

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG

UNE 103103:94 UNE 103104:93

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL, S.L.U.

OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)

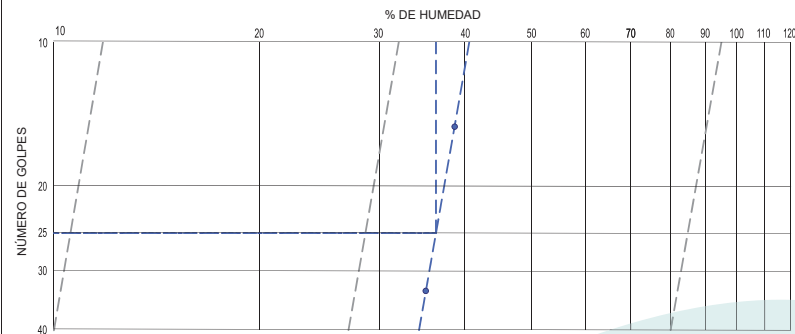
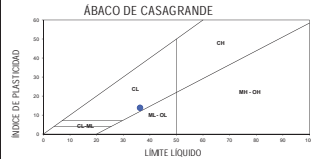
MUESTRA: S-1 (23,50-24,00)

CÓDIGO: GTL-1855/07-L/15

FECHA ACTA: 27/11/2015

HOJA: 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes	33	15	T+S+A (g)	62,9	67,0
T+S+A (g)	64,4	66,7	T+S (g)	61,9	65,9
T+S (g)	62,7	65,2	T(g)	57,6	61,2
T(g)	58,1	61,4	A (g)	1,0	1,1
A (g)	1,6	1,5	S (g)	4,3	4,8
S (g)	4,7	3,8	Humedad (%)	22,0	22,9
Humedad (%)	35,05	38,64	Humedad Media (%)	22,44	



Descripción de la muestra:	Arcilla media plasticidad arenosa		
<u>Límites de Atterberg</u>			<u>Clasificación USCS</u>
Límite Líquido:	36,3		CL
Límite Plástico:	22,4		
Índice de Plasticidad:	13,8		

DIRECTOR DE LABORATORIO RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Geólogo Químico

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alh. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-073)

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO

UNE 83963:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL, S.L.U.

OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)

MUESTRA: S-1 (23,50-24,00)

CÓDIGO: GTL-1855/07-SO/15

FECHA ACTA: 27/11/2015

HOJA: 1 de 1

M	Masa de la muestra de suelo seca (kg)	0,0500
C	Masa del crisol (g)	85,6210
F	Masa del filtro calcinado	0,0000
C + F + BaSO ₄	Crisol + Filtro + BaSO ₄	85,6232
M _P = (C + F + BaSO ₄) - (C + F)	Masa del precipitado de BaSO ₄	0,0022

CONTENIDO DE SULFATOS (mg/Kg)	18,30
-------------------------------	-------

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL CONTENIDO DE SULFATOS		
Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
2000-3000	3000-12000	>12000

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Geólogo Químico

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alh. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-073)

GARCIA
TRISTAN
QUESADA
PEDRO ANGEL
24258394H

Firmado digitalmente por GARCIA
TRISTAN QUESADA PEDRO ANGEL -
24258394H
Nombre de reconocimiento (DN):
c=ES,
serialNumber=IDCES-24258394H,
givenName=PEDRO ANGEL,
sn=GARCIA TRISTAN QUESADA,
cn=GARCIA TRISTAN QUESADA
PEDRO ANGEL - 24258394H
Fecha: 2024.03.07 10:45:51 +01'00'



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY
UNE 83962:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-1 (23,50-24,00)	CÓDIGO: GTL-1855/07-BG/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

ACIDEZ DE BAUMANN-GULLY (ml/Kg)	0,0
---------------------------------	-----

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL GRADO DE ACIDEZ		
Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
>200		

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química

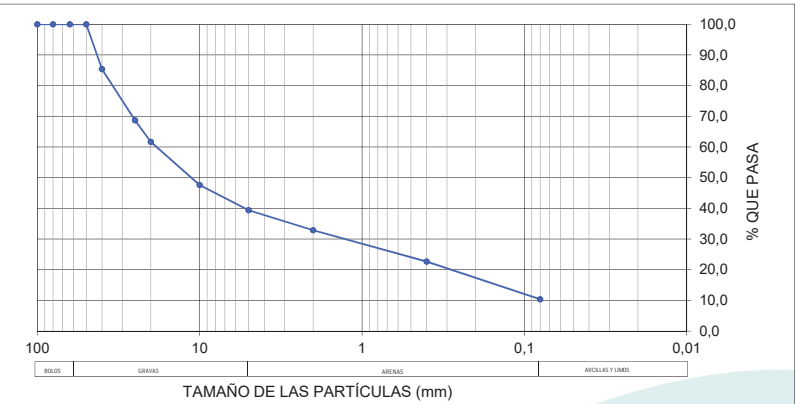
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (3,50-3,90)	CÓDIGO: GTL-1855/08-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,0	38,5
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	435	498	208	419,2	244	195	304	366
Pasa Total (g)	2979	2979	2979	2979	2544	2046	1838	1418	1174	979	675	309
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	85,4	68,7	61,7	47,6	39,4	32,9	22,7	10,4



Descripción de la muestra: Grava mal graduada con limo con arena

<u>Límites de Atterberg</u>		<u>Coeficientes de Forma</u>		<u>Clasificación USCS</u>
Límite Líquido:	NP	Coeficiente de Uniformidad Cu:		GP GM
Límite Plástico:	NP	Coeficiente de Curvatura Cc:		
Índice de Plasticidad:	NP	<u>AASHTO / (Índice de Grupo):</u> A-1-a		

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química



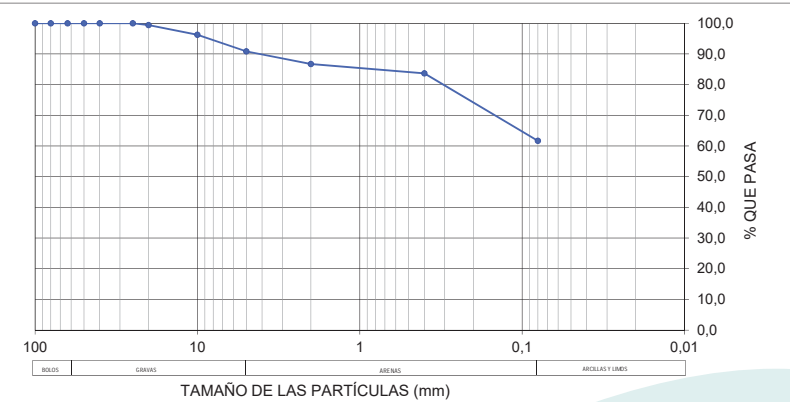
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (4,00-4,40)	CÓDIGO: GTL-1855/09-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	29,3
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	53,4	92	69	52	372
Pasa Total (g)	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1679	1626	1534	1465	1413	1042
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	96,3	90,8	86,7	83,7	61,7



Descripción de la muestra: Limo baja plasticidad arenoso			
<u>Límites de Atterberg</u>		<u>Coefficientes de Forma</u>	<u>Clasificación USCS</u>
Límite Líquido:	NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	ML
Límite Plástico:	NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	
Índice de Plasticidad:	NP	<u>AASHTO / (Índice de Grupo):</u> A-4	

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alh. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO
UNE 83963:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (4,00-4,40)	CÓDIGO: GTL-1855/09-SO/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

M	Masa de la muestra de suelo seca (kg)	0,0500
C	Masa del crisol (g)	103,4812
F	Masa del filtro calcinado	0,0000
C + F + BaSO ₄	Crisol + Filtro + BaSO ₄	103,4833
M _P = (C + F + BaSO ₄) - (C + F)	Masa del precipitado de BaSO ₄	0,0021

CONTENIDO DE SULFATOS (mg/Kg) 17,47

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL CONTENIDO DE SULFATOS

Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
2000-3000	3000-12000	>12000

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alh. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY
UNE 83962:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (4,00-4,40)	CÓDIGO: GTL-1855/09-BG/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

ACIDEZ DE BAUMANN-GULLY (ml/Kg)	0,0
---------------------------------	-----

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL GRADO DE ACIDEZ		
Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
>200		

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química



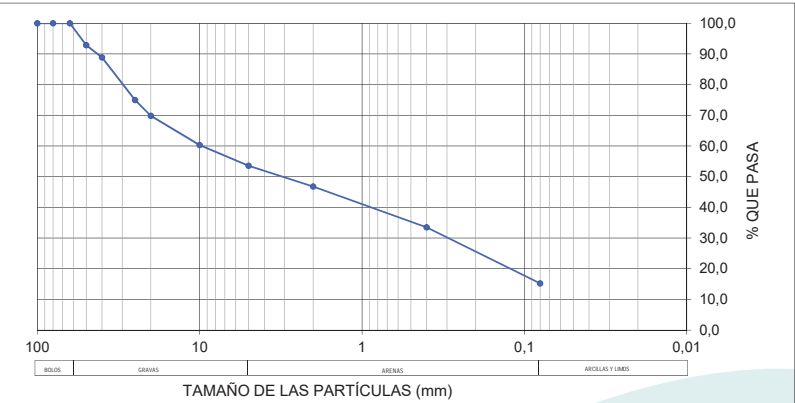
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (5,50-6,00)	CÓDIGO: GTL-1855/10-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,6	46,1
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	251,3	139,9	488,5	179,3	335,5	236	238	467	642
Pasa Total (g)	3512	3512	3512	3261	3121	2633	2453	2118	1882	1644	1176	535
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	92,8	88,9	75,0	69,8	60,3	53,6	46,8	33,5	15,2



Descripción de la muestra: Grava limosa con arena

Límites de Atterberg		Coefficientes de Forma	Clasificación USCS
Límite Líquido:	NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	GM
Límite Plástico:	NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	
Índice de Plasticidad:	NP	AASHTO / (Índice de Grupo):	
			A-1-b

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química



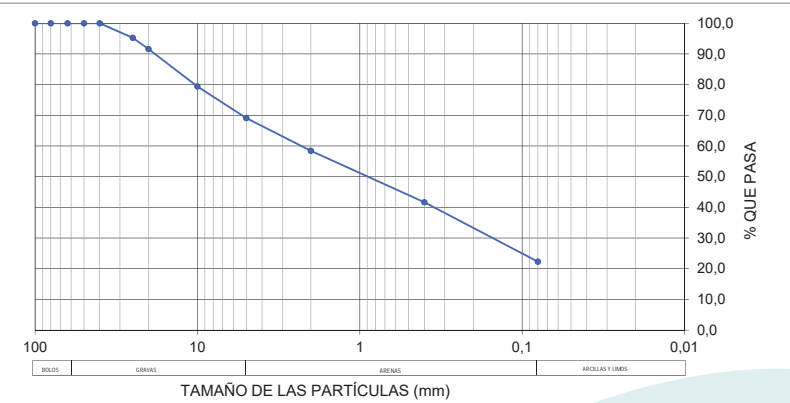
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (8,50-9,00)	CÓDIGO: GTL-1855/11-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,4	40,9
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	163,5	124,4	418,6	354	366	576	664
Pasa Total (g)	3431	3431	3431	3431	3431	3268	3143	2725	2371	2005	1430	765
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,2	91,6	79,4	69,1	58,4	41,7	22,3



Descripción de la muestra: Arena limosa con grava		
Límites de Atterberg	Coefficientes de Forma	Clasificación USCS
Límite Líquido: NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	SM
Límite Plástico: NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	
Índice de Plasticidad: NP	AASHTO / (Índice de Grupo): A-1-b	

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Geólogo

Química

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AIB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



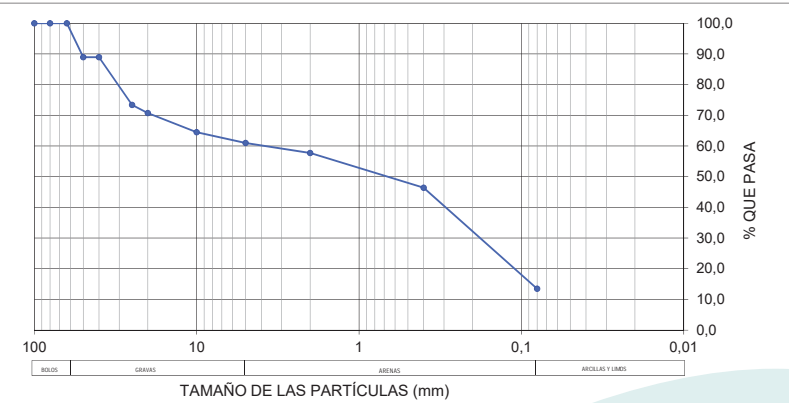
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (11,50-12,00)	CÓDIGO: GTL-1855/12-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0	72,6
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	409	0,0	575,8	97,9	231,3	129	121	419	1219
Pasa Total (g)	3700	3700	3700	3291	3291	2715	2617	2386	2257	2136	1717	499
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	88,9	88,9	73,4	70,7	64,5	61,0	57,7	46,4	13,5



Descripción de la muestra: Arena limosa con grava		
Límites de Atterberg	Coefficientes de Forma	Clasificación USCS
Límite Líquido: NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	SM
Límite Plástico: NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	
Índice de Plasticidad: NP	AASHTO / (Índice de Grupo): A-1-b	

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Geólogo

Química

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AIB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



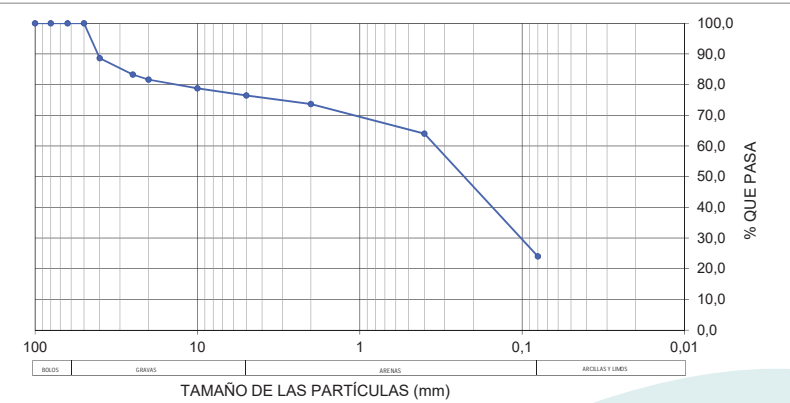
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (14,50-15,00)	CÓDIGO: GTL-1855/13-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,1	75,3
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0	360	168,0	52,1	89,1	74	89	304	1263
Pasa Total (g)	3159	3159	3159	3159	2799	2631	2579	2490	2416	2327	2022	759
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	88,6	83,3	81,6	78,8	76,5	73,7	64,0	24,0



Descripción de la muestra: Arena limosa con grava		
<u>Límites de Atterberg</u>	<u>Coefficientes de Forma</u>	<u>Clasificación USCS</u>
Límite Líquido: NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	SM
Límite Plástico: NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	
Índice de Plasticidad: NP	<u>AASHTO / (Índice de Grupo):</u> A-2-4	

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AIB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



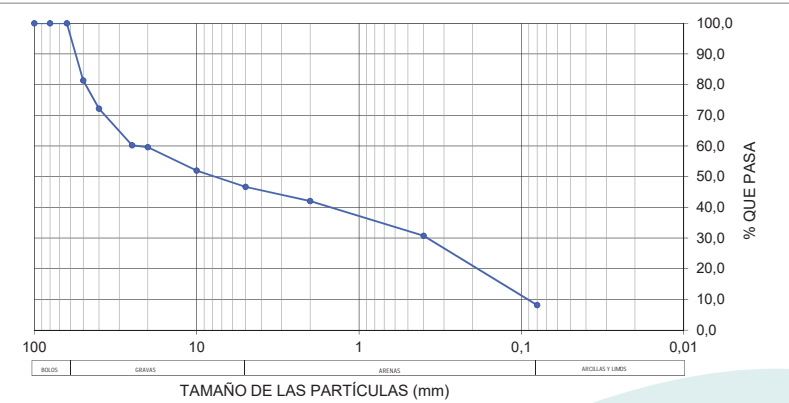
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (15,80-16,20)	CÓDIGO: GTL-1855/14-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,6	90,8
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	657	323	420	20,7	269	187	162	399	795
Pasa Total (g)	3519	3519	3519	2863	2539	2119	2099	1829	1642	1480	1081	287
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	81,3	72,2	60,2	59,6	52,0	46,7	42,1	30,7	8,1



Descripción de la muestra:		Grava mal graduada con limo con arena	
<u>Límites de Atterberg</u>		<u>Coefficientes de Forma</u>	<u>Clasificación USCS</u>
Límite Líquido:	NP	Coefficiente de Uniformidad Cu:	###
Límite Plástico:	NP	Coefficiente de Curvatura Cc:	0.0
Índice de Plasticidad:	NP	<u>AASHTO / (Índice de Grupo):</u>	A-1-b
			GP GM

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ
Geólogo

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA
Química

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AIB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

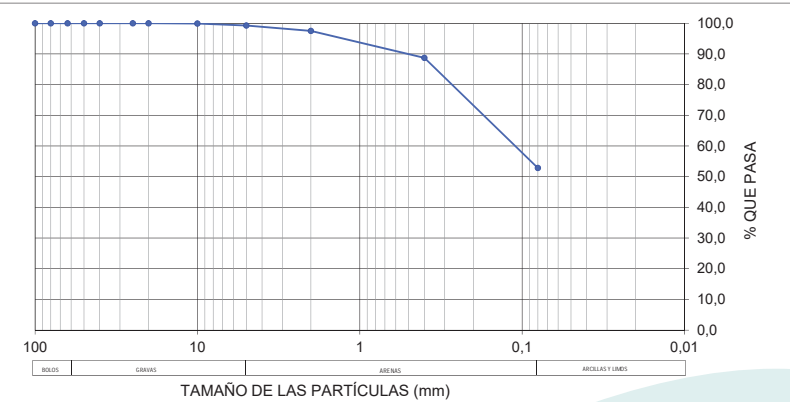


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (19,00-19,30)	CÓDIGO: GTL-1855/15-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,9	36,6
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	11	29	145	596
Pasa Total (g)	1659	1659	1659	1659	1659	1659	1659	1657	1646	1617	1472	876
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,3	97,5	88,7	52,8



