

## **ANEJOS**

- ANEJO 1 ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 2 CÁLCULO DE ESTRUCTURA
- ANEJO 3 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO 4 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIONES
- ANEJO 5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEJO 6 PLAN DE OBRA
- ANEJO 7 CARTEL
- ANEJO 8 ESTUDIO DE ACCESIBILIDAD
- ANEJO 9 DISPONIBILIDAD DE TERRENOS



distrito usera

MADRID

## **ANEJO 1. ESTUDIO GEOTÉCNICO**



DATOS DEL INFORME	
<b>CÓDIGO ORDEN</b>	<b>FECHA:</b>
0310/2815	19/12/2022
DATOS DE LA OBRA	
<b>UNIDAD DE OBRA:</b>	INSTALACIÓN DE ARCO CHINO
<b>DIRECCIÓN:</b>	PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA
<b>POBLACIÓN:</b>	MADRID
<b>PROVINCIA:</b>	MADRID
DATOS DEL PROMOTOR	
<b>NOMBRE / RAZÓN SOCIAL:</b>	JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USERA
<b>DIRECCIÓN:</b>	AV. RAFAELA YBARRA 41
<b>POBLACIÓN:</b>	28026 MADRID
<b>PROVINCIA:</b>	MADRID

**FORTE INGENIERÍA TÉCNICA**

E-mail: [info@forteingenieria.es](mailto:info@forteingenieria.es)

[www.forteingenieria.es](http://www.forteingenieria.es)

[www.estudiosgeotecnicos.es](http://www.estudiosgeotecnicos.es)

LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN  
EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10

## **ÍNDICE**

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO .....	3
1.1.	CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO .....	3
1.2.	COTA DE INICIO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO .....	3
1.3.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA .....	4
2.	TRABAJOS DE CAMPO .....	4
2.1.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH .....	4
2.2.	SONDEO MECÁNICO.....	5
2.2.1.	Cota de inicio del sondeo.....	5
2.2.2.	Procedimiento operatorio.....	5
2.2.3.	Ensayos SPT del sondeo mecánico .....	6
3.	ENSAYOS DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	7
4.	CONTEXTO GEOLÓGICO.....	9
4.1.	ZONA GEOLÓGICA.....	9
4.2.	ZONA GEOTÉCNICA.....	13
4.3.	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA .....	14
4.4.	GEOMORFOLOGÍA.....	15
4.5.	RIESGOS GEOLÓGICOS.....	16
5	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO .....	17
5.1.	ESTRATIGRAFÍA LOCAL Y PERFILES GEOTÉCNICOS .....	17
5.2.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS BÁSICAS .....	19
6	CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.....	22
6.1	TIPO DE CIMENTACIÓN .....	22
7	CIMENTACIÓN PROPUESTA .....	23
7.1.	CIMENTACIÓN MEDIANTE MICROPILOTES .....	23
7.2.	ASIENTOS PREVISIBLES.....	33
7.3.	INTERACCIONES CON EDIFICIOS PRÓXIMOS.....	34
7.4.	EXCAVABILIDAD Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD.....	34
8.	ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO .....	36
9.	OTRAS CONSIDERACIONES.....	37
9.1.	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO Y MARGEN DE VARIACIÓN .....	37
9.2.	AGRESIVIDAD.....	37
9.3.	EXPANSIVIDAD.....	38
9.4.	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y GRADO DE IMPERMEABILIDAD .....	39

9.5.	PRESENCIA DE RELLENOS ANTRÓPICOS SUPERFICIALES .....	39
10	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	41

## **ANEJOS**

**ANEJO -A.- PLANO DE SITUACIÓN Y ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

**ANEJO - B- ENSAYO/S DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)**

B.1.- ACTA/S DE RESULTADOS DE ENSAYO/S DPSH

B.2.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

**ANEJO - C.- GRÁFICOS DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO RESPECTO A LA PROFUNDIDAD.**

**ANEJO - D.- SONDEO MECÁNICO**

D.1.- ACTA/S DE RESULTADOS SONDEO MECÁNICO Y ENSAYOS

D.2.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

**ANEJO - E.- ENSAYOS DE MUESTRAS EN LABORATORIO HABILITADO**

E.1.- ACTA/S DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

## **1. ANTECEDENTES Y OBJETO**

El presente trabajo ha sido llevado a cabo por encargo de **JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USERA**. La empresa **Forte Ingeniería Técnica, S.L.** es la encargada de realizar un estudio geotécnico del subsuelo de una superficie bajo la acera de la C/ Dolores Barranco en la Pz. Del Hidrogeno del distrito de Usera en Madrid, para la construcción de un arco de estilo chino. Corresponde, por tanto, al grupo de profesionales de **Forte Ingeniería Técnica, S.L.** el diseño de la campaña de reconocimiento geotécnico con objeto de determinar, con exactitud y garantía, las condiciones y parámetros del subsuelo, necesarios para la ejecución del proyecto.

El presente informe geotécnico, recoge todos los trabajos de campo y laboratorio, los resultados obtenidos y los parámetros geotécnicos que de ellos se deducen.

### **1.1. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO**

La campaña de reconocimiento geotécnico del terreno se ha llevado a cabo mediante la inspección visual de las características geológicas del solar y del entorno y la realización de **2 ensayos de penetración dinámica y 1 sondeo mecánico realizados el 28 y 29 de noviembre de 2022** con ensayos SPT y extracción de muestra alterada en su interior.

### **1.2. COTA DE INICIO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO**

Las cotas de inicio de las mediciones de los trabajos de campo son las que presentaba el solar en el momento de realizar los trabajos.

Para la realización de los ensayos se realizaron catas manuales para corroborar la posible afección de servicios enterrados previamente detectados con georadar, radiodetección y apertura de arquetas y pozos de registros. Por tal motivo, la cota de inicio de los trabajos

de campo se sitúa a -0.50 m para el sondeo y DPSH-1 y a -0.60 m para el DPSH 2 con respecto a la rasante de la acera de la C/ Dolores Barranco (ver cota 0,00 representada en los anejos de situación de los ensayos). La ubicación de cada uno de ellos se puede ver en sus anejos correspondientes.

### **1.3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

#### **Condiciones del entorno y antecedentes de cimentación**

Se ha comprobado que **no existen problemas especiales en el entorno ni en las edificaciones existentes** que sea necesario tener en cuenta, ni antecedentes geológicos relevantes como fallas, fracturas, zonas de erosión o socavación, laderas inestables, etc.

La densidad y profundidad de los reconocimientos realizados se consideran suficientes al tener en cuenta los siguientes factores: tipo de importancia de la edificación u obra, superficie del solar, naturaleza del terreno y variabilidad de sus características. Se ha comprobado las recomendaciones al respecto establecidas por la normativa existente y publicaciones especializadas.

## **2. TRABAJOS DE CAMPO**

### **2.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH**

**Se han realizado 2 ensayos de penetración dinámica, el 28 y 29 noviembre según la Norma UNE EN ISO 22476-2-2008 y cuyos resultados se detallan en el Anejo B de este informe,** y la profundidad corresponde a **- 7.80 m (DPSH-1) y -8.20 m (DPSH-2).**

Consiste el ensayo en la hincada de una puntaza o cono de sección cuadrada de 40 mm de lado, colocada al final de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 32 mm. El conjunto, es golpeado por una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una

altura de 75 cm, anotándose el número de golpes que son necesarios para lograr penetraciones sucesivas de 20 cm, en el terreno. El ensayo se da por finalizado a una profundidad determinada cuando el valor de golpeo es superior a 100 golpes.

Con los golpes obtenidos se dibujan los diagramas de penetración, tomando en abscisas el número de golpes para cada 20 cm de penetración (N20), y en ordenadas las profundidades correspondientes.

**En el Anejo C se incluye una representación gráfica de los valores de tensión admisible del terreno con la profundidad.**

## **2.2. SONDEO MECÁNICO**

### **2.2.1. Cota de inicio del sondeo**

La cota de inicio del sondeo es la que presentaba el terreno en el momento de realizar los trabajos, en el mismo se realizó una labor previa de excavación manual para detectar posibles servicios afectados. La cota de inicio del sondeo se sitúa a -0.50 m con respecto a la C/ Dolores Barranco (ver cota 0,00 representada en los planos de situación de los ensayos en los anejos). El sondeo mecánico y los ensayos de penetración se realizaron en los puntos señalados por el Director Técnico del estudio geotécnico, según muestra el croquis de situación.

### **2.2.2. Procedimiento operatorio**

La campaña de reconocimiento geotécnico del terreno se ha llevado a cabo mediante la realización de un sondeo mecánico a rotación con recuperación continua de testigo, la inspección visual de las características geológicas de las cajas de testigo del terreno extraído de los sondeos, (toma de muestras del material perforado), y ensayos de laboratorio del material recuperado, debidamente preparado.



La máquina utilizada para tal fin es de la marca y modelo Tecoinsa TP 30/LR. El trabajo ha consistido en **1 sondeo realizado el 29 de noviembre 2022**, para lo cual se ha dispuesto de un equipo de sondistas especialistas en sondeos geotécnicos. Los trabajos de sondeo se han realizado a rotación con recuperación continua de testigo.

El sondeo mecánico ha sido realizado mediante rotación, con batería de testigo tipo B, con un diámetro de 101 mm y 86 mm y con corona de widia.

La realización del mismo ha sido ejecutada por los medios propios de **Forte Ingeniería Técnica S.L.** Los trabajos han consistido en la perforación vertical mediante el avance por rotación de una corona circular hueca, unida a una batería igualmente hueca en cuyo interior debe alojarse el testigo recuperado del avance de la perforación. El procedimiento de ejecución del sondeo se realizará según la Norma ASTM D-2113.

Más detalles de la realización del sondeo se adjuntan **en el Anejo C de este informe.**

### **2.2.3. Ensayos SPT del sondeo mecánico.**

La realización de este ensayo se ha seguido aplicando la norma UNE EN ISO 22476-3:2006.

Según Terzaghi y Peck, para los diferentes materiales en función de los valores obtenidos en los SPT realizados obtenemos las siguientes clasificaciones:

Clasificación Para <b>materiales granulares</b>	Muy floja	Floja	Med. Densa	Densa	Muy Densa	
N spt.(30) Cuchara	< 4	4-10	10-30	30-50	>50	
N spt.(30) Puntaza	< 3	3-7	7-22	22-37	>37	
Clasificación Para <b>materiales cohesivos</b>	Muy blanda	Blanda	Mod. firme	Firme	Muy firme	Dura
N spt.(30) Cuchara	< 2	2-4	4-8	8-15	15-30	>30
N spt.(30) Puntaza	< 1	1-3	3-6	6-12	12-22	>22

**Resultados del sondeo mecánico**

Durante la ejecución del sondeo se han realizado 7 ensayos SPT cuyas profundidades y golpes se detallan a continuación:

<b>ENSAYO SONDEO 1</b>	<b>PROFUNDIDAD COTA DE INICIO: -0.50 m</b>	<b>Nº DE GOLPES</b>	<b>N<sub>30</sub></b>	<b>Consistencia</b>
<b>0310/2815 S1 SPT1</b>	<b>1.30 A 1.90</b>	<b>5/7/7/6</b>	<b>14</b>	<b>MED. DENSA</b>
<b>0310/2815 S1 SPT2</b>	<b>1.90 A 2.50</b>	<b>5/6/7/9</b>	<b>13</b>	
<b>0310/2815 S1 SPT3</b>	<b>3.00 A 3.60</b>	<b>11/12/12/14</b>	<b>24</b>	<b>DENSA</b>
<b>0310/2815 S1 SPT4</b>	<b>5.40 A 6.00</b>	<b>9/9/14/16</b>	<b>23</b>	
<b>0310/2815 S1 SPT5</b>	<b>6.60 A 7.20</b>	<b>8/12/13/15</b>	<b>25</b>	
<b>0310/2815 S1 SPT6</b>	<b>7.20 A 7.80</b>	<b>13/12/13/12</b>	<b>25</b>	
<b>0310/2815 S1 SPT7</b>	<b>8.00 A 8.60</b>	<b>10/10/12/16</b>	<b>22</b>	<b>MED. DENSA</b>

**3. ENSAYOS DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Después de las inspecciones y los trabajos de campo, Área GTC, el responsable de este estudio geotécnico ha confeccionado el plan de ensayos de laboratorio más adecuado a las características de la construcción prevista y de los terrenos detectados.

