

ESTUDIO GEOTÉCNICO

REDACCIÓN: Junio de 2010

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.

TRABAJO: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS,
ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA).

EXPEDIENTE: 1/0075/039 - PRESUPUESTO: 2010/03536



cemosa

Ingeniería y Control

Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A.

C. Benaque 9, 29004 Málaga

902 111 400

www.cemosa.es

ÍNDICE

MEMORIA

1	Introducción	1
2	Trabajo realizado	2
2.1	Trabajo de campo	2
2.2	Trabajo de laboratorio	3
3	Resultados	3
3.1	Geología y geomorfología	3
3.1.1	Localización geográfica.....	3
3.1.2	Encuadre geológico general.....	4
3.1.3	Encuadre geológico local	6
3.1.4	Geomorfología e hidrogeología	7
3.1.5	Sismicidad.....	9
3.2	Resultado de los sondeos a rotación.....	11
3.3	Resultados de los ensayos de laboratorio.....	13
4	Análisis de resultados	15
4.1	Propiedades geotécnicas del terreno.	15
5	Análisis de las causas de la inestabilidad.....	19
6	Análisis de soluciones	21
6.1	Definición y metodología	23
6.2	Estimación de la mejora de la resistencia.....	23
6.3	Estimación de parámetros.....	24
6.4	Resultados obtenidos.....	24
6.5	Medidas complementarias	25
7	Referencias.....	25
8	Resumen y recomendaciones	26
8.1	Resumen de los trabajos realizados y de las conclusiones alcanzadas	26
8.2	Recomendaciones generales	27

ANEJOS

ANEJO 1. Planta de localización de la parcela y de situación de prospecciones

- ANEJO 2. Registro de sondeos a rotación
- ANEJO 3. Fotografías de testigos de sondeos a rotación
- ANEJO 4. Actas de ensayos de laboratorio

MEMORIA

1 Introducción

El presente documento constituye el Estudio Geotécnico solicitado a CEMOSA por D. Emilio Raúl Bullejos en nombre y representación del Ayuntamiento de Alhaurin de la Torre, según presupuesto 2010/03536.

La zona en estudio se centra en el denominado Carril de los Cocos en el T. M. de Alhaurín de la Torre, a lo largo del cual se han detectado una serie de patologías relacionadas con una inestabilidad que afectado a gran parte de la calzada del vial existente.

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

- Características geotécnicas del terreno.
- Nivel freático.
- Análisis de las inestabilidades y medidas de estabilización.
- Sismicidad.
- Recomendaciones generales.

En el capítulo 2 se detalla el trabajo realizado tanto en campo como en laboratorio. En el capítulo 3 se presentan los resultados de los trabajos realizados, los cuales son analizados en el capítulo 4. En el capítulo 6 se presenta el análisis de soluciones adoptadas. Por último, en el capítulo 10 se resumen las conclusiones obtenidas y se ofrecen recomendaciones generales de interés geotécnico.

En el anejo N° 1 se presenta un plano de localización de la parcela y un plano de localización de prospecciones. El anejo N° 2 los sondeos a rotación con recuperación de testigo y el anejo N° 3, las fotografías de las cajas de testigo. Por último, en el anejo N° 4 se presentan las actas de los ensayos de laboratorio.

2 Trabajo realizado

2.1 Trabajo de campo

Los trabajos de campo realizados se enumeran en la tabla N° 1 y se describen en la tabla N° 2.

TABLA 1. Trabajo de campo

<i>Tipo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Profundidad máxima alcanzada (m)</i>
Sondeos a rotación con recuperación de testigo	2	12.00
Ensayos de penetración estándar tipo SPT UNE-EN ISO 22476-3	10	-
Toma de muestra inalterada XP-P94-202	6	-

TABLA 2. Sondeos a rotación con recuperación de testigo continuo

<i>Denominación sondeo</i>	<i>Profundidad alcanzada</i>	<i>Perforación suelo</i>	<i>Perforación gravas</i>	<i>Perforación roca</i>	<i>PVC</i>	<i>Tapa</i>
	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>-</i>
SR-01	12.00	8.70	3.30	-	12.00	-
SR-02	12.00	9.80	1.50	0.70	12.00	-
TOTAL	24.00	18.50	4.80	0.70	24.00	-

Maquinaria empleada: sonda ROLATEC RL 48L.

Norma de aplicación XP P94-202

2.2 Trabajo de laboratorio

Los trabajos realizados en laboratorio se recogen en la tabla N° 3.

TABLA 3. Trabajo de laboratorio

<i>Ensayo</i>	<i>unidades</i>	<i>norma</i>
Clasificación USCS	6	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	6	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	6	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	5	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	5	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	1	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	2	UNE 103401
Determinación de la presión de hinchamiento nulo	1	UNE 103602
Ensayo de colapso	1	NLT-254

3 Resultados

3.1 Geología y geomorfología

3.1.1 Localización geográfica

En la figura N° 1 se reproduce un detalle de la fotografía aérea de la zona editada por la Junta de Andalucía, con la situación aproximada del vial objeto del estudio.

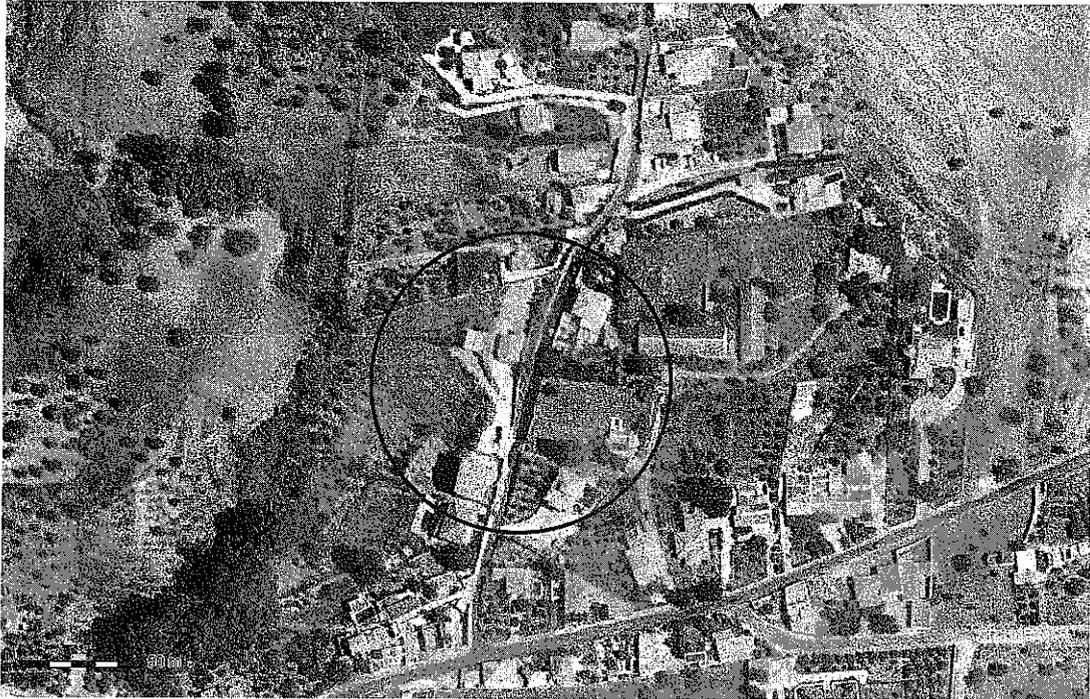


Figura Nº 1.- Fotografía aérea de la zona de estudio con la situación de la zona de estudio dentro del círculo

Las coordenadas UTM aproximadas de los puntos de reconocimiento se recogen en la siguiente tabla:

TABLA 4. Coordenadas UTM de las prospecciones

<i>Punto</i>	<i>Coor. X</i>	<i>Coor. Y</i>	<i>Coor. Z</i>
SR-01	355315	4059114	184
SR-02	355304	4059070	185

Observaciones: El valor de la coordenada Z es aproximado

3.1.2 *Enquadre geológico general*

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, de acuerdo con lo reproducido en la figura Nº 2.

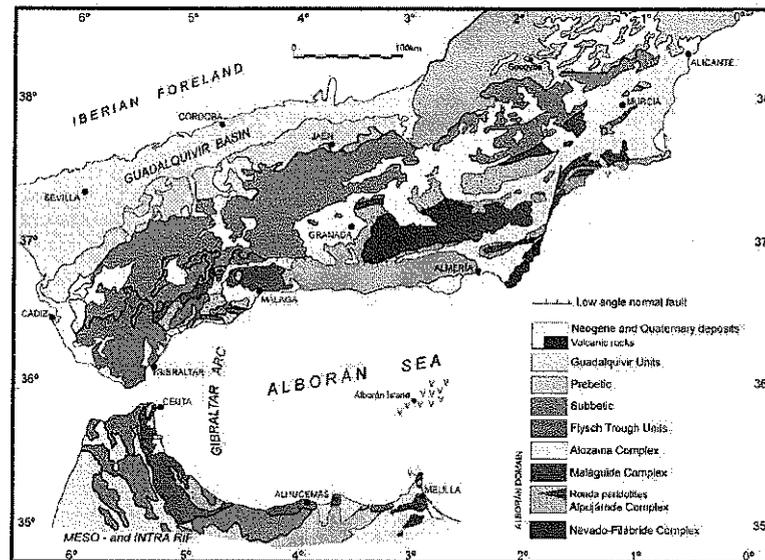


Figura Nº 2.- Encuadre geológico regional

Las Cordilleras Béticas se formaron como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y en ellas se distinguen históricamente dos dominios principales: Zonas Externas y Zonas Internas.

Las primeras corresponden a la parte de cobertura plegada, y a veces con estructura de manto de corrimiento, y las segundas presentan deformaciones más profundas que afectan al zócalo y están acompañadas de metamorfismo.

Las Zonas internas se subdividen a su vez en:

Zona Circumbética: Materiales situados entre las Zonas Externas ibérica y africana, ocupando un amplio surco, cuyo espacio fue invadido por la Zona Bética a partir del Eoceno medio. Es muy probable que se desarrollase sobre una corteza prácticamente oceánica.

En base a las características de sedimentación se distinguen varios dominios:

- Complejo de Alta Cadena
- Complejo Predorsaliano
- Complejo Dorsaliano

Zona Bética (s.s.): Caracterizada por estructura en mantos de corrimiento y metamorfismo. Tradicionalmente se distinguen tres dominios, que en orden ascendente, según su posición tectónica actual son:

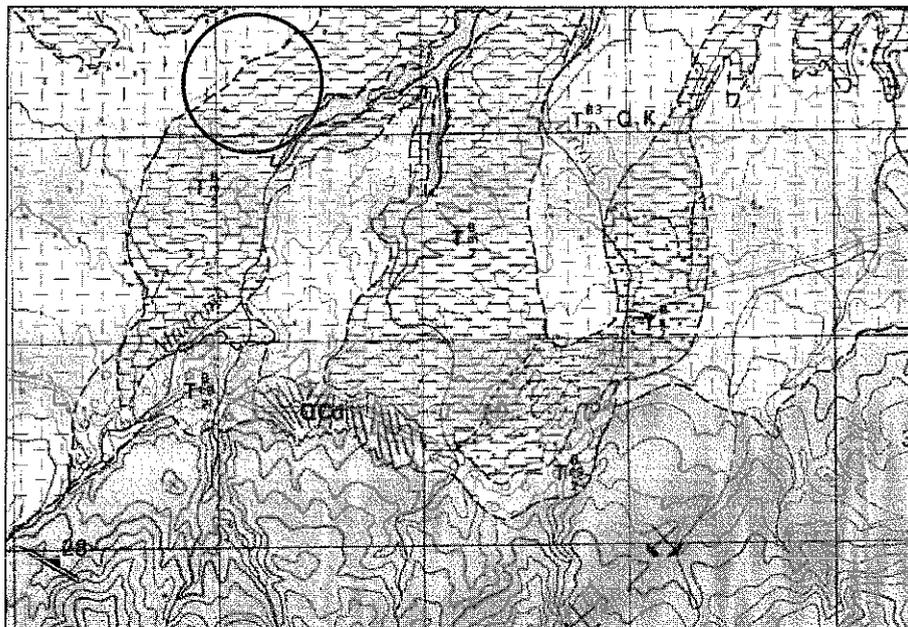
- Complejo Nevado-Filábride
- Complejo Alpujarride
- Complejo Maláguide

Además de estas 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.

La zona de estudio se localiza en los materiales sedimentarios post-orogénicos de edad Pliocena, constituidos fundamentalmente por sedimentos marinos de baja energía con abundante fauna, en los que se encuentra un nivel inferior constante de arcillas y a techo el nivel de arenas típico para todo el Plioceno del Mediterráneo. Parcialmente han sido recubiertos por depósitos Cuaternarios de origen fluvial e influencia costera.

3.1.3 Encuadre geológico local

En la figura Nº 3 se reproduce la Hoja de Coín del Mapa Geológico publicado por el IGME (1972), habiéndose marcado con un círculo el emplazamiento del vial en estudio.



LEYENDA

		TERCIARIO-CUATERNARIO							
CUATERNARIO		Q ¹	Q ²	Q ³	Q ⁴	Q ⁵	Q ⁶	Q ⁷	Q ⁸
		Q ⁹	Q ¹⁰	Q ¹¹	Q ¹²	Q ¹³	Q ¹⁴	Q ¹⁵	Q ¹⁶
PLIOCENO	SUPERIOR	T ³ -Q ¹ , K							
	INFERIOR	T ²							
MIOCENO	MED-SUP.	T ¹							
		T ⁰							

Q ¹	Terrazas	Q ⁴¹	Aluvial
Q ²	Playas	Q ⁴²	Piedem. v cono
Q ³	Travertinos y sobas	Q ⁴³	Dunas
Q ⁴	Cuaternario indiferenciado		
T ³ -Q ¹ , K	Piedemontes con costras calcáreas y		
T ²	Indiferenciado		
T ¹	Margas y/o arcillas	T ⁴¹⁻⁴²	Molasa
T ⁰	Arenas	T ⁴³⁻⁴⁴	Brechas
T ⁰	Conglomerados		

Figura Nº 3.- Reproducción parcial del mapa geológico 1:50.000 hoja 1066 Coín.

Las formaciones postorogénicas contactan de forma discordante y erosiva sobre las formaciones marmóreas y cuarcíticas de la unidad Blanca, estando representados por depósitos de ambientes marinos de baja energía en la que se produce un depósito ocasional de carbonatos, y que alternan con episodios de sedimentación de energía media que dan lugar a depósitos de arenas.

La formación más representativa en la zona en estudio es una serie constituida por arcillas, en general plásticas, y en ocasiones expansivas, con abundante microfauna y de tonalidades grises y azuladas en corte fresco y de color marrón cuando están algo alteradas. Intercaladas sobre las anteriores o relacionadas mediante cambios laterales de facies, aparecen niveles de margas a veces cementadas de tonalidades grises y amarillentas.

Es bastante normal que en la zona más superficial de los afloramientos de arcillas y margas aparezca un nivel más alterado (suelo de eluviación), con una marcada tonalidad beige y cuya potencia no sobrepasa el metro o metro y medio.

De forma aislada sobre la serie descrita pueden aparecer niveles calcáreos cementados formados por costras calizas de exudación, que en ocasiones pueden formar auténticos caliches.