Descripción de la muestra: Limo baja plasticidad arenoso	
Límites de Atterberg	Coefficientes de Forma
Límite Líquido: 31,8	Coefficiente de Uniformidad Cu:
Límite Plástico: 23,4	Coefficiente de Curvatura Cc:
Índice de Plasticidad: 8,4	AASHTO / (Índice de Grupo): A-4 (2)
Clasificación USCS	
ML	

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

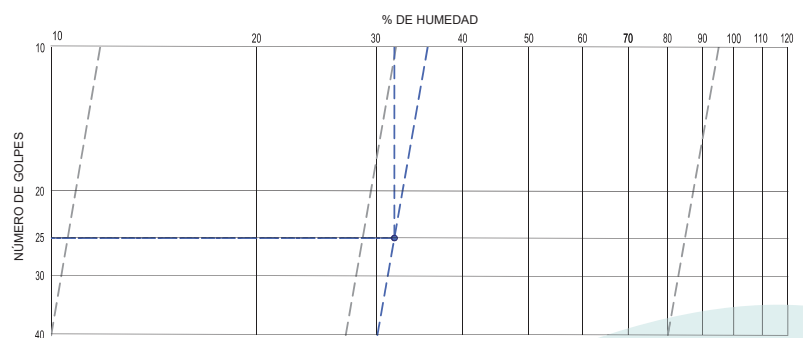
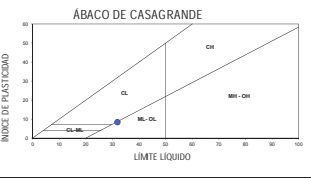


DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG

UNE 103103:94 UNE 103104:93

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (19,00-19,30)	CÓDIGO: GTL-1855/15-L/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes	25	25	T+S+A (g)	67,9	63,2
T+S+A (g)	67,0	62,4	T+S (g)	66,7	61,8
T+S (g)	65,5	60,8	T(g)	61,3	55,9
T(g)	60,8	55,6	A (g)	1,3	1,4
A (g)	1,5	1,7	S (g)	5,4	5,9
S (g)	4,8	5,2	Humedad (%)	23,3	23,5
Humedad (%)	31,79	31,85	Humedad Media (%)	23,44	



Descripción de la muestra: Limo baja plasticidad arenoso	
Límites de Atterberg	Clasificación USCS
Límite Líquido: 31,8	ML
Límite Plástico: 23,4	
Índice de Plasticidad: 8,4	

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IÓN SULFATO

UNE 83963:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (19,00-19,30)	CÓDIGO: GTL-1855/15-SO/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

M	Masa de la muestra de suelo seca (kg)	0,0500
C	Masa del crisol (g)	93,5541
F	Masa del filtro calcinado	0,0000
C + F + BaSO ₄	Crisol + Filtro + BaSO ₄	93,5562
M _P = (C + F + BaSO ₄) - (C + F)	Masa del precipitado de BaSO ₄	0,0021

CONTENIDO DE SULFATOS (mg/Kg)	17,47
-------------------------------	-------

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL CONTENIDO DE SULFATOS		
Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
2000-3000	3000-12000	>12000

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY

UNE 83962:2008

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (19,00-19,30)	CÓDIGO: GTL-1855/15-BG/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

ACIDEZ DE BAUMANN-GULLY (ml/Kg)	0,0
---------------------------------	-----

GRADO DE AGRESIVIDAD SEGÚN EL GRADO DE ACIDEZ		
Débil (mg/Kg)	Medio (mg/Kg)	Fuerte (mg/Kg)
>200		

Observaciones:

Los datos expresados circunscriben exclusivamente a la muestra ensayada

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dña Carmen, Nave H-11 - 29130 Alb. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

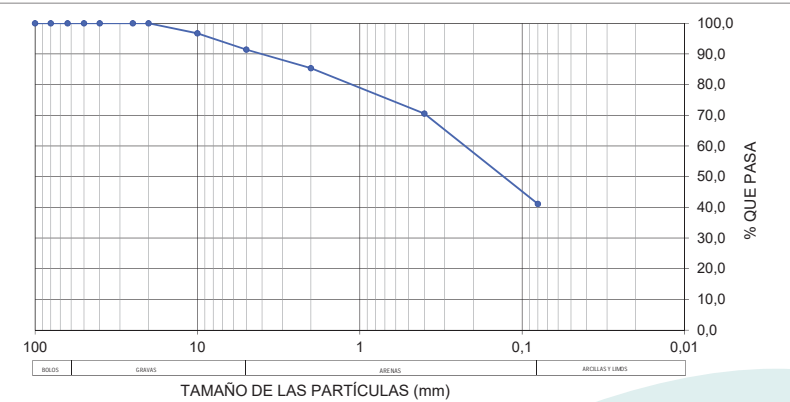


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

UNE 103101:1995

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (20,50-21,00)	CÓDIGO: GTL-1855/16-G/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

Tamiz (mm):	100	80	63	50	40	25	20	10,0	5,0	2,0	0,4	0,08
Ret. Parc. Acumulado (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,5	46,8
Ret. Total Acumulado (g)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,3	105	119	291	579
Pasa Total (g)	1969	1969	1969	1969	1969	1969	1969	1904	1799	1680	1389	810
Pasa Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	91,4	85,3	70,5	41,1



Descripción de la muestra: Arena arcillosa	
Límites de Atterberg	Coefficientes de Forma
Límite Líquido: 25,7	Coefficiente de Uniformidad Cu:
Límite Plástico: 18,3	Coefficiente de Curvatura Cc:
Índice de Plasticidad: 7,5	AASHTO / (Índice de Grupo): A-4 (0)
Clasificación USCS: SC	

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

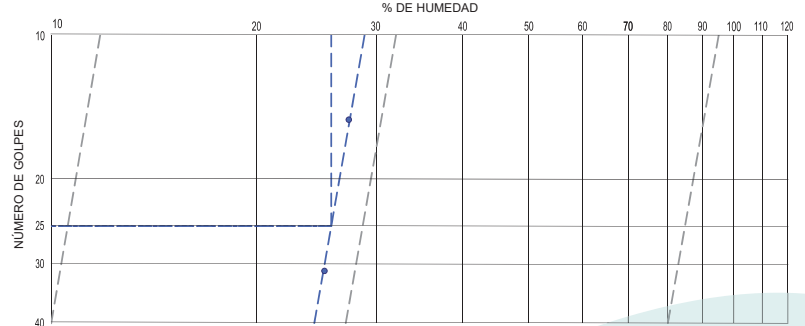
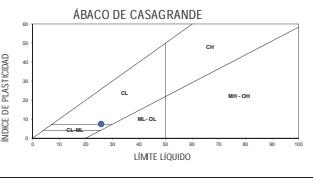


DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG

UNE 103103:94 UNE 103104:93

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2 (20,50-21,00)	CÓDIGO: GTL-1855/16-L/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2
Nº de golpes	31	15	T+S+A (g)	63,3	70,5
T+S+A (g)	69,8	62,5	T+S (g)	62,2	69,1
T+S (g)	68,0	61,0	T(g)	55,9	61,7
T(g)	61,0	55,4	A (g)	1,2	1,4
A (g)	1,8	1,5	S (g)	6,3	7,5
S (g)	7,0	5,6	Humedad (%)	18,3	18,2
Humedad (%)	25,14	27,29	Humedad Media (%)	18,27	



Descripción de la muestra: Arena arcillosa	
Límites de Atterberg	Clasificación USCS
Límite Líquido: 25,7	
Límite Plástico: 18,3	
Índice de Plasticidad: 7,5	SC

DIRECTOR DE LABORATORIO

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

GEOSAND S.L. C/Dona Carmen, Nave H-11 - 29130 AB. De la Torre (Málaga) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com

Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS



DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN

PETICIONARIO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL , S.L.U.	
OBRA: RÍO TORROX - TORROX (MÁLAGA)	
MUESTRA: S-2	CÓDIGO: GTL-1855/17-AG/15
FECHA ACTA: 27/11/2015	HOJA: 1 de 1

PARÁMETRO	RESULTADO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DÉBIL	MEDIO	FUERTE
DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ (pH) (UNE 83952:08)	7,21	6.5-5.5	5.5-4.5	<4.5
CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l) (UNE 83955:08)	19,46	300-1000	1000-3000	>3000
CONCENTRACIÓN DE AMONIO (mg/l) (UNE 83954:08)	6,00	15-30	30-60	>60
CONCENTRACIÓN DE SULFATOS (mg SO ₄ ⁼ /l) (UNE 83956:08)	122,51	200-600	600-3000	>3000
CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (mg CO ₂ /l) (UNE-EN 13577)	6,16	15-40	40-100	>100
RESIDUO SECO (mg/l) (UNE 83957:08)	415	75-150	50-75	<50

Evaluación:

DIRECTOR DE LABORATORIO

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: RAFAEL CONGREGADO RAMÍREZ

Geólogo

FDO: GEMA NAVARRO GARCÍA

Química

GEOSAND S.L. C/Doña Carmen, Nave H-11 - 29130 ALH. DE LA TORRE (MÁLAGA) - 952417065 - www.geosand.com - geosand@geosand.com
Inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de control de la calidad de la construcción de la Junta de Andalucía (AND-L-070)



AENOR
ER-0468/2008

UNE-EN ISO 9001:2008 para las actividades:
Emisión de informes técnicos y realización de
ensayos de sondas, toma de muestras y ensayos in situ para
reconocimientos geotécnicos (GTC) y área de ensayos de
laboratorio de geotecnia para muestras de suelos (GTL)



12.4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Pl. Alh. de la Torre Fase IV - C/ Doña Carmen, H-11 - (T-6 B-160) C.P. 29130 - Alhaurín de la Torre (MÁLAGA)
Telf. 952 417065 - Fax. 952 426770 www.geosand.com geosand@geosand.com

Inscrito en el Registro Mercantil de Málaga, Tomo 3136, Libro 2049, Folio 170, Sección 8
CIF B-18606962





Sondeo S-1

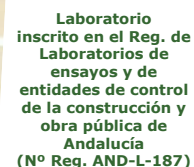


Sondeo S-2



APENDICE 2. ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMENTARIO





ESTUDIO GEOTÉCNICO

SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.

PUENTE SOBRE EL RÍO TORROX

**ZONA DEL RÍO TORROX, PRÓXIMO A SU DESEMBOCADURA,
TORROX (MÁLAGA)**



INDICE

1. CONDICIONES PRELIMINARES.....	5
2. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA FINCA.....	6
3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS.....	12
3.1. TRABAJOS DE CAMPO (con maquinaria geotécnica especializada).....	12
3.1.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN.....	14
3.1.2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.....	15
3.1.3. MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO	16
3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO.....	18
4. INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	19
4.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.....	19
4.2. NIVELES GEOTÉCNICOS (caracterización estratigráfica-geomecánica).....	24
4.3. CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA.....	39
4.4. AGRESIVIDAD (ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones)	43
4.5. ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN.....	47
5. CONDICIONANTES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	60
6. ANEXOS.....	64
6.1. CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS	
6.2. PERFIL GEOLÓGICO	
6.3. ACTAS DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN	
6.4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
6.5. ENSAYOS DE LABORATORIO	



RESUMEN DE DATOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO

Generalidades	PUENTE SOBRE EL RÍO TORROX
Promotor:	TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.
Número de ensayos:	2 sondeos geotécnicos a rotación con toma de muestras
Descripción de los terrenos:	NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN GRANULAR. (De 0,00 m a 0,00-0,30 m).
	NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS. (Detectados en ambos sondeos desde 0,00-0,30 m hasta 6,30-17,00 m).
	NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS. (Sólo detectados en el S-1 desde 6,30 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).
	NIVEL 4: ESQUISTOS TECTONIZADOS Y ALTERADOS DE TONOS GRISÁCEOS. (Sólo detectados en el S-2 desde 17,00 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).

Estrato previsto para cimentar

NIVELES 2 AL 4.

Resumen parámetros geotécnicos:

Nivel freático	Se ha detectado entre 3,50-5,00 m de profundidad
Tipo de Hormigón	MARINO-RESISTENTE (Según Código Estructural)
Coefficiente sísmico C	1,47

Tipo de cimentación:

1. CIMENTACIÓN PROFUNDA MEDIANTE PILOTES PERFORADOS EMPOTRADOS EN NIVEL 3 Y 4 A COTAS PROFUNDAS

RESUMEN DE DATOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO

Tipología de Cimentación:

1. CIMENTACIÓN PROFUNDA MEDIANTE PILOTES EMPOTRADOS EN EL NIVEL 3 Y 4.

CONDICIONES A LARGO PLAZO

1. Considerando para el cálculo un nivel freático a una profundidad de 3,50 m y la construcción de pilotes hincados a largo plazo.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN													Resistencias unitarias en el punto medio del estrato	
UNIDAD GEOTEC.	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	γ_{ap} KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	σ'_{vo} KPa	ϕ °	c_u KPa	N_q	N_p	q_b MPa	f_r KPa	q_b MPa	f_r KPa
NIVEL 1 SUELTO	0.0	12.0	12.0	18.5	19	70.625	28		14.7		3.12	33.80		
NIVEL 2 COMPACTO	12.0	18.0	6.0	20	20.5	172.75	36		37.8		19.57	112.96		
NIVEL 3	18.0	0.0	-18.0			284.25					0.00	0.00		
NIVEL 4		0.0	0.0			384.25					0.00	0.00		
NIVEL 5			0.0								0.00	0.00		

2. Considerando para el cálculo un nivel freático a una profundidad de 3,50 m y la construcción de pilotes perforados entubados a largo plazo.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN													Resistencias unitarias en el punto medio del estrato	
UNIDAD GEOTEC.	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	γ_{ap} KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	σ'_{vo} KPa	ϕ °	c_u KPa	N_q	N_p	q_b MPa	f_r KPa	q_b MPa	f_r KPa
NIVEL 1 SUELTO	0.0	12.0	12.0	18.5	19	70.625	28		14.7		3.12	28.16		
NIVEL 2 COMPACTO	12.0	18.0	6.0	20	20.5	172.75	36		37.8		19.57	94.13		
NIVEL 3	18.0	0.0	-18.0			284.25					0.00	0.00		
NIVEL 4		0.0	0.0			384.25					0.00	0.00		
NIVEL 5			0.0								0.00	0.00		

SEGÚN EL TIPO DE TERRENO, SE RECOMIENDAN PILOTES PERFORADOS
LA HINCA DE LOS PILOTES PUEDE SER NO VIABLE DADO EL TIPO DE TERRENO ENCONTRADO



1.- CONDICIONES PRELIMINARES

Geotecnia Avanzada de los Materiales S.L. (GEOTEMA) realiza el presente estudio geotécnico a petición de la empresa **TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.**

El presente estudio geotécnico se realiza con el fin de caracterizar geotécnicamente el terreno que ha de sustentar la cimentación para la construcción en un puente, que se prevé situar sobre el Río Torrox.

La zona de estudio se ubica en las proximidades de la desembocadura del Río Torrox, dentro del término municipal de Torrox, provincia de Málaga.

Se incluyen además en este informe los datos que han de servir para establecer las soluciones de cimentación más acordes con el proyecto previsto, en base a los trabajos y estudios geotécnicos realizados.

Las conclusiones a las que se llegan en este informe, constituyen una extrapolación al conjunto de la zona de estudio deducida de ensayos puntuales, representativos del estado actual del terreno en la época de ejecución de los ensayos, pudiendo existir variaciones de carácter antrópico a posteriori que modifiquen las condiciones del subsuelo.

Para la realización de los trabajos de campo, de laboratorio y de redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que enumeramos de forma muy somera:

1. A partir de los datos que suministra el cliente sobre la futura actuación constructiva, se elabora un presupuesto sobre la campaña geotécnica requerida para el conocimiento de las propiedades del subsuelo.
2. Una vez elaborado el presupuesto, comienza la primera fase del estudio de trabajos de campo, reconociendo sobre el terreno cualquier dato de interés para la elaboración del futuro informe, labor realizada por técnico especialista (geólogo). A su vez se hace la distribución y realización de los diferentes ensayos geotécnicos, sondeos, penetros, etc., sobre el terreno, atendiendo a la implantación de las futuras construcciones y a las cargas esperadas.
3. La segunda fase del estudio comienza con los ensayos de laboratorio complementándose la información geotécnica recogida en el campo, con los datos de laboratorio.
4. La última fase del estudio comprende a la redacción de la memoria en la que se integran todos los datos del estudio, se definen los niveles geotécnicos existentes, y se efectúan recomendaciones de cimentación de acuerdo al proyecto.

2.- LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA FINCA

La zona de estudio se ubica en las proximidades de la desembocadura del Río Torrox, dentro del término municipal de Torrox, provincia de Málaga.

En dicha fase se prevé la construcción de un puente, que se prevé situar sobre el Río Torrox.

Las características más destacables de la zona de estudio son:

1. La zona de estudio sitúa en el Río Torrox, próximo a la desembocadura. Por lo tanto la topografía presenta una suave pendiente hacia el mar, situado al sur.
2. A petición del cliente se han ejecutado dos sondeos geotécnicos, uno en cada margen del cauce, como se puede apreciar en el siguiente plano.



