared vertical estable, sin ningún tipo de entibación.

Como orientación podemos dar los siguientes datos:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Terreno	Profundidad crítica m.
Arena cohesiva	1,25
Arcillosos	1,50
Muy compactos, sin rocas y con martillos rompedores	1,80
Muy compactos, sin roca. Con picos	2,00
Compactos, con maquinaria y sin obreros	3,00

Los factores que influyen en la estabilidad de los terrenos y que pueden afectar la profundidad crítica son:

-Climatológicos.

- Sobrecargas.

Entre los primeros, distinguimos el hielo, ya que en invierno, el terreno es más compacto con las heladas, por lo que aparentemente se puede excavar a mayor profundidad en pared vertical; si hay una subida de temperatura, el hielo volverá a estado líquido, disminuyendo el volumen, por lo que el terreno se hace más esponjoso, menos resistente y surge la posibilidad de derrumbamiento; asimismo en terrenos arcillosos, este agua, actúa como lubricante de la arcilla, originando desplazamientos de masas más o menos compactas.

Otro factor climatológico es el agua de lluvia o la procedente de roturas de conducciones, que pueden dar lugar a la inundación de los tajos con el consiguiente peligro de diluir el terreno o socavar las paredes de la excavación; si es necesario, por su importancia, se recurrirá a las bombas de achique.

Dentro del segundo grupo de factores modificativos de la profundidad crítica de excavación, se encuentran las sobrecargas, que a su vez pueden ser estáticas y dinámicas.

Las sobrecargas estáticas, pueden ser ocasionadas por diversas circunstancias como:

-Tierras acumuladas al borde de zanjas, que estarán colocadas a una distancia suficiente del borde de la excavación, para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras, debiéndose adoptar como mínimo, una distancia igual o mayor a la mitad de la profundidad de la zanja, con carácter general. En terrenos arenosos, ésta distancia será mayor o igual a la de la profundidad de la zanja.

-Los materiales y conducciones, para ser colocados en el interior de las mismas, que estarán suficientemente apartados de los bordes para evitar derrumbamientos.

-Soportes de líneas eléctricas aéreas, postes de teléfonos, etc.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

-Pies derechos de andamios elevados en el suelo.

-Los muros de cerca y cimientos, que serán convenientemente apuntalados.

- Los árboles, cuyas raíces pueden provocar desprendimientos o existencia de rellenos de huecos dejados por árboles arrancados, que originan zonas menos compactadas con posibilidad de derrumbamiento.

Las sobrecargas dinámicas, son producidas por la circulación por carreteras, vías férreas, calles, en la proximidad de las obras, asi como, las vibraciones ocasionadas por martinetes, etc., o el movimiento de la maquinaria propia en la obra. Por ello, se tomarán precauciones para la circulación de maquinaria al borde de la excavación, sobre todo en el caso de lluvia reciente. Se comprobará el itinerario de la máquina, no habiendo personal debajo a su paso, ya que hay que considerar la heterogeneidad del terreno, puesto que una sobrecarga, puede afectar la estabilidad parcial del talud.

Se puede hacer una clasificación general de los terrenos según su estabilidad:

Estables, (rocosos, calizos, margas).

Poco estables, (gravas, con arcilla, terreno de arrastre).

Movedizos, (gravas sueltas y arenas).

Los terrenos rocosos, si no tienen fisuras no suelen dar problemas. Hay que tener precauciones con los estratos inclinados, cuando su inclinación está orientada hacia el corte.

La unión de los estratos de rocas sedimentarias con conglomerados que puedan ser estables, (como en granitos o calizas) o de estabilidad reducida como sedimentarias, con bancos de gravas y arenas merece especial atención, puesto que éstos pueden producir deslizamientos si la inclinación es fuerte.

Los estratos de arenas y gravas, si son compactos, están menos sujetos a deslizamientos, pero se disgregan con facilidad con el tiempo. Cuando su compacidad es pequeña, pueden producir deslizamientos, cayendo directamente

o dejando huecos tras la entibación, pudiendo provocar desmoronamientos totales del frente.

Se debe desconfiar de los terrenos arcillosos, pues son extraordinariamente sensibles a la acción de la humedad. Éstos y algunos terrenos de esquistos o calcáreos con restos orgánicos, (caparazones microscópicos), pueden plastificarse con el agua, presionando entonces con el peso propio y el de los estratos superiores sobre el corte. Pueden aparentar buena estabilidad a primera vista, pero la variación del grado de humedad, en tiempo muy seco produce contracciones y fisuras, que facilitan su rotura y deslizamiento.

Los terrenos no naturales o de relleno, son peligrosos si no están suficientemente compactados ni unidos homogéneamente al terreno natural anterior al relleno.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

12.2.- Taludes

El límite de la estabilidad de un terreno, viene dado por el ángulo del talud natural de ese terreno. Este ángulo, es el de máxima pendiente, (ángulo con la horizontal), que el plano de una pared excavada de cualquier altura puede mantener indefinidamente, sin que el material tienda a deslizarse o desmoronarse.

A continuación, incluimos una tabla de inclinaciones y pendientes de los taludes que dependen de la naturaleza y contenido en agua del terreno.

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES

Naturaleza del terreno	Excavaciones en terreno virgen o terraplenes homogéneos muy antiguos				Excavaciones en terreno removido recientemente o terraplenes recientes			
	TERRENOS				TERRENOS			
	Secos		Inmersos		Secos		Inmersos	
	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente
ROCA DURA	80º	5/1	80º	5/1	-	-	-	-
ROCA BLANDA O FISURADA	55º	7/5	55º	7/5	-	-	-	-
RESTOS ROCOSOS, PEDREGOSOS, DERRIBOS	45º	1/1	40º	4/5	45º	1/1	40º	4/5
TIERRA FUERTE (MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA) MEZCLADA CON PIEDRA Y TIERRA VEGETAL	45º	1/1	30º	3/5	35º	7/10	30º	3/5
GRAVA, ARENA GRUESA NO ARCILLOSA	35º	7/10	30º	3/5	35º	7/10	30º	3/5
ARENA FINA NO ARCILLOSA	30º	3/5	20º	1/3	30º	6/10	20º	1/3

Para profundidades inferiores a 1,30 m. en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar. En terrenos sueltos o que estén solicitados, deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

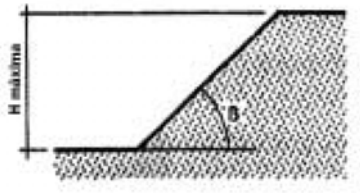
Para profundidades mayores, el adecuado ataluzado de las paredes de excavación, constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla siguiente, determina la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud no mayor de 60º y de la resistencia a compresión simple del terreno.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

		Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	≥0,750
Arcilla y limos muy plásticos	30º 45º 60º	2,40 2,40 2,40	4,60 4,00 3,60	6,80 5,70 4,90	7,00 7,00 6,20	7,00 7,00 7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30º 45º 60º	2,40 2,40 2,40	4,90 4,10 3,60	7,00 5,90 4,90	7,00 7,00 6,30	7,00 7,00 7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30º 45º 60º	4,50 3,20 2,50	7,00 5,40 3,90	7,00 7,00 5,30	7,00 7,00 6,80	7,00 7,00 7,00
		(H máx. en m)*				

** Valores intermedios se interpolar*



La altura máxima admisible H máx. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60º y 90º (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar, podrá determinarse por medio de la tabla siguiente en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE Ru en Kg/cm²	Peso específico aparente g en g/cm³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250 0,300 0,400	1,06 1,30 1,70	1,10 1,35 1,80	1,15 1,40 1,90	1,20 1,45 2,00	1,25 1,50 2,10
0,500 0,600 0,700	2,10 2,60 3,00	2,20 2,70 3,15	2,30 2,80 3,30	2,45 2,95 3,50	2,60 3,10 3,70
0,800 0,900 1,000	3,40 3,90 4,30	3,60 4,05 4,50	3,80 4,20 4,70	4,00 4,45 4,95	4,20 4,70 5,20
1,100 ≥1,200	4,70 5,20	4,95 5,20	5,20 5,20	5,20 5,20	5,20 5,20

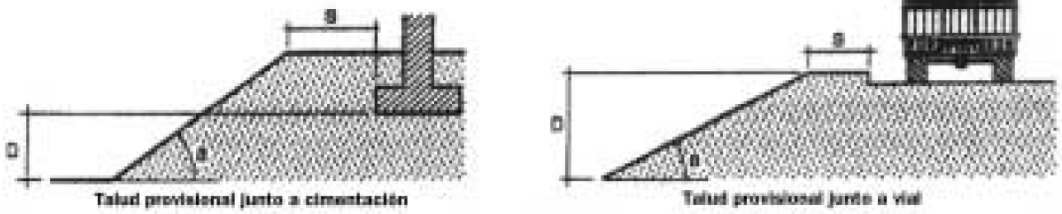
Altura máxima admisible H máx. en m.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m.

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" , entre la coronación del corte y el borde de la solicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla siguiente:

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	b>60…	b†60…
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2



En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique que:

$$qs \leq 0{,}9\ (m.Rw + n)$$

siendo:

qs= Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm² .

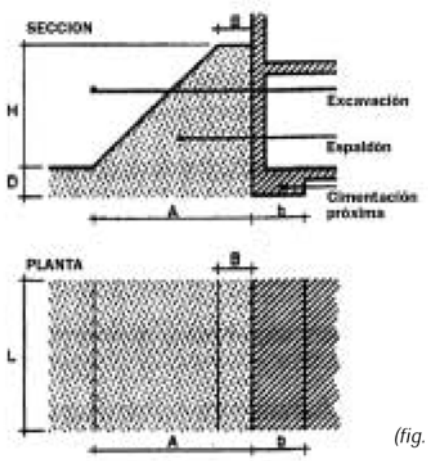
Rw= Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm².

m= Factor de influencia

n= Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm².

Para valores de A < b, debe tomarse en general n= 0.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



(fig.

b/L	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1.89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
≥1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

Cálculo del factor de influencia, m.

Siendo:

b= Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L= Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D= Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

	$\frac{A+B}{2A}$ * H en m						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm²

Siendo:

A= Ancho en pie del espaldón en m.

B= Ancho en coronación del espaldón en m.

H= Profundidad del corte en m.

12.3.- Entibaciones

Entibación es el conjunto de maderas u otros materiales, dispuestos convenientemente, que constituyen el apuntalamiento de las excavaciones de pozos, minas, galerías subterráneas, zanjas, etc.

La necesidad de entibar, surge por la problemática de asegurar la estabilidad de las excavaciones. A esta exigencia, se añade en zona urbana, la falta de espacio en muchos casos, al no poder dar a la excavación el talud natural del terreno, o condicionantes económicas en excavaciones de tipo zanja o pozo. Por lo dicho anteriormente, el uso más frecuente de las entibaciones es en excavaciones provisionales de tipo zanja o pozo, aunque de forma más inusual, se emplean en vaciados o excavaciones de un solo frente.

El tipo de entibación a emplear, vendrá determinado por el del terreno en cuestión, si existen o no solicitaciones y la profundidad del corte.

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m			
		< 1,30	1,30 - 2,00	2,00 - 2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	No necesaria	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

Se establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitación de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que: P ≤ (h + d/2) ó P ≤ d/2 respectivamente.

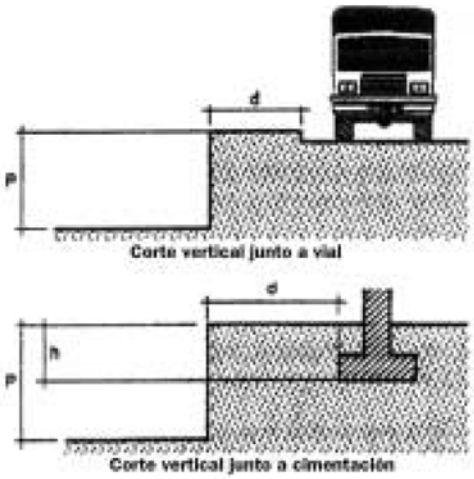
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Siendo:

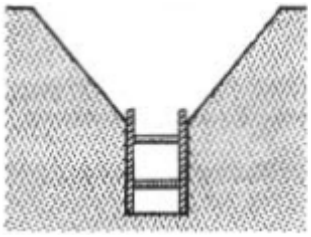
P= Profundidad del corte.

h= Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima.

d= Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.



En algunos casos, puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación.



La entibación, debe hacerse contra paramentos verticales y no inclinados. Si fuera necesario, se calzarán o rellenarán los laterales para conseguir su verticalidad.

La presión máxima del terreno, se produce en las 3/5 partes centrales aproximadamente, siendo menor el de 1/5 superior e inferior.

12.3.1.- *Tipos de entibación*

Entibación con tablas horizontales

Se emplea, cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia de excavación, (0,80 m. a 1,30 m.) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja.

Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales. En caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia, se excava por secciones

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m. de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m.; y si el terreno presenta poca o ninguna cohesión, deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación, (entibación cuajada), el 50%, (entibación semicuajada), e incluso menos de esta proporción, (entibación ligera).

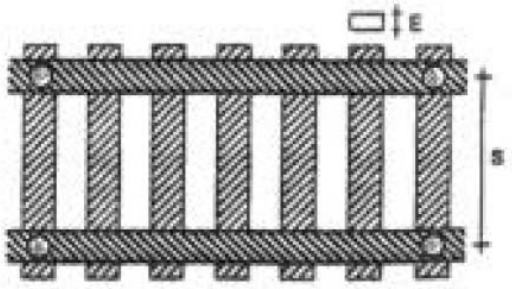
Se permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista solicitación de cimentación o vial, (tabla anterior), mediante las tablas que vienen a continuación, puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Entibación Semicuajada

E → q → S

Determinación de la separación vertical S en cm. entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm. del Tablero y del empuje total q en kg/cm2, o viceversa.

Grueso mínimo del tablero E en mm.						Separación vertical S en cm.
20	25	30	52	65	76	
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
-	-	0,06	0,19	0,30	0,41	75
-	-	-	0,10	0,16	0,23	100
Grueso mínimo del tablero E en mm.						



Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

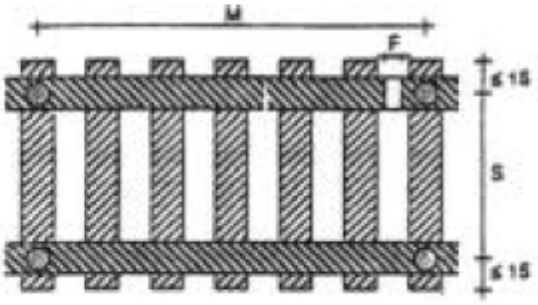
Entibación Semicuajada

E
q s M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm. y horizontal M en cm., en función del grueso mínimo F en mm. del cabecero y del empuje total q en kg/cm2, o viceversa.

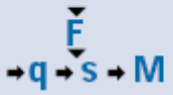
Grueso mínimo del cabecero F en mm.			Separación vertical S + 30 en cm.	Separación horizontal M en cm.
52	65	76		
0,12	0,20	0,27	50	100
0,08	0,12	0,17	50	125
0,04	0,05	0,12	50	150
-	0,05	0,09	50	175
0,10	0,16	0,22	60	100
0,06	0,10	0,14	60	125
-	0,07	0,10	60	150
-	0,04	0,07	60	175
0,08	0,12	0,18	76	100
0,05	0,08	0,10	75	125
-	-	0,08	75	150
0,07	0,12	0,16	80	100
0,06	0,07	0,10	80	125
-	0,05	0,07	80	150
0,06	0,00	0,12	100	100
0,00	0,00	0,08	100	125
-	0,00	0,00	100	100
-	0,00	0,00	100	125

Empuje q en kg/cm2



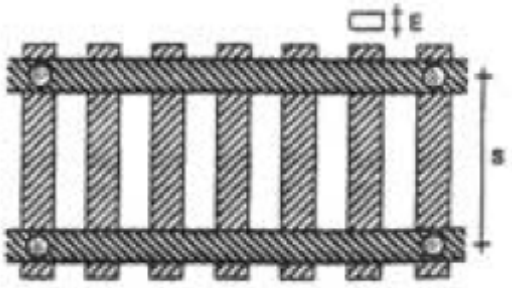
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Entibación Semicuajada



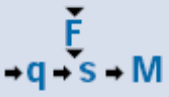
Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm. y horizontal M en cm., en función del grueso mínimo F en mm. del cabecero y del empuje total q en kg/cm2, o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm.			Separación vertical S en cm.	Separación horizontal M en cm.
52	65	76		
0,36	0,56	0,76	30	100
0,20	0,31	0,43	40	
0,12	0,20	0,27	50	
0,09	0,14	0,19	60	
0,26	0,45	0,60	30	125
0,16	0,25	0,34	40	
0,10	0,16	0,22	50	
0,07	0,11	0,15	60	
0,24	0,37	0,50	30	150
0,13	0,21	0,28	40	
0,08	0,13	0,18	50	
0,06	0,09	0,12	60	
0,20	0,32	0,43	30	175
0,11	0,18	0,24	40	
0,07	0,11	0,15	50	
0,05	0,08	0,11	60	
0,18	0,28	0,38	30	200
0,10	0,15	0,21	40	
0,06	0,10	0,13	50	
0,04	0,07	0,09	60	
Empuje q en kg/cm2				



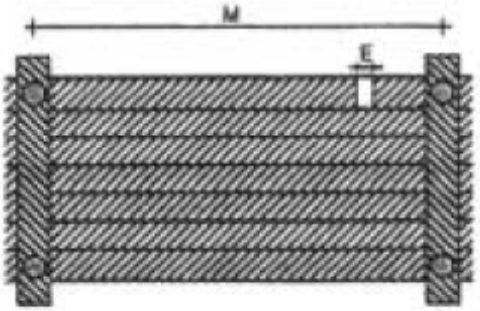
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Entibación Cuajada



Determinación de la separación horizontal M en cm., en función del grueso mínimo E en mm. del tablero y del empuje total q en kg/cm2, o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm.			Separación horizontal M o A en cm.
52	52	52	
0,21	0,33	0,46	100
0,13	0,21	0,29	125
0,07	0,15	0,20	150
0,05	0,09	0,15	175
0,03	0,06	0,10	200



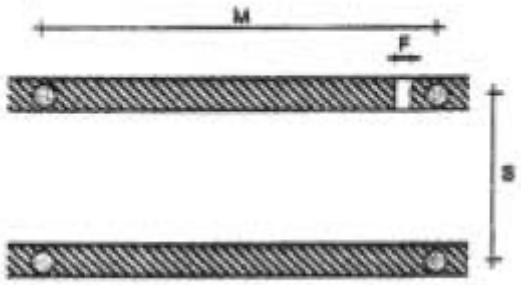
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Entibación Ligera

F
q s M

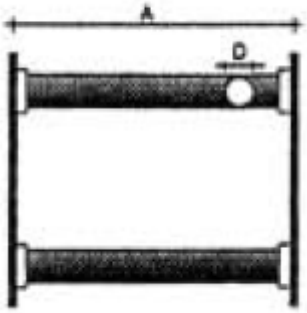
Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm. y horizontal M en cm., en función del grueso mínimo F en mm. del cabecero y del empuje total q en kg/cm2, o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm.			Separación vertical S en cm.	Separación horizontal M en cm.
52	65	76		
0,10	0,16	0,23	30	100
0,06	0,10	0,14	30	125
-	0,07	0,10	30	150
-	0,05	0,07	30	175
-	-	0,05	30	200
0,06	0,10	0,13	50	100
0,04	0,06	0,08	50	125
-	0,04	0,06	50	150
-	-	0,04	50	175
0,04	0,06	0,09	75	100
-	0,04	0,06	75	125
-	-	0,04	75	150
-	0,05	0,06	100	100
-	-	0,04	100	125



Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Entibaciónes Cuajada Semicuajada y Ligera						
H m x D	Determinación del diámetro mínimo D en cm. del codal, de longitud ≤ 2 m., libre de pandeo y de aplastamiento de durmiente, en función del empuje horizontal H en kg. que soporta, o viceversa. Siendo en zanjas con entibación: Ligera: H = 1,50 q.M.S. Cuajada o semicuajada: H = 0,75 q.M.S.					
H máx. en kg.	1.570	1.900	2.260	2.650	3.080	3.530
D en cm.	10	11	12	13	14	15



13.- Clasificación según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)

De acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los siguientes tipos:

Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

1. Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO < 0,2%), según UNE 103204.
2. Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
3. Tamaño máximo no superior a cien milímetros (D_{max} £ 100 mm).
4. Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 £ 15%) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
   - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80%).
   - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40 < 75%).

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento (# 0,080 < 25%).
- Límite líquido menor de treinta (LL < 30), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez (IP < 10), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

1. Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento (MO < 1%), según UNE 103204.
2. Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
3. Tamaño máximo no superior a cien milímetros (D_{max} £ 100 mm).
4. Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80%).
5. Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento (# 0,080 < 35%).
6. Límite líquido inferior a cuarenta (LL < 40), según UNE 103103.
7. Si el límite líquido es superior a treinta (LL > 30) el índice de plasticidad será superior a cuatro (IP > 4), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

1. Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (MO < 2%), según UNE 103204.
2. Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso < 5%), según NLT 115.
3. Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento (SS < 1%), según NLT 114.
4. Límite líquido inferior a sesenta y cinco (LL < 65), según UNE 103103.
5. Si el límite líquido es superior a cuarenta (LL > 40) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP > 0,73 (LL-20)).
6. Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

7. Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

Suelos marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

1. Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento (MO < 5%), según UNE 103204.
2. Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
3. Si el límite líquido es superior a noventa (LL > 90) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP < 0,73 (LL-20)).

Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.

Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.

Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

Las actas de los ensayos de laboratorio realizados se reproducen en el anejo correspondiente. En la tabla siguiente se ofrece un resumen de los datos obtenidos.

Los ensayos realizados son los siguientes, donde se aporta además la clasificación según los criterios establecidos y su probable uso en rellenos para la unidad UG.2:

Tabla 41. Valores obtenidos

			Ensayos de laboratorio									
Recon.	*Prof. (m.)*	*Tamaño máximo (mm.)*	*Cernido 2 UNE (%)*	*Cernido 0,40 UNE (%)*	*Cernido 0,080 UNE (%)*	*Materia orgánica (%)*	*Contenido yeso (%)*	*Contenido Sales Solubles (%)*	*Límite Líquido (%)*	*Índice plasticidad (%)*	*Asiento Ensayo Colapso (%)*	*Hinchamiento libre (%)*
C-01	2,40		96,90	92,00	82,40	0,62	0,00	0,21	58,60	36,20	0,20	4,05
C-02	3,00		99,00	94,20	73,80	0,41	0,00	4,20	35,10	19,80	0,94	2,82
C-05	1,60		99,90	99,60	98,70	0,45	0,14	0,89	50,10	27,60	0,04	1,86
C-07	1,80		97,90	94,30	88,10	0,33	0,00	0,83	44,80	23,90	0,03	2,68
C-08	2,00		99,20	98,60	97,00	0,33	0,00	0,77	49,20	26,40	0,10	2,70
C-09	3,00		97,70	96,70	95,80	0,37	0,00	0,39	54,00	35,60	0,07	4,24

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La clasificación de las diferentes muestras ensayadas es la siguiente:

Tabla 42. Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Recon.	*Prof. (m.)*	*Clasificación*
C-01	2,40	MARGINAL
C-02	3,00	MARGINAL
C-05	1,60	TOLERABLE
C-07	1,80	TOLERABLE
C-08	2,00	TOLERABLE
C-09	3,00	MARGINAL

La clasificación obtenida varía entre TOLERABLE-MARGINA, dependiendo de los valores de hinchamiento libre y plasticidad obtenidos.

13.1.-Aprovechamiento de materiales

Teniendo en cuenta las condiciones básicas indicadas en el apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), así como las que en su caso se exijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán, en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén, los suelos que en este apartado se indican.

Coronación

Se utilizarán suelos adecuados o seleccionados siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco (CBR ³ 5), según UNE 103502.

Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo indicado en el apartado 330.4.4 del PG-3.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas complementarias.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Cimiento

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ³ 3), según UNE 103502.

Núcleo

Se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ³ 3), según UNE 103502.

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres (CBR < 3) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el apartado 330.4.4 de este artículo.

Asimismo la posible utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles, con materia orgánica o de cualquier otro tipo de material marginal (según la clasificación del apartado 330.3.3 del PG-3), se regirá por lo indicado en el apartado 330.4.4.

Espaldones

Se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

No se usarán en estas zonas suelos expansivos o colapsables, según lo definido en el apartado 330.4.4 de este artículo.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), los espaldones evitarán la infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

14.- Actuaciones frente a la plasticidad

En terrenos expansivos, la variación de humedad en la capa activa puede producir irregularidades en el firme así como su agrietamiento (acelerando el proceso por infiltración del agua). Sin embargo, el espesor de capas de asiento y firme produce un efecto beneficioso debido a que la sobrecarga que produce en la explanada contrarresta el levantamiento producido en la capa activa. (Ventura Escario Ubarri. “Suelos expansivos en obras de tierra” Curso sobre Geotecnia en Obras Lineales. CEDEX. 1994). Así, la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía, de la

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Consejería de Obras Públicas y Transportes, de la Junta de Andalucía, las recomendaciones de la profundidad de saneo en función del Índice de Plasticidad de los suelos es la siguiente:

Tabla 43. Profundidad de saneo en función del Índice de Plasticidad

Índice de plasticidad	Profundidad de saneo (cm)
< 20	60
20-30	90
30-40	120
40-50	150
>50	180

Los criterios de plasticidad definidos en la “Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía” se han puesto de manifiesto para la traza de estudio, según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 44. Profundidad de saneo (IP)

Unidad Geotécnico	Clasificación USCS	IP	Saneo (cm.)
UG.2	CH	36,20	120
UG.2	CL	19,80	60
UG.2	CH	27,60	90
UG.2	CL	23,90	90
UG.2	CL	26,40	90
UG.2	CH	35,60	120

El saneo propuesto, dados los valores de plasticidad detectados y el requerimiento de la disposición de 50 cm. de material Adecuado o superior sobre suelos Tolerables, ICAFIR, hace que podamos considerar como material de recubrimiento, no siendo necesario ningún saneo añadido. Al respecto hay que resaltar la importancia de la retirada de la unidad geotécnica UG.1, y garantizar el CBR mínimo del nivel de apoyo.

Para terraplenes de altura superior a 2 m. el saneo no queda condicionado por la plasticidad del terreno natural subyacente.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

15.- Formación de explanadas. Norma 6.1-IC. (Orden FOM 3460/2003)

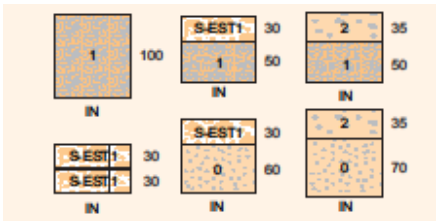
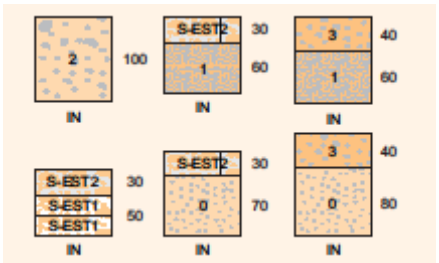
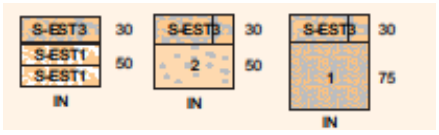
Para la formación de la explanada se va a emplear la siguiente normativa: “Norma 6.1 y 2 IC de la Dirección General de Carreteras” y “Recomendaciones para el Proyecto y Diseño de Viario Urbano del Ministerio de Fomento”. Ambas nos presentan los procedimientos para la definición y en su caso la obtención de las distintas categorías de explanadas.

La Norma 6.1 y 2 IC., presenta los procedimientos para la definición y, en su caso, la obtención de las distintas categorías de explanada.

El objeto de la misma es la de facilitar el proyecto de firmes flexibles, opción que consideramos la más lógica para los terrenos que nos ocupan.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos realizados y las clasificaciones finales de los suelos, se definen las distintas categorías de explanada, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles. Los distintos tipos de explanada se definen a continuación:

Tabla 45. Formación de explanada sobre suelos inadecuados o marginales.

Categoría de explanada	Suelos Inadecuados o marginales
E1 (>ó= 60 MPa)	
E2 (>ó= 120 MPa)	
E3 (>ó= 300 MPa)	

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 46. Formación de explanada sobre tolerables.

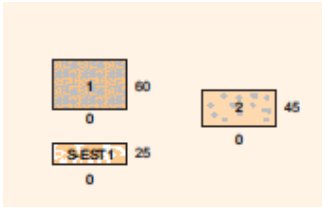
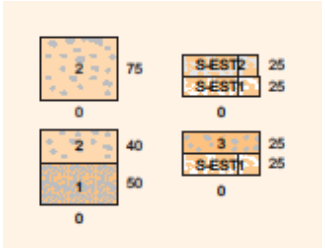
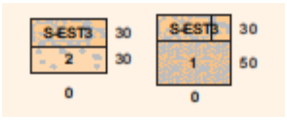
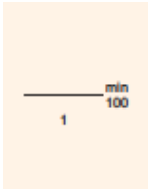
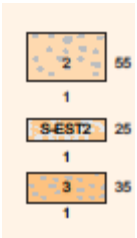
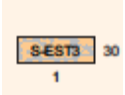
Categoría de explanada	Suelos tolerables
E1 (>ó= 60 MPa)	
E2 (>ó= 120 MPa)	
E3 (>ó= 300 MPa)	

Tabla 47. Formación de explanada sobre adecuados.

Categoría de explanada	Suelos adecuados
E1 (>ó= 60 MPa)	
E2 (>ó= 120 MPa)	
E3 (>ó= 300 MPa)	

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 48. Formación de explanada sobre seleccionados.

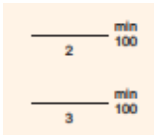
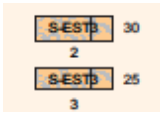
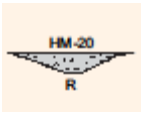
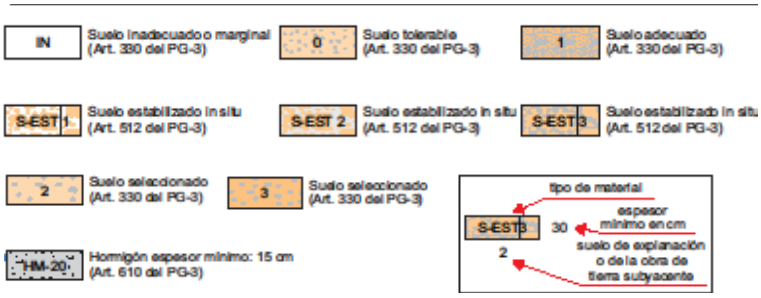
Categoría de explanada	Suelos seleccionados
E2 (>ó= 120 MPa)	
E3 (>ó= 300 MPa)	

Tabla 49. Formación de explanada sobre roca.