Las formaciones más modernas quedan representadas por depósitos mixtos (granular-cohesivo) de origen aluvial y coluvio-aluvial, ocupando las zonas topográficamente más bajas y los fondos de valles y vaguadas.

3.1.4 Geomorfología e hidrogeología

En la fotografía Nº 1 se muestra el relieve de la zona en estudio, el cual presenta cierta pendiente hacia el Oeste en dirección del arroyo existente, hoy modificada por la actividad antrópica de la zona.



Fotografía Nº 1.- Aspecto de la zona motivo del estudio.

Son dos los aspectos desde el punto de vista geomorfológico más reseñables existentes a lo largo de la zona en estudio.

Por un lado, la existencia de una vaguada que recorre de forma transversal el tramo de vial en estudio, que según observaciones realizadas constituye una importante zona de aportes de aguas al arroyo hacia el que drena.

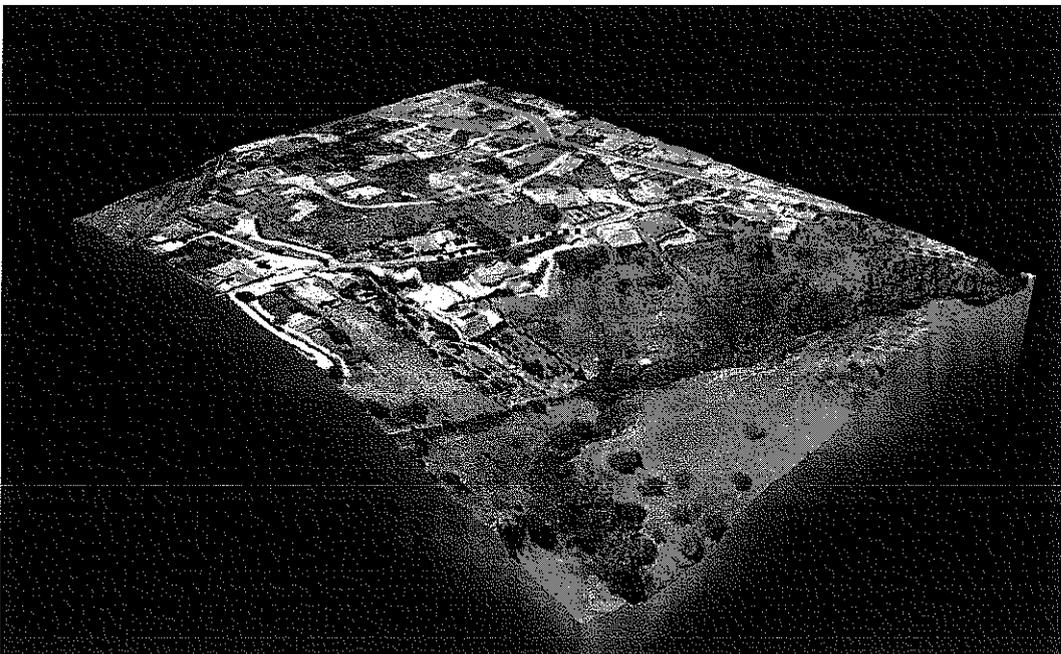


Figura Nº 4.- Esquema tridimensional de la zona en estudio donde se ha marcado el deslizamiento y la vaguada.

Por otra lado, las especiales características litológicas del terreno, de naturaleza arcillas y potencialmente expansivas, contribuyen a la existencia de inestabilidades a lo largo de las laderas, traducidas en fenómenos de reptación y deslizamientos rotacionales.

La hidrogeología subterránea del terreno está fuertemente condicionada por la naturaleza del suelo, arcillas, considerándose estas como impermeables a efectos hidrogeológicos. Son suelos susceptibles de almacenar agua pero con una enorme dificultad para su circulación (terrenos con muy baja permeabilidad), aunque la presencia de niveles yesíferos, altamente solubles, hacen que a través de los se produzca la saturación de las arcillas.

En la siguiente tabla, se presentan los valores aproximados de la permeabilidad para diferentes tipos de suelos (DB-SE-C).

TABLA 5. Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad

<i>Tipo de suelo</i>	<i>K_z (m/s)</i>
Grava limpia	>E-02
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	E-02-E-05
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	E-05-E-09
Arcilla	<E-09

En función de los valores orientativos presentados en la anterior tabla, se recogen en la tabla N° 7, los resultados de las estimaciones de los valores aproximados de coeficiente de permeabilidad para los diferentes terrenos o niveles presentes en la zona en estudio.

TABLA 6. Valores estimados del coeficiente de permeabilidad

<i>Litología</i>	<i>Permeabilidad</i>
-	<i>m/s</i>
Arcillas y gravas	5.0E-06-07
Arcillas con yesos	5.0E-09

3.1.5 Sismicidad

Con objeto de que pueda cumplirse lo reglamentado en la Norma Sismorresistente NCSE-02 en la tabla N° 8 se ofrece la caracterización del terreno en términos de sismicidad. Para ello se atiende a lo estipulado en dicha normativa y, en particular, al mapa de peligrosidad sísmica reproducido en la figura N° 5.

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

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

TABLA 7. Información sísmica del terreno según NCSE-02

<i>Unidad geotécnica</i>	<i>Tipo de terreno</i>	<i>Coficiente del terreno (C)</i>	<i>Espesor (m)</i>
U.G. I	IV	2,0	6
U.G. II	II	1,3	24
Valor medio			1,44

TABLA 8. Información sísmica del terreno según NCSE-02

<i>Variable</i>	<i>símbolo</i>	<i>valor</i>
Aceleración sísmica de cálculo	a_c / g	0.10
Coficiente de contribución	K	1.00
Aceleración sísmica básica	a_b / g	0.09
Coficiente adimensional de riesgo	ρ	1.00
Coficiente de amplificación del terreno	S	1.15
Coficiente del terreno	C	1.44
Provincia	Málaga	
Municipio	Alhaurín de la Torre	

Observaciones: según la NCSE-02: $a_c = S\rho a_b$

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

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

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

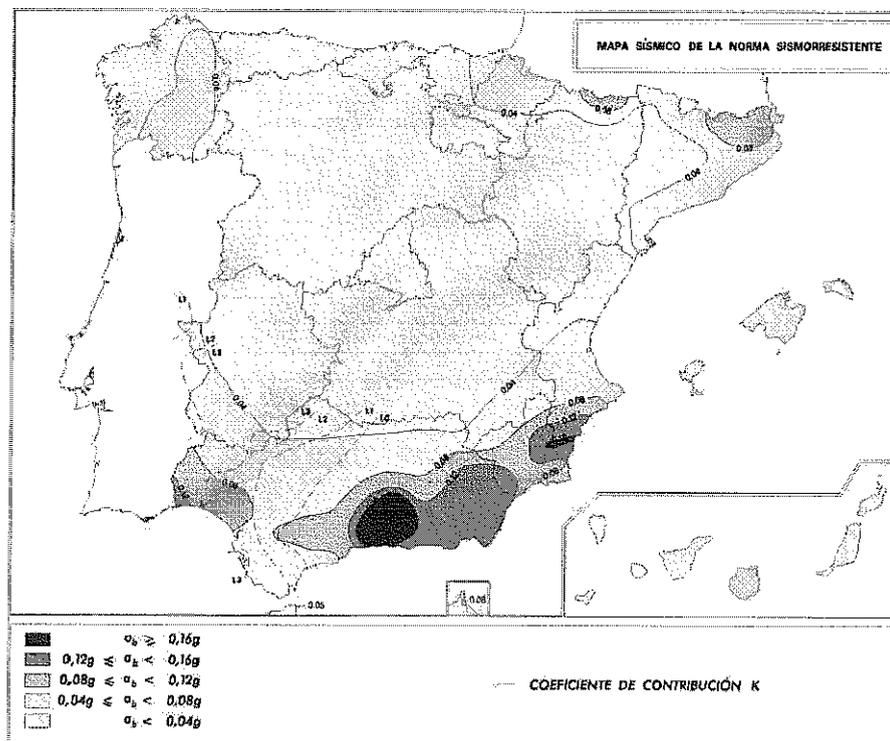


Figura Nº 5.- Mapa de peligrosidad sísmica según la NCSE-02

3.2 Resultado de los sondeos a rotación

En la tabla Nº 9 se recoge el resultado de la inspección realizada por personal técnico de CEMOSA sobre los testigos recuperados en los sondeos a rotación. En la tabla Nº 11 se reproducen los valores de golpeo registrados en los ensayos SPT.

TABLA 9. Testificación de los sondeos a rotación

Sondeo	Cota inicio	Cota final	Descripción litológica
-	m	m	-
SR-01	0.00	0.10	Aglomerado asfáltico. Gris oscuro.
	0.10	3.30	Relleno antrópico. Cantos subangulosos de naturaleza carbonatada en matriz areno-limosa y con algunas vetas de aglomerado asfáltico. Color blanquecino.
	3.30	4.20	Arcillas algo arenosas con algunos cantos y gravas finas a gruesas y con bastantes signos de oxidación. Color rojizo.
	4.20	5.40	Arcillas algo arenosas con niveles de arenas finas limosas a muro. Color marrón.

TABLA 9. Testificación de los sondeos a rotación

Sondeo	Cota inicio	Cota final	Descripción litológica
	5.40	12.00	Arcillas margosas plásticas con algunos signos de oxidación. Color marrón con vetas grises.
SR-02	0.00	0.10	Aglomerado asfáltico. Gris oscuro.
	0.10	1.40	Relleno antrópico. Cantos subangulosos de naturaleza carbonatada en matriz areno-limosa y con algunas vetas de aglomerado asfáltico. Color blanquecino.
	1.40	2.20	Cantos de gran tamaño de naturaleza carbonatada (escollera). Color blancuzco.
	2.20	3.90	Arcillas algo arenosas con algunos cantos y gravas finas y con bastantes signos de oxidación. Color rojizo.
	3.90	4.40	Arenas finas limosas con algunos lentes arcillosas. Color marrón.
	4.40	4.80	Arcillas margosas con bastantes lentes carbonatadas blanquecinas y algunos signos de oxidación. Color marrón con vetas grises.
	4.80	12.00	Arcillas margosas plásticas con algunos signos de oxidación. Color marrón con vetas grises.
El registro de los sondeos a rotación se reproduce en el anejo Nº 2.			

La tabla Nº 10 recoge la medida de nivel freático realizada en el sondeo al término de su ejecución.

TABLA 10. Nivel freático

Sondeo	Fecha	Profundidad (m)
SR-01	13/05/2010	8.30(*)
SR-02	22/05/2010	NO DETECTADO
Observaciones:		
(*) Filtraciones de agua hacia los 3.3-4.3m de profundidad.		

TABLA 11. Ensayos SPT en los sondeos a rotación

<i>Sondeo</i>	<i>Cota inicio</i>	<i>Golpeos / 15cm</i>	<i>N₃₀ = N_{SPT} sin corregir</i>
-	<i>m</i>	<i>m</i>	-
SR-01	2.20	1-4-3-3	7
	5.10	6-9-12-17	21
	6.30	7-10-15-16	25
	8.70	5-7-10-13	17
	12.60	7-8-11-13	19
SR-02	1.40	50R	RECHAZO
	3.00	2-1-3-5	4
	6.60	3-5-7-10	13
	9.60	7-11-14-15	25
	12.00	6-9-11-14	20
Observaciones:			

3.3 Resultados de los ensayos de laboratorio

Las actas de los ensayos de laboratorio realizados se reproducen en el anejo Nº 5. En las tablas nº 12 a 14 se ofrece un resumen de los datos obtenidos.

TABLA 12. Resultados de ensayos de laboratorio: propiedades de estado

<i>Prospección</i>	<i>Cota inicio</i>	<i>Cota fin</i>	<i>Clasificación USCS</i>	<i>Tamiz 5mm</i>	<i>Tamiz 0.08mm (Finos)</i>	<i>LL</i>	<i>LP</i>	<i>IP</i>	<i>Humedad natural</i>	<i>Densidad aparente</i>
-	<i>m</i>	<i>m</i>	-	%	%	%	%	%	%	<i>gr/cm³</i>
SR-01	2.20	2.80	GW-GM	45.3	11.5	NP	NP	NP	6.20	-
	8.10	8.70	CH	100.0	98.4	55.3	27.4	27.9	23.30	1.82
	12.00	12.60	CL	100.0	97.2	47.8	23.0	24.8	23.10	1.96
SR-02	2.40	3.00	CL	96.4	57.3	30.7	20.1	10.6	16.28	2.01
	4.50	5.10	ML	100.0	55.4	NP	NP	NP	19.00	2.03
	6.00	6.60	CH	100.0	96.9	51.9	28.1	23.8	26.50	2.00

TABLA 12. Resultados de ensayos de laboratorio: propiedades de estado

Prospección	Cota inicio	Cota fin	Clasificación USCS	Tamiz 5mm	Tamiz 0.08mm (Finos)	LL	LP	IP	Humedad natural	Densidad aparente
-	m	m	-	%	%	%	%	%	%	gr/cm ³

Abreviaturas: USCS (Unified Soil Classification System)

LL (límite líquido), LP (límite plástico), IP (índice de plasticidad), NP (no plástico)

TABLA 13. Resultados de ensayos de laboratorio: resistencia

Prospección	Cota inicio	Cota fin	Tipo de ensayo	Tipo muestra	Ángulo rozamiento (ϕ')	Cohesión efectiva (c')	Resistencia compresión simple	Cohesión sin drenaje (c_u)
-	m	m	-	-	grados ($^\circ$)	Kp/cm ²	Kp/cm ²	Kp/cm ²
SR-01	4.50	5.10	CD	I	24	0.00	-	-
SR-02	2.40	3.00	CD	I	26	0.38	-	-
	6.00	6.60	CS	I	-	-	0.87	0.44

Abreviaturas:

CS (compresión simple), C (corte directo), T (triaxial), UU (sin consolidar, rotura sin drenaje)

CU (consolidado, rotura sin drenaje), CD (consolidado, rotura con drenaje)

I (inalterada), R (remoldeada), A (alterada)

TABLA 14. Resultados de ensayos de laboratorio: expansividad y colapso

Prospección	Cota inicio	Cota fin	Tipo ensayo	Tipo muestra	Hinchamiento libre	Índice de Colapso (I)	Índice porcentual de colapso (Ic)
-	m	m	-	-	%	(%)	(%)
SR-01	2.40	3.00	CL	I		0.861	0.815
	4.50	5.10	PH	I	0.05	-	-

TABLA 14. Resultados de ensayos de laboratorio: expansividad y colapso

Prospección	Cota inicio	Cota fin	Tipo ensayo	Tipo muestra	Hinchamiento libre	Índice de Colapso (I)	Índice porcentual de colapso (Ic)
-	m	m	-	-	%	(%)	(%)

Abreviaturas:
 L (Lambe), HL (hinchamiento libre), PH (presión de hinchamiento), DE (doble edómetro)
 CL (Colapso)
 I (inalterada), R (remoldeada), A (alterada)

4 Análisis de resultados

4.1 Propiedades geotécnicas del terreno.

Del resultado de las observaciones de campo y de las prospecciones realizadas, el terreno detectado en la zona en estudio está constituido por los siguientes niveles litológicos:

Rellenos antrópicos (UG-0)

Esta unidad corresponde con el cuerpo del terraplén del vial en estudio con espesores detectados entre los 2.20m en el entorno del sondeo SR-02 y los 3.30m del sondeo SR-01, en el que se han detectado las siguientes capas:

1. 0.10m de aglomerado asfáltico.
2. Entre 1.30m (SR-02) y 3.20m (SR-01) de un relleno constituido por cantos de tamaño medio-gruesos de naturaleza carbonatada en matriz areno-limosa de tonalidad blanquecina.
3. 0.80m (SR-02) de bloques de escollera.