Plano de actuación

3. La zona de estudio presenta un nivel 1 de suelo de alteración de carácter granular detectado en el sondeo S-1 con espesor de 0,30 m. Su origen es la alteración del nivel infrayacente de depósitos aluviales de carácter granular afectado por la vegetación de la zona. Este nivel es prácticamente despreciable.
4. Tras el nivel 1 en el sondeo S-1, o desde el inicio del S-2, se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso, detectados hasta una profundidad de base de entre 6,30-17,00 m.

5. El nivel 2 de Depósitos aluviales presentan un predominio de material granular representado por unas gravas y gravillas en matriz arenosa de tonos grises con intercalaciones de tramos más limosos o arenosos.
6. El nivel 2 presenta una compacidad entre “**Suelta-Compacta**”, detectándose en los ensayos de penetración intercalaciones de tramos de irregular resistencia, propios de los depósitos aluviales.
7. En el sondeo S-1, a continuación del nivel 2, a partir de 6,30 m de profundidad se reconoce un nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos. Este nivel 3 presenta una compacidad “**Compacta**”.
8. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, el nivel 3 posiblemente se corresponde con la formación Plio-Cuaternaria de Conglomerados y limos rosados, caracteriza por tramos granulares con intercalaciones de capas arcillosas de tonos rojizos.
9. En el sondeo S-2, se reconoce tras el nivel 2 de depósitos aluviales, a partir de 17,00 m de profundidad, un nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados, con una compacidad “**Muy compacta**”.
10. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, este nivel se continúa en profundidad.
11. En resumen, en cada sondeo geotécnico se ha reconocido:
- **Sondeo S-1**, emplazado en la margen izquierda del Río Torrox se reconocen:
 - Nivel 1 de Suelo de alteración granular: con un espesor de 0,30 m.
 - Nivel 2 de Depósitos aluviales: Grava y gravilla en matriz arenosa gris con intercalaciones de tramos limosos o arenosos: desde una profundidad de techo de 0,30 m hasta una profundidad de base de 6,30 m.
 - Nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos: desde una profundidad de techo de 6,30 m hasta 18,00 m, donde finaliza el sondeo S-1.

- **Sondeo S-2**, ejecutado en la margen derecha del Río Torrox se detectan:
 - Nivel 2 de Depósitos aluviales: Grava y gravilla en matriz arenosa gris con intercalaciones de tramos limosos o arenosos: desde una profundidad de techo de 0,00 m hasta una profundidad de base de 17,00 m.
 - Nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados: desde una profundidad de techo de 17,00 m hasta 18,00 m, donde finaliza el sondeo.
12. Se prevé construir un puente sobre el Río Torrox.
13. En los sondeos, se ha detectado el nivel freático entre 3,50 m (S-2) y 5,00 m (S-1) de profundidad. No obstante, dado el carácter granular del terreno, la ubicación de la zona de estudio sobre el cauce del Río Torrox y la proximidad al mar, es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida mediante una calicata de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.
14. No se reconocen rezumes de agua ni zonas encharcadas en superficie.
15. La zona de estudio se encuadra en el Río Torrox, en las proximidades de su desembocadura, entre los viales que se prevén conectar con el puente C/ Río de la Plata al W y Carretera Peñoncillo al E.





Situación de la zona de estudio

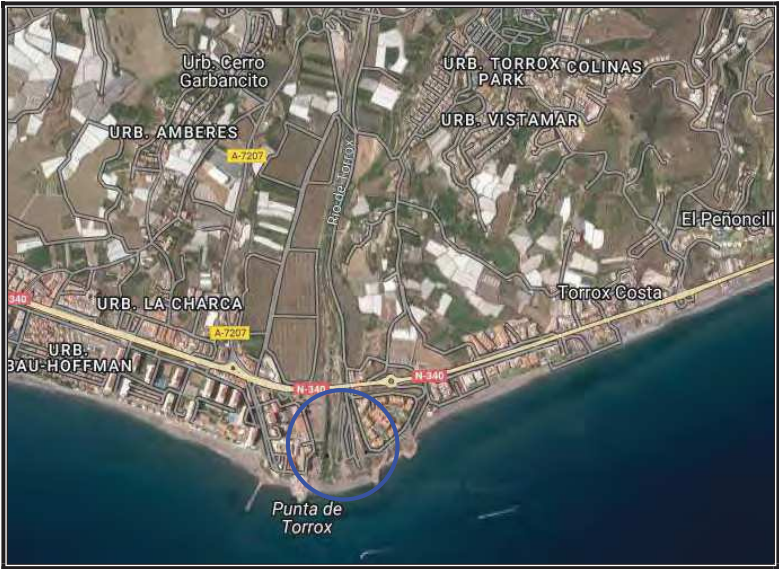


Foto aérea de localización de la zona de estudio





Vista relieve 3D de la zona de estudio

3.- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS

3.1.- TRABAJOS DE CAMPO (con maquinaria geotécnica especializada)

Las investigaciones in situ constituyen la parte esencial de los estudios geológico-geotécnicos necesarios para el proyecto y construcción de cualquier obra civil. De ellos se obtienen los parámetros y propiedades que definen las condiciones del terreno donde se realizaran los proyectos constructivos, cimentaciones, excavaciones, etc.

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de esta zona de estudio han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

CANTIDAD		PROFUNDIDAD
S-1		18,00 m
S.P.T.	S.P.T.-1	2,70-3,15 m
	S.P.T.-2	5,70-6,15 m
	S.P.T.-3	8,80-9,25 m
	S.P.T.-4	12,00-12,45 m
	S.P.T.-5	14,40-14,85 m
	S.P.T.-6	17,40-17,85 m
S-2		18,00 m
S.P.T.	S.P.T.-1	2,50-2,95 m
	S.P.T.-2	5,80-6,25 m
	S.P.T.-3	8,80-9,25 m
	S.P.T.-4	12,00-12,60 m
	S.P.T.-5	15,00-15,60 m
	S.P.T.-6	17,00-17,04 m

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con maquinaria y personal especializado, siguiendo pautas y procedimientos normalizados, siempre bajo control y supervisión de un profesional técnico.

El objetivo general de las investigaciones in situ es conocer y cuantificar las condiciones del terreno que puedan afectar a la viabilidad, diseño y construcción de una obra o estructura. En función de la dimensión y naturaleza del proyecto los estudios geológico-geotécnicos y por tanto las investigaciones, deberían alcanzar los siguientes objetivos:

- Establecer la viabilidad del lugar o emplazamiento en función de las condiciones geológicas, geotécnicas y geoambientales.
- Seleccionar los emplazamientos más favorables bajo las citadas condiciones.
- Identificar los problemas de inestabilidad del terreno y los riesgos geológicos.
- Determinar las propiedades geotécnicas necesarias para el diseño y construcción de las estructuras.

Los resultados de las investigaciones in situ representan un punto crítico para la estimación del coste de un proyecto constructivo. Una parte sustancial, frecuentemente más de la mitad, de los incrementos de coste en la obra civil se debe a la insuficiencia de investigaciones en los estudios geológico-geotécnicos, estimándose que al menos un tercio de los proyectos sufren demoras por esta causa, destacando la inadecuada planificación de las investigaciones geotécnicas y la correcta interpretación de las mismas.

Por otro lado existe una predisposición a considerar no rentable la inversión en investigaciones *in situ*, dedicándose en general presupuestos insuficientes. De aquí la incertidumbre a la que se llega a la construcción y los sobrecostos y demoras en la misma.

No hay reglas definidas para estimar cual debe ser el presupuesto adecuado para investigaciones geotécnicas, ya que cada proyecto tiene sus particularidades, dependiendo no solo del tipo y magnitud de la obra, sino de la complejidad de las condiciones geológicas en las que se desarrolla y sus incidencias durante la construcción. De forma orientativa, para obras importantes el presupuesto debería ser del 15-20 % del coste del proyecto, y del orden del 10 % o inferior para proyectos menos importantes. Si la complejidad geológica y su incidencia en obra, es alta, los anteriores porcentajes pueden verse superados.

Seguidamente pasamos a describir el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados:

3.1.1.- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN

Un sondeo mecánico a rotación es una perforación del terreno de pequeño diámetro (65-140mm) cuya finalidad es obtener información sobre los materiales o rocas que subyacen en ese punto.

Durante la ejecución de la perforación, la extracción del testigo se alterna con la ejecución de ensayos geotécnicos como la toma de muestras inalteradas o ensayos de penetración estándar “SPT”.



Las sondas son maquinarias de motricidad autónoma o más generalmente montadas sobre camión, cuyo funcionamiento generalmente es de tipo hidráulico, encontrándose constituida por un grupo generador (o toma de fuerza), una torre con una cabeza de rotación y una bomba de lodos para refrigeración de las coronas de corte. Adicionalmente cuentan con sistemas manuales o automáticos para la ejecución de ensayos de penetración y del material auxiliar para la perforación.

De los elementos auxiliares cabe destacar la batería de perforación, como un tubo hueco donde se aloja el testigo de suelo que es cortado por una corona de widia o diamante enroscada en el extremo inferior de la batería. En la parte superior de la misma va enroscado el varillaje, generalmente de 42 o 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Para evitar desprendimientos del terreno en el interior del sondeo durante la ejecución de las distintas maniobras, suele procederse al revestimiento del mismo con tubería apropiada o se inyectan aditivos estabilizadores como polímeros o lodos bentoníticos.



3.1.2.- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.

Para determinar el grado de resistencia del suelo que se va atravesando en la perforación del sondeo mecánico, se dispone del dispositivo de golpeo SPT, con el que se obtienen unos valores que se encuentran perfectamente normalizados (UNE EN ISO 22476-3:2010)

Antes de ejecutar el ensayo se debe proceder a la limpieza del fondo de la perforación procediendo seguidamente a la sustitución de la batería de perforación por un tomamuestras bipartido cuyo extremo inferior se dota de una “zapata” afilada que cortando al suelo lo introduce dentro de este tomamuestras de pequeño diámetro (51 mm de diámetro exterior y 35 mm de diámetro interior). Cuando los materiales atravesados son de naturaleza granular, grosera o rocosa, la obtención de una muestra con este ensayo es imposible. En estos casos, para realizar el ensayo se dispone de una puntaza cónica normalizada (puntaza ciega) que permite una correlación en la serie de golpes.

El número de golpes es de hasta 150 veces y pretende bajar o clavarse hasta 45 cm considerados en 3 tramos de 15 cm, 50 golpes como máximo por cada tramo de 15 cm. Más de 50 golpes en un tramo significa el rechazo y el ensayo se da por terminado.

El valor considerable de penetración para el S.P.T. es la suma de los golpes necesarios para atravesar los dos últimos tramos (" N_{SPT} "), considerándose despreciables los valores del primer tramo que se entiende como penetración de asiento. En el caso en el que el ensayo se realice con una puntaza ciega, normalmente en terreno granulares gruesos, el valor " N " obtenido, se denomina N_{SPB} , el cual debe correlacionarse para la obtención de N_{SPT} .

Quando se llega a los 50 golpes y no se han llegado a penetrar los 15 cm se habla de "Rechazo" = "R".

Para la interpretación de los resultados de estos ensayos existen diferentes correlaciones con q_u establecidas por diferentes autores.

CLASIFICACION DE SANGLERAT (1.967), HUNT (1.984)			
SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
Nº GOLPES / 30 cm	CONSISTENCIA	Nº GOLPES / 30 cm	COMPACIDAD
0-2	Muy blanda	0-4	Muy suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
> 25	Dura	> 50	Muy compacta

3.1.3.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO

El nivel freático es un valor que no debe considerarse estable, ya que se encuentra condicionado por múltiples factores como el régimen hidrológico de precipitaciones, los aportes y extracciones artificiales (riegos y bombeos), etc., pudiendo ofrecer grandes oscilaciones en el tiempo que pueden o no repetirse anualmente.

No obstante y dada la importancia de este factor cuando se realiza un ensayo geotécnico, se presta la mayor atención posible a su acotación, debiéndose entender que la misma se refiere a la fecha de medición, pudiendo dar lugar a oscilaciones.

Para delimitar la cota del nivel freático se instalan tuberías piezométricas de PVC ranurado en sondeos o se dejan abiertas las calicatas durante un tiempo prudencial.

Quando el espacio temporal ocurrido entre la ejecución de los ensayos y la emisión del informe permite realizar una o varias campañas piezométricas, se pueden observar las evoluciones de este nivel.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe ha conestado de las siguientes medidas:

ENSAYO	FECHA	NIVEL FREÁTICO (m)
S-1	07/03/2023	-5,00 m
S-2	13/03/2023	-3,50 m

No obstante, estos niveles no deben considerarse estables, dado el carácter granular del terreno, la ubicación de la zona de estudio sobre el cauce del Río Torrox y la proximidad al mar. Por ello es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.



3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO (Ensayos de caracterización).

La caracterización geotécnica y geomecánica de las muestras de suelos y rocas se define a través del complemento que suministran los ensayos de laboratorio.

A no ser que el cliente solicite una información muy determinada, la programación de estos ensayos dispone de una supervisión técnica especializada que define lo más apropiado para cada tipo de suelo y para cada problema planteado.

Para la solución de este informe geotécnico y emisión de las pertinentes recomendaciones, se han tomado analizado muestras extraídas de la zona de estudio. Seguidamente se enumeran junto con la normativa correspondiente a su procedimiento de ejecución:

ENSAYOS DE LABORATORIO	NUMERO DE ENSAYOS
Clasificación tipo de suelo ASTM	4
Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103101/95)	4
Determinación de Límites de Atterberg (UNE 103103/94 y 103104/94)	4
Determinación de Sulfatos solubles en Suelos (UNE 83963/08)	3
Análisis de agua (UNE 83951/08 a 83957/08)	1

4.- INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

En este apartado se hace una detallada descripción de los materiales atravesados tanto desde del punto de vista geotécnico como geológico, disponiéndose de un encuadre geológico que de manera general caracteriza a la zona.

Para la elaboración de este apartado se contemplan y reúnen todos los ensayos realizados (de campo y laboratorio). Además se cuenta con los mapas e informaciones bibliográficas disponibles de la zona (mapas de riegos, mapas geológicos,...).

4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La zona origen del estudio se encuentra ubicada en las Zonas Internas Béticas, en la parte Septentrional de la Cordillera, estando representadas en ella las formaciones de los Mantos Alpujárrides y Maláguides, además de depósitos del Plioceno y Cuaternarios.

Las Zonas Internas constituyen la región más intensamente deformada de la Cordilleras Béticas y están esencialmente constituidas por pilas antiformes de unidades tectónicas superpuestas, Complejo Maláguide, Complejo Alpujárride, Complejo Nevado-Filábride. En el estudio de la región se ha introducido una nueva unidad llamada de Benamocarra, ubicada entre Maláguide y Alpujárride.

Maláguide: Su estratigrafía es muy compleja y se ve incrementada por el intenso plegamiento y escamación en las series que lo componen. Se pueden separar dos conjuntos estratigráficos en función del metamorfismo sufrido: un conjunto inferior que muestra un metamorfismo regional débil (filitas); y otro superior sin metamorfismo alguno, apoyado de forma discordante. El conjunto inferior consta de una serie fundamentalmente pelítica en la base (Filitas, metaareniscas y conglomerados de cuarzo), que evoluciona en altura a una serie carbonatada (Calizas, Filitas y Grauwacas) y termina en una serie conglomerática y grauwáquica (Grauwacas, liditas, filitas y conglomerados poligénicos).El conjunto superior está constituido de techo a muros por: 1) Formaciones de Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos, también denominado facies rojas; 2) Dolomías; 3) Calizas masivas blancas; 4) Calizas rojas; 5) Calizas y margas.

Unidad de Benamocarra: Esta unidad designa un conjunto esquistoso que yace bajo las filitas Maláguides. Se trata de una serie de micaesquistos negros, dentro de los cuales pueden diferenciarse dos facies atendiendo a la granulometría original.

Alpujárride. Dada su complejidad, este se ha subdividido en cuatro mantos en función de la litología y petrología, los cuales agrupan unidades alpujárrides que guardan relación entre sí. Estos mantos de abajo hacia arriba son: Manto Alcázar; Manto de la Herradura; Manto de Salobreña y Manto de los Guajares. Hacia el W estos mantos hunden por debajo de los Maláguides.

En la zona en estudio solo afloran la Unidad de Sayalonga (Manto de los Guajares); Unidad de Canillas de Albaida (Manto de Salobreña) y Unidades de las Alberquillas, Sierra Tejada y Herradura (Manto de la Herradura).

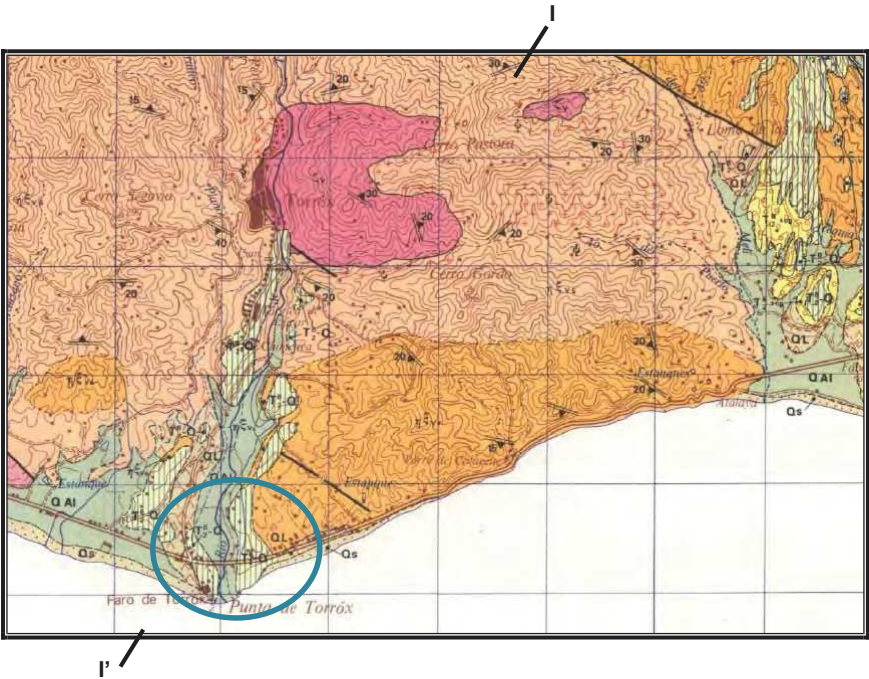
Las formaciones postorogénicas, se ubican en toda la costa y proximidades, son designadas como sedimentos post-mantos y comprenden edades entre el Plioceno y el Cuaternario con naturaleza predominantemente detrítica, pudiendo distinguir por su origen entre cuaternario marino y continental.

