

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA

Peticionario: **IBERPORT**

Termino Municipal: **NERJA**



Expediente: **O/1400979**

Fecha: **Mayo de 2014**

cemosa
Ingeniería y Control

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

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

MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN	1
2.-	ENTORNO GEOGRÁFICO	2
3.-	TRABAJOS REALIZADOS.....	4
3.1.-	Reconocimientos de campo	4
3.2.-	Resultados de los ensayos de penetración dinámica	5
3.3.-	Ensayos de campo y laboratorio	6
4.-	GEOLOGÍA	8
5.-	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES	10
5.1.-	Nivel freático.....	11
5.2.-	UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica.....	11
5.3.-	UG.2 Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises 12	
5.4.-	Muestras ensayada en la UG-2.....	13
5.4.1.-	Identificación	13
5.4.2.-	Ensayos químicos y agresividad en suelos	16
5.4.3.-	Parámetros de estado natural.....	16
6.-	SISMOLOGÍA.....	16
6.1.-	Introducción	16
6.2.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.....	17
6.3.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica	17
6.4.-	Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.	18
7.-	AGRESIVIDAD.....	20
7.1.-	Definición del tipo de ambiente	20
7.2.-	Valores obtenidos.....	21
8.-	EXPANSIVIDAD.....	21
8.1.-	Valores y cuantificaciones obtenidas	21
9.-	DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	22
9.1.-	Metodología.....	22

9.2.-	Evaluación de la excavabilidad	25
10.-	CIMENTACIONES. MARCO TEÓRICO.....	26
10.1.-	Metodología para el cálculo de cimentaciones directas en todo tipo de suelos 26	
10.1.1.-	Concepto de presión de hundimiento	26
10.1.2.-	Concepto de bulbo de tensiones	28
10.1.3.-	Situaciones transitorias de carga sin drenaje	32
10.1.4.-	Comprobación de asientos	32
11.-	MODELOS DE CIMENTACIÓN PLANTEADOS	34
11.1.-	Pasarela Oeste.....	34
11.1.1.-	Cálculo de la presión admisible de servicio	35
11.1.2.-	Módulo de balasto vertical	37
11.2.-	Pasarela Este	38
11.2.1.-	Cálculo de la presión admisible de servicio	39
11.2.2.-	Módulo de balasto vertical	39
12.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3)	40
12.1.-	Aprovechamiento de materiales	42
12.2.-	Valores obtenidos y clasificación.....	44
12.2.1.-	UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica	44
12.2.2.-	UG.2 Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises.....	44
13.-	RESUMEN Y CONCLUSIONES	46

ANEJOS

- ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN
- ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO
- ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO
 - ANEJO 4.1 Registro de calicatas
 - ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas
- ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

APENDICES

- APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA** en NERJA solicitado a **CEMOSA** por **IBERPORT**.

El trabajo se establece con expediente O/1400979, y realizado por la delegación de CEMOSA en Málaga.

El objeto del presente estudio viene dado por la necesidad de determinar la tipología y las condiciones de para la construcción que se refiere.

Para este cometido se han realizado los trabajos de campo, consistentes en penetraciones dinámicas y continuas, junto con calicatas de reconocimiento.

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

- Trabajos de campo y laboratorio realizados.
- Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.
- Entorno geológico.
- Presencia de nivel freático.
- Perfil geológico-geotécnico.
- Agresividad del suelo frente al hormigón.
- Recomendaciones generales y de cimentación.

2.- Entorno geográfico

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

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

Tabla 1. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
420.771	4.066.606

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

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



Figura Nº 1.- Trabajos para la ejecución de la penetración dinámica, referida como P-01.



Figura Nº 2.- Trabajos para la ejecución de la penetración dinámica, referida como P-02.



Figura Nº 3.- Trabajos para la ejecución de la penetración dinámica, referida como P-03.



Figura Nº 4.- Imagen de la ejecución de las calicatas de reconocimiento efectuadas.

3.- Trabajos realizados

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

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

3.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 2. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Calicatas de Reconocimiento	5	1,00	2,85
Sondeos a penetración dinámica	3	5,40	12,00

El ensayo de penetración dinámica (DPSH) consiste en la hincada de una puntaza de sección cónica de 20 cm² acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 75 cm, impactando

sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje. El aparato empleado en la realización de estos ensayos fue un penetrómetro modelo PDP 2000P.

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

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

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

3.2.- Resultados de los ensayos de penetración dinámica

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

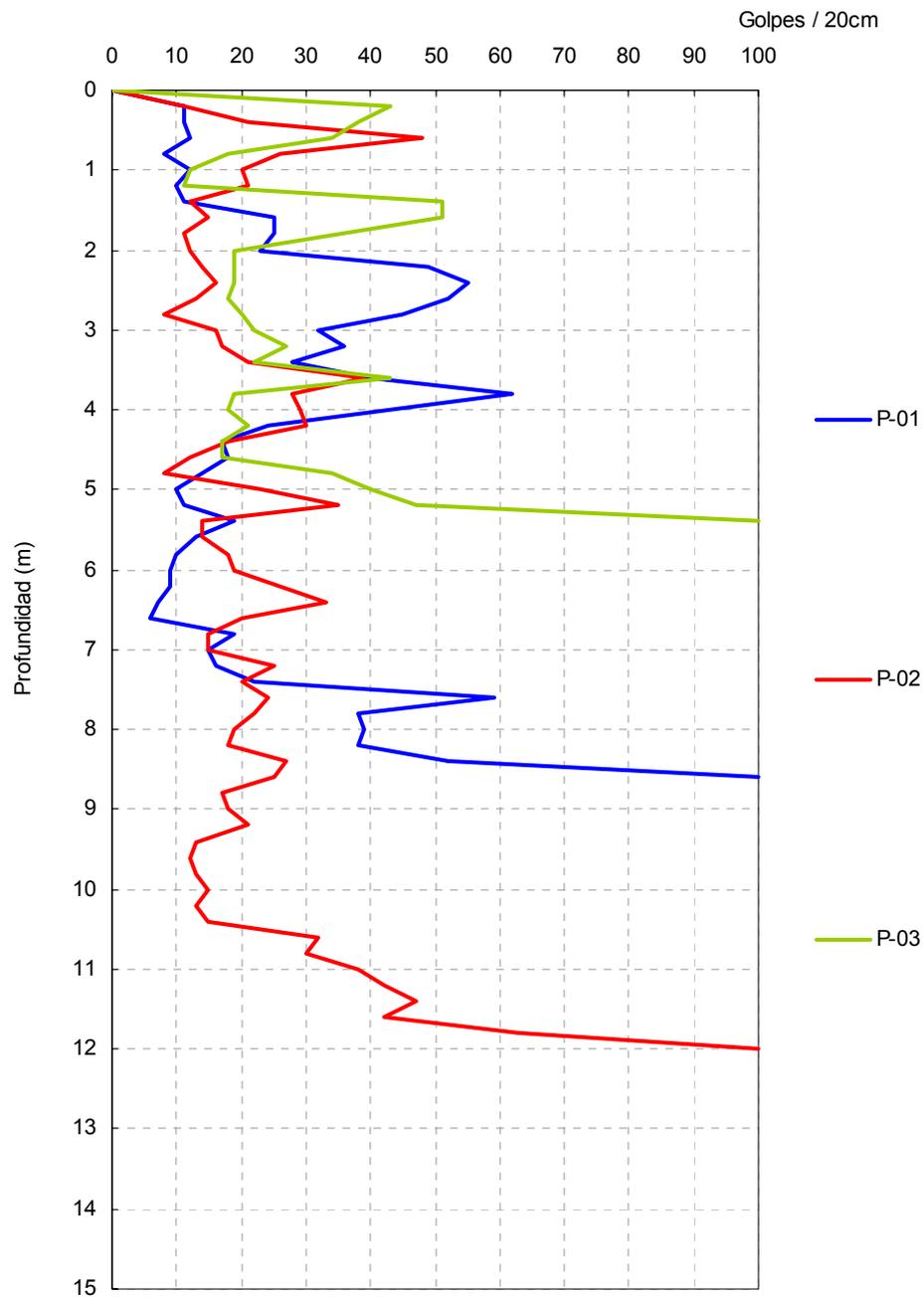


Figura Nº 5.- Registro de los ensayos de penetración dinámica realizados.

3.3.- Ensayos de campo y laboratorio

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

Tabla 3. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra alterada	3	-

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

Tabla 4. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	3	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	3	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	3	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	2	UNE 103300
Determinación del contenido en sulfatos	3	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE

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

Tabla 5. Ensayos de identificación

Muestra			Identificación											Clasificación USCS
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Granulometría						L. Atterberg					
			20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0,08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad	
C-01	MA	0,50	44,30	23,60	16,30	8,70	1,00	83,70	15,30	1,00	0,00	0,00	0,00	GP
C-02	MA	1,00	93,90	81,50	68,30	35,80	9,70	31,70	58,60	9,70	0,00	0,00	0,00	SM
C-03	MA	1,00	80,00	67,80	57,50	24,90	3,10	42,50	54,40	3,10	0,00	0,00	0,00	SP

Tabla 6. Valores de ensayos químicos

Muestra			Ensayos Químicos						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Mat.Orgánica %	Sulfatos (SO3) %	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A. Baumann-Gully ml/kg	Contenido en yesos %	Sales Solubles %	Carbonatos (CO3) %
C-01	MA	0,50			0,00	0,00			
C-02	MA	1,00			0,00	0,00			
C-03	MA	1,00			0,00	0,00			

Tabla 7. Ensayos de definición del estado natural y resistencia

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia							
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	P.Específico kN/m ³	Densd. Seca kN/m ³	Densd. Aparente e kN/m ³	Humedad %	RCS Kpa	Con Drenaje			Sin Drenaje			
								Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo °	Cohesión Efectiva Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento sin drenaje °	Cohesión Efectiva Kpa	
C-02	MA	1,00				7,10								
C-03	MA	1,00				2,10								

4.- Geología

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

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



Figura Nº 6.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de NERJA.
Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

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

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

Dispuestos de forma discordante sobre los complejos antes descritos, se encuentran los materiales postmantos que constituyen los sedimentos que rellenan las cuencas terciarias que se formaron entre los relieves montañosos que rodean la zona en estudio. La sedimentación se produjo desde el Mioceno hasta el Cuaternario más reciente, encontrando desde sedimentos con un marcado carácter marino hasta la sedimentación continental representada fundamentalmente por depósitos de tipo aluvial y coluvial.

La zona estudiada se sitúa en el ámbito del Complejo Alpujarride y los sedimentos post-manto desarrollados sobre él.

5.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

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

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

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

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

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

Tabla 8. Modelo estratigráfico establecido.

<i>Nivel</i>	<i>Material</i>	<i>Desde (m.)</i>	<i>Hasta (m.)</i>
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	0,90
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	0,90	20,00

El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

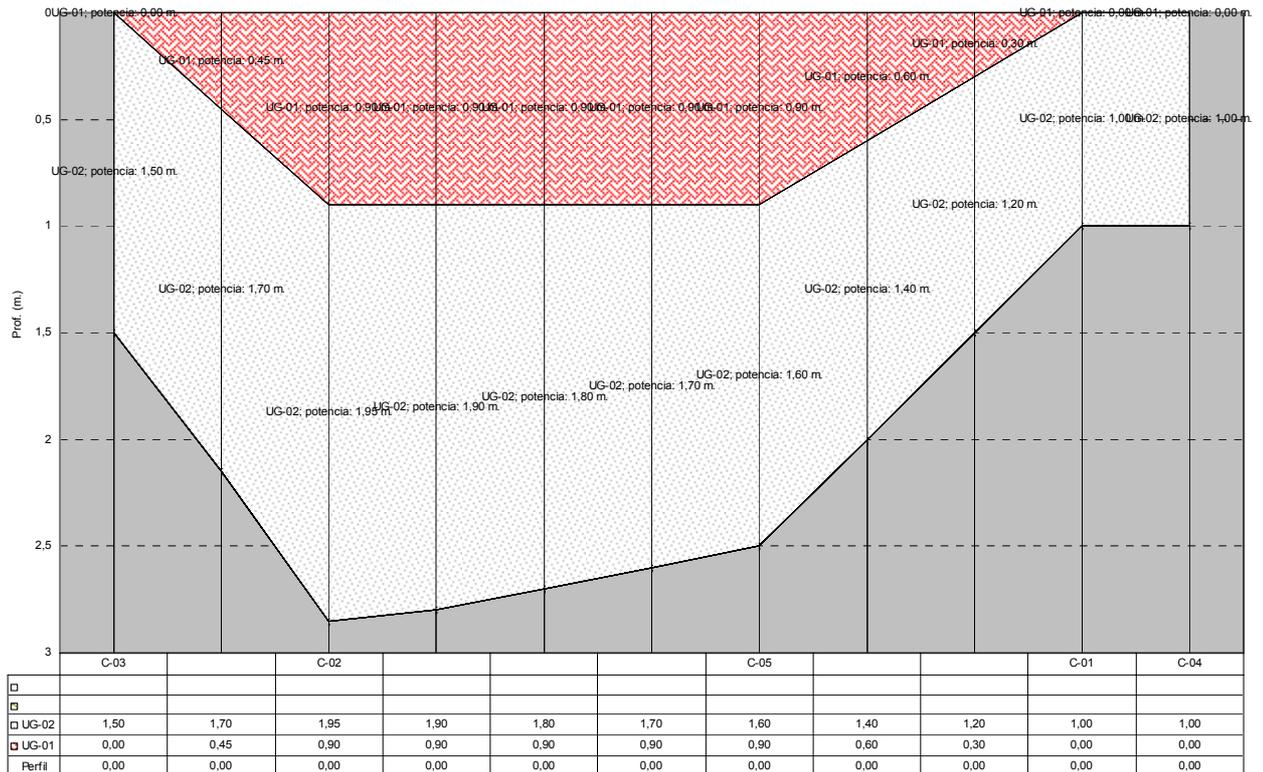


Figura N° 7.- Perfil esquemático.

5.1.- Nivel freático

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

No se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados.

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

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

5.2.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

La UG.1 esta formada por Rellenos de naturaleza antrópica, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

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

Tabla 9. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	C-03	C-02	C-05	C-01	C-04
UG-01	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00
UG-02	1,50	1,95	1,60	1,00	1,00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 0,90 m. a muro.

Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asientos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.

5.3.- UG.2 Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises

La UG.2 esta formada por Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

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

Tabla 10. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	C-03	C-02	C-05	C-01	C-04
UG-01	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00
UG-02	1,50	1,95	1,60	1,00	1,00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,90 m. a techo y la máxima profundidad reconocida.

Las muestras ensayadas, tanto en campo como en laboratorio, a este nivel, han sido las siguientes:

Tabla 11. Muestras ensayadas

Reconocim.	Prof. (m.)
C-01	0,50
C-02	1,00
C-03	1,00

5.4.- Muestras ensayada en la UG-2.