Para la toma extracción y preparación de la muestra, se ha seguido la normativa correspondiente. (ASTM D-2488 y UNE 103.100/95)

Se han realizado los ensayos básicos correspondientes a identificación y estado del suelo, que comprenden:

- Investigación y Ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 1. Determinación de la humedad. UNE-EN ISO 17892-1:2015
- Análisis granulométrico por tamizado. UNE EN ISO 17892-4:2019

- Descripción del suelo. ASTM D-2488
- Límites de Atterberg: Límite líquido y límite plástico. UNE EN ISO 17892-12:2019
- Clasificación del suelo mediante USCS
- Determinación de densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática. UNE 103301:1994
- Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos soluble de un suelo. UNE 103201:2019
- Ensayo de hinchamiento Lambe. UNE 103600:1996

Todos los ensayos se han realizado en el Laboratorio Habilitado **Forte Ingeniería Técnica, S.L.**

<b>MUESTRA</b>		0310/2815 S1 MA001		
<b>Profundidad (m)</b>		1.20 - 1.70		
<b>Sondeo Nº</b>		1		
<b>Clasificación USCS</b>		Arena limosa con grava SM		
<b>Humedad Natural (%)</b>		7.03		
<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>Densidad húmeda</b>		<b>Densidad seca</b>
		NO SE PUEDE REALIZAR		NO SE PUEDE REALIZAR
<b>Granulometría</b>	<b>TAMIZ UNE</b>	<b>2 mm</b>	<b>0.40 mm</b>	<b>0,08mm</b>
	<b>PASA (%)</b>	<b>63.57</b>	<b>31.26</b>	<b>17.16</b>
<b>Límites de Atterberg</b>		<b>W<sub>L</sub></b>	<b>W<sub>P</sub></b>	<b>IP</b>
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>
		NO PLÁSTICO		
<b>Agresividad</b>		<b>ppm Sulfatos</b>		
		1079		
<b>Expansividad</b>		<b>Índice de expansividad (MPa)</b>	<b>Cambio potencial de volumen</b>	
		0.01	No crítico	

<b>MUESTRA</b>		0310/2815 S1 MA002		
<b>Profundidad (m)</b>		7.00 - 7.60		
<b>Sondeo N°</b>		1		
<b>Clasificación USCS</b>		Arena limosa SM		
<b>Humedad Natural (%)</b>		6.95		
<b>Densidad (g/cm3)</b>		<b>Densidad húmeda</b>		<b>Densidad seca</b>
		NO SE PUEDE REALIZAR		NO SE PUEDE REALIZAR
<b>Granulometría</b>	<b>TAMIZ UNE</b>	<b>2 mm</b>	<b>0.40 mm</b>	<b>0,08mm</b>
	<b>PASA (%)</b>	<b>82.46</b>	<b>30.11</b>	<b>15.55</b>
<b>Límites de Atterberg</b>		<b>W<sub>L</sub></b>	<b>W<sub>P</sub></b>	<b>IP</b>
		<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>
		NO PLÁSTICO		
<b>Agresividad</b>		<b>ppm Sulfatos</b>		
		260		
<b>Expansividad</b>		<b>Índice de expansividad (MPa)</b>		<b>Cambio potencial de volumen</b>
		0.01		No crítico

Los análisis de laboratorio se han realizado de dos muestras extraídas a una profundidad de -1.20 a -1.70 m y de -7.00 a -7.60 m desde la cota de inicio del sondeo; **las actas de resultados se encuentran en el Anejo – E del presente informe.**

#### **4. CONTEXTO GEOLÓGICO**

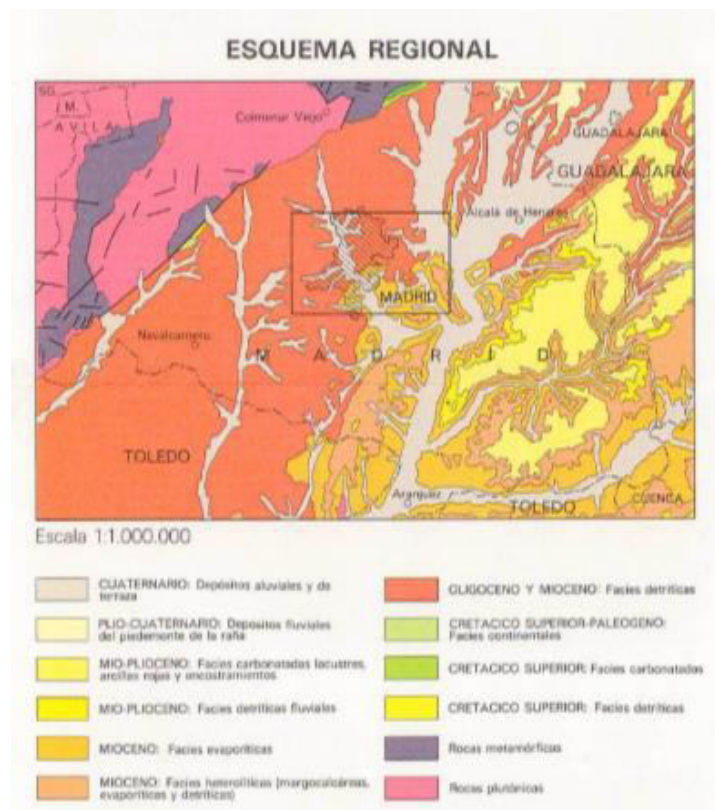
##### **4.1. ZONA GEOLÓGICA**

En la Hoja de Madrid aparecen representados varios conjuntos litológicos de características bien diferenciadas. Destacan por su extensión, en la parte occidental y septentrional, los depósitos arcóscicos miocenos, que fueron agrupados bajo la denominación general de Facies Madrid (Riba, 1957). Dichos depósitos arcóscicos forman asimismo un conjunto morfológico netamente individualizable en relación con los sedimentos yesíferos y arcilloso-carbonáticos que afloran al Sur y Este del casco urbano

de Madrid. Los términos arcillosos coinciden, en gran parte, con depresiones morfológicas de la zona centro-oriental de la Hoja, Por último, las formaciones yesíferas más meridionales dan lugar a escarpes bastantes abruptos en la vertiente izquierda del Manzanares, así como en la vertiente derecha del Jarama. Los valles de estos ríos presentan un desarrollo más bien amplio de niveles de terraza.

**TERCIARIO**

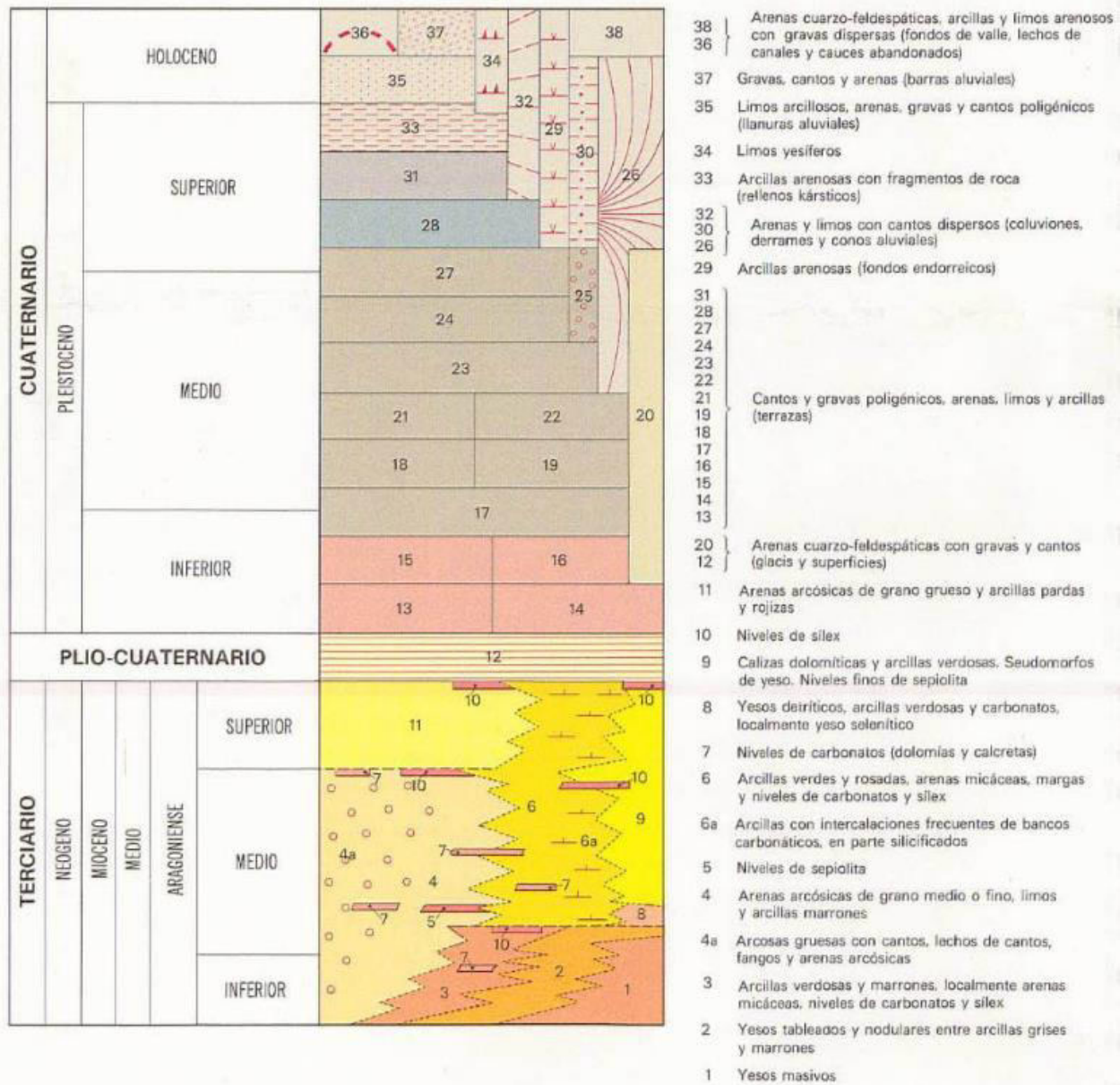
El Mioceno comprende la totalidad de los depósitos terciarios que afloran dentro de la Hoja de Madrid. Los términos más bajos de la sucesión litoestratigráfica corresponden a los niveles de yesos situados en la parte meridional (Vallecas-borde del Valle del Manzanares) y Sur-oriental de la Hoja (alrededores de San Fernando de Henares y Rivas del Jarama).



Fuente: Mapa Geológico Nacional (MAGNA-IGME). Esquema regional. Escaneado

En el área objeto de este estudio nos encontramos principalmente con materiales cuaternarios, que se corresponden con arcillas y limos de llanura aluvial.