La zona de estudio se sitúa sobre los depósitos aluviales del Río Torrox, que cubren otros materiales tanto Plio-Cuaternarios, los Conglomerados y limos rosados, como la Unidad de Sayalonga (Manto de los Guajares), representado en este punto por los esquistos grafitosos.

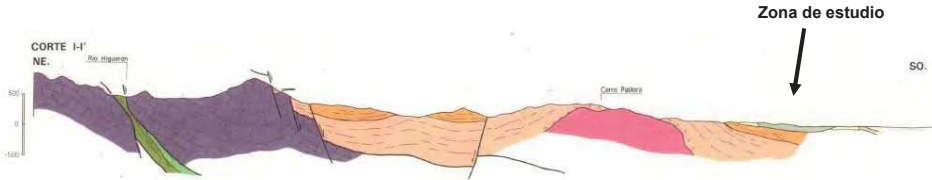
En el sondeo geotécnico S-1, se reconocen en superficie los depósitos aluviales caracterizados por un predominio de material granular hasta 6,30 m de profundidad. A partir de esta profundidad se reconocen en el tramo más superficial un predominio de grava y bolos en matriz areno limosa de tonos versicolores (beige a marrones rojizos) con intercalaciones de tramos más arenosos y tramos más cohesivos más patentes en profundidad. Los materiales detectados a partir de los 6,30 m de profundidad se pueden corresponder con la formación Plio-Cuaternaria de Conglomerados y limos rosados, según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, esta formación se caracteriza por tramos granulares con intercalaciones de capas arcillosas de tonos rojizos.

En el sondeo geotécnico S-2, se detectan los depósitos aluviales hasta 17,00 m de profundidad. A continuación se reconocen unos esquistos de tonos grisáceos.

A continuación se muestra el extracto de la hoja de Vélez-Málaga, 1.054, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, para el área de estudio, y el corte geológico.



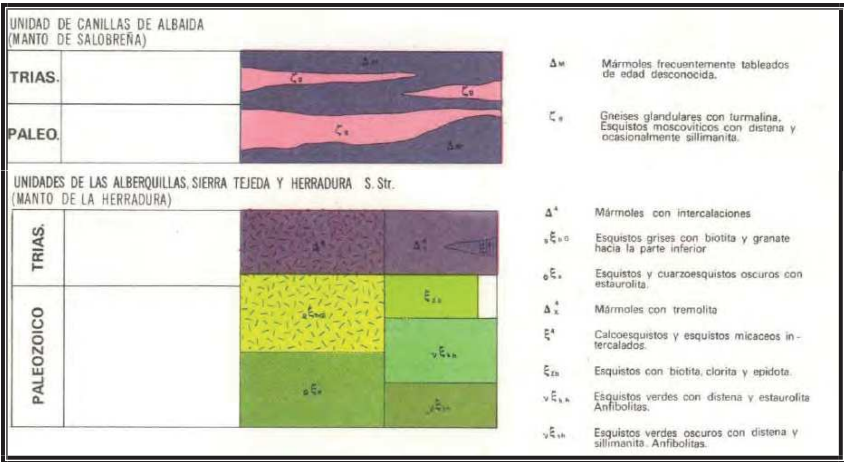
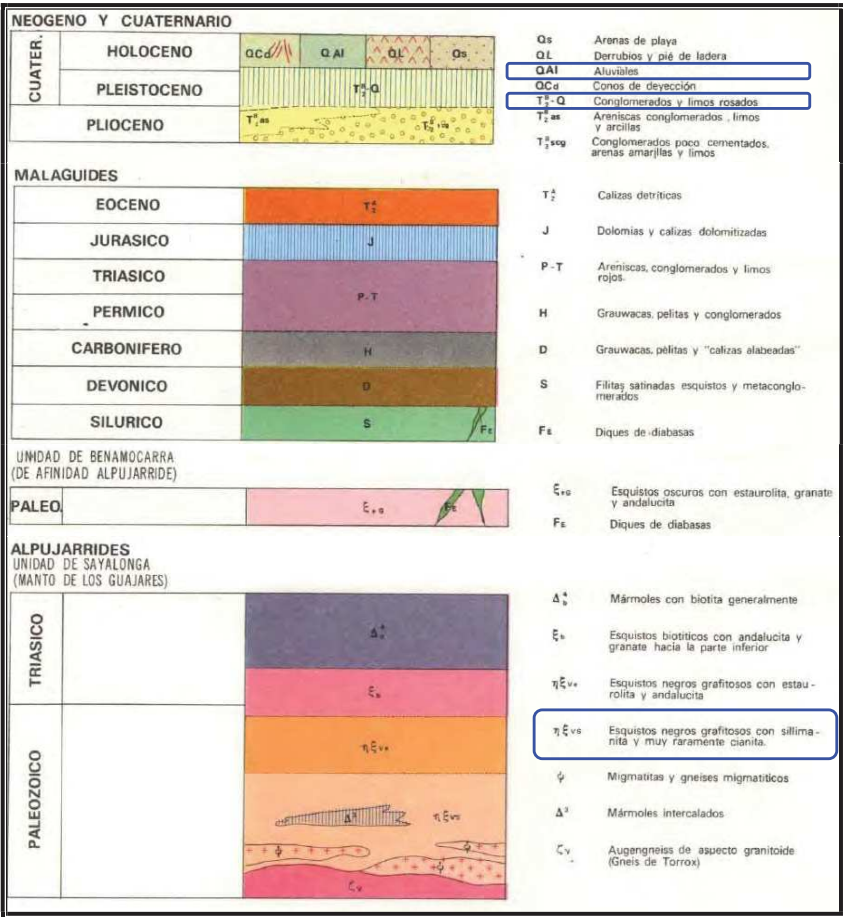
Localización geológica de la zona de estudio



Corte geológico

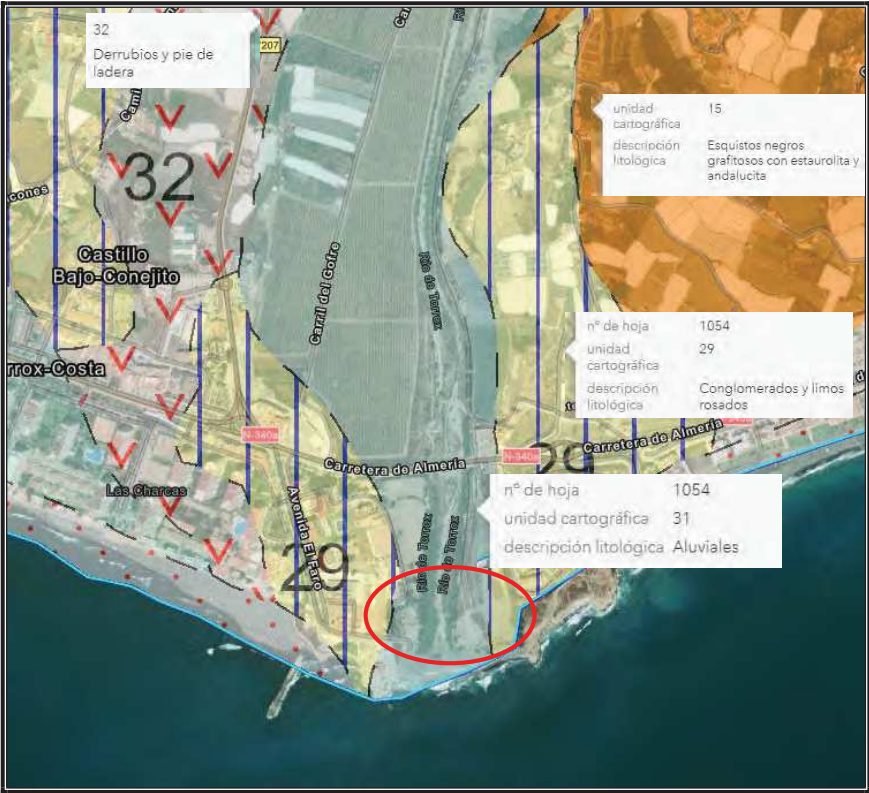


A continuación se muestra un extracto de la leyenda de la hoja de Vélez-Málaga, 1.054, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, a fin de poder reconocer los materiales representados en el mapa:



Mapas de detalle extraídos de la página web del IGME:

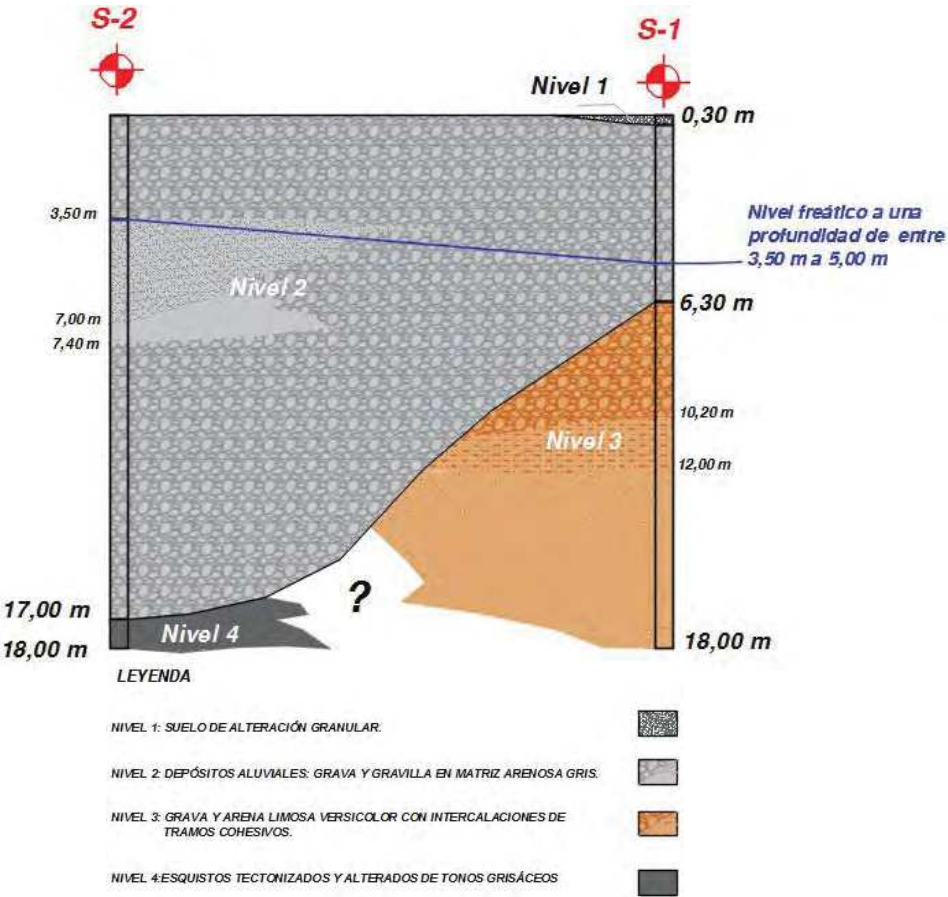
<http://igme.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=92d3a8e400b44daf911907d3d7c8c7e9>



4.2.- NIVELES GEOTÉCNICOS (Caracterización estratigráfica – geomecánica).

Con las investigaciones geotécnicas realizadas se definen unos niveles estratigráficos - geotécnicos cuya caracterización y posición se define seguidamente siguiendo el criterio de comenzar por los más superficiales y finalizar por los más profundos reconocidos a través de los reconocimientos directos disponibles.

Es de considerar en este apartado que la acotación y diferenciación de los diferentes niveles responden a criterios geotécnicos que en cada caso se definen atendiendo a su naturaleza, granulometría, plasticidad, coloración, componentes minerales, parámetros resistentes o cualquier otra característica que desde el punto de vista geotécnico se considere diferenciador o agrupante.



NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN GRANULAR

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)		PROFUNDIDAD BASE (m)		ESPESOR (m)
S-1	De	0,00	a	0,30	0,30
S-2	De	0,00	a	0,00	0,00

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que este suelo de alteración aparece en el sondeo S-1 desde una profundidad de techo **de 0,00 m hasta una profundidad de base de 0,30 m.**

Descripción del nivel.

Con los reconocimientos organolépticos y desde el punto de vista identificativo, este nivel ha sido reconocido como un suelo de alteración de grava y gravilla subredondeada y poligenética, en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se observan restos de raíces.

Su origen es la alteración del nivel infrayacente de depósitos aluviales de carácter granular afectado por la vegetación de la zona. Este nivel es prácticamente despreciable.

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS:

GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS.

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)		PROFUNDIDAD BASE (m)		ESPESOR (m)
S-1	De	0,30	a	6,30	6,00
S-2	De	0,00	a	17,00	17,00

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por el sondeo de reconocimiento se puede establecer que este nivel aparece desde una **profundidad de techo de entre 0,00-0,30 m hasta una profundidad de base de entre 6,30-17,00 m.**

Descripción del nivel

En base al reconocimiento de las muestras obtenidas este nivel se ha descrito como un nivel constituido por unos depósitos aluviales de edad cuaternaria, caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso, predominando a grandes rasgos la grava y gravilla en matriz arenosa de tono gris.

A continuación se describe la testificación de este nivel 2 reconocida en cada sondeo:

- **Sondeo S-1:**
 - De 0,30 m a 6,30 m: se observa un predominio de grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en los intervalos de: 5,30-5,40 m y 6,00-6,30 m.



- **Sondeo S-2:**

- De 0,00 m a 3,50 m: se observa un predominio de grava subredondeada, heterométrica y poligenética envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en el intervalo de: 1,80-2,00 m. Se observan algunos bolos.
- De 7,00 m a 7,40 m: se observa un tramo de arena de tonos grises.
- De 7,40 m a 17,00 m: se observa un predominio de grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en los intervalos de: 10,00-10,20 m y 11,90-12,00 m.

Para caracterizar este material a nivel geotécnico se han realizado granulometrías por tamizado y determinación de límites de Atterberg para poder llevar a cabo la clasificación granulométrica según el sistema Unificado de Suelos, que han ofrecido los suficientes parámetros como para delimitar su clasificación.

PARÁMETRO / MUESTRAS	M-1 (S-2) 3,60 m	M-2 (S-2) 12,00 m	M-3 (S-1) 4,20 m
Clasificación (USCS)	ML	GP-GM	GP-GM
Límite líquido	N.P.	N.P.	N.P.
Límite plástico	N.P.	N.P.	N.P.
Índice de plasticidad	N.P.	N.P.	N.P.
% Pasa tamiz 5 (UNE)	99,80	47.38	25,85
% Pasa tamiz 0,08	55,92	11,95	7,19

Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos "in situ" de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u .

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior de los sondeos han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1	
	S.P.T.-1	S.P.T.-2
COTA (m)	2,70-3,15	5,70-6,15
N _{SPT}	28	4
Compacidad	Media	Suelta

ENSAYO	S-2				
	S.P.T.-1	S.P.T.-2	S.P.T.-3	S.P.T.-4	S.P.T.-5
COTA (m)	2,50-2,95	5,80-6,25	8,80-9,25	12,00-12,60	15,00-15,60
N _{SPT}	12	4	8	14	38
Compacidad	Media	Suelta	Suelta	Media	Compacta

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de compacidad entre “**Suelta-Compacta**”, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de penetración se reconocen intercalaciones de tramos de irregular resistencia, propios de los depósitos aluviales.



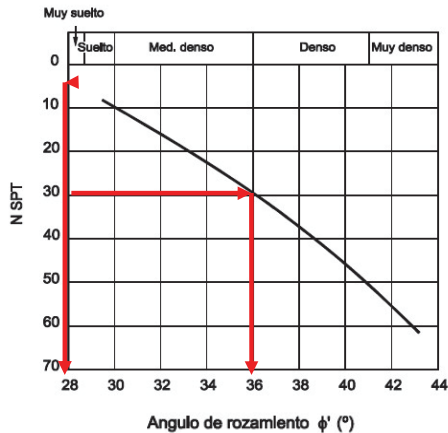
Resistencia y Deformación

- Para la determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por Peck y otros, 1.974 para suelos granulares:

$$\phi = 27,1+0,3xN_{SPT} - 5,4x10^{-4}xN_{SPT}^2.$$

Se obtienen unos valores de N_{SPT} amplios, los valores oscilan entre N=4 (valor del tramo más suelto) y N=30 (valor medio obtenido del tramo más resistente), en base a estos resultados de N_{SPT} obtenemos un ángulo de rozamiento interno de entre 28,29°-35,61°.

- La determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por el CTE. SE-C-122, ANEJO D, concretamente en su Figura D.1.



Se obtienen unos valores de N_{SPT} amplios, los valores oscilan entre N=4 (valor del tramo más suelto) y N=30 (valor medio obtenido del tramo más resistente), en base a estos resultados de N_{SPT} obtenemos un ángulo de rozamiento interno de entre 28,00°-36,00°.