Categoría de explanada	Suelos seleccionados
E3 (>ó= 300 MPa)	

La leyenda de las secciones expuestas se detalla a continuación:



Para la correcta utilización de estos gráficos se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.
- Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del PG3, además de las complementarias recogidas en la tabla anterior (Materiales utilizados para la formación de explanadas).

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Los gráficos se estructuran según el tipo de suelo de la explanación en el caso de desmontes, o de la obra de tierra subyacente en el caso de los terraplenes, los pedraplenes o los rellenos todo-uno. Se consideran los siguientes tipos:
    - Inadecuados y marginales (IN).
    - Tolerables (0).
    - Adecuados (1).
    - Seleccionados (2).
    - Seleccionados con CBR ≥ 20 en las condiciones de puesta en obra (3).
    - Roca (R).

A los efectos de aplicación de esta norma, los pedraplenes (artículo 331 del PG3) y rellenos todo-uno (artículo 333 del PG3), salvo que se proyecten con materiales marginales de los definidos en el artículo 330 en el PG3, serán asimilables a los suelos tipo (3).

- Para poder asignar a los suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente una determinada clasificación deberán tener un espesor mínimo de un metro (1 m) del material indicado en los gráficos anteriores. En caso contrario, se asignará la clasificación inmediatamente inferior.
- Salvo justificación en contrario, será preceptivo proyectar una capa de separación (estabilización in situ con cal en 15 cm de espesor, geotextil, membrana plástica, etc.) entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado, para la formación de explanadas tipo E2 y E3 en las categorías de tráfico pesado T00 a T2.
- Los espesores prescritos en la los gráficos anteriores no podrán ser reducidos mediante un eventual empleo de materiales de una calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

Además, según la citada Norma 6.1 y 2 IC hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas se recomienda al proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una eventual aportación de suelos.
- La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto posible previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte (120 cm) donde sean marginales o inadecuados. A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la rasante de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

geotextiles o de una capa drenante, etc., y se asegurará la evacuación del agua infiltrada a través del firme de la calzada y de los arcenes.

- En desmontes en roca se evitará la retención del agua en la explanada mediante un sistema de drenaje adecuado y el relleno con hormigón tipo HM20 (Art. 610 del PG3) de las depresiones que puedan retener el agua.

16.- Categoría del tráfico estimado. Norma 6.1-IC. (Orden FOM 3460/2003)

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme.

Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles.

Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio.

Si no se pudiera disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá lo siguiente:

En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.

En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

A los efectos de aplicación de esta norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla 1B.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Categorías de tráfico pesado T00 a T2

Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

Categorías de tráfico pesado T3 y T4

Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura Nº 55.- Categoría de tráfico según la norma 6.1.I.C Secciones de Firme.

Salvo justificación en contrario, en las vías de servicio no agrícolas de autopistas, autovías y otras carreteras de calzadas separadas (excepto en las de categorías de tráfico pesado T00 y T0, para las que es preceptivo un estudio específico) se podrán considerar secciones estructurales especificadas para dos categorías de tráfico pesado menos que la que corresponda a la calzada principal.

Donde se justifique que los ejes de los vehículos pesados pueden estar especialmente sobrecargados, deberá considerarse la posibilidad de adoptar una categoría de tráfico pesado inmediatamente superior (en las inferiores a la T00), sobre todo en los valores próximos al límite superior de la categoría correspondiente. Del mismo modo podrá procederse en los casos de tramos en rampa con inclinaciones medias superiores al 5% (o superiores al 3% cuya longitud sea superior a 500 m).

Cuando en las categorías de tráfico pesado T00 y T0 estén previstos dos o más carriles para cada sentido de circulación se podrán considerar dimensionamientos distintos entre diferentes carriles de una misma calzada, teniendo siempre en cuenta los criterios especificados en el apartado 9 de esta norma.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

17.- Secciones de firme Norma 6.1-IC. (Orden FOM 3460/2003)

Las siguientes figuras recogen las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y categoría de la explanada.

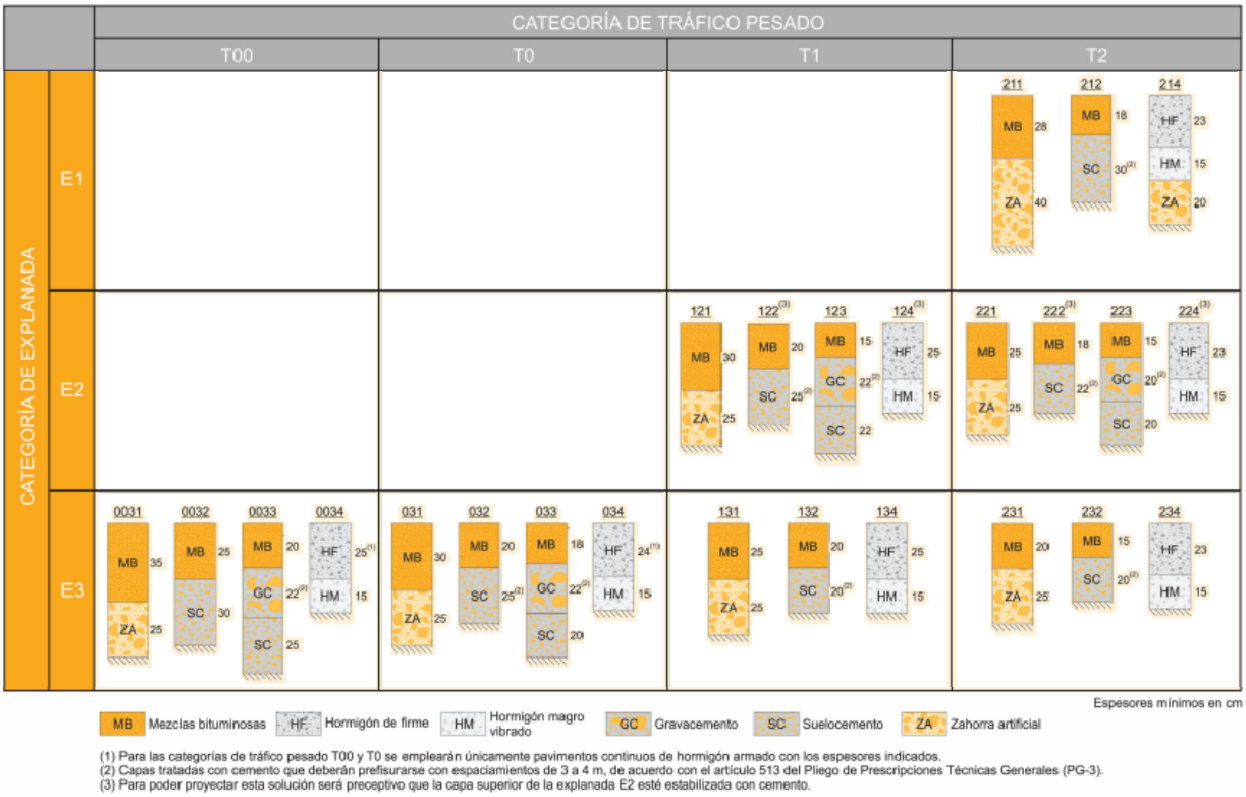
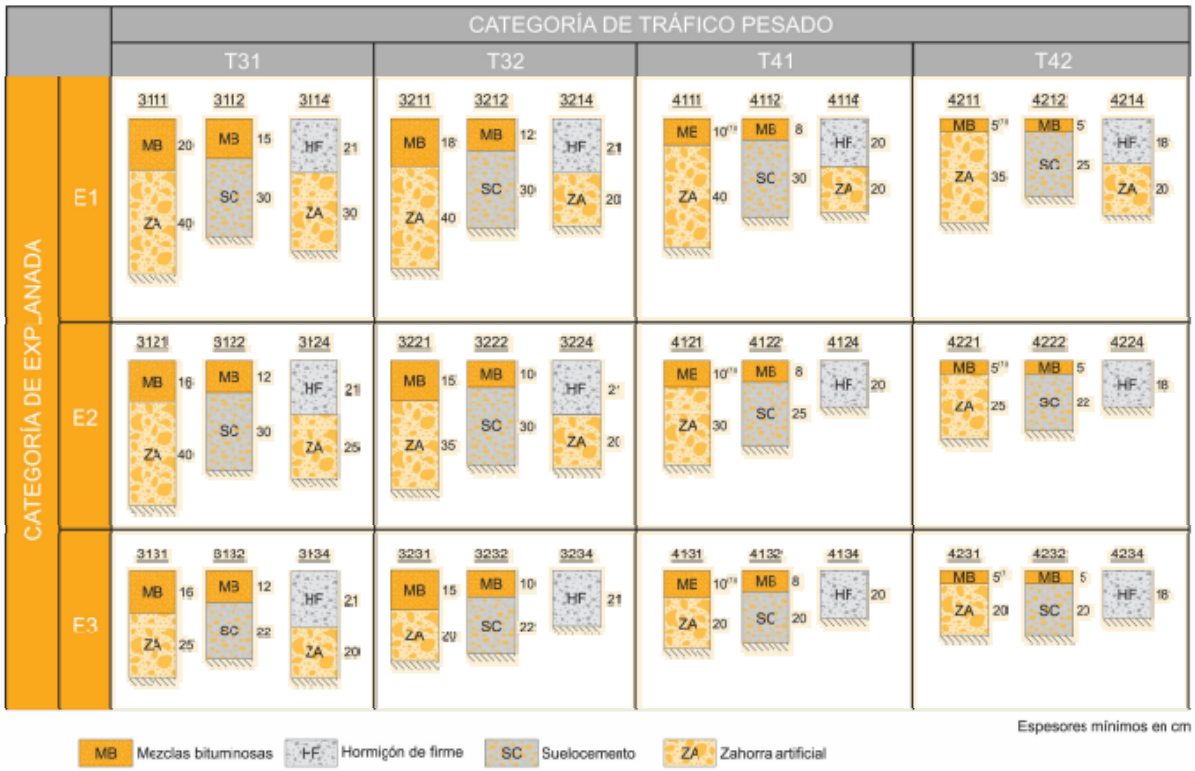


Figura Nº 56.- Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 en función de la categoría de explanada.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravoemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

***Nota 1**: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).*

***Nota 2**: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.*

Figura Nº 57.- Catálogo de secciones de firme para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42) en función de la categoría de explanada.

Las características de los materiales serán las siguientes:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\varepsilon_t = 6{,}925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0{,}27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	—	— Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\varepsilon_t = 6{,}617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0{,}27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	—	—	— Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	—	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_F} = 1 - 0{,}065 \cdot \log N$ Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_F} = 1 - 0{,}080 \cdot \log N$	— Espesor mínimo: 20 cm. — Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento. • 30 cm para suelocemento. — Ver apartado 6.2.2.
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	— Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 15 cm. — Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\varepsilon_z = 2{,}16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{-0{,}28}$	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes y en secciones 3221 y 4211). — Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.		— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes). — Espesor máximo: 30 cm.

N: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).
ε: deformación unitaria (ε_r = radial de tracción, y ε_Z = vertical de compresión).
σ_r: tensión de tracción en MPa.
R_F: resistencia a flexotracción del material en MPa.
(*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de tráfico pesado T42.

Figura Nº 58.- Características de los materiales de firme.

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en la tabla siguiente. Salvo justificación en contrario las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.
(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Figura Nº 59.- Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente.

En las secciones 123, 223, 232 y 3112, cuando se opte por una capa de rodadura constituida por una mezcla bituminosa drenante (PA), se podrá proyectar bajo dicha capa una intermedia de 11 cm de espesor, siempre que se pueda garantizar una adecuada regularidad superficial durante la puesta en obra.

Para la categoría de tráfico pesado T41 en las secciones con un espesor total de mezcla bituminosa de 8 cm, cuando se opte por una capa de rodadura tipo D o S se podrá proyectar una única capa, siempre que se pueda garantizar una adecuada regularidad superficial durante la puesta en obra.

18.- Estimación de la sección de cimiento de firme y firme. ICAFIR.

En todo caso, recomendamos aplicar los criterios recogidos en la Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, ICAFIR.

Se utilzará la Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

Esta norma establece un método para el diseño de los firmes de las carreteras, que permite facilitar la labor del proyectista y unificar los criterios de dimensionamiento, de manera que se haga también posible una mejora continua del proceso de diseño de firmes.

El dimensionamiento se basa en un procedimiento de tipo analítico, para secciones con pavimento bituminoso, y semiempírico para las secciones con pavimento de hormigón.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Para facilitar la labor del proyectista, se ha desarrollado una aplicación informática, ICAFIR, que incorpora el método de diseño de la Instrucción.

El proyectista debe adaptar el diseño del firme a las características de los materiales y suelos de la zona, a las condiciones climáticas, ambientales y de tráfico, y a los aspectos funcionales y de seguridad de la circulación vial. También debe comprobar distintas soluciones para lo cual se incluyen los criterios a seguir en el correspondiente análisis comparativo y de rentabilidad. Se debe conseguir así un diseño de firmes ajustado a cada situación con el consiguiente ahorro de recursos económicos frente a las soluciones generales de catálogos de secciones de firmes.

18.1.-Método de cálculo

18.1.1.- *Factores de diseño*

Tráfico

En el diseño del firme se tendrá únicamente en consideración el tráfico de vehículos pesados, el cual quedará definido mediante el par de valores dado por la categoría de tráfico pesado, y por el número de ejes equivalentes acumulados, o tráfico equivalente de proyecto. La categoría de tráfico pesado se utilizará para la definición de las prescripciones técnicas sobre materiales y criterios de proyecto. El tráfico equivalente de proyecto se utilizará como parámetro de entrada en el método de dimensionamiento del firme.

Clima

En el diseño del firme se tendrán en cuenta las zonas térmica y pluviométrica que correspondan a la situación geográfica de la carretera objeto del proyecto.

18.1.2.- *Diseño del firme*

El objeto del diseño del firme será seleccionar, entre los posibles materiales y espesores, los más adecuados técnica y económicamente, teniendo en cuenta el cimiento del firme definido, el tráfico previsto, el clima de la zona, las necesidades de drenaje, las disponibilidades de materiales para ejecutar las distintas unidades de obra del firme, y su coste de construcción y conservación.

Una vez definida la categoría del cimiento en cada tramo de proyecto, se dimensionará la estructura del firme de manera que se mantenga la misma sección en cada uno de los tramos de proyecto definidos, y a ser posible, en todos aquellos con idéntica categoría de cimiento.

18.1.3.- *Materiales*

Los materiales que se contemplan en la Instrucción y que se emplean en este proyecto son los que figuran a continuación:

• Mezclas bituminosas

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

• Zahorras

• Riegos de adherencia, imprimación y curado.

Las especificaciones de cada uno de ellos están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) del Ministerio de Fomento.

Zahorras

Se podrán utilizar zahorras de las definidas en el artículo 510 del PG-3 cumpliendo las prescripciones adicionales definidas en este apartado. Las zahorras serán de los tipos ZA25 ó ZA20. En los casos en que la zahorra artificial deba cumplir además una función drenante se constituirá con una granulometría por debajo del centro del huso especificado para cada tipo.

Si la capa de zahorra se coloca en dos tongadas, en la inferior se pueden utilizar también zahorras naturales de los tipos ZN40 ó ZN25.

El espesor mínimo de la tongada de las capas granulares será de 20 cm en calzada, y 15 cm en arcenes. Los espesores iguales o inferiores a 30 cm se ejecutarán en una única tongada, y los superiores en dos.

Mezcla bituminosa en caliente

En general el huso granulométrico de la mezcla bituminosa se elegirá de manera que el espesor de la capa compactada esté comprendido entre 2,5 y 5 veces el tamaño máximo nominal del árido correspondiente al huso granulométrico seleccionado

18.1.4.- *Dimensionamiento*

El objeto del cálculo de la estructura de firmes con pavimentos bituminosos es la definición, en espesor y materiales, de las distintas capas que la componen de manera que se cumplan los dos objetivos siguientes:

• El cimiento del firme debe soportar las cargas debidas al tráfico transmitidas por el firme, sin experimentar excesivas deformaciones verticales.

• Los materiales bituminosos y/o los materiales tratados con cemento de las capas del firme no deben soportar tensiones o deformaciones de tracción excesivas por causa del tráfico, para el período de proyecto considerado. Se supone que a lo largo del servicio pueden ser necesarias renovaciones superficiales, pero estas no se tendrán en cuenta en el cálculo.

Para la realización del dimensionamiento se debe partir de los siguientes datos:

• Tráfico equivalente de proyecto.

• Zona climática.

• Características mecánicas del cimiento (Ee y v).

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

El dimensionamiento de firmes se realizará con el programa de cálculo de firmes de la Junta de Andalucía (ICAFIR) que para el cálculo de este tipo de firmes utiliza un modelo de respuesta elástico multicapa de Burmister.

El dimensionamiento consistirá en definir los materiales y espesores de las distintas capas del firme, colocadas sobre el cimiento considerado de manera que la vida teórica de servicio coincida o supere al tráfico equivalente de proyecto estimado. La vida teórica de servicio vendrá dada por el número máximo de repeticiones de la carga tipo que soporta el firme de acuerdo con los modelos de comportamiento adoptados.

El proceso de cálculo comprende la caracterización del cimiento del firme, la definición de las capas del firme el cálculo de los parámetros críticos y el análisis de resultados.

El cimiento del firme se caracterizará como un macizo sólido elástico semiindefinido sobre el que se apoyan las capas del firme, con las características mecánicas mostradas en la tabla siguiente.

Categoría de cimiento	Ee (MPa)
BAJA	60
MEDIA	100
ALTA	160

Figura Nº 60.- Caracterización del cimiento de firme

Los parámetros críticos se calculan con el modelo elástico multicapa incorporado en ICAFIR aplicando una solicitación tipo RUEDA GEMELA DOBLE con presión de contacto 0,8 MPa, radio de huella de rueda 11,35 cm y distancia entre centros de ruedas gemelas 37,5cm, tal y como se muestra en la figura adjunta.

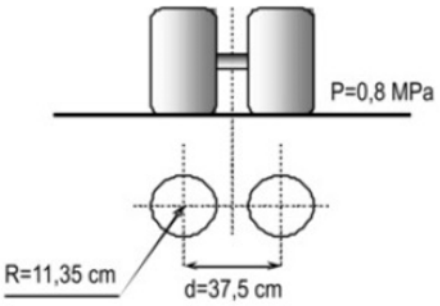


Figura Nº 61.- Esquema de la carga del eje equivalente .

Los parámetros críticos se determinarán en aquellos puntos donde adquieran sus valores máximos, es decir, se estudiará si las máximas solicitaciones se producen entre cargas o bajo ruedas, y en sentido del movimiento de los vehículos o en sentido transversal a éste.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En general, los criterios de comprobación de resultados de la sección del firme, desde un punto de vista estructural, serán los siguientes:

• Comprobar que el valor máximo de deformación vertical unitaria del cimiento del firme es menor que los valores críticos definidos.

• Comprobar que la vida de fatiga de cada material del firme es superior al tráfico equivalente de proyecto.

En caso de no cumplir este criterio la sección no será válida. Se cambiarán espesores o materiales, y se volverá a calcular la nueva sección.

Los espesores de cálculo en la mezcla bituminosa se redondearán al centímetro por exceso, salvo para capas de rodadura que se podrán redondear al medio centímetro.

19.- Análisis de estabilidad de taludes

19.1.-Metodología de cálculo

Por talud se entiende una porción de vertiente natural cuyo perfil original ha sido modificado con intervenciones artificiales relevantes con respecto a la estabilidad. Por derrumbe se entiende una situación de inestabilidad que concierne vertientes naturales y comprende considerables espacios de terreno.

19.1.1.- *Introducción al análisis de estabilidad*

Para resolver un problema se deben tomar en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras son de equilibrio, las segundas describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas en cuanto los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas.

En la mayor parte de los casos nos encontramos con material que si bien es saturado, es también por lo menos bifase, lo que hace el uso de la ecuación de equilibrio notoriamente complicado. Además es prácticamente imposible definir una ley constitutiva de validez general, en cuanto los terrenos presentan un comportamiento no-lineal aún en el caso de pequeñas deformaciones. A causa de dichas dificultades se introducen hipótesis simplificativas:

(a) Se usan leyes constitutivas simplificadas modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del material se expresa únicamente con los parámetros cohesión (c) y ángulo de rozamiento (φ), constantes para el terreno y característicos del estado plástico, por lo tanto se supone válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.

(b) En algunos casos se satisfacen sólo en parte las ecuaciones de equilibrio.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

19.1.2.- *Método del equilibrio límite (LEM)*

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible (τ_f), valorada según el criterio de rotura de *Coulomb;* de tal comparación se deriva la primera indicación sobre la estabilidad con el coeficiente de seguridad $F = \tau_f / \tau$.

Entre los métodos del equilibrio último, algunos consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (*Culman*), otros, por motivos de la ausencia de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas considerando el equilibrio de cada una (*Fellenius, Bishop, Janbu, etc.*).

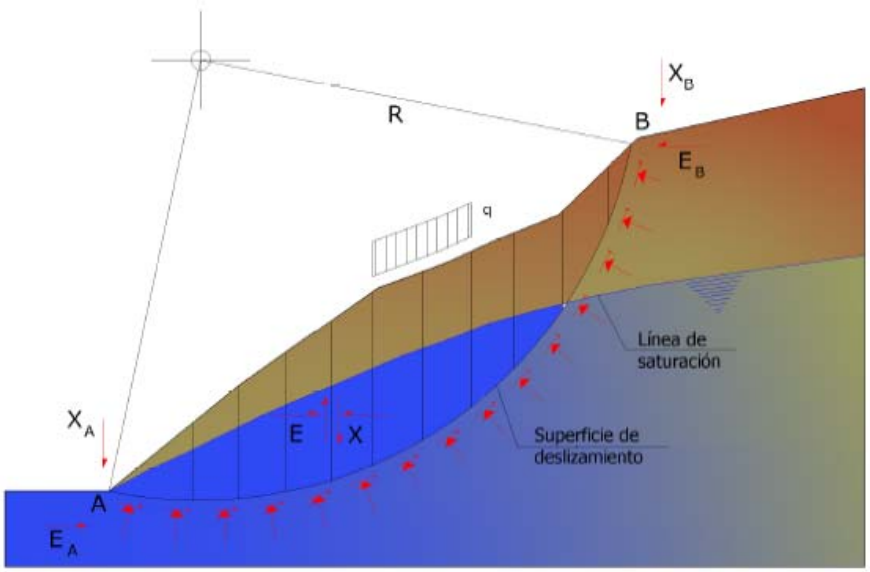


Figura Nº 62.- Representación de una sección de cálculo de un talud.

A continuación se discuten los métodos del equilibrio último de las rebanadas.

19.1.3.- *Método de las rebanadas*

La masa concerniente al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de las rebanadas es igual a *n*, el problema presenta las siguientes incógnitas:

n valores de las fuerzas normales N_i operantes en la base de cada rebanada;

n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T_i

(n-1) fuerzas normales E_i operantes en la conexión de las rebanadas;

(n-1) fuerzas tangenciales X_i operantes en la conexión de las rebanadas;

n valores de la coordenada *a* que individua el punto de aplicación de las E_i;

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

(n-1) valores de la coordenada que individua el punto de aplicación de las X_i

una incógnita constituida por el factor de seguridad *F*.

En total las incógnitas son *(6n-2)*.

Mientras que las ecuaciones a disposición son:

Ecuaciones de equilibrio de los momentos *n*

Ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical *n*

Ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal *n*

Ecuaciones relativas al criterio de rotura *n*

Total número de ecuaciones *4n*

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

i = (6n-2) -(4n) = 2n-2.

El grado de indeterminación se reduce sucesivamente a *(n-2)* cuando se asume que N_i se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales sean distribuidas uniformemente.

Los diversos métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las *(n-2)* indeterminaciones.

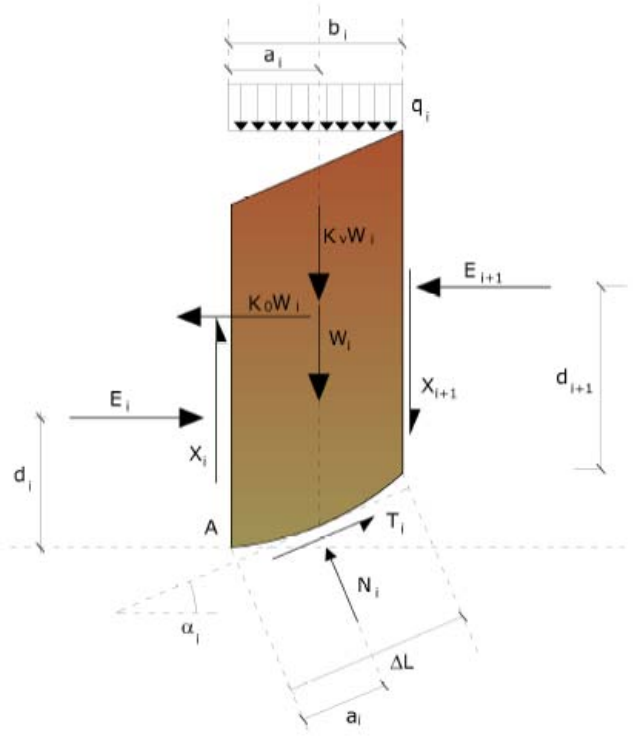


Figura Nº 63.- Acciones en la i-ésima rebanada

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

19.1.4.- *Método de Fellenius (1927)*

Con este método (válido solo para superficies de deslizamiento circulares) se descuidan las fuerzas entre las franjas, por lo tanto las incógnitas se reducen a:

n valores de las fuerzas normales N_i;

n valores de las fuerzas de corte T_i;

1 factor de seguridad.

Incógnitas (2n+1)

Las ecuaciones a disposición son:

n ecuaciones de equilibrio traslación vertical;

n ecuaciones relativas al criterio de rotura;

1 ecuaciones de equilibrio de los momentos globales.

$$F = \frac{\Sigma\{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos\alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan\varphi_i \}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Esta ecuación es fácil de resolver pero se ha visto que da resultados conservadores (factores de seguridad bajos) especialmente para superficies profundas.

19.1.5.- *Método de Bishop (1955)*

Con este método no se descuida ninguna contribución de fuerzas operantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.

Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio de rotura.

$$F = \frac{\Sigma\{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan\varphi_i \} \times \frac{\sec\alpha_i}{1 + \tan\alpha_i \times \tan\varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin\alpha_i}$$

Los valores de *F* y de *ΔX* para cada elemento que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema. Como primer aproximación conviene escribir *ΔX= 0* e iterar para el cálculo del factor de seguridad, tal procedimiento es conocido como método de ***Bishop ordinario,*** los errores cometidos con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

19.2.-Parámetros utilizados

Los parámetros geotécnicos tipo para el material de relleno de terraplén son los siguientes:

Tabla 50. Parámetros geotécnicos para su uso como terraplén

Parámetro	Material Terraplén
Cohesión (kg/cm²)	0.08
Angulo de rozamiento interno (º)	28
Densidad (T/m3)	1.8

Se ha parametrizado el material de relleno de terraplén con parámetros tipo, se deberá garantizar que el material empleado refleje unos parámetros no inferiores a los considerados. En este sentido, se deberán solicitar ensayos de corte directo sobre las muestras remoldeadas a la densidad y humedad del Proctor de referencia para los materiales a utilizar.

No hemos tenido en cuenta en la modelización el terreno natural subyacente (TNS), las pendientes estables aportadas se corresponden para una situación con un TNS con parámetros geomecánicos más favorables que el propio material de terraplén.

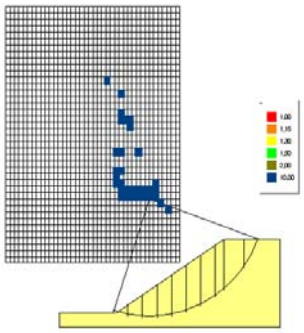
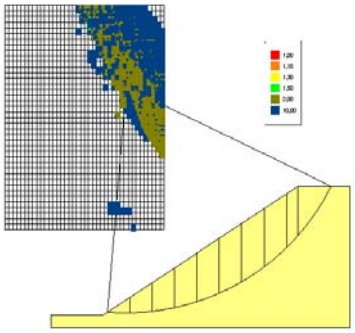
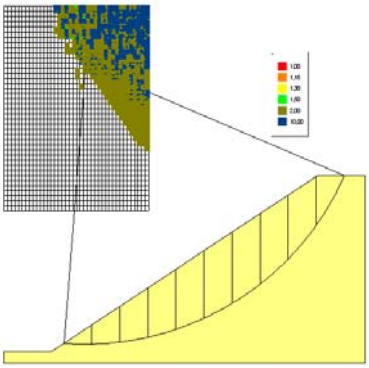
La estabilidad de los terraplenes queda condicionada por la parametrización del terreno natural subyacente (TNS),y que pudiera subordinar los saneos a realizar para evitar roturas profundas del cimiento de terraplén.

19.3.-Resultados del análisis de estabilidad para terraplenes

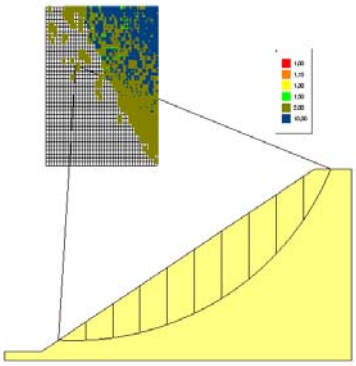
Aportamos los resultados de factor de seguridad para una pendiente de terraplén 3H:2V hasta una altura de 10 m. Para terraplenes de alturas superiores, recomendamos adoptar una pendiente de 2H:1V.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 51. Resultados del análisis de estabilidad

Altura de terraplén	Pendiente considerada	Factor de seguridad obtenido	Salidas gráficas de la superficie de rotura
2.5 m.	3H:2V	2.52	
5 m.	3H:2V	1.81	
7.5 m.	3H:2V	1.61	

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

10 m.	3H:2V	1.51	

La situación de cálculo modelizada se corresponde con una situación permanente, por lo que se deberá cuidar y asegurar la disposición del correspondiente drenaje longitudinal y/o transversal al eje del trazado, para captación y evacuación de las aguas de escorrentía que garanticen la estabilidad, impidiendo que se alcance ciertos grados de saturación que pudieran se favorables a la generación de las patologías asociadas.

19.4.-Resultados del análisis de estabilidad para desmontes

Para el análisis de estabilidad de los desmontes, se deberá realizar una campaña complementaria para poder caracterizar el terreno a estos efectos.