5.4.1.- Identificación

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

Tabla 12. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
C-01	0,50	44,30	23,60	16,30	8,70	1,00
C-02	1,00	93,90	81,50	68,30	35,80	9,70
C-03	1,00	80,00	67,80	57,50	24,90	3,10

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

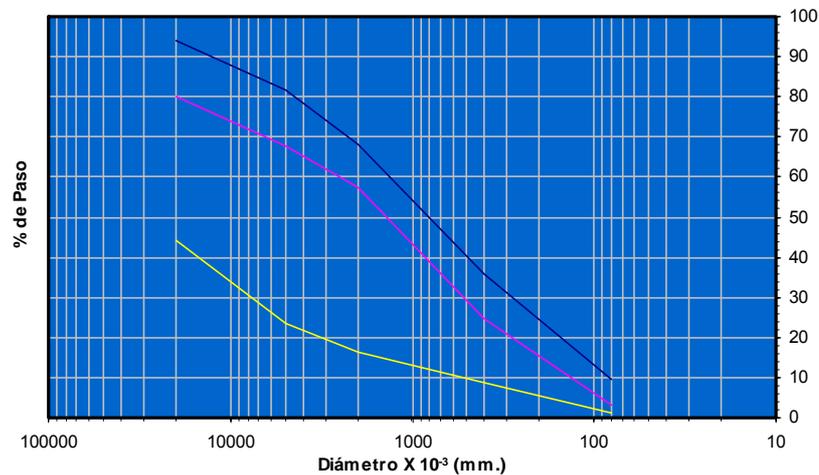


Figura Nº 8.- Distribución de curvas granulometricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

Tabla 13. Valores estadísticos granulométricos

	Diámetro (mm.)				
	20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
Mínimo (%)	44,30	23,60	16,30	8,70	1,00
Máximo (%)	93,90	81,50	68,30	35,80	9,70
Media (%)	72,73	57,63	47,37	23,13	4,60
Desviación	25,59	30,26	27,44	13,64	4,54
Nº de ensayos	3	3	3	3	3

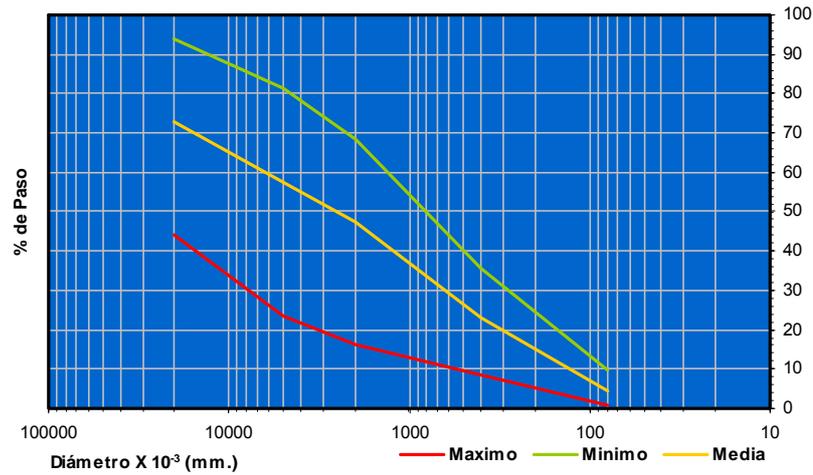


Figura Nº 9.- Valores estadísticos gráficos.

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

Tabla 14. Límites de Atterberg

Recon.	Prof. (m.)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plásticidad
C-01	0,50	0,00	0,00	0,00
C-02	1,00	0,00	0,00	0,00
C-03	1,00	0,00	0,00	0,00

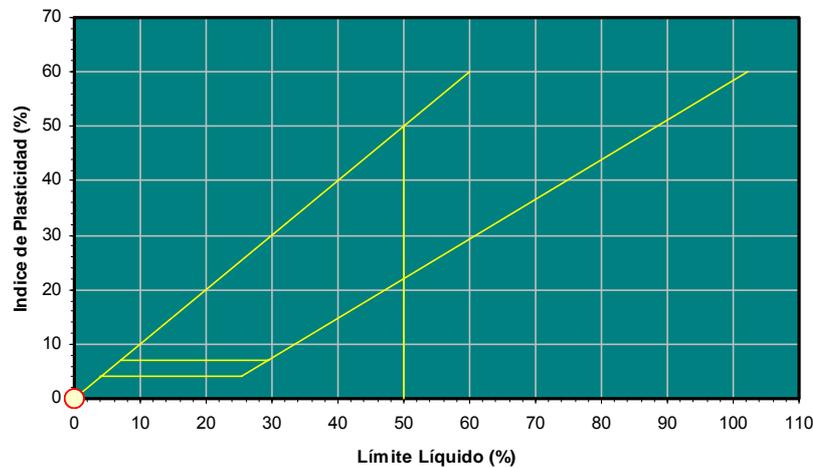


Figura Nº 10.- Carta de Casagrande.

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

**Tabla 15. Valores estadísticos
 Límites de Atterberg**

	<i>L. Liquido</i>	<i>I. Plasticidad</i>
<i>Mínimo (%)</i>	0,00	0,00
<i>Máximo (%)</i>	0,00	0,00
<i>Media (%)</i>	0,00	0,00
<i>Desviación</i>		
<i>Nº de ensayos</i>	3	3

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

**Tabla 16. Clasificación
 (Sistema Unificado de
 Clasificación de Suelos)**

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Clasificación</i>
C-01	0,50	GP
C-02	1,00	SM
C-03	1,00	SP

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

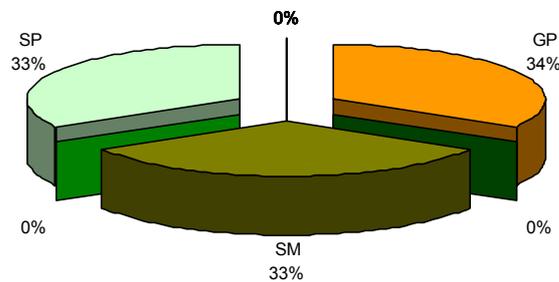


Figura Nº 11.- Clasificación.

5.4.2.- Ensayos químicos y agresividad en suelos

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

Tabla 17. Valores estadísticos de ensayos químicos

	M. Organica (%)	Sulfatos (SO3) (%)	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A. Baumann- Gully	Yesos (%)	Sales Solubles (%)	Carbonatos (CO3) (%)
Mínimo	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Máximo	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Media	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Desviación	-	-	0,00	0,00	-	-	-
Nº de ensayos	0	0	3	3	0	0	0

5.4.3.- Parámetros de estado natural

Los valores obtenidos de los parámetros naturales ensayados han sido los siguientes:

Tabla 18. Valores obtenidos de estado natural

Recon.	Prof. (m.)	Peso Específico (kN/m3)	Densidad seca (kN/m3)	Densidad aparente (kN/m3)	Humedad (%)
C-02	1,00				7,10
C-03	1,00				2,10

6.- Sismología

6.1.- Introducción

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

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

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

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

Sus capítulos se ordenan como sigue:

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

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

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

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

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

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 19. Coeficiente de distribución

Coeficiente de contribución	K	1,00
-----------------------------	---	------

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

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

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

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 20. Aceleración sísmica básica

Aceleración sísmica básica	a_b / g	0,17
----------------------------	-----------	------

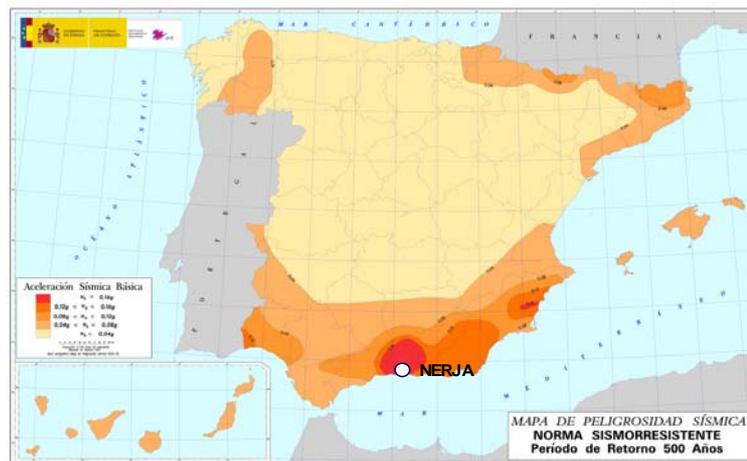


Figura Nº 12.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

6.4.- Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.

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

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S > 750$ m/s.

- 🕒 Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq vS > 400 \text{ m/s}$.
- 🕒 Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq vS > 200 \text{ m/s}$.
- 🕒 Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $vS \leq 200 \text{ m/s}$.

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

Tabla 21. Coeficiente del Terreno

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

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

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

Tabla 22. Estimación del coeficiente C.

Material	Tipo Terreno	Espesor	Coef. C	Ponderacion	Coef. C
Rellenos de naturaleza antrópica	IV	0,90	2,00	1,80	1,61
Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	III	29,10	1,60	46,56	

Tabla 23. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Aceleración sísmica de cálculo	ac / g	0,21
Coefficiente de contribución	K	1,00
Aceleración sísmica básica	ab / g	0,17
Coefficiente adimensional de riesgo	r	1,00
Coefficiente de amplificación del terreno	S	1,22
Coefficiente del terreno	C	1,61
Municipio	NERJA	

7.- Agresividad

7.1.- Definición del tipo de ambiente

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- Una de las clases generales de exposición, frente a la corrosión de las armaduras.
- Las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso.

En el caso de que un elemento estructural esté sometido a alguna clase específica de exposición, en la designación del tipo de ambiente se deberán reflejar todas las clases, unidas mediante el signo de adición "+".

Cuando una estructura contenga elementos con diferentes tipos de ambiente, el Autor del Proyecto deberá definir algunos grupos con los elementos estructurales que presenten características similares de exposición ambiental. Para ello, siempre que sea posible, se agruparán elementos del mismo tipo (por ejemplo, pilares, vigas de cubierta, cimentación, etc.), cuidando además que los criterios seguidos sean congruentes con los aspectos propios de la fase de ejecución.

Para cada grupo, se identificará la clase o, en su caso, la combinación de clases, que definen la agresividad del ambiente al que se encuentran sometidos sus elementos.

7.2.- Valores obtenidos

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos:

Tabla 24. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	No agresivo

8.- Expansividad

Una problemática relevante y a tener en cuenta en nuestro país, es la presencia de suelos arcillosos expansivos, cuya principal característica es la de producir movimientos como consecuencia de hinchamientos y retracciones del subsuelo sobre el cual apoya la cimentación, debidos a cambios de humedad y que provocan en la mayoría de los casos daños estructurales importantes.

Las arcillas expansivas, pertenecen a un grupo mineralógico muy amplio de materiales de naturaleza química silíceas denominados silicatos. Dentro de estos, en función de la distribución de los tetraedros de SiO₄ (figura siguiente) se clasifican sistemáticamente dentro de los Filosilicatos o silicatos laminares. Así, a grandes rasgos y en función del tipo de arcilla, entre lámina y lámina, se emplazarán en mayor o menor medida las moléculas de agua que producirán el hinchamiento.

8.1.- Valores y cuantificaciones obtenidas

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

Tabla 25. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	Nulo

9.- Determinación de la excavabilidad

9.1.- Metodología

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

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

Tabla 26. Correlación de varios indicadores para la excavabilidad del terreno. Modificada del National Engineering Handbook

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

En el caso de rocas, existen numerosos métodos para estimar la facilidad de excavación o ripabilidad del terreno, dependientes todos ellos del tipo de maquinaria empleada o los parámetros del macizo rocoso.

El primer caso es evidente, por cuanto la utilización de maquinaria más potente puede hacer que sea “excavable” un terreno que no lo era con medios más modestos.

En cuanto a los factores inherentes al terreno que influyen en la excavabilidad se pueden señalar los siguientes:

- Tipo de roca: Las rocas sedimentarias son normalmente más fáciles de ripar debido en parte a su estratificación. Las rocas metamórficas son generalmente más difíciles de ripar, aunque esto es muy variable, dependiendo de su grado de foliación. Las rocas ígneas son las más difíciles de excavar debido a la escasa existencia de planos de debilidad.
- Estructura: Las discontinuidades en las rocas facilitan el ripado. Establecer la continuidad, espaciado, orientación e inclinación de las juntas, existencia o no de rellenos, es de particular importancia para asegurar la ripabilidad
- Resistencia: Las rocas con menor resistencia a la compresión simple son más fácilmente excavables.
- Meteorización: Las rocas más alteradas se excavan más fácilmente
- Fábrica: Las rocas de grano grueso se ripan más fácilmente que las de grano fino.

El método de determinación de la ripabilidad mediante la medida de la velocidad de las ondas sísmicas fue desarrollado inicialmente en 1958 por la empresa constructora de maquinaria Caterpillar, y se basa en que las ondas sísmicas viajan más rápidamente a través de rocas que tienen una alta densidad que por las menos consolidadas. La velocidad sísmica media depende de factores geológicos tales como dureza, estratificación, grado de fracturación y grado de meteorización, que como se ha indicado anteriormente, todos ellos influyen en la ripabilidad.

Sin embargo, la simple determinación de la velocidad sísmica media no se correlaciona bien con la ripabilidad, de modo que rocas con velocidades sísmicas similares pueden presentar distinta resistencia a la excavación.

Así, Caterpillar desarrolla una serie de gráficos de ripabilidad en función del tipo de maquinaria, litología implicada y velocidad sísmica. Ejemplos de estos gráficos se muestran en las siguientes figuras:

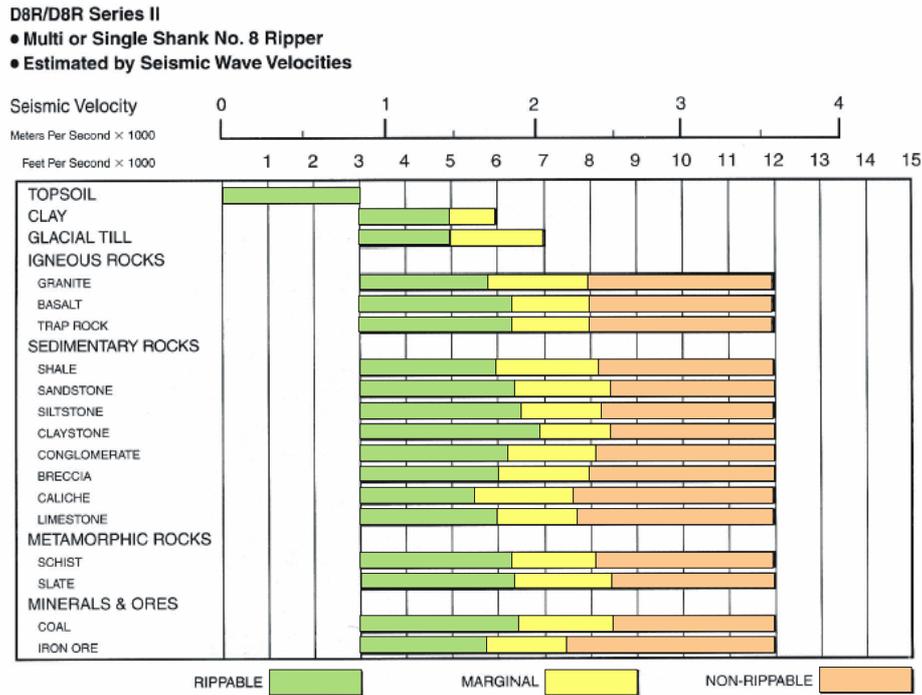


Figura Nº 13.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D8.