La cohesión se ha estimado en 0,00 kp/cm² dada la naturaleza granular no cohesiva de este nivel de manera generalizable a efectos de cálculo, no considerando las intercalaciones limosas a dichos efectos.

Permeabilidad

Atendiendo a los resultados granulométricos y a los límites de Atterberg obtenidos en los ensayos de laboratorio, y en función de los parámetros característicos del suelo recogidos por el CTE en su tabla D.28.

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k _z (m/s)
Grava limpia	> 10 ⁻²
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10 ⁻² – 10 ⁻⁵
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁸
Arcilla	< 10 ⁻⁹

Consideramos que el nivel 2, presenta un valor de K aproximado de 1·10⁻⁵ - 1·10⁻⁹ m/s.



NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS.

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	De 6,30	a 18,00*	11,70
S-2 ⁽¹⁾	De 0,00	a -	-

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

⁽¹⁾ En este sondeo este nivel no se ha detectado

Con la información proporcionada por el sondeo de reconocimiento se puede establecer que este nivel aparece desde una **profundidad de techo de 6,30 m** hasta una **profundidad de 18,00 m, donde finaliza el sondeo.**

Descripción del nivel

En base al reconocimiento de las muestras obtenidas este nivel se caracteriza en superficie por un predominio de grava y bolos en matriz areno limosa de tonos versicolores (beige a marrones rojizos) con intercalaciones de tramos más arenosos y tramos más cohesivos más patentes en profundidad.

En detalle se observa:

- De 6,30 m a 7,50 m: se reconocen gravas, gravilla y bolos, éstos últimos de naturaleza carbonatada, envueltos en una matriz arcillo limo arenosa de tonos beige,

- De 7,50 m a 10,20 m: se observan gravas y bolos en matriz arcillo limosa marrón con subcapas limosas de tonos grisáceos e intercalaciones de tramos más cohesivos destacando el intervalo 7,50-8,20 m.
- De 10,20 m a 12,00 m: tramo de aspecto más cohesivo caracterizado por unas arcillas limosas de tonos marrón rojizos con grava/gravilla redondeada y capas limo arenosas. Se observan vetas de tonos blanquecinos.
- De 12,00 m a 18,00 m: se observa un predominio de arena limosa de tono marrón anaranjado con grava y gravilla redondeada. Se intercalan subcapas de carácter más limo arcilloso.

Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, el nivel 3 posiblemente se corresponde con la formación Plio-Cuaternaria de Conglomerados y limos rosados, caracteriza por tramos granulares con intercalaciones de capas arcillosas de tonos rojizos.

Para caracterizar este material a nivel geotécnico se han realizado granulometrías por tamizado y determinación de límites de Atterberg para poder llevar a cabo la clasificación granulométrica según el sistema Unificado de Suelos, que han ofrecido los suficientes parámetros como para delimitar su clasificación.

PARÁMETRO / MUESTRAS	M-4 (S-1) 12,00 m
Clasificación (USCS)	SM
Límite líquido	N.P.
Límite plástico	N.P.
Índice de plasticidad	N.P.
% Pasa tamiz 5 (UNE)	86,38
% Pasa tamiz 0,08	25,01



Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u .

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior de los sondeos han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1			
	S.P.T.-3	S.P.T.-4	S.P.T.-5	S.P.T.-6
COTA (m)	8,80-9,25	12,00-12,45	14,40-14,85	17,40-17,85
N _{SPT}	35	49	41	34
Compacidad	Compacta	Compacta	Compacta	Compacta

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de compacidad “**Compacta**”, valores indicativos de un nivel de naturaleza resistente en cuanto a su comportamiento geotécnico.

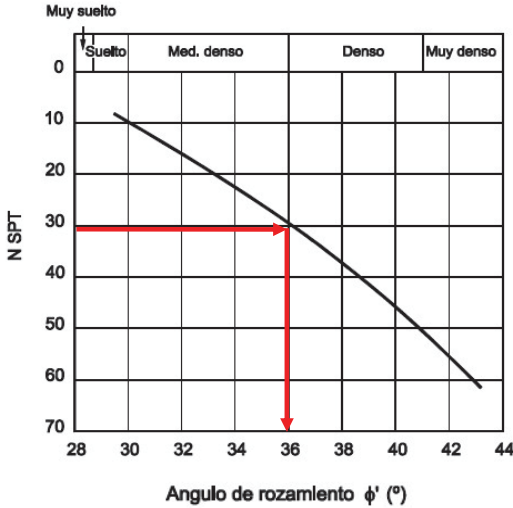
Resistencia y Deformación

- Para la determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por Peck y otros, 1.974 para suelos granulares:

$$\phi = 27,1 + 0,3 \times N_{SPT} - 5,4 \times 10^{-4} \times N_{SPT}^2$$

Se obtienen valores de N_{SPT} elevados, se ha considerado como valor de N_{SPT} el valor más bajo obtenido, al que le corresponde un valor de ángulo de rozamiento interno igual a 35,61°.

- La determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por el CTE. SE-C-122, ANEJO D, concretamente en su Figura D.1.



Se ha considerado como valor de N_{SPT} el valor más bajo obtenido, al que le corresponde un valor de ángulo de rozamiento interno igual a 36°.

Dadas las intercalaciones de diferente granulometría se recomienda optar por un ángulo de rozamiento de entre 32°-36°.

La cohesión se ha estimado en 0,00 kp/cm², dada la naturaleza granular no cohesiva de este nivel de manera generalizable a efectos de cálculo, no considerando las intercalaciones limosas a dichos efectos.

Permeabilidad

Atendiendo a los resultados granulométricos y a los límites de Atterberg obtenidos en los ensayos de laboratorio, y en función de los parámetros característicos del suelo recogidos por el CTE en su tabla D.28.

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k _z (m/s)
Grava limpia	> 10 ⁻²
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10 ⁻² – 10 ⁻⁵
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁹
Arcilla	< 10 ⁻⁹

Consideramos que el nivel 2, presenta un valor de K aproximado de 1·10⁻⁵ - 1·10⁻⁹ m/s.



NIVEL 4: ESQUISTOS TECTONIZADOS Y ALTERADOS DE TONOS GRISÁCEOS

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1 ⁽¹⁾	De -	-	-
S-2	De 17,00	a 18,00*	1,00

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

⁽¹⁾ En este sondeo este nivel no se ha detectado

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que este nivel aparece **desde una profundidad de techo de 17,00 m hasta 18,00 m, donde finalizan el sondeo.**

Descripción del nivel

El nivel reconocido se describe como unos esquistos de tonos grisáceos, tectonizados y alterados.

Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, este nivel se continúa en profundidad.

Los esquistos presentan una meteorización caracterizada como “*roca ligeramente meteorizada a roca moderadamente meteorizada*”, con un grado de meteorización II a III. (Ver tabla).

Tabla D.5. Grado de meteorización de las rocas (ISRM)

GRADO	DENOMINACION	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	ROCA SANA O FRESCA	La roca no presenta signos visibles de meteorización, pueden existir ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad.
II	ROCA LIGERAMENTE METEORIZADA	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. La roca puede estar decolorada en la pared de las juntas, pero no es notorio que la pared sea más débil que la roca sana.
III	ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA	La roca está decolorada en la pared. La meteorización empieza a penetrar hacia el interior de la roca desde las discontinuidades. El material es notablemente más débil en la pared que en la roca sana. Material Débil <50% del total.
IV	ROCA METEORIZADA O MUY METEORIZADA	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca ligeramente sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua.
V	ROCA COMPLETAMENTE METEORIZADA	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta.
VI	SUELO RESIDUAL	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no se puede reconocer ni la textura ni la estructura original. El material permanece “in situ” y existe un cambio de volumen importante.

Extraída del Anejo D, Documento Básico SE-C Cimientos

Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u.

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior del sondeo han ofrecido los siguientes valores:



ENSAYO	S-2
	S.P.T.-6
COTA (m)	17,00-17,04
N _{SPT}	R
Compacidad	Muy compacta

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de compacidad “**Muy compacta**”, valores indicativos de un nivel de naturaleza resistente en cuanto a su comportamiento geotécnico.

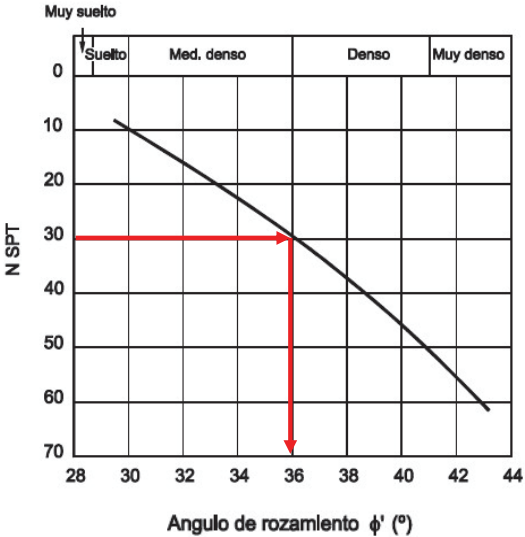
Resistencia y Deformación

- Para la determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por Peck y otros, 1.974 para suelos granulares:

$$\phi = 27,1+0,3 \times N_{S.P.T.} - 5,4 \times 10^{-4} \times N_{S.P.T.}^2.$$

Se ha considerado como valor de N_{SPT} el valor más bajo obtenido, al que le corresponde un valor de ángulo de rozamiento interno igual a 35,61°.

- La determinación del ángulo de rozamiento interno según la correlación propuesta por el CTE. SE-C-122, ANEJO D, concretamente en su Figura D.1.



Se ha considerado como valor de N_{SPT} el valor más bajo obtenido, al que le corresponde un valor de ángulo de rozamiento interno igual a 36°.

La cohesión se ha estimado en 0,00 kp/cm², dada la naturaleza granular no cohesiva de este nivel de manera generalizable a efectos de cálculo, no considerando las intercalaciones limosas a dichos efectos.

Permeabilidad

Atendiendo a los resultados del reconocimiento geotécnico del nivel 4, y en función de los parámetros característicos de las rocas metamórficas muy fracturadas y alteradas según González de Vallejo. Consideramos que el nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados, presenta un valor de K aproximado de entre 1·10⁻¹-1·10⁻⁷ m/s.

$$K=1\cdot10^{-1}-1\cdot10^{-7}m/s$$

Consideramos que el nivel 2, presenta un valor de K aproximado de entre 1·10⁻¹-1·10⁻⁷ m/s.

4.3.- CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA

Los efectos de un terremoto sobre un edificio dependen de su concepción estructural, de la forma en que se transmiten las ondas sísmicas al edificio a través del terreno y de su cimentación. La transmisión hasta un edificio de las ondas generadas en un terremoto es un fenómeno muy complejo, en el que interviene la deformabilidad dinámica del terreno, los espesores de suelo que cubren el sustrato rocoso, los accidentes geológicos, etc.

Así, se hace necesario prever la forma en la que las vibraciones del sustrato se transmiten al edificio a través de los elementos de cimentación, diseñando estos para que los efectos sean los menos perjudiciales posibles.

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSR-02 publicada en el B.O.E.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1. Moderada importancia. Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
2. Normal importancia. Aquellas cuya destrucción pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
3. Especial importancia. Aquellas cuya destrucción pueda interrumpir un servicio imprescindible o que de lugar a efectos catastróficos.

En las construcciones de moderada importancia no es obligatoria la aplicación de esta Norma y en aquellas en que la aceleración sísmica de cálculo a_c , sea inferior a 0.04 g , siendo g la aceleración de la gravedad.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad y en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas se la aceleración sísmica de cálculo, a_c es igual o mayor de 0,08 g.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto: $a_c = S \cdot p \cdot a_b$; siendo:

a_b : Aceleración sísmica básica.

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1,00 para construcciones de importancia normal y de 1,30 para construcciones de importancia especial.

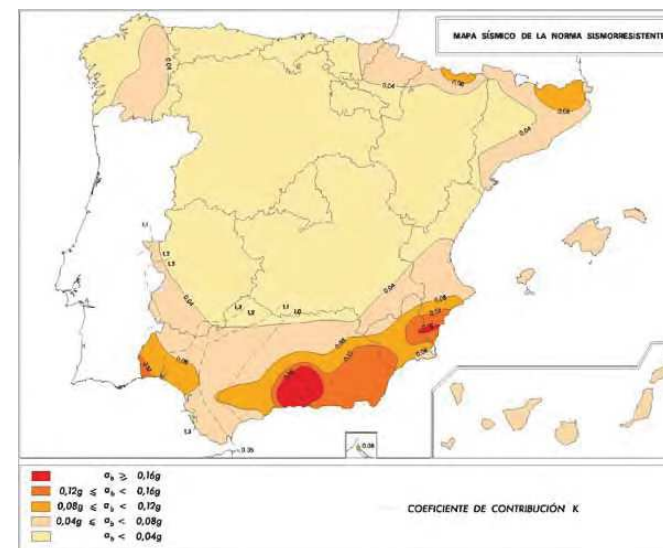
S: Coeficiente de amplificación del terreno que toma los valores:

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

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

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

Siendo C el Coeficiente de terreno dependiente de las características geotécnicas del terreno de cimentación.



Mapa de peligrosidad sísmica



También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de suelo:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.	1,0
Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.	1,3
Terreno III: Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.	1,6
Terreno IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.	2,0

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

Nivel	Tipo de terreno	Espesor (m)	C Coeficiente del suelo
2*	IV	5,00	2,00
2*	III	5,00	1,60
3/4*	II	20,00	1,30

*Valores correlacionados a 30,00 m de profundidad, partiendo de los resultados de resistencia obtenidos en los ensayos de campo.

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 , y e_4 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 C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros mediante la expresión:

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

El coeficiente C se obtiene en función del tipo de terreno existente en una profundidad no menor de 30 metros por debajo de la cimentación.

En edificios con sótanos bajo nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de rasante.

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

LUGAR O ZONA MÁS PROXIMA	Aceleración básica (a_b/g)	Coeficiente contribución (K)	Coeficiente de riesgo ρ	C: Coeficiente de terreno de cálculo	$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ Aceleración de Cálculo
Torrox	0,18	1,0	1,3 (p.100 años const. Especial importancia)	1,47	0,256
			1,0 (p.50 años const. Normal importancia)		0,203

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

- Debe de evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo, presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.
- Cuando existan suelos susceptibles de licuefacción, deberán adoptarse las medidas oportunas. En concreto no se considerará la resistencia de fuste de los pilotes en la zona de estos colindantes con estratos susceptibles de licuarse durante un sismo.
- Cuando $a_c \geq 0.08$ g los elementos de cimentación situados en el perímetro deberán enlazarse entre sí, siguiendo éste, mediante vigas de atado capaces de resistir un esfuerzo axial del valor a_c veces la carga vertical transmitida en cada punto.
- Cuando $a_c \geq 0.16$ g el atado debe afectar a todos los elementos y ser en dos direcciones.
- En el caso de cimentación por pilotes, es recomendable que éstos posean una armadura longitudinal de sección al menos el 4% de área del pilote, y una armadura transversal equivalente al menos un ϕ del 10 cada 30 cm, en una longitud a partir del encepado no inferior a seis veces el diámetro del pilotes ni a seis metros.



4.4.- AGRESIVIDAD (Ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones).

Para poder determinar la potencial agresividad de sulfatos y acidez del suelo y agua freática sobre los hormigones de la cimentación se han llevado a cabo ensayos de laboratorio que arrojan los siguientes resultados:

	M-1 (S-2) 4,20 m	M-2 (S-2) 12,00 m	M-3 (S-1) 3,60 m
Sulfatos (mgSO ₄ ⁻² /kg) (UNE 83963/08)	76,00	93,00	98,00

PARÁMETROS	AGUA S2
pH (UNE 83952/08)	7,82
Dióxido libre, CO ₂ (CO ₂ mg/l) (UNE 83954/08)	22,00
Amonio, NH ₄ ⁺ (NH ₄ ⁺ mg/l) (UNE 83954/08)	0,00
Magnesio, Mg ²⁺ (Mg ²⁺ mg/l) (UNE 83955/08)	45,00
Residuo seco a 110°C (mg/l) (UNE 83957/08)	3.810,00
Sulfatos (mgSO ₄ ⁻² /l) (UNE 83956/08)	280,00

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICION		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6.5-5.5	5.5-4.5	< 4.5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l)	15-40 ⁽¹⁾	40-100	> 100
	ION AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l)	15-30	30-60	> 60
	ION MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	ION SULFATO (mg SO ₄ ⁻² /l)	200-600 ⁽¹⁾	600-3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	ION SULFATO (mg SO ₄ ⁻² /kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

(1) Muestra de agua del S-2.

De acuerdo con el capítulo 7 del Código Estructural, para definir la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural es necesario conocer el tipo de ambiente al que está sometido. Este ambiente viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas que van a afectar al elemento estructural, que puede llegar a degradarlo como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitudes consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de una de las clases de exposición frente a la corrosión de las armaduras y por las clases específicas de exposición relativas a los procesos de degradación. Para definir la clase específica de exposición es necesario conocer varios parámetros asociados a la agresividad que presenta el terreno (suelo y agua).

A partir del tipo de ambiente definido se deberá comentar si es necesario el uso de cemento sulforresistente (SR) o resistente al mar (MR) en la elaboración del hormigón de los elementos de cimentación.



Muestra de agua del S-2.

CLASE DE EXPOSICIÓN RELATIVA AL
HORMIGÓN ESTRUCTURAL

XA1*/XS2**

*en base al contenido en CO₂ y SO₄²⁻ en el agua.

** Dada la proximidad al mar y estimando que la cimentación entrará en contacto con el agua subterránea, la cual puede inducir corrosión por cloruros de origen marino

CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE
CIMENTACIÓN

MARINO-RESISTENTE

Atendiendo al *Capítulo 7, artículos 26 y 27 del Código Estructural* se recomienda utilizar cemento marino-resistente dado que los elementos de cimentación se estima que estarán permanente sumergidos en agua con corrosión por cloruros.