Los ensayos SPT realizados en los sondeos han dado un valor N_{30} de 7 golpes en el nivel inmediatamente inferior al aglomerado asfáltico, mientras que se ha alcanzado la condición de rechazo ($N_{30} > 50$ golpes) en el caso de la escollera.

En el ensayo de identificación realizado sobre muestra de esta unidad, ha clasificado a estos materiales como GW-GM (gravas bien graduadas), siendo no plásticas.

Arcillas, arenas finas y limos (UG-I)

Bajo la unidad de rellenos, y hasta profundidades que oscilan entre los 4.40-5.40m, se ha detectado un nivel probablemente de naturaleza coluvio-aluvial, constituido por dos niveles bien diferenciados:

1. Hasta los 3.90-4.20m, arcillas de tonalidad rojiza con algunas vetas arenosas y algunos cantos y gravas heterométricas.
2. Hasta los 4.40-5.40m, arcillas arenosas con niveles de arenas finas y limos de tonalidad marrón.

Durante la ejecución de los sondeos, se ha puesto de manifiesto la escasa resistencia del nivel, presentando en general bajos índices de recuperación de testigo, debido en parte a las dificultades en su recuperación por la escasa cohesión de la muestra y en otras al alto índice de compresibilidad de la misma.

En este sentido el ensayo SPT realizado en el sondeo ha dado un valor N_{30} de 4 golpes, lo que califica al terreno como de consistencia "Blanda".

Debido a la heterogeneidad litológica de la unidad, los ensayos de identificación realizados sobre muestras de esta unidad, han clasificado a estos materiales como CL (arcillas de baja plasticidad) con un contenido en finos del 57%, habiendo obtenido un valor del límite líquido de 31% e índice de plasticidad del 11% y como ML (limos de baja plasticidad), siendo no plásticos.

El valor de la humedad obtenido oscila entre el 16% y 19%, con un valor medio de la densidad aparente de 2.00 gr/cm^3 .

Los ensayos de corte directo realizados del tipo consolidado y drenado se ha obtenido valores de la cohesión efectiva de 0.00 Kp/cm^2 y 0.36 Kp/cm^2 y ángulo de rozamiento efectivo de 24° y 26° .

En el ensayo de colapso realizado se ha obtenido un valor del índice porcentual de colapso del 0.815%, lo que califica a la muestra, en virtud de lo expuesto en la siguiente tabla, como "No problemática" en cuanto a la colapsabilidad.

TABLA 15. Grado de colapsabilidad

<i>I_c</i>	<i>Clasificación</i>
%	-
0-1	No problemático
1-5	Moderadamente problemático
5-10	Problemático
>20	Muy Problemático

El sustrato presente a lo largo de la zona en estudio está fundamentalmente compuesto por arcillas en general plásticas, pudiendo diferenciar dos niveles:

Arcillas marrones (UG-II)

Bajo los niveles anteriores, se disponen las arcillas en general plásticas de tonalidades marrones con vetas grisáceas.

Los golpes SPT obtenidos oscilan entre los 13 y 25 golpes, pudiendo asignar un valor medio N_{30} de 20 golpes.

En los ensayos de identificación realizados sobre muestras de esta unidad, han clasificados a estos materiales como CH (arcillas de alta plasticidad), habiendo obtenido valores del límite líquido del 55% y 64% e índice de plasticidad del 29% y 36% y como CL (arcillas de baja plasticidad) con un valor del límite líquido del 48% e índice de plasticidad del 25%.

Los valores de humedad obtenidos están en torno al 23-25 % y densidad aparente media de 1.95 gr/cm^3 .

En el ensayo de resistencia realizado se ha obtenido un valor de rotura a la compresión simple de 0.87 Kp/cm^2 , del que se deduce un valor de la cohesión sin drenaje C_u de 0.44 Kp/cm^2 .

En relación al posible carácter expansivo de las arcillas, existen criterios para evaluar el potencial expansivo de estos materiales, basados en las relaciones existentes entre el límite líquido, el límite plástico y la humedad natural del terreno:

TABLA 16. Propiedades de estado de las muestra ensayadas y relaciones específicas

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	PLASTICIDAD			HUMEDAD (%)	HUMEDAD / L.P.	HUMEDAD / L.L.
		L.L.	L.P.	I.P.			
SR-01	8.10-8.70	55.3	27.4	27.9	23.30	0.85	0.42
	12.00-12.60	47.8	23.0	24.8	23.10	1.00	0.48
SR-02	6.00-6.60	51.9	28.1	23.8	26.50	0.94	0.51

Según el criterio basado en los límites de Atterberg, el Hinchamiento Potencial de la unidad se puede calificar como "Medio-Alto".

TABLA 17. Estimación del grado de hinchamiento basado en los límites de Atterberg

<i>LÍMITE LÍQUIDO</i>	<i>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</i>	<i>HINCHAMIENTO POTENCIAL</i>
20 – 49	15 – 24	Bajo a Medio
50 – 70	25 – 46	Alto
> 70	> 46	Muy Alto

Fuente: Manual de Terraplenes y Pedraplenes, MOPT, 1989.

Si atendemos al criterio que relaciona la humedad natural del terreno con el Límite Plástico, el grado de posible hinchamiento del terreno se puede calificar como "Bajo".

TABLA 18. Estimación del grado de hinchamiento a partir de las propiedades de estado del terreno

<i>HUMEDAD / LÍMITE PLÁSTICO</i>	<i>HINCHAMIENTO POSIBLE</i>
< 0,6	Muy Alto
0,6 – 0,8	Alto
0,8 – 1,0	Bajo
> 1,0	Muy Bajo

Fuente: Manual de Terraplenes y Pedraplenes, MOPT, 1989.

De acuerdo con el criterio basado en la relación entre la Humedad natural y el Límite Líquido, resultaría un posible Hinchamiento en la franja entre el 1% y 4%, con presiones de hinchamiento estimadas entre 0.30 Kg/cm² a 1.25 Kg/cm².

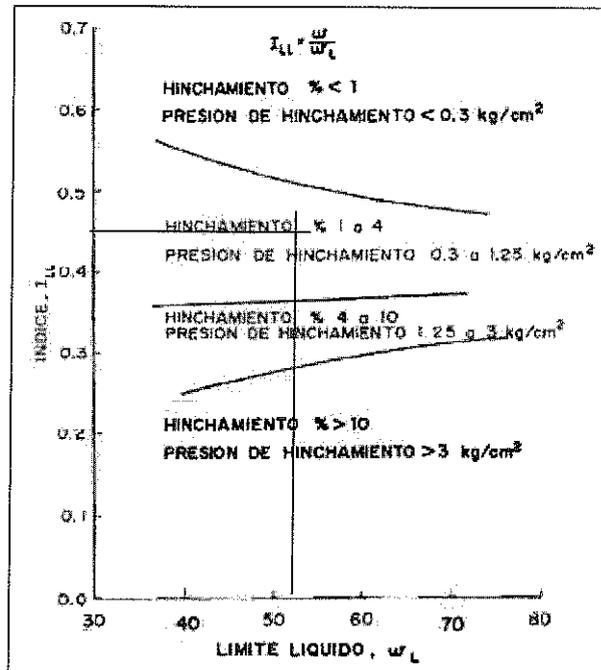


Figura N° 6.- Gráfico para determinar el potencial expansivo en función del límite líquido y la humedad natural (Manual de Terraplenes y Pedraplenes, MOPT, 1989.)

Analizando todos los resultados, se llega a la conclusión de que el terreno perteneciente a la unidad geotécnica UG-II presenta características expansivas calificables como "Medias-Altas". Por otra parte y atendiendo a las actuales condiciones de humedad en las que se encuentra el terreno, las arcillas presentan predisposición a la retracción o pérdida de volumen ante una disminución de la humedad del entorno.

Se ha detectado la presencia del nivel freático en el sondeo SR-01 a 8.30m de profundidad, no habiéndose detectado en el sondeo SR-02.

5 Análisis de las causas de la inestabilidad

El evento fundamental ocurrido a lo largo de la zona en estudio es la existencia de una importante inestabilidad a lo largo de gran parte del vial en estudio, la cual ha provocado la aparición de grietas longitudinales y de formaciones de la calzada, consistentes en hundimientos y colapsos, habiendo estimado asientos medios en torno a los 10-15cm.



Fotografía N° 2.- Vista panorámica del deslizamiento en estudio.

El vial queda limitado en su primera mitad, a lo largo del límite Oeste, por un muro de contención, de escasa entidad que no existe hacia la segunda mitad del vial con patologías, zona por otra parte donde estas se hacen más patentes.

De las observaciones realizadas en campo y de los resultados de las prospecciones de campo realizadas, se puede decir que la zona en estudio está afectada por una inestabilidad que estima se extiende hasta los 4.5-5.5m de profundidad.

Las causas previsibles de la inestabilidad, estimadas a partir de los datos con los que se cuenta, serían la conjunción de las siguientes circunstancias:

- Capa de firme insuficiente.
- Terreno bajo los rellenos de características altamente compresibles (nivel coluvio-aluvial).
- Sustrato de naturaleza arcillosa y expansiva.
- Importante aportes de aguas superficiales y subterráneas, de carácter estacional, lo que provoca cambios en las características resistentes del terreno.

En la siguiente figura se muestra de forma esquemática, los efectos que sobre el cuerpo de un terraplén produce la existencia de una capa blanda o altamente compresible en el cimiento del mismo. La carga aplicada por el terraplén, origina desplazamientos verticales diferenciales, acompañados por movimientos horizontales, provocando deformaciones y agrietamientos longitudinales en la explanada del vial. Por otra parte, en el caso de un terreno de cimiento de naturaleza expansiva, provocaría patologías similares, consistentes en descensos y levantamientos acompañados de agrietamientos, debido a los cambios de volumen que sufre el terreno frente a las variaciones de humedad.

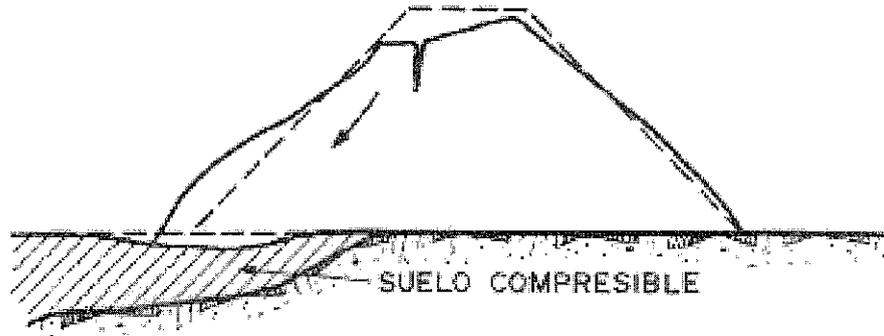


Figura Nº 7.- Grietas longitudinales originadas por un cimiento compresible (MOPU, 1989)

A continuación, se tratará de dar las recomendaciones pertinentes para la estabilización de la zona.

6 Análisis de soluciones

En virtud de lo expuesto, teniendo en cuenta las especiales características del terreno existente en cuanto a sus propiedades compresibles y expansivas, se estima conveniente la corrección de la inestabilidad mediante una mejora del terreno consistente en **inyecciones o ejecución de pilotes mix**.

Esta intervención permite dotar al terreno de la resistencia al corte y compacidad necesaria para su estabilidad al tiempo que interfiere mínimamente en el funcionamiento del vial, evitando así su corte temporal por obras.

En la siguiente figura (Oteo, 2004), se muestra de forma esquemática un posible criterio para a selección de un posible tratamiento, en el caso de terraplenes o rellenos sobre materiales blandos o flojos, habiendo indicado dentro del círculo las soluciones valoradas para el caso en estudio.

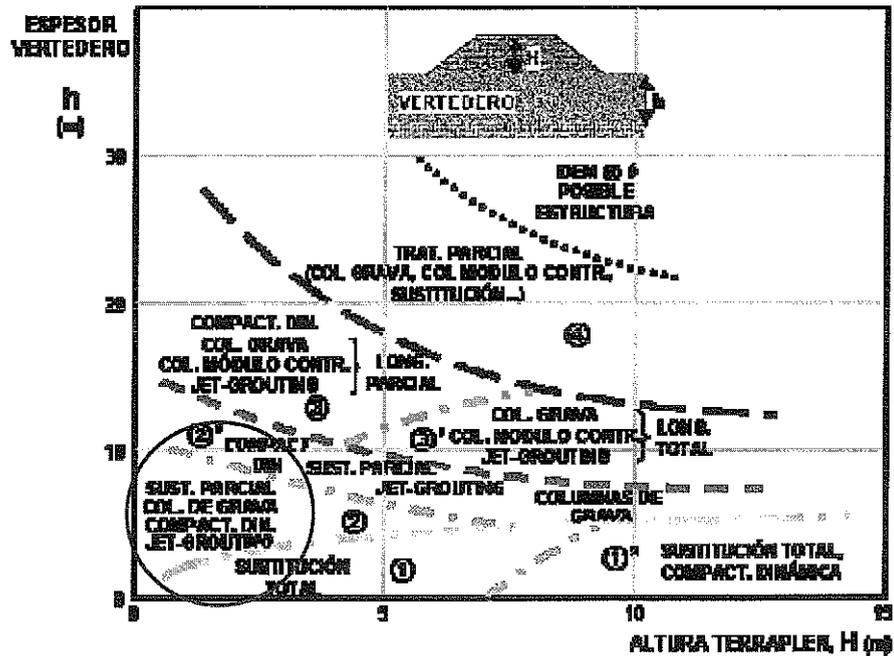


Figura N° 8.- Criterio estimativo para tratamientos del apoyo de terraplenes sobre terrenos compresibles.

En este caso, se procederá a la inyección del coluvio-aluvial (UG-I) existente bajo el terraplén con un empotramiento mínimo de 1.0m en las arcillas marrones (UG-II, con lechada de cemento a baja presión, así como aquellas zonas del cuerpo de terraplén donde se han detectado compacidades bajas. En este sentido se estará conforme a lo dispuesto en los artículos 676 *Inyecciones* del PG-03, 2002.