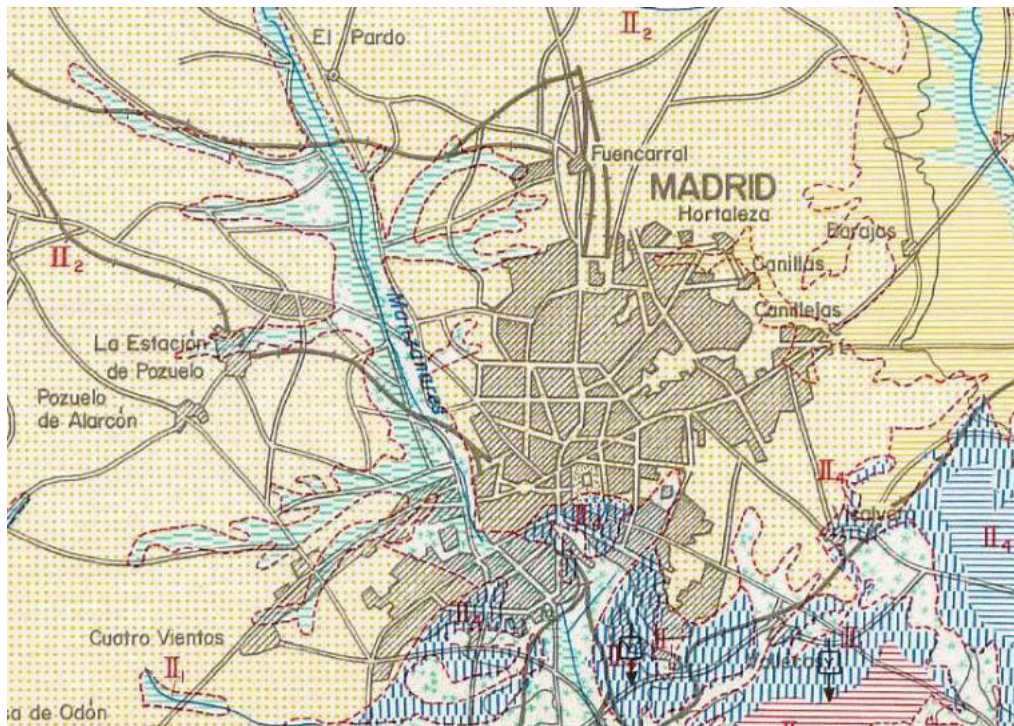
Fuente: Mapa Geológico Nacional (MAGNA-IGME). Escaneado



**4.2. ZONA GEOTÉCNICA**

Según los resultados obtenidos en los ensayos de campo así como las observaciones llevadas a cabo en el terreno de estudio, y de acuerdo al plano general de zonificación geotécnica del IGME, podemos encuadrar al solar en la zona geotécnica II<sub>2</sub>.

**Mapa de zonificación geotécnica de la zona de estudio**



*Fuente: Zonificación geotécnica de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid)*

<p><b>II<sub>4</sub></b> FORMAS DE RELIEVE ALOMADAS</p>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas margosas, yesíferas y arcillosas, que sirven de base a las calizas del Area anterior. Presentan una disposición "inclinada", con formas redondeadas, pendientes intermedias y abundantes huellas de erosión lineal. Es totalmente impermeable, sin embargo el drenaje por escorrentia superficial es aceptable, no apareciendo zonas de encharcamiento.</p> <p>Sus características mecánicas son algo engañosas, pues si bien en condiciones "secas" (fuera del contacto del agua), posee una capacidad de carga alta y asientos inexistentes o de magnitud baja, en contacto con el agua, esta disuelve los yesos pudiendo aparecer, oquedades y hundimientos bruscos, por una parte, y aguas selenitosas, por otra, estas últimas altamente peligrosas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p>
---	--

*Fuente: Leyenda del Zonificación geotécnica de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid)*



### **4.3. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

#### **Situación de MADRID en el Plano Hidrogeológico**



*Fuente: Atlas Hidrogeológico de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid). Escaneado*

**LEYENDA LITOLÓGICA**

I	II	III	LITOLOGÍA	EDAD
			Aluviones y terrazas bajas. Arenas, limos, gravas. PERMEABLE	CUATERNARIO
			Coluviones. Conos de deyección, glacia, terrazas altas, Arenas limos, gravas, matriz arcillosa	CUATERNARIO
			Calizas lacustres de los Páramos de la Alcarria. PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno Superior
			Gravas, arenas, arcillas. Calizas, margas, yesos	TERCIARIO - Mioceno Superior - Medio
			Yesos y margas yesíferas	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Bandeados de arcilla y margas, margocalizas, calizas, sílex, sepiolitas y niveles arenosos	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arcillas, niveles margosos y arenosos bien estratificados	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arenas, gravas finas, arenas fangosas, bloques y arcillas. PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arenas, gravas finas y gravas con más o menos niveles de fangos arcillosos. PERMEABLE - SEMIPERMEABLE	TERCIARIO - Paleogeno
			Areniscas calcáreas, calizas y dolomías. PERMEABLE	CRETACICO
			Granitos, gneises. Diques de cuarzo, pegmatitas, etc.	COMPLEJO IGNEO-METAMORFICO

I : FORMACIONES POROSAS, NORMALMENTE SIN CONSOLIDAR  
 II : FORMACIONES FISURADAS Y KARSTIFICADAS  
 III: FORMACIONES POROSAS Y FISURADAS, OCASIONALMENTE CON ACUIFEROS ASILADOS DE INTERES LOCAL

Fuente: Leyenda del Atlas Hidrogeológico de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid)

#### 4.4. GEOMORFOLOGÍA

Se ha comprobado a partir de la información bibliográfica y gráfica disponible que **no existen especiales condiciones geomorfológicas que sea necesario tener en cuenta** de cara al proyecto de las cimentaciones.

Los materiales estudiados presentan una disposición inclinada, con formas redondeadas, pendientes intermedias y abundantes huellas de erosión lineal. Son totalmente impermeables, aunque el drenaje por escorrentía superficial es aceptable, no apareciendo zonas de encharcamiento.

#### **4.5. RIESGOS GEOLÓGICOS**



Se ha comprobado que **no existen problemas geológicos especiales en el entorno** que sea necesario tener en cuenta, ni antecedentes geológicos relevantes como fallas, fracturas, zonas de erosión o socavación, laderas inestables, etc.

Según el mapa geotécnico general de la zona de estudio, a escala 1:200.000 del IGME, las condiciones constructivas son **desfavorables**, pudiéndose detectar problemas de tipo litológico, hidrológico o geotécnico en la zona estudiada

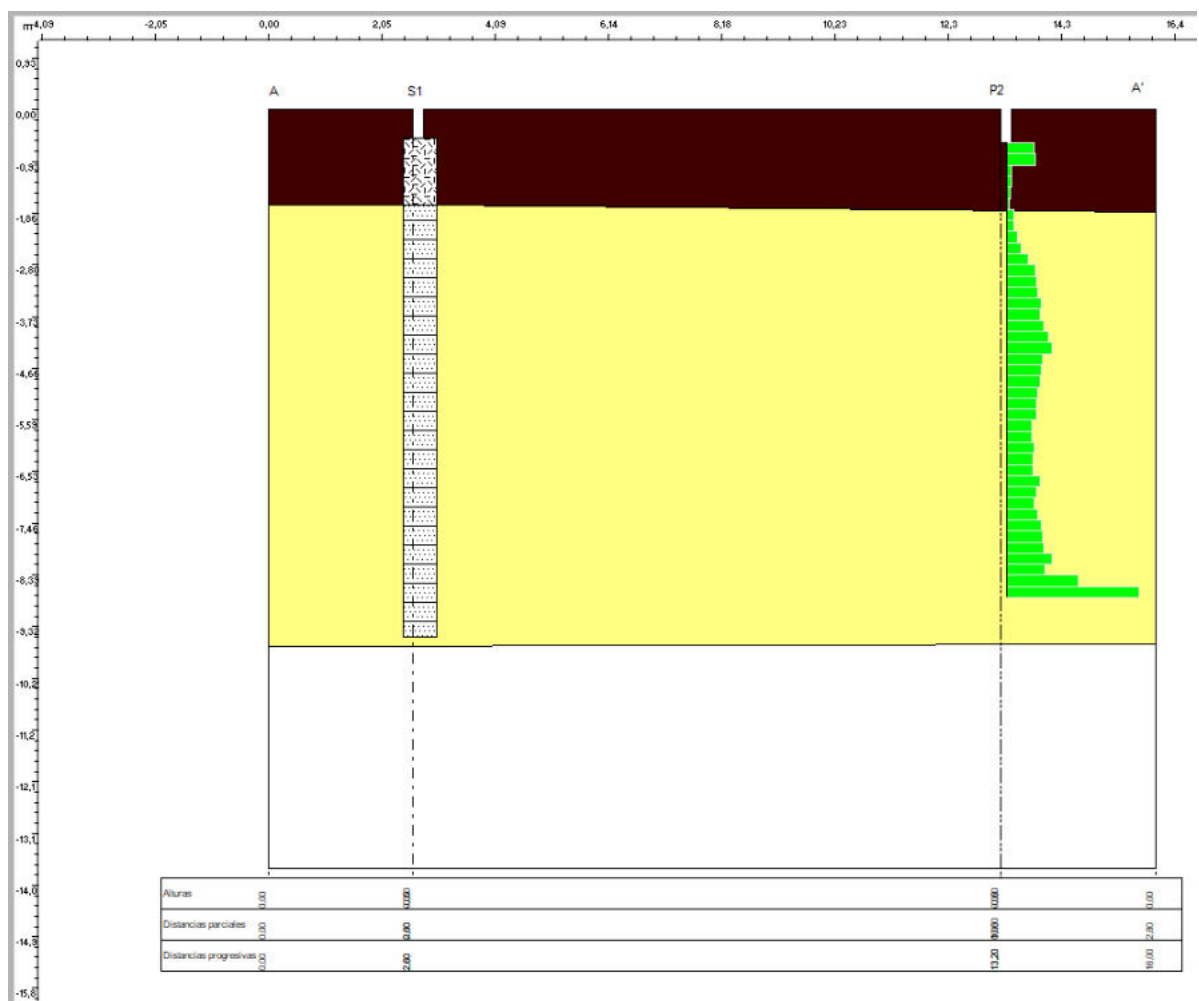
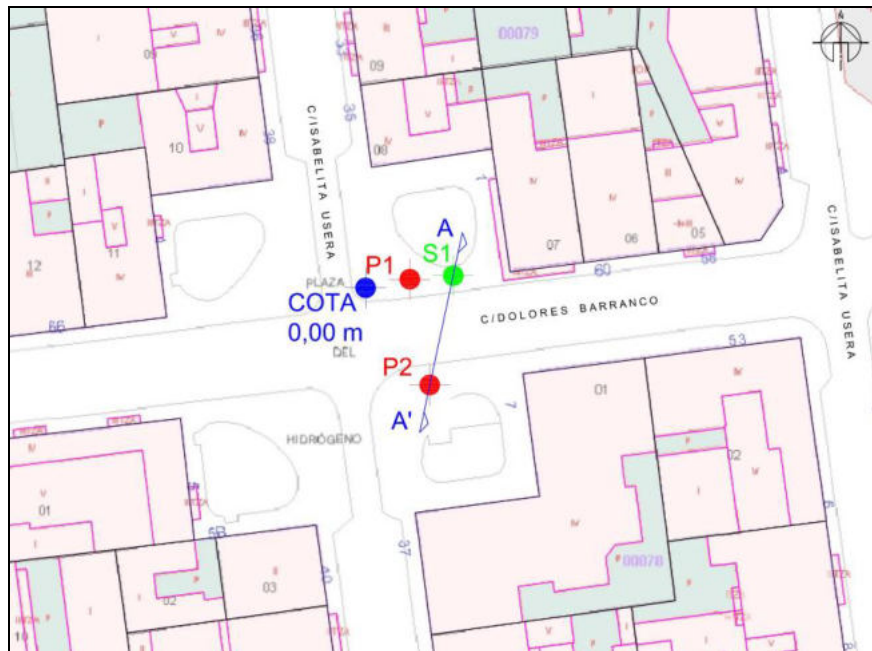
5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

5.1. ESTRATIGRAFÍA LOCAL Y PERFILES GEOTÉCNICOS

**DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SONDEO 1**

Prof.(m)	Litología	Descripción	Cota
1		RELLENOS	1.20
2		ARENAS ARCILLOSAS	
3			
4			
5			9.00
6			
7			
8			
9			

**PERFILES GEOTÉCNICOS**



## **5.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS BÁSICAS**

Partiendo de los datos recopilados en los distintos materiales atravesados derivados de los sondeos y de laboratorio podemos elaborar los siguientes perfiles geomecánicos:

### **Nivel 1: Rellenos artificiales no controlados**

Desde el inicio del sondeo y hasta una profundidad máxima de -1,20 m de profundidad aparece un nivel de relleno artificial no controlado, compuesto por restos de antigua calzada inmersos en una matriz limoarenosa de color marrón claro, con manchas blancas de cal dispersas y evidentes signos de remoción.