En principio, a título orientativo, no recomendamos pendientes superiores a las pendientes naturales existentes, debiéndose de recurrir a medidas de contención para pendientes supriores de forma generalizada.

Resaltar la singularidad puntual que puede darse en la unidad geotécnica UG.2, debido a la alteración por fenómenos de hinchamiento y retracción del terreno natural subyacente, así como a la presencia de niveles de arenisca que ocasionalmente puede aparecer.

20.- Recomendaciones generales para la estabilidad del conjunto relleno-cimiento

En cuanto a la estabilidad del conjunto relleno cimiento, conviene hacer notar que pueden existir condiciones desfavorables a lo largo del trazado como son la pendiente de las laderas en sentido transversal a la traza y el recubrimiento de suelos. Las medidas a adoptar para evitar que, por tales motivos, el plano de apoyo de los rellenos se configure como un plano preferente de debilidad, serán suficientes también para evitar otro tipo de roturas a través del terreno de apoyo.

A continuación se comentan las medidas que se ha considerado recomendables adoptar para el tratamiento del plano de apoyo, dependiendo de la configuración del cimiento en cada caso:

- Saneo integro de los vertederos de tierras construidos, en el área de apoyo de los rellenos.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Saneo de la tierra vegetal superficial y los suelos más flojos, en aquellas zonas donde la pendiente del terreno natural sea inferior a unos 10º, en sentido transversal a la traza. Tras el saneo, se deberá recompactar el terreno resultante mediante dos a tres pasadas de rodillo.

- Donde, por el contrario, el área de apoyo del terreno tenga una pendiente superior a 10º en sentido transversal a la traza, y aunque no se observen indicios naturales de inestabilidad, no bastara con el desbroce y posterior recompactación, ya que el plano de apoyo se configura como una superficie de debilidad por la que, además, puede circular el agua y facilitar un deslizamiento global del relleno. En estos casos será necesario apoyar el relleno sobre una superficie escalonada, excavando en la ladera bermas horizontales a medida que avance la construcción; la altura de las bermas deberá ser equivalente a la del espesor de las tongadas, según se recoge esquemáticamente en el gráfico siguiente.

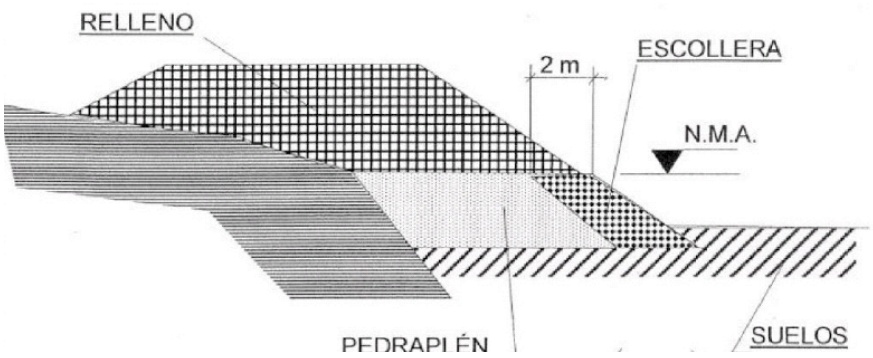


Figura Nº 64.- Modelo para estabilidad relleno –cimiento.

- En los rellenos apoyados sobre laderas de cierta pendiente deben preverse, asimismo, cunetas revestidas al pie de los taludes con inclinación en sentido contrario a la de la ladera, con el fin de evitar que las aguas de escorrentía tengan acceso al plano de contacto relleno-cimiento. Las aguas así recogidas se canalizaran a través de las obras de drenaje que, en las zonas encharcadas, deberán profundizarse suficientemente en el terreno.

- Una atención especial debe prestarse para detectar y captar los manantiales que aparezcan en el área de apoyo de los rellenos. Un posible tratamiento consistiría en extender en un entorno amplio alrededor de los mismos, de aproximadamente unos 10 m de diámetro, una capa de gravilla de machaqueo (de 1 a 5 cm) y extraer las aguas mediante una zanja de aproximadamente medio metro cuadrado de sección, también rellena de gravilla; la gravilla debería revestirse, a modo de filtro, con una capa de fieltro textil o similar. En la figura siguiente se muestra un esquema orientativo de esta medida. Esta misma precaución debe adoptarse en las zonas en que se aprecien manchas de humedad.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

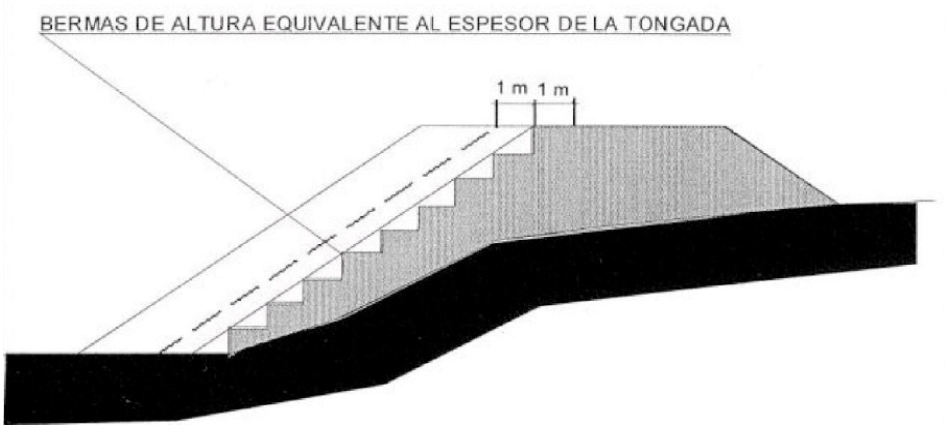


Figura Nº 65.- Medidas complementarias.

21.- Análisis de los asientos del relleno de terraplén

Los asientos que experimentan los rellenos se deben a la consolidación propia del relleno y a la del terreno de apoyo y tienen su origen en dos fenómenos fundamentalmente.

Por una parte en la consolidación de los finos existentes entre los puntos de contacto de los fragmentos grandes, y por otra, en la rotura de las aristas y los puntos de contacto entre gruesos, con posterior reajuste de la granulometría del relleno.

Es evidente que el relleno ideal, poco deformable, debería estar formado por gruesos indeformables con numerosos puntos de contactos y con finos rellenando perfectamente los huecos entre gruesos. Como esto no es siempre posible, es razonable esperar que se produzcan asientos después de la construcción.

La forma de paliarlos es ejecutar un relleno de la mayor densidad relativa posible, con porcentajes de huecos inferiores al 10% y densidades secas de los finos del 95% del Proctor. Es decir, que haya pocos huecos y que entre granos de mayor tamaño haya un material bien compactado de tal forma que no progrese la alteración de aquellos o, en su defecto, que se vean confinados impidiendo su deformación.

En el tramo que nos ocupa, la preparación del cimiento se realiza sobre roca de elevada resistencia. Por lo tanto, los asientos que experimentarán los rellenos objeto de este estudio, se deberán exclusivamente a la deformación propia del relleno.

En tales condiciones la magnitud de los asientos dependerá de la altura del relleno, del tipo de material empleado y del grado de compactación que se alcance en obra. Su magnitud total es difícil de estimar y en la práctica, a efectos ingenieriles, únicamente tendrá significado la magnitud y el plazo en que se producirán los asientos residuales, después de terminada la ejecución de cada relleno.

Para nuestro caso concreto, no se esperan asientos residuales o remanentes debido a fenómenos de consolidación.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

De forma generalizada se suelen obtener asientos elasto-plásticos del orden del 1% de la altura del terraplén, ocurridos durante la construcción de la propia obra de tierras.

En todo caso, se deberá de analizar los asientos producidos en el terreno natural subyacente a consecuencia de la construcción de tierras y que pudieran condicionar la profundidad de saneo a realizar.

22.- Resumen y Conclusiones

A partir de todos los trabajos realizados y lo referido anteriormente, en este documento, se pueden extraer este resumen a modo de conclusiones:

- El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA**, solicitado a **CEMOSA** por **FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS**.
- El trabajo se establece con expediente O/1706511, y realizado por la delegación de CEMOSA en Málaga.
- El objeto del presente estudio viene dado por la necesidad de valorar los condicionantes geotécnicos presentes en el terreno para las recomendaciones necesarias para la construcción de los viales que se proyectan.
- El proyecto consiste en la construcción de unos viales para la urbanización de la zona de estudio. Según la información de la que se dispone se realizará un importante movimiento de tierras con secciones en terraplén y desmonte de relevancia, con alturas superiores a 20 m. en algunos casos.
- La campaña geotécnica expuesta en el presente documento deberá ser complementada con trabajos de campo y ensayos de laboratorio adicionales, dada la importancia de las estructuras de tierras y excavaciones a realizar.
- Las recomendaciones relacionadas al modelo estratigráfico, parametrización adoptada, estabilidad de taludes y análisis deformacional, deberán ser contrastadas con un estudio pormenorizado a estos efectos.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Figura Nº 66.- Planta del proyecto de viales.

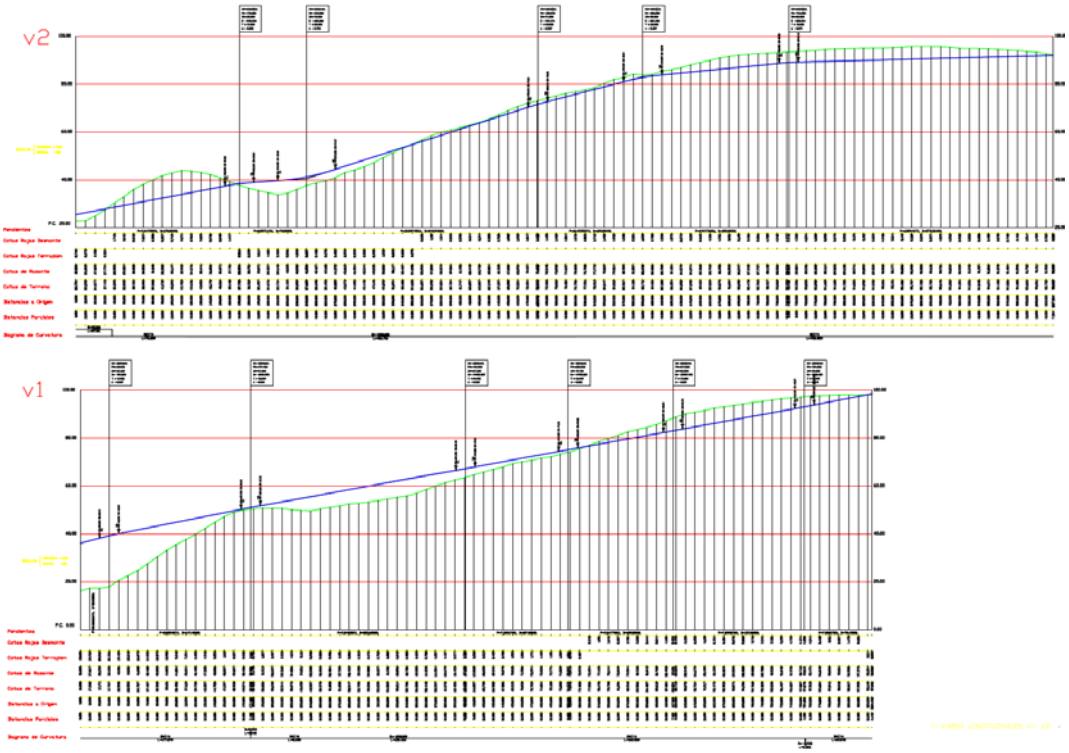


Figura Nº 67.- Perfiles longitudinales del trazado.

- Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 52. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Calicatas de Reconocimiento	9	2,00	3,60
Sondeos a penetración dinámica	15	2,20	9,60

- La planta de ubicación y las coordenadas UTM de las prospecciones realizadas se acompañan a continuación:

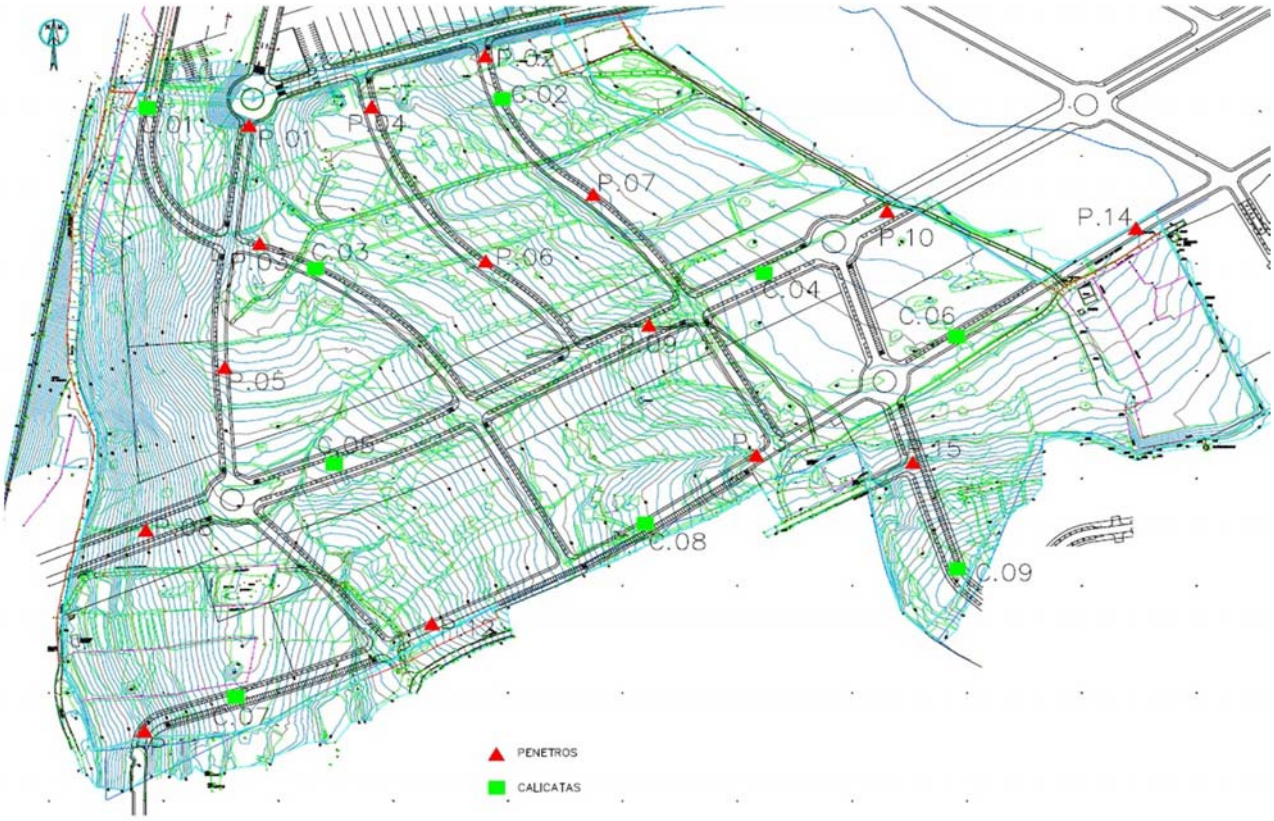


Figura Nº 68.- Localización de las prospecciones realizadas.

- Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 53. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra alterada	6	-

- Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 54. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	6	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	6	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	6	UNE 103103 - 104
Determinación del contenido en materia orgánica	6	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	6	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	6	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	6	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor normal	6	UNE 103500
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	6	UNE 103502

- A continuación se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica:

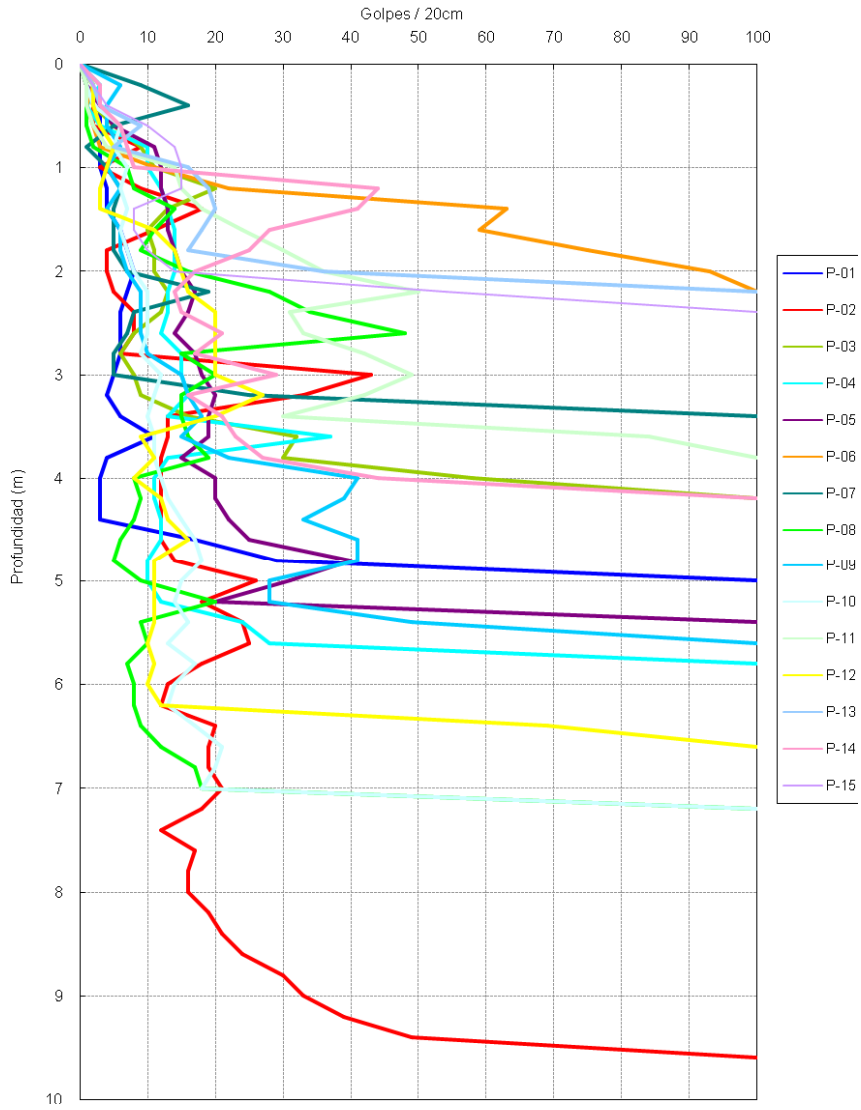


Figura Nº 69.- Registro de los ensayos de penetración dinámica realizados.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Dependiendo de los tipos de materiales diferenciados se ha obtenido el coeficiente del terreno que se indica en las tablas siguientes, junto con el resumen de los valores obtenidos:

Tabla 55. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Aceleración sísmica de cálculo	ac / g	0,09
Coeficiente de contribución	K	1,10
Aceleración sísmica básica	ab / g	0,07
Coeficiente adimensional de riesgo	r	1,00
Coeficiente de amplificación del terreno	S	1,33
Coeficiente del terreno	C	1,66
Municipio	ESTEPONA	

- En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 56. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	*Material*	*Desde (m.)*	*Hasta (m.)*
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	0,00	4,40
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	4,40	9,20

- Los perfiles esquemáticos obtenidos se adaptan a las siguientes secuencias de materiales detectados.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

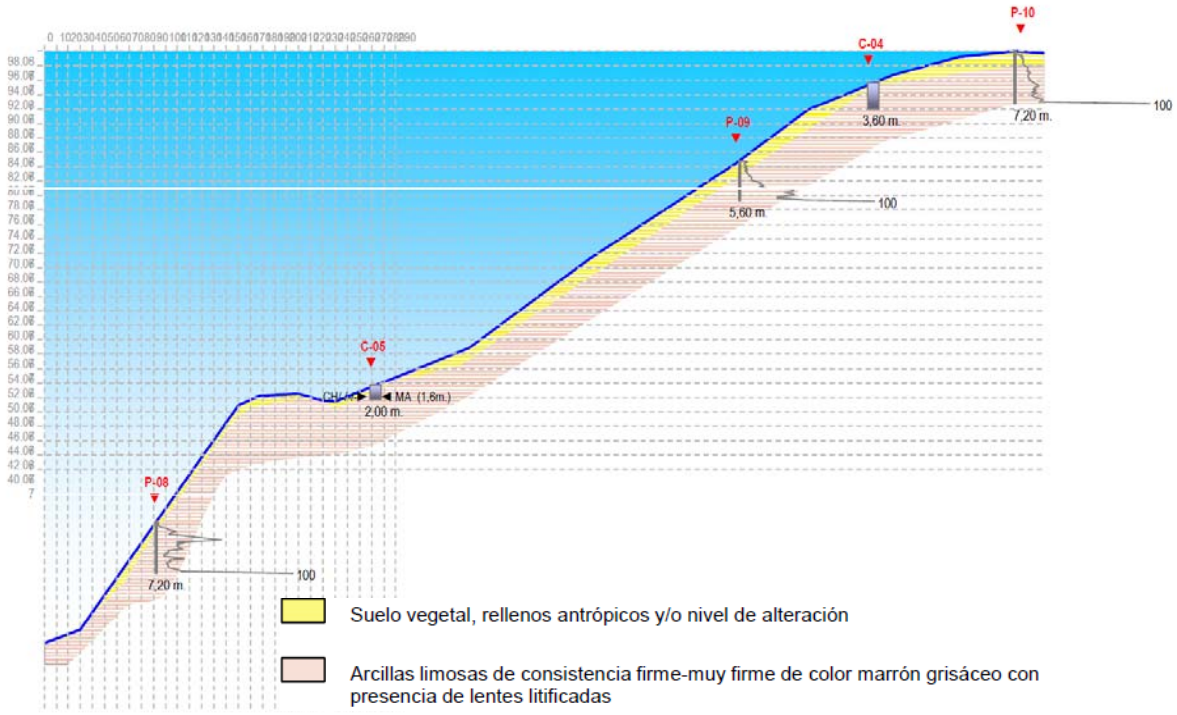


Figura Nº 70.- Perfil esquemático 1.

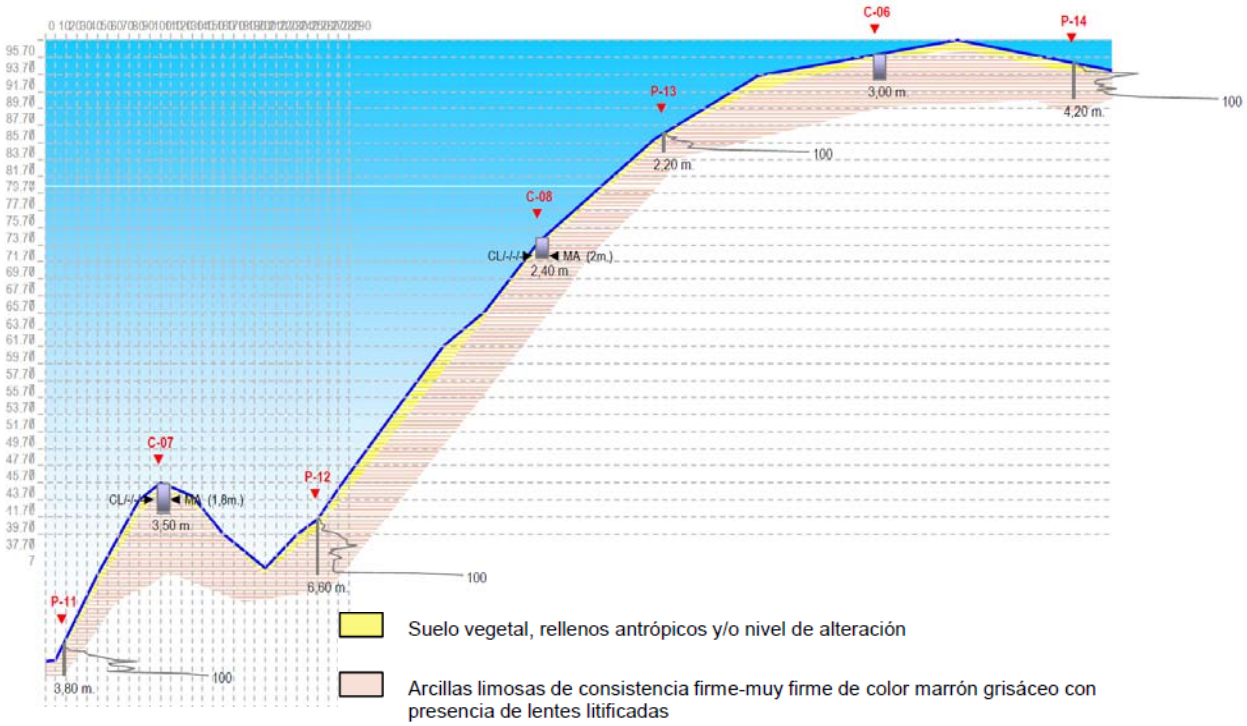


Figura Nº 71.- Perfil esquemático 2.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Se ha detectado el nivel freático en los siguientes reconocimientos: C-01. Las cotas respectivas a las cuales se ha detectado dicho nivel freático son las siguientes: -2,80. Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones. Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.
- Según los trabajos realizados se establecen los siguientes parámetros de permeabilidad:

Tabla 57. Valores de permeabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	K (m/seg)
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	< 10^-9

Valores adoptados en función de los resultados obtenidos en los ensayos de identificación realizados, sin perder de vista el conjunto del material analizado.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores apartados:

Tabla 58. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	Excavación manual
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Maquinaria común

Excavabilidad definida a partir de los ensayos de resistencia de campo y laboratorio y atendiendo a la naturaleza del material.

- Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 59. Valores de expansividad

Unidad Geotécnica	Definición	Clasificación

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 59. Valores de expansividad

Unidad Geotécnica	Definición	Clasificación
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Crítica

La clasificación se ha realizado a partir de los ensayos específicos de hinchamiento y mediante la correlación con los límites de plasticidad, adoptando la consideración más desfavorable, valorando la representatividad de los resultados. Aplicado el criterio de Jiménez Salas.

- Según los trabajos realizados se establecen las siguientes valoraciones del colapso:

Tabla 60. Valoración del colapso.

Unidad Geotécnica	Definición	Colapso
UG.1	Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración	-
UG.2	Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas	Leve

Clasificación realizada mediante los ensayos específicos de laboratorio.

- 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 61. Parámetros para estructuras de contención

Peso Específico efectivo	*Cohesión efectiva*	*Angulo rozamiento efectivo*	*Unidad geotécnica*
γ KN/m^3	c' KPa	ϕ' ^{o}	-
18,0	0,0	18,0	UG.1.Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración
20,0	20,0	22,0	UG.2.Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 61. Parámetros para estructuras de contención

Peso Específico efectivo	*Cohesión efectiva*	*Angulo rozamiento efectivo*	*Unidad geotécnica*
γ KN/m^3	c' KPa	ϕ' º	-

γ' (peso específico efectivo),c' (cohesión efectiva) y ϕ' (ángulo de rozamiento interno efectivo)

(*) Parametrización tipo adoptada, del lado de la seguridad.

(**)Valores obtenidos mediante los ensayos de resistencia de campo, valorando la representatividad de los mismos y disminuyendo la cohesión efectiva debido a la consideración de parámetro evolutivo y por la influencia de los fenómenos de succión que pudieran desvirtuar el resultado. Los fenómenos de ciclos de hinchamiento producen agotamientos de resistencia. Recomendamos realizar ensayos de corte directo para contrastar las adopciones.

- Acompañamos las consideraciones necesarias a tener en cuenta para las excavaciones que se proyecten.
- La clasificación de las diferentes muestras ensayadas es la siguiente para la undiad geotécnica UG.2:

Tabla 62. Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Recon.	*Prof. (m.)*	*Clasificación*
C-01	2,40	MARGINAL
C-02	3,00	MARGINAL
C-05	1,60	TOLERABLE
C-07	1,80	TOLERABLE
C-08	2,00	TOLERABLE
C-09	3,00	MARGINAL

- La clasificación obtenida varía entre TOLERABLE-MARGINA, dependiendo de los valores de hinchamiento libre y plasticidad obtenidos.
- Los criterios de plasticidad definidos en la “Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía” se han puesto de manifiesto para la traza de estudio, según lo indicado en la siguiente tabla:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 63. Profundidad de saneo (IP)

Unidad Geotécnico	Clasificación USCS	IP	Saneo (cm.)
UG.2	CH	36,20	120
UG.2	CL	19,80	60
UG.2	CH	27,60	90
UG.2	CL	23,90	90
UG.2	CL	26,40	90
UG.2	CH	35,60	120

- El saneo propuesto, dados los valores de plasticidad detectados y el requerimiento de la disposición de 50 cm. de material Adecuado o superior sobre suelos Tolerables, ICAFIR, hace que podamos considerar como material de recubrimiento, no siendo necesario ningún saneo añadido. Al respecto hay que resaltar la importancia de la retirada de la unidad geotécnica UG.1, y garantizar el CBR mínimo del nivel de apoyo.
- Para terraplenes de altura superior a 2 m. el saneo no queda condicionado por la plasticidad del terreno natural subyacente.
- Aportamos las consideraciones necesarias para la formación de explanadasy sección de firme según la Norma 6.1-IC. (Orden FOM 3460/2003).
- En todo caso, recomendamos aplicar los criterios recogidos en la Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, ICAFIR.
- Los parámetros geotécnicos tipo para el material de relleno de terraplén son los siguientes:

Tabla 64. Parámetros geotécnicos para su uso como terraplén

Parámetro	Material Terraplén
Cohesión (kg/cm²)	0.08
Angulo de rozamiento interno (º)	28
Densidad (T/m3)	1.8

Se ha parametrizado el material de relleno de terraplén con parámetros tipo, se deberá garantizar que el material empleado refleje unos parámetros no inferiores a los considerados. En este sentido, se deberán solicitar ensayos de corte directo sobre las

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

muestras remoldeadas a la densidad y humedad del Proctor de referencia para los materiales a utilizar.