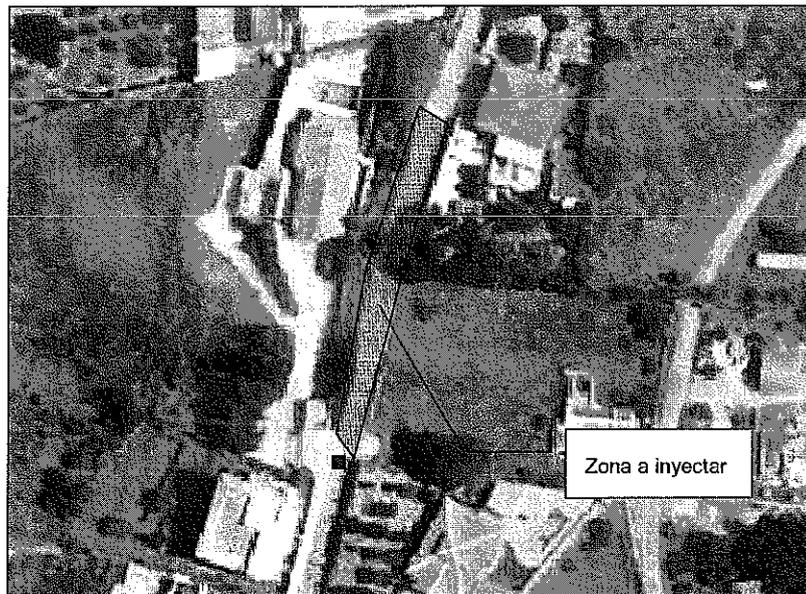


Figura N° 9.- Situación de la zona d actuación.

6.1 Definición y metodología

Mediante las inyecciones, se consigue una mejora de las características geotécnicas resistentes del terreno, reducción de su deformabilidad y/o disminución de la permeabilidad. Esto se consigue introduciendo en el terreno un material que puede rellenar huecos, desplazar el terreno existente o creando un nuevo terreno por mezcla con el original.

Las inyecciones precisan de la ejecución de sondeos o perforaciones que permitan alcanzar la zona a tratar, además de la preparación de la mezcla y la infraestructura necesaria para su inyección.

En definitiva se trata del relleno de huecos, cavidades o poros del terreno, permitiendo su estabilización y sellado con un material que tiene la propiedad de endurecer y solidificar.

Este efecto será más efectivo cuanto más interconexión exista entre los huecos del terreno. Para conseguir un acceso completo al sistema de huecos se recomienda la situación de los puntos de inyección lo más espaciados posibles, recomendándose en la bibliografía existente espaciados en el intervalo de los 2 a 3m, distancia aconsejada para un tratamiento global y uniforme del terreno, debido a que en el caso de utilización de lechadas químicas comunes, el radio alcanzado y el tiempo de inyección están limitados por el rápido aumento de la viscosidad, lo que disminuiría el desplazamiento del fluido. En la práctica esto conduce a unos radios efectivos de 3 a 5m en macizos rocosos y entre 1 y 3m en medios porosos.

En cuanto a la presión y tiempo de inyección, para terrenos o suelos no cohesivos se recomienda una presión no mayor a 0.09MPa con un tiempo de inyección entorno a las 2-4 horas para las inyecciones con cemento (Bielza, A, 1999).

6.2 Estimación de la mejora de la resistencia

Además de la evidencia que en cuanto a la mejora de las características resistentes del terreno significan las inyecciones, puede utilizarse la teoría del Estado Crítico para estimar las mejoras que experimenta la cohesión aparente del terreno (c') y su resistencia al corte sin drenaje (C_u) además de la mejora en los parámetros de consolidación y asiento.

Según dicha teoría la cohesión aparente y la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo sobreconsolidado, vienen dadas en función de su índice de poros (e) por las siguientes expresiones (CEDEX, 2004):

$$c' = 10^{\frac{e_0 - e}{Cc}} (tg\phi'_c - tg\phi)$$

$$c_u = 10^{\frac{e_0 - e}{Cc}} tg\phi'_c$$

Donde:

e_0 : índice de poros correspondiente a $\sigma'_v=1\text{KPa}$.

C_c : índice de compresión del suelo.

ϕ'_c : ángulo de rozamiento interno crítico del suelo.

ϕ' : ángulo de rozamiento interno aparente del suelo.

Para estimar la mejora experimentada por el terreno, se comparan las cohesiones aparentes o resistencias al corte, antes (c_1) y después del tratamiento (c_2), dividiendo miembro a miembro ambas ecuaciones, llegando a la siguiente expresión:

$$\frac{c_2}{c_1} = 10^{\frac{e_1 - e_2}{C_c}}$$

Siendo el numerador del exponente una función de las variables:

$$e_1 - e_2 = f(e_1, \sigma'_v, p_e, e_0, C_c, C_s)$$

6.3 Estimación de parámetros

Para una estimación de la mejora en la resistencia del terreno puede entrara se en las ecuaciones anteriores con los siguientes valores de C_c , C_s y e_0 (Schofield y Wroth, 1968):

$$C_c = 1.35 I_p / 100$$

$$0.2 \leq C_s / C_c \leq 0.5$$

$$e_0 = 0.25 + C_c \log 15000$$

6.4 Resultados obtenidos

En la siguiente tabla se presenta el resultado de las estimaciones realizadas en cuanto a la reducción de la deformabilidad y asientos del terreno tratado:

TABLA 19. Estimación de la reducción de asientos tras la inyección

<i>Espaciado entre puntos de inyección (distribución cuadrada)</i>	<i>Reducción de asiento</i>
<i>m</i>	<i>cm</i>
2	37
3	17
5	6

De los resultados obtenidos y a tenor de la magnitud de las patologías existentes, se estima conveniente adoptar un espaciado entre puntos de inyección no mayor de 3m, con objeto de minimizar los valores de asentamientos que se puedan producir en relación con los que han provocado las inestabilidades.

6.5 Medidas complementarias

Como medidas complementarias a la hora de la ejecución de las inyecciones y de su posterior comprobación, se estima conveniente se tengan en cuenta las siguientes consideraciones:

- Durante el proceso de inyección, deberá realizarse una vigilancia de los elementos constructivos existentes, tales como viviendas, muros y servicios afectados que discurran por el vial, con el fin de comprobar la no afección de las inyecciones a éstos.
- La eficacia de las inyecciones deberá comprobarse mediante la ejecución de los correspondientes ensayos (sondeos, penetrómetros, ensayos cross-hole) una vez ejecutadas.

7 Referencias

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

- BIELZA, A.(1999). Manual de técnicas de Mejora del Terreno. E.T.S. Minas-U.P.M.
- Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, Ministerio de Fomento (2002). Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), 742p.
- Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1968). Norma Básica de la Edificación – Acciones en la Edificación (NBE-AE-88).
- Hansen, B J (1970). A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No 28.
- IGME (1972). Hoja 1066 Coín del Mapa Geológico de España. E. 1:50.000
- IGME (1983). Manual de Ingeniería de Taludes. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 467pp.
- Jiménez Salas J A y Justo Alpañes, J L (1975). Geotecnia y Cimientos I : Propiedades de los suelos y de las rocas. Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 466 pp.

- Jiménez Salas J A et al (1981). Geotecnia y Cimientos II: Mecánica del suelo y de las rocas Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 1188 pp.
- Jiménez Salas J A et al (1980). Geotecnia y Cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia. Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 1188 pp.
- Ministerio de Fomento. Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, Parte General y Edificación. BOE num.244, 11 de octubre de 2002, pp 35899 a 35967.
- MOPU (1989). Terraplenes y Pedraplenes. Tecnología carreteras.
- OTEO, C. (2004). Tratamientos del Terreno (I y II). Universidad Católica de Valparaíso.
- SEMSIG, 2004. Mejora del terreno mediante Inyecciones y Jet-Grouting. Jornadas técnicas SEMSIG-AETESS.

8 Resumen y recomendaciones

8.1 Resumen de los trabajos realizados y de las conclusiones alcanzadas

En el presente estudio geotécnico se han llevado a cabo los trabajos de campo y de laboratorio recogidos en las tablas 1 a 3.

Los resultados de las prospecciones de campo se resumen en las tablas 9 a 11

Los resultados de los ensayos de laboratorio se recogen en las tablas 12 y 14.

Los condicionantes sísmicos para proyecto vienen reflejados en la tabla 8.

El terreno presente en la zona en estudio consiste básicamente en un primer nivel de rellenos pertenecientes al cuerpo del terraplén del vial en estudio, bajo el que se ha detectado un nivel de naturaleza arcillosa y granular de baja consistencia y relacionado con un depósito coluvio-aluvial. A continuación se dispone el terreno natural de naturaleza arcillosa y expansivo, formado por arcillas marrones.

El condicionante más importante a lo largo del sector en estudio, es la existencia de una inestabilidad de importante desarrollo lateral, que presentaría un espesor detectado y estimado en el entorno de la zona de ejecución de las prospecciones entre los 4.5-5.5m que a provocado hundimientos y colapsos del vial

La medida de estabilización propuesta, se resume en la ejecución de inyecciones de cemento a baja presión, con perforaciones espaciadas 3.0m y con una profundidad suficiente para que estén empotradas menos 1.0m en los materiales arcillosos de la unidad geotécnica UG-II).

La estimación de la reducción de los asentamientos derivados del tratamiento del terreno realizado se presentan en la tabla 19.

8.2 Recomendaciones generales

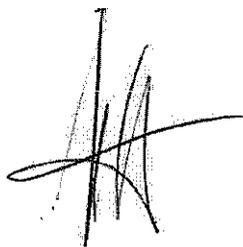
Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas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

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

- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.
- El agua y el terreno no son agresivos para los materiales a utilizar en la mejora del terreno, y en caso de que lo sean se cumple lo estipulado al respecto en la normativa vigente.

El presente informe geotécnico consta de una memoria de 27 páginas y de 4 anejos a la memoria.

En Málaga, a 11 de junio de 2010



Fdo. J. Vicente Jiménez-Valladolid Torres

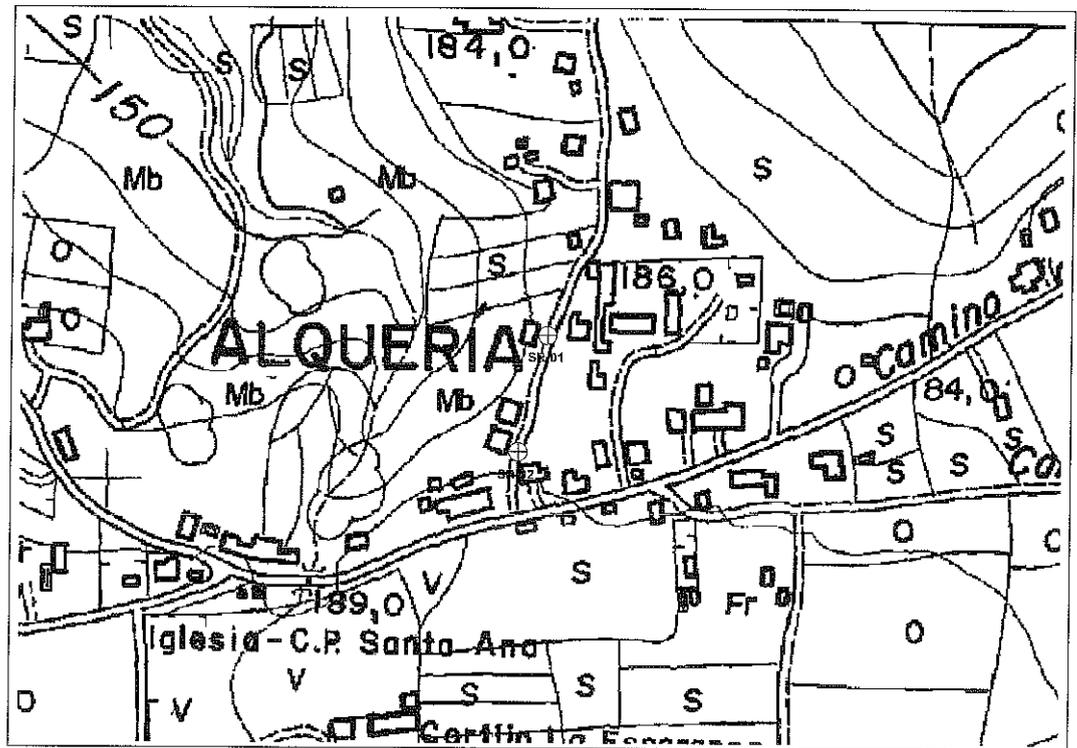
Lcdo. en Ciencias Geológicas.



Fdo. Juan Manuel Rodríguez Guerrero

Lcdo. en CC. Geológicas.

ANEJO 1. Planta de localización de la parcela y de situación de prospecciones



LEYENDA
 ⊕ SONDEO A ROTACIÓN

cemosa
INGENIEROS DE CARRETERAS

PROYECTANTE: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.

OBRA: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)

LÁMINA: LOCALIZACIÓN DE LAS PROSPECCIONES

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.
TRABAJO: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)
EXPEDIENTE: 1/0075/039 - PRESUPUESTO: 2010/03536



ANEJO 2. Registro de sondeos a rotación



c/Benauque 9
29004 Málaga
Tlf:902 111 400

REGISTRO DE SONDEO A ROTACIÓN

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: DES. CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)
PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.
MÁQUINA: ROLATEC RL 48L INICIO: 13/05/2010 FIN: 13/05/2010
COORDENADAS UTM: X: 355315 Y: 4059114 Z: 184

SONDEO: SR-01

HOJA: 2 DE 2

EXP.: 1/0075/039

PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO PERF. (mm)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NIVEL FREÁTICO	OTROS ENSAYOS	RECUP. (%)		RQD.		MUESTRAS					
							25	75	25	75	TIPO	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	GOLPEO /15 cm		
11			6.60	UGII Arcillas margosas plásticas con algunos signos de oxidación. Color marrón con vetas grises.												
12				Fin del sondeo								MI	12.00	12.60	8-11-14-16	
13												SPT	12.60	13.20	7-8-11-13	
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

FECHA: 4/06/2010



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



Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía



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

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

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

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

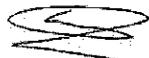
TRABAJO: DES. CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)
 PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.
 MÁQUINA: ROLATEC RL 48L INICIO: 22/05/2010 FIN: 22/05/2010
 COORDENADAS UTM: X: 355304 Y: 4059070 Z: 185

NOJA: 2 DE 2

EXP.: 1/0075/039

PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO PERF. (mm)	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NIVEL FREÁTICO	OTROS ENSAYOS	MUESTRAS											
							RECUP. (%)		RDD.		TIPO	PROF. INICIAL (m)	PROF. FINAL (m)	GOLPED /15 cm				
							25	75	25	75								
11			7.20	UGII Arcillas margosas plásticas con algunos signos de oxidación. Color marrón con vetas grises.														
12				Fin del sondeo						SPT	12.00	12.60						6-9-11-14
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