Este nivel deberá ser eliminado; sobre el mismo no deberá apoyar ningún elemento de la cimentación, pudiendo ocupar diferente espesor en otros puntos de la parcela.

### **Nivel 2: Arenas limosas de color marrón claro**

A partir del último nivel y hasta los 9,00 m de profundidad máxima reconocida en el sondeo aparece un material cuyo principal constituyente son las arenas, que presentan en general un tamaño de grano grueso, entremezcladas con una apreciable fracción fina, en el seno de una matriz de color marrón claro.

Este nivel se corresponde perfectamente con el material tipificado en el contexto geológico anteriormente expuesto como 21 el cual se describe como arenas, limos y arcillas con cantos y gravas poligénicos, constituyendo la facies de terraza fluvial y edad pleistoceno medio. En profundidad se produce su transición discordante con el nivel 4, de edad aragoniense medio, y formado por arenas arcósicas de grano medio a fino. Se incluyen en ella el conjunto de rocas margosas, yesíferas y arcillosas dispuestos en materiales buzantes y fácilmente erosionables.

Sus características mecánicas son algo engañosas, pues si bien en condiciones secas poseen capacidad portante alta y asentamientos inexistentes o de baja magnitud, en contacto con el agua ésta disuelve los yesos pudiendo aparecer oquedades y hundimientos bruscos.

Las muestras ensayadas en este nivel se corresponden con suelos tipo SM, según Casagrande (USCS), sin plasticidad.

A partir del resultado de los ensayos SPT la compacidad de este nivel va de medianamente densa a densa en profundidad. Según las penetraciones dinámicas la compacidad comienza siendo medianamente densa, alcanzando valores de muy densa en profundidad. Por tanto, en la zona de especial influencia de la cimentación asumiremos valores de compacidad **medianamente densa**.

Los análisis de iones sulfato realizados en este nivel encuadran a las muestras como no agresivas.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto y a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio y la experiencia previa con suelos similares a los de nuestro caso, se han supuesto los valores de los parámetros resistentes y módulos de deformación (tanto en condiciones drenadas como no drenadas) utilizados en los cálculos geotécnicos.

### **ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS**

**A continuación, se detallan los parámetros geotécnicos del terreno (de los niveles identificados en el sondeo) supuestos según las correlaciones recogidas en las tablas del anejo D del Documento Básico Seguridad estructural y cimientos del Código Técnico de la Edificación:**

NIVEL	Compresión simple	Módulo de elasticidad	Coefficiente de Poisson	Densidad húmeda	Densidad seca	Peso específico aparente	Ángulo de rozamiento interno	(Navfac, 1971) Tipo de suelo	
	Qu (KN/m <sup>2</sup> )	(E) MN/m <sup>2</sup>	(u)	( $\gamma_{sat}$ ) (KN/m <sup>3</sup> )	( $\gamma_d$ ) (KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	( $\phi$ )	Cohesión compactado (t/m <sup>2</sup> )	Cohesión saturado (t/m <sup>2</sup> )
1	--	--	--	--	--	17,0	22	--	--
2	70	5	0,30	18,5	16,0	19,0	32	--	--
2 (>2,50 m)	275	45	0,30	21,0	19,0	21,5	29	5,13	2,05

**- Cálculo del coeficiente de empuje en reposo (K<sub>0</sub>):**

Es muy difícil su determinación por depender de factores como los esfuerzos tectónicos sufridos por el terreno durante su historia geológica, el grado de consolidación y la compacidad alcanzada por el terreno. A falta de valoración basada en la experiencia local, ensayos "in situ", información geológica u otras, el CTE recomienda estimarlo usando los siguientes criterios:

Para una superficie de terreno horizontal, el coeficiente K<sub>0</sub> de empuje en reposo, que expresa la relación entre las tensiones efectivas horizontal y vertical (esto es, el peso de las tierras), se puede determinar mediante:

$$K_0 = (1 - \text{sen } \Phi) \times (\text{Roc})^{1/2}$$

siendo:

$\Phi$  = el ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno.

Roc = la razón de sobreconsolidación. La fórmula no se debería utilizar para valores extremadamente altos de Roc, superiores a 25-30.

Asimilamos que los terrenos objeto de estudio se encuentran en un estado normalmente consolidado, de manera que Roc es igual a 1, por lo que el valor de este coeficiente de empuje en reposo es:  $K_0 = 1 - \text{sen } \Phi = 0,47$  para el nivel 2 superficial.



Dado que no tenemos datos de cómo serán los muros no podemos realizar el cálculo para cuando el terreno se eleva a partir del muro con un ángulo  $i \leq \Phi$  con respecto a la horizontal.

## **6 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

### **6.1 TIPO DE CIMENTACIÓN**

Teniendo en cuenta que se proyecta la instalación de un arco ornamental de estilo chino sobre las aceras de la C/ Dolores Barranco, y teniendo en cuenta que la capacidad portante del terreno es variable y se puede ver afectada por la presencia de agua, así como los resultados de laboratorio expuestos anteriormente, vamos a considerar la opción de cimentación profunda mediante micropilotes, perforados e inyectados *in situ* con el fin de disminuir afecciones considerando que el estrato competente se encuentra a partir de los 2,50 m desde la superficie.

Para la selección del tipo de cimentación más conveniente de acuerdo con las características mecánicas del suelo de desplante, y para que los asentamientos tanto totales como diferenciales queden dentro de los límites permitidos según el tipo de estructura, se pueden seguir estos alineamientos:

- Usar zapatas aisladas en suelos de baja compresibilidad ( $C_c$  menor de 0,20) y donde los asentamientos diferenciales entre columnas puedan ser controlados.
- En suelos de compresibilidad media ( $C_c$  entre 0,20 y 0,40), para mantener los asentamientos dentro de ciertos límites, se emplean zapatas continuas rigidizadas con vigas de cimentación. La intensidad de las cargas indicará si se unen las zapatas en una o más direcciones.

- Cuando las cargas sean bastante pesadas y al emplear zapatas continuas éstas ocupen cerca del 50% del área del edificio en planta, es más económico usar una sola losa de cimentación.
- Para suelos de compresibilidad media, alta o muy alta y con baja capacidad de carga, es necesario el uso de cimentaciones compensadas.
- Cuando la cimentación por compensación no sea económicamente adecuada para soportar las cargas puede combinarse la compensación parcial y pilotes de fricción.
- Cuando las cargas sean demasiado elevadas conviene, para el caso de suelos de baja capacidad de carga, usar pilotes de punta apoyados en un estrato resistente.

## **7 CIMENTACIÓN PROPUESTA**

### **7.1. CIMENTACIÓN MEDIANTE MICROPILOTES**

Nos referiremos en este epígrafe a la capacidad portante del terreno de cimentación, estableciendo los niveles de cargas admisibles para **un tipo de cimentación profunda con micropilotes, perforados e inyectados in situ.**

Los micropilotes presentan cuatro áreas de utilización:

- **Como cimentación y/o recalce de estructuras**, trabajando básicamente a compresión.
- Constituyendo cortinas o muros discontinuos para contención de terrenos o excavaciones profundas.
- Trabajando a flexión, tracción o flexotracción en la corrección de corrimientos o deslizamientos.
- En paraguas de presostenimiento de túneles tanto en las bocas como para el paso de terrenos muy difíciles o para la recuperación de tramos con hundimientos.

El uso de micropilotes en recalces y cimentaciones tiene muchas ventajas:

- **Los equipos son de tamaño reducido** y pueden trabajar incluso dentro de un sótano.
- Pueden instalarse en cualquier tipo de terreno y atravesar, si es necesario, inclusiones duras (como por ejemplo elementos de cimentaciones antiguas de hormigón o mampostería).
- Su perforación es muy similar a la de un sondeo, lo que permite detectar eventuales cavidades (y en su caso rellenarlas a través de la perforación).
- Dada su esbeltez trabaja casi exclusivamente por fuste por lo que no es preciso que la punta se apoye en un estrato más compacto.
- Como se trata de un elemento de construcción sencilla el proyecto puede ser flexible y ajustarse a las posibles condiciones del terreno (y de la cimentación) si son cambiantes.

Las fases constructivas de un micropilote son las siguientes:

- Perforación
- Perforación terminada
- Colocación de la armadura
- Puesta en obra del mortero mediante una tolva tremie
- Hormigonado terminado
- Extracción de la entubación manteniendo el mortero a presión mediante aire comprimido
- Terminación del micropilote añadiendo algo de mortero en cabeza

La perforación se realiza a rotación. El residuo de perforación es lavado con agua o con fango bentonítico. La armadura es una barra para diámetros pequeños (10 cm), un tubo o una armadura compuesta para diámetros mayores (hasta 26 a 30).

El mortero tiene una dosificación muy alta. La presión aplicada al mortero durante la extracción de la entubación se realiza con aire comprimido y por lo tanto no excede de 6 a

8 bares. El sistema hace que el mortero se adapte completamente al terreno y rellene cualquier irregularidad de perforación. El resultado es un diámetro efectivo mayor que el nominal. En bastantes casos no se aplica presión ni inyección al micropilote, cuyo relleno se realiza por gravedad.

Por lo tanto, los métodos de instalación de un micropilote pueden ser muy distintos y es preciso clasificarlos de alguna manera a fin de definir en cada caso el tipo de micropilote obtenido. Según la AETESS se ha propuesto una clasificación en tres categorías según el tipo de inyección:

- **Tipo 1: Inyección única global (IGU):** Se produce en dos etapas; en la primera la lechada se emplaza por gravedad entre la perforación y la armadura, desde la boca del sondeo o desde la armadura tubular. La segunda se realiza con un obturador en la boca de la armadura tubular de acero, a través de válvulas antirretorno o manguitos, con presión final de hasta 1 MPa, para conseguir una consolidación y pequeña compactación del terreno circundante.
- Tipo 2: Inyección única repetitiva (IR)
- **Tipo 3: Inyección repetitiva y selectiva (IRS).** Se efectúa mediante la introducción de un doble obturador en el tubo manguito que permite seleccionar el intervalo de inyección al nivel deseado y repetir la operación varias veces.

La solución mediante micropilotes es la mejor indicada cuando, como en nuestro caso, el estrato competente se localiza a cierta profundidad desde la rasante de la acera a intervenir, del orden de aproximadamente de 2,50 m.

Dichos micropilotes son en esencia pilotes de pequeño tamaño (entre 150 y 250 mm son los más habituales en el recalce de edificaciones), pero cuya armadura está habitualmente constituida en la actualidad por una tubería de acero de alta resistencia, de menor diámetro que la perforación, introduciendo para el relleno tanto del espacio anular que la

separa del terreno como en su interior, un mortero o lechada de cemento, bien sea por gravedad o con una determinada presión de inyección.

Los elementos longitudinales así constituidos, de muy pequeña rigidez transversal, trabajan muy bien en sentido longitudinal, a compresión o tracción, con una alta capacidad portante estructural asociada a la tubería de acero empleada.