- No hemos tenido en cuenta en la modelización el terreno natural subyacente (TNS), las pendientes estables aportadas se corresponden para una situación con un TNS con parámetros geomecánicos más favorables que el propio material de terraplén.
- La estabilidad de los terraplenes queda condicionada por la parametrización del terreno natural subyacente (TNS),y que pudiera subordinar los saneos a realizar para evitar roturas profundas del cimiento de terraplén.
- Aportamos los resultados de factor de seguridad para una pendiente de terraplén 3H:2V hasta una altura de 10 m. Para terraplenes de alturas superiores, recomendamos adoptar una pendiente de 2H:1V.
- *La situación de cálculo modelizada se corresponde con una situación permanente, por lo que se deberá cuidar y asegurar la disposición del correspondiente drenaje longitudinal y/o transversal al eje del trazado, para captación y evacuación de las aguas de escorrentía que garanticen la estabilidad, impidiendo que se alcance ciertos grados de saturación que pudieran se favorables a la generación de las patologías asociadas.*
- Para el análisis de estabilidad de los desmontes, se deberá realizar una campaña complementaria para poder caracterizar el terreno a estos efectos.
- En principio, a título orientativo, no recomendamos pendientes superiores a las pendientes naturales existentes, debiéndose de recurrir a medidas de contención para pendientes supriores de forma generalizada.
- Resaltar la singularidad puntual que puede darse en la unidad geotécnica UG.2, debido a la alteración por fenómenos de hinchamiento y retracción del terreno natural subyacente, así como a la presencia de niveles de arenisca que ocasionalmente puede aparecer.
- Recomendamos respetar las recomendaciones generales para la estabilidad del conjunto relleno-cimiento facilitadas.
- Desde el punto de vista deformacional, para nuestro caso concreto, no se esperan asientos residuales o remanentes debido a fenómenos de consolidación.
- De forma generalizada se suelen obtener asientos elasto-plásticos del orden del 1% de la altura del terraplén, ocurridos durante la construcción de la propia obra de tierras.
- En todo caso, se deberá de analizar los asientos producidos en el terreno natural subyacente a consecuencia de la construcción de tierras y que pudieran condicionar la profundidad de saneo a realizar.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

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.

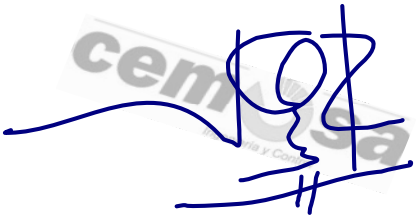
El presente estudio geotécnico consta de una memoria de *102* páginas, 5 anejos a la memoria y un apéndice.

En Málaga y firmado en Marzo de 2018

Carlos Álvarez Calvo
Gdo. Ingeniería Civil
Técnico redactor

Silvia Díaz Roldán
Ldo. en CC. Geológicas
Colegiado Nº 4485
Técnico Redactor

Juan Alfonso Delgado Capllonch
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Delegación de Granada
Supervisor



Isidro Ocete Ruiz
Ldo. en CC. Geológicas
D.E.A. Ingeniería del Terreno
Supervisor

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

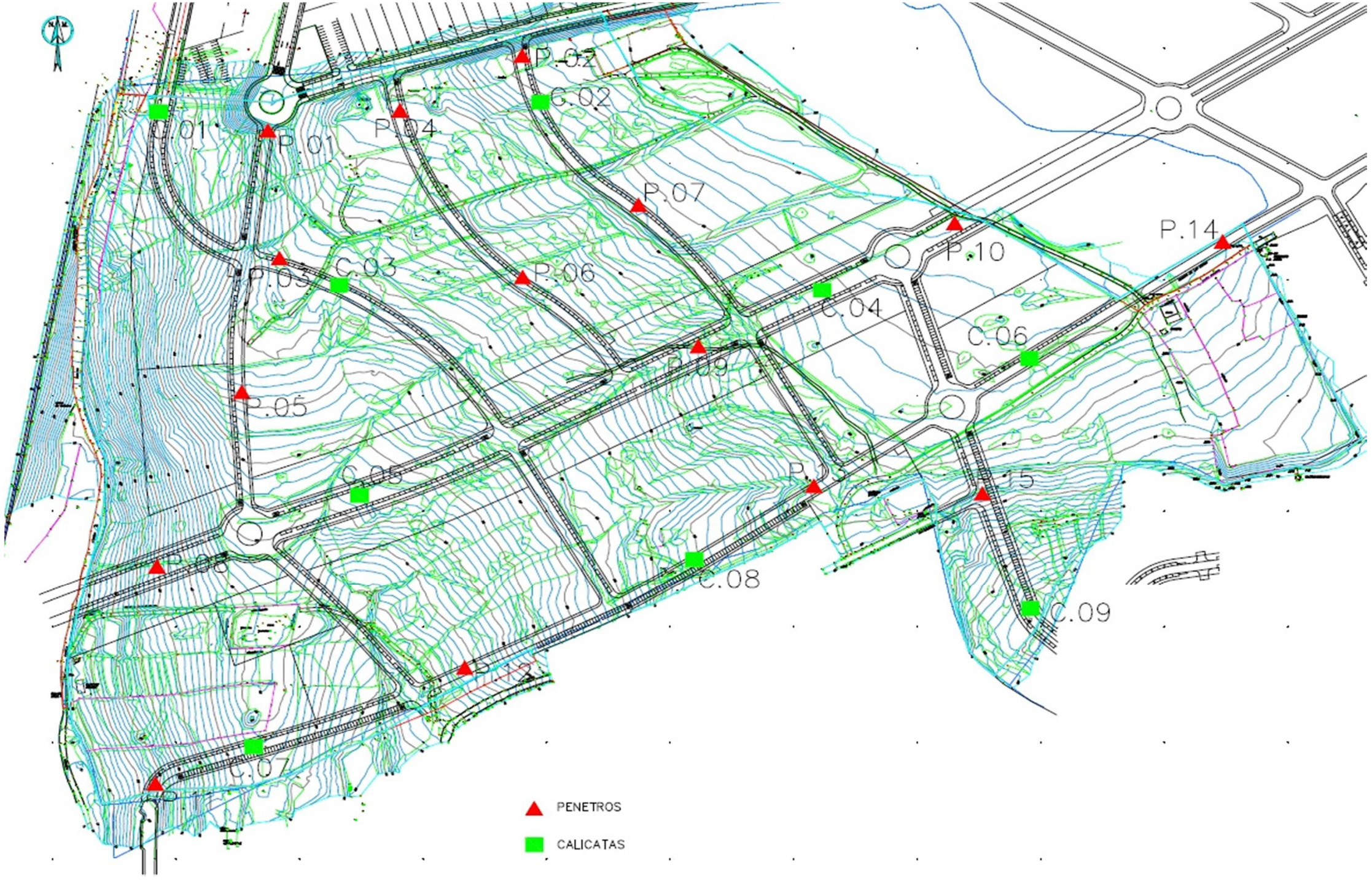
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

IMPLANTACIÓN DE ENSAYOS

FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS	IMPLANTACIÓN DE ENSAYOS		
	PLANO *1*	ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)	FECHA *febrero-18*



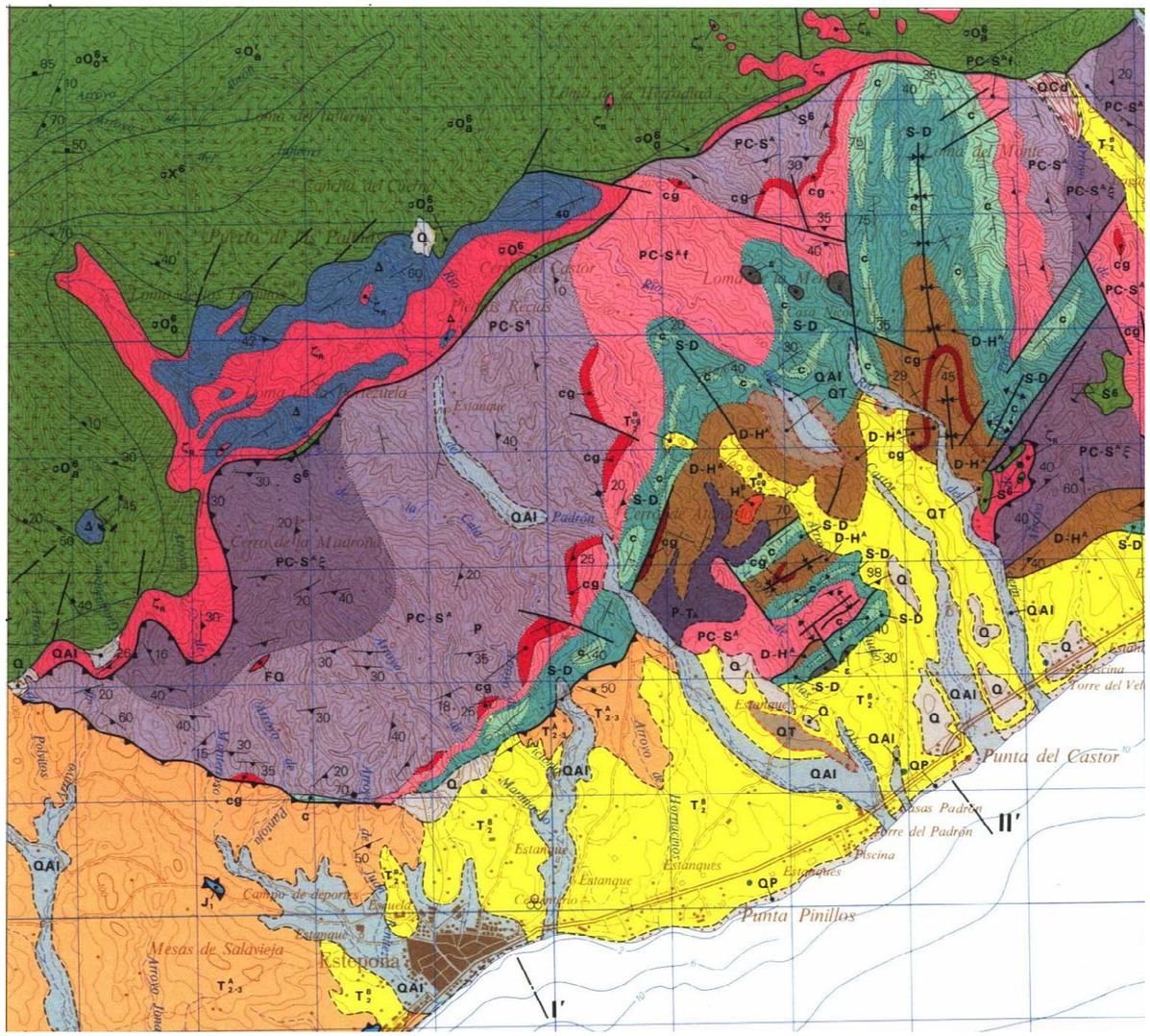
PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TITULO DEL TRABAJO	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TITULO:	NÚMERO:
FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS	cemosa Ingeniería y Control	ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)	SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE: O/1706511	Referida	***PLANTA GENERAL***	1 FICHA:

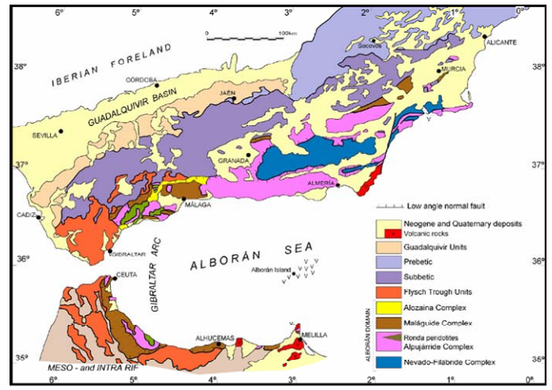
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

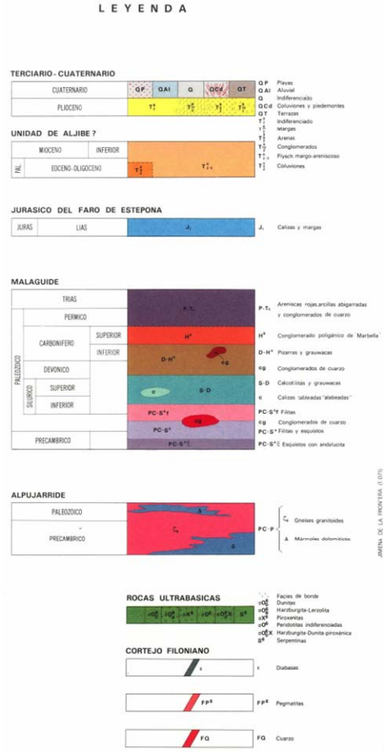
ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

MARCO GEOLÓGICO







ANEJO Nº 2

CONTEXTO GEOLÓGICO, PLANO Y LEYENDA DE LA ZONA EN ESTUDIO

HOJA MAGNA 1072/15-46 ESTEPONA

ESCALA ORIGINAL: 1 50 000

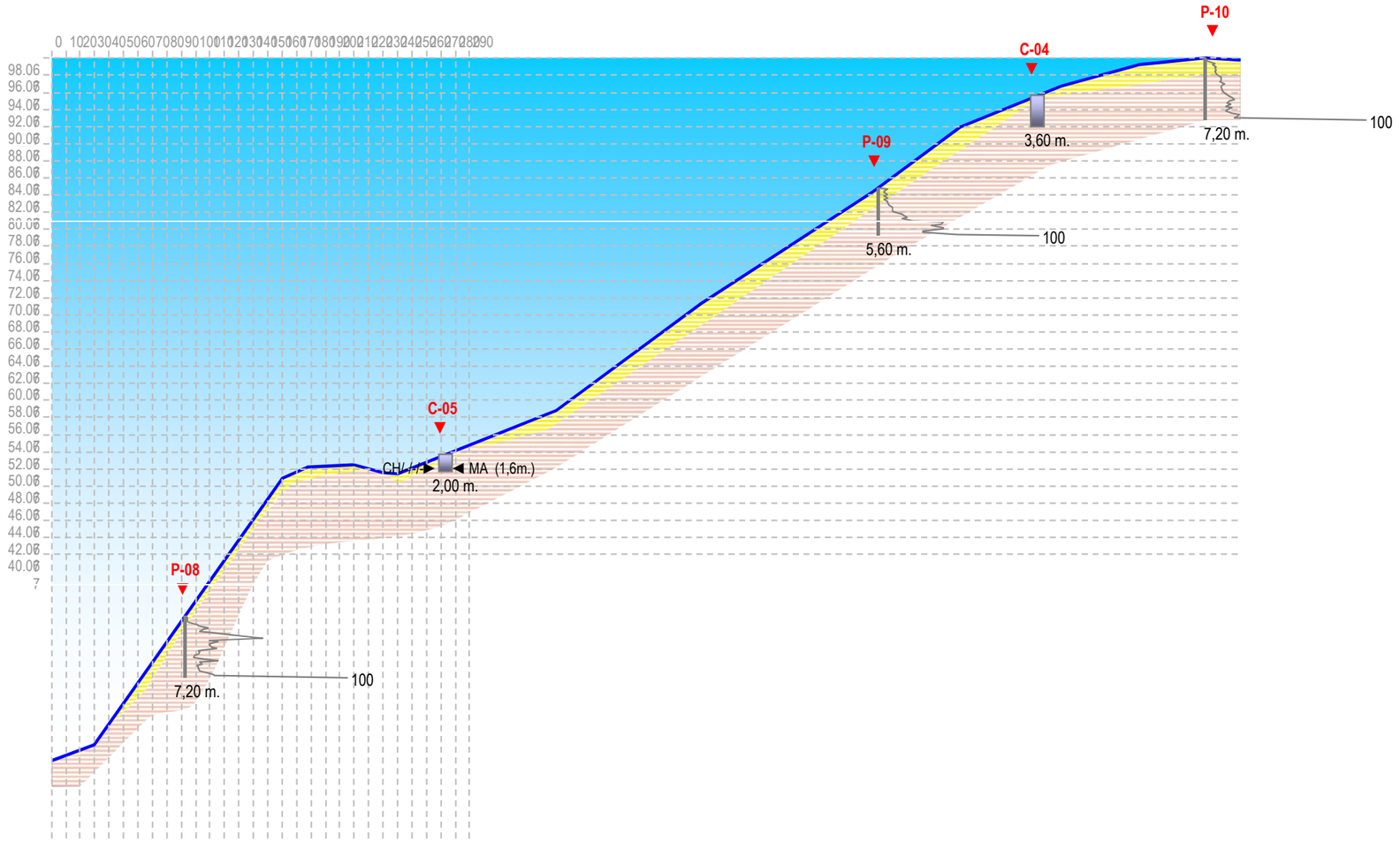
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

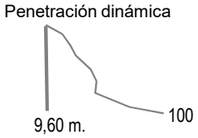
C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

Expediente: O/1706511		**PERFILES GEOTECNICOS**		
Delegación de: Málaga	PLANO *3*	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA	FECHA *marzo-18*	cemosa Ingeniería y Control

PERFILES GEOTECNICOS



Penetración dinámica



Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

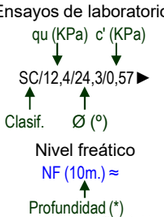
Calicata

Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo

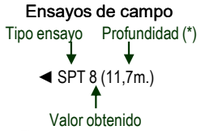
Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Ensayos de laboratorio



(*) Referida a boca de perforación.

Ensayos de campo



Tipo ensayo:
SPT (Standard Penetration Test). Valor N_{30}
MI (Muestra Inalterada). Valor N_{30}
MA (Muestra Alterada).
TP (Testigo Parafinado).

Simbología

- Relieve o superficie topográfica, real o supuesta.
- Contacto supuesto.
- Contacto, secuencia o zona desconocida o interpretada.

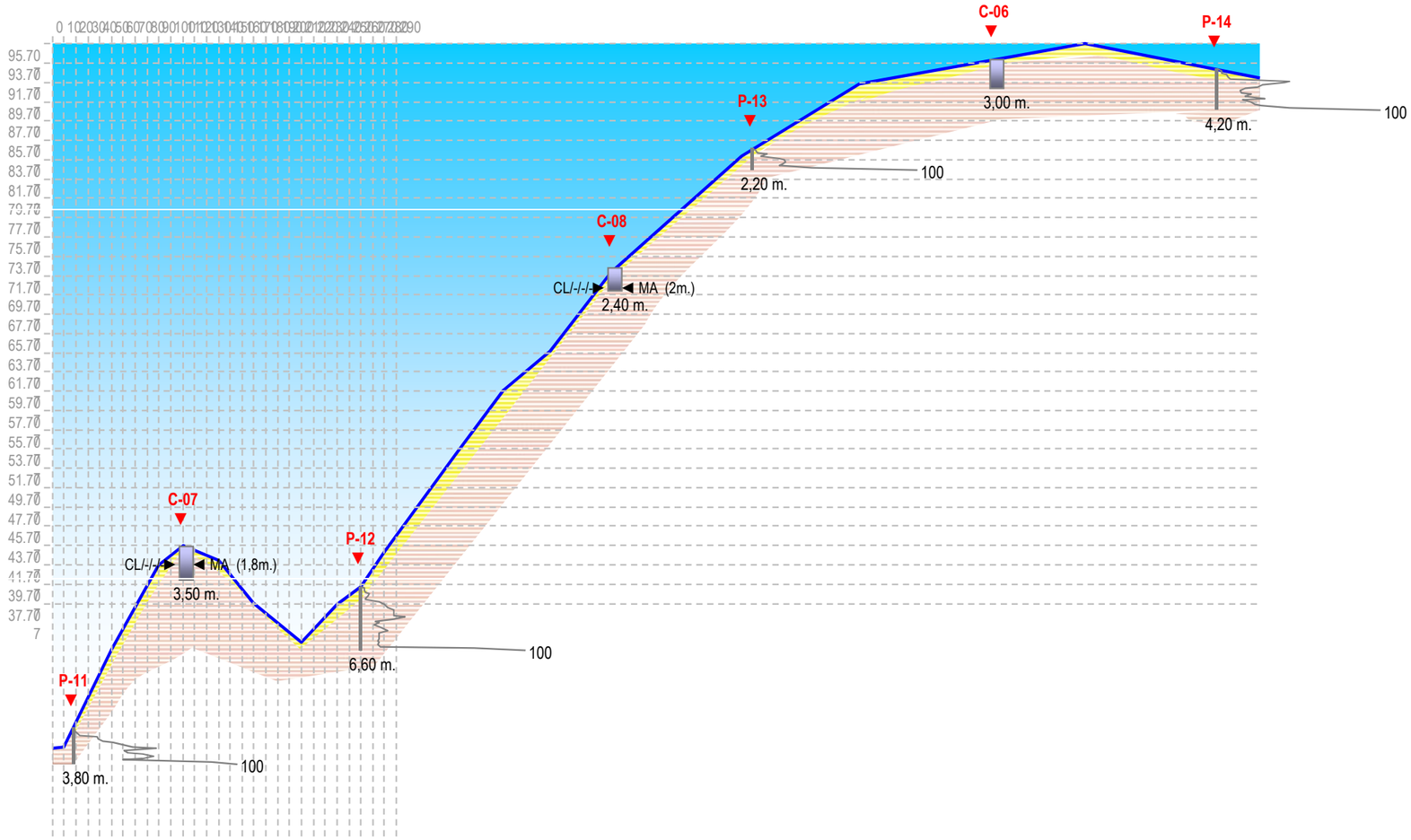
Leyenda de materiales

- Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración
- Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas

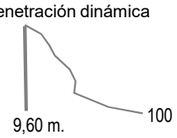
PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TITULO DEL TRABAJO	REALIZADO:	SUPERVISADO:	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TITULO:	SERIE:
FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS	cemosa Ingeniería y Control	*INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA*			SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE:	0 12 24 60 120 m. Gráfica Horizontal	*PERFILES GEOTECNICOS*	3
									PLANO: 1

Expediente: O/1706511	PERFILES GEOTECNICOS		
Delegación de: Málaga	PLANO 4	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA	FECHA marzo-18

PERFILES GEOTECNICOS



Penetración dinámica



Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

Calicata

Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo

Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Ensayos de laboratorio

qu (KPa) c' (KPa)

SC/12,4/24,3/0,57►

Clasif. Ø (º)

Nivel freático

NF (10m.) ≈

Profundidad (*)

(*) Referida a boca de perforación.

Ensayos de campo

Tipo ensayo Profundidad (*)

◄ SPT 8 (11,7m.)

Valor obtenido

Tipo ensayo:
SPT (Standard Penetration Test). Valor N_{30}
MI (Muestra Inalterada). Valor NI_{30}
MA (Muestra Alterada).
TP (Testigo Parafinado).

Simbología

Relieve o superficie topográfica, real o supuesta.

Contacto supuesto.

Contacto, secuencia o zona desconocida o interpretada.

Leyenda de materiales

Suelo vegetal, rellenos antrópicos y/o nivel de alteración

Arcillas limosas de consistencia firme-muy firme de color marrón grisáceo con presencia de lentes litificadas

PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TITULO DEL TRABAJO	REALIZADO:	SUPERVISADO:	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TITULO:	SERIE:
FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS	cemosa Ingeniería y Control	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA	Isidro Ocete Ruiz	Isidro Ocete Ruiz	SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE:	Gráfica Horizontal m.	PERFILES GEOTECNICOS	4
									PLANO: 1

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4.1 Registro de penetraciones dinámicas

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

cemosa
Ingeniería y Control
C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

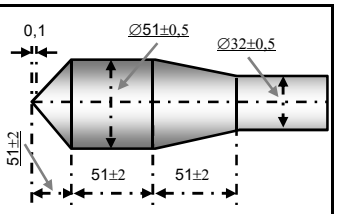
Referencia: P-01

Expediente: O/1706511

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

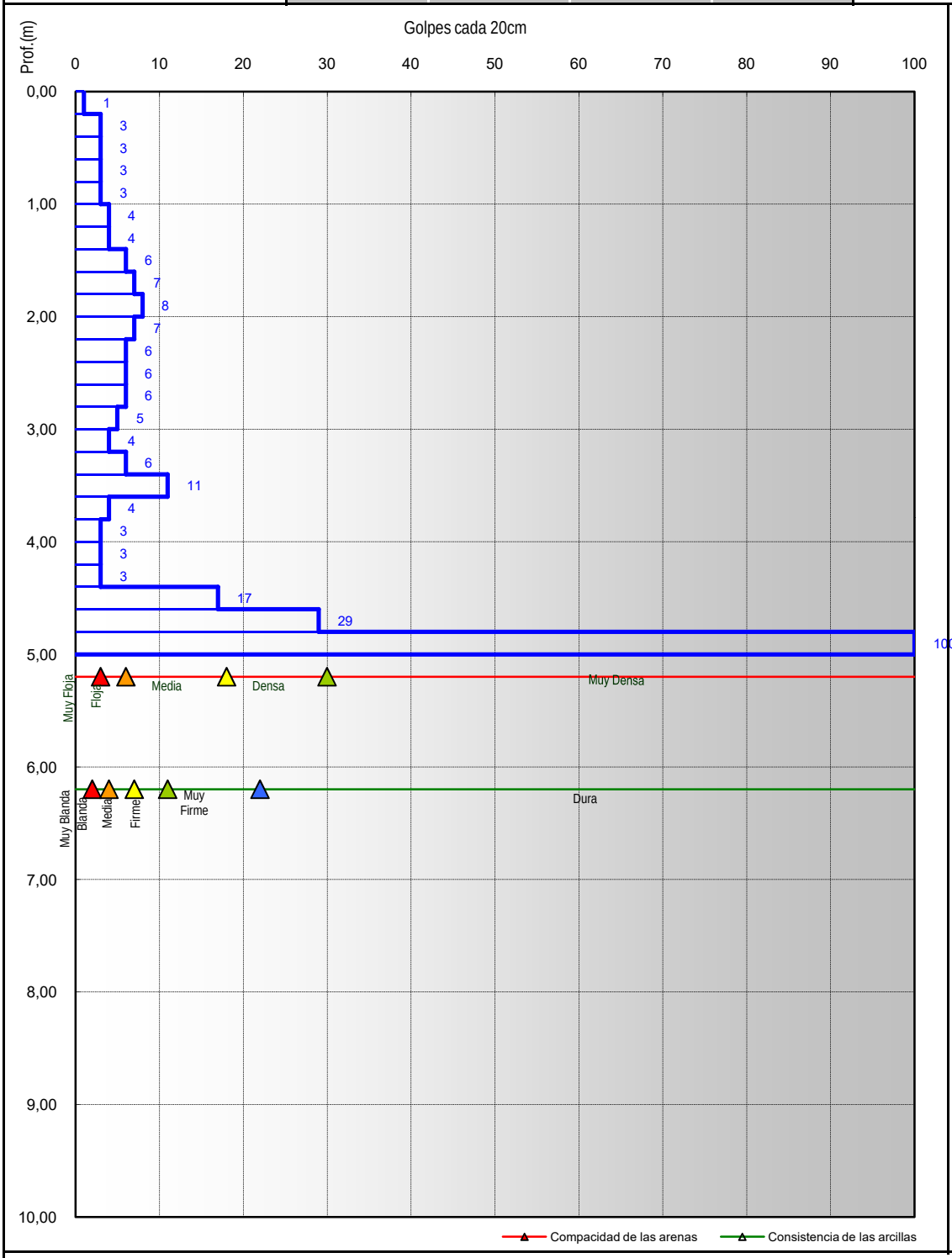
TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	3	15,40	
0,60	3	15,60	
0,80	3	15,80	
1,00	3	16,00	
1,20	4	16,20	
1,40	4	16,40	
1,60	6	16,60	
1,80	7	16,80	
2,00	8	17,00	
2,20	7	17,20	
2,40	6	17,40	
2,60	6	17,60	
2,80	6	17,80	
3,00	5	18,00	
3,20	4	18,20	
3,40	6	18,40	
3,60	11	18,60	
3,80	4	18,80	
4,00	3	19,00	
4,20	3	19,20	
4,40	3	19,40	
4,60	17	19,60	
4,80	29	19,80	
5,00	100	20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

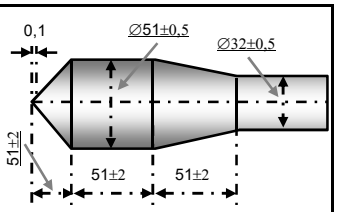
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-02**

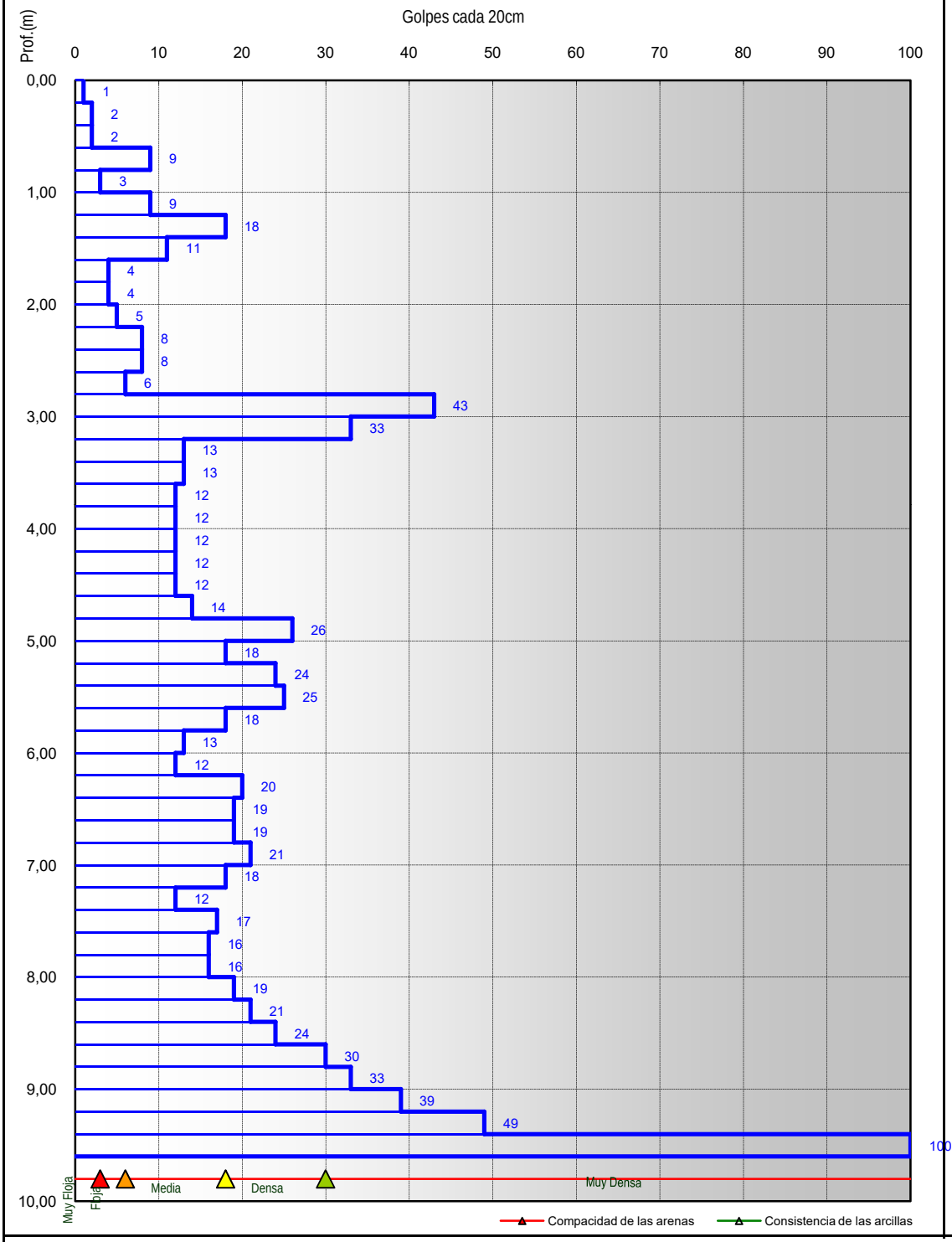
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	2	15,40	
0,60	2	15,60	
0,80	9	15,80	
1,00	3	16,00	
1,20	9	16,20	
1,40	18	16,40	
1,60	11	16,60	
1,80	4	16,80	
2,00	4	17,00	
2,20	5	17,20	
2,40	8	17,40	
2,60	8	17,60	
2,80	6	17,80	
3,00	43	18,00	
3,20	33	18,20	
3,40	13	18,40	
3,60	13	18,60	
3,80	12	18,80	
4,00	12	19,00	
4,20	12	19,20	
4,40	12	19,40	
4,60	12	19,60	
4,80	14	19,80	
5,00	26	20,00	
5,20	18	20,20	
5,40	24	20,40	
5,60	25	20,60	
5,80	18	20,80	
6,00	13	21,00	
6,20	12	21,20	
6,40	20	21,40	
6,60	19	21,60	
6,80	19	21,80	
7,00	21	22,00	
7,20	18	22,20	
7,40	12	22,40	
7,60	17	22,60	
7,80	16	22,80	
8,00	16	23,00	
8,20	19	23,20	
8,40	21	23,40	
8,60	24	23,60	
8,80	30	23,80	
9,00	33	24,00	
9,20	39	24,20	
9,40	49	24,40	
9,60	100	24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