FECNA: 4/06/2010



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



Ensayo Acreditado
 Junta de Andalucía



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

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

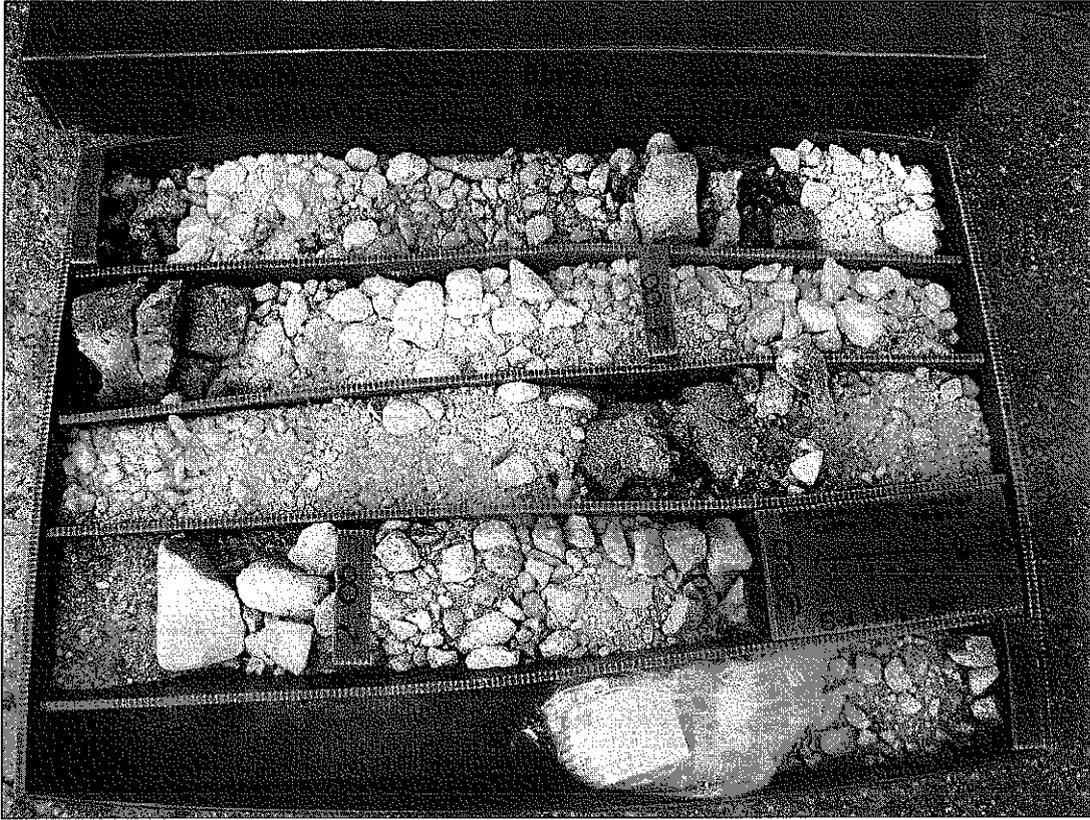
Nómas de aplicación: Toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared gruesa con estuche interior, XP P94-202; toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada de pistón fijo, XP P94-202; toma de muestras a rotación con tubo tomamuestras simple (batería simple),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

CEMOSA, entidad acreditada para la prestación de asistencia técnica a la construcción y obra pública R.D. 1230/89. N.º de inscripción del R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05
 Acreditado en el grupo de áreas de geotecnia: GTC Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos, GTL Área de ensayos de laboratorio de geotecnia

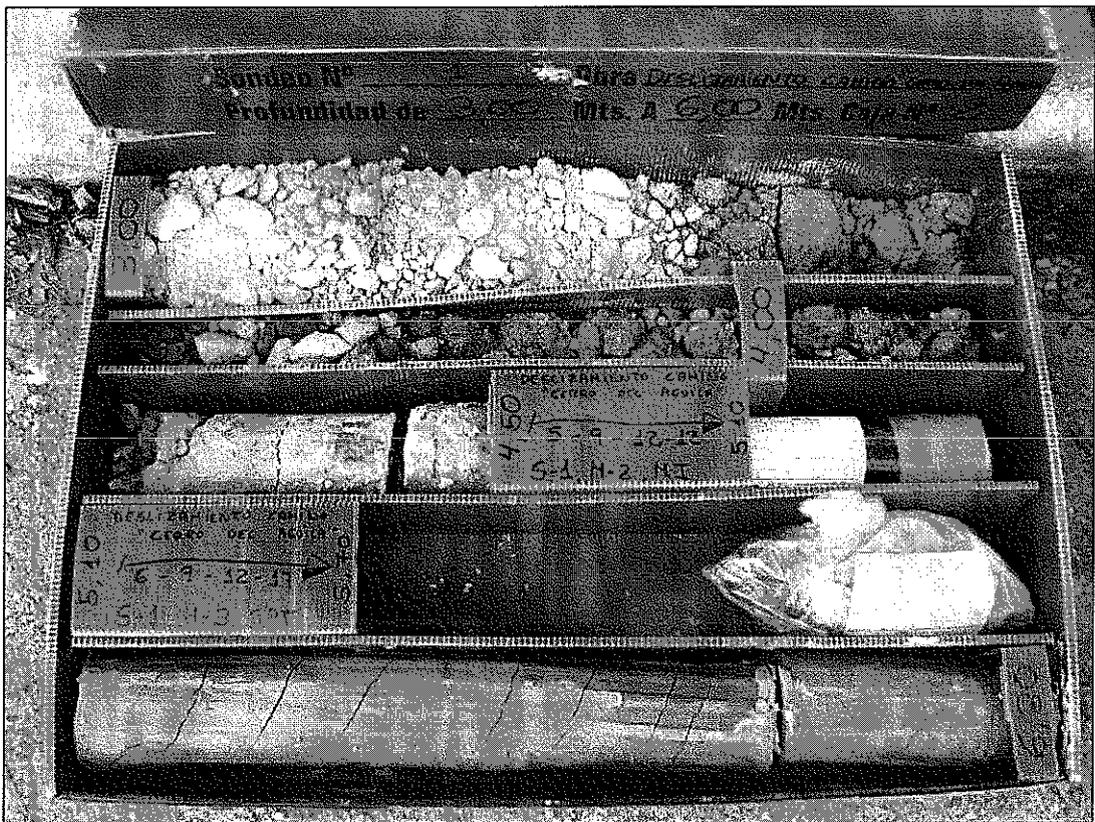
PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.
TRABAJO: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)
EXPEDIENTE: 1/0075/039 - PRESUPUESTO: 2010/03536



ANEJO 3. Fotografías de testigos de sondeos a rotación



Fotografía N° 1.- SR-01. Profundidad 0.00-3.00



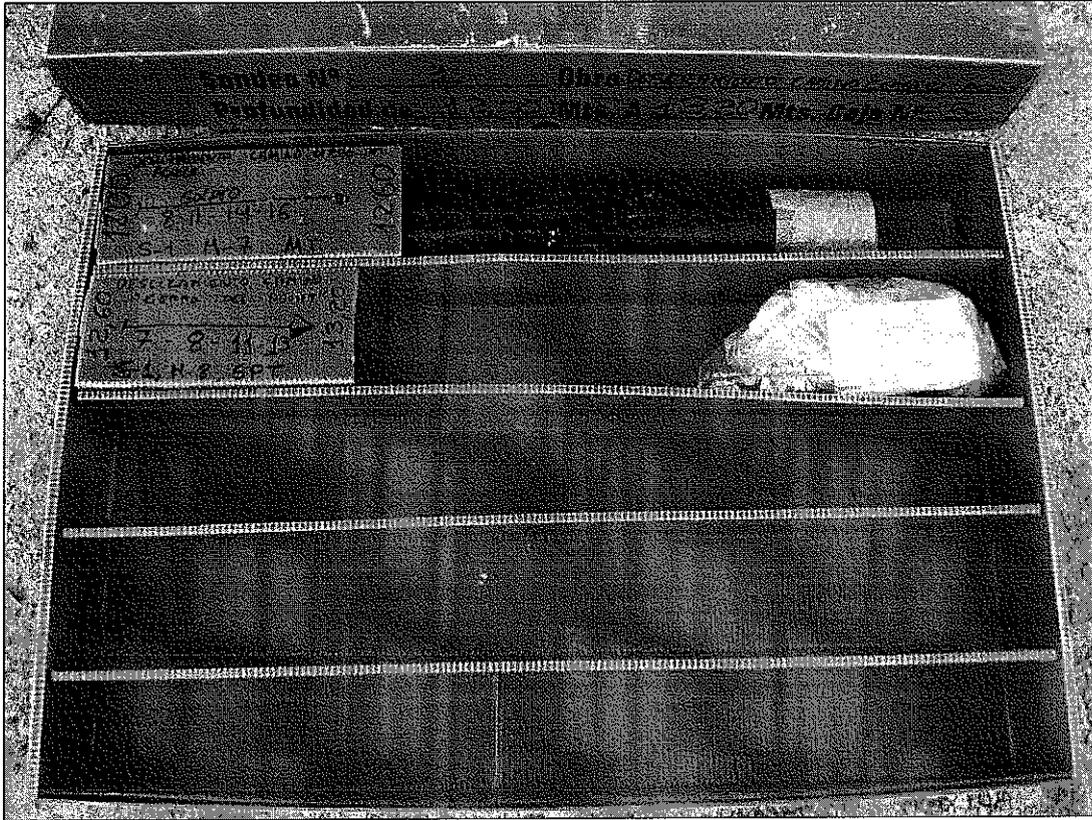
Fotografía N° 2.- SR-01. Profundidad 3.00-6.00



Fotografía N° 3.- SR-01. Profundidad 6.00-9.00



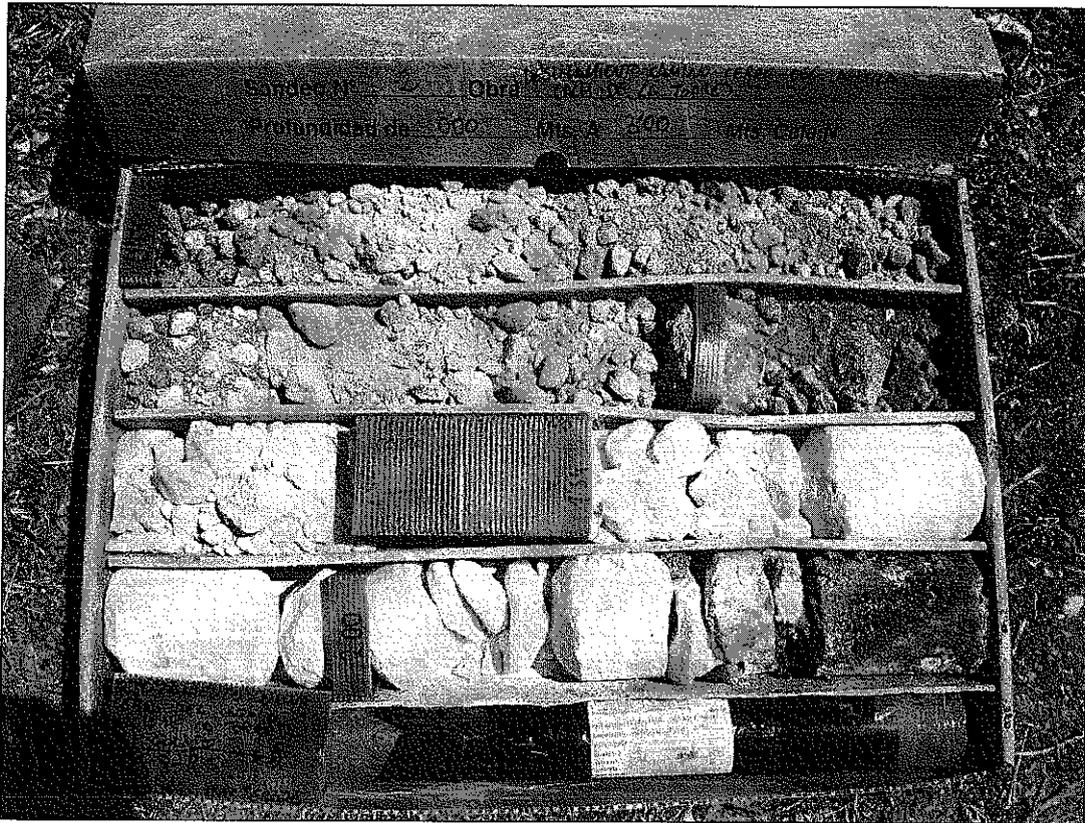
Fotografía N° 4.- SR-01. Profundidad 9.00-12.00



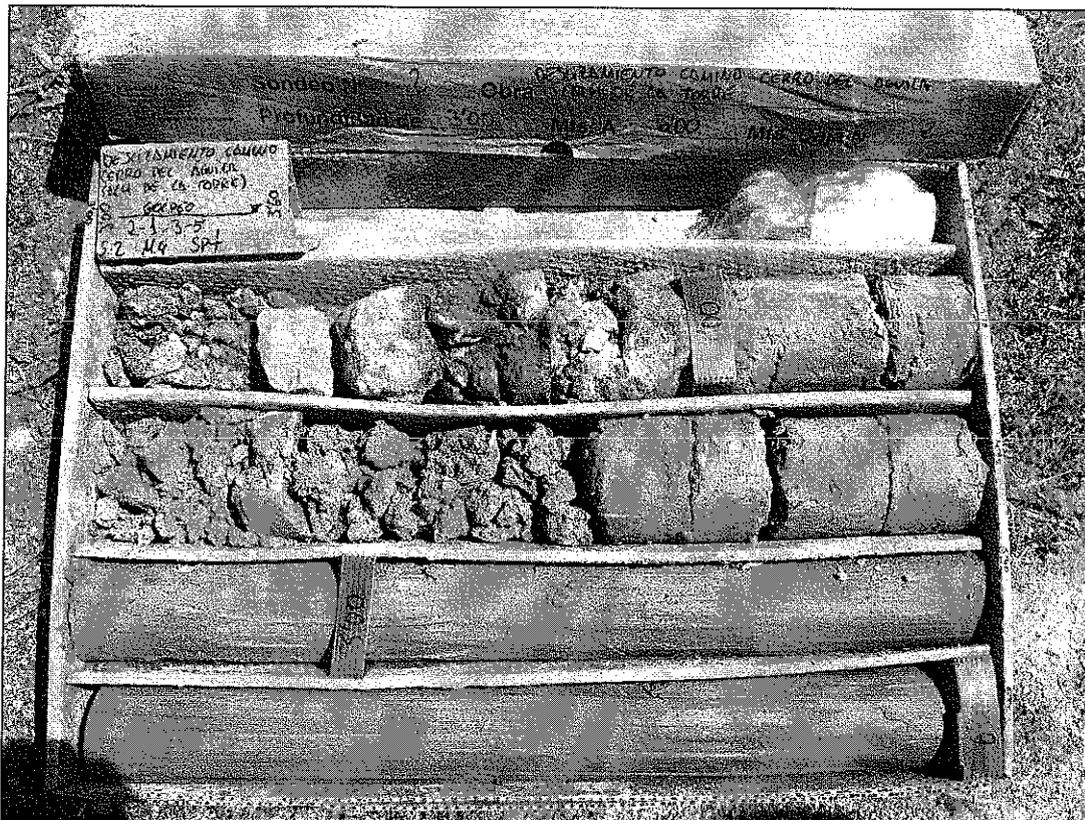
Fotografía N° 5.- SR-01. Profundidad 12.00-13.20



Fotografía N° 6.- Emplazamiento SR-01.