La transmisión de las cargas que soportan al terreno se efectúa por el fuste, a través de la lechada que rellena el espacio anular que queda entre la perforación y el tubo de acero interior, siendo la resistencia por la punta en general despreciable.

La maquinaria que se puede utilizar para su ejecución es de muy reducidas dimensiones y permite el trabajo en superficies pequeñas y con gálidos muy exigentes (con mucha frecuencia, hay que trabajar en plantas bajas o sótanos con altura de forjados en edificación muy limitadas). Y al mismo tiempo, los pequeños diámetros utilizados hacen posible que las herramientas disponibles permitan la perforación en todos tipos de terreno y de fábricas.

El sistema de cimentación de micropilotes se hincará en función de los valores de resistencia requeridos para la estructura proyectada, asegurándose en cualquier caso de que **se incrusten dentro del nivel que ofrece mayor resistencia**.

En el cálculo de la resistencia por fuste, la carga de hundimiento por fuste se obtiene de la expresión:

$$Q_{hf} = \pi * \varnothing_{micro} * \sum R_{fi} * L_i$$

siendo:

$Q_{hf}$  = Carga de hundimiento por fuste (T)

$\varnothing_{\text{micro}}$  = Diámetro de cálculo del micropilote (m)

$$\varnothing_{\text{micro}} = \varnothing_{\text{nominal}} * \gamma_f$$

$\varnothing_{\text{micro}}$  = Diámetro nominal del micropilote (m)

$\gamma_f$  = Coeficiente de mayoración del diámetro del micropilote obtenido en función del sistema de inyección y tipo de terreno de cada capa. Tendremos 1,10 para la capa de arenas y gravas.

$R_{fi}$  = Resistencias unitarias por fuste para cada nivel ( $T/m^2$ ), obtenidas de los ábacos establecidos por el procedimiento de cálculo de Michel Bustamante en función del tipo de inyección de los micropilotes y de los valores obtenidos en el ensayo de penetración estándar S.P.T., ensayos de Compresión Simple, etc.

$L_i$  = Longitud de cada nivel (m)

$L_{\text{nivel II}}$  = Longitud de empotramiento en el nivel III de arenas y gravas.

Para poder aplicar este método es preciso que se realice una inyección a presión, y que los volúmenes de lechada inyectada  $V_i$  excedan de los volúmenes teóricos del bulbo previsto  $V_s$ . Debe inyectarse entre un 50 – 100 % más sobre el volumen teórico para compensar las pérdidas de lechada por exudación en el terreno, las pérdidas ligadas a la técnica de inyección para poder tratar el suelo en la inmediata periferia del bulbo.

Si tenemos en cuenta el caso estudiado de micropilotes empotrados en un material granular, para el caso de una única fase de inyección (IGU), se obtiene una resistencia unitaria por fuste de **8,16 Tn/m<sup>2</sup>**, para el nivel 2 y hasta la cota de -2,50 m, y de **16,20 Tn/m<sup>2</sup>**, a partir de dicha cota.

Por su parte, para el caso de una inyección repetitiva y selectiva (IRS), se obtiene una resistencia unitaria por fuste de **10,20 Tn/m<sup>2</sup>**, para el nivel 2 y hasta la cota de -2,50 m, y de **20,40 Tn/m<sup>2</sup>**, a partir de dicha cota.

El sustrato competente podrá aparecer a distintas profundidades dentro de la parcela por lo que el hincado del micropilote podrá variar de un punto a otro de la parcela pero siempre dentro del nivel 2 a partir de 2,50 m.

Se recomienda la utilización de **aditivos sulforesistentes** en el mortero que se utilizará para la lechada de dada la existencia de rellenos, incluso con materia orgánica, y cristales de yesos.

La profundidad de cimentación se determinará exclusivamente en función de los parámetros de resistencia especialmente por fuste de los micropilotes recomendados, y no deja de ser orientativa ya que **la profundidad, número y disposición de micropilotes, en función de dichos parámetros de resistencia por punta y fuste, vendrá marcada por la disposición puntual de cargas que**, a cota de apoyo de solera proyectada, marque el proyecto de referencia.

Por tanto, siguiendo el modelo de cálculo propuesto, la Dirección Facultativa de la obra y la empresa encargada de la ejecución del pilotaje, podrán adaptar los resultados obtenidos a la realidad del terreno y a las necesidades particulares de la obra, evaluando distintas dimensiones de micropilote, diferente profundidad de empotramiento, el empleo de mayor o menor número de pilotes por encepado, etc., cumpliendo en cualquier caso los criterios de seguridad oportunos que garanticen la seguridad del personal en obra, las construcciones e infraestructuras cercanas, así como de la misma obra.

### **Rozamiento negativo en micropilotes**

Si un micropilotaje atraviesa una capa de terreno que se ve sometida a un proceso de consolidación, se producirá un descenso del suelo inmediatamente próximo al fuste de los micropilotes con respecto a éstos. El terreno tenderá a colgarse de los fustes de los micropilotes, induciéndoles unas tensiones producidas por un cierto rozamiento de signo contrario al resistente. Las compresiones van aumentando a medida que lo hace el asiento relativo del terreno con respecto al micropilote, hasta alcanzar unos valores máximos, produciéndose entonces un deslizamiento o rotura entre las zonas de terreno inmediatamente próximas al fuste del micropilote y las más alejadas.

El rozamiento negativo sobre micropilotes se produce por:

- Asiento del estrato en el que están incluidos por causa de rellenos o de cargas colocadas en la superficie. Estos rellenos se colocan para elevar la cota de la zona sobre un terreno blando, atravesado por micropilotes, o bien por acumulación de restos antrópicos de diverso origen.
- Colocación de sobrecargas superficiales próximas al micropilotaje.
- Relleno reciente que se consolida naturalmente.
- Compactación y asiento del terreno circundante por acciones de tipo dinámico.
- Aumento de las presiones efectivas debido a un rebajamiento del nivel freático. Al eliminarse la carga de agua, el término negativo en la carga efectiva se suprime, por lo que ésta aumenta.
- La hincada de los propios micropilotes puede remodelar el terreno, o inducir sobrepresiones intersticiales.
- Atravesar un material expansivo.

La capacidad resistente del micropilotaje como cimiento se verá reducida, ya que no se dispondrá del rozamiento positivo del fuste y además las zonas más profundas del terreno habrán de resistir la carga exterior más la dada por el rozamiento negativo.



El mayor valor de rozamiento negativo se produce en los primeros metros del micropilote, y sus efectos más perjudiciales se dan en micropilotes flotantes, en los que al llegar a anularse los rozamientos (positivo y negativo) pueden quedar prácticamente inservibles para soportar acciones exteriores.

El valor del rozamiento negativo que produce un terreno en un micropilote se expresa según la siguiente fórmula:

$$F_n = k_s \eta_v \tan \phi$$

$k_s$  : coeficiente de empuje en reposo

$\eta_v$  : tensión vertical efectiva que exista en el terreno

$\phi$  : ángulo de rozamiento suelo-pilote movilizado a largo plazo, que será una fracción del rozamiento interno efectivo del suelo o, como máximo, este valor.

La relación  $f_n/\eta_v$  varía entre 0,20 y 0,25, y se reduce al intervalo 0,01 – 0,05 cuando el pilote ha sido pintado con betún y protegido con bentonita durante su hinca. Otras medidas a adoptar pueden ser:

- Utilizar micropilotes de gran diámetro ya que, a igualdad de sección transversal, la superficie lateral resulta menor y el rozamiento negativo tiene un efecto menor sobre la capacidad de carga de los micropilotes de un grupo.
- Construcción de los micropilotes sobre un terreno ya muy consolidado, de forma que los asentamientos que queden por producirse sean muy pequeños y no movilicen el rozamiento negativo.
- Aislar los micropilotes mediante entubaciones perdidas, aunque no se podrá contar en este caso con el rozamiento positivo de fuste.

El máximo valor del rozamiento negativo será el valor de la adherencia micropilote-terreno, salvo que antes se haya producido la rotura del pilote a compresión. Solo una parte B de

este peso total se transmitirá a los micropilotes y otra (1-B) llegará al sustrato firme. A partir de la fórmula anterior se llega a la expresión real del rozamiento negativo:

$$Q_n = 0,25 \pi D L (p_0 + \gamma L/2) B$$

En base a la potencia de material superficial susceptible de producir rozamiento negativo (nivel 1), así como los parámetros geomecánicos a él asociados, y según la formulación anteriormente expuesta, **se obtiene un valor de rozamiento negativo de 0,02 kp/cm<sup>2</sup>**, a descontar del tramo de fuste del nivel 1 implicado (1,20 m).

Una vez estimado el rozamiento negativo que se vaya a generar, es necesario que el terreno de las zonas de la punta del pilote absorba esta acción negativa y la carga exterior,  $P_{ext}$ , transmitida a la cimentación. Si  $P_h$  es la carga de hundimiento del pilote debido a la resistencia de estas zonas, deberá adoptarse:

$$P_{ext} \leq P_h - f_n / 2$$

**Para los micropilotes perforados e inyectados in situ se deben seguir las siguientes recomendaciones**

- La ejecución de los mismos se ha de hacer al amparo de entubaciones y/o de lodos tixotrópicos en función de la alteración y/o estabilidad de las paredes del micropilote.
- En el caso de micropilotes barrenados, se necesita cumplir unas exigencias a la hora de ejecutarlos:
  - a) Inclinación del micropilote: máximo 6º, salvo que se tomen medidas de direccionado de la perforación y colocación de la armadura.
  - b) Micropilotes aislados: no se deben de realizar, salvo que se pueda asegurar, con registro continuo de parámetros, la continuidad estructural del micropilote.
  - c) Terreno inestable: no se deben ejecutar cuando se detecten espesores de terreno inestable mayores de tres veces el diámetro del micropilote.

- Las materias primas que se han de utilizar para la realización de este tipo de micropilotes han de cumplir con lo recogido en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.
- En cuanto al control, cabe destacar la necesidad de llevar un parte en el que se recojan los datos más importantes del micropilote (tipo, diámetro, longitud de entubación, datos de terreno, armaduras, hormigones, etc.) así como la recomendación de llevar, de acuerdo con la UNE-EN 1536:2001, una serie de controles en relación con el replanteo, excavación, lodo, armaduras y hormigón. Además se hace referencia explícita a los ensayos de integridad (transparencia sónica, impedancia mecánica y sondeos) y de carga (estáticos y dinámicos) a realizar en los micropilotes.

El método de cálculo que proponemos resulta esencialmente de un conjunto de datos facilitados por numerosos ensayos en magnitud real efectuados sobre anclajes o micropilotes inyectados en el marco de unos proyectos concretos. Este concierne a la estimación de la capacidad de anclaje o de la capacidad portante de esos dos tipos de cimentaciones inyectadas que están sometidas a sollicitaciones axiales de tipo estático.

Basado en el punto de vista geotécnico en las pruebas presiométricas o SPT, toma en consideración, en la medida de lo posible, las diferencias técnicas y las particularidades de realización propias de los anclajes y micropilotes actualmente comercializados en el mercado.

No obstante, a pesar del hecho de haber sido contrastado con pruebas reales, el método no bastará para garantizar en todos los casos las capacidades de anclaje portantes efectivas conforme a las estimadas por el cálculo. Al igual que para los pilotes, la heterogeneidad de los suelos y las vicisitudes de la ejecución habrán de incitar a la

prudencia. Por lo tanto, nos guardamos de ser demasiado dirigistas al nivel de la elección de los parámetros de ejecución asociados al método de cálculo.

Finalmente, no dejaremos de recordar que un plan de pruebas previas aún sigue siendo el mejor medio para comprobar la validez de las elecciones efectuadas al nivel del proyecto. Dicho plan estará tanto más justificado cuanto se trate de estudiar proyectos importantes.