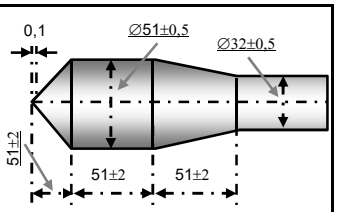
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-03**

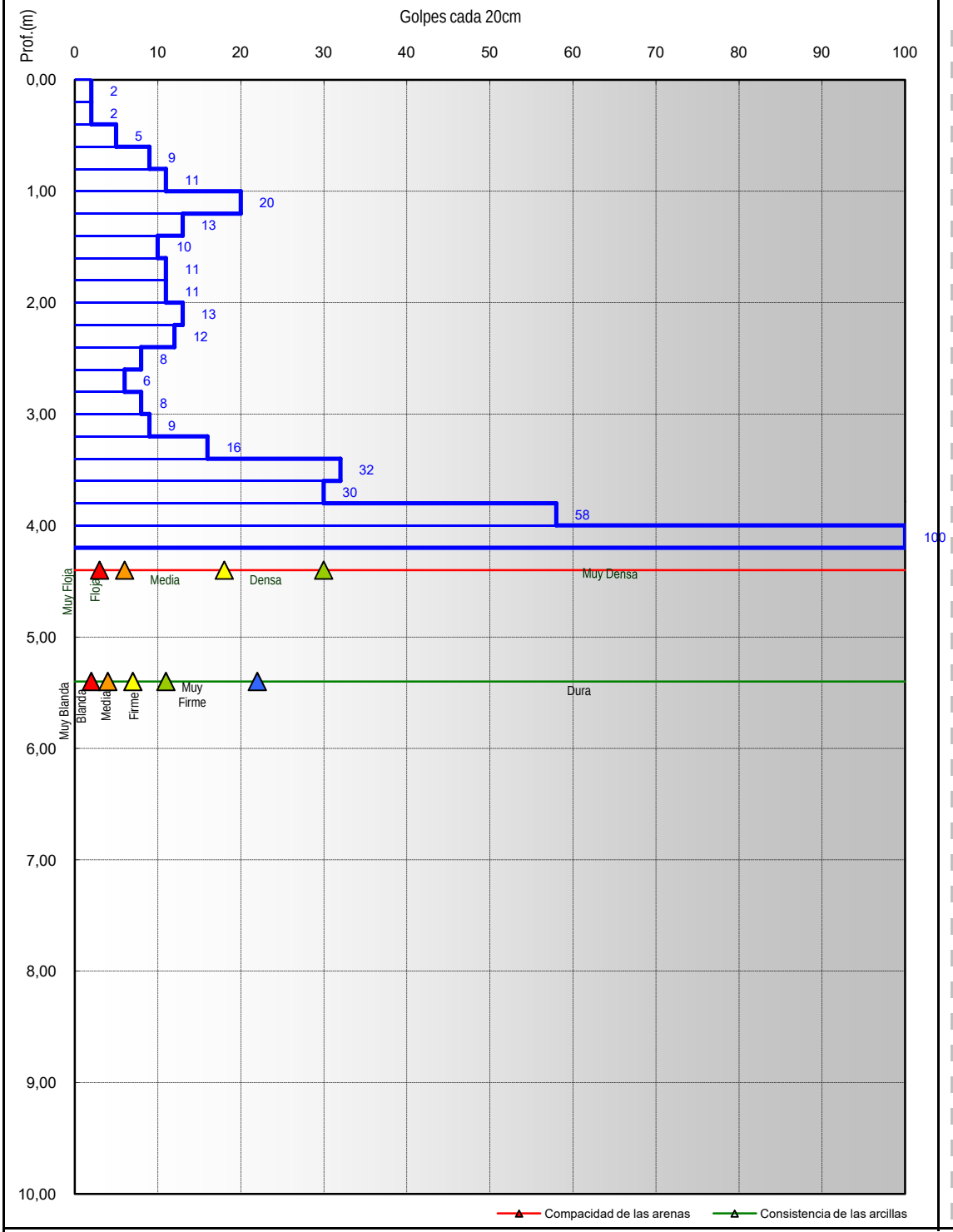
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	2	15,20	
0,40	2	15,40	
0,60	5	15,60	
0,80	9	15,80	
1,00	11	16,00	
1,20	20	16,20	
1,40	13	16,40	
1,60	10	16,60	
1,80	11	16,80	
2,00	11	17,00	
2,20	13	17,20	
2,40	12	17,40	
2,60	8	17,60	
2,80	6	17,80	
3,00	8	18,00	
3,20	9	18,20	
3,40	16	18,40	
3,60	32	18,60	
3,80	30	18,80	
4,00	58	19,00	
4,20	100	19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

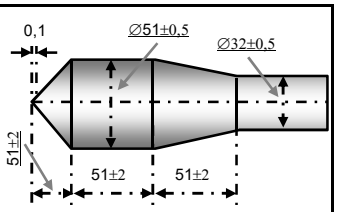
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-04**

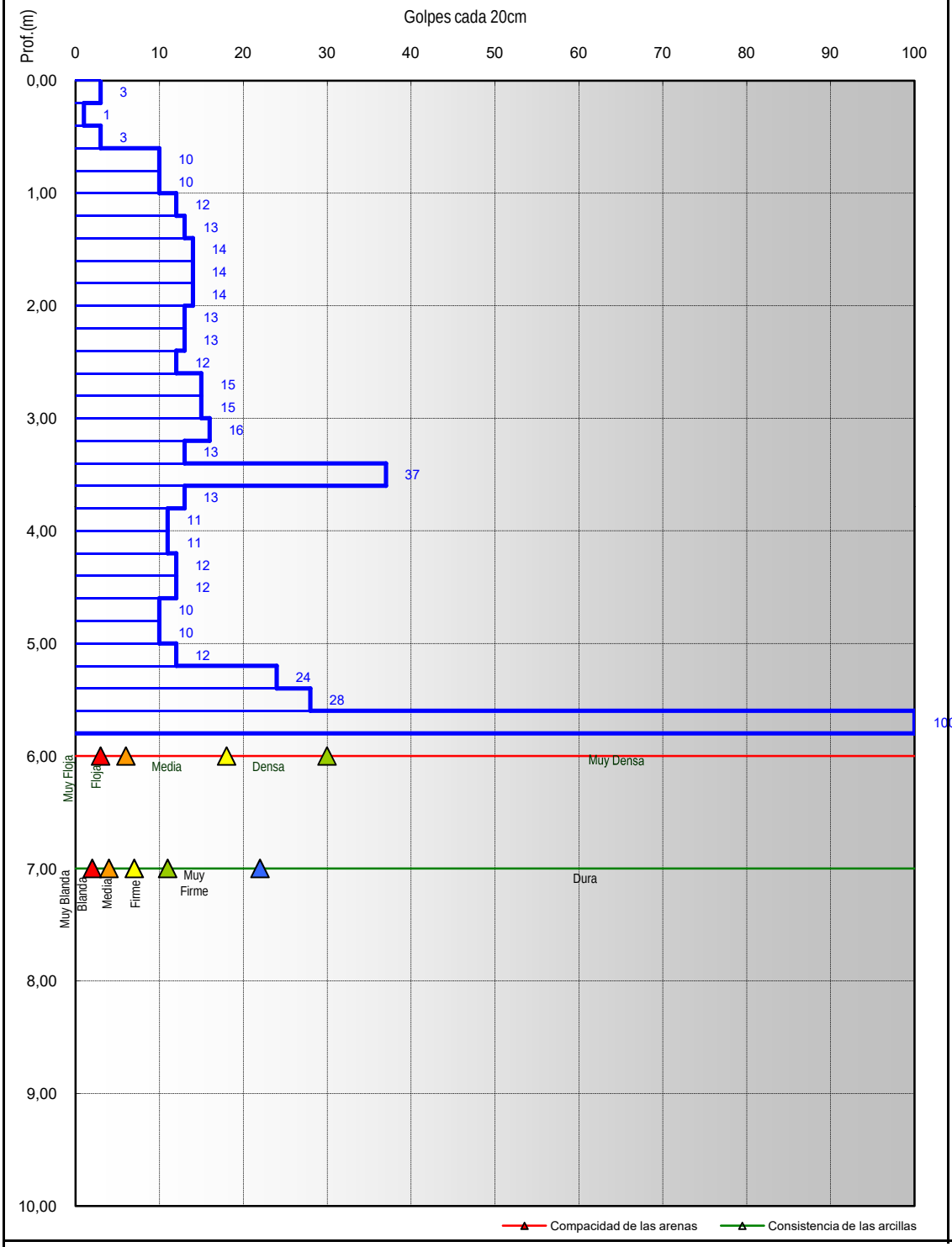
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	3	15,20	
0,40	1	15,40	
0,60	3	15,60	
0,80	10	15,80	
1,00	10	16,00	
1,20	12	16,20	
1,40	13	16,40	
1,60	14	16,60	
1,80	14	16,80	
2,00	14	17,00	
2,20	13	17,20	
2,40	13	17,40	
2,60	12	17,60	
2,80	15	17,80	
3,00	15	18,00	
3,20	16	18,20	
3,40	13	18,40	
3,60	37	18,60	
3,80	13	18,80	
4,00	11	19,00	
4,20	11	19,20	
4,40	12	19,40	
4,60	12	19,60	
4,80	10	19,80	
5,00	10	20,00	
5,20	12	20,20	
5,40	24	20,40	
5,60	28	20,60	
5,80	100	20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

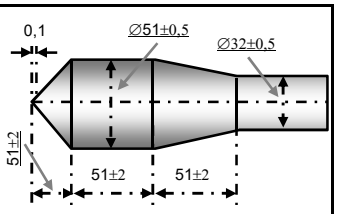
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-05**

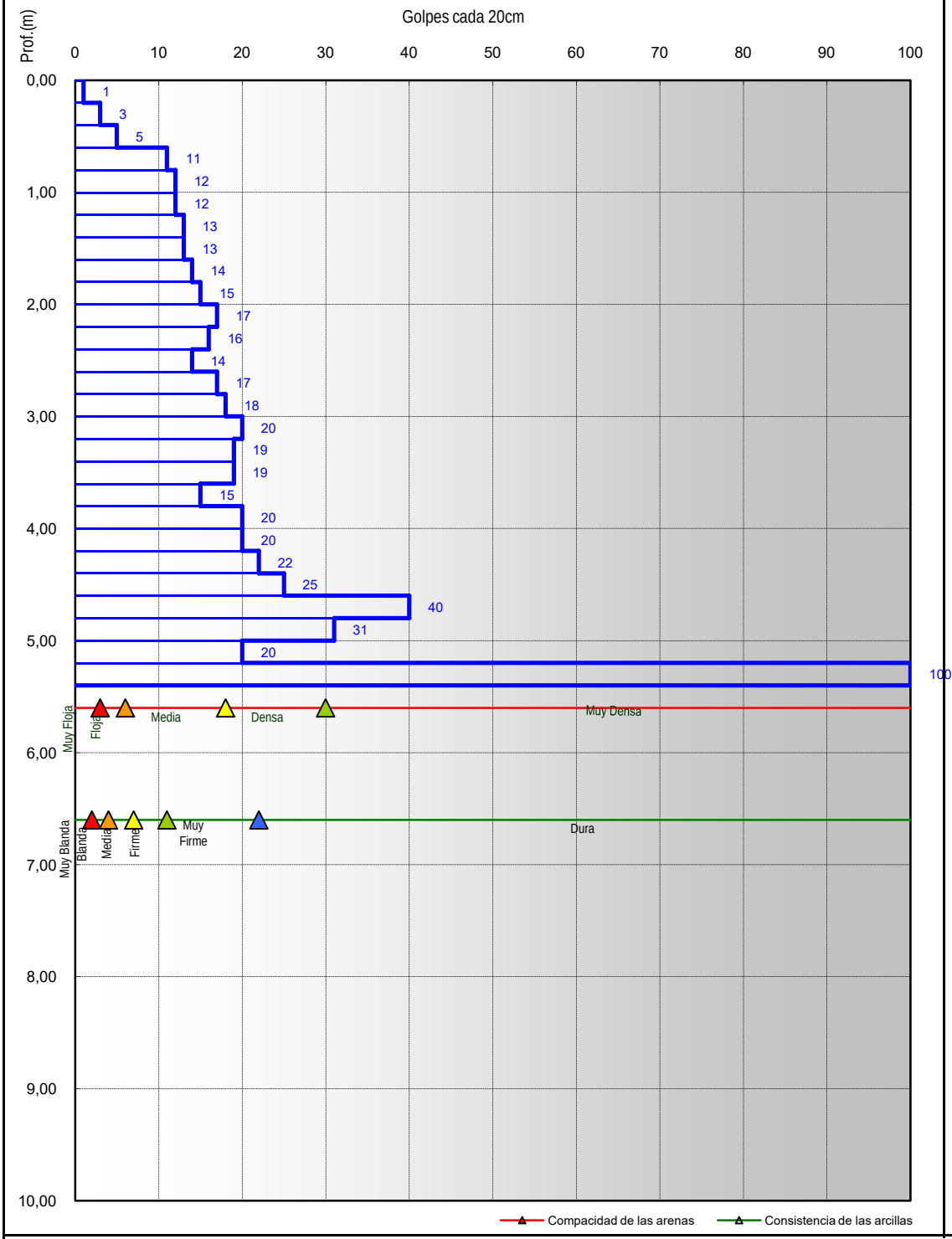
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	3	15,40	
0,60	5	15,60	
0,80	11	15,80	
1,00	12	16,00	
1,20	12	16,20	
1,40	13	16,40	
1,60	13	16,60	
1,80	14	16,80	
2,00	15	17,00	
2,20	17	17,20	
2,40	16	17,40	
2,60	14	17,60	
2,80	17	17,80	
3,00	18	18,00	
3,20	20	18,20	
3,40	19	18,40	
3,60	19	18,60	
3,80	15	18,80	
4,00	20	19,00	
4,20	20	19,20	
4,40	22	19,40	
4,60	25	19,60	
4,80	40	19,80	
5,00	31	20,00	
5,20	20	20,20	
5,40	100	20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

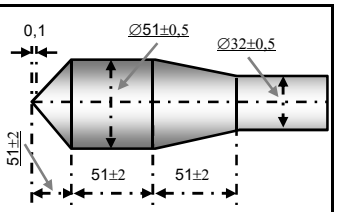
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-06**

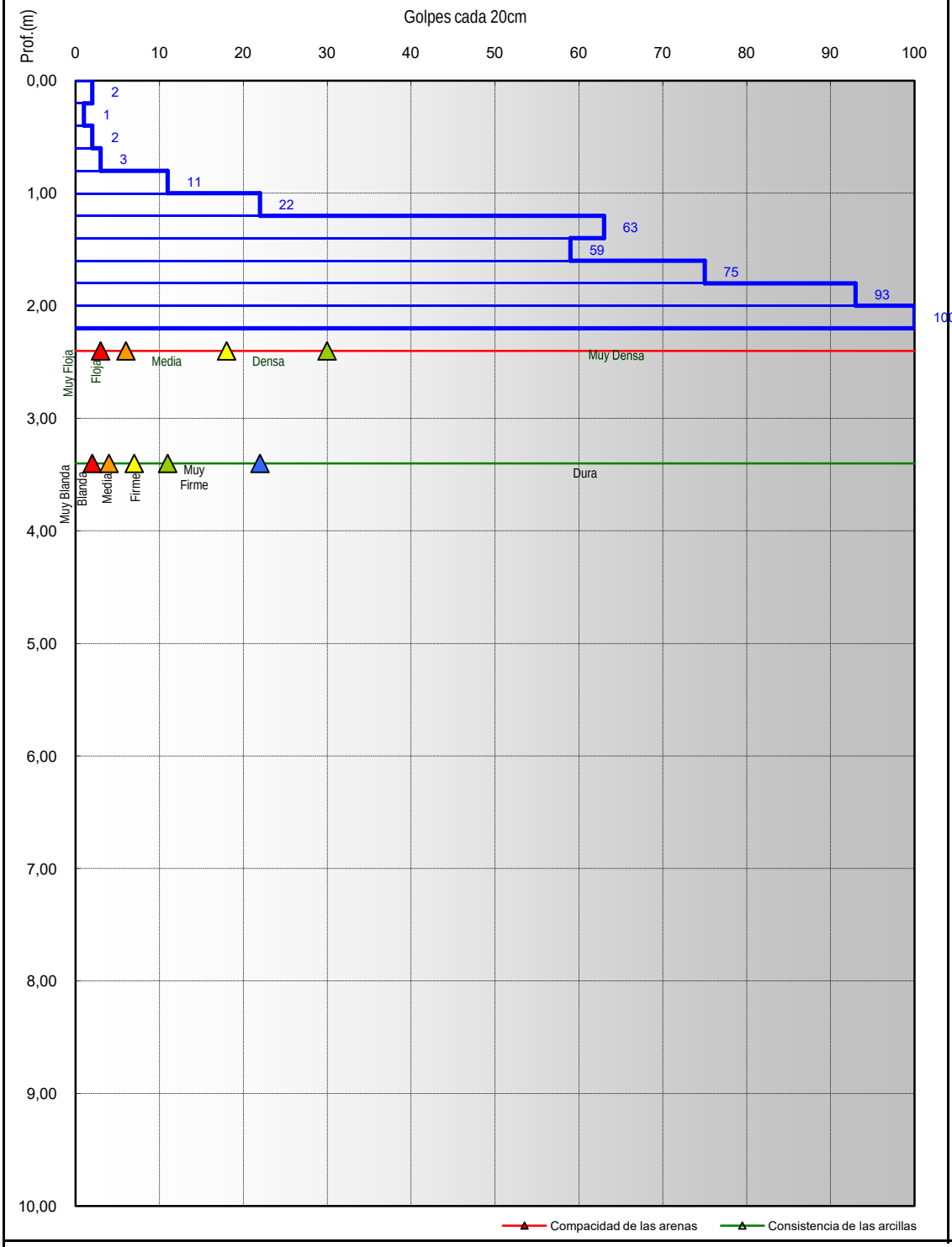
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	2	15,20	
0,40	1	15,40	
0,60	2	15,60	
0,80	3	15,80	
1,00	11	16,00	
1,20	22	16,20	
1,40	63	16,40	
1,60	59	16,60	
1,80	75	16,80	
2,00	93	17,00	
2,20	100	17,20	
2,40		17,40	
2,60		17,60	
2,80		17,80	
3,00		18,00	
3,20		18,20	
3,40		18,40	
3,60		18,60	
3,80		18,80	
4,00		19,00	
4,20		19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

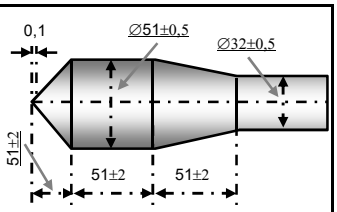
Referencia: P-07

Expediente: O/1706511

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo

Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	9	15,20	
0,40	16	15,40	
0,60	5	15,60	
0,80	1	15,80	
1,00	4	16,00	
1,20	6	16,20	
1,40	5	16,40	
1,60	5	16,60	
1,80	5	16,80	
2,00	7	17,00	
2,20	19	17,20	
2,40	8	17,40	
2,60	7	17,60	
2,80	5	17,80	
3,00	5	18,00	
3,20	25	18,20	
3,40	100	18,40	
3,60		18,60	
3,80		18,80	
4,00		19,00	
4,20		19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

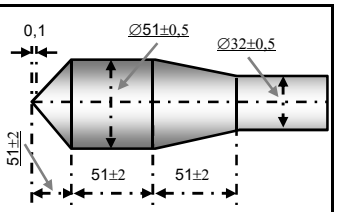
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-08**

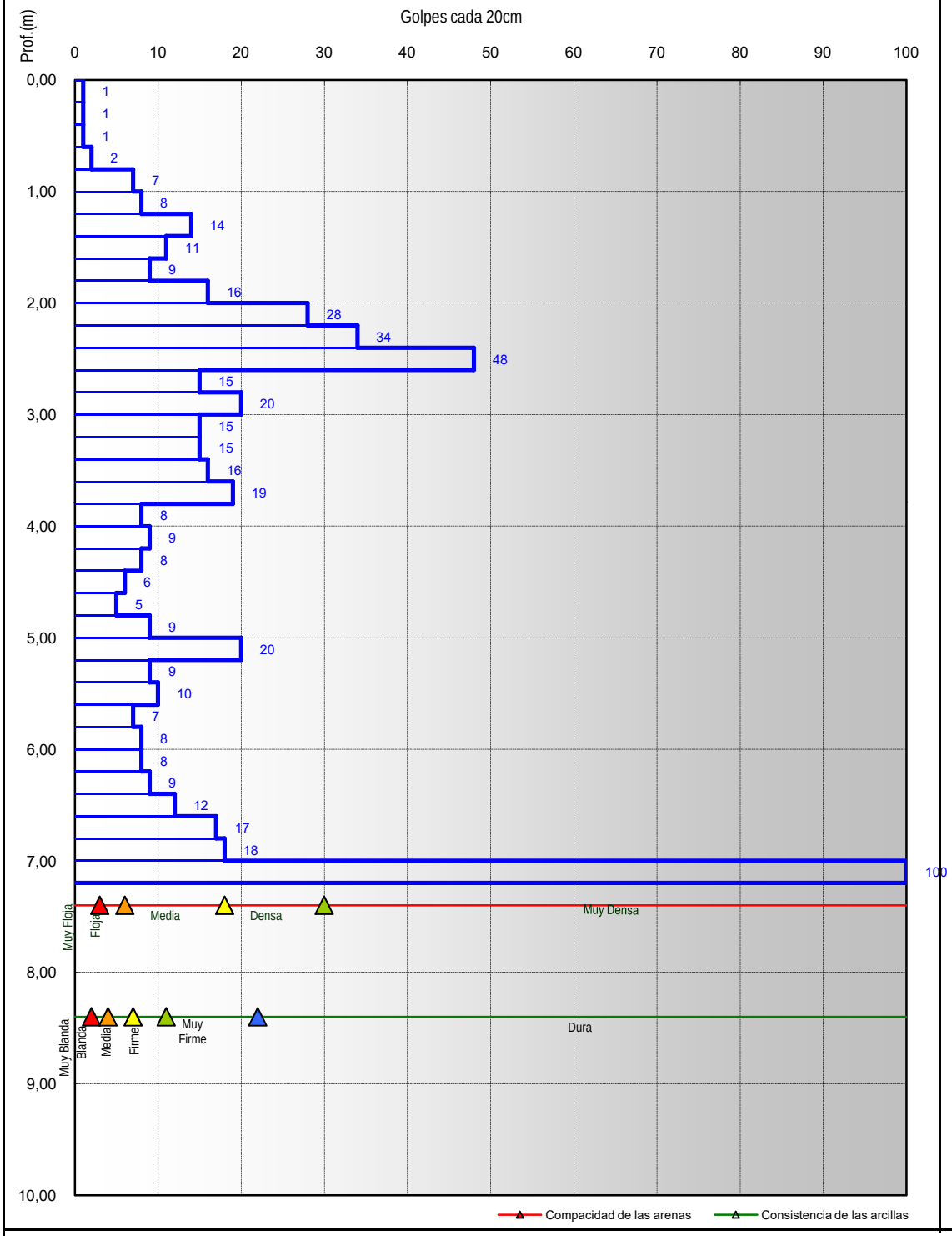
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	1	15,40	
0,60	1	15,60	
0,80	2	15,80	
1,00	7	16,00	
1,20	8	16,20	
1,40	14	16,40	
1,60	11	16,60	
1,80	9	16,80	
2,00	16	17,00	
2,20	28	17,20	
2,40	34	17,40	
2,60	48	17,60	
2,80	15	17,80	
3,00	20	18,00	
3,20	15	18,20	
3,40	15	18,40	
3,60	16	18,60	
3,80	19	18,80	
4,00	8	19,00	
4,20	9	19,20	
4,40	8	19,40	
4,60	6	19,60	
4,80	5	19,80	
5,00	9	20,00	
5,20	20	20,20	
5,40	9	20,40	
5,60	10	20,60	
5,80	7	20,80	
6,00	8	21,00	
6,20	8	21,20	
6,40	9	21,40	
6,60	12	21,60	
6,80	17	21,80	
7,00	18	22,00	
7,20	100	22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

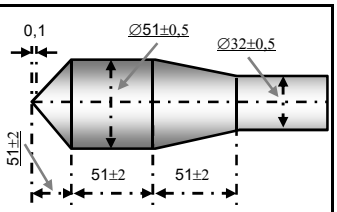
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: P-09

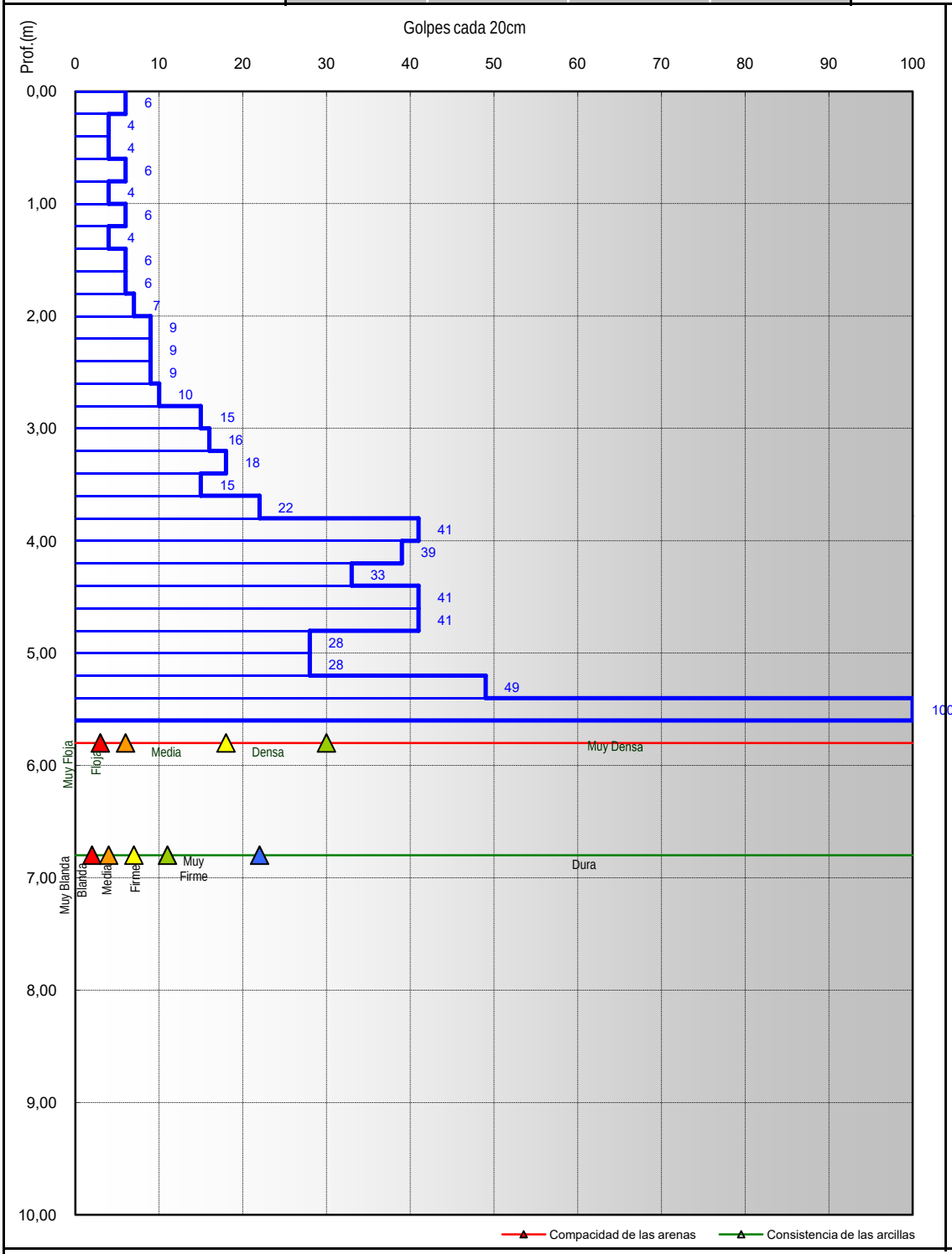
Expediente: O/1706511



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	6	15,20	
0,40	4	15,40	
0,60	4	15,60	
0,80	6	15,80	
1,00	4	16,00	
1,20	6	16,20	
1,40	4	16,40	
1,60	6	16,60	
1,80	6	16,80	
2,00	7	17,00	
2,20	9	17,20	
2,40	9	17,40	
2,60	9	17,60	
2,80	10	17,80	
3,00	15	18,00	
3,20	16	18,20	
3,40	18	18,40	
3,60	15	18,60	
3,80	22	18,80	
4,00	41	19,00	
4,20	39	19,20	
4,40	33	19,40	
4,60	41	19,60	
4,80	41	19,80	
5,00	28	20,00	
5,20	28	20,20	
5,40	49	20,40	
5,60	100	20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