El siguiente cuadro extraído de la normativa *Código Estructural, Capítulo 9*, nos define el tipo de cemento a usar en función de su exposición y tipo de procesos agresivo:

Tabla 44.2.1.1.a Recubrimientos mínimos (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por carbonatación

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (tL), (años)	
			50	100
X0	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
XC1, XC2 ó XC3	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
XC4	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 44.2.1.1.b Recubrimiento mínimo (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por cloruros

Tipo de elemento	Cemento	Vida útil de proyecto (t _a) (años)	Clase de exposición			
			XS1,	XS2	XS3	XD1, XD2, XD3
Hormigón armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, , CEM III/B-V, CEM III/A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	45	35
		100	30	35	50	40
	CEM III/B-S, B-P	50	30	35	65	40
		100	35	40	70	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	40	45	*	*
		100	65	*	*	*
Hormigón pretensado	CEM III/A-D o bien CEM I con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	50	40
		100	35	40	65	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	45	55	*	*
		100	*	*	*	*

(*) Estas situaciones obligan a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda realizar un estudio específico para establecer el espesor de recubrimiento necesario en función de las condiciones de agresividad y la vida útil requerida.



4.5.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

El objetivo final de este informe es realizar una recomendación sobre el tipo de cimentación más adecuado para el proyecto definido, aunque la decisión final siempre quedará en manos de la dirección de obra, proyectista, etc.

Tipología y características del Proyecto:

Puente sobre el Río Torrox

Factores condicionantes:

1. La zona de estudio sitúa en el Río Torro, próximo a la desembocadura. Por lo tanto la topografía presenta una suave pendiente hacia el mar, situado al sur.
2. A petición del cliente se han ejecutado dos sondeos geotécnicos, uno en cada margen del cauce.
3. La zona de estudio presenta un nivel 1 de suelo de alteración de carácter granular detectado en el sondeo S-1 con espesor de 0,30 m. Su origen es la alteración del nivel infrayacente de depósitos aluviales de carácter granular afectado por la vegetación de la zona. Este nivel es prácticamente despreciable.
4. Tras el nivel 1 en el sondeo S-1, o desde el inicio del S-2, se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso, detectados hasta una profundidad de base de entre 6,30-17,00 m.
5. El nivel 2 de Depósitos aluviales presentan un predominio de material granular representado por unas gravas y gravillas en matriz arenosa de tonos grises con intercalaciones de tramos más limosos o arenosos.
6. El nivel 2 presenta una compacidad entre “**Suelta-Compacta**”, detectándose en los ensayos de penetración intercalaciones de tramos de irregular resistencia, propios de los depósitos aluviales.
7. En el sondeo S-1, a continuación del nivel 2, a partir de 6,30 m de profundidad se reconoce un nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos. Este nivel 3 presenta una compacidad “**Compacta**”.

8. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, el nivel 3 posiblemente se corresponde con la formación Plio-Cuaternaria de Conglomerados y limos rosados, caracteriza por tramos granulares con intercalaciones de capas arcillosas de tonos rojizos.
9. En el sondeo S-2, se reconoce tras el nivel 2 de depósitos aluviales, a partir de 17,00 m de profundidad, un nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados, con una compacidad ***"Muy compacta"***.
10. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, este nivel se continúa en profundidad.
11. En resumen, en cada sondeo geotécnico se ha reconocido:
 - **Sondeo S-1**, emplazado en la margen izquierda del Río Torrox se reconocen:
 - Nivel 1 de Suelo de alteración granular: con un espesor de 0,30 m.
 - Nivel 2 de Depósitos aluviales: Grava y gravilla en matriz arenosa gris con intercalaciones de tramos limosos o arenosos: desde una profundidad de techo de 0,30 m hasta una profundidad de base de 6,30 m.
 - Nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos: desde una profundidad de techo de 6,30 m hasta 18,00 m, donde finaliza el sondeo S-1.
 - **Sondeo S-2**, ejecutado en la margen derecha del Río Torrox se detectan:
 - Nivel 2 de Depósitos aluviales: Grava y gravilla en matriz arenosa gris con intercalaciones de tramos limosos o arenosos: desde una profundidad de techo de 0,00 m hasta una profundidad de base de 17,00 m.
 - Nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados: desde una profundidad de techo de 17,00 m hasta 18,00 m, donde finaliza el sondeo.
12. Se prevé construir un puente sobre el Río Torrox.



13. En los sondeos, se ha detectado el nivel freático entre 3,50 m (S-2) y 5,00 m (S-1) de profundidad. No obstante, dado el carácter granular del terreno, la ubicación de la zona de estudio sobre el cauce del Río Torrox y la proximidad al mar, es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida mediante una calicata de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.
14. No se reconocen rezumes de agua ni zonas encharcadas en superficie.
15. La zona de estudio se encuadra en el Río Torrox, en las proximidades de su desembocadura, entre los viales que se prevén conectar con el puente C/ Río de la Plata al W y Carretera Peñoncillo al E.

Parámetros geotécnicos:

De acuerdo con la estratigrafía reconocida, y con los ensayos geotécnicos realizados, establecemos los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan los materiales sobre los que se pretende construir:

NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN. (De 0,00 m a 0,00-0,30 m)

- Ángulo de rozamiento interno: ϕ = 18°-20°
 - Cohesión estimada: c = 0,00 kp/cm²
 - Densidad aparente estimada: d_a = 1,80 Tn/m³
- *Parámetros estimados en base a la testificación y tablas estandarizadas

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS. (Detectados en ambos sondeos desde 0,00-0,30 m hasta 6,30-17,00 m).

- Ensayo penetración estática "SPT": N_{SPT} = 4-38
 - Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 28,00°-36,00°
 - Cohesión estimada: C = 0,00 kp/cm²
 - Densidad aparente estimada: d_a = 1,85-2,00 Tn/m³
- *Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS. (Sólo detectados en el S-1 desde 6,30 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).

- Ensayo penetración estática "SPT": N_{SPT} = 34-49
 - Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 32,00°-36,00°
 - Cohesión estimada: C = 0,00-0,10 kp/cm²
 - Densidad aparente estimada: d_a = 2,00-2,20 Tn/m³
- *Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

NIVEL 4: ESQUISTOS TECTONIZADOS Y ALTERADOS DE TONOS GRISÁCEOS. (Sólo detectados en el S-2 desde 17,00 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).

- Ensayo penetración estática "SPT": N_{SPT} = R
 - Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 36,00°-42,00°
 - Cohesión estimada: C = 20-150 kp/cm²
 - Densidad aparente estimada: d_a = 2,00-2,20 Tn/m³
- *Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

Propuesta de Cimentación:

Para realizar el diseño de la cimentación de la estructura, se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

- La zona de estudio sitúa en el Río Torrox, próximo a la desembocadura. Por lo tanto la topografía presenta una suave pendiente hacia el mar, situado al sur.
- La zona de estudio presenta un nivel 1 de suelo de alteración de carácter granular detectado en el sondeo S-1 con espesor de 0,30 m. Su origen es la alteración del nivel infrayacente de depósitos aluviales de carácter granular afectado por la vegetación de la zona. Este nivel es prácticamente despreciable.
- Tras el nivel 1 en el sondeo S-1, o desde el inicio del S-2, se reconoce un nivel 2 de Depósitos aluviales caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso, detectados hasta una profundidad de base de entre 6,30-17,00 m.
- El nivel 2 de Depósitos aluviales presentan un predominio de material granular representado por unas gravas y gravillas en matriz arenosa de tonos grises con intercalaciones de tramos más limosos o arenosos.



5. El nivel 2 presenta una compacidad entre "**Suelta-Compacta**", detectándose en los ensayos de penetración intercalaciones de tramos de irregular resistencia, propios de los depósitos aluviales.
6. En el sondeo S-1, a continuación del nivel 2, a partir de 6,30 m de profundidad se reconoce un nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos. Este nivel 3 presenta una compacidad "**Compacta**".
7. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, el nivel 3 posiblemente se corresponde con la formación Plio-Cuaternaria de Conglomerados y limos rosados, caracteriza por tramos granulares con intercalaciones de capas arcillosas de tonos rojizos.
8. En el sondeo S-2, se reconoce tras el nivel 2 de depósitos aluviales, a partir de 17,00 m de profundidad, un nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados, con una compacidad "**Muy compacta**".
9. Según la información recogida por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España) en la memoria de la hoja geológica de Vélez-Málaga nº 1.054, este nivel se continúa en profundidad.
10. Se prevé construir un puente sobre el Río Torrox.
11. En los sondeos, se ha detectado el nivel freático entre 3,50 m (S-2) y 5,00 m (S-1) de profundidad. No obstante, dado el carácter granular del terreno, la ubicación de la zona de estudio sobre el cauce del Río Torrox y la proximidad al mar, es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida mediante una calicata de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.

Teniendo en cuenta los factores expuestos en los párrafos superiores, se deberán considerar las siguientes recomendaciones para realizar la cimentación de la estructura:

1. El nivel 1 de suelo de alteración deberá ser eliminado en su totalidad retirando cualquier resto que no haya sido identificado por los ensayos de campo y que pudiese aparecer durante el proceso de excavación.
1. El nivel 2 de Depósitos aluviales presentan en superficie tramos de carácter suelto detectados hasta una profundidad de 6,00 m. En el sondeo S-2 de reconocen valores

más compactos a partir de los 15,00 m de profundidad. Cabe tener en cuenta que este nivel 2 se caracteriza por unas características heterogéneas, donde se intercalan tramos granulares y cohesivos.

2. La presencia de nivel freático a cotas muy superficiales dificultará cualquier excavación que se realice en la zona de estudio.
3. Tanto el nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos como el nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados, presentan un carácter compacto.
4. En base a su carácter resistente desde el punto de vista geotécnico se pueden diferenciar dos niveles: Nivel Suelto y Nivel Compacto.

El **Nivel Suelto** se considera un tramo superior de carácter suelto, correspondiente al tramo del nivel 2 reconocido desde la superficie hasta una profundidad intermedia de 12,00 m, en base a los resultados obtenidos en los ensayos de penetración.

El **Nivel Compacto**, está representado por los niveles de carácter compacto: el nivel 2 de Depósitos aluviales: gravas y gravillas en matriz arenosa de tonos grises con intercalaciones de tramos más limosos o arenosos en su tramo inferior de carácter compacto; nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos, y nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados.

5. Se recomienda que cualquier cimentación que se realice en la zona de estudio deberá quedar empotrada en el **Nivel Compacto**.
6. En el caso de precisar de acopios de material para alcanzar cotas determinadas. Las características que garantizan un buen comportamiento de las mejoras o rellenos geotécnicos son las siguientes:
 - El relleno geotécnico deberá cumplir el PG3 vigente en el momento de su vertido.
 - El material no deberá contener materia orgánica, vegetal u otras materias extrañas.
 - El porcentaje de materiales finos será inferior al 25% en peso y el tamaño máximo de los elementos más gruesos será de 10 cm. El límite líquido deberá ser inferior a 30%.
 - La densidad máxima correspondiente al ensayo Próctor Modificado no será inferior a 1,75 t/m³ y se alcanzará el 100% de compactación del ensayo Próctor de referencia.



- El material se deberá extender por tongadas sucesivas de unos 20 cm de espesor cada una de ellas. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, de forma uniforme, hasta que el material alcance su contenido óptimo de humedad.
- Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.
- Se colocará el relleno dejando una ligera pendiente a favor del talud con objeto de permitir la evacuación de agua. El terreno de apoyo debe ser firme y de perfil suave.

En función del análisis e interpretación de los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio y teniendo en cuenta los factores citados en el párrafo superior, hemos considerado las siguientes posibles soluciones de cimentación:

1. **CIMENTACIÓN PROFUNDA MEDIANTE PILOTES PERFORADOS EMPOTRADOS EN LOS NIVELES COMPACTOS (3, 4).**

No obstante, quedará en manos de la dirección técnica de la obra la elección del tipo de cimentación que más se ajuste a la construcción proyectada.

Se calculará por parte del proyectista la longitud de los mismos en función de su diámetro y su tope estructural.

1. **CIMENTACIÓN PROFUNDA MEDIANTE PILOTES PERFORADOS EMPOTRADOS EN LOS NIVELES COMPACTOS (3, 4).**

Para el dimensionamiento de la cimentación, recomendamos adoptar los siguientes parámetros:

NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN. (De 0,00 m a 0,00-0,30 m)

- Ángulo de rozamiento interno: ϕ = 18°-20°
- Cohesión estimada: c = 0,00 kp/cm²
- Densidad aparente estimada: d_a = 1,80 Tn/m³

*Parámetros estimados en base a la testificación y tablas estandarizadas

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS. (Detectados en ambos sondeos desde 0,00-0,30 m hasta 6,30-17,00 m).

- Ensayo penetración estática “SPT”: N_{SPT} = 4-38
- Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 28,00°-36,00°
- Cohesión estimada: C = 0,00 kp/cm²
- Densidad aparente estimada: d_a = 1,85-2,00 Tn/m³

*Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS. (Sólo detectados en el S-1 desde 6,30 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).

- Ensayo penetración estática “SPT”: N_{SPT} = 34-49
- Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 32,00°-36,00°
- Cohesión estimada: C = 0,00-0,10 kp/cm²
- Densidad aparente estimada: d_a = 2,00-2,20 Tn/m³

*Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

NIVEL 4: ESQUISTOS TECTONIZADOS Y ALTERADOS DE TONOS GRISÁCEOS. (Sólo detectados en el S-2 desde 17,00 m hasta 18,00, donde finaliza el ensayo de campo).

- Ensayo penetración estática “SPT”: N_{SPT} = R
- Ángulo de rozamiento interno estimado: ϕ = 36,00°-42,00°
- Cohesión estimada: C = 20-150 kp/cm²
- Densidad aparente estimada: d_a = 2,00-2,20 Tn/m³

*Parámetros estimados en base a ensayos de laboratorio, y N_{SPT}

Los pilotes deberán quedar empotrados en el **Nivel Compacto** (nivel 3 y nivel 4), utilizando para su dimensionamiento los parámetros geotécnicos aportados anteriormente.

En función de lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-C Cimientos, se considera cimentación profunda aquella que esta a una profundidad superior a 8 veces su diámetro o ancho. Las cimentaciones profundas se usan básicamente cuando la cimentación superficial es inviable técnicamente.



Existen diversas tipologías de pilotes, pudiendo diferenciarse en función de diversos factores como son la forma de trabajo del pilote, el tipo de pilote, el material que lo forma, la sección transversal o el procedimiento constructivo.

La resistencia característica al hundimiento de un pilote aislado se considera que está compuesta por dos parámetros: la resistencia por punta y resistencia por fuste.

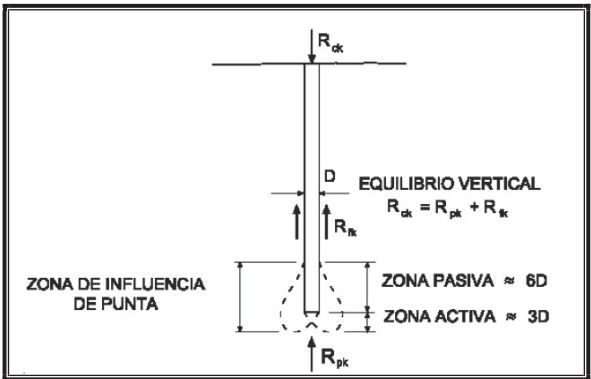
$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

Siendo:

R_{ck} la resistencia frente a la carga vertical que produce el hundimiento

R_{pk} la parte de la resistencia que se supone soportada por la punta

R_{fk} la parte de la resistencia que se supone soportada por el contacto pilote-terreno en el fuste.



Esquema de distribución de la carga de un pilote aislado

El cálculo de ambas componentes es proporcional a las áreas de contacto respectivas de acuerdo con las siguientes expresiones:

Siendo:

q_p resistencia unitaria por punta

A_p el área de la punta

τ_f resistencia unitaria por fuste en cada tramo

A_f el área del contacto entre el fuste del pilote y el terreno en cada tramo

$$R_{pk} = q_p A_p$$
$$R_{fk} = \sum \tau_f A_f$$

Existen diversos métodos para el cálculo de resistencia de las cimentaciones profundas, cada una de ellas se basa en datos obtenidos por diversos métodos:

1. Determinación de la resistencia de hundimiento mediante soluciones analíticas.
2. Determinación de la resistencia de hundimiento mediante ensayos de penetración "in situ". Basado en SPT, penetraciones dinámicas, penetraciones estáticas o ensayos presiométricos.
3. Determinación de la resistencia mediante métodos basados en pruebas de carga.

Los cálculos realizados a continuación están basados en soluciones analíticas, dado que son métodos más representativos para suelos cohesivos.

La resistencia unitaria de hundimiento por punta a corto plazo para suelos finos, limosos o arcillosos, viene determinada por la siguiente expresión:

$$q_p = N_p c_u$$

Donde

c_u la resistencia al corte sin drenaje del suelo limoso o arcilloso, teniendo en cuenta la presión de confinamiento al nivel de la punta (entorno comprendido entre dos diámetros por encima y dos diámetros por debajo de ella) obtenida en célula triaxial o, en su caso, ensayo de compresión simple.

N_p depende del empotramiento del pilote, pudiéndose adoptar un valor igual a 9

La *resistencia unitaria de hundimiento por fuste a corto plazo* para suelos finos, limosos o arcillosos, viene determinada por la siguiente expresión:

$$\tau_f = \frac{100c_u}{100 + c_u}$$

(Nota C_u y τ_f en KPa)

Donde:

C_u la resistencia al corte sin drenaje del suelo limoso o arcilloso

Se debe de tener en cuenta que aquellos pilotes que presenten un fuste de acero en suelos finos, el valor de τ_f a corto plazo se afectará por un coeficiente reductor de 0,8.