Para concluir, advertiremos que el presente método de cálculo se refiere a las técnicas actuales de los anclajes y micropilotes. No queda excluido que las investigaciones en curso o los nuevos desarrollos técnicos, tanto a nivel de las armaduras como de las lechadas o modos de sellado, obliguen a completar o revisar el método propuesto.

## **7.2. ASIENTOS PREVISIBLES**

Una vez realizada la mejora del subsuelo no se prevén asientos diferenciales ya que la cimentación descansará sobre un mismo nivel compacto.

En el caso de ejecución de micropilotes, **para el cálculo de asientos** en terrenos en los cuales dichos asientos no se consideran críticos, como es el caso que nos afecta, la práctica geotécnica admite un procedimiento de cálculo el cual estima que los asientos de los micropilotes viene a ser el 1% de su diámetro más el acortamiento elástico del pilote (Vesic, 1970).

Para otras situaciones, se supone que toda la carga está repartida uniformemente en un plano a una profundidad “z” bajo la superficie del terreno. El cálculo en este caso se debe realizar con los criterios generales del cálculo de asientos en cimentaciones superficiales.

Un micropilote con adherencia para el fuste asienta mucho menos, para la misma carga total, que un pilote trabajando tan sólo por la punta. La carga admisible total del grupo de micropilotes vendrá condicionada a la disposición geométrica final del mismo.

Para arcillas, el pilote aislado flotante supone una mala solución que da lugar a asientos apreciables; no es el caso, debido a la existencia de un nivel resistivo en profundidad. Para grupos de pilotes el cálculo del asiento se asimila al de una zapata equivalente, la cual debe suponerse a una profundidad  $0,7 L$ , con  $L$  la longitud de los pilotes, y con el área resultante de un reparto a  $x$  grados desde la cabeza de los mismos, siendo  $x$  de  $10^\circ$  para arcillas blandas, y de  $20^\circ$  para arcillas compactas.

### **7.3. INTERACCIONES CON EDIFICIOS PRÓXIMOS**

Actualmente no existen edificaciones próximas al solar pero en el caso de que en el transcurso de ejecución del proyecto se edifique junto a la estructura, en las medianeras en las que no haya sótano o semisótanos, se recomienda ejecutar el muro de cerramiento mediante bataches cortos. De esta manera, se evitará afectar directamente a la cimentación o provocar el descalce de los muros o zapatas de dichas edificaciones.

### **7.4. EXCAVABILIDAD Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD**

#### **RIPABILIDAD**

El terreno es fácilmente ripable hasta la cota de cimentación con retroexcavadora pero se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

La terminación de la excavación en el fondo y las paredes debe tener lugar inmediatamente antes de la colocación de la solera de asiento, sea cual sea la naturaleza del terreno. Especialmente se tendrá en cuenta en terrenos arcillosos.

La excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable.

Una vez hecha la excavación hasta la profundidad necesaria y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

### **MEDIDAS DE ENTIBACIÓN O SOSTENIMIENTO**

En el caso de **terrenos granulares y materiales de relleno** se recomienda realizar el vaciado directamente con retroexcavadora evitando afectar a las construcciones en infraestructuras colindantes con la ayuda de bataches cortos u otro elemento de contención.

El desplante del encepado de la cimentación profunda recomendada requerirá la realización de una excavación general del orden de 1,20 m de profundidad. En estas condiciones, y dada la naturaleza de los materiales de relleno superficialmente encontrados, se considera necesaria la adopción de precauciones especiales para la contención provisional de tierras, según lo anteriormente comentado.

En el dimensionamiento del encepado podrán adoptarse los siguientes parámetros orientativos de empuje y capacidad portante del terreno, para el nivel 1:

- Densidad aparente: 1,70 gr/cm<sup>3</sup>.
- Cohesión efectiva: 0,00 kp/cm<sup>2</sup>.
- Angulo de rozamiento interno efectivo: 22,00°.
- Coeficiente de empuje activo: 0,45.

## **8. ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO**

De acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente (**NCSE-02 BOE del 11/10/2002**), no es necesaria la consideración de efectos sísmicos para el diseño estructural al darse las siguientes condiciones en la zona de influencia:

La aceleración sísmica básica en la provincia de Madrid resulta ser  $<0,04g$ , por lo tanto la aceleración sísmica de cálculo es de  $0,052g$  para  $t=100$  años  $< 0,06g$ .

Cuando el terreno de cimentación contenga en los primeros 20 m bajo la superficie del terreno, capas o lentejones de arenas sueltas o medianamente densas situadas, total o parcialmente, bajo el nivel freático, deberá analizarse la posibilidad de licuefacción.

Si se concluye que es probable que el terreno licue durante un sismo de cálculo, deberán evitarse las cimentaciones superficiales, a menos que se adopten medidas de mejora del terreno para prevenir dicho riesgo. Análogamente, en las cimentaciones profundas, las puntas de los pilotes deberán llevarse hasta suficiente profundidad bajo las capas licuables, para que pueda desarrollarse en esa parte la necesaria resistencia al hundimiento.

No se considerará la resistencia de fuste de los micropilotes en los tramos de terreno susceptibles de licuar durante el sismo de cálculo, ni en los situados por encima de esos estratos. Los micropilotes deberán enlazarse adecuadamente al encepado o al elemento estructural equivalente.

## **9. OTRAS CONSIDERACIONES**

### **9.1. PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO Y MARGEN DE VARIACIÓN**

No se ha detectado nivel freático a la cota de cimentación según los ensayos realizados por lo que se prevé que se encuentre a mayor profundidad no afectando a la estructura proyectada. No obstante, se ha detectado en el varillaje de perforación humedad quizás proveniente de fugas de la red agua o incluso por infiltraciones de escorrentía superficial.

### **9.2. AGRESIVIDAD**

(mg SO42- / Kg. de suelo seco)	No agresivo	Ataque débil (XA1)	Ataque medio (XA2)	Ataque fuerte (XA3)
<b>CÓDIGO ESTRUCTURAL</b>	<b>&lt;2000</b>	<b>2000-3000</b>	<b>3000-12000</b>	<b>&gt;12000</b>
<b>MUESTRA</b> 0310/2815 S1 MA001	1079			
0310/2815 S1 MA002	260			

En función de los resultados obtenidos, **las muestras de suelo ensayadas NO son agresivas para el hormigón.**

No obstante, dado el contexto geológico en el que se inscribe la parcela estudiada, la tipología de materiales reconocidos y coincidentes plenamente con los materiales testificados, así como la experiencia geotécnica recopilada en numerosos expedientes realizados en la zona por nuestra empresa, asumiremos la situación más desfavorable de la existencia de precipitados evaporíticos en el seno del material en que se embeberá la cimentación recomendada, que darán lugar a fuertes concentraciones de sulfatos agresivos frente a la mayoría de conglomerantes hidráulicos empleados en el hormigón, tal y como se ha expuesto en el apartado 7.1.



Por tanto, asumiremos que el ambiente en el que se empotrará la cimentación de la estructura objeto de estudio es Ila + Qc, por lo que el cemento que compone el hormigón a emplear en elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del mismo con velocidad alta debe poseer la condición de ser resistentes a los sulfatos (SR), según la EHE y la clasificación de cementos especificada en la UNE 80.303-1:2017.

De todo lo anteriormente expuesto, se aconseja que la dosificación de cemento para los elementos de la estructura y la cimentación en contacto directo con el terreno objeto de estudio no sea inferior a **350 kg/m<sup>3</sup>**, y que la relación máxima agua/cemento sea de **0,45**, según criterios de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). A título exclusivamente indicativo, la resistencia mínima compatible con los requisitos de durabilidad sería de 35 N/mm<sup>2</sup>. Debido al ambiente antes expuesto, se deja en manos de la Dirección Técnica el recubrimiento de las armaduras al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las mismas frente a la acción agresiva ambiental.

### **9.3. EXPANSIVIDAD**

Según los índices de plasticidad de las muestras ensayadas en laboratorio, y al resultado del ensayo Lambe realizado, no se prevé que se produzcan problemas de expansividad por cambios de volumen en el terreno debidos a variaciones de humedad.

A pesar de ello, y dada la naturaleza metaestable de los terrenos investigados, se recomienda tomar medidas encaminadas a evitar las variaciones de humedad en el terreno de apoyo del cimiento cuando esté sometido a ellas. Entre éstas destacan la construcción de una red perimetral de recogida de pluviales, a las que se dará salida aguas debajo de la estructura; la construcción de aceras de ancho mínimo 2 m, sobre una capa de zahorra

artificial compactada superior a 30 cm; ejecución de redes de abastecimiento de agua potable y saneamiento perfectamente estancas, etc.

**9.4. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y GRADO DE IMPERMEABILIDAD**

Los ensayos de permeabilidad están indicados para terrenos en los que es necesario realizar drenajes o la cimentación se encuentra bajo el nivel freático obteniendo así en estos casos un conocimiento suficiente de sus propiedades hidráulicas.

En función de la composición del material investigado que conforma el subsuelo del solar objeto del estudio, se va a estimar, según el CTE Documento Básico de Seguridad Estructural y Cimientos, el coeficiente de permeabilidad del terreno ( $k_s$ ) para poder determinar el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos sometidos a influencias hidráulicas.

Así, para los niveles identificados en el sondeo, el coeficiente de permeabilidad y el grado de impermeabilidad son los siguientes:

<b>SONDEO 1</b>		
<b>Nivel</b>	<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD <math>K_s(\text{cm/s})</math></b>	<b>GRADO DE IMPERMEABILIDAD (mínimo exigido a los muros)</b>
<b>1</b>	<b><math>10^{-2} \leq K_s</math></b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><math>10^{-5} &lt; K_s &lt; 10^{-2}</math></b>	<b>1</b>

**9.5. PRESENCIA DE RELLENOS ANTRÓPICOS SUPERFICIALES**

Dada su heterogeneidad y muy baja compactación, con depósitos altamente densificables y con riesgo de colapso, incluso bajo cargas pequeñas, la solución más habitual consiste en apoyar la estructura sobre pilotes o pozos transfiriendo la carga al substrato competente,

teniendo en cuenta el efecto de rozamiento negativo a que dan lugar estos rellenos. Se desaconseja la cimentación directa. Posibles medidas a adoptar son:

- Mejora del relleno mediante inyecciones, compactación dinámica, vibroflotación, etc, colocando después una losa suficientemente rígida.
- Sustitución o superación completa del material cuando su espesor no es muy grande.
- **Ejecución de pilotes, perforando a rotación con maquinaria especial, o sustituyéndolo por numerosos micropilotes.**

## **10 RESUMEN Y CONCLUSIONES.**

En el siguiente apartado resumiremos las características particulares del terreno estudiado mediante observaciones de campo, las unidades geotécnicas de los sondeos y el análisis de muestras de laboratorio.

- **El subsuelo** del solar objeto del presente estudio **está compuesto en primer lugar por un nivel de rellenos artificiales no controlados**, desde el inicio del sondeo y hasta una profundidad máxima de -1,20 m. Este nivel deberá ser eliminado; sobre el mismo no deberá apoyar ningún elemento de la cimentación, pudiendo ocupar diferente espesor en otros puntos de la parcela.
- A partir del último nivel y hasta los 9,00 m de profundidad máxima reconocida en el sondeo aparece un material cuyo principal constituyente son las arenas, que presentan en general un tamaño de grano grueso, entremezcladas con una apreciable fracción fina, en el seno de una matriz de color marrón claro. Sus características mecánicas son algo engañosas, pues si bien en condiciones secas poseen capacidad portante alta y asientos inexistentes o de baja magnitud, en contacto con el agua ésta disuelve los yesos pudiendo aparecer oquedades y hundimientos bruscos. En la zona de especial influencia de la cimentación asumiremos valores de compacidad **medianamente densa**.