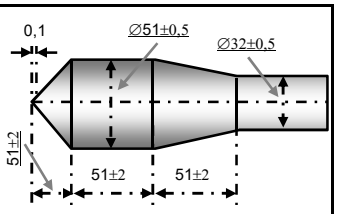
Referencia: P-10

Expediente: O/1706511

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

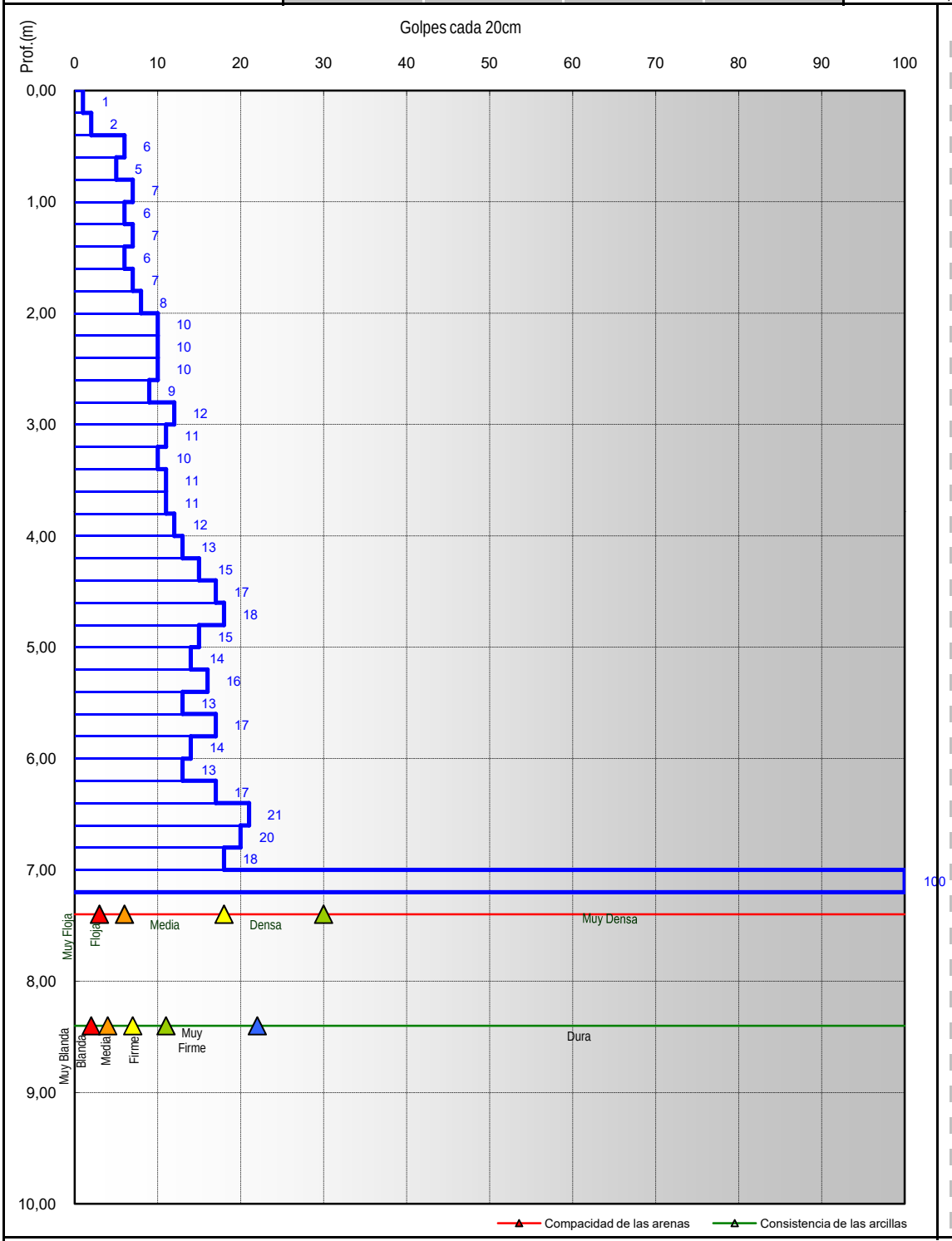
TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	2	15,40	
0,60	6	15,60	
0,80	5	15,80	
1,00	7	16,00	
1,20	6	16,20	
1,40	7	16,40	
1,60	6	16,60	
1,80	7	16,80	
2,00	8	17,00	
2,20	10	17,20	
2,40	10	17,40	
2,60	10	17,60	
2,80	9	17,80	
3,00	12	18,00	
3,20	11	18,20	
3,40	10	18,40	
3,60	11	18,60	
3,80	11	18,80	
4,00	12	19,00	
4,20	13	19,20	
4,40	15	19,40	
4,60	17	19,60	
4,80	18	19,80	
5,00	15	20,00	
5,20	14	20,20	
5,40	16	20,40	
5,60	13	20,60	
5,80	17	20,80	
6,00	14	21,00	
6,20	13	21,20	
6,40	17	21,40	
6,60	21	21,60	
6,80	20	21,80	
7,00	18	22,00	
7,20	100	22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

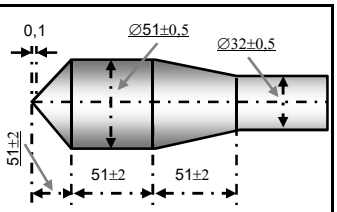
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: P-11

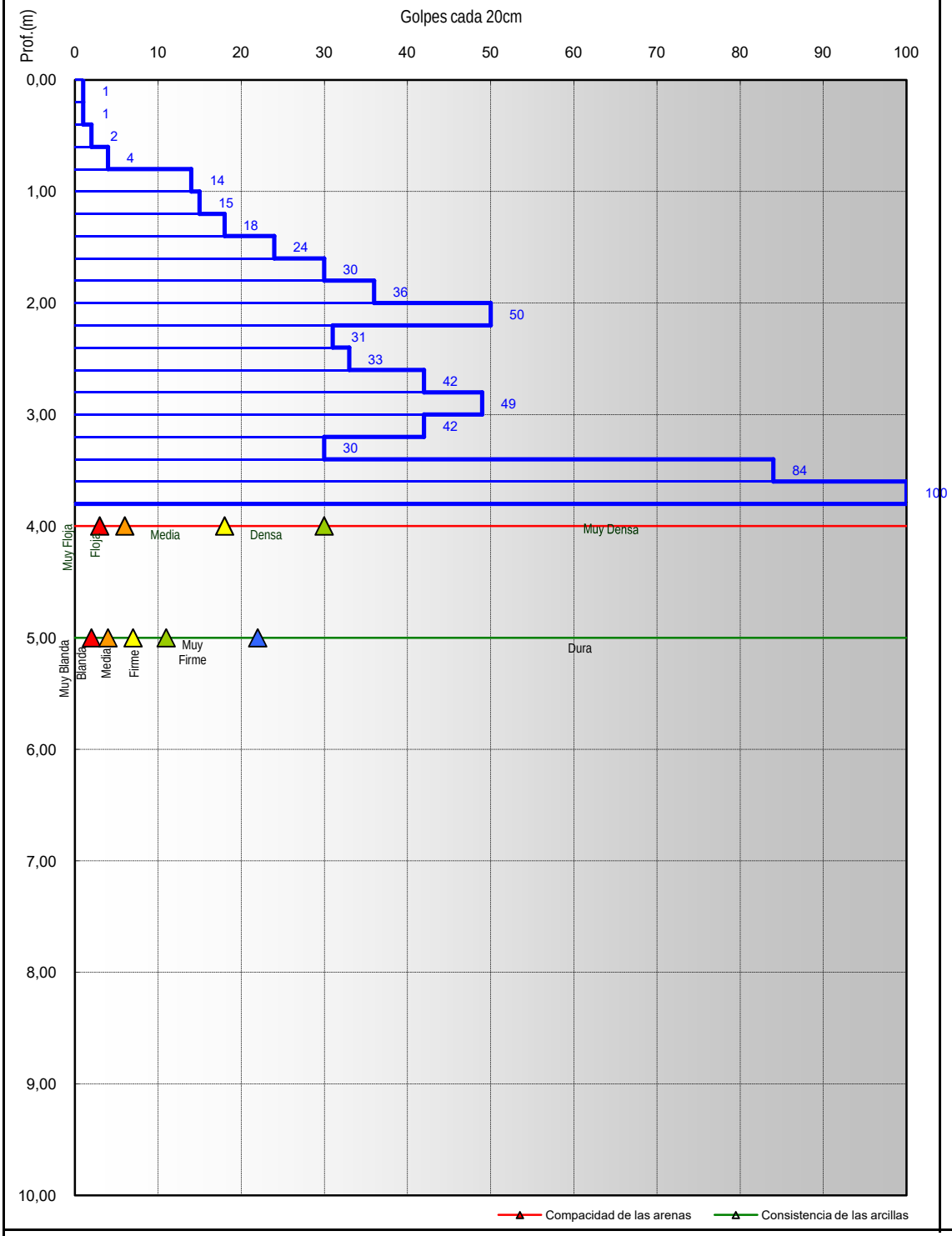
Expediente: O/1706511



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	1	15,20	
0,40	1	15,40	
0,60	2	15,60	
0,80	4	15,80	
1,00	14	16,00	
1,20	15	16,20	
1,40	18	16,40	
1,60	24	16,60	
1,80	30	16,80	
2,00	36	17,00	
2,20	50	17,20	
2,40	31	17,40	
2,60	33	17,60	
2,80	42	17,80	
3,00	49	18,00	
3,20	42	18,20	
3,40	30	18,40	
3,60	84	18,60	
3,80	100	18,80	
4,00		19,00	
4,20		19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

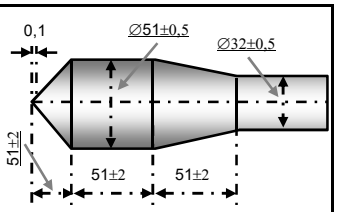
Referencia: P-12

Expediente: O/1706511

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

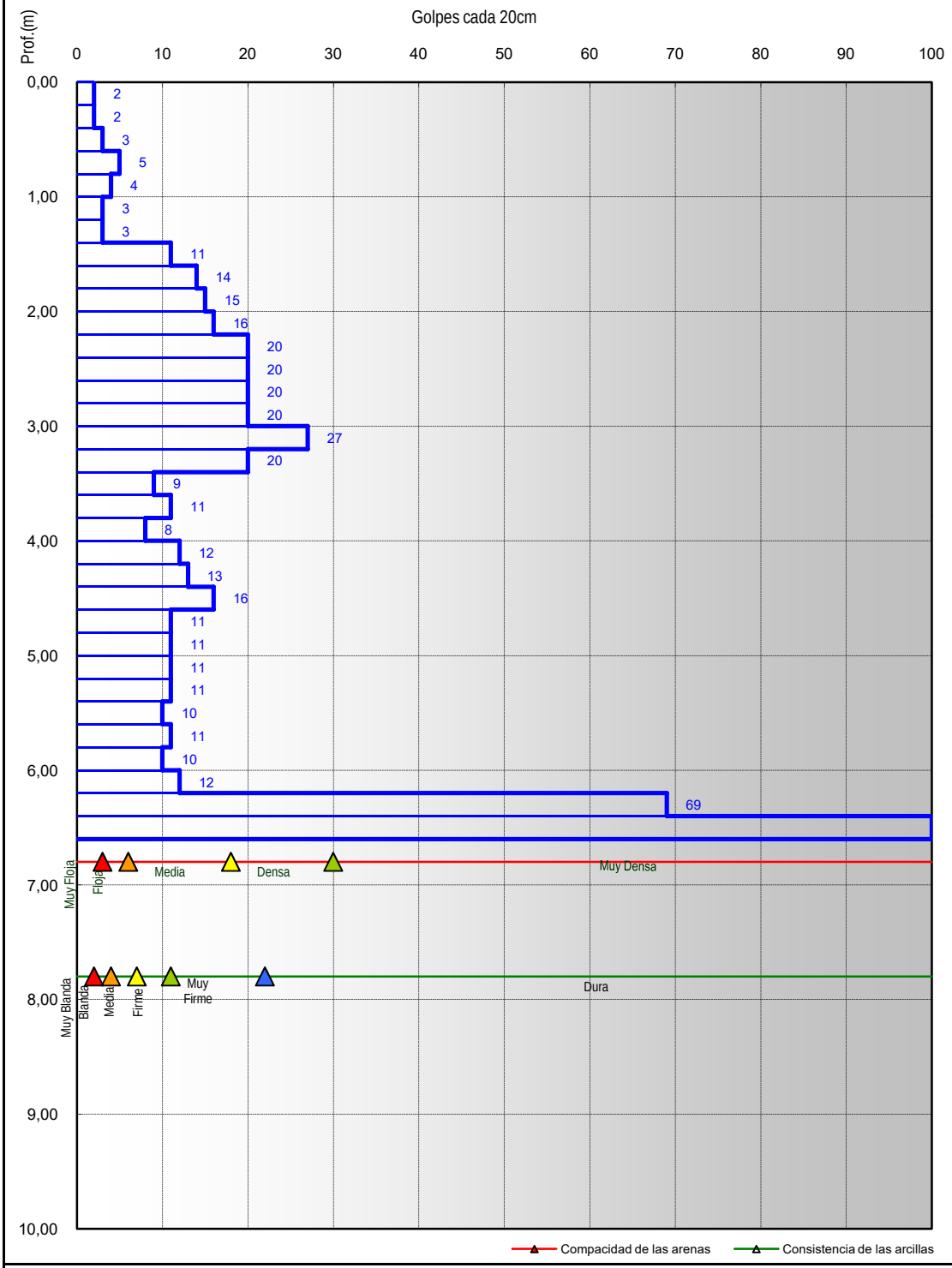
TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	2	15,20	
0,40	2	15,40	
0,60	3	15,60	
0,80	5	15,80	
1,00	4	16,00	
1,20	3	16,20	
1,40	3	16,40	
1,60	11	16,60	
1,80	14	16,80	
2,00	15	17,00	
2,20	16	17,20	
2,40	20	17,40	
2,60	20	17,60	
2,80	20	17,80	
3,00	20	18,00	
3,20	27	18,20	
3,40	20	18,40	
3,60	9	18,60	
3,80	11	18,80	
4,00	8	19,00	
4,20	12	19,20	
4,40	13	19,40	
4,60	16	19,60	
4,80	11	19,80	
5,00	11	20,00	
5,20	11	20,20	
5,40	11	20,40	
5,60	10	20,60	
5,80	11	20,80	
6,00	10	21,00	
6,20	12	21,20	
6,40	69	21,40	
6,60	100	21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

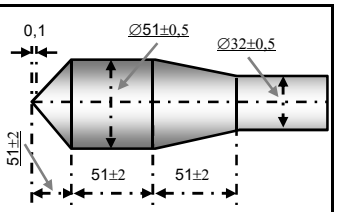
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-13**

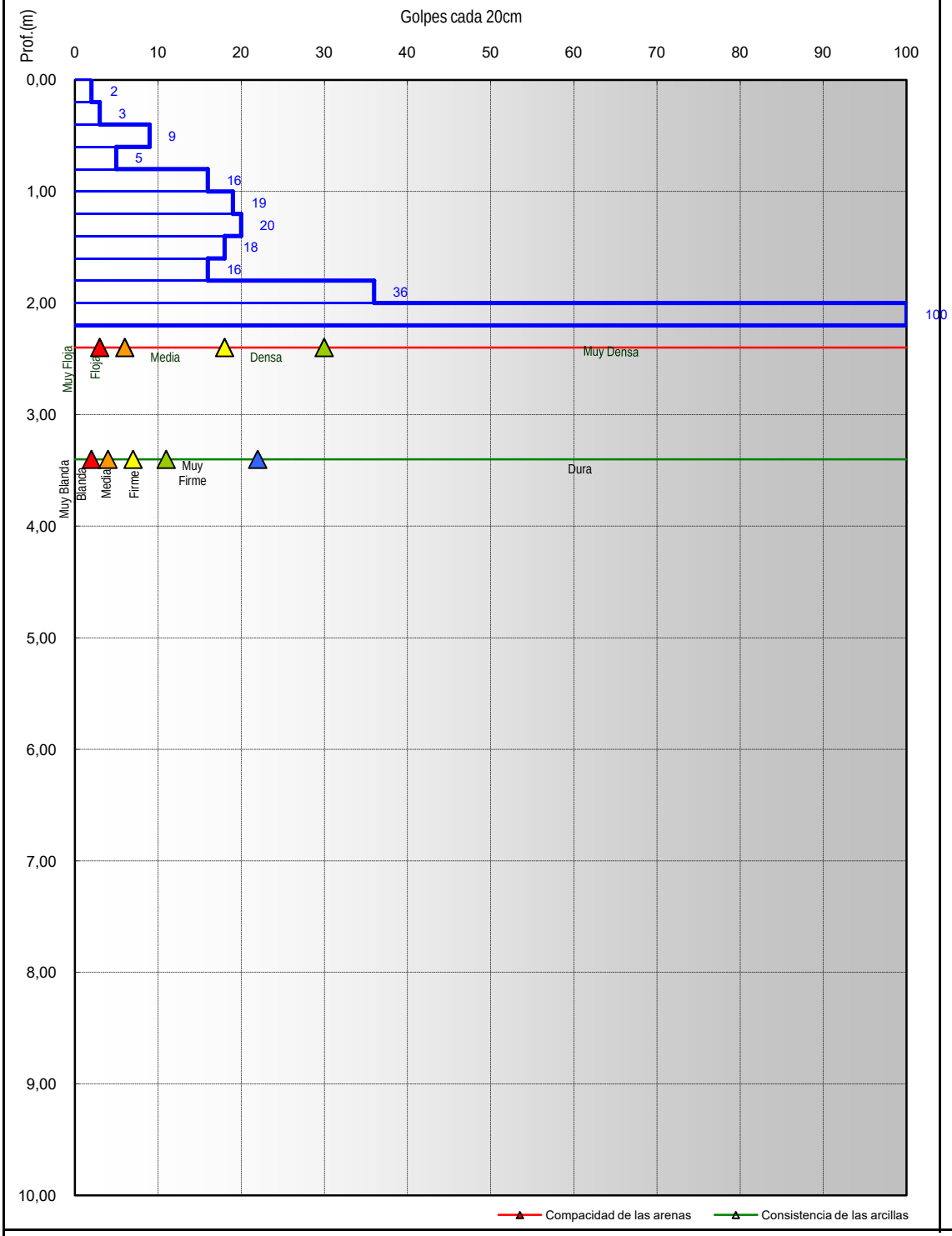
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	2	15,20	
0,40	3	15,40	
0,60	9	15,60	
0,80	5	15,80	
1,00	16	16,00	
1,20	19	16,20	
1,40	20	16,40	
1,60	18	16,60	
1,80	16	16,80	
2,00	36	17,00	
2,20	100	17,20	
2,40		17,40	
2,60		17,60	
2,80		17,80	
3,00		18,00	
3,20		18,20	
3,40		18,40	
3,60		18,60	
3,80		18,80	
4,00		19,00	
4,20		19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

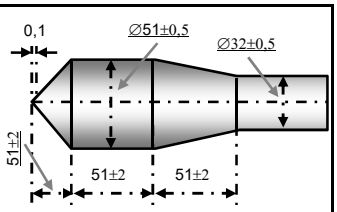
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**

Referencia: **P-14**

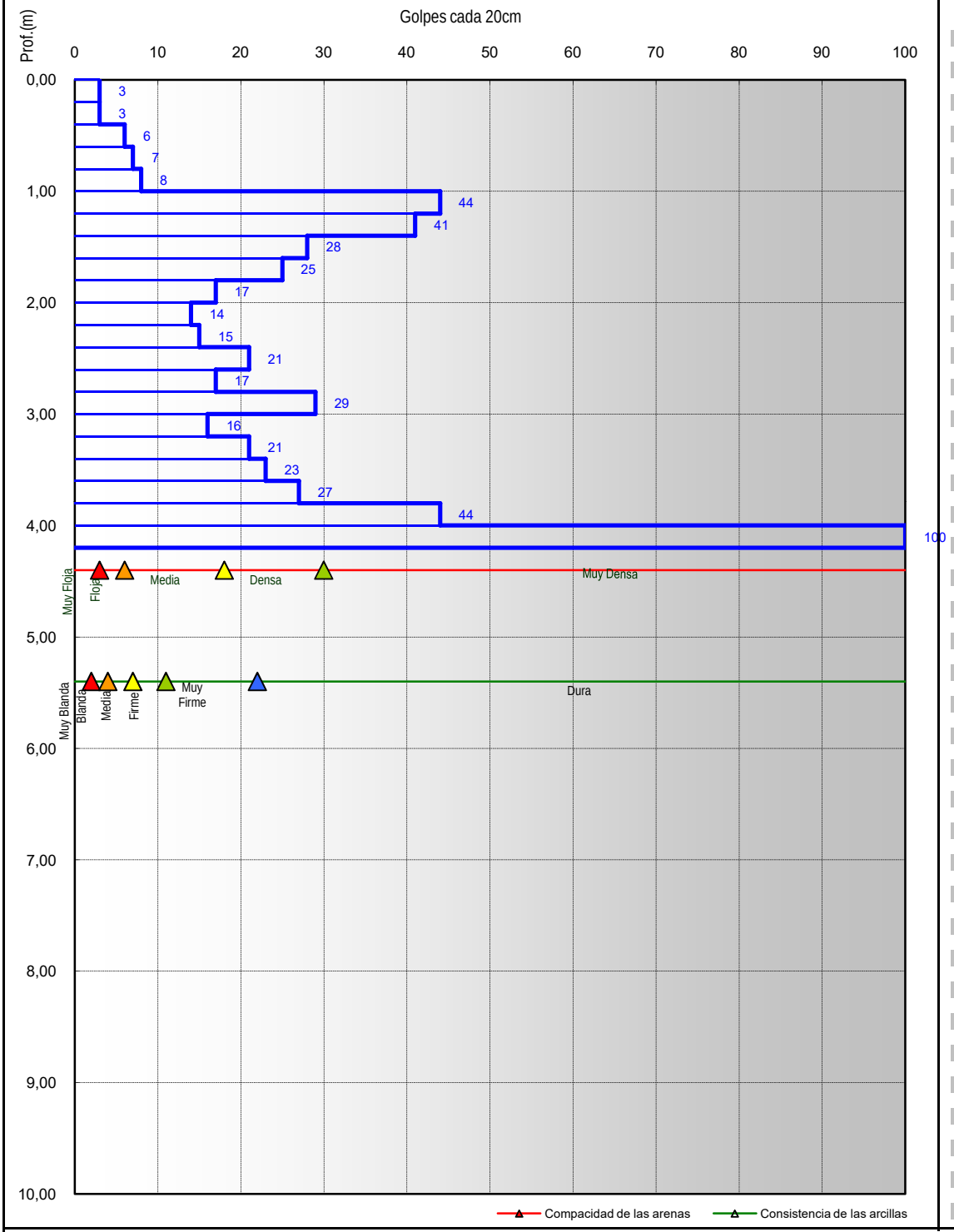
Expediente: **O/1706511**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	3	15,20	
0,40	3	15,40	
0,60	6	15,60	
0,80	7	15,80	
1,00	8	16,00	
1,20	44	16,20	
1,40	41	16,40	
1,60	28	16,60	
1,80	25	16,80	
2,00	17	17,00	
2,20	14	17,20	
2,40	15	17,40	
2,60	21	17,60	
2,80	17	17,80	
3,00	29	18,00	
3,20	16	18,20	
3,40	21	18,40	
3,60	23	18,60	
3,80	27	18,80	
4,00	44	19,00	
4,20	100	19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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 Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

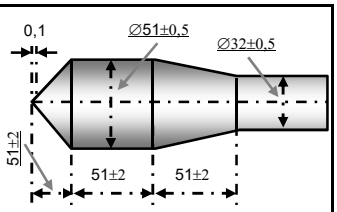
Referencia: P-15

Expediente: O/1706511

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado

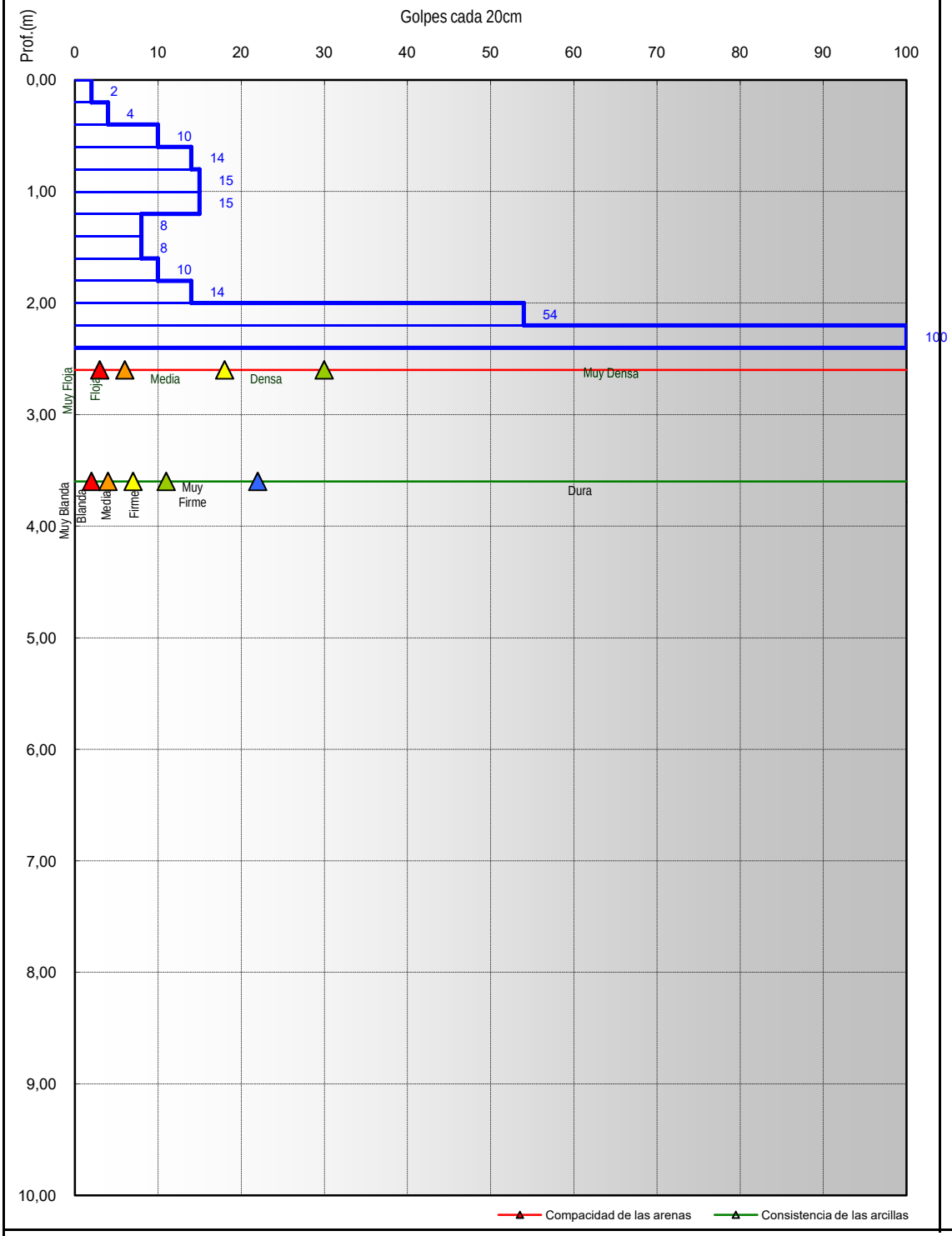
TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	**FECHA:**	marzo-18
COOR.UTM:	**X**	**Y**	**Z**



DPSH

Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg

Esquema y modelo



Prof.	N20	Prof.	N20
0,00	0		
0,20	2	15,20	
0,40	4	15,40	
0,60	10	15,60	
0,80	14	15,80	
1,00	15	16,00	
1,20	15	16,20	
1,40	8	16,40	
1,60	8	16,60	
1,80	10	16,80	
2,00	14	17,00	
2,20	54	17,20	
2,40	100	17,40	
2,60		17,60	
2,80		17,80	
3,00		18,00	
3,20		18,20	
3,40		18,40	
3,60		18,60	
3,80		18,80	
4,00		19,00	
4,20		19,20	
4,40		19,40	
4,60		19,60	
4,80		19,80	
5,00		20,00	
5,20		20,20	
5,40		20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4.2 Registro de calicatas

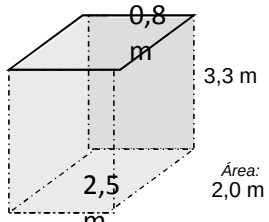
C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305174,911	Y: 4033340,06	Z:

Referencia: C-01

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00		0,40	TERRNEO VEGETAL. ARCILLAS ARENOSAS MARRÓN OSCURAS. - Raíces.		
0,50		2,00	RELLENO. ARCILLA LIMOSA CON BLOQUES DE ARENISCA. - Restos de obra.		
1,00					
1,50					
2,00					
2,50		0,90	ARCILLAS GRISES CON GRAVAS.	2,80 m	MA PI. 2,4m. PF. 3,3m.
3,00					
3,50					

MI (Muestra inalterada)
TP (Testigo parafinado)
MA (Muestra alterada)
PI (Profundidad inicial)
PF(Profunidad final)

Excavabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

Normas 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

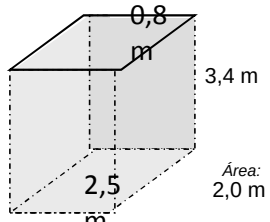
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305484,062	Y: 4033348,03	Z:

Referencia: C-02

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00 – 0,90		0,90	TERRNEO VEGETAL. ARCILLAS ARENOSAS MARRÓN OSCURAS. - Raíces.		
0,90 – 3,40		2,50	ARCILLAS LIMOSAS LITIFICADA. - Bloques de arenisca.		MA Pl. 3m. Pf. 3,4m.

MI (Muestra inalterada)
TP (Testigo parafinado)
MA (Muestra alterada)
Pl (Profundidad inicial)
Pf(Profunidad final)

Excavabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

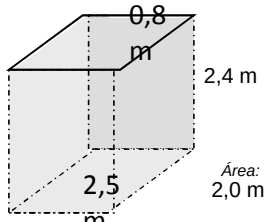
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305320,097	Y: 4033190,75	Z:

Referencia: C-03

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00 – 0,50		0,40	RELLENO. ARCILLA ARENOSA MARRÓN. - Raíces. - Restos antrópicos.		MA Pl. m. Pf. m.
0,50 – 3,50		2,00	ARCILLAS Y ARCILLAS LIMO ARENOSAS. - Lentes cementadas.		