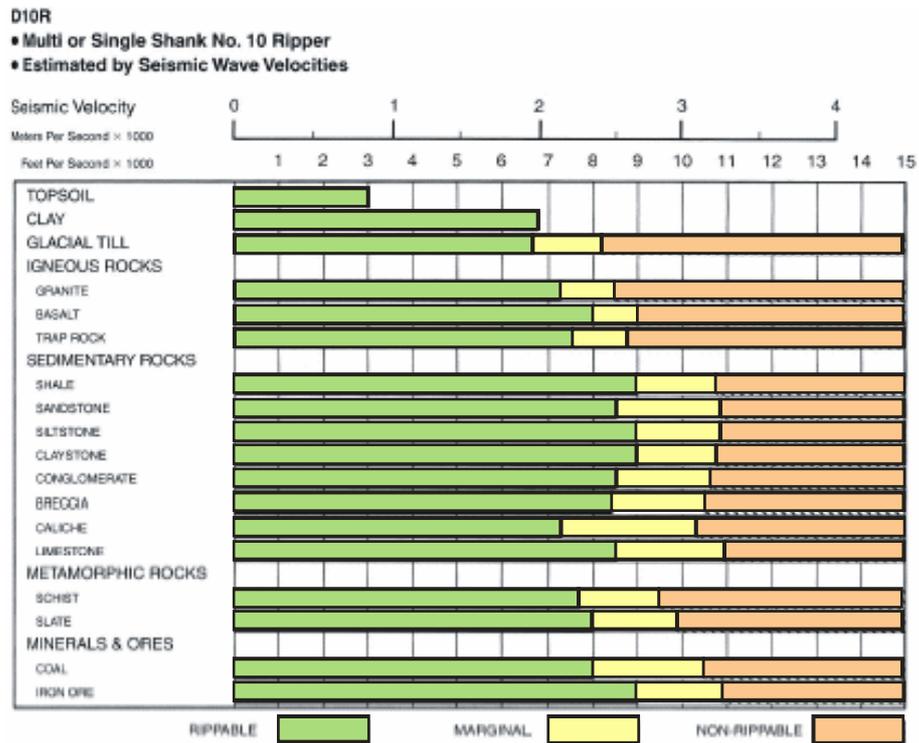


Figura Nº 14.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D10.

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

Igualmente, se han desarrollado gráficos de estimación de la productividad, si bien es necesario señalar que se refieren a condiciones ideales de máquinas que dedican todo su tiempo al escarificado, con el cien por cien de eficiencia, por lo que los resultados reales pueden ser considerablemente menores:

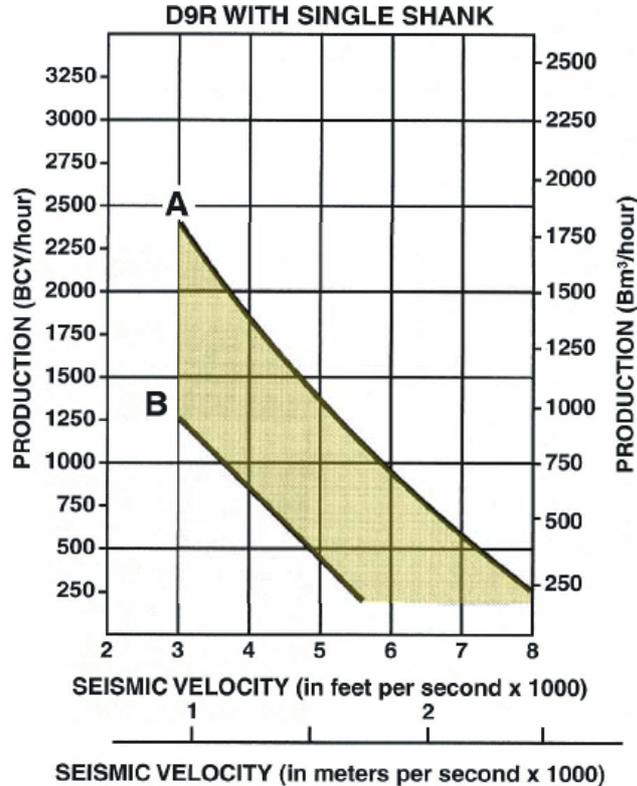


Figura Nº 15.- Ejemplo de gráfico de productividad de Caterpillar para un bulldozer tipo D9.

9.2.- Evaluación de la excavabilidad

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

Tabla 27. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	Excavación manual
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	Maquinaria común

10.- Cimentaciones. Marco teórico

La metodología de cálculo establecida se detalla a continuación.

10.1.- Metodología para el cálculo de cimentaciones directas en todo tipo de suelos

10.1.1.- Concepto de presión de hundimiento

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

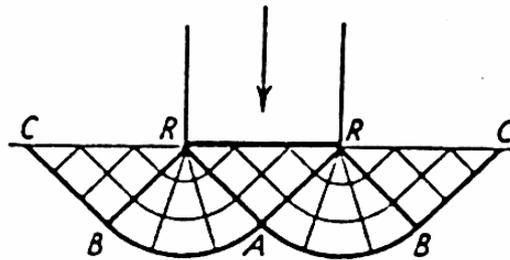


Figura Nº 16.- Mecanismo de rotura por hundimiento de una cimentación en medio plástico (Prandtl 1920)

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

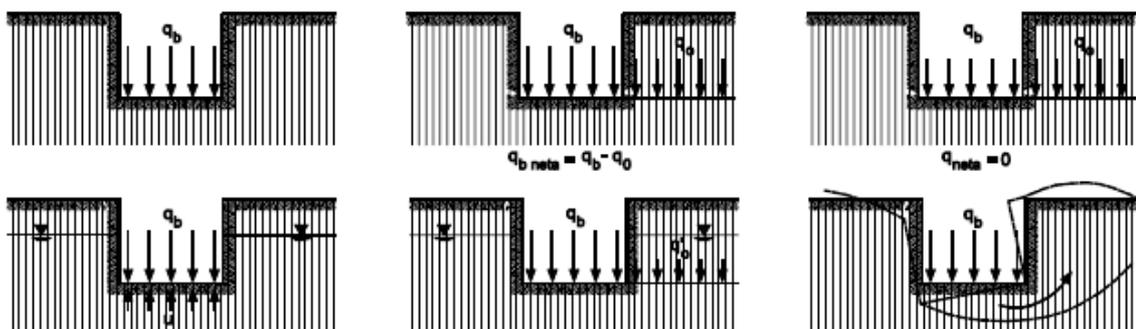


Figura Nº 17.- Definición de presiones

Tabla 28. Definiciones para el estudio de cimentaciones directas

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

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

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

Siendo

γ_R el coeficiente parcial de resistencia

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

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

Tabla 29. Coeficientes de seguridad parciales de resistencia

<i>Situación de dimensionado</i>	<i>Coeficiente de seguridad parcial frente al hundimiento</i>
Persistente o transitoria	3,0
Extraordinaria	2,0

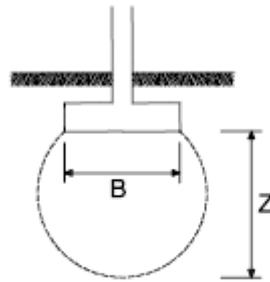
10.1.2.- Concepto de bulbo de tensiones

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

- a) El 10% de la presión vertical neta transmitida por la cimentación
- b) El 5% de la presión efectiva vertical existente a esa profundidad antes de construir el edificio

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

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



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

Z: Profundidad de Influencia ($\approx 1,5$ a $2B$)

Figura Nº 18.- Concepto de bulbo de tensiones

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

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

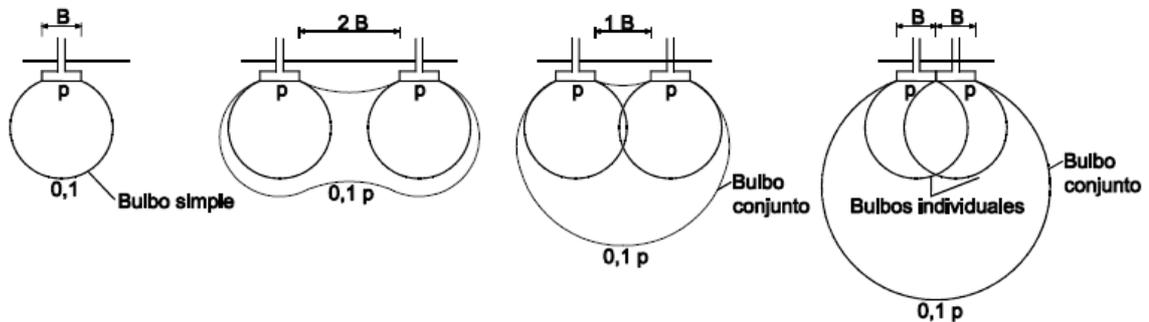


Figura Nº 19.- Influencia de la proximidad de zapatas

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

10.1.2.1.- Cálculo de la presión vertical de hundimiento

La presión de hundimiento de una cimentación directa en todo tipo de suelos viene definida analíticamente por la expresión recogida en el apartado 4.3.2.1 del DB-SE-C, debida a Brinch-Hansen (1970):

$$q_h = c_k N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0k} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Dicha fórmula podrá expresarse en términos de presiones totales o efectivas, brutas o netas. En la tabla siguiente se recoge el significado de cada una de las variables presentes en dicha expresión así como las fórmulas de los coeficientes correctores.

Tabla 30. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo

Variable	Definición	Expresión
q_h	Presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno R_k	
q_{0k}	Presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base	(véase nota 1)
c_k	Valor característico de la cohesión del terreno	
B^*	Ancho equivalente del cimiento	
γ_k	Peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento	$\gamma_k = \gamma_{ap}$ si el N.F. se encuentra a profundidad mayor que B^* bajo el plano de cimentación $\gamma_k = \gamma'$ si el N.F. se encuentra en o sobre el plano de cimentación $\gamma_k = \gamma' + \frac{z}{B} (\gamma_{ap} - \gamma')$ si el NF se sitúa entre los anteriores
D	Profundidad del plano de cimentación	(véase nota 2)
N_c	Factor de capacidad de carga para la cohesión efectiva	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg \phi'$; para $\phi' = 0: N_c = 1$
N_q	Factor de capacidad de carga para la sobrecarga en el plano de cimentación	$N_q = \frac{1 + \text{sen } \phi'}{1 - \text{sen } \phi'} e^{\pi \cdot \text{tg } \phi'}$
N_γ	Factor de capacidad de carga para el peso específico del terreno	$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \cdot \text{tg } \phi'$
d_c	Coefficiente corrector de influencia por profundidad	$d_c = 1 + 0,34 \cdot \arctg(D/B^*)$ (ver nota 3)
d_q	Coefficiente corrector de influencia por profundidad	$d_q = 1 + 2 \frac{N_q}{N_c} (1 - \text{sen } \phi_k)^2 \arctan \frac{D}{B^*}$; para $\phi_k = 0: d_q = 1$
d_γ	Coefficiente corrector de influencia por profundidad	$d_\gamma = 1$
s_c	Coefficiente corrector de influencia de forma	$s_c = 1 + 0,2 \frac{B^*}{L^*}$ (véase nota 4)
s_q	Coefficiente corrector de influencia de forma	$s_q = 1 + 1,5 \cdot \text{tg } \phi_k \frac{B^*}{L^*}$

Tabla 30. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo

Variable	Definición	Expresión
s_γ	Coefficiente corrector de influencia de forma	$s_\gamma = 1 - 0,3 \frac{B^*}{L^*}$
i_c	Coefficiente corrector de influencia de inclinación de la resultante (δ)	$i_c = \frac{i_q N_q - 1}{N_q - 1}$; para $\phi_k = 0$: $i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B^* L^* c_k}} \right)$
i_q	Coefficiente corrector de influencia de inclinación de la resultante (δ)	$i_q = (1 - 0,7 \cdot \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$ (véase nota 5)
i_γ	Coefficiente corrector de influencia de inclinación de la resultante (δ)	$i_\gamma = (1 - \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$
t_c	Coefficiente corrector de influencia de la proximidad a un talud de inclinación β	$t_c = e^{-2\beta \text{tg} \phi_k}$ (véase nota 6)
t_q	Coefficiente corrector de influencia de la proximidad a un talud de inclinación β	$t_q = 1 - \text{sen} 2\beta$
t_γ	Coefficiente corrector de influencia de la proximidad a un talud de inclinación β	$t_\gamma = 1 - \text{sen} 2\beta$

Nota 1: La presión característica alrededor de la cimentación q_{0k} o sobrecarga debida al terreno en derredor del cimientado debe emplearse prudentemente en cimentaciones someras, debiendo asegurarse en su caso que las hipótesis realizadas se mantendrán durante la vida útil de la obra. Podrá incluirse además las siguientes cargas:

- En edificios cimentados con zapatas aisladas y corridas, edificios con forjados o cámaras sanitarias y soleras, puede añadirse a q_{0k} el peso del encache, la solera y demás cargas permanentes que pueda garantizarse que existirán durante la vida útil de la obra.
- En edificios cimentados con losa, puede añadirse a q_{0k} el peso de los elementos permanentes en el exterior de la misma.

Nota 2: La profundidad D a considerar en el cálculo de dicho coeficiente será la representada en la siguiente figura:

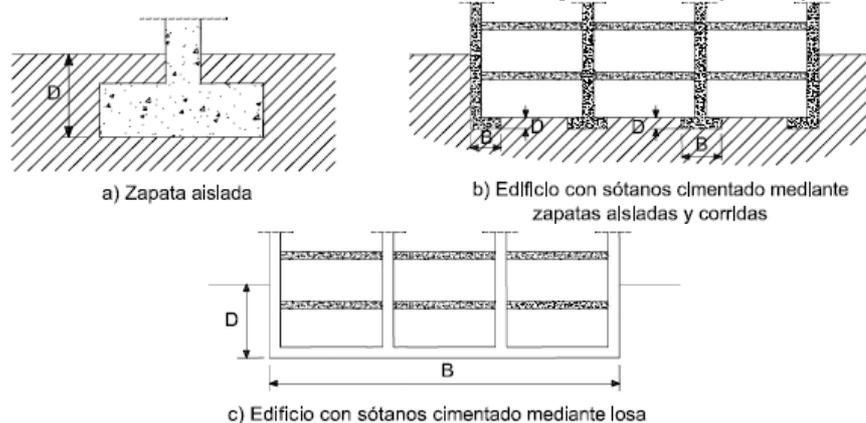


Figura Nº 20.- Profundidad D a considerar en la determinación de la presión de hundimiento

Nota 3: El coeficiente corrector de influencia por profundidad no se tendrá en cuenta en los siguientes supuestos:

- Si se construyen zapatas poco profundas en terrenos arcillosos, de plasticidad elevada, que en épocas secas puedan desarrollar grietas por retracción.
- Si la profundidad de cimentación D es inferior a 2m

- c) Si la cimentación está cercana a un talud
- d) Si no se puede garantizar la permanencia, en el tiempo, del terreno situado por encima de la base de cimentación

Nota 4: En el caso de zapatas circulares los coeficientes correctores de influencia de la forma toman los siguientes valores: $s_c=s_q=1,2$; $s_r=0,6$

Nota 5: Podrá desprejarse la influencia de la inclinación de la resultante cuando la componente horizontal de la misma sea inferior al 10% de la vertical. Cuando se pueda asegurar cierta cohesión en el contacto de la cimentación con el terreno se podrá emplear un ángulo de inclinación de la resultante menor:

$$\operatorname{tg}\delta^* = \frac{\operatorname{tg}\delta}{1 + \frac{B \cdot L \cdot c_k}{V \cdot \operatorname{tg}\phi_k}}$$

Nota 6: Podrá desprejarse la influencia de la proximidad a un talud si su inclinación es igual o inferior a 5° . Por el contrario, para inclinaciones superiores a $\phi'/2$ debe llevarse a cabo un estudio específico de estabilidad global.