NIVEL	Compresión simple	Módulo de elasticidad	Coefficiente de Poisson	Densidad húmeda	Densidad seca	Peso específico aparente	Ángulo de rozamiento interno	(Navfac, 1971) Tipo de suelo	
	Qu (KN/m <sup>2</sup> )	(E) MN/m <sup>2</sup>	(u)	( $\gamma_{sat}$ ) (KN/m <sup>3</sup> )	( $\gamma_d$ ) (KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )	( $\varphi$ )	Cohesión compactado (t/m <sup>2</sup> )	Cohesión saturado (t/m <sup>2</sup> )
1	--	--	--	--	--	17,0	22	--	--
2	70	5	0,30	18,5	16,0	19,0	32	--	--
2 (>2,50 m)	275	45	0,30	21,0	19,0	21,5	29	5,13	2,05

- Para la realización de los ensayos se realizaron catas manuales para corroborar la posible afcción de servicios enterrados previamente detectados con georadar,

radiodetección y apertura de arquetas y pozos de registros. Por tal motivo, la cota de inicio de los trabajos de campo se sitúa a -0.50 m para el sondeo y DPSH-1 y a -0.60 m para el DPSH 2 con respecto a la rasante de la acera de la C/ Dolores Barranco (ver cota 0,00 representada en los anejos de situación de los ensayos). La ubicación de cada uno de ellos se puede ver en sus anejos correspondientes.

- Teniendo en cuenta que se proyecta la instalación de un arco ornamental de estilo chino sobre las aceras de la C/ Dolores Barranco, y teniendo en cuenta que la capacidad portante del terreno es variable y se puede ver afectada por la presencia de agua, así como los resultados de laboratorio expuestos anteriormente, vamos a considerar la opción de cimentación profunda mediante micropilotes, perforados e inyectados *in situ* con el fin de disminuir afecciones considerando que el estrato competente se encuentra a partir de los 2,50 m desde la superficie.
- Los valores de carga admisible para el micropilotaje vienen desarrollados en el apartado 7.1 y corresponde a una resistencia unitaria por fuste de **8,16 Tn/m<sup>2</sup>**, para el nivel 2 y hasta la cota de -2,50 m, y de **16,20 Tn/m<sup>2</sup>**, a partir de dicha cota, para el caso de una única fase de inyección (IGU). Por su parte, para el caso de una inyección repetitiva y selectiva (IRS), se obtiene una resistencia unitaria por fuste de **10,20 Tn/m<sup>2</sup>**, para el nivel 2 y hasta la cota de -2,50 m, y de **20,40 Tn/m<sup>2</sup>**, a partir de dicha cota.
- Se recomienda la utilización de **aditivos sulforesistentes** en el mortero que se utilizará para la lechada de dada la existencia de rellenos, incluso con materia orgánica, y cristales de yesos.
- La profundidad de cimentación se determinará exclusivamente en función de los parámetros de resistencia especialmente por fuste de los micropilotes recomendados, y no deja de ser orientativa ya que **la profundidad, número y disposición de micropilotes, en función de dichos parámetros de resistencia**

**por punta y fuste, vendrá marcada por la disposición puntual de cargas que**, a cota de apoyo de solera proyectada, marque el proyecto de referencia. Por tanto, siguiendo el modelo de cálculo propuesto, la Dirección Facultativa de la obra y la empresa encargada de la ejecución del pilotaje, podrán adaptar los resultados obtenidos a la realidad del terreno y a las necesidades particulares de la obra, evaluando distintas dimensiones de micropilote, diferente profundidad de empotramiento, el empleo de mayor o menor número de pilotes por encepado, etc., cumpliendo en cualquier caso los criterios de seguridad oportunos que garanticen la seguridad del personal en obra, las construcciones e infraestructuras cercanas, así como de la misma obra.

- En base a la potencia de material superficial susceptible de producir rozamiento negativo (nivel 1), así como los parámetros geomecánicos a él asociados, y según la formulación anteriormente expuesta, **se obtiene un valor de rozamiento negativo de 0,02 kp/cm<sup>2</sup>**, a descontar del tramo de fuste del nivel 1 implicado (1,20 m).
- La estimación de las deformaciones esperadas por el conjunto estructural-cimentación propuesta quedan recogidas en el apartado 7.2.
- Actualmente no existen edificaciones próximas al solar pero en el caso de que en el transcurso de ejecución del proyecto se edifique junto a la estructura, en las medianeras en las que no haya sótano o semisótanos, se recomienda ejecutar el muro de cerramiento mediante bataches cortos. De esta manera, se evitará afectar directamente a la cimentación o provocar el descalce de los muros o zapatas de dichas edificaciones.
- El desplante del encepado de la cimentación profunda recomendada requerirá la realización de una excavación general del orden de 1,20 m de profundidad. En estas condiciones, y dada la naturaleza de los materiales de relleno

superficialmente encontrados, se considera necesaria la adopción de precauciones especiales para la contención provisional de tierras, expuestas en el apartado 7.4.

- El terreno hasta la cota de cimentación es fácilmente **ripable** con medios convencionales (ver apartado 7.4).
- No se ha detectado nivel freático a la cota de cimentación según los ensayos realizados por lo que se prevé que se encuentre a mayor profundidad no afectando a la estructura proyectada. No obstante, se ha detectado en el varillaje de perforación humedad quizás proveniente de fugas de la red agua o incluso por infiltraciones de escorrentía superficial.
- La localidad de Usera se encuentra enmarcada en la zona de peligrosidad sísmica nula ( $a_b < 0,04g$ ), por lo tanto la aceleración sísmica de cálculo es de  $0,052g$  para  $t=100$  años  $< 0,06g$ , según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.
- El **contenido en sulfatos** del suelo a la cota de cimentación clasifica a las muestras analizadas como no agresivas al ser su valor inferior a 2000 ppm. No obstante, dado el contexto geológico en el que se inscribe la parcela estudiada, la tipología de materiales reconocidos y coincidentes plenamente con los materiales testificados, así como la experiencia geotécnica recopilada en numerosos expedientes realizados en la zona por nuestra empresa, asumiremos la situación más desfavorable de la existencia de precipitados evaporíticos en el seno del material en que se embeberá la cimentación recomendada, que darán lugar a fuertes concentraciones de sulfatos agresivos frente a la mayoría de conglomerantes hidráulicos empleados en el hormigón, tal y como se ha expuesto en el apartado 9.2.
- Según los índices de plasticidad de las muestras ensayadas en laboratorio, y al resultado del ensayo Lambe realizado, no se prevé que se produzcan problemas de expansividad por cambios de volumen en el terreno debidos a variaciones de

humedad. A pesar de ello, y dada la naturaleza metaestable de los terrenos investigados, se recomienda tomar medidas encaminadas a evitar las variaciones de humedad en el terreno de apoyo del cimiento cuando esté sometido a ellas, recogidas en el apartado 9.3.

- El **grado de impermeabilidad** mínimo exigido a los suelos sometidos a influencias hidráulicas está en relación directa con el coeficiente de permeabilidad del terreno ( $K_s$ ). La cimentación prevista, se apoyará sobre un nivel con un grado de impermeabilidad 1 (**ver apartado 9.4.**).
- Dada su heterogeneidad y muy baja compactación, con depósitos altamente densificables y con riesgo de colapso, incluso bajo cargas pequeñas, la solución más habitual consiste en apoyar la estructura sobre pilotes o pozos transfiriendo la carga al substrato competente, teniendo en cuenta el efecto de rozamiento negativo a que dan lugar estos rellenos. Se desaconseja la cimentación directa.



Finalmente, señalaremos que la interpretación de los datos recopilados a través de los trabajos de campo realizados es únicamente fidedigna en los puntos investigados y en la fecha de su ejecución. De esta manera, su extensión al resto del subsuelo del solar objeto del presente estudio sólo puede ser una interpretación razonable debido al estado actual de las técnicas y las normas empleadas.

Cualquier irregularidad detectada durante la ejecución de la obra no recogida en los ensayos de campo o en los ensayos de laboratorio del presente informe deberá ser objeto de estudio para evaluar su posible repercusión en la futura construcción. Asimismo, cualquier cambio de cota de apoyo respecto a la expresada en el presente informe deberá ser comunicado a nuestros técnicos para certificar sus propiedades geomecánicas, resistentes y químicas.