MI (Muestra inalterada)
TP (Testigo parafinado)
MA (Muestra alterada)
Pl (Profundidad inicial)
Pf(Profunidad final)

Excavabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

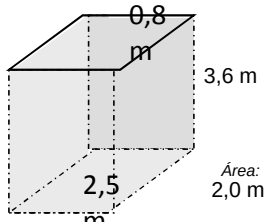
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305711,634	Y: 4033186,46	Z:

Referencia: C-04

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00		0,40	TERRENO VEGETAL. ARCILLAS MARRONES CON ARENAS.- Raíces.		MA Pl. m. Pf. m.
0,50					
1,00					
1,50					
2,00		3,20	ARCILLAS MARRÓNES. - Lentes cementadas.		
2,50					
3,00					
3,50					

Muestras: MI (Muestra inalterada) TP (Testigo parafinado) MA (Muestra alterada) PI (Profundidad inicial) PF(Profunidad final)

Excavabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

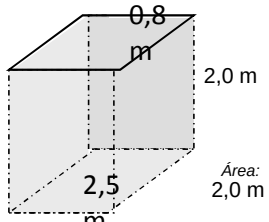
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305336,887	Y: 4033010,18	Z:

Referencia: C-05

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00 – 0,50		0,60	TERRENO VEGETAL. ARCILLAS MARRONES CON ARENAS.- Raíces.		
0,50 – 2,00		1,40	ARCILLAS MARRÓNES. - Lentes cementadas.		MA Pl. 1,6m. PF. 2m.
2,00 – 4,00					

MI (Muestra inalterada)
TP (Testigo parafinado)
MA (Muestra alterada)
PI (Profundidad inicial)
PF(Profunidad final)

Excavabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

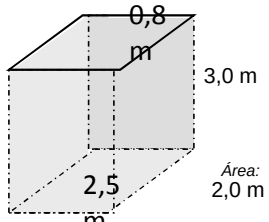
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)			
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS			
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18	
COOR.UTM:	X: 305881,009	Y: 4033126.9	Z:	

Referencia: C-06

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras
0,00		0,40	RELLENO. ARCILLA ARNEOSA MARRÓN		MA Pl. m. Pf. m.
0,50					
1,00					
1,50		2,60	ARCILLA Y ARCILLA ARENOSA CON LENTES CEMENTADAS.		
2,00					
2,50					
3,00					
3,50					
4,00					

Muestras
MI (Muestra Inalterada)
TP (Testigo parafinado)
MA (Muestra alterada)
PI (Profundidad inicial)
PF(Profunidad final)

Excavabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad
- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

Normas 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

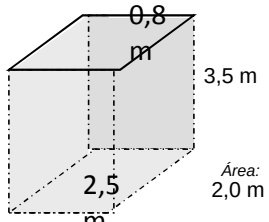
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305250,407	Y: 4032793,16	Z:

Referencia: C-07

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras (MI (Muestra inalterada) TP (Testigo parafinado) MA (Muestra alterada) PI (Profundidad inicial) PF(Profunidad final))
0,00 – 0,40		0,40	TERRENO VEGETAL. ARCILLAS LIMOSAS MARRONES. - Indicios de arenas.		
0,40 – 3,50		3,10	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES. - Indicios de arenas. - Nódulos carbonatados. - Cantos de arenisca.		MA Pl. 1,8m. PF. 2m.
3,50 – 4,00					

0,00 · 0,50 · 1,00 · 1,50 · 2,00 · 2,50 · 3,00 · 3,50 · 4,00

Excavabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

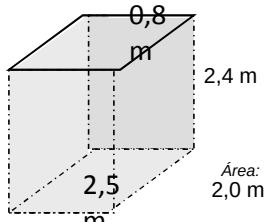
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305609,022	Y: 4032954,29	Z:

Referencia: C-08

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras (MI (Muestra inalterada), TP (Testigo parafinado), MA (Muestra alterada), PI (Profundidad inicial), PF(Profunidad final))
0,00 – 0,90		0,90	TERRENO VEGETAL. ARCILLAS LIMOSAS MARRONES. - Indicios de arenas.		
0,90 – 2,40		1,50	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES. - Indicios de arenas. Niveles de arcilla litificada competente.		MA Pl. 2m. PF. 2,4m.

0,00 · 0,50 · 1,00 · 1,50 · 2,00 · 2,50 · 3,00 · 3,50 · 4,00

Excavabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

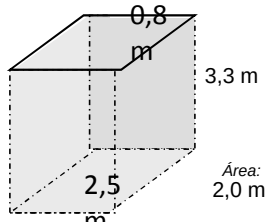
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

REGISTRO DE CALICATA

TRABAJO:	ESTUDIO DEL TERRENO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA (MÁLAGA)		
PETICIONARIO:	FUNDACIÓN ANTONIA GUERRERO DIAS Y OTROS		
MÁQUINA:	CASE 580 Super LE	FECHA:	2-feb-18
COOR.UTM:	X: 305881,765	Y: 4032911,37	Z:

Referencia: C-09

Expediente: O/1706511



Esquema y dimensiones de calicata

Profund. (m)	Columna estrat.	Espesor (m)	Descripción del testigo	Nivel freático	Muestras (MI (Muestra inalterada), TP (Testigo parafinado), MA (Muestra alterada), PI (Profundidad inicial), PF(Profunidad final))
0,00 – 1,20		1,20	RELLENO. ARCILLA ARNEOSA MARRÓN.		
1,20 – 3,30		2,10	ARCILLA LITIFICADA MARRÓN GRISÁCEA.		MA Pl. 3m. PF. 3,3m.

0,00 · 0,50 · 1,00 · 1,50 · 2,00 · 2,50 · 3,00 · 3,50 · 4,00

Excavabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Estabilidad

- [x] Buena
- [ ] Regular
- [ ] Mala

Notas

En el extremo de la calicata parece un bloque de arenisca muy compacta que impide bajar de 1.20 m en esa zona.

Documentación Fotográfica

FECHA:

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

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

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
AREA DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia), ÁREA DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: D (Ensayos de reconocimiento geotécnico)

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C/ Benaque, 9 (29004)
MÁLAGA
Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214
malaga@cemosa.es

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2442	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-01 COTA 3.3	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-01 COTA 3.3	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo Marginal.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

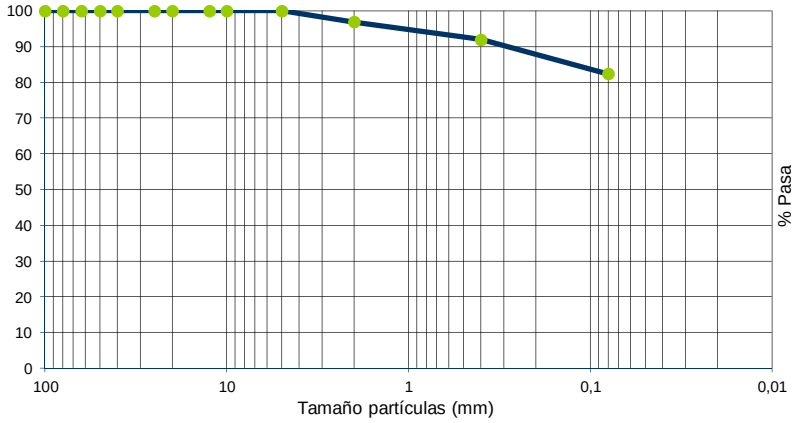
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-01 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-01 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2442

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	96,9
0,4	92,0
0,08	82,4

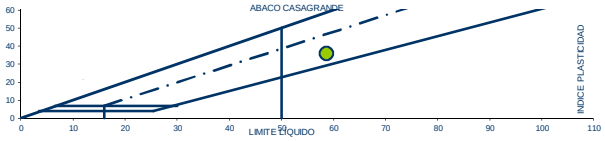


Límites de Atterberg

Límite líquido: 58,6 Límite plástico: 22,4 Índice de plasticidad: 36,2 -

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad U.S.C.S. CH
AASHTO: A-7-6 Índice de grupo: 20



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201
Materia Orgánica (%) - UNE 103204 0,616
Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114 0,213
Yesos -NLT-115 NO CONTIENE

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-01 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-01 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2442

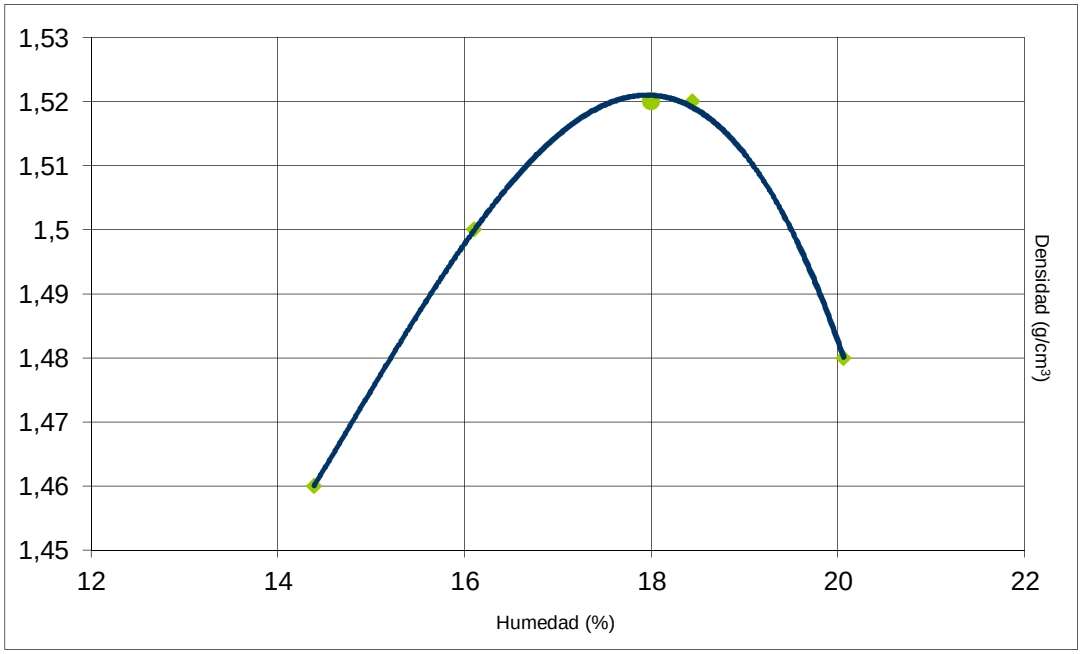
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	12	14	16	18	
Densidad (g/cm^3)	1,46	1,50	1,52	1,48	
Humedad (%)	14,39	16,10	18,44	20,06	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,52
Humedad Óptima (%):	18,0
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,52
Humedad Corregida (%):	18,0

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-01 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-01 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2442

Índice C.B.R.

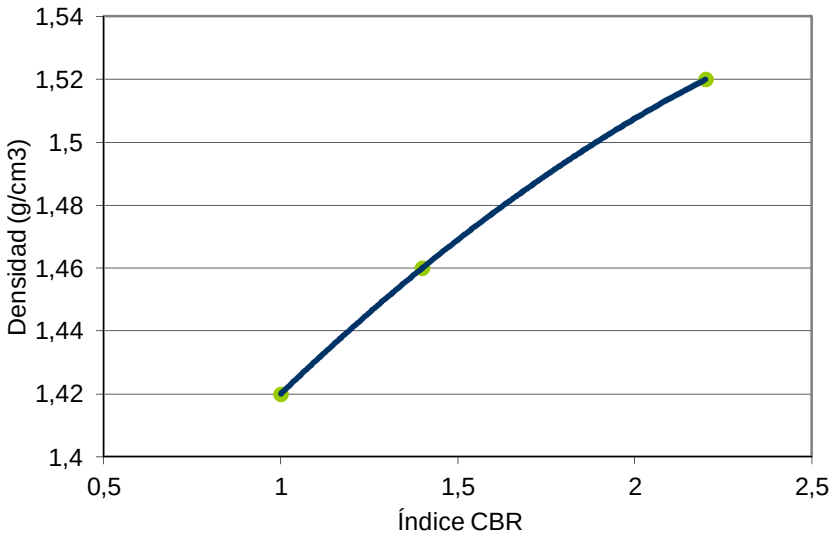
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	SÍ
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	17,95	17,92	17,98
Humedad después inmersión (%)	33,99	31,78	30,08
Energía Compactación (%)	100,00	50,00	25,00
Hinchamiento (%)	5,57	3,85	4,63
Densidad (g/cm^3)	1,42	1,46	1,52
Índice C.B.R.	1,00	1,40	2,20

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,52
Humedad Óptima (%):	18,0

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,52	**2,20**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,49	**1,75**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,44	**1,23**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-01 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-01 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2442

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,79
Densidad seca (g/cm^3):	1,52
Humedad inicial (%):	17,86
Humedad final (%):	26,14

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	5010	0,04-
0,20	5000	-
0,50	4951	0,20
1,00	4869	0,52
2,00	4730	1,08
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4770	0,92

Índice de colapso (I) %: 0,203
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,200

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005369/2 Anula a: 01-18/005369/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-01 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-01 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2442

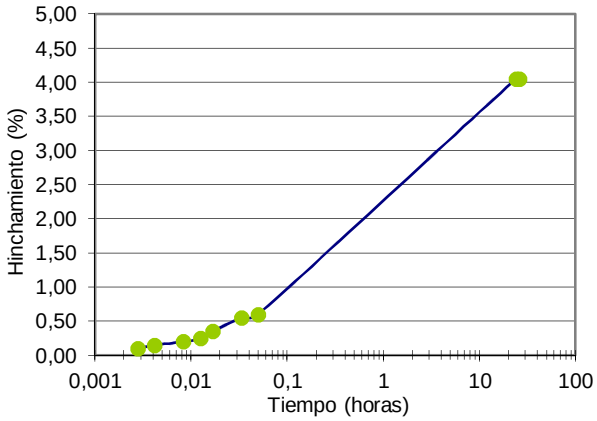
Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,78
Densidad seca (g/cm^3):	1,51
Humedad inicial (%):	17,77
Humedad final (%):	27,25

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4970	0
10,00	S	0,002778	4990	0,10
15,00	S	0,004167	5000	0,15
30,00	S	0,008333	5010	0,20
45,00	S	0,0125	5020	0,25
1,00	MI	0,016667	5040	0,35
2,00	MI	0,033333	5080	0,55
3,00	MI	0,05	5090	0,60
24,00	HR	24	5780	4,05
26,00	HR	26	5780	4,05



Hinchamiento Libre (%): 4,05

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2443	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-02 COTA 3.4	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-02 COTA 3.4	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo Tolerable.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

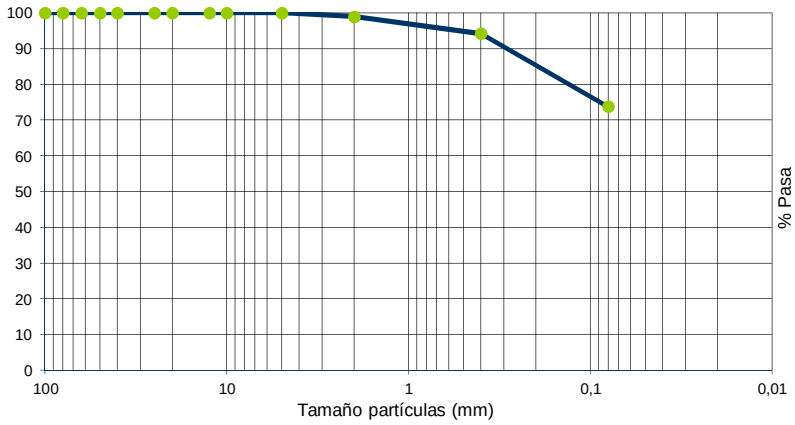
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-02 COTA 3.4

LUGAR DE TOMA: C-02 COTA 3.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2443

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,0
0,4	94,2
0,08	73,8

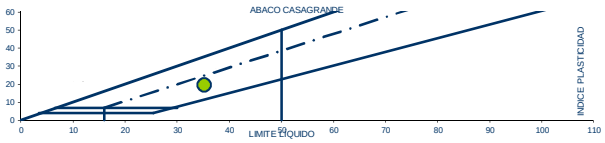


Límites de Atterberg

Límite líquido: 35,1 Límite plástico: 15,3 Índice de plasticidad: 19,8 -

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad U.S.C.S. CL
AASHTO: A-6 Índice de grupo: 13



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201
Materia Orgánica (%) - UNE 103204 0,411
Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114 0,496
Yesos -NLT-115 NO CONTIENE

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-02 COTA 3.4

LUGAR DE TOMA: C-02 COTA 3.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2443

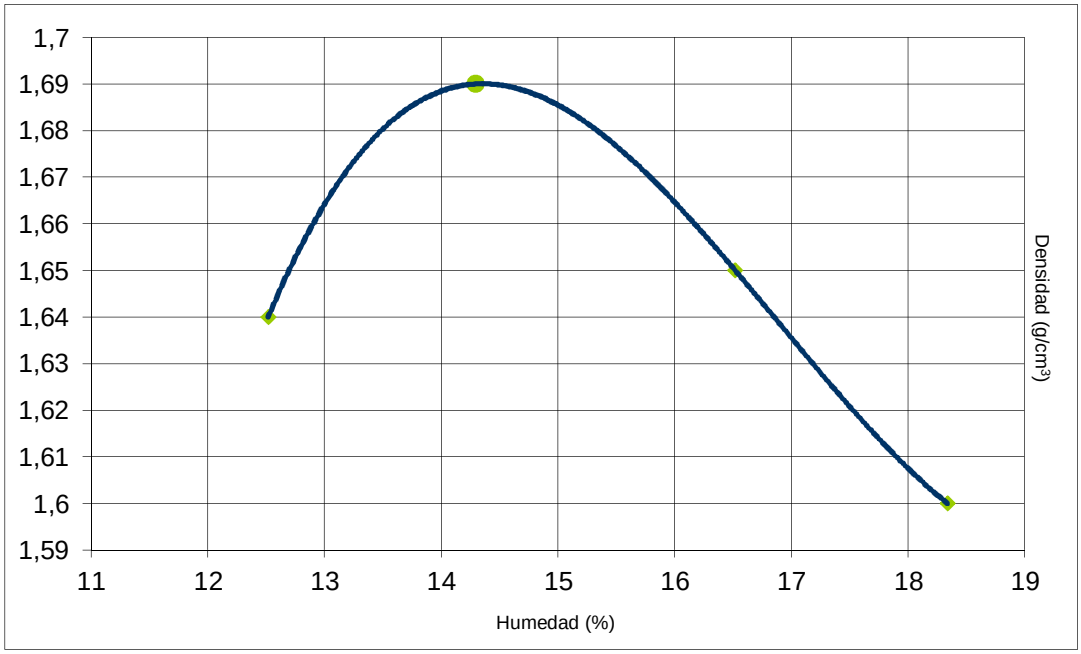
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	12	14	16	18	
Densidad (g/cm^3)	1,64	1,69	1,65	1,60	
Humedad (%)	12,52	14,30	16,52	18,34	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,69
Humedad Óptima (%):	14,3
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,69
Humedad Corregida (%):	14,3

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-02 COTA 3.4

LUGAR DE TOMA: C-02 COTA 3.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2443

Índice C.B.R.

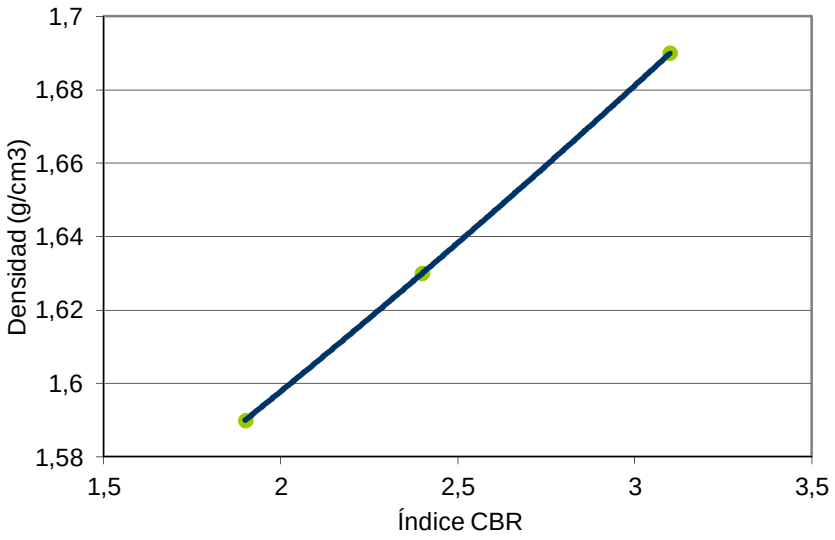
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	NO
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	14,11	14,13	14,27
Humedad después inmersión (%)	27,12	24,41	23,22
Energía Compactación (%)	25,00	50,00	100,00
Hinchamiento (%)	5,08	4,30	3,78
Densidad (g/cm^3)	1,59	1,63	1,69
Índice C.B.R.	1,90	2,40	3,10

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,69
Humedad Óptima (%):	14,3

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,69	**3,10**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,656	**2,71**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,61	**2,10**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-02 COTA 3.4

LUGAR DE TOMA: C-02 COTA 3.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2443

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,93
Densidad seca (g/cm^3):	1,69
Humedad inicial (%):	14,28
Humedad final (%):	19,45

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	4970	0,12
0,20	4948	0,21
0,50	4879	0,48
1,00	4768	0,93
2,00	4595	1,62
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4410	2,36

Índice de colapso (I) %: 0,944
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,925

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005372/2 Anula a: 01-18/005372/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-02 COTA 3.4
LUGAR DE TOMA: C-02 COTA 3.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2443

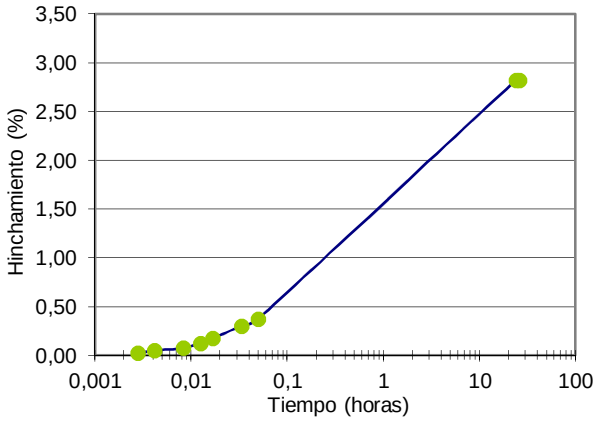
Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,92
Densidad seca (g/cm^3):	1,68
Humedad inicial (%):	14,06
Humedad final (%):	21,45

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4965	0
10,00	S	0,002778	4970	0,03
15,00	S	0,004167	4975	0,05
30,00	S	0,008333	4980	0,08
45,00	S	0,0125	4990	0,13
1,00	MI	0,016667	5000	0,18
2,00	MI	0,033333	5025	0,30
3,00	MI	0,05	5040	0,38
24,00	HR	24	5529	2,82
26,00	HR	26	5529	2,82



Hinchamiento Libre (%): 2,82

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2445	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-05 COTA 1.6	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-05 COTA 1.6	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo Tolerable.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

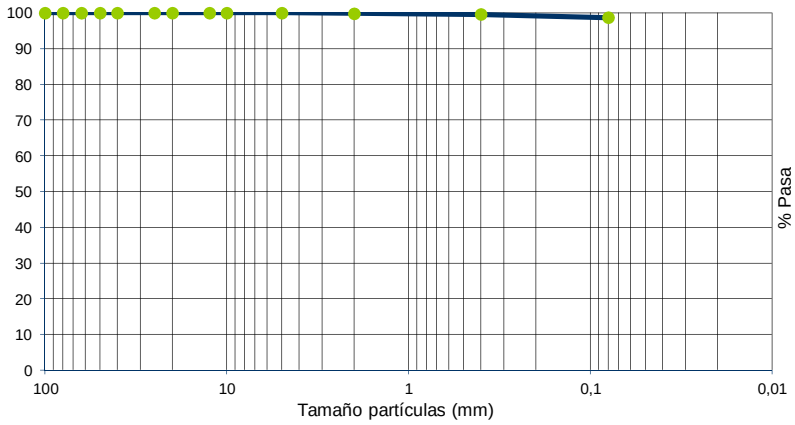
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-05 COTA 1.6

LUGAR DE TOMA: C-05 COTA 1.6
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2445

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,9
0,4	99,6
0,08	98,7

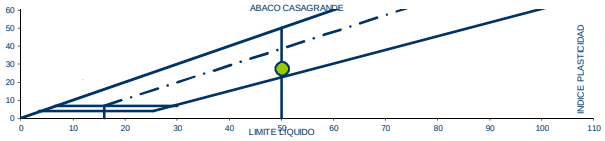


Límites de Atterberg

Límite líquido: 50,1 Límite plástico: 22,4 Índice de plasticidad: 27,6 -

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad U.S.C.S. CH
AASHTO: A-7-6 Índice de grupo: 20



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201		Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114	0,889
Materia Orgánica (%) - UNE 103204	0,452	Yesos -NLT-115	0,136

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-05 COTA 1.6

LUGAR DE TOMA: C-05 COTA 1.6
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2445

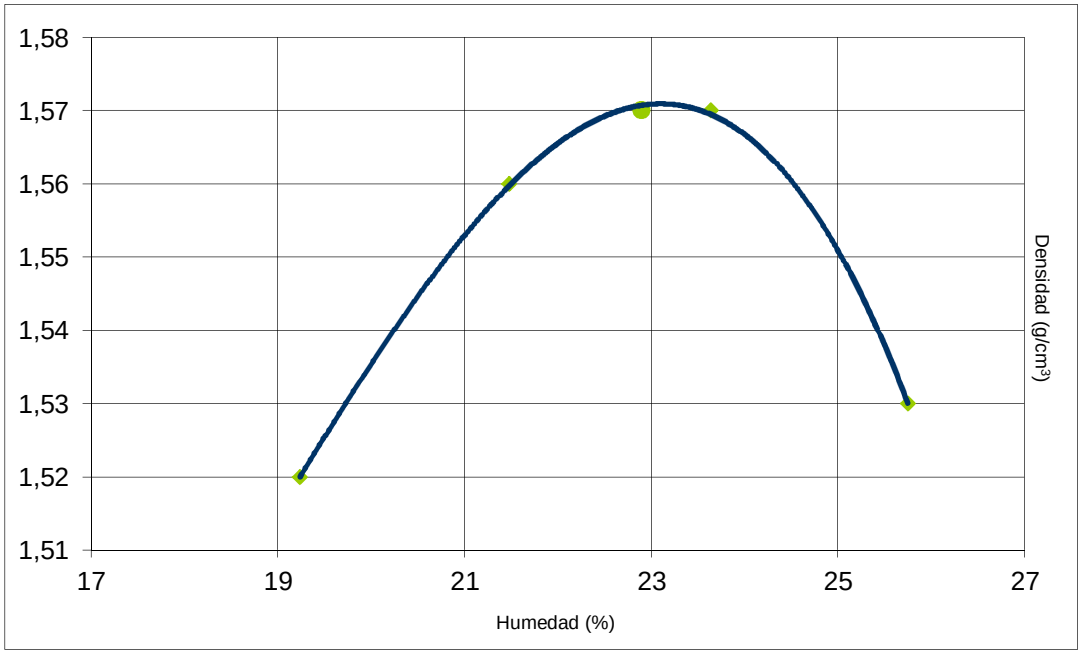
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	16	18	20	22	
Densidad (g/cm^3)	1,52	1,56	1,57	1,53	
Humedad (%)	19,24	21,48	23,64	25,75	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,57
Humedad Óptima (%):	22,9
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,57
Humedad Corregida (%):	22,9

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-05 COTA 1.6

LUGAR DE TOMA: C-05 COTA 1.6
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2445

Índice C.B.R.