10.1.3.- Situaciones transitorias de carga sin drenaje

En suelos finos (limos y arcillas), saturados y de baja permeabilidad, suelen ser más desfavorables las **situaciones de dimensionado transitorias de carga sin drenaje**. Bajo esta hipótesis se supone que los incrementos de presión intersticial generados por las cargas del edificio no se disipan instantáneamente tras su aplicación. En términos generales, esta situación de dimensionado se da si el coeficiente de permeabilidad del terreno saturado resulta inferior a $K=10^{-6}$ m/s. Para el cálculo de la presión de hundimiento en estas situaciones se entran en cuenta las siguientes consideraciones:

- La presión de hundimiento se expresará en términos de tensiones totales, estando la resistencia al corte del terreno representada por $\phi_K=0$ y $c_K=c_u$.
- El valor de q_{0K} será la presión vertical total debida a la sobrecarga

En caso de que la resistencia al corte sin drenaje de suelo aumente linealmente con la profundidad según una ley de tipo $c_u=c_0+m \cdot z$, se podrá adoptar para el cálculo de la presión de hundimiento el valor de c_u a una profundidad $B/4$ bajo la cimentación, siempre que dicho valor no supere $2 \cdot c_0$.

10.1.4.- Comprobación de asientos

En el caso de arcillas sobreconsolidadas en las que con las presiones aplicadas por la cimentación no se llegue a superar la presión de preconsolidación y no se produzcan plastificaciones locales, la estimación de asientos se llevará a cabo por medio de métodos elásticos, como por ejemplo el método aproximado de Steinbrenner (1936), que considera el terreno situado bajo la cimentación como un semiespacio elástico. Según este método, el asiento viene dado por la siguiente expresión:

$$S_z = \frac{q_b \cdot B}{2 \cdot E} (A \cdot N_1 \cdot (a, b, c) - B \cdot N_2 \cdot (a, b, c))$$

siendo:

- q_b = Presión bruta (efectiva) transmitida por la cimentación al terreno.
- B = Ancho de la cimentación.
- E = Módulo de Elasticidad.

- A y B = Coeficientes dependientes del módulo de Poisson considerado.
- N_1, N_2 = Funciones dependientes de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad estimada.

A efectos prácticos, este método será aplicable en suelos cuya resistencia a compresión simple sea superior a la presión transmitida al terreno por la cimentación, así como en todo tipo de suelos cuyo comportamiento pueda suponerse elástico y lineal, representado por sus parámetros elásticos E y ν .

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

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

Tabla 31. Asientos generales admisibles según NBE-AE-88

<i>Características del edificio</i>	<i>Asiento general máximo (mm)</i>	
	<i>Terrenos sin cohesión</i>	<i>Terrenos cohesivos</i>
Obras de carácter monumental	12	25
Edificios con estructura de hormigón armado de gran rigidez	35	50
Edificios con estructura de hormigón armado de pequeña rigidez		
Estructuras metálicas hiperestáticas	50	75
Edificios con muros de fábrica		
Estructuras metálicas isostáticas		
Estructuras de madera	50 *	75 *
Estructuras provisionales		

Nota (*): comprobando que no se produce desorganización en la estructura ni en los cerramientos

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

Tabla 32. Asientos admisibles en función de la distorsión angular

<i>Características del edificio</i>	<i>Distorsión angular β</i>
Estructuras isostáticas y muros de contención	1 /300

Tabla 32. Asientos admisibles en función de la distorsión angular

<i>Características del edificio</i>	<i>Distorsión angular β</i>
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1 / 500
Estructuras de paneles prefabricados	1 / 700
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1 / 100
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1 / 2000
Muros de carga	1 / 2000

Observaciones: se define distorsión angular como la diferencia de asientos entre dos puntos dividida por la distancia en planta entre dichos puntos

En este estudio se ha operado en sentido inverso: fijado el asiento máximo admisible para la estructura proyectada se ha calculado la denominada **presión vertical admisible por asientos**, simplemente despejando el término q_b en la expresión enunciada al inicio de este apartado. Dicha presión podrá ser neta, de utilidad para las cimentaciones compensadas (ap. 4.4 del DB-SE-C).

11.- Modelos de cimentación planteados

Se han diferenciado los modelos de cimentación planteados en función de la pasarela considerada:

- Pasarela Oeste
- Pasarela Este

11.1.- Pasarela Oeste

A partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 0,90 m. medido desde la cota de rasante actual o boca de perforación, bajo rellenos de naturaleza antrópica, aunque en la zona que nos ocupa pudiera aparecer en superficie.

11.1.1.- Cálculo de la presión admisible de servicio

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

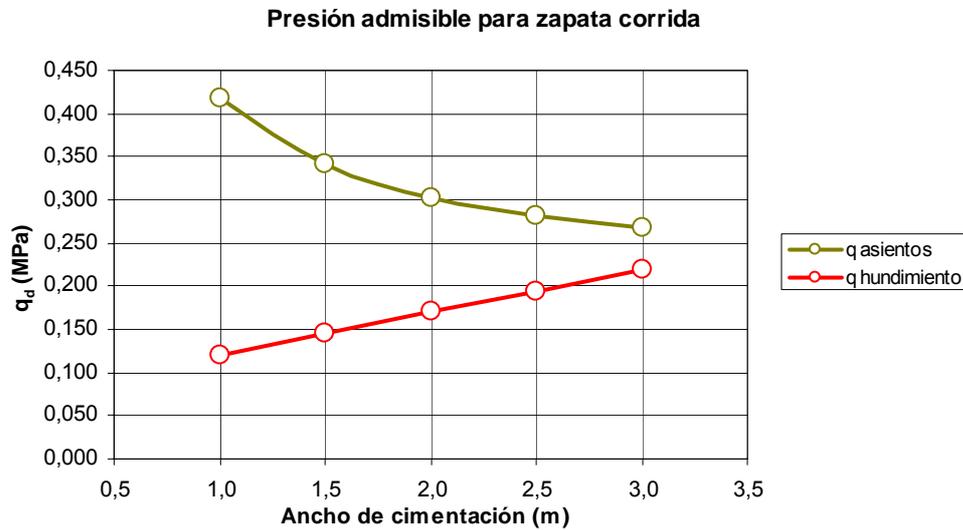
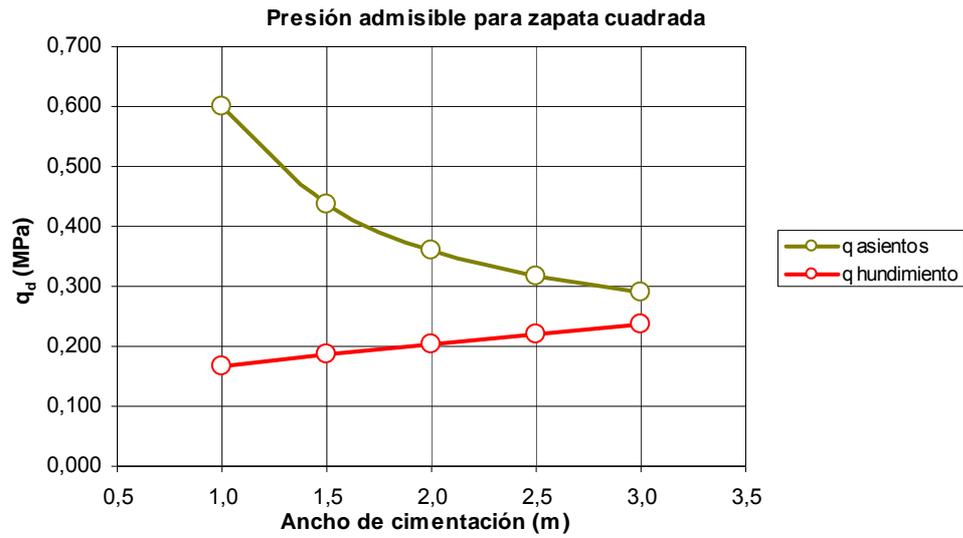
Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 33. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatatas o Zapatatas corridas	
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	Canto de la zapata	
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	19,5	
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo	
Ángulo de rozamiento efectivo	°	30,00	
Cohesión efectiva	kPa	0,00	
Cohesión sin drenaje	kPa	-	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – largo plazo	
Asiento admisible	cm	3,50 cm	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	v
	m	MPa	(coef. poisson)
UG.2	6,0	14,8	0,3

El cálculo completo de dichas presiones y otros parámetros intermedios, según la metodología descrita anteriormente, está desarrollado en el anejo correspondiente.

La representación grafica de los valores obtenidos de carga admisible por hundimiento y asientos es la siguiente:



Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 34. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
m	MPa	-	MPa	-
1,0	0,168	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,185	Hundimiento	0,145	Hundimiento
2,0	0,202	Hundimiento	0,170	Hundimiento

Tabla 34. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
2,5	0,220	Hundimiento	0,194	Hundimiento
3,0	0,237	Hundimiento	0,219	Hundimiento

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,202 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

11.1.2.- **Módulo de balasto vertical**

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

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

El módulo de balasto puede estimarse de dos formas diferentes:

- A partir de ensayos de carga con placa, recomendándose el empleo de placas de diámetro equivalente igual o superior a 60cm.
- A partir de cálculos geotécnicos de asientos en base a los parámetros de deformabilidad característicos del terreno bajo la zona de influencia de la cimentación, obtenidos mediante ensayos in situ o de laboratorio.

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

Tabla 35. Conversión del módulo de balasto

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

En el anejo correspondiente se recoge el valor del módulo de balasto en la zona de influencia de la cimentación determinado a partir del cálculo elástico de asientos para cada una de las dimensiones de cimentación propuestas en este estudio.

Tabla 36. Módulo de balasto

Ancho de cimentación	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	KsB	$Ksp30$	$KsBL$	$Ksp30$
<i>m</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>
1,0	17	57	12	40
1,5	13	63	10	49
2,0	10	69	9	58
2,5	9	75	8	67
3,0	8	83	8	76
	Valor medio	69	Valor medio	58

El módulo de balasto medio obtenido para placas de 0.30x0.30 m² es de 69 MN/m³ en zapatas, y 58 MN/m³ en zapatas corridas.

11.2.- Pasarela Este

A partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises. Este nivel ha sido detectado a una profundidad de 0,90 m. medido desde la cota de rasante actual o boca de perforación.

11.2.1.- Cálculo de la presión admisible de servicio

Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 37. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,168	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,185	Hundimiento	0,145	Hundimiento
2,0	0,202	Hundimiento	0,170	Hundimiento
2,5	0,220	Hundimiento	0,194	Hundimiento
3,0	0,237	Hundimiento	0,219	Hundimiento

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,202 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

11.2.2.- Módulo de balasto vertical

En el anejo correspondiente se recoge el valor del módulo de balasto en la zona de influencia de la cimentación determinado a partir del cálculo elástico de asientos para cada una de las dimensiones de cimentación propuestas en este estudio.

Tabla 38. Módulo de balasto

Ancho de cimentación	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	KsB	$Ksp30$	$KsBL$	$Ksp30$
<i>m</i>	MN/m ³	MN/m ³	MN/m ³	MN/m ³
1,0	17	57	12	40
1,5	13	63	10	49
2,0	10	69	9	58

Tabla 38. Módulo de balasto

Ancho de cimentación	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	<i>KsB</i>	<i>Ksp30</i>	<i>KsBL</i>	<i>Ksp30</i>
<i>m</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>	<i>MN/m3</i>
2,5	9	75	8	67
3,0	8	83	8	76
	Valor medio	69	Valor medio	58

El módulo de balasto medio obtenido para placas de 0.30x0.30 m² es de 69 MN/m³ en zapatas, y 58 MN/m³ en zapatas corridas.

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

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

Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

1. Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204.
2. Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
3. Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
4. Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.

- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos adecuados

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

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

Suelos tolerables

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

1. Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$), según UNE 103204.
2. Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($yeso < 5\%$), según NLT 115.
3. Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$), según NLT 114.
4. Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$), según UNE 103103.
5. Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP > 0,73 (LL-20)$).
6. Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal ($0,2$ MPa).
7. Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

Suelos marginales

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

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

Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.

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

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

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

12.1.-Aprovechamiento de materiales

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

Coronación

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

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

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

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

Cimiento

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

Núcleo

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

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

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

Espaldones

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

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

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

12.2.- Valores obtenidos y clasificación

Los valores y clasificación obtenida son los siguientes.

12.2.1.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

Se considerarán como suelos inadecuados.

12.2.2.- UG.2 Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises

Los ensayos de laboratorio realizados para la clasificación de los materiales en función de los requerimientos establecidos se detallan a continuación:

Tabla 39. Valores obtenidos

Ensayos de laboratorio												
Recon.	Prof. (m.)	Tamaño máximo (mm.)	Cernido 2 UNE (%)	Cernido 0,40 UNE (%)	Cernido 0,080 UNE (%)	Materia orgánica (%)	Contenido yeso (%)	Contenido Sales Solubles (%)	Límite Líquido (%)	Índice plasticidad (%)	Asiento Ensayo Colapso (%)	Hinchamiento libre (%)
C-01	0,50		16,30	8,70	1,00	-	-	-	0,00	0,00	-	-
C-02	1,00		68,30	35,80	9,70	-	-	-	0,00	0,00	-	-
C-03	1,00		57,50	24,90	3,10	-	-	-	0,00	0,00	-	-

La clasificación establecida para las muestras ensayadas de esta unidad geotécnica se establece a continuación, **fundamentados solo y exclusivamente en función de los ensayos realizados, siendo necesarios para su clasificación definitiva la ejecución del resto de ensayos requeridos por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3):**

**Tabla 40. Clasificación
obtenida apartado 330.3 del
Pliego de Prescripciones
Técnicas Generales para Obras
de Carreteras y Puentes (PG-3).**

Recon.	Prof. (m.)	Clasificación
		C-01
C-02	1,00	SELECCIONADO
C-03	1,00	SELECCIONADO

Según estos ensayos se puede establecer una clasificación como mayoritaria de SELECCIONADO.