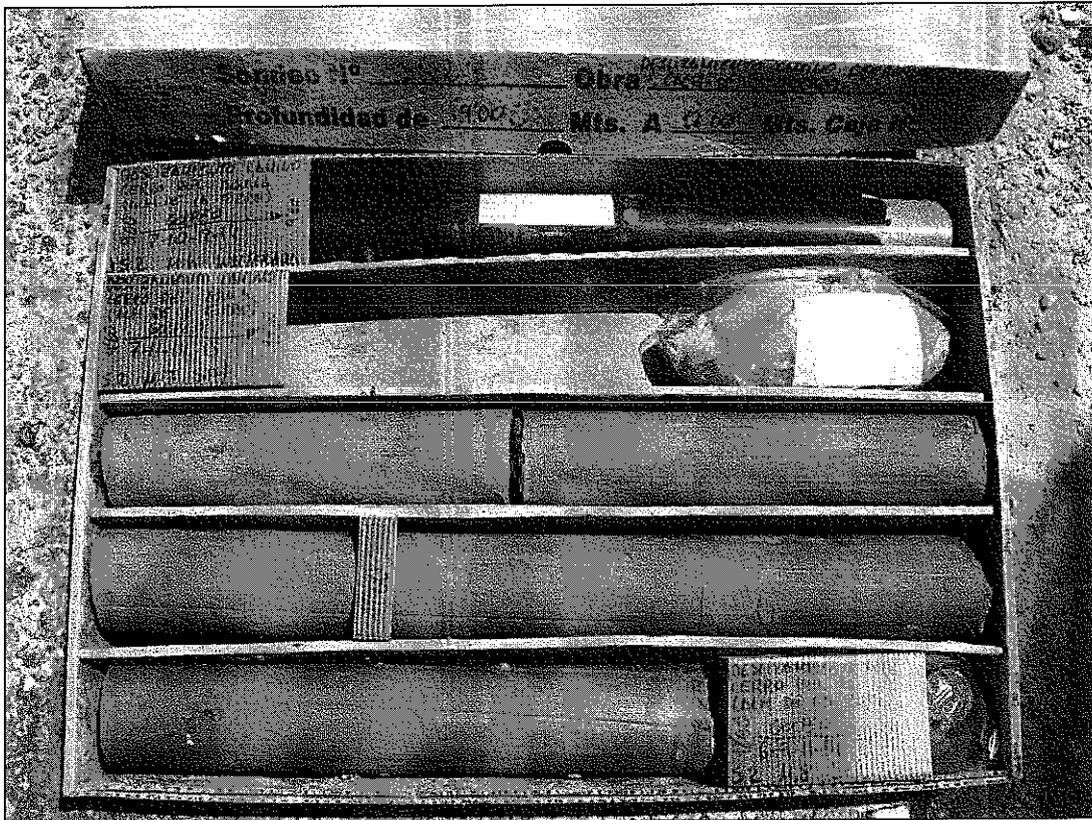
Fotografía N° 7.- SR-02. Profundidad 0.00-3.00



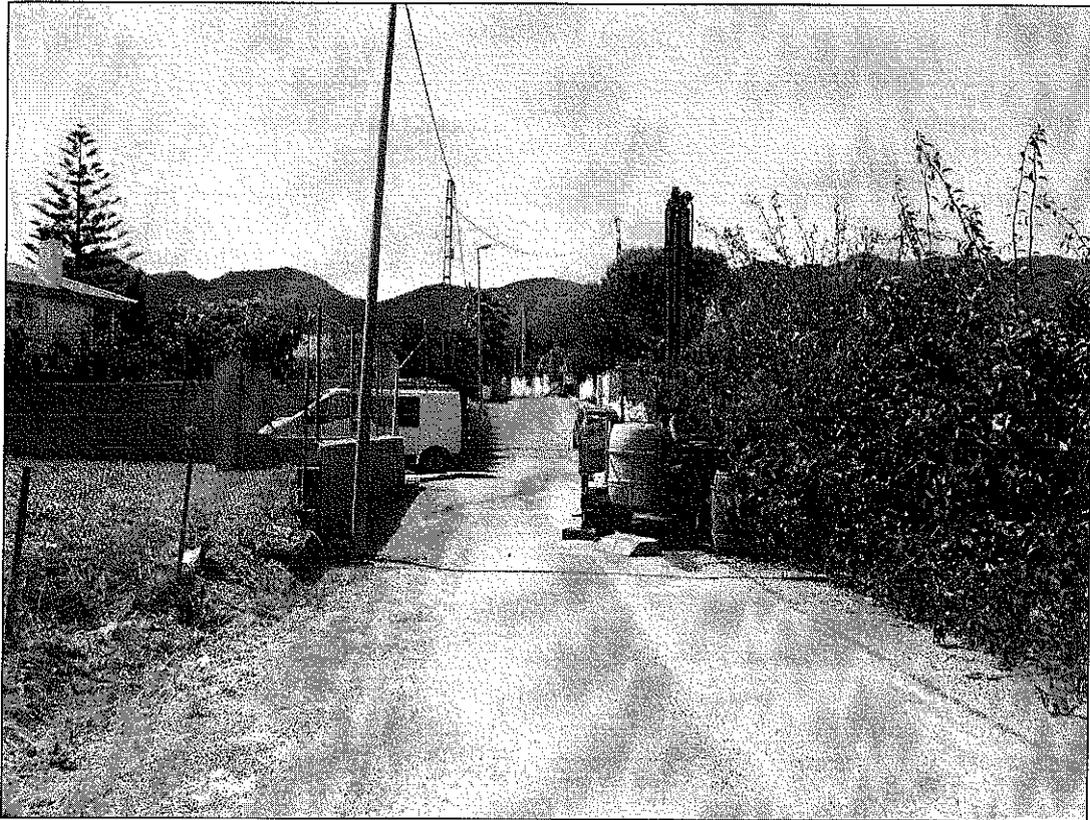
Fotografía N° 8.- SR-02. Profundidad 3.00-6.00



Fotografía N° 9.- SR-02. Profundidad 6.00-9.00



Fotografía N° 10.- SR-02. Profundidad 9.00-12.00



Fotografía N° 11.- Emplazamiento SR-02

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE.
TRABAJO: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE (MÁLAGA)
EXPEDIENTE: 1/0075/039 - PRESUPUESTO: 2010/03536



ANEJO 4. Actas de ensayos de laboratorio

Trabajo: 4-0075-039-002

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE

Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE

Dirección Técnica:

Obra: OESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011887
Descripción Gravas limosas.
Procedencia SPT-1 2.20-2.80

Clasificación :

Unified GW-GM
H.R.B. A-1-a
Indice de Grupo 0

Plasticidad (Límites de Atterberg): NO PLASTICO

Límite líquido :

Límite plástico :

Índice de plasticidad :

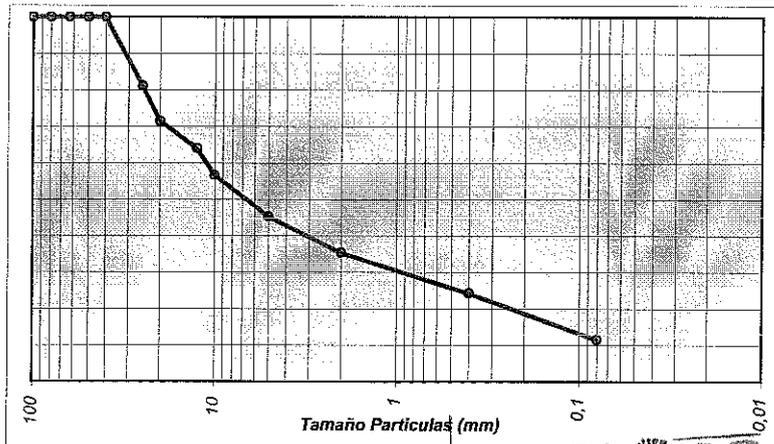
Análisis Químico

Sulfatos (% SO₃)
Materia Orgánica (% MO)

Sales solubles (gr/100grsuelo)
Yesos (%)

Análisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	81,1	71,5	64,0	56,6	45,3	35,4	24,3	11,5



[Firma]

Fdo: Elena Frade Viano
Director Técnico
Licenciada en Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo: Victoria Almadana Abón
Responsable de ensayos químicos
Licenciada en Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable de ensayos físicos
Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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

Trabajo: 4-0075-039-001
Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Dirección Técnica:
Obra: **DESPLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN OE LA TORRE**

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011512
Descripción Limos poco plásticos.
Procedencia MI-1 4.50-5.10

Clasificación :

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

Plasticidad (Límites de Atterberg): NO PLASTICO

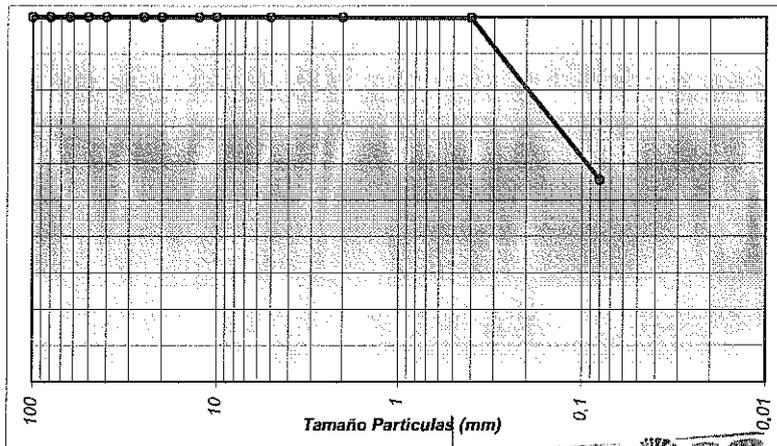
Límite líquido : **Límite plástico :** **Índice de plasticidad :**

Análisis Químico

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

Análisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	55,4



[Firma]

Fdo: Elena Frade Viano
Director Técnico
Licenciada en Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

[Firma]
Fdo: Victoria Almadana Abón
Responsable de ensayos químicos
Licenciada en Ciencias Químicas

[Firma]
Fdo : Manuel Gil Romero
Responsable de ensayos físicos
Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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

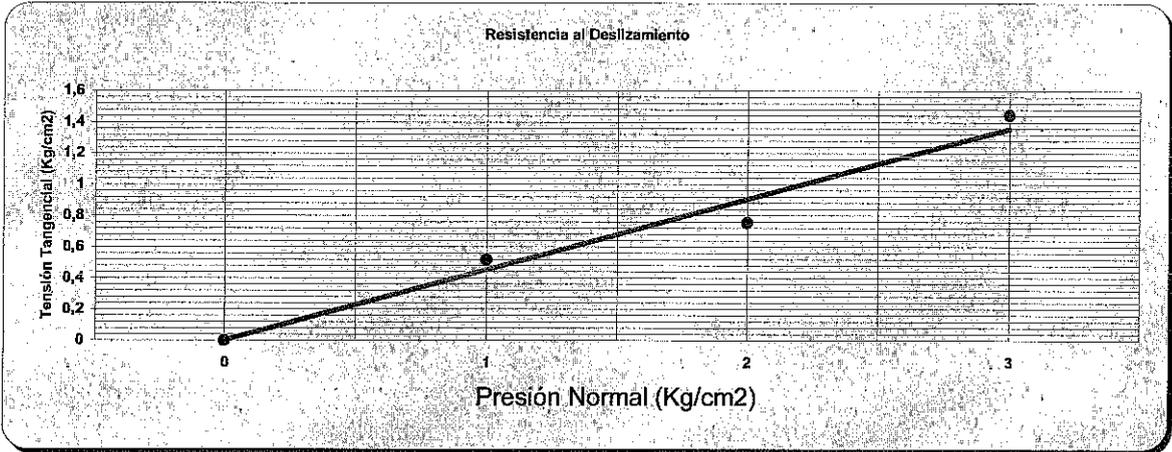
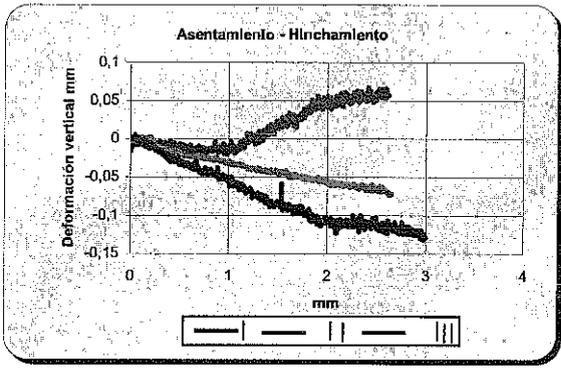
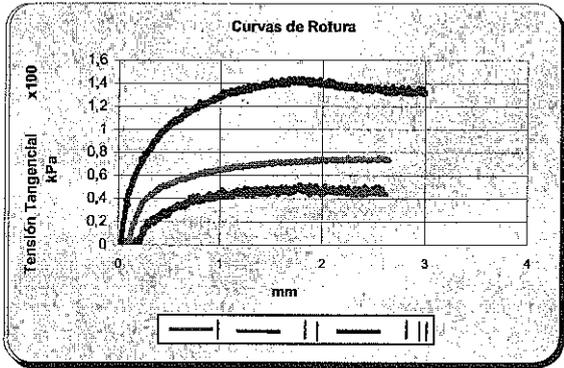
ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 N° DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE025

C/ BENAQUE N° 9 29004 MALAGA
 Tel. 952 23 08 42 (6 Líneas)
 FAX 952 23 12 14
 URL: www.cemosa.es
 E-Mail: laboratorio@cemosa.es

Trabajo : 4/0075/039/001
 Peticionario : AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
 Obra : DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS. ALHAURÍN DE LA TORRE
 Ref. Muestra: MI-1 PRF. 4,50-5,10

Ensayo de Corte Directo (UNE 103 401:98)

Probeta N°	I	II	III	Datos de Ensayo			
Tensión tang. (Kg/cm2)	0,52	0,75	1,44	Densidad húmeda(gr/cm3)	2,08	2,03	2,05
Humedad Inicial (%)	20,51	20,51	20,51	Estado Muestra :	INALTERADA		
Humedad Final (%)	17,88	21,80	22,67	Caja :	CILINDRICA		
Densidad seca(gr/cm3)	1,72	1,69	1,70	Tipo :	CYD		



Angulo de Rozamiento =	24,3	°
Cohesión =	0,00	Kg/cm2

[Firma]



Ensayo Acreditado
 Junta de Andalucía

[Firma]

Fdo: Elena Frade Viano
 Director técnico laboratorio
 Lda. Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
 Responsable ensayos físicos
 Lda. Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION EDIFICACION (BOJA 24/02/05)																									
EHA:	Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero	EHC:	Área de control del hormigón y componentes	GTC:	Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos	GTL:	Área de ensayos de laboratorio de geotecnia	VSG:	Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales	VSF:	Área de control de firmes y bituminosos en viales	EAP:	Área de control de perfiles de acero para estructuras	EAS:	Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero	APC:	Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas	AFH:	Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón	ACH:	Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón	APH:	Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón	AMC:	Área de control de morteros para albañilería
AREAS DE ACREDITACION INGENIERIA CIVIL - OBRAS LINEALES (BOJA 02/07/09)																									
OL-A:	Suelos, firmes bituminosos y otros	OL-B:	Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón	OL-C:	Productos metálicos y señalización																				

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

Trabajo: 4/0075/039/001
Obra: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS. ALHAURÍN DE LA TORRE
Petitionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
Ref. Laboratorio: MI-1 PRF. 4,50-5,10