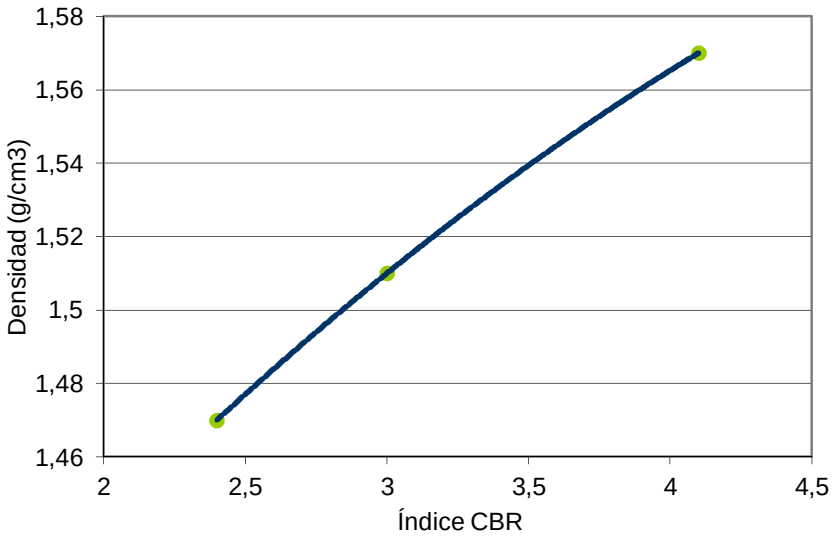
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	NO
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	22,92	22,87	22,77
Humedad después inmersión (%)	29,41	26,44	25,57
Energía Compactación (%)	25,00	50,00	100,00
Hinchamiento (%)	1,31	1,14	0,98
Densidad (g/cm^3)	1,47	1,51	1,57
Índice C.B.R.	2,40	3,00	4,10

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,57
Humedad Óptima (%):	22,9

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,57	**4,10**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,539	**3,49**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,49	**2,71**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-05 COTA 1.6

LUGAR DE TOMA: C-05 COTA 1.6
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2445

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,93
Densidad seca (g/cm^3):	1,57
Humedad inicial (%):	22,97
Humedad final (%):	24,48

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	4920	0,32
0,20	4870	0,52
0,50	4763	0,95
1,00	4620	1,52
2,00	4418	2,33
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4425	2,30

Índice de colapso (I) %: 0,036
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,035

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005376/2 Anula a: 01-18/005376/1

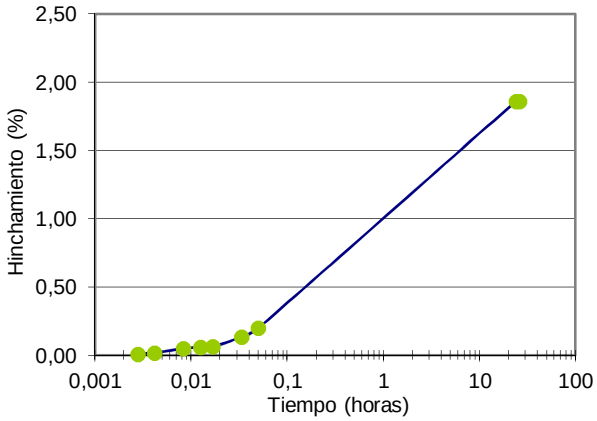
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-05 COTA 1.6
LUGAR DE TOMA: C-05 COTA 1.6
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2445

Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra		Datos de la célula	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,93	Altura (mm):	20,00
Densidad seca (g/cm^3):	1,57	Área (cm^2):	19,63
Humedad inicial (%):	22,67	Volumen (cm^3):	39,26
Humedad final (%):	25,79		

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4968	0
10,00	S	0,002778	4970	0,01
15,00	S	0,004167	4972	0,02
30,00	S	0,008333	4978	0,05
45,00	S	0,0125	4980	0,06
1,00	MI	0,016667	4981	0,07
2,00	MI	0,033333	4995	0,14
3,00	MI	0,05	5008	0,20
24,00	HR	24	5340	1,86
26,00	HR	26	5340	1,86



Hinchamiento Libre (%): 1,86

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2447	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-07 COTA 1.8	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-07 COTA 1.8	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo tolerable.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

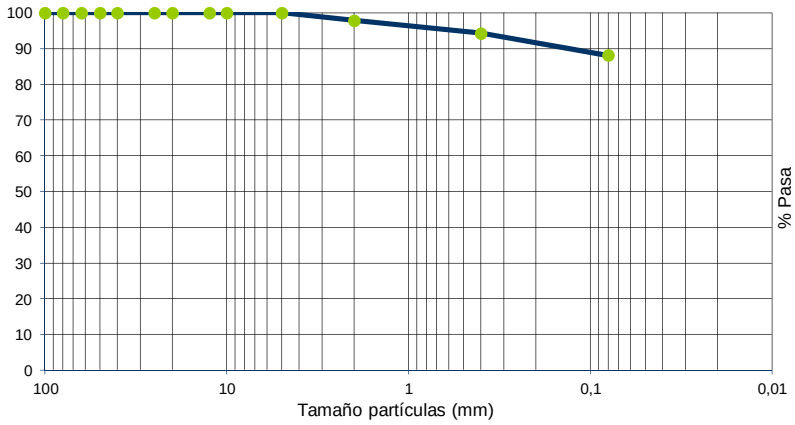
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-07 COTA 1.8

LUGAR DE TOMA: C-07 COTA 1.8
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2447

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	97,9
0,4	94,3
0,08	88,1

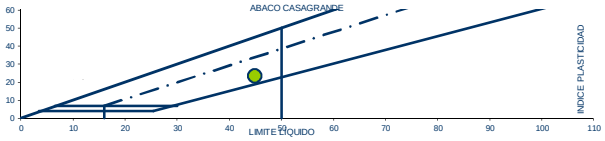


Límites de Atterberg

Límite líquido: 44,8 Límite plástico: 20,9 Índice de plasticidad: 23,9 -

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad U.S.C.S. CL
AASHTO: A-7-6 Índice de grupo: 20



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201
Materia Orgánica (%) - UNE 103204 0,330
Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114 0,832
Yesos -NLT-115 NO CONTIENE

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-07 COTA 1.8

LUGAR DE TOMA: C-07 COTA 1.8
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2447

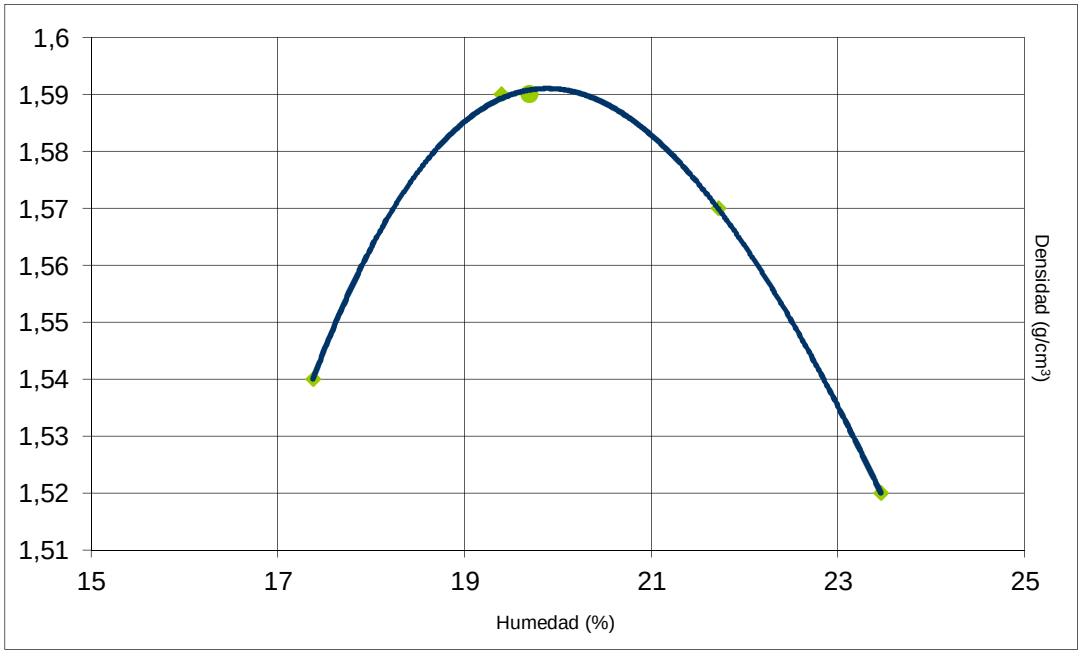
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	14	16	18	20	
Densidad (g/cm^3)	1,54	1,59	1,57	1,52	
Humedad (%)	17,38	19,40	21,72	23,46	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,59
Humedad Óptima (%):	19,7
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,59
Humedad Corregida (%):	19,7

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-07 COTA 1.8

LUGAR DE TOMA: C-07 COTA 1.8
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2447

Índice C.B.R.

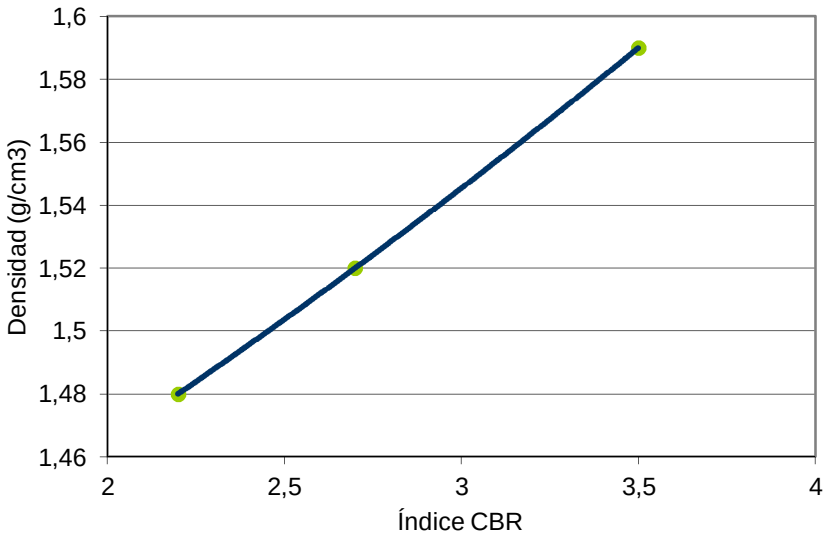
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	NO
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	19,59	19,51	19,79
Humedad después inmersión (%)	28,44	26,05	24,38
Energía Compactación (%)	25,00	50,00	100,00
Hinchamiento (%)	4,07	3,30	2,96
Densidad (g/cm^3)	1,48	1,52	1,59
Índice C.B.R.	2,20	2,70	3,50

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,59
Humedad Óptima (%):	19,7

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,59	**3,50**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,558	**3,15**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,51	**2,58**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-07 COTA 1.8

LUGAR DE TOMA: C-07 COTA 1.8
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2447

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,88
Densidad seca (g/cm^3):	1,58
Humedad inicial (%):	19,49
Humedad final (%):	25,27

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	4939	0,24
0,20	4890	0,44
0,50	4775	0,90
1,00	4649	1,40
2,00	4455	2,18
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4450	2,20

Índice de colapso (I) %: 0,026
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,025

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005423/2 Anula a: 01-18/005423/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-07 COTA 1.8

LUGAR DE TOMA: C-07 COTA 1.8
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2447

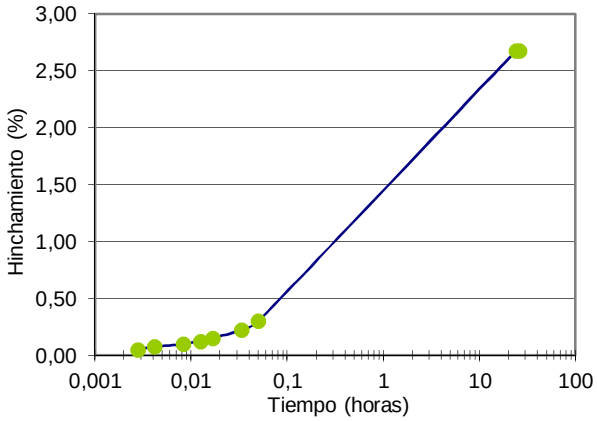
Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,91
Densidad seca (g/cm^3):	1,59
Humedad inicial (%):	19,89
Humedad final (%):	24,93

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4950	0
10,00	S	0,002778	4960	0,05
15,00	S	0,004167	4965	0,08
30,00	S	0,008333	4970	0,10
45,00	S	0,0125	4975	0,13
1,00	MI	0,016667	4980	0,15
2,00	MI	0,033333	4995	0,23
3,00	MI	0,05	5010	0,30
24,00	HR	24	5485	2,68
26,00	HR	26	5485	2,68



Hinchamiento Libre (%): 2,68

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2446	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-08 COTA 2.4	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-08 COTA 2.4	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo tolerable.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

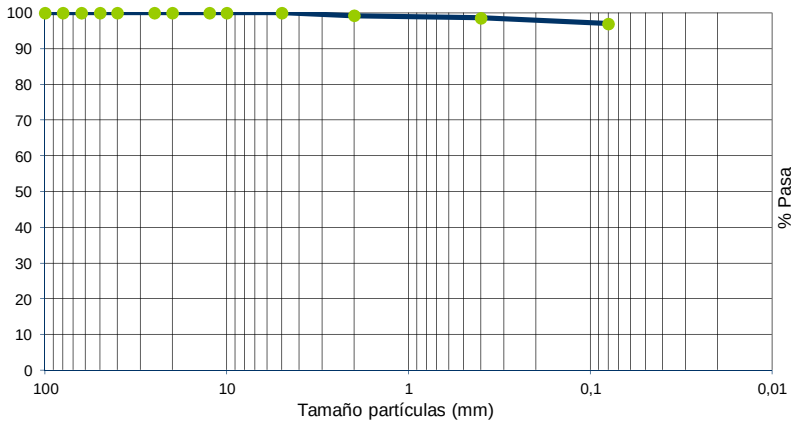
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-08 COTA 2.4

LUGAR DE TOMA: C-08 COTA 2.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2446

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,2
0,4	98,6
0,08	97,0

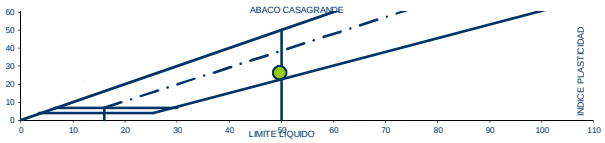


Límites de Atterberg

Límite líquido: 49,6 Límite plástico: 23,2 Índice de plasticidad: 26,4 -

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad U.S.C.S. CL
AASHTO: A-7-6 Índice de grupo: 20



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201
Materia Orgánica (%) - UNE 103204 0,329
Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114 0,767
Yesos -NLT-115 NO CONTIENE

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-08 COTA 2.4

LUGAR DE TOMA: C-08 COTA 2.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2446

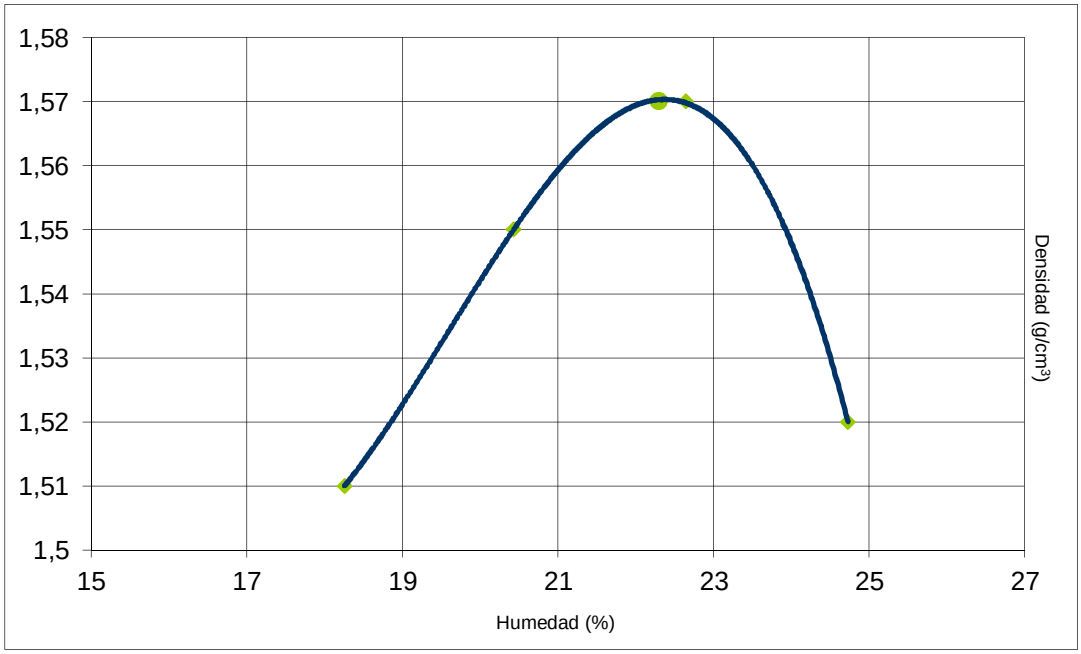
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	16	18	20	22	
Densidad (g/cm^3)	1,51	1,55	1,57	1,52	
Humedad (%)	18,26	20,43	22,65	24,73	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,57
Humedad Óptima (%):	22,3
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,57
Humedad Corregida (%):	22,3

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-08 COTA 2.4

LUGAR DE TOMA: C-08 COTA 2.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2446

Índice C.B.R.

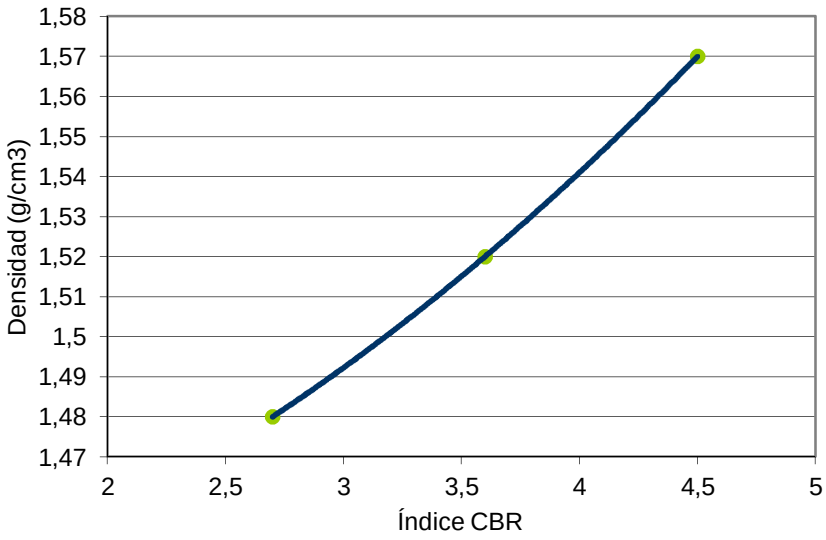
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	NO
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	22,25	22,30	22,33
Humedad después inmersión (%)	27,21	25,71	24,33
Energía Compactación (%)	25,00	50,00	100,00
Hinchamiento (%)	3,12	2,32	1,50
Densidad (g/cm^3)	1,48	1,52	1,57
Índice C.B.R.	2,70	3,60	4,50

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,57
Humedad Óptima (%):	22,3

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,57	**4,50**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,539	**3,96**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,49	**2,98**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-08 COTA 2.4

LUGAR DE TOMA: C-08 COTA 2.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2446

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,90
Densidad seca (g/cm^3):	1,56
Humedad inicial (%):	22,27
Humedad final (%):	25,97

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	4911	0,36
0,20	4855	0,58
0,50	4709	1,16
1,00	4535	1,86
2,00	4285	2,86
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4305	2,78

Índice de colapso (I) %: 0,104
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,100

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005388/2 Anula a: 01-18/005388/1

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-08 COTA 2.4
LUGAR DE TOMA: C-08 COTA 2.4
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2446

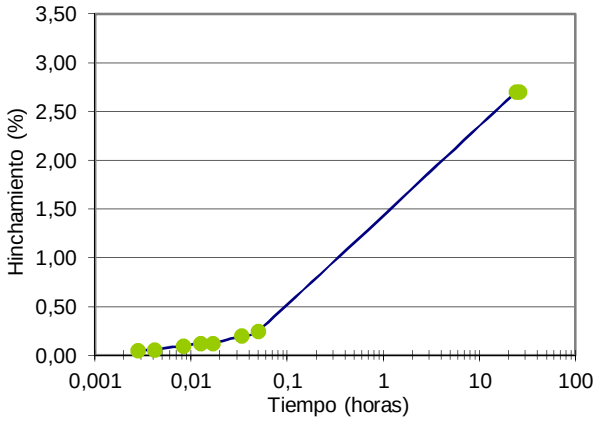
Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,92
Densidad seca (g/cm^3):	1,57
Humedad inicial (%):	22,18
Humedad final (%):	26,13

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4940	0
10,00	S	0,002778	4950	0,05
15,00	S	0,004167	4952	0,06
30,00	S	0,008333	4960	0,10
45,00	S	0,0125	4965	0,13
1,00	MI	0,016667	4965	0,13
2,00	MI	0,033333	4980	0,20
3,00	MI	0,05	4990	0,25
24,00	HR	24	5480	2,70
26,00	HR	26	5480	2,70



Hinchamiento Libre (%): 2,70

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

Original Laboratorio

Ensayos de Idoneidad de Suelos

1.MATERIAL

FECHA DE TOMA	01/02/2018 11:00	FECHA DE REGISTRO:	15/02/2018
COD. MUESTRA	201/1/2018/2444	MODALIDAD MUESTREO:	GEO - Muestreado por Geotecnia
TIPO MATERIAL:	Suelo	ALBARÁN:	G-1706511
NORMA MUESTREO:		OPERADOR DE TOMA:	JOSE ANT MONTAÑEZ TRIANO
LUGAR DE TOMA:	C-09 COTA 3.3	PROCED. MUESTREO:	
PROCEDENCIA:		CANTIDAD DE MUESTRA:	-
LOTE LABORATORIO:		UBICACIÓN:	
DESC. MUESTRA:	C-09 COTA 3.3	LOTE CLIENTE:	
OBSERVACIONES			

2.TRABAJOS REALIZADOS

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

- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Próctor Normal	UNE 103500:1994
- SUE Índice C.B.R.-Próctor Modificado (	UNE 103502:1995
- SUE Hinchamiento libre en edométro	UNE 103601:1996
- SUE Materia orgánica (agua oxigenada)	UNE 7368:1977
- SUE Sales solubles	NLT 114:1999
- SUE Ensayo de colapso	NLT 254:1999
- SUE Contenido de yesos	NLT 115:1999

3.RESULTADOS

Atendiendo a los ensayos realizados y de acuerdo con el pliego , el material ensayado se califica como Suelo Marginal.
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

22/02/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

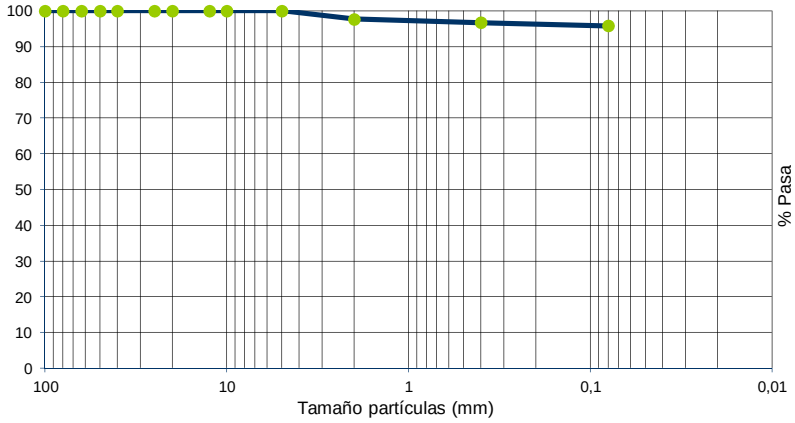
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-09 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-09 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2444

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	97,7
0,4	96,7
0,08	95,8

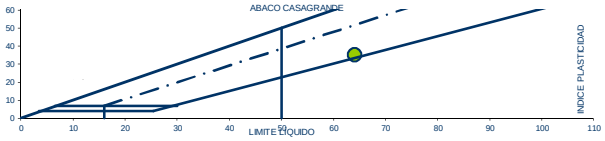


Límites de Atterberg

Límite líquido: 64,0 Límite plástico: 28,4 Índice de plasticidad: 35,6 -

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad U.S.C.S. CH
AASHTO: A-7-6 Índice de grupo: 20



Análisis químico

Sulfatos (%SO3) - UNE 103201
Materia Orgánica (%) - UNE 103204 0,369
Sales Solubles (g/100 g suelo) - NLT-114 0,393
Yesos -NLT-115 NO CONTIENE

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

Málaga , 22 de febrero de 2018

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-09 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-09 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2444

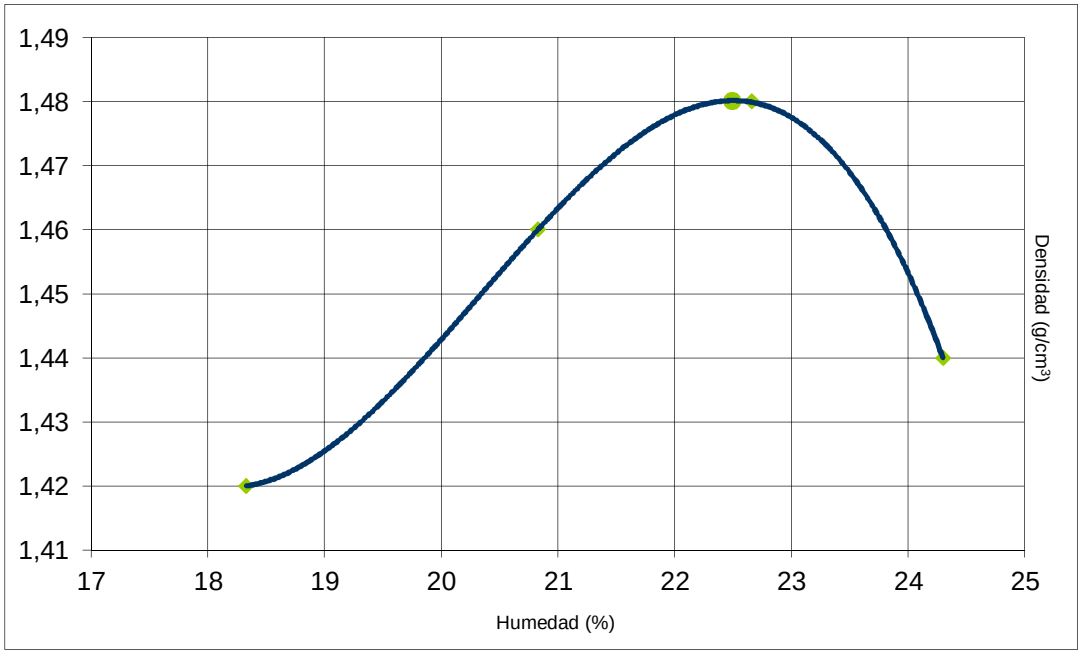
Ensayo de Compactación (Próctor Normal)

Datos del molde	
Volumen molde (cm^3)	1000
Maza (kg)	2,5
Altura de caída (cm)	30,50
Nº de capas	3
Nº de golpes por capa	26

Resultados					
Punto nº	1	2	3	4	
% Agua añadida	16	18	20	22	
Densidad (g/cm^3)	1,42	1,46	1,48	1,44	
Humedad (%)	18,33	20,83	22,66	24,30	

Densidad Máxima (g/cm^3):	1,48
Humedad Óptima (%):	22,5
Densidad Corregida (g/cm^3):	1,48
Humedad Corregida (%):	22,5

Material Grueso	
Cantidad (%)	-
Densidad (g/cm^3)	-



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-09 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-09 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2444

Índice C.B.R.

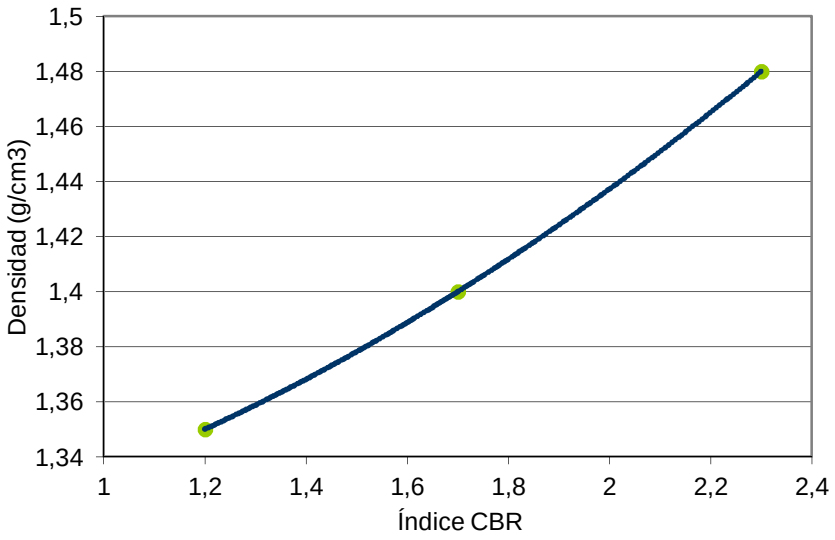
Datos de la muestra	
Material:	Suelo
Tipo de muestra:	COMPACTADA

Datos del ensayo			
Sobrecarga utilizada (Kg):	13,60	Sustitución de material:	NO
Material retenido tamiz 20 mm:			
Tipo de C.B.R.:	NORMAL		

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Humedad antes inmersión (%)	22,27	22,64	22,36
Humedad después inmersión (%)	34,18	32,19	30,37
Energía Compactación (%)	25,00	50,00	100,00
Hinchamiento (%)	5,16	4,62	4,10
Densidad (g/cm^3)	1,35	1,4	1,48
Índice C.B.R.	1,20	1,70	2,30

Tipo Próctor:	NORMAL
Densidad Máxima (g/cm^3):	1,48
Humedad Óptima (%):	22,5

Densidades			C.B.R.
Densidad Máxima (g/cm^3)		1,48	**2,30**
98	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,45	**2,10**
95	%Densidad Máxima (g/cm^3)	1,41	**1,75**



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)

Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-09 COTA 3.3

LUGAR DE TOMA: C-09 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2444

Colapso en suelos

Datos de la muestra	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,82
Densidad seca (g/cm^3):	1,48
Humedad inicial (%):	22,55
Humedad final (%):	29,29

Datos de la célula	
Altura (mm):	20,00
Área (cm^2):	19,63
Volumen (cm^3):	39,26

PRESIÓN VERTICAL:

PRESIÓN (Kg/cm^2)	LECTURA milésima de mm	ASIENTO (mm)
Proceso de carga sin inundar		
0,00	5000	-
0,10	4960	0,16
0,20	4925	0,30
0,50	4840	0,64
1,00	4740	1,04
2,00	4581	1,68
Carga inundada en equilibrio		
2,00	4595	1,62

Índice de colapso (I) %: 0,071
Potencial Porcentual de Colapso (Ic) %: 0,070

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1706511/1/01/02
Obra: ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DELL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ESTEPONA. (MÁLAGA)
Peticionario: JUNTA COMPENSACIÓN SUR R-1
Dirección: C/REAL 99 3º 29680 ESTEPONA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-18/005374/3 Anula a: 01-18/005374/2

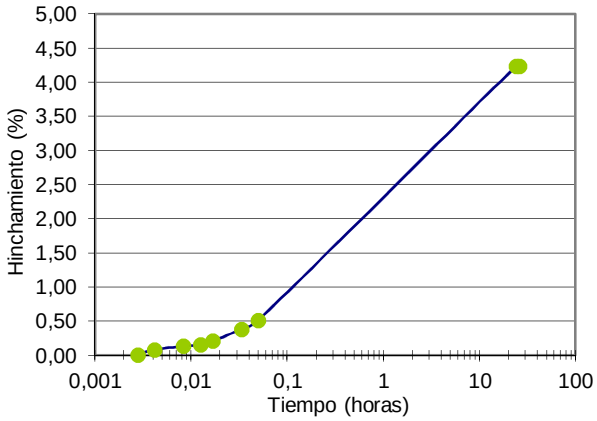
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: C-09 COTA 3.3
LUGAR DE TOMA: C-09 COTA 3.3
CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2018/2444

Hinchamiento Libre de un Suelo en Edómetro

Datos de la muestra		Datos de la célula	
Densidad húmeda (g/cm^3):	1,82	Altura (mm):	20,00
Densidad seca (g/cm^3):	1,48	Área (cm^2):	19,63
Humedad inicial (%):	22,74	Volumen (cm^3):	39,26
Humedad final (%):	29,41		

PRESIÓN VERTICAL:

TIEMPO		TIEMPO	LECTURA	HINCHAMIENTO
		horas	mm	%
0,00	S	0	4968	0
10,00	S	0,002778	4970	0,01
15,00	S	0,004167	4985	0,09
30,00	S	0,008333	4995	0,14
45,00	S	0,0125	5000	0,16
1,00	MI	0,016667	5010	0,21
2,00	MI	0,033333	5045	0,39
3,00	MI	0,05	5070	0,51
24,00	HR	24	5815	4,24
26,00	HR	26	5815	4,24



Hinchamiento Libre (%): 4,24

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
22 de febrero de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

FICHA DOCUMENTAL

El presente informe, de título **INFORME GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR SUP-RI "SALADAVIEJA", ETEPONA, MÁLAGA** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Málaga**, en la siguiente dirección:

C/ Benaque, 9 (29004)

MÁLAGA

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214

malaga@cemosa.es

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

Carlos Álvarez Calvo

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356