Los usos que pueden definirse, según la normativa referida, para cada una de las muestras ensayadas es la siguiente:

Tabla 41. Usos de los materiales detectados

Recon.	Prof. (m.)	Ensayos de laboratorio			Usos					
		Densidad máxima (gr/cm ³)	Índice C.B.R. (100% Proctor)	Índice C.B.R. (95% Proctor)	Coronación		Cimiento		Núcleo	
					Índice C.B.R. (100% Proctor)	Índice C.B.R. (95% Proctor)	Índice C.B.R. (100% Proctor)	Índice C.B.R. (95% Proctor)	Índice C.B.R. (100% Proctor)	Índice C.B.R. (95% Proctor)
C-01	0,50				X	X	X	X	X	X
C-02	1,00				X	X	X	X	X	X
C-03	1,00				X	X	X	X	X	X

13.- Resumen y Conclusiones

A partir de los trabajos realizados se pueden extraer la siguientes conclusiones y resumen:

- 🕒 El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA** en NERJA solicitado a **CEMOSA** por **IBERPORT**.
- 🕒 El trabajo se establece con expediente O/1400979, y realizado por la delegación de CEMOSA en Málaga.
- 🕒 Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 42. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad maxima alcanzada (m.)
Calicatas de Reconocimiento	5	1,00	2,85
Sondeos a penetración dinámica	3	5,40	12,00

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

Tabla 43. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	3	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	3	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	3	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	2	UNE 103300
Determinación del contenido en sulfatos	3	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE

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

Tabla 44. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	0,90
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	0,90	20,00

- 🕒 Durante las labores de campo se ha comprobado la existencia o no de los niveles freáticos. No se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados.

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones. Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.

- 🕒 La UG.1 esta formada por Rellenos de naturaleza antrópica, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete. Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 0,90 m. a muro .Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asentos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.
- 🕒 La UG.2 esta formada por Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete. Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,90 m. a techo y la máxima profundidad reconocida.
- 🕒 A efectos sísmicos podrán adoptarse los siguientes parámetros:

Tabla 45. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Aceleración sísmica de cálculo	ac / g	0,21
Coefficiente de contribución	K	1,00
Aceleración sísmica básica	ab / g	0,17
Coefficiente adimensional de riesgo	r	1,00
Coefficiente de amplificación del terreno	S	1,22
Coefficiente del terreno	C	1,61
Municipio	NERJA	

- 🕒 Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos:

Tabla 46. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de	No agresivo

Tabla 46. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
	tonos grises	

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

Tabla 47. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	Nulo

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

Tabla 48. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	Excavación manual
UG.2	Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises	Maquinaria común

- Para la **Pasarela Oeste** y a partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 0,90 m. medido desde la cota de rasante actual o boca de perforación, bajo rellenos de naturaleza antrópica, aunque en la zona que nos ocupa pudiera aparecer en superficie.

1. En todo caso consideramos que las zapatas deberán estar empotradas en el material portante al menos su canto.
2. Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 49. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,168	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,185	Hundimiento	0,145	Hundimiento
2,0	0,202	Hundimiento	0,170	Hundimiento
2,5	0,220	Hundimiento	0,194	Hundimiento
3,0	0,237	Hundimiento	0,219	Hundimiento

3. **Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,202 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.** El módulo de balasto medio obtenido para placas de 0.30x0.30 m² es de 69 MN/m³ en zapatas, y 58 MN/m³ en zapatas corridas.

🕒 Para la **Pasarela Este** y a partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises. Este nivel ha sido detectado a una profundidad de 0,90 m. medido desde la cota de rasante actual o boca de perforación.

1. Establecemos que las zapatas deberán estar empotradas en el material portante al menos su canto.
2. Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 50. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,168	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,185	Hundimiento	0,145	Hundimiento

Tabla 50. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
2,0	0,202	Hundimiento	0,170	Hundimiento
2,5	0,220	Hundimiento	0,194	Hundimiento
3,0	0,237	Hundimiento	0,219	Hundimiento

3. **Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,202 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.** El módulo de balasto medio obtenido para placas de 0.30x0.30 m² es de 69 MN/m³ en zapatas, y 58 MN/m³ en zapatas corridas.

- La UG.1 formada por Rellenos de naturaleza antrópica, a efectos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) se considerará como suelos inadecuados.
- La clasificación establecida para las muestras ensayadas de la UG.2 Suelos de naturaleza granular formados por arenas y gravas de tonos grises establece a continuación, **fundamentada solo y exclusivamente en función de los ensayos realizados, siendo necesarios para su clasificación definitiva la ejecución del resto de ensayos requeridos por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3):**

Tabla 51. Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Recon.	Prof. (m.)	Clasificación
		C-01
C-02	1,00	SELECCIONADO
C-03	1,00	SELECCIONADO

- Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad

de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.

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

- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
- No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, o los existentes se ajustan a lo previsto en el presente estudio.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 51 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Málaga y firmado en Mayo de 2014



J. Vicente Jiménez-Valladolid Torres
Ldo. en CC. Geológicas
Delegación de Málaga
Técnico Redactor



Silvia Díaz Roldán
Ldo. en CC. Geológicas
Colegiado N° 4485
Técnico Redactor

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN



Leyenda

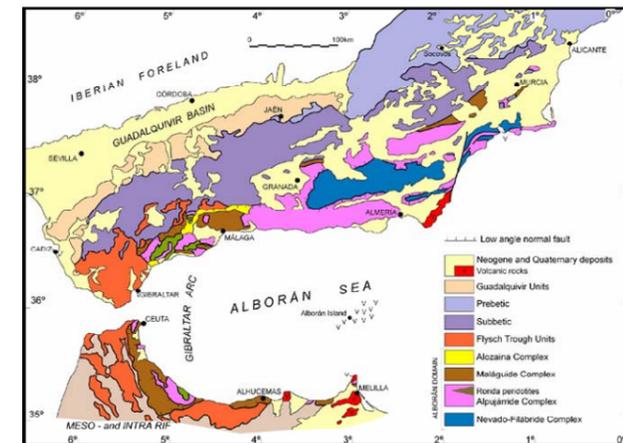
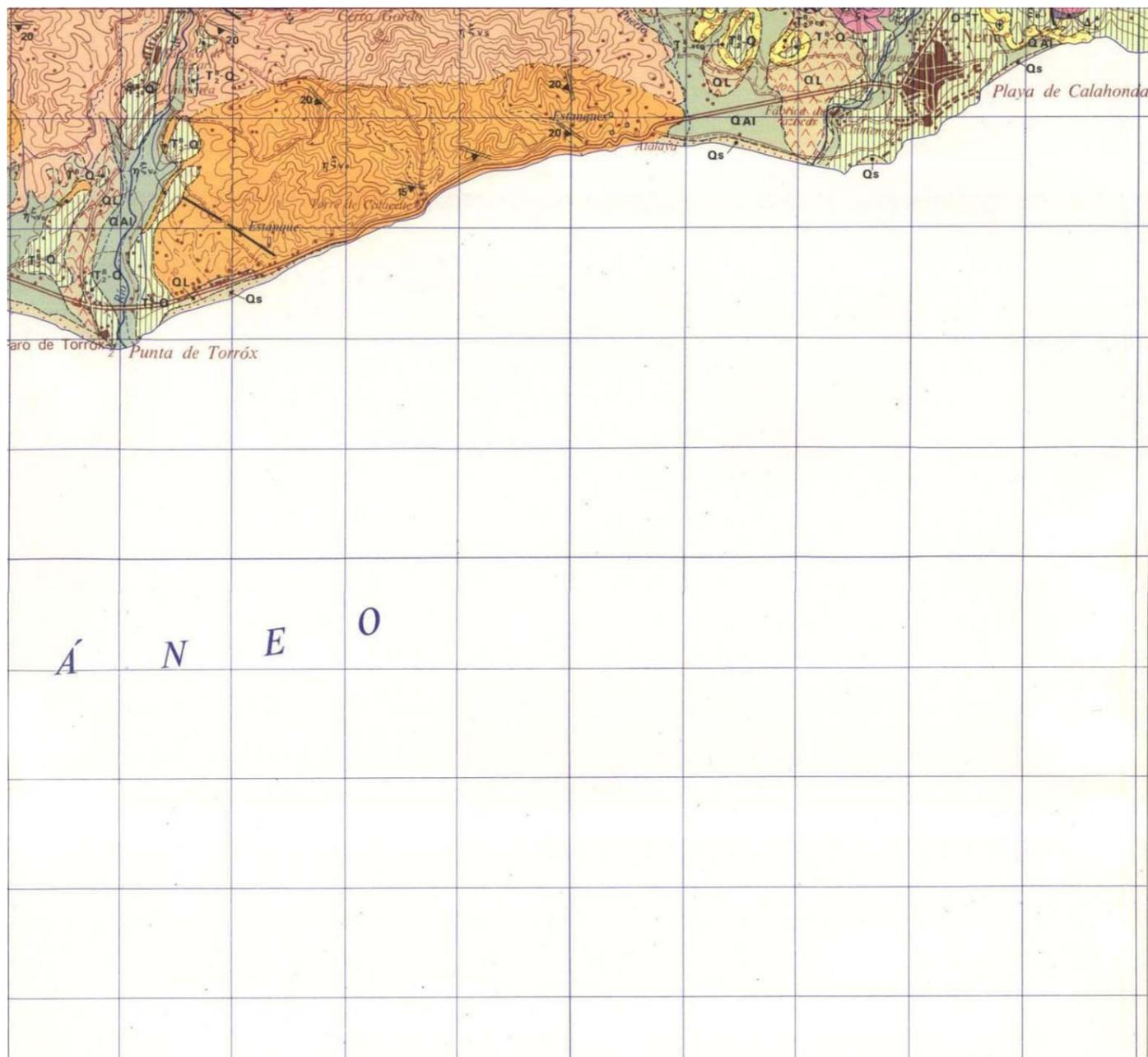
- Penetración dinámica
- Calicata de reconocimiento

PLANTA

PETICIONARIO: IBERPORT	EJECUTADO POR: 	TÍTULO DEL TRABAJO INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO: -	ESCALA: Referida	TÍTULO: PLANTA	NÚMERO: 1
			SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE: O/1400979			FICHA: 1 de 1

ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

MARCO GEOLÓGICO



LEYENDA

MESOGENO Y CUATERNARIO		
CUATERNARIO	HOLOCENO	Qs
	PLEISTOCENO	QAL
	PLUOCENO	QAI
MALAGUDES		
	EOCENO	E1
	JURASICO	J1
	TRIASICO	T1
	PERMIANO	P1
	CARBONIFERO	C1
	DEVONICO	D1
	SILURICO	S1
UNDO DE BENEJUNA (DE ANIDA ALPUJARRIDES)		
	PALEO	P1
ALPUJARRIDES (UNDO DE LOS BARRIOS)		
	TRIASICO	T1
	PERMIANO	P1
	PALEOZOICO	P1
UNDO DE CARLAL DE ALBARRA (UNDO DE LOS BARRIOS)		
	TRIASICO	T1
	PALEO	P1
UNDO DE LA BARRIOJA DE SIERRA TUDA Y HERMINIA (UNDO DE LOS BARRIOS)		
	TRIASICO	T1
	PALEOZOICO	P1

ANEJO Nº 2

CONTEXTO GEOLÓGICO, PLANO Y LEYENDA DE LA ZONA EN ESTUDIO
HOJA MAGNA 1054/18-44 VELEZ -MALAGA
 ESCALA ORIGINAL: 1.50.000

ENTORNO GEOLÓGICO

PETICIONARIO:

IBERPORT

EJECUTADO POR:



TITULO DEL TRABAJO

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA

SUSTITUYE A:

PRESUPUESTO:

ESCALA:

TITULO:

NÚMERO:

2

SUSTITUIDO POR:

EXPEDIENTE:

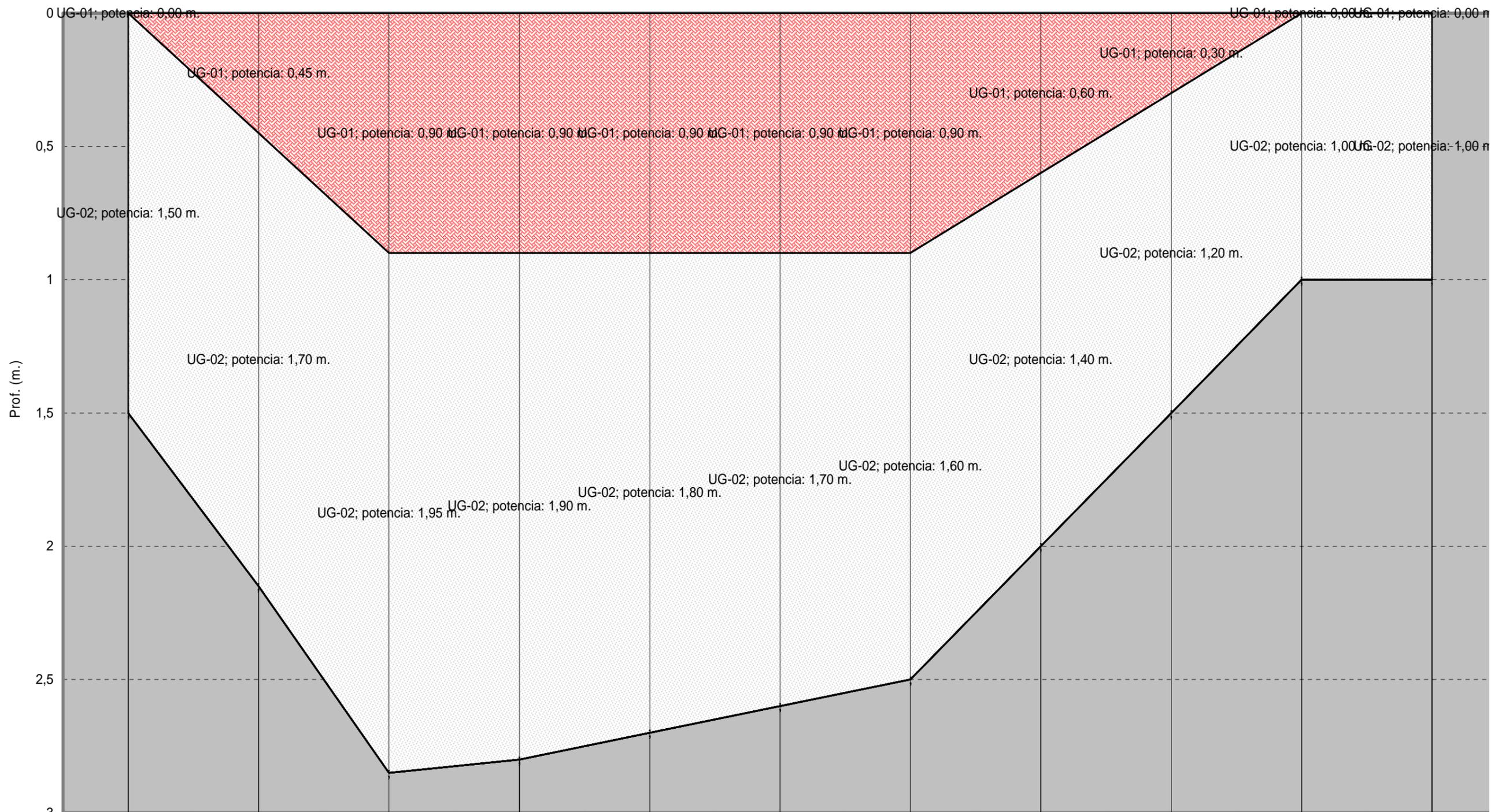
Referida

ENTORNO GEOLÓGICO

FICHA: 1 de 1

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

PERFILES GEOTECNICOS



	C-03		C-02				C-05			C-01	C-04
□ UG-02	1,50	1,70	1,95	1,90	1,80	1,70	1,60	1,40	1,20	1,00	1,00
▣ UG-01	0,00	0,45	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,30	0,00	0,00
Perfil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 4.1 Registro de calicatas