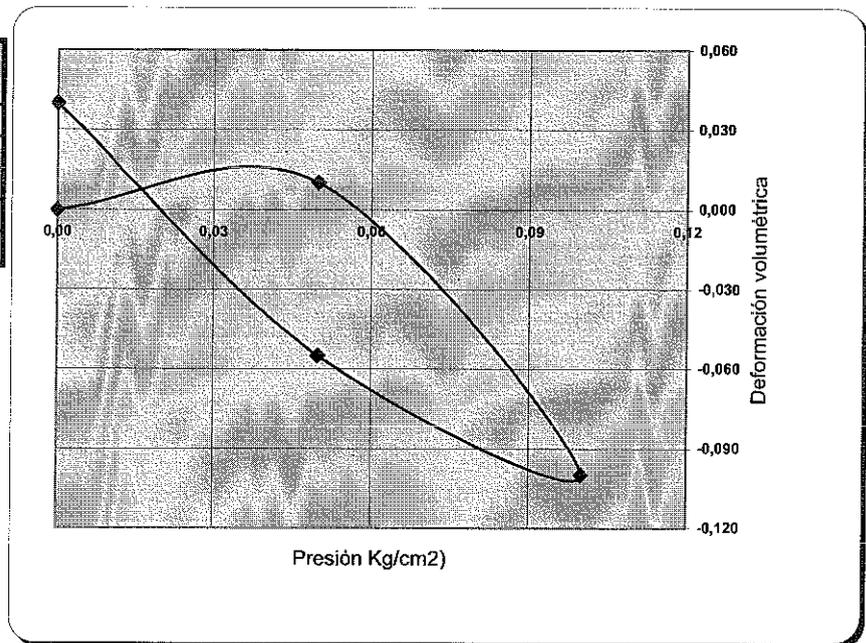
PRESION DE HINCHAMIENTO (UNE 103602)

Humedad		
	Inicial	Final
Tara+Suelo+Agua	210,72	119,06
Tara+Suelo	192,81	106,31
Tara	96,80	40,36
Suelo	96,01	65,95
Agua	17,91	12,75
Humedad (%)	18,7	19,3

Datos de la probeta	
Peso específico (gr/cc)	
Densidad húmeda inicial (gr/cc)	1,99
Densidad seca (gr/cc)	1,68

Datos Celula	
Volumen (cm ³)	39,27
Area (cm ²)	19,63
Altura (mm)	20

Presión (Kg/cm ²)	Deformación (%)
0,00	0,000
0,05	0,010
0,10	-0,100
0,05	-0,055
0,00	0,040



[Firma manuscrita]

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

[Firma manuscrita]

Fdo: Elena Frada Viano
Director técnico laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable ensayos físicos
Lda. Ciencias Químicas

Trabajo: 4-0075-039-001

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE

Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE

Dirección Técnica:

Obra: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011513
Descripción Arcillas muy plásticas.
Procedencia MI-1 8.10-8.70

Clasificación :

Unified CH
H.R.B. A-7-6
Índice de Grupo 20

Plasticidad (Límites de Atterberg):

Límite líquido : 55,3 Límite plástico : 27,4 Índice de plasticidad : 27,9

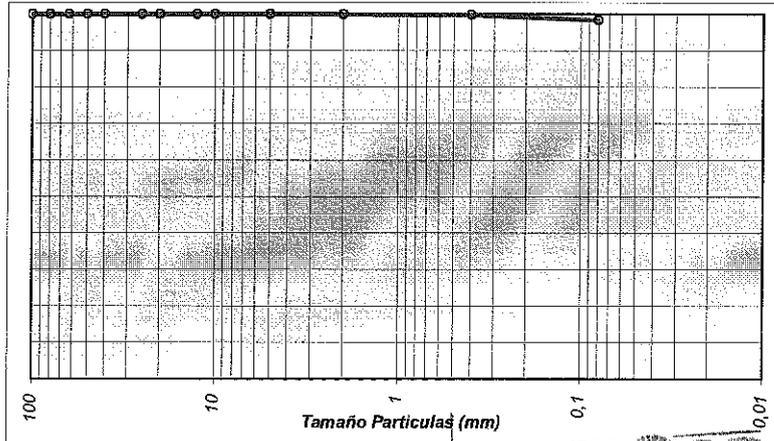
Análisis Químico

Sulfatos (% SO₃)
Materia Orgánica (% MO)

Sales solubles (gr/100grsuelo)
Yesos (%)

Análisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,4



[Firma]

Fdo: Elena Frade Viano
Director Técnico
Licenciada en Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo: Victoria Almadana Abón
Responsable de ensayos químicos
Licenciada en Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable de ensayos físicos
Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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



ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 N° DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05

C/ BENAQUE Nº 9 29004 MALAGA
 Tel. 952 23 08 42 (30 Líneas)
 FAX 952 23 12 14
 URL: www.cemosa.es
 E-Mail: laboratorio@ccmosa.es

Trabajo: 4-0075-039-001
 Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
 Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
 Dirección Técnica:
 Obra: **DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE**

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011514
 Descripción Arcillas poco plásticas.
 Procedencia MI-1 12.00-12.60

Clasificación :

Unified CL
 H.R.A. A-7-6
 Índice de Grupo 20

Plasticidad (Límites de Atterberg):

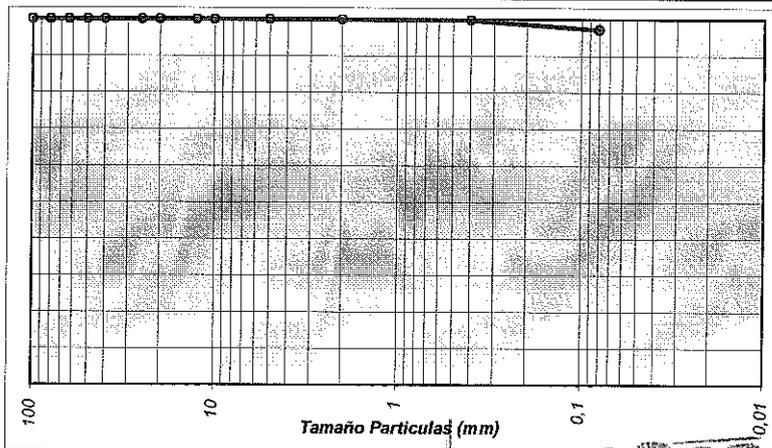
Límite líquido : 47,8 Límite plástico : 23,0 Índice de plasticidad : 24,8

Análisis Químico

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

Análisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	97,2



[Signature]

Fdo: Elena Frade Viano
 Director Técnico
 Licenciada en Ciencias Químicas

cemosa
 Ensayo Acreditado
 Junta de Andalucía

[Signature]

Fdo: Victoria Almadana Abón
 Responsable de ensayos químicos
 Licenciada en Ciencias Químicas

[Signature]

Fdo: Manuel Gil Romero
 Responsable de ensayos físicos
 Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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



ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE625-MA05 BOJA 24/02/05

C/ BENAQUE Nº 9 29004 MALAGA
Tel. 952 23 08 42 (30 Líneas)
FAX 952 23 12 14
URL: www.cemosa.es
E-Mail: laboratorio@cemosa.es

Trabajo: **4-007S-039-002**
Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Dirección Técnica:
Obra: **OESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURIN DE LA TORRE**

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011888
Descripción Arcillas poco plásticas.
Procedencia MI-2 2.40-3.00

Clasificación :

Unified CL
H.R.B. A-6
Indice de Grupo 3,7

Plasticidad (Límites de Atterberg):

Límite líquido : 30,7 Límite plástico : 20,1 Índice de plasticidad : 10,6

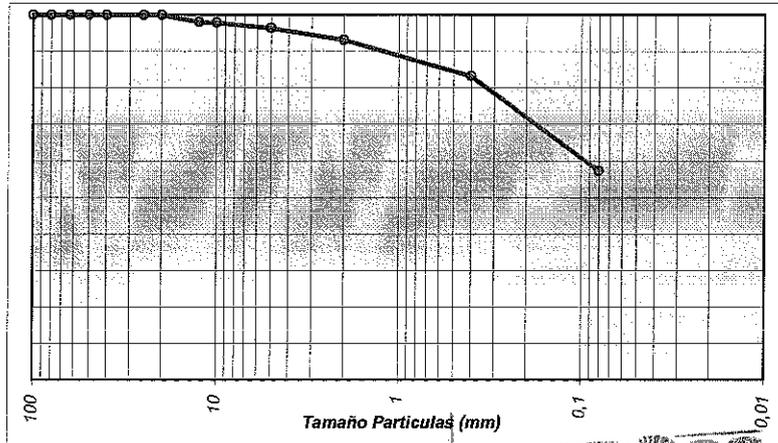
Análisis Químico

Sulfatos (% SO₃)
Materia Orgánica (% MO)

Sales solubles (gr/100grsuelo)
Yesos (%)

Análisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	97,9	96,4	93,2	83,2	57,3



Fdo: Elena Frade Viano
Director Técnico
Licenciada en Ciencias Químicas

Fdo: Victoria Almadana Abón
Responsable de ensayos químicos
Licenciada en Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable de ensayos físicos
Licenciado en Ciencias Químicas

ÁREAS DE AGREDITACION

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

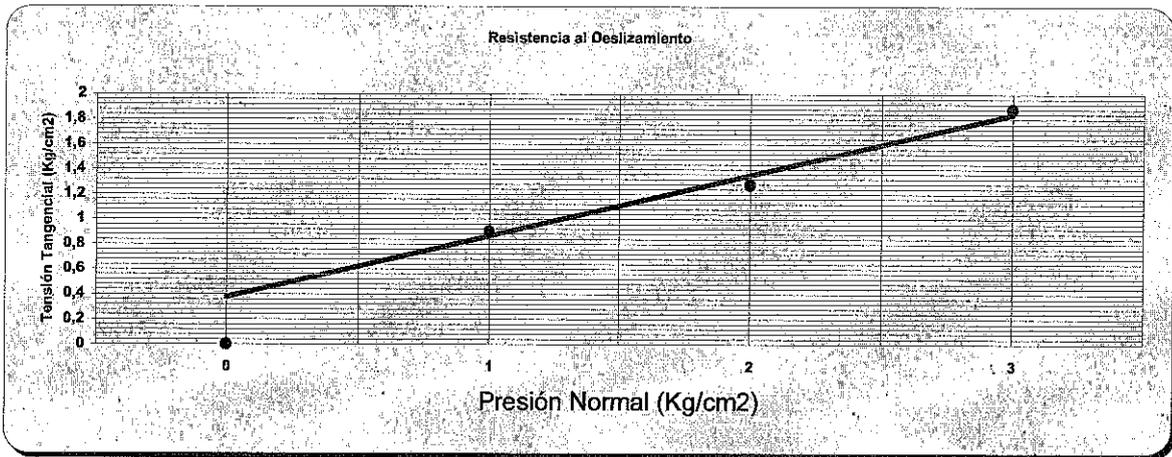
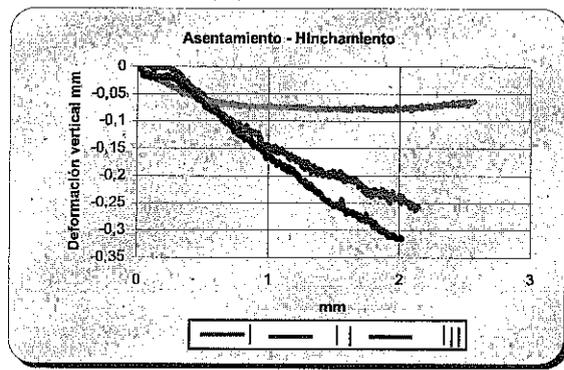
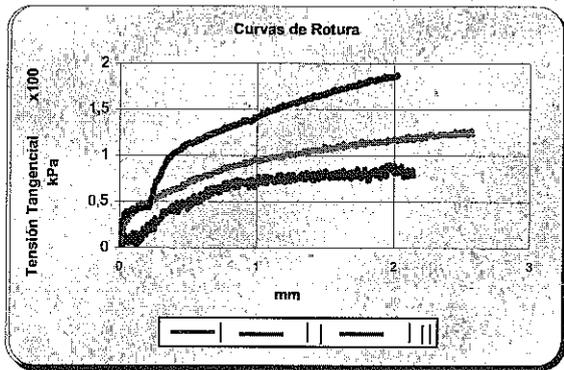
ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1230/89 N° DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE025

C/ BENAQUE N° 9 29004 MALAGA
Tel. 952 23 08 42 (6 Líneas)
FAX 952 23 12 14
URL: www.cemosa.es
E-Mail: laboratorio@cemosa.es

Trabajo : 4/0075/039/002
Peticionario : AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
Obra : DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURÍN DE LA TORRE
Ref. Muestra: MI-2 PRF. 2,40-3,00

Ensayo de Corte Directo (UNE 103 401:98)

Probeta N°	I	II	III	Datos de Ensayo			
Tensión tang. (Kg/cm2)	0,90	1,27	1,88	Densidad húmeda (gr/cm3)	2,03	2,02	2,05
Humedad Inicial (%)	12,58	12,58	12,58	Estado Muestra :	INALTERADA		
Humedad Final (%)	19,86	17,69	16,55	Caja :	CILINDRICA		
Densidad seca (gr/cm3)	1,80	1,80	1,82	Tipo :	CYD		



Angulo de Rozamiento =	26,0 °
Cohesión =	0,38 Kg/cm2

[Firma]

[Firma]

ÁREAS DE ACREDITACION EDIFICACIÓN (BOJA 24/02/05)		
EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero EHC: Área de control del hormigón y componentes GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSP: Área de control de firmes y bituminosos en viales EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero AFC: Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón AMC: Área de control de morteros para albañilería		
ÁREAS DE ACREDITACION INGENIERIA CIVIL - OBRAS LINEALES (BOJA 02/07/09)		
OL-A: Suelos, firmes bituminosos y otros	OL-B: Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón	OL-C: Productos metálicos y señalización

ENTIDAD ACREDITADA PARA LA PRESTACION DE ASISTENCIA
TECNICA A LA CONSTRUCCION Y OBRA PUBLICA RD. 1239/89
Nº DE INSCRIPCION DEL R.E.A. LE025-MA05 BOJA 24/02/05

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

Trabajo: 4/0075/039/002
Obra: DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURÍN DE LA TORRE
Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
Ref.muestra: MI-2 PRF. 2,40-3,00

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS (NLT-254)

Humedad		
	Inicial	Final
Tara+Suelo+Agua	211,06	178,84
Tara+Suelo	196,26	167,88
Tara	99,66	99,16
Suelo	96,60	68,72
Agua	14,80	10,96
Humedad (%)	15,3	15,9

Datos de la probeta	
Peso específico (gr/cc)	
Densidad húmeda (gr/cc)	2,02
Densidad seca (gr/cc)	1,75

Datos Calula	
Volumen (cm ³)	39,26
Area (cm ²)	19,63
Altura (mm)	20

PRESION VERTICAL 200 Kpa

Presión (Kg/cm ²)	lecturas milésimas mm
0,00	5000
0,10	4872
0,20	4771
0,50	4561
1,00	4322
2,0 sin inundar	3931
2,0 inundado est.	3768

Indice de colapso (I): 0,861
Indice porcentual de colapso (Ic): 0,815

Málaga, 7 de junio de 2010

Firmado: Elena Frade Viano
Director Técnico
Lda. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Firmado: Manuel Gil Romero
Responsable Ensayos Físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Página 1 de 1

AREAS DE ACREDITACIÓN EDIFICACIÓN (BOJA 24/02/05)

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

AREAS DE ACREDITACIÓN INGENIERIA CIVIL - OBRAS LINEALES (BOJA 02/07/09)

OL-A: Suelos, firmes bituminosos y otros OL-B: Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón OL-C: Productos metálicos y señalización

Trabajo: 4-0075-039-002
Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Contratista: AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN TORRE
Dirección Técnica:
Obra: OESLIZAMIENTO EN CARRIL OE LOS COGOS, ALHAURIN DE LA TORRE

Informe de Identificación

Material:

Referencia 3011889
Descripción Arcillas muy plásticas.
Procedencia MI-2 6.00-6.60

Clasificación :

Unified CH
H.R.B. A-7-6
Indice de Grupo 20

Plasticidad (Límites de Atterberg):

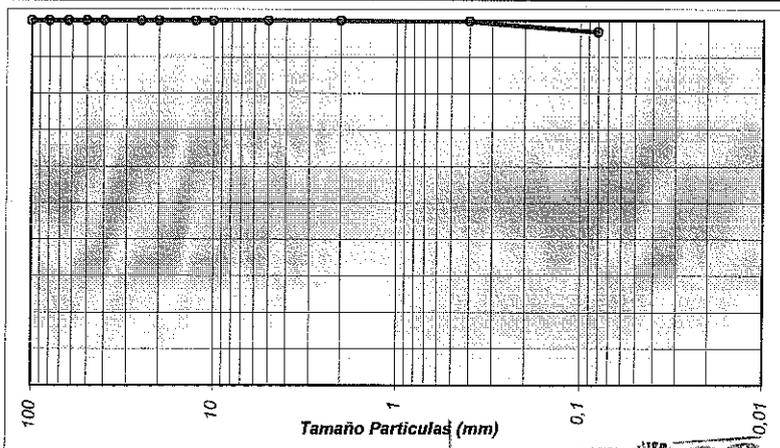
Límite líquido : 51,9 Límite plástico : 28,1 Índice de plasticidad : 23,8

Analisis Químico

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

Analisis Granulométrico

TAMIZ	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	96,9





Fdo: Elana Frade Viano
Directar Técnica
Licenciada en Ciencias Químicas


Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo: Victoria Almadana Abón
Responsable de ensayos químicos
Licenciada en Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable de ensayos físicas
Licenciado en Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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

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

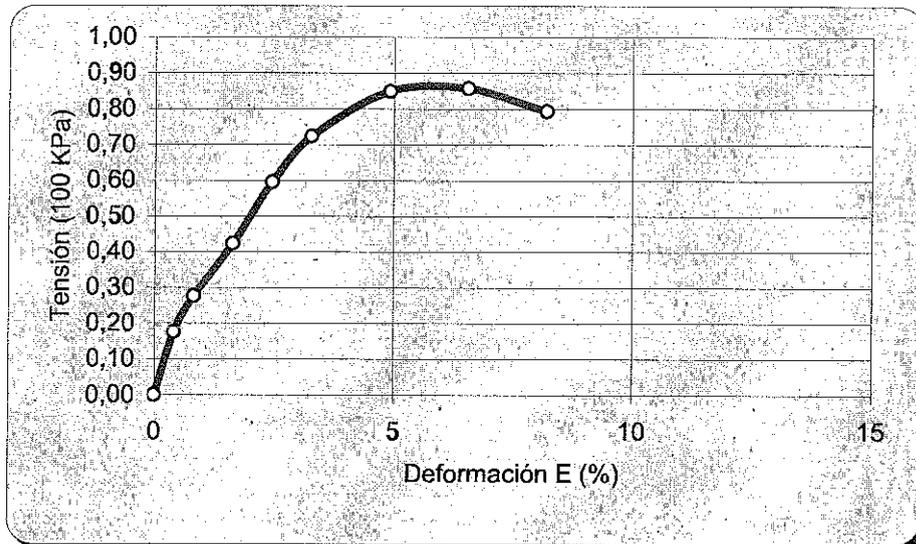
C/ BENAQUE Nº 9 29004 MALAGA
Tel. 952 23 08 42 (6 Líneas)
FAX 952 23 12 14
URL: www.cemosa.es
E-Mail: laboratorio@cemosa.es

Trabajo : 4/0075/039/002
Peticiónario : AYUNTAMIENTO DE ALHAURIN DE LA TORRE
Obra : OESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURÍN DE LA TORRE
Ref. Muestra: MI-2 PRF. 6,00-6,60

**Ensayo de Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo
(UNE 103-400-93)**

Ensayo con muestra	Inalterada
Diametro d (cm)	5,95
Altura h (cm)	12,19
Humedad W (%)	26,50
R. Comp. Simple (Kpa)	85,7
R. Comp. Simple (Kp/cm ²)	0,87
Deform. en Rotura E (%)	6,56
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,00
Densidad Seca (g/cm ³)	1,58

Forma de Rotura



OBSERVACIONES:

Fdo: Elena Frade Viano
Director técnico laboratorio
Ldo. Ciencias Químicas

cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable ensayos físicos
Ldo. Ciencias Químicas

AREAS DE ACREDITACION

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

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

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

EXPEDIENTE : 4/0075/039/002
OBRA : DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS, ALHAURÍN DE LA TORRE
PETICIONARIO : AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
CONTRATISTA :
D.TECNICA :

**DETERMINACION DE HUMEDAD Y LA DENSIDAD EN SUELOS
(UNE 103 300 Y UNE 103 301)**

R/L	S/ REFERENCIA	DENSIDAD HUMEDA gr/cc	DENSIDAD SECA gr/cc	HUMEDAD %
3011887	SPT-1 PRF. 2,20-2,80			6,2

Málaga, 7 de junio de 2010



cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía



Fdo: Elena Frade Viano
Director técnico laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable ensayos físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Página 1 de 1

AREAS DE ACREDITACION EDIFICACION (BOJA 24/02/05)	
EHA: Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero EHC: Área de control del hormigón y componentes GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos GTL: Área de ensayos de laboratorio de geotecnia VSG: Área de suelos, áridos mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales VSF: Área de control de firmes y bituminosos en viales EAP: Área de control de perfiles de acero para estructuras EAS: Área de control de la soldadura de perfiles estructurales de acero AFC: Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas AFH: Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón ACH: Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón APH: Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón AMC: Área de control de morteros para albañilería	
AREAS DE ACREDITACION INGENIERIA CIVIL - OBRAS LINEALES (BOJA 02/07/09)	
OL-A: Suelos, firmes bituminosos y otros OL-B: Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón OL-C: Productos metálicos y señalización	

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

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

EXPEDIENTE : 4/0075/039/001

OBRA : DESLIZAMIENTO EN CARRIL DE LOS COCOS. ALHAURÍN DE LA TORRE

PETICIONARIO : AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE

CONTRATISTA :

D.TECNICA :

**DETERMINACION DE HUMEDAD Y LA DENSIDAD EN SUELOS
(UNE 103 300 Y UNE 103 301)**

R/L	S/ REFERENCIA	DENSIDAD HUMEDA gr/cc	DENSIDAD SECA gr/cc	HUMEDAD %
3011512	MI-1 PRF. 4,50-5,10	2,03	1,70	19,0
3011513	MI-1 PRF. 8,10-8,70	1,82	1,47	23,3
3011514	MI-1 PRF. 12,00-12,60	1,96	1,58	23,1

Málaga, 8 de junio de 2010



cemosa
Ensayo Acreditado
Junta de Andalucía



Fdo: Elena Frade Viano
Director técnico laboratorio
Lda. Ciencias Químicas

Fdo: Manuel Gil Romero
Responsable ensayos físicos
Ldo. Ciencias Químicas

Página 1 de 1

AREAS DE ACREDITACION EDIFICACION (BOJA 24/02/05)

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

AREAS DE ACREDITACION INGENIERIA CIVIL - OBRAS LINEALES (BOJA 02/07/09)

OL-A: Suelos, firmes bituminosos y otros OL-B: Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón OL-C: Productos metálicos y señalización

ANEJO NUMERO 3

PLAN DE CONTROL Y CALIDAD



ÍNDICE

MEMORIA

<u>1</u>	<u>Introducción</u>	3
<u>2</u>	<u>Breve descripción de los trabajos a ejecutar</u>	3
<u>2.1</u>	<u>Mejora del terreno mediante pilotes mix</u>	3
<u>2.1.1</u>	<u>Sistema de ejecución</u>	4
<u>2.1.2</u>	<u>Control de calidad</u>	4
<u>2.1.2.1</u>	<u>Dosificación (número de unidades estimadas =1)</u>	4
<u>2.1.2.2</u>	<u>Realización de probetas de suelo-cemento (número de unidades estimadas =2)</u>	5
<u>2.2</u>	<u>Excavación</u>	5
<u>2.2.1</u>	<u>Control de calidad</u>	5
<u>2.2.1.1</u>	<u>Ejecución de pruebas de placa de carga (número de unidades estimadas =2)</u>	5
<u>2.3</u>	<u>Formación de la explanada</u>	6
<u>2.3.1</u>	<u>Control de calidad</u>	6
<u>2.3.1.1</u>	<u>Zahorra artificial (número de identificaciones a realizar =1) (número de unidades de control de compactación estimadas =15)</u>	6
<u>2.3.1.2</u>	<u>Mezcla bituminosa (número de unidades estimadas =2)</u>	6

PLAN DE CONTROL

1 Introducción

El presente documento constituye el plan de control solicitado a CEMOSA por D. Raúl Bullejos en nombre y representación del Excmo. Ayuntamiento de Alhaurín de la Torre (Málaga) según presupuesto 2010/08914.

El plan de control se realiza aún sin disponer de las mediciones que nos permitan notificar convenientemente tanto la toma de muestras, como los ensayos a realizar "in situ" en obra. Una vez que se tengan las mediciones definitivas, habrá que realizar la notificación de manera correcta.

2 Breve descripción de los trabajos a ejecutar

La actuación consiste en la ejecución de pilotes mix en malla de 2x2m y una longitud estimada de unos 6m (longitud empotrada en las arcillas de 1m) para una zona de tratamiento de unos 70m de longitud y 4-6m de ancho

Esta fase podrá realizarse sobre la rasante actual del carril, de modo que pueda ejecutarse por zonas y de esta manera, no interrumpir el tráfico.

Posteriormente, será necesario hacer un rebaje, que como en el caso anterior podrá ejecutarse por bataches, con objeto de acomodar la capa de firme necesaria para el tipo de tráfico previsto.

En los siguientes apartados se describen cada una de las fases de ejecución, así como las correspondientes medidas de control de calidad recomendadas para asegurar la correcta ejecución de la obra.

2.1 Mejora del terreno mediante pilotes mix

Con esta actuación se pretende conseguir una mejora del terreno mediante la mezcla del propio suelo a mejorar con una lechada de cemento, a través de una perforación, conformando así una columna vertical similar a un pilote ejecutado "in situ".

2.1.1 Sistema de ejecución

El sistema de ejecución consiste en la introducción de una varilla hueca rotativa, por cuyo interior circula la lechada, que incorpora en su primer metro unas paletas que mezclan ésta con el suelo.

La lechada de cemento se prepara en una mezcladora con una relación a/c de 0.6 (suelos granulares) a 0.75 (suelos cohesivos) y unos 70-75 kg de cemento por metro lineal de pilote para un diámetro típico de 450mm. En nuestro caso, se puede adoptar una relación a/c inicial de 0.70.

La cantidad de lechada depende del volumen de huecos del suelo, que varía entre el 30% para arenas finas y arcillas y el 60% en suelos flojos, y deben preverse pérdidas laterales, que si bien aumentan la cantidad de lechada, también contribuyen a aumentar la resistencia del terreno. A efectos de cálculo, y de acuerdo con la naturaleza y compacidad de los suelos encontrados, se puede suponer en torno al 50%.

Se suele incorporar un aditivo como estabilizador de la mezcla a una proporción del 0.5% del contenido en cemento.

2.1.2 Control de calidad

2.1.2.1 Dosificación (número de unidades estimadas =1)

La resistencia estructural del pilote de suelo-cemento se suele determinar en ensayos de dosificación previos mediante rotura a compresión de probetas de suelo-cemento a 28 días.

La resistencia a compresión de las probetas de suelo-cemento suele variar entre 40 kg/cm² para arcillas muy blandas y 325 kg/cm² para gravas y arenas.

El control de calidad de los pilotes mix podrá llevarse a cabo durante su puesta en obra mediante la realización de probetas de suelo cemento.

2.1.2.2 Realización de probetas de suelo-cemento (número de unidades estimadas =2)

Aunque la normativa EHE no es aplicable a este material, suele utilizarse como guía para el control de calidad del producto.

Una vez cuantificado el volumen de pilotes a ejecutar, se divide en lotes de 100m³, a cada uno de los cuales se le exigirá la realización de 2 series de 5 probetas para su posterior rotura a compresión a 7, 28 y en su caso, 60 días.

Las muestras, al incorporar los granos de suelo no se pueden considerar de mortero, por lo que deberán realizarse en probetas cilíndricas de 15x30cm, de forma análoga a las de hormigón.

2.2 Excavación

Una vez ejecutados los pilotes mix es necesario realizar la excavación que permita acomodar el espesor de capas de firme.

Considerando que se consigue una explanada tipo E-2, y para una categoría de tráfico pesado T-3, la excavación a realizar sería de unos 50cm (45cm para una sección tipo 3221 y 56cm para una sección tipo 3121).

2.2.1 Control de calidad

2.2.1.1 Ejecución de pruebas de placa de carga (número de unidades estimadas =2)

Sobre pilotes elegidos al azar se realizarán pruebas de carga según norma UNE 103808-06 o NLT-356 con el fin de comprobar que los asientos medidos son admisibles.

La prueba de carga se realiza mediante placa circular de 30cm colocada sobre la cabeza del pilote limpia y nivelada.

El ensayo se realiza con dos escalones de carga: En el primero se alcanza una presión igual a la carga media transmitida por la cimentación en el área de influencia del pilote. Posteriormente se descarga la placa y se vuelve a cargar hasta alcanzar una presión de 1.5 veces la del primer escalón de carga o hasta rotura.

2.3 Formación de la explanada

Sobre la cota de excavación de la fase anterior, se procederá a la reposición de la sección de firme adecuada al tipo de tráfico existente en el carril.

Para ello será necesaria la compactación dinámica del fondo de excavación sobre la cual se dispondrá la correspondiente sección de firme que, de acuerdo con la recomendación del presente informe constará de una capa de zahorra artificial (distribuida en dos tongadas) y una capa de mezcla bituminosa.

2.3.1 Control de calidad

2.3.1.1 Zahorra artificial (número de identificaciones a realizar =1) (número de unidades de control de compactación estimadas =15)

La zahorra artificial dispuesta sobre el terreno natural subyacente tendrá un espesor de 35 – 40cm (dependiendo de la sección de firme elegida) y cumplirá las especificaciones del artículo 510 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) en lo referente al control de procedencia, ejecución y recepción.

2.3.1.2 Mezcla bituminosa (número de unidades estimadas =2)

El espesor de mezcla bituminosa será de 15 o 16cm (en función de la sección de firme elegida), y una vez determinada su naturaleza, deberá cumplir con las correspondientes especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) en lo referente al control de procedencia, ejecución y recepción.