Cuando nos encontremos con materiales finos, para realizar el cálculo a largo plazo de la resistencia por fuste y punta se usará el ángulo de rozamiento deducido de los ensayos de laboratorio y despreciando el valor de la cohesión. Para ello usaremos las expresiones específicas de suelos granulares.

La *resistencia unitaria por punta a largo plazo* para suelos finos, limosos o arcillosos, viene determinada por la siguiente expresión:

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

Siendo:

$f_p=3$ para pilotes hincados;
 $f_p=2,5$ para pilotes hormigonados in situ;
 σ'_{vp} la presión vertical efectiva al nivel de la punta antes de instalar el pilote;
 N_q el factor de capacidad de carga definido por la expresión $\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot e^{\pi \tan \phi}$, donde ϕ es el ángulo de rozamiento interno del suelo.

La *resistencia unitaria por fuste a largo plazo* para suelos finos, limosos o arcillosos, viene determinada por la siguiente expresión:

$$\tau_f = \sigma'_v \cdot k_f \cdot f \cdot \tan \phi \leq 120 \text{ kPa}$$

Salvo justificación, la resistencia unitaria por fuste a largo plazo no superará al valor límite de 0,1 MPa.

Siendo

σ'_v la presión vertical efectiva al nivel considerado;
 K_f el coeficiente de empuje horizontal. Para pilotes hincados se tomará $K_f = 1$ y para pilotes perforados $K_f = 0,75$. Para pilotes híbridos se tomará un valor intermedio.
 f el factor de reducción del rozamiento del fuste. Para pilotes de hormigón "in situ" o de madera se tomará $f = 1$. Para pilotes prefabricados de hormigón se tomará $f = 0,9$ y para pilotes de acero en el fuste se tomará $f = 0,8$.
 ϕ al ángulo de rozamiento interno del suelo granular;

Para el cálculo de los pilotes en la zona de estudio se considerará:

1. El nivel 1 despreciable de cara a los cálculos, dada su similitud con el tramo superficial del nivel 2 y su escaso espesor detectado en la zona de estudio.
2. Se considera un tramo superior de carácter suelto, que nombraremos **Nivel Suelto**, correspondiente al tramo del nivel 2 reconocido desde la superficie hasta una profundidad intermedia de 12,00 m, en base a los resultados obtenidos en los ensayos de penetración.
3. Se considera como capa portante un **Nivel Compacto**, representado por: el nivel 2 de Depósitos aluviales: gravas y gravillas en matriz arenosa de tonos grises con intercalaciones de tramos más limosos o arenosos en su tramo inferior de carácter compacto; nivel 3 de Grava y arena limosa versicolor con intercalaciones de tramos cohesivos y con algunos bolos, y nivel 4 de Esquistos de tonos grisáceos tectonizados y alterados.
4. El nivel freático se considera a una cota más desfavorable de 3,50 m.



Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas con anterioridad, se obtienen los siguientes valores de resistencias unitarias por fuste y por punta:

CONDICIONES A LARGO PLAZO-DRENADAS

1. Considerando para el cálculo un nivel freático a una profundidad de 3,50 m y la construcción de pilotes hincados a largo plazo.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN													Resistencias unitarias en el punto medio del estrato	
	UNIDAD GEOTEC.	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	γ_{ap} KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	σ'_{vo} KPa	ϕ °	c_u KPa	N_q	N_p		q_b MPa	τ_f KPa
NIVEL 1	SUELTO	0.0	12.0	12.0	18.5	19	70.625	28		14.7			3.12	33.80
NIVEL 2	COMPACTO	12.0	18.0	6.0	20	20.5	172.75	36		37.8			19.57	112.96
NIVEL 3		18.0	0.0	-18.0			294.25						0.00	0.00
NIVEL 4			0.0	0.0			384.25						0.00	0.00
NIVEL 5				0.0									0.00	0.00

2. Considerando para el cálculo un nivel freático a una profundidad de 3,50 m y la construcción de pilotes perforados entubados a largo plazo.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN													Resistencias unitarias en el punto medio del estrato	
	UNIDAD GEOTEC.	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	γ_{ap} KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	σ'_{vo} KPa	ϕ °	c_u KPa	N_q	N_p		q_b MPa	τ_f KPa
NIVEL 1	SUELTO	0.0	12.0	12.0	18.5	19	70.625	28		14.7			3.12	28.16
NIVEL 2	COMPACTO	12.0	18.0	6.0	20	20.5	172.75	36		37.8			19.57	94.13
NIVEL 3		18.0	0.0	-18.0			294.25						0.00	0.00
NIVEL 4			0.0	0.0			384.25						0.00	0.00
NIVEL 5				0.0									0.00	0.00

Dado el carácter fundamentalmente granular de los materiales reconocidos, se recomienda optar por pilotes perforados.

La hincada de los pilotes podría no ser viable y no conseguir el empotramiento de los pilotes en los estratos resistentes.

Los resultados obtenidos deberán ser completados con los anteriores sondeos existentes, consensuando resultados y parámetros geotécnicos obtenidos, obteniendo de esta forma una idea global y completa de la geotécnica de la zona que permita optimizar las recomendaciones de cimentación para la estructura proyectada.

5.- CONDICIONANTES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la obra.

No se usará el informe para otro fin que no sea el cálculo de cimentaciones con empujes a compresión. Para otro tipo de elementos estructurales o estabilidad se realizará otro estudio específico destinado a tal fin.

Se tendrán en cuenta los apartados 4.5 y 4.6 del Documento Básico SE-C del Código Técnico de la Edificación.

La excavación se realizará de forma que no se alteren las características mecánicas del suelo, para ello se recomienda que la excavación de los últimos 15 a 20 cm. no sea efectuada hasta inmediatamente antes de iniciar el vertido del hormigón especialmente en suelos cohesivos.

Una vez alcanzado el firme elegido, y antes de hormigonar, se limpiará y nivelará el fondo.

En el caso de reconocerse algún nivel flojo tras las excavaciones previstas, se deberá comprobar mediante un ensayo simple de penetración en cada zapata, clavando una barra de hierro en el terreno a golpes de martillo para determinar su espesor y determinar su eliminación o sustitución por una zahorra debidamente compactada al 100 % Proctor.

La cimentación deberá quedar apoyada sobre un nivel geotécnico homogéneo. De no ser así se procederá a realizar una mejora geotécnica de al menos 50 cm. mediante la colocación de un relleno geotécnico.

Es importante que todas aquellas obras que se pretendan realizar junto a los elementos de cimentación (soleras, arquetas de pie de pilar, saneamientos, etc.) se estudien convenientemente para no alterar las condiciones de trabajo de los mismos o bien dar lugar, mediante fugas, a vías de agua que produzcan lavados del terreno, descalzamientos, encharcamientos, fenómenos de expansividad, etc.

A título indicativo podemos describir algunos aspectos de la solución de cimentación por pilotaje.

Para una cimentación mediante pilotaje podemos optar por dos tipos constructivos: pilotes prefabricados hincados y pilotes hormigonados “in situ”. También puede ejecutarse pilotes de carácter intermedio entre ambas tipologías.

Si se optase por realizar una cimentación mediante pilotes prefabricados debe de tenerse en consideración la forma de hincar los pilotes según se emplee vibración, hincado o percusión con golpes de maza.



Si se precisase de pilotes prefabricados muy profundos, se construirán pilotes a la profundidad necesaria uniendo los distintos tramos mediante juntas. Se debe tener en cuenta que en estos casos la resistencia del pilote a flexión, compresión y tracción nunca puede superior a la de las juntas que unen los tramos.

Los pilotes prefabricados hincados podrán ubicarse aislados siempre que se realicen arrastramientos en dos direcciones ortogonales y que se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones son nulos o bien absorbidos por la armadura del pilote o por las vigas riostras.

Cuando se construyen pilote por hinca debe tenerse en cuenta la influencia de la hinca de los prefabricados en estructuras o edificaciones cercanas y su posible efecto perjudicial.

Si se optase por realizar un pilotaje “in situ” se diferencian diversos tipos: pilotes de desplazamiento con azuche, pilotes de desplazamiento con tapón de gravas, pilotes de extracción con entubación recuperable, pilotes de extracción con camisa perdida, pilotes de extracción sin entubación con lodos tixotrópicos, pilotes barrenados sin entubación, pilotes barrenados, hormigonados por el tubo central de la barrena y pilotes de desplazamiento por rotación.

Para escoger el tipo de pilotaje “in situ” más apropiado se deberá seguir las condiciones constructivas indicadas en el apartado 5.4.1.1. de DB Seguridad Estructural Cimientos del Código Técnico de la Edificación.

Al realizar pilotaje “in situ” se tendrá especial cuidado en aquellos caso que la perforación quede abierta y exista nivel freático.

Para pilotes hormigonados “in situ” se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Diámetro < 0,45 m: no se deben ejecutar pilotes aislados, salvo en elementos de poca responsabilidad en los que un posible fallo de elementos de cimentación no tenga una repercusión significativa.
2. 0,45 m < diámetro < 1,00 m.; se podrán realizar pilotes aislados siempre que se realice un arrastramientos en dos direcciones ortogonales y se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control
3. Diámetro > 1,00 m; se podrán realizar pilotes aislados sin necesidad de arriostamiento siempre y cuando se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control y el pilote se arme para las excentricidades permitidas y momentos resultantes.

Se tendrán en cuenta los siguientes apartados para evitar posibles problemas en la construcción del pilotaje:

1. Posibles efectos que el medio ambiente puede generar en la estructura del pilote disminuyendo la capacidad portante, sobre todo si nos encontramos ante un ambiente que puede corroer el acero en aquellas zonas batidas por la carrera de la marea o por las oscilaciones del nivel freático.
2. Protección contra el ataque químico del terreno o de las aguas a los pilotes.
3. Posible modificación local del régimen hidrogeológico por conexión de acuíferos ubicados a distinta profundidad que podrían quedar conectados al ejecutar los pilotes.
4. Posible contaminación medioambiental por la utilización de lodos o polímeros durante la excavación de pilotes de hormigón “in situ”
5. Estabilidad de los taludes de las excavaciones y plataformas realizadas para construir el pilotaje.
6. Desprendimientos sobre la cabeza del pilote recién construido, debidos a la diferencia de cota entre el pilote terminado y la plataforma de trabajo, así como desprendimientos o contaminaciones causadas por la limpieza de la plataforma, especialmente en el caso de pilotes de hélice continua, en los que es necesaria la limpieza de la cabeza para la introducción de la armadura.
7. Mala limpieza del fondo de las excavaciones de los pilotes perforados
8. Problemas de colapso en suelos que tengas una estructura metaestable
9. Posibles efectos sísmicos y en particular la posible licuefacción del entorno y que pudiera incluir al propio pilotaje
10. Posible pérdida de capacidad portante por socavación de pilotajes.

Debe de indicarse que las consideraciones y resultados que se exponen en el presente informe, han sido deducidos a partir de ensayos puntuales realizados en un corto plazo de tiempo, constituyendo una extrapolación al conjunto de la zona de estudio.



Ello no es óbice para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, etc.) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra y que hagan necesario la ampliación del estudio geotécnico y la modificación de las soluciones de cimentación iniciales, las cuales deberán ser validadas previamente por la dirección técnica de la obra.

Una vez consultado el informe geotécnico o comenzada la obra y en caso de creer necesaria la realización de nuevos ensayos para la ampliación o confirmación del estudio geotécnico, estos deberán ser solicitados por escrito por parte de la dirección técnica de la obra o la propiedad de la misma.

16 de Junio de 2.023



Fdo.: Francisco M. Gámiz Malagón

Ldo. en Geología

Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 427

Director Técnico del Laboratorio



Fdo.: Mª Begoña Fdez. de la Higuera

Lda. en Geología

Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 820

Departamento de Geotecnia

6.- ANEXOS

6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

6.2.- PERFIL GEOLÓGICO

6.3.- ACTA DE SONDEO DE RECONOCIMIENTO

6.4.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO


6.5.- ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO




7.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS



LEYENDA




Sondeo geotécnico

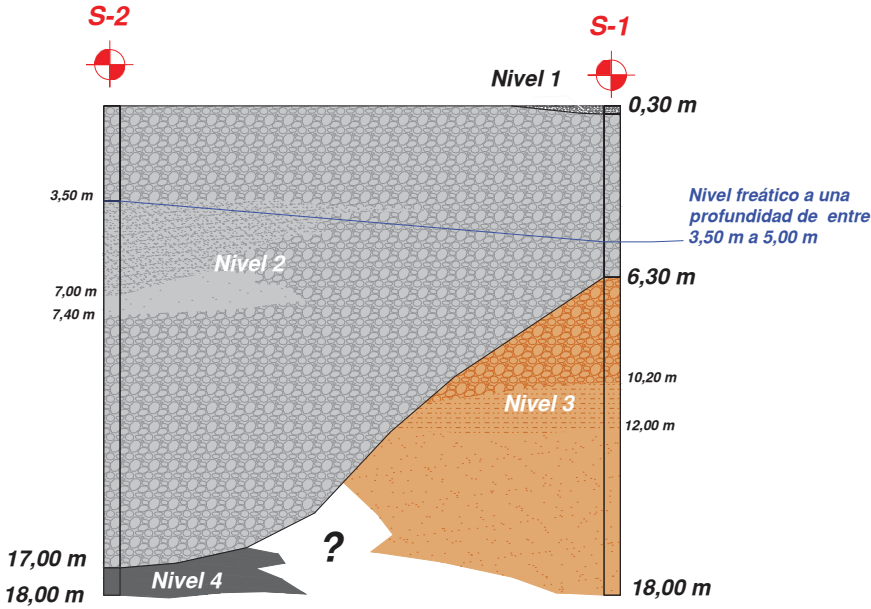


Ensayo de Penetración dinámica

© 2023 Geotema. Todos los derechos reservados. Se permite la reproducción de esta información para fines educativos y de investigación, siempre y cuando se cite la fuente original. No se permite la redistribución o el uso comercial sin el consentimiento escrito de Geotema.

		CROQUIS SITUACIÓN DE ENSAYOS EN LA ZONA DEL RÍO TORROX, PRÓXIMA A LA DESEMBOCADURA, TORROX (MÁLAGA)	
ENCARGO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.			
PLANO: CROQUIS SITUACIÓN DE ENSAYOS		SUSTITUYE A:	
ESCALA: S=0	DATOS TÉCNICOS:		REALIZADO POR: Mª BEGOÑA FDEZ. DE LA HIGUERA LDO. GEOLOGÍA
EXPEDIENTE: IG-757623	Nº PLANO: 1	FECHA: JUNIO 2023	

7.2.-PERFIL GEOLÓGICO




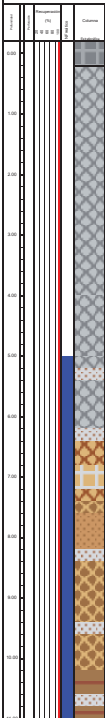
LEYENDA

- NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN GRANULAR.
- NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS.
- NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS.
- NIVEL 4: ESQUISTOS TECTONIZADOS Y ALTERADOS DE TONOS GRISÁCEOS

Nota: Ubicación aproximada de los ensayos. La profundidades exactas de los niveles se reconocen solo en los puntos concretos donde han sido realizados. Los demás espesores son interpretaciones que pueden diferir de la realidad.

		PERFIL GEOLÓGICO DE ENSAYOS EN LA ZONA DEL RÍO TORROX, PRÓXIMA A LA DESEMBOCADURA, TORROX (MÁLAGA)	
ENCARGO: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.			
PLANO: PERFIL GEOLÓGICO DE ENSAYOS		SUSTITUYE A:	
ESCALA: S=0	DATOS TÉCNICOS:		REALIZADO POR: M ^º BEGOÑA FDEZ. DE LA HIGUERA LDO. GEOLOGÍA
EXPEDIENTE: IG-757623	N.º PLANO: 1	FECHA: JUNIO 2023	

7.3.- ACTAS DE SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

		Camino de los Morales s/n 18.360 Huétor-Tájar (GRANADA) geotema@geotema.com				Laboratorio inscrito en el registro de laboratorios de ensayos y de entidades de control de calidad de la construcción y obra pública de Andalucía (OP. Reg. AR-02 (L-187))														
Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación						Referencia: IG-757623														
PROMOTOR: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.						FECHA INICIO: 24 MAYO 2.023		FECHA FIN: 25 MAYO 2.023		COORDENADAS UTM (Huso 30S): X (m): 414.738 E Y (m): 4.065.080 N		SONDEO: S-1 (Hoja 1 de 2)		PROFUNDIDAD ALCANZADA: 18,00 m						
PROYECTO: PUENTE SOBRE EL RÍO TORROX												NIVEL FREÁTICO: -5,00 m								
	DESCRIPCIÓN					MUESTRAS		LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA		Clasif.	SCa+ mg/kg suelo s.	COMPRESIÓN SMPLE kg/cm2	FRICCIÓN LIBRE %	ENSAYOS DE CORTE (C (kN/m²))	Ø			
	NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN GRANULAR					GOLPEO: 8/10/18	2,70 N=28 3,15 M-3 3,60 m N.P. N.P. N.P.	25,85 14,83 7,19	GP-GM	98,00										
	Suelo de alteración de grava y gravilla subredondeada y poligénica, en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se observan restos de raíces.																			
	0,30 m																			
	NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS.					GOLPEO: 2/22	5,70 N=4 6,15													
	Depósitos aluviales caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso.																			
	De 0,30 m a 6,30 m: se observa un predominio de grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligénica envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en los intervalos de: 5,30-5,40 m y 6,00-6,30 m.																			
	6,30 m																			
	NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS.					GOLPEO: 3220/15	8,80 N=35 9,25													
	Este nivel se caracteriza en superficie por un predominio de grava y bolos en matriz areno limosa de tonos versicolores (beiges a marrones rojizos) con intercalaciones de tramos más arenosos y tramos más cohesivos más patentes en profundidad.																			
	De 6,30 m a 7,50 m: se reconocen gravas, gravilla y bolos, éstos últimos de naturaleza carbonatada, envueltos en una matriz arcillo limoarenosa de tonos beige.																			
	De 7,50 m a 10,20 m: se observan gravas y bolos en matriz arcillo limosa marrón con subcapas limosas de tonos grisáceos e intercalaciones de tramos más cohesivos destacando el intervalo 7,50-8,20 m.																			
	De 10,20 m a 12,00 m: tramo de aspecto más cohesivo caracterizado por unas arcillas limosas de tonos marrón rojizos con grava/gravilla redondeada y capas limo arenosas. Se observan vetas de tonos blanquecinos.																			

Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación

Referencia: IG-757623

PROMOTOR: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.										FECHA INICIO: 24 MAYO 2.023		FECHA FIN: 25 MAYO 2.023		COORDENADAS UTM (Huso 30S): X (m): 414.738 E Y (m): 4.065.080 N			SONDEO: S-1 (Hoja 2 de 2)		PROFUNDIDAD ALCANZADA: 18,00 m				
PROYECTO: PUENTE SOBRE EL RÍO TORROX																	NIVEL FREÁTICO: -5,00 m						
Profundidad (m)	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla	Gravilla					
11,00	NIVEL 3: GRAVA Y ARENA LIMOSA VERSICOLOR CON INTERCALACIONES DE TRAMOS COHESIVOS.									MUESTRAS		LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			Clasif.	SCA+	COMPRESIÓN SIMPLE	HINCHAMIENTO LIBRE	ENSAYOS DE CORTE	
										Tipo		LL			S								
										GOLPEO: 12/25/24		M-4 12,00 m											
										N=49		N.P.			86,38			68,29	25,01	SM			
										12,45													
										GOLPEO: 22/12/29		14,40											
										N=41													
										14,85													
										GOLPEO: 18/23/31		17,40											
										N=R													
										17,85													
Fin del ensayo a 18,00 m.																							

Informe de las
Pruebas de
Ensayos de
Laboratorio

INFORME DE LAS PRUEBAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

Responsable Técnico del Ensayo

Fdo. M^º Dolores Pérez de la Higuera
Cádiz

Director Técnico del Laboratorio

Fdo. Francisco Manuel García Mágina
Cádiz

Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación

Referencia: IG-757623

PROMOTOR: TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.				FECHA INICIO: 25 MAYO 2.023		FECHA FIN: 25 MAYO 2.023		COORDENADAS UTM (Huso 30S): X (m): 414.666 E Y (m): 4.065.073 N		SONDEO: S-2 (Hoja 1 de 2)		PROFUNDIDAD ALCANZADA: 19,00 m	
PROYECTO: PUENTE SOBRE EL RÍO TORROX												NIVEL FREÁTICO: -3,50 m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)	PROFUNDIDAD (m)
DESCRIPCIÓN				MUESTRAS		LÍMITES DE ATREVEDIMIENTO		GRANULOMETRÍA		Clasif.	SD4+	COMPRESIÓN	INCHAMIENTO
CONTINUIDAD				TIPO	S-P-T	30	30'	30"	30"	30"	30"	30"	30"
NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES: GRAVA Y GRAVILLA EN MATRIZ ARENOSA GRIS.													
Depósitos aluviales caracterizados por una continuada intercalación de tramos granulares de diferente tamaño y algunas capas de carácter limoso.													
De 0,00 m a 3,50 m: se observa un predominio de grava subredondeada, heterométrica y poligenética envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en el intervalo de: 1,80-2,00 m. Se observan algunos bolos.				GOLPEO: 508	2,50								
					N=12								
					2,95								
					M-1								
					3,60 m								
De 3,50 m a 7,00 m: se reconoce un predominio de limos arenosos de tonos grises.					N.P.	N.P.	N.P.	99,98	99,05	55,92	ML	76,00	
				GOLPEO: 202	5,80								
					N=4								
					6,25								
De 7,00 m a 7,40 m: se observa un tramo de arena de tonos grises.													
					8,80								
				GOLPEO: 453	N=8								
					9,25								
De 7,40 m a 17,00 m: se observa un predominio de grava y gravilla subredondeada, heterométrica y poligenética envuelta en matriz areno limosa de tono grisáceo. Se intercalan subcapas de limo arcilloso con grava y gravilla en los intervalos de: 10,00-10,20 m y 11,90-12,00 m.													

Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación

Referencia: IG-757623

[illegible]

- Detalle sondeo geotécnico de reconocimiento S-1



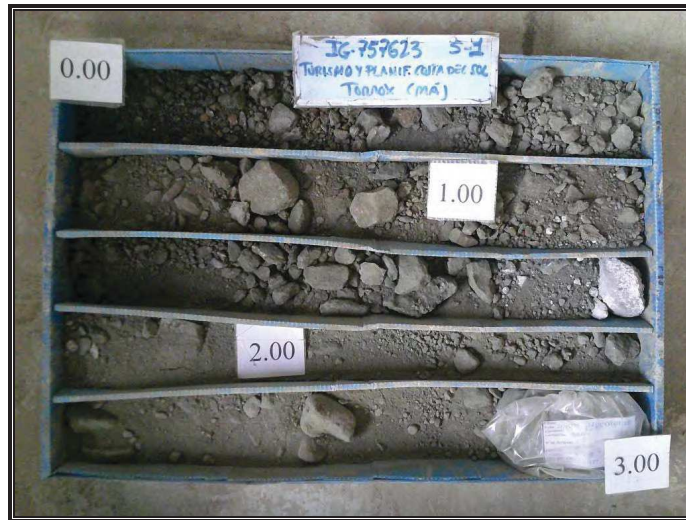
Panorámicas del emplazamiento del Sondeo S-1



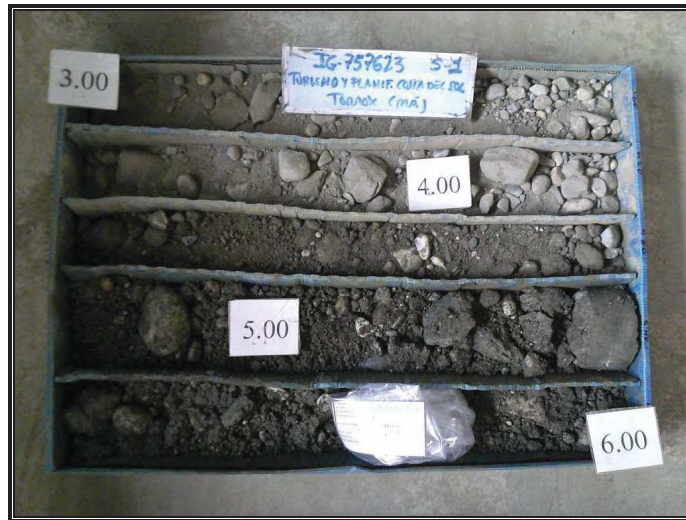
Sondeo S-1



- Detalle cajas del sondeo S-1:



Caja nº 1: 0,00 m a 3,00 m.



Caja nº 2: 3,00 m a 6,00 m.



Caja nº 3: 6,00 m a 9,00 m.



Caja nº 4: 9,00 m a 12,00 m.





Caja nº 5: 12,00 m a 15,00 m.



Caja nº 6: 15,00 m a 18,00 m.

- Detalle sondeo geotécnico de reconocimiento S-2



Panorámicas del emplazamiento del Sondeo S-2





Sondeo S-2

- Detalle cajas del sondeo S-2:



Caja nº 1: 0,00 m a 3,00 m.



Caja nº 2: 3,00 m a 6,00 m.





Caja nº 3: 6,00 m a 9,00 m.



Caja nº 4: 9,00 m a 12,00 m.



Caja nº 5: 12,00 m a 15,00 m.



Caja nº 6: 15,00 m a 18,00 m.



7.5.-ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

ALTE

Laboratorios de Tecnología Estructural

Pol. I. "La Fuente" C/Málaga, s/n

18430 - Fuente Vaqueros (Granada)

Tlf: 958 496901 - 958 496894

TIPO DE ENSAYO

Agresividad de suelos y aguas

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº

/23

Peticionario

Fecha Muestreo:

29/05/2023

Muestra:

AGUA S-2

Nº Entrada:

GE107/23

Ciente:

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.

Referencia:

IG-757623

Obra:

Cota:

AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN

Toma de Muestra s/UNE 83951:2008

Valor del PH

UNE 83952:2008

7.82

Dióxido libre (CO₂)

UNE 83954:2008

22

mg CO₂/l

Amonio (NH₄⁺)

UNE 83954:2008

0

mg NH₄⁺/l

Magnesio (Mg²⁺)

UNE 83955:2008

45

mg Mg²⁺/l

Sulfatos (SO₄⁻²)

UNE 83956:2008

280

mg SO₄⁻²/l

Residuo seco a 110°C

UNE 83957:2008

3810

mg/l

Cloruros CL⁻

UNE 7178:60

mg CL⁻/l

Sulfitos

mg/l

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON

Sulfatos (SO₄⁻²)

UNE 83963:2008

mg SO₄⁻²/kg

Acidez Bauman-Gully

UNE 83962:2008

ml/kg

CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA

Contenido en materia orgánica

método del permanganato potásico

UNE 103204:1993/UNE 103204:1993 ERRATUM

%

Antonio Montes Durán

Director de Laboratorio

Licenciado en Ciencias Químicas

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

C.I.F: B-93 262 822

C/ Gregorio Marañón, 17

29320 Campillos (Málaga)

Antonio Montes Durán

Responsable técnico de ensayos

Licenciado en Ciencias Químicas

Granada, viernes 02 de junio de 2023

Los resultados sólo se refieren al material sometido a ensayo. El informe no será reproducido parcial o totalmente sin la aprobación del laboratorio.

Cód. Validación: 4OHWSRDL0STP6KCL7EKH9DPMQ

Verificación: <https://torroxsedelectronica.es/>

Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 56 de 60

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº /23

Peticionario

Fecha Muestreo: 29/05/2023 Muestra: M-2

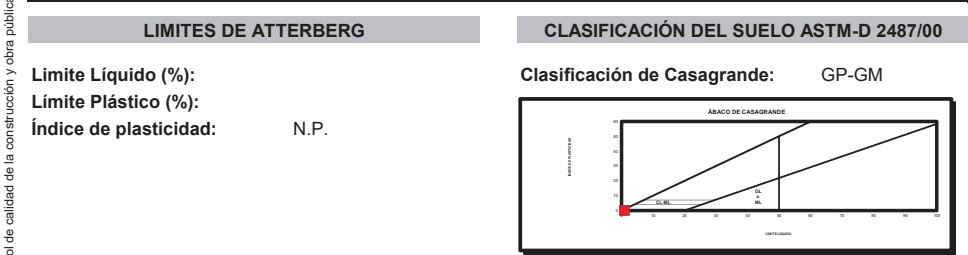
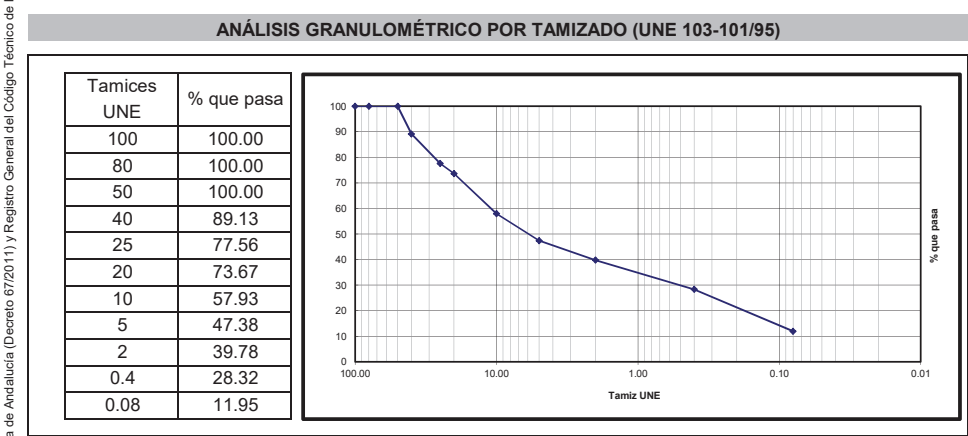
Nº Entrada: GE109/23

Ciente: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.

Referencia: IG-757623

Obra: ,

Cota



Antonio Montes Durán
Director de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Granada, viernes 02 de junio de 2023

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

LTE

Laboratorios de Tecnología Estructural

C.I.F.: B-93.262.822
C/ Gregorio Marañón, 17
29320 Campillos (Málaga)

Antonio Montes Durán
Responsable técnico de ensayos
Licenciado en Ciencias Químicas

Los resultados sólo se refieren al material sometido a ensayo. El informe no será reproducido parcial o totalmente sin la aprobación del laboratorio.

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

LTE

Laboratorios de Tecnología Estructural

Pol. I. "La Fuente" C/Málaga, s/n
18430 - Fuente Vaqueros (Granada)
Tlf: 958 496901 - 958 496894

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.

CAMINO DE LOS MORALES S/N
18360 - (HUÉTOR TÁJAR)
GRANADA

TIPO DE ENSAYO

Agresividad de suelos y aguas

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº /23

Peticionario

Fecha Muestreo: 29/05/2023 Muestra: M-2

Nº Entrada: GE109/23

Ciente: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.

Referencia: IG-757623

Obra: ,

Cota

AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN

Toma de Muestra s/UNE 83951:2008

Valor del PH

UNE 83952:2008

Dióxido libre (CO₂)

UNE 83954:2008

Amonio (NH₄⁺)

UNE 83954:2008

Magnesio (Mg²⁺)

UNE 83955:2008

mg CO₂/l

mg NH₄⁺/l

mg Mg²⁺/l

Sulfatos (SO₄⁻²)

UNE 83956:2008

Residuo seco a 110°C

UNE 83957:2008

Cloruros CL⁻

7178:60

Sulfitos

mg SO₄⁻²/l

mg/l

mg CL⁻/l

mg/l

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON

CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA

Sulfatos (SO₄⁻²)

UNE 83963:2008

Acidez Bauman-Gully

UNE 83962:2008

93

ml/kg

mg SO₄⁻²/kg

Contenido en materia orgánica
método del permanganato potásico

UNE 103204:1993/UNE 103204:1993 ERRATUM

%

Granada, viernes 02 de junio de 2023

Antonio Montes Durán
Director de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

LTE

Laboratorios de Tecnología Estructural

C.I.F.: B-93.262.822
C/ Gregorio Marañón, 17
29320 Campillos (Málaga)

Antonio Montes Durán
Responsable técnico de ensayos
Licenciado en Ciencias Químicas

Los resultados sólo se refieren al material sometido a ensayo. El informe no será reproducido parcial o totalmente sin la aprobación del laboratorio.

Cód. Validación: 4OHWSRDLQ5TP6KCI7EKH9DPMQ
Verificación: https://torroxsedelectronica.es/
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 58 de 60

Laboratorio inscrito en el Registro de laboratorios de ensayos de control de calidad de la construcción y obra pública de Andalucía (Decreto 67/2011) y Registro General del Código Técnico de la Edificación de LECCCE (R.D. 410/2010), con Nº Aº

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.



Pol. I. "La Fuente" C/Málaga, s/n
18430 - Fuente Vaqueros (Granada)
Tlf: 958 496901 - 958 496894

TIPO DE ENSAYO
Ensayos de Identificación de Suelos

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.
CAMINO DE LOS MORALES S/N
18360 - (HUÉTOR TÁJAR)
GRANADA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº /23

Peticionario

Fecha Muestreo: 02/06/2023

Muestra: M-4

Nº Entrada: GE119/23

Ciiente: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S. L.

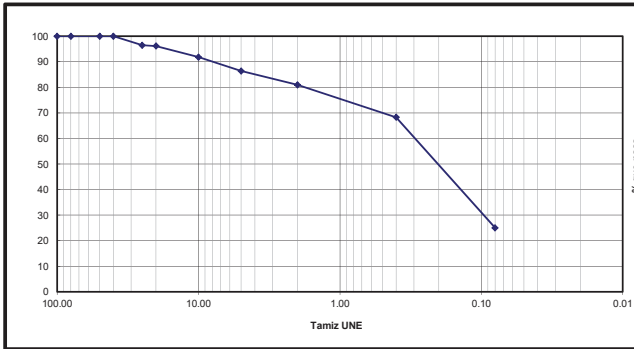
Referencia: IG-757623

Obra: ,

Cota

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)

Tamices UNE	% que pasa
100	100.00
80	100.00
50	100.00
40	100.00
25	96.48
20	96.15
10	91.82
5	86.38
2	80.96
0.4	68.29
0.08	25.01

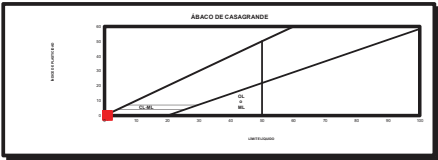


LIMITES DE ATTERBERG

Limite Líquido (%):
Limite Plástico (%):
Índice de plasticidad: N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO ASTM-D 2487/00

Clasificación de Casagrande: SM



Antonio Montes Durán
Director de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Granada, miércoles 07 de junio de 2023



Antonio Montes Durán
Responsable técnico de ensayos
Licenciado en Ciencias Químicas

Los resultados sólo se refieren al material sometido a ensayo. El informe no será reproducido parcial o totalmente sin la aprobación del laboratorio.