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
1		Gravas heterométricas, angulosas y subredondeadas, tamaño de grano centimétrico a milimétrico de naturaleza poligenica, con una matriz de arenas de color gris con un tamaño de grano medio. Inestabilidad de paredes.		1,00			
2							
3							
4							

EXCAVABILIDAD:

EXCAVABILIDAD BUENA

EXCAVABILIDAD REGULAR

EXCAVABILIDAD MALA

ESTABILIDAD:

ESTABILIDAD BUENA

ESTABILIDAD REGULAR

ESTABILIDAD MALA

MOTIVO FINALIZACIÓN:

FOTOGRAFÍA DEL CORTE:

FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL EXTRAÍDO:



FECHA:



Francisco Becerra Pérez

Director técnico del laboratorio




Yolanda Garrido Camacho
Licenciada en Ciencias Ambientales
Responsable de Ensayos Físico

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas, UNE 7371:1975; Toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

TRABAJO: PASARELA PEATONAL NERJA

PETICIONARIO: IBERPORT

MÁQUINA: ROLATEC

FECHA DE REALIZACIÓN: 07/04/2014

COORDENADAS UTM:

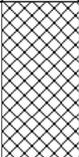
X:

Y:

Z:

HOJA:

EXP.: O/1400979

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
1		Relleno. Limos arenosos de color marrón con restos de obra, plasticos y raíces. Paredes rugosas.		0,90			
		Arenas de color grisáceo, tamaño de grano medio, de manera esporádica aparecen gravas heterométricas aparecen gravas heterométricas subredondeadas - angulosas, tamaño de grano centimétrico, naturaleza poligénica. En profundidad aparecen más húmedas. No se puede contar porque se caen las paredes.		1,95			
2							
3							
4							

EXCAVABILIDAD:

EXCAVABILIDAD BUENA

EXCAVABILIDAD REGULAR

EXCAVABILIDAD MALA

ESTABILIDAD:

ESTABILIDAD BUENA

ESTABILIDAD REGULAR

ESTABILIDAD MALA

MOTIVO FINALIZACIÓN:

FOTOGRAFÍA DEL CORTE:



FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL EXTRAÍDO:



FECHA:



Francisco Becerra Pérez

Director técnico del laboratorio




Yolanda Garrido Camacho
Licenciada en Ciencias Ambientales
Responsable de Ensayos Físico

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas, UNE 7371:1975; Toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE N° AND-L-018

TRABAJO: PASARELA PEATONAL NERJA

PETICIONARIO: IBERPORT

MÁQUINA: ROLATEC

FECHA DE REALIZACIÓN: 07/04/2014

COORDENADAS UTM:

X:

Y:

Z:

HOJA:

EXP.: O/1400979

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
1		Arenas de tamaño de grana medio, color gris. Paredes inestables.		0,50			
		Gravas heterométricas, angulosas y subredondeadas, tamaño de grano centimétrico a milimétrico de naturaleza poligénica, con una matriz de arenas de color gris con un tamaño de grano medio. Inestabilidad de paredes.		1,00			
2							
3							
4							

EXCAVABILIDAD:

EXCAVABILIDAD BUENA

EXCAVABILIDAD REGULAR

EXCAVABILIDAD MALA

ESTABILIDAD:

ESTABILIDAD BUENA

ESTABILIDAD REGULAR

ESTABILIDAD MALA

MOTIVO FINALIZACIÓN:

FOTOGRAFÍA DEL CORTE:

FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL EXTRAÍDO:



FECHA:

Francisco Becerra Pérez

Director técnico del laboratorio

Yolanda Garrido Camacho
Licenciada en Ciencias Ambientales
Responsable de Ensayos Físico

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas, UNE 7371:1975; Toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
1		Gravas heterométricas, angulosas y subredondeadas, tamaño de grano centimétrico a milimétrico de naturaleza poligénica, con una matriz de arenas de color gris con un tamaño de grano medio. Inestabilidad de paredes. Presencia de agua a los 0,80cm		1,00			
2							
3							
4							

EXCAVABILIDAD:

EXCAVABILIDAD BUENA

EXCAVABILIDAD REGULAR

EXCAVABILIDAD MALA

ESTABILIDAD:

ESTABILIDAD BUENA

ESTABILIDAD REGULAR

ESTABILIDAD MALA

MOTIVO FINALIZACIÓN:

FOTOGRAFÍA DEL CORTE:

FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL EXTRAÍDO:



FECHA:



Francisco Becerra Pérez
Director técnico del laboratorio




Yolanda Garrido Camacho
Licenciada en Ciencias Ambientales
Responsable de Ensayos Físico

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas, UNE 7371:1975; Toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

TRABAJO: PASARELA PEATONAL NERJA

PETICIONARIO: IBERPORT

MÁQUINA: ROLATEC

FECHA DE REALIZACIÓN: 07/04/2014

COORDENADAS UTM:

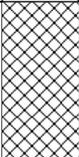
X:

Y:

Z:

HOJA:

EXP.: O/1400979

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
1		Relleno. Limos arenosos de color marrón con restos de obra, plasticos y raíces. Paredes rugosas.		0,90			
2		Arenas de color grisáceo, tamaño de grano medio, de manera esporádica aparecen gravas heterométricas aparecen gravas heterométricas subredondeadas - angulosas, tamaño de grajo centimétrico, naturaleza poligénica. En profundidad aparecen más húmedas. No se puede contar porque se desmoronana las paredes.		1,60			
3							
4							

EXCAVABILIDAD:

EXCAVABILIDAD BUENA

EXCAVABILIDAD REGULAR

EXCAVABILIDAD MALA

ESTABILIDAD:

ESTABILIDAD BUENA

ESTABILIDAD REGULAR

ESTABILIDAD MALA

MOTIVO FINALIZACIÓN:

FOTOGRAFÍA DEL CORTE:

FOTOGRAFÍA DEL MATERIAL EXTRAÍDO:



FECHA:



Francisco Becerra Pérez

Director técnico del laboratorio




Yolanda Garrido Camacho
Licenciada en Ciencias Ambientales
Responsable de Ensayos Físico

Nórmas de aplicación: Toma de muestras inalteradas, UNE 7371:1975; Toma de muestra de agua para análisis químico, Anejo 5 de EHE

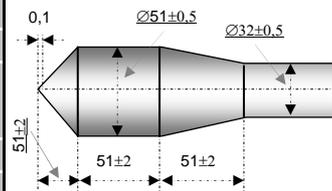
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas

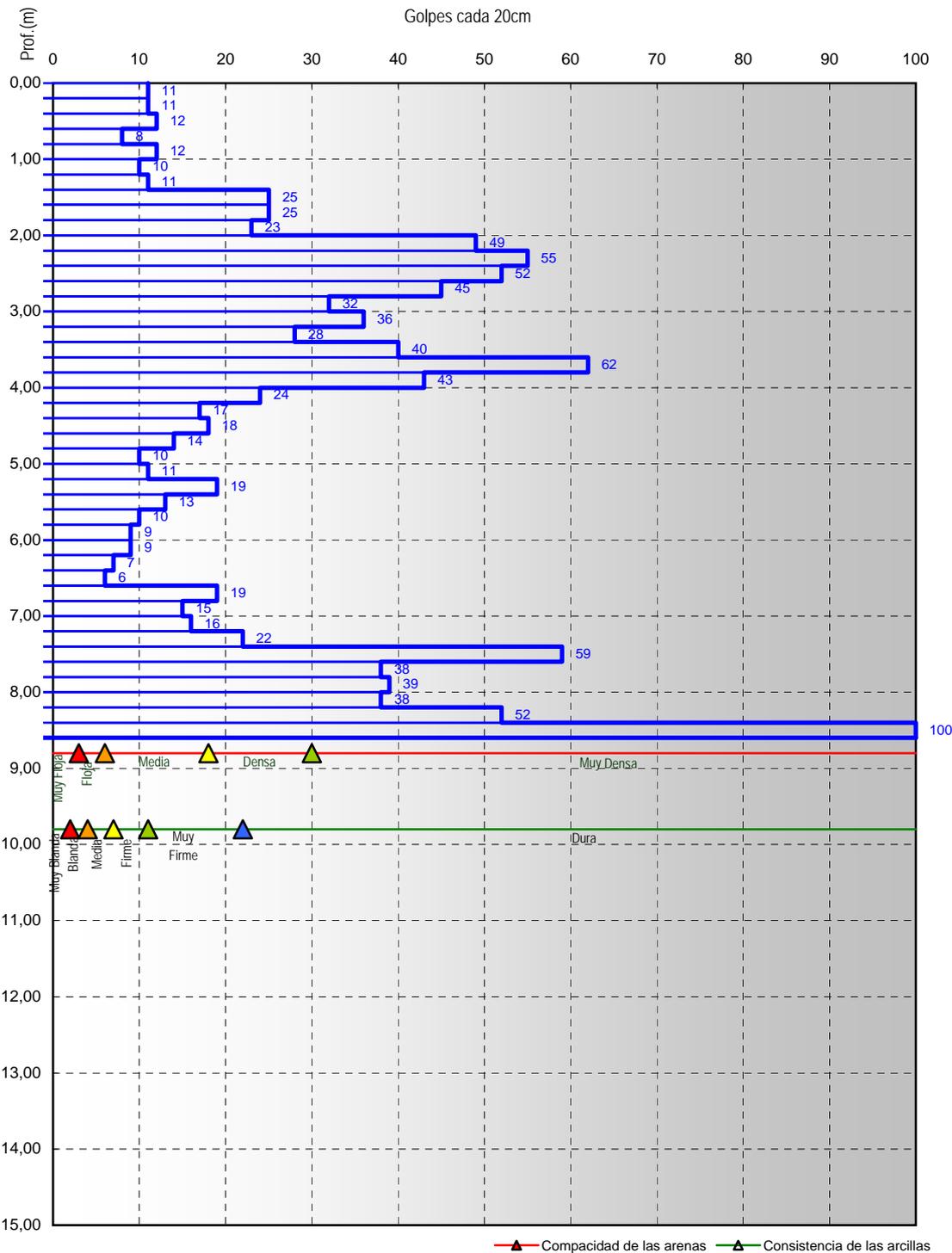
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO:	INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA		
PETICIONARIO:	IBERPORT		
MÁQUINA:	ROLATEC ML 76-A	FECHA:	mayo-14
COOR.UTM:	X	Y	Z



DPSH Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63,5 kg
Esquema y modelo



Prof. (m)	N20	Prof. (m)	N20
0,00	0	15,20	
0,20	11	15,40	
0,40	11	15,60	
0,60	12	15,80	
0,80	8	16,00	
1,00	12	16,20	
1,20	10	16,40	
1,40	11	16,60	
1,60	25	16,80	
1,80	25	17,00	
2,00	23	17,20	
2,20	49	17,40	
2,40	55	17,60	
2,60	52	17,80	
2,80	45	18,00	
3,00	32	18,20	
3,20	36	18,40	
3,40	28	18,60	
3,60	40	18,80	
3,80	62	19,00	
4,00	43	19,20	
4,20	24	19,40	
4,40	17	19,60	
4,60	18	19,80	
4,80	14	20,00	
5,00	10	20,20	
5,20	11	20,40	
5,40	19	20,60	
5,60	13	20,80	
5,80	10	21,00	
6,00	9	21,20	
6,20	9	21,40	
6,40	7	21,60	
6,60	6	21,80	
6,80	19	22,00	
7,00	15	22,20	
7,20	16	22,40	
7,40	22	22,60	
7,60	59	22,80	
7,80	38	23,00	
8,00	39	23,20	
8,20	38	23,40	
8,40	52	23,60	
8,60	100	23,80	
8,80		24,00	
9,00		24,20	
9,20		24,40	
9,40		24,60	
9,60		24,80	
9,80		25,00	
10,00		25,20	
10,20		25,40	
10,40		25,60	
10,60		25,80	
10,80		26,00	
11,00		26,20	
11,20		26,40	
11,40		26,60	
11,60		26,80	
11,80		27,00	
12,00		27,20	
12,20		27,40	
12,40		27,60	
12,60		27,80	
12,80		28,00	
13,00		28,20	
13,20		28,40	
13,40		28,60	
13,60		28,80	
13,80		29,00	
14,00		29,20	
14,20		29,40	
14,40		29,60	
14,60		29,80	
14,80		30,00	
15,00			

Dispositivo de golpeo DPSH: Puntaza de sección cónica 20cm², machina 63.5Kp, altura de caída 75cm, peso de varillaje 6Kp/ml
Nórmás de aplicación: Prueba continua de penetración superpesada UNE 103-801:1994

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

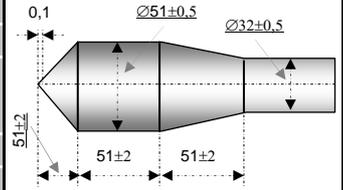
Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA

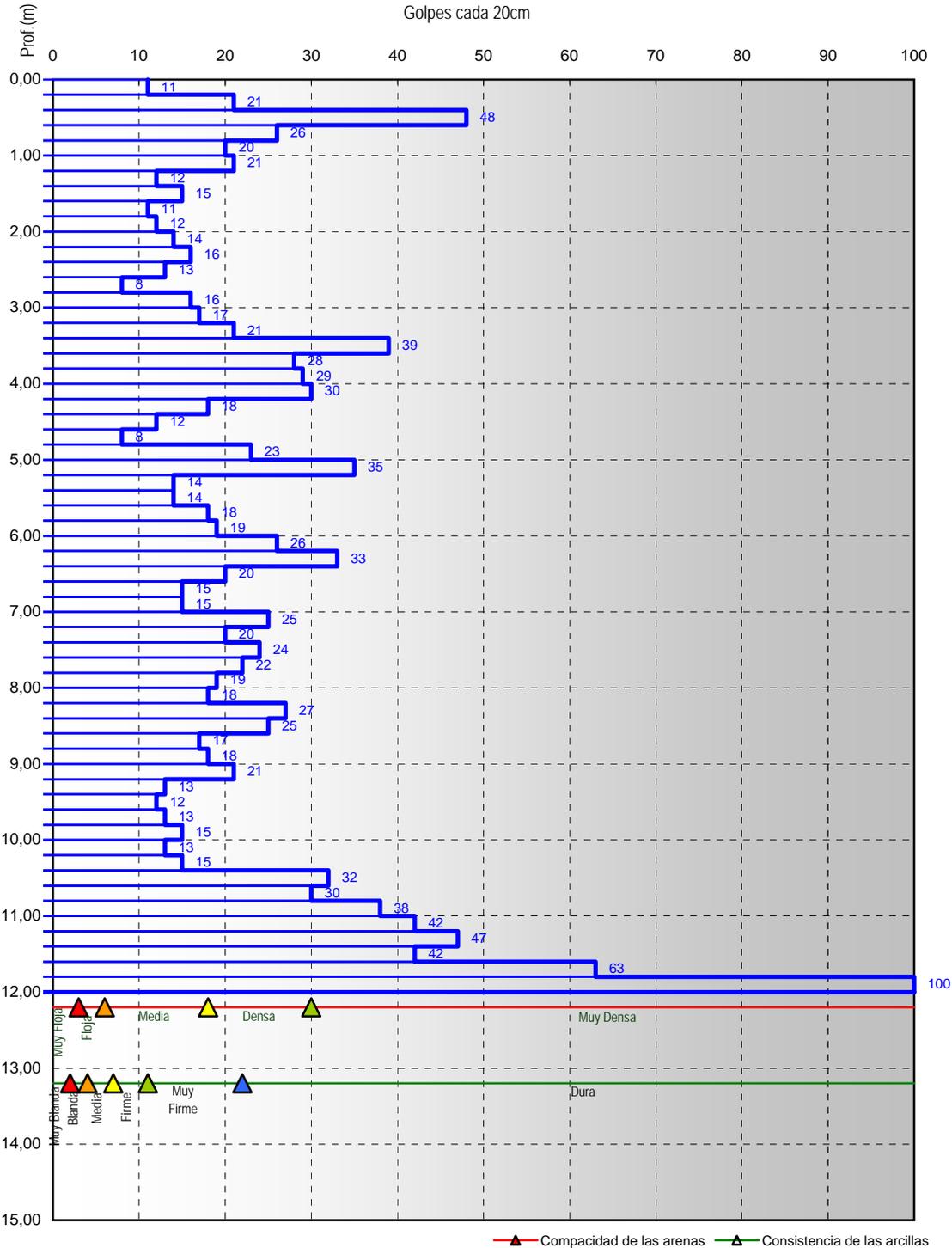
PETICIONARIO: IBERPORT

MÁQUINA: ROLATEC ML 76-A FECHA: mayo-14

COORDENADAS UTM: X Y Z



DPSH Altura Caída 0,76 m.
Peso Golpeo 63.5 kg
Esquema y modelo



Prof. (m)	Nº20	Prof. (m)	Nº20
0,00	0	15,00	30,00
0,20	11	15,20	
0,40	21	15,40	
0,60	48	15,60	
0,80	26	15,80	
1,00	20	16,00	
1,20	21	16,20	
1,40	12	16,40	
1,60	15	16,60	
1,80	11	16,80	
2,00	12	17,00	
2,20	14	17,20	
2,40	16	17,40	
2,60	13	17,60	
2,80	8	17,80	
3,00	16	18,00	
3,20	17	18,20	
3,40	21	18,40	
3,60	39	18,60	
3,80	28	18,80	
4,00	29	19,00	
4,20	30	19,20	
4,40	18	19,40	
4,60	12	19,60	
4,80	8	19,80	
5,00	23	20,00	
5,20	35	20,20	
5,40	14	20,40	
5,60	14	20,60	
5,80	18	20,80	
6,00	19	21,00	
6,20	26	21,20	
6,40	33	21,40	
6,60	20	21,60	
6,80	15	21,80	
7,00	15	22,00	
7,20	25	22,20	
7,40	20	22,40	
7,60	24	22,60	
7,80	22	22,80	
8,00	19	23,00	
8,20	18	23,20	
8,40	27	23,40	
8,60	25	23,60	
8,80	17	23,80	
9,00	18	24,00	
9,20	21	24,20	
9,40	13	24,40	
9,60	12	24,60	
9,80	13	24,80	
10,00	15	25,00	
10,20	13	25,20	
10,40	15	25,40	
10,60	32	25,60	
10,80	30	25,80	
11,00	38	26,00	
11,20	42	26,20	
11,40	47	26,40	
11,60	42	26,60	
11,80	63	26,80	
12,00	100	27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

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

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

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

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

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

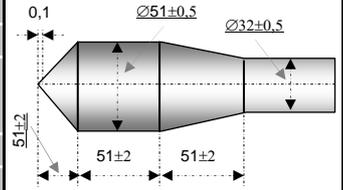
Ensayo acreditado. Junta de Andalucía.

TRABAJO: INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA

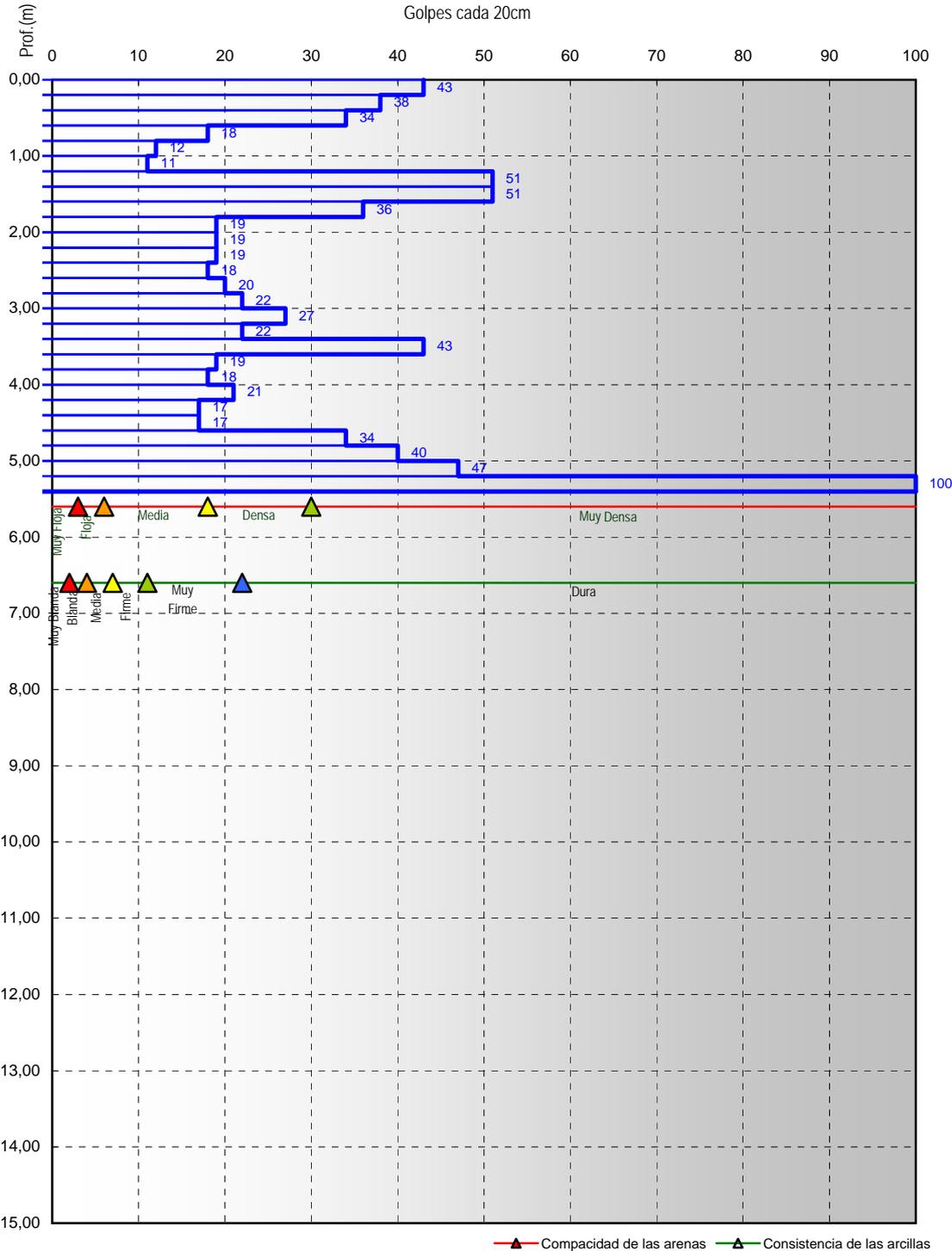
PETICIONARIO: IBERPORT

MÁQUINA: ROLATEC ML 76-A FECHA: mayo-14

COORDENADAS UTM: X Y Z



DPSH Altura Caída 0,76 m.
 Peso Golpeo 63,5 kg
 Esquema y modelo



Prof. (m)	Nº20	Prof. (m)	Nº20
0,00	0	15,00	30,00
0,20	43	15,20	
0,40	38	15,40	
0,60	34	15,60	
0,80	18	15,80	
1,00	12	16,00	
1,20	11	16,20	
1,40	51	16,40	
1,60	51	16,60	
1,80	36	16,80	
2,00	19	17,00	
2,20	19	17,20	
2,40	19	17,40	
2,60	18	17,60	
2,80	20	17,80	
3,00	22	18,00	
3,20	27	18,20	
3,40	22	18,40	
3,60	43	18,60	
3,80	19	18,80	
4,00	18	19,00	
4,20	21	19,20	
4,40	17	19,40	
4,60	17	19,60	
4,80	34	19,80	
5,00	40	20,00	
5,20	47	20,20	
5,40	100	20,40	
5,60		20,60	
5,80		20,80	
6,00		21,00	
6,20		21,20	
6,40		21,40	
6,60		21,60	
6,80		21,80	
7,00		22,00	
7,20		22,20	
7,40		22,40	
7,60		22,60	
7,80		22,80	
8,00		23,00	
8,20		23,20	
8,40		23,40	
8,60		23,60	
8,80		23,80	
9,00		24,00	
9,20		24,20	
9,40		24,40	
9,60		24,60	
9,80		24,80	
10,00		25,00	
10,20		25,20	
10,40		25,40	
10,60		25,60	
10,80		25,80	
11,00		26,00	
11,20		26,20	
11,40		26,40	
11,60		26,60	
11,80		26,80	
12,00		27,00	
12,20		27,20	
12,40		27,40	
12,60		27,60	
12,80		27,80	
13,00		28,00	
13,20		28,20	
13,40		28,40	
13,60		28,60	
13,80		28,80	
14,00		29,00	
14,20		29,20	
14,40		29,40	
14,60		29,60	
14,80		29,80	
15,00		30,00	

▲ Compacidad de las arenas ▲ Consistencia de las arcillas

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

cemosa
 Ensayo Acreditado
 Junta de Andalucía

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

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

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

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Expediente: O/1400979/1/02
Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
Peticiónario: IBERPORT
Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-14/005337/1 Anula a:

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: CALICATA-1 LUGAR DE TOMA: CALICATA
UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003547
DESC. MUESTRA: CALICATA-1

2. TRABAJOS REALIZADOS

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

- | | |
|---|-----------------|
| - SUE Humedad mediante secado en estufa | UNE 103300:1993 |
| - SUE Análisis granulométrico | UNE 103101:1995 |
| - SUE Límites de Atterberg | UNE 103103:1994 |
| - SUE Clasificación e índice de grupo | ASTM 2487:2000 |
| - SUE Sulfatos solubles (cuantitativo) | UNE 103201:1996 |
| - SUE Acidez Bauman-Gully | UNE 83962:2008 |

3. RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

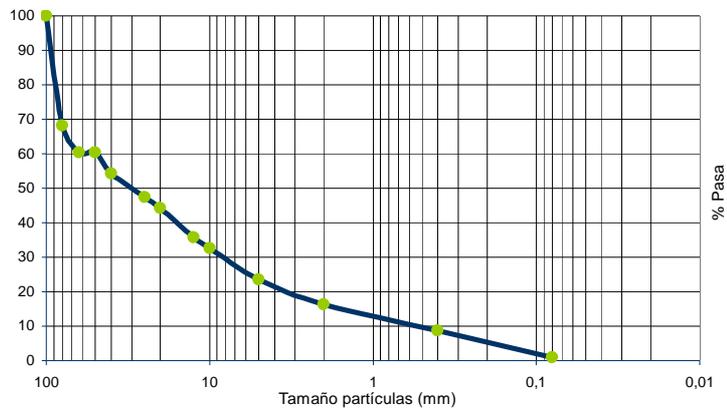
Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticionario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de Control:
 Nº Acta: 01-14/005337/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-1
 UBICACIÓN: -
 DESC. MUESTRA: CALICATA-1

LUGAR DE TOMA: CALICATA
 CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003547

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	68,1
63	60,4
50	60,4
40	54,3
25	47,5
20	44,3
12,5	35,7
10	32,6
5	23,6
2	16,3
0,4	8,7
0,08	1,0



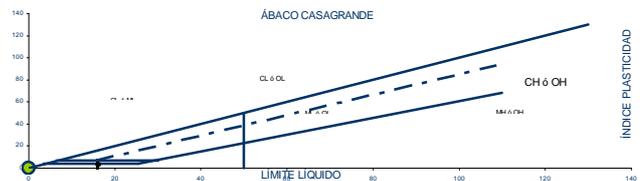
Límites de Atterberg

Límite líquido: - Límite plástico: - Índice de plasticidad: - NO PLÁSTICO

Clasificación

Grava Mal Graduada
 AASHTO: A-1-A

U.S.C.S: GP
 Índice de grupo: 0





Fdo.: ELENA FRADE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.)
 MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnica) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERÍA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticiónario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de control:
 Nº Acta: 01-14/005337/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-1 LUGAR DE TOMA: CALICATA
 UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003547
 DESC. MUESTRA: CALICATA-1

Densidad y Humedad

Densidad	Húmeda (g/cm ³):	-	Humedad (%)	
UNE 103301	Seca (g/cm ³):	-	UNE 103201:	3,2

Agresividad química del Suelo frente al Hormigón

Parámetros	Normas	Resultado	Tipo de exposición		
			Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte
Acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	UNE 83962	N.C.	> 200	no aplicable	no aplicable
Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /Kg suelo seco)	UNE 83963	N.C.	2000-3000	3000-12000	>12000

Evaluación de la Agresividad	1	NO AGRESIVA
------------------------------	---	-------------





Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Responsable de Ensayos Químicos
 Licenciado en Ciencias Químicas
 Málaga , 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Expediente: O/1400979/1/02
Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
Petitionario: IBERPORT
Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-14/005338/1 Anula a:

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: CALICATA-2 LUGAR DE TOMA: CALICATA
UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003548
DESC. MUESTRA: CALICATA-2

2. TRABAJOS REALIZADOS

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

- | | |
|---|-----------------|
| - SUE Humedad mediante secado en estufa | UNE 103300:1993 |
| - SUE Análisis granulométrico | UNE 103101:1995 |
| - SUE Límites de Atterberg | UNE 103103:1994 |
| - SUE Clasificación e índice de grupo | ASTM 2487:2000 |
| - SUE Sulfatos solubles (cuantitativo) | UNE 103201:1996 |
| - SUE Acidez Bauman-Gully | UNE 83962:2008 |

3. RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

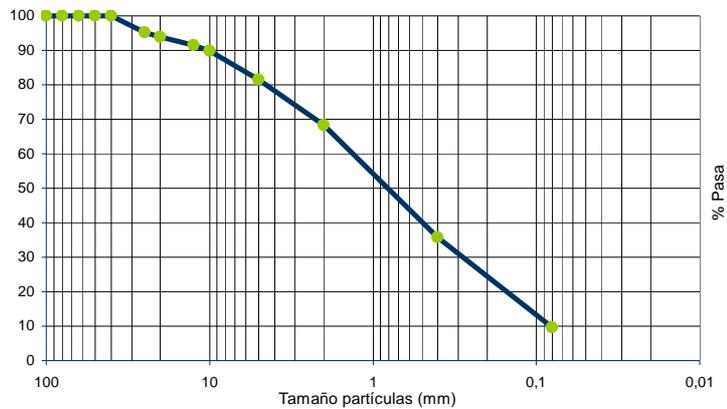
Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticionario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de Control:
 Nº Acta: 01-14/005338/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-2
 UBICACIÓN: -
 DESC. MUESTRA: CALICATA-2