ESTE INFORME CONSTA DE 47 PÁGINAS NUMERADAS

19 de diciembre de 2022

VºBº Director de laboratorio



Francisco Rico Forte

Col. 1159 – Ilustre Colegio Oficial de Químicos de  
Murcia

Jefe de Área de Geotecnia

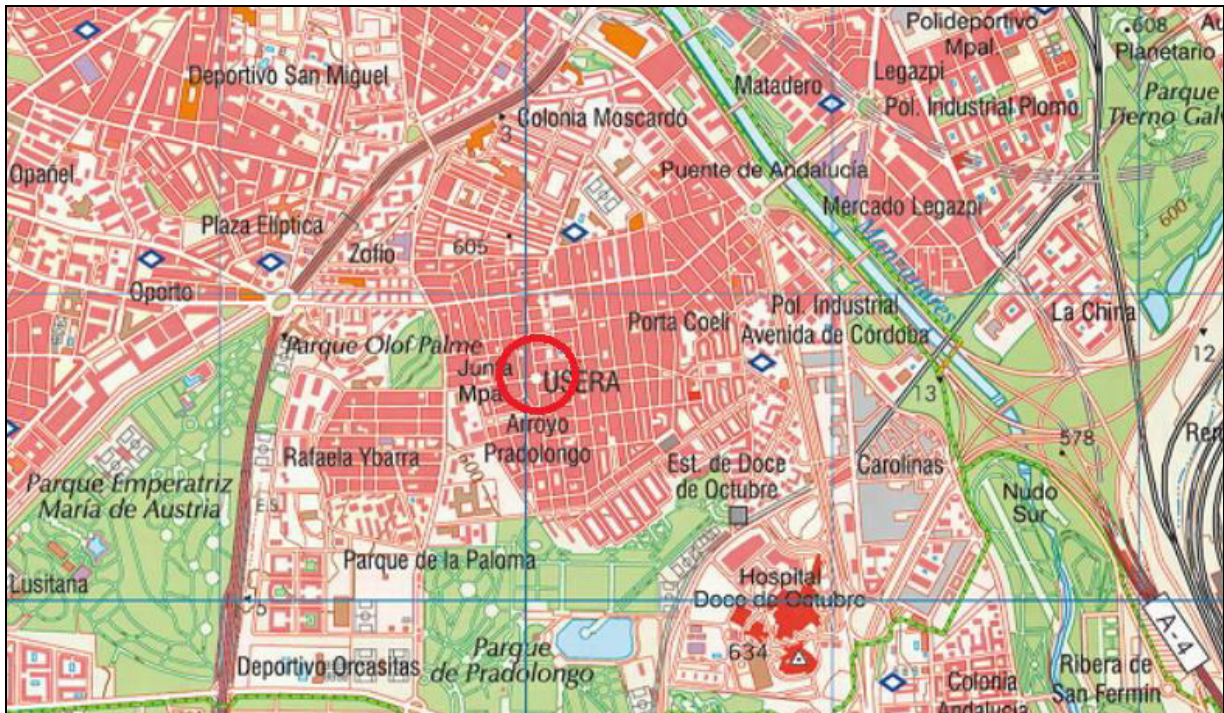


César Cambeses Torres

Col. 856 – Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de  
Andalucía

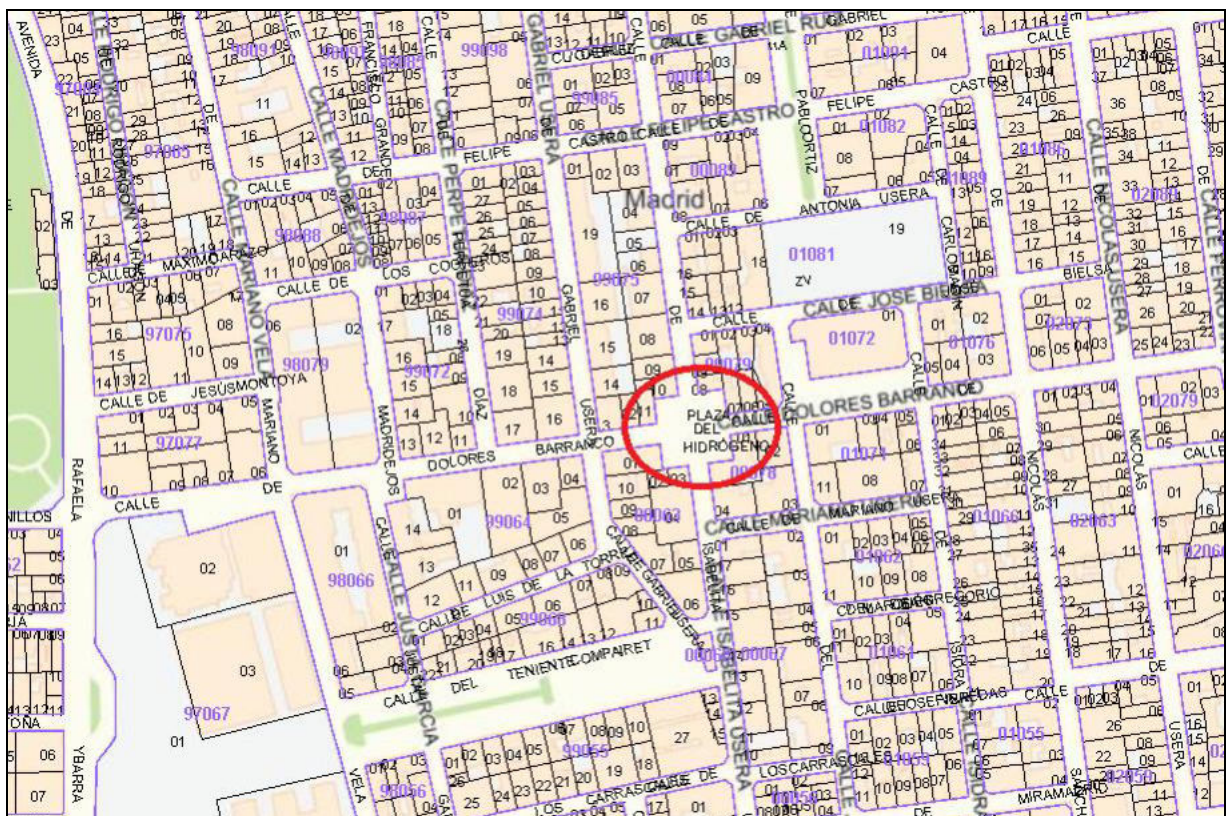
**ANEJO – A**

**PLANO DE SITUACIÓN Y ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**



**Mapa provincial de la localidad en la que se realiza el estudio**

Cartografía del Instituto Geográfico Nacional (MAPA)

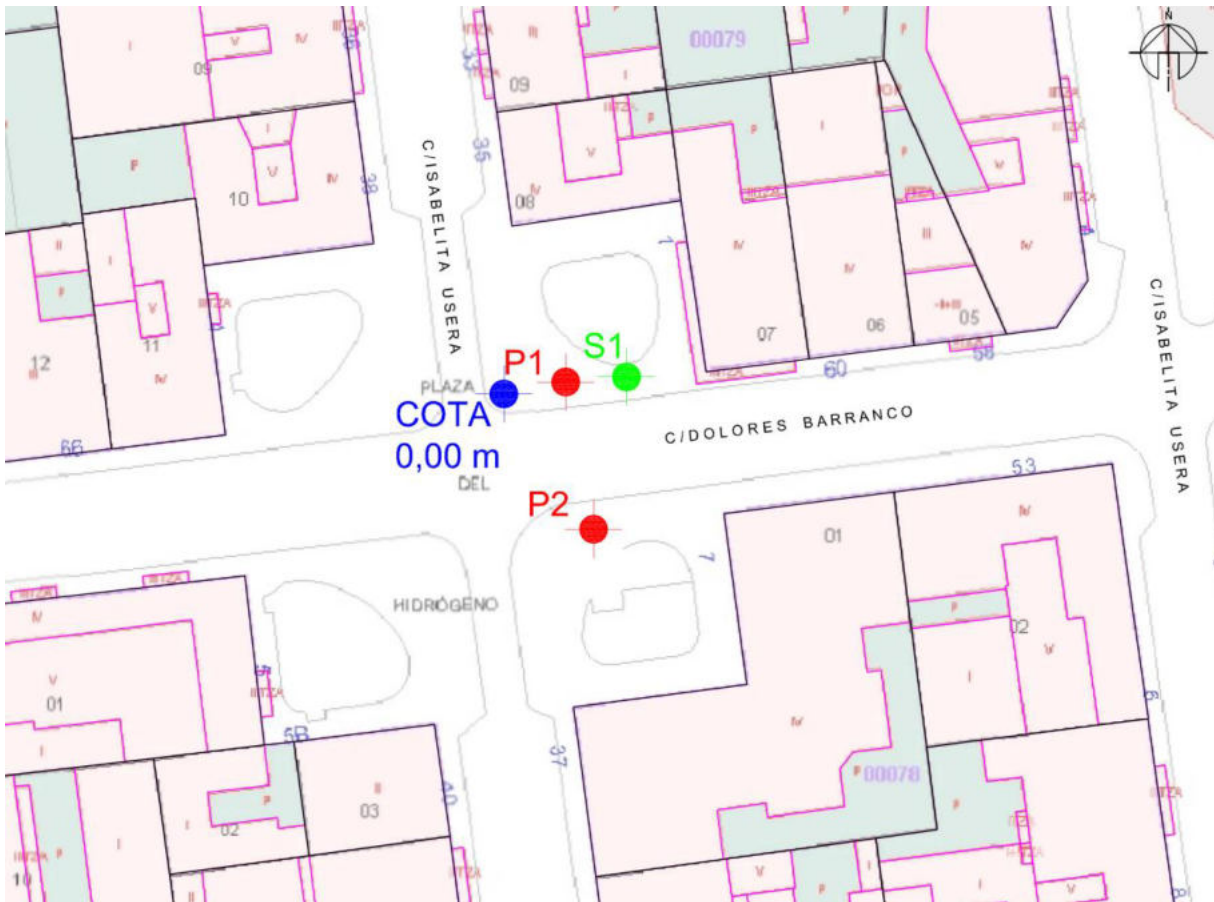


**Plano de situación del solar en Usera, Madrid (Madrid)**

Cartografía del Instituto Geográfico Nacional (MAPA)



**UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH) Y SONDEOS MECÁNICOS**



Cartografía de la Oficina Virtual del Catastro



**: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH (P)**



**: SONDEO MECÁNICO (S)**

**ANEJO – B**

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)**

**ANEJO – B-1**

**ACTA(S) DE RESULTADOS DE ENSAYO(S) DPSH**

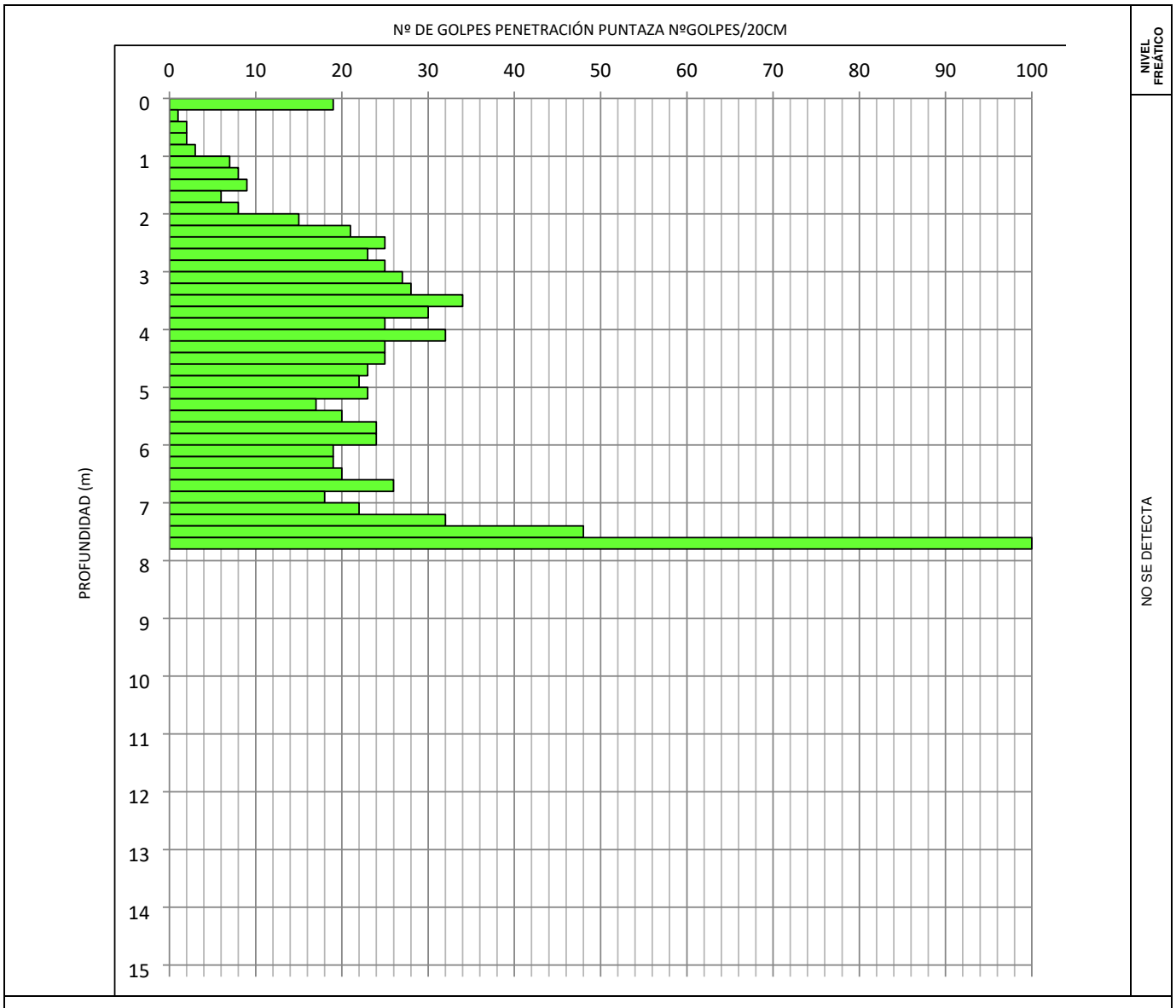


NºACTA	NºCOD/ORDEN	Nº REGISTRO	FECHA	PÁGINA
15763	0310/2815	0310/2815 P1	16/12/22	1 DE 1

## ACTA DE RESULTADOS

REALIZACIÓN DE ENSAYO DPSH S/UNE EN ISO 22476-2-2008  
EQUIPO UTILIZADO: PENETRÓMETRO Mod. PDP 3.10D/N dinámico automático

OBRA:	INSTALACIÓN DE ARCO CHINO	TIPO DE CONO	VARILLAJE	DISPOSITIVO DE GOLPEO	
PETICIONARIO:	JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USERA	RECUPERABLE:	DIÁMETRO mm	32	63,5
LOCALIZACIÓN:	PLAZA DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID	PERDIDO:	LONGITUD m	1	
FECHA/HORA ENSAYO:	29/11/22 - 16:32	MASA KG:	MASA Kg/m	8	
OPERARIO:	1	OBSERVACIONES:			
TIEMPO:	1 h 8 min				
COTA INICIO:	-0.50 m				
PROF. ALCANZADA:	-7.80 m				
COND.AMBIENTALES	DESPEJADO				