LUGAR DE TOMA: CALICATA
 CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003548

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	95,1
20	93,9
12,5	91,5
10	89,8
5	81,5
2	68,3
0,4	35,8
0,08	9,7



Límites de Atterberg

Límite líquido: - Límite plástico: - Índice de plasticidad: - NO PLÁSTICO

Clasificación

Arena Limosa Mal Graduada
 AASHTO: A-1-B

U.S.C.S: SP-SM
 Índice de grupo: 0





Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.)
 MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnica) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticiónario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de control:
 Nº Acta: 01-14/005338/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-2 LUGAR DE TOMA: CALICATA
 UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003548
 DESC. MUESTRA: CALICATA-2

Densidad y Humedad

Densidad Húmeda (g/cm³): - Humedad (%)
 UNE 103301 Seca (g/cm³): - UNE 103201: 7,1

Agresividad química del Suelo frente al Hormigón

Parámetros	Normas	Resultado	Tipo de exposición		
			Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte
Acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	UNE 83962	N.C.	> 200	no aplicable	no aplicable
Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /Kg suelo seco)	UNE 83963	N.C.	2000-3000	3000-12000	>12000

Evaluación de la Agresividad	1	NO AGRESIVA
------------------------------	---	-------------





Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Responsable de Ensayos Químicos
 Licenciado en Ciencias Químicas
 Málaga , 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Expediente: O/1400979/1/02
Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
Peticiónario: IBERPORT
Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de control:
Nº Acta: 01-14/005339/1 Anula a:

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: CALICATA-3 LUGAR DE TOMA: CALICATA
UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003549
DESC. MUESTRA: CALICATA-3

2. TRABAJOS REALIZADOS

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

- | | |
|---|-----------------|
| - SUE Humedad mediante secado en estufa | UNE 103300:1993 |
| - SUE Análisis granulométrico | UNE 103101:1995 |
| - SUE Límites de Atterberg | UNE 103103:1994 |
| - SUE Clasificación e índice de grupo | ASTM 2487:2000 |
| - SUE Sulfatos solubles (cuantitativo) | UNE 103201:1996 |
| - SUE Acidez Bauman-Gully | UNE 83962:2008 |

3. RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

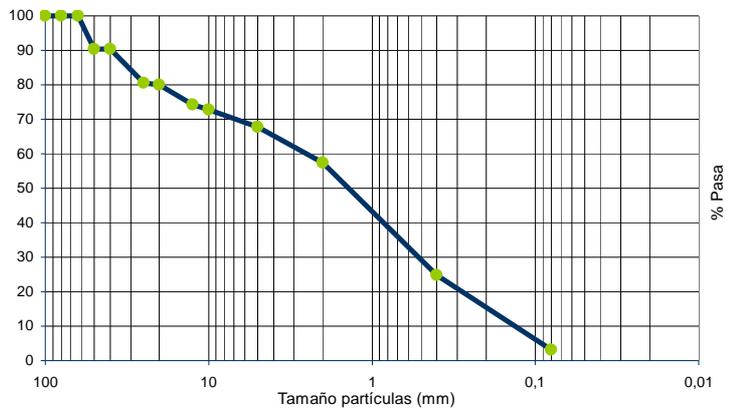
Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticionario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de Control:
 Nº Acta: 01-14/005339/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-3
 UBICACIÓN: -
 DESC. MUESTRA: CALICATA-3

LUGAR DE TOMA: CALICATA
 CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003549

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	90,3
40	90,3
25	80,6
20	80,0
12,5	74,3
10	72,8
5	67,8
2	57,5
0,4	24,9
0,08	3,1



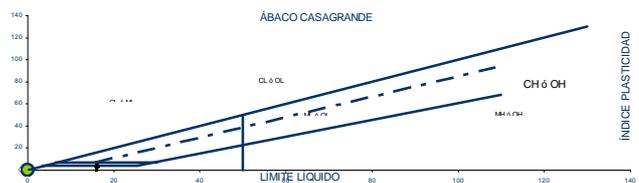
Límites de Atterberg

Límite líquido: - Límite plástico: - Índice de plasticidad: - NO PLÁSTICO

Clasificación

Arena Mal Graduada
 AASHTO: A-1-B

U.S.C.S: SP
 Índice de grupo: 0





Fdo.: ELENA FRADE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.)
 MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnica) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERÍA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Expediente: O/1400979/1/02
 Obra: PASARELAS PEATONALES EN NERJA, MÁLAGA
 Peticionario: IBERPORT
 Dirección: C/Botiguers Nº 3 Planta 3 Puerta ab , 46980 Paterna
 Contratista:
 Dirección Técnica:
 Modalidad de control:
 Nº Acta: 01-14/005339/1 Anula a:

PROCEDENCIA: CALICATA-3 LUGAR DE TOMA: CALICATA
 UBICACIÓN: - CÓDIGO MUESTRA: 201/1/2014/003549
 DESC. MUESTRA: CALICATA-3

Densidad y Humedad

Densidad	Húmeda (g/cm ³):	-	Humedad (%)	
UNE 103301	Seca (g/cm ³):	-	UNE 103201:	2,1

Agresividad química del Suelo frente al Hormigón

Parámetros	Normas	Resultado	Tipo de exposición		
			Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte
Acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	UNE 83962	N.C.	> 200	no aplicable	no aplicable
Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /Kg suelo seco)	UNE 83963	N.C.	2000-3000	3000-12000	>12000

Evaluación de la Agresividad	1	NO AGRESIVA
------------------------------	---	-------------





Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Director Técnico Laboratorio
 Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo.: ELENA FRAIDE VIANO
 Responsable de Ensayos Químicos
 Licenciado en Ciencias Químicas
 Málaga , 24 de abril de 2014

Fdo.: YOLANDA GARRIDO CAMACHO
 Responsable de Ensayos Físicos
 Licenciado en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de estructura de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural) EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización) D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TODO TIPO DE SUELOS



Peticionario: IBERPORT
 Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA
 Expediente: O/1400979

CALCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE HUNDIMIENTO

EXPRESIÓN ANALÍTICA BÁSICA

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

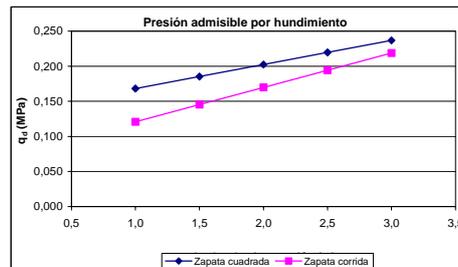
SITUACION DE DIMENSIONADO	PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO																													
<p>Situación de dimensionado Persistente a largo plazo</p> <p>Forma de la cimentación Rectangular</p> <p>Ancho equivalente B* (m)</p> <table border="1"> <tr> <td>1,00</td> <td>1,50</td> <td>2,00</td> <td>2,50</td> <td>3,00</td> </tr> </table> <p>¿Existe flujo ascendente? No $i_v = 0,4$ Gradiente vertical medio en 1,5B bajo la base de la cimentación</p> <p>Inclinación del terreno situado junto a la cimentación $\beta = 0$ Si $\beta > \phi/2$ se recomienda llevar a cabo un estudio específico de estabilidad global</p> <p>¿Talud en situación transitoria y sin drenaje? No</p> <p>En situaciones transitorias y sin drenaje, puede calcularse la presión de hundimiento como en terreno horizontal y después reducirla en $2\beta c_u$ $2\beta c_u = 0$ KPa</p> <p>Factor de seguridad Situación transitoria $\gamma_R = 3$</p>	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	<p>Resistencia al corte $\phi_k = 30,0^\circ$ $c_k =$ KPa c_u y ϕ_k representativos de una profundidad entre B y 1.5-B, a contar desde la base de la cimentación</p> <p>En situaciones sin drenaje, c_u aumenta linealmente con la profundidad?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>z (m)</th> <th>c_u (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>10,0</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table> <p>Peso específico por debajo de la base de cimentación $\gamma = 19,5$ KN/m³ En cálculo a corto plazo considerar peso específico aparente $\gamma_{ap} = 19,5$ KN/m³</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>B* (m)</th> <th>c_k (kPa)</th> <th>γ_k (KN/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,0</td> <td>19,5</td> <td>19,5</td> </tr> <tr> <td>1,5</td> <td>19,5</td> <td>19,5</td> </tr> <tr> <td>2,0</td> <td>19,5</td> <td>19,5</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>19,5</td> <td>19,5</td> </tr> <tr> <td>3,0</td> <td>19,5</td> <td>19,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sobrecarga al nivel de la base de la cimentación ¿Tener en cuenta? Si $\gamma_{ap}(\text{sup}) = 19,5$ KN/m³ H = 0,60 m $q_{0K} = 11,7$ KPa</p> <p>Para contar con el término de sobrecarga q_{0K} se debe asegurar durante la vida útil de la obra que no se realizan excavaciones junto a las cimentaciones que pudieran dar lugar a una reducción, o incluso anulación, de la misma.</p> <p>Resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación ¿Tener en cuenta? No</p> <p>No se debe tener en cuenta en los siguientes casos: - Cimentaciones someras en arcillas muy plásticas que en épocas secas puedan desarrollar grietas por retracción. - Profundidades de cimentación D inferiores a 2m. - Cimentaciones cercanas a taludes - Cuando no se pueda garantizar la permanencia en el tiempo del terreno situado por encima de la base de cimentación</p>	z (m)	c_u (kPa)	0	50	10,0	150	B* (m)	c_k (kPa)	γ_k (KN/m ³)	1,0	19,5	19,5	1,5	19,5	19,5	2,0	19,5	19,5	2,5	19,5	19,5	3,0	19,5	19,5
1,00	1,50	2,00	2,50	3,00																										
z (m)	c_u (kPa)																													
0	50																													
10,0	150																													
B* (m)	c_k (kPa)	γ_k (KN/m ³)																												
1,0	19,5	19,5																												
1,5	19,5	19,5																												
2,0	19,5	19,5																												
2,5	19,5	19,5																												
3,0	19,5	19,5																												

FACTORES CORRECTORES O DE INFLUENCIA

B* (m)	Zapata cuadrada (L*=B*)					Zapata corrida (L*>>B*)				
	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
<i>Influencia de la resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación</i>										
$d_s =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_q =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_\gamma =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Influencia de la forma de la cimentación</i>										
$s_c =$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_q =$	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_\gamma =$	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Factores de capacidad de carga</i>			<i>Influencia de la proximidad de un talud a la cimentación</i>			<i>Influencia de la inclinación de la resultante de acciones sobre la cimentación (A considerar en fase de proyecto)</i>				
$N_c =$	30,14					$i_c =$				
$N_q =$	18,40					$i_q =$				
$N_\gamma =$	15,07					$i_\gamma =$				

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

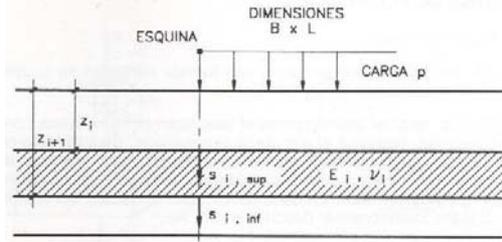
Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q_d MPa	q_d MPa	q_d MPa	q_d MPa
1,0	0,168	0,121		
1,5	0,185	0,145		
2,0	0,202	0,170		
2,5	0,220	0,194		
3,0	0,237	0,219		



Peticionario IBERPORT
 Trabajo INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA
 Expediente O/1400979

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

CÁLCULO ELÁSTICO DE ASIENTOS - MÉTODO DE STEINBRENNER



siendo:

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2\nu^2$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left(\ln \frac{t+n}{t-n} + n \cdot \ln \frac{t+1}{t-1} \right)$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{n}{t \cdot m}$$

$$m = \frac{z}{B}$$

$$n = \frac{L}{B}$$

$$t = \left(1 + n^2 + m^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Asiento en profundidad $s(z) = \frac{p \cdot B}{2 \cdot E} (A \phi_1 - B \phi_2)$

Acourtamiento del estrato $\dot{\delta} = s_i(z_i) - s_i(z_{i+1})$

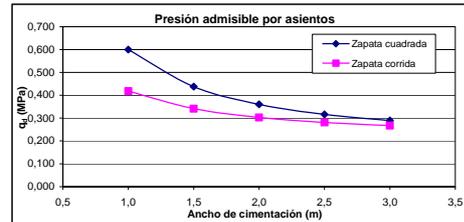
PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL TERRENO

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	E MPa	v
NIVEL 1	UG.2		6,0	6,0	14,8	0,3
NIVEL 2						0,3
NIVEL 3						
NIVEL 4						
NIVEL 5						
				Total	6,0	

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR ASIENTOS

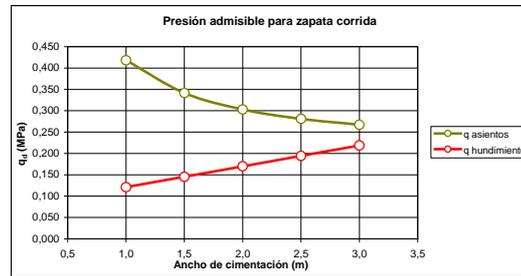
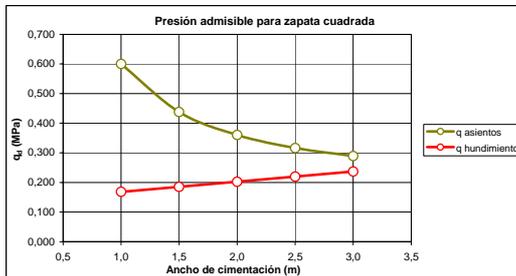
Asiento admisible
3,5 cm

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada q _d MPa	Zapata corrida q _d MPa	¿Espesor=2·B?
1,0	0,600	0,418	SI
1,5	0,438	0,342	SI
2,0	0,360	0,303	SI
2,5	0,316	0,281	SI
3,0	0,289	0,267	SI



PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q _d MPa	Limitación	q _d MPa	Limitación
1,0	0,168	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,185	Hundimiento	0,145	Hundimiento
2,0	0,202	Hundimiento	0,170	Hundimiento
2,5	0,220	Hundimiento	0,194	Hundimiento
3,0	0,237	Hundimiento	0,219	Hundimiento



VALORES DE K_{sp30} DEDUCIDOS DEL CÁLCULO DE ASIENTOS

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	K _{sp} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³
1,0	17	57	12	40
1,5	13	63	10	49
2,0	10	69	9	58
2,5	9	75	8	67
3,0	8	83	8	76
Valor medio		69	Valor medio	58

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

FICHA DOCUMENTAL

El presente informe, de título **INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PASARELAS PEATONALES EN NERJA** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Málaga**, en la siguiente dirección:

C/ Benaque, 9 (29004)

MÁLAGA

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

Tel: 952 230 842 Fax: 952 231 214

malaga@cemosa.es

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

J. Vicente Jiménez-Valladolid Torres



J. Vicente Jiménez-Valladolid Torres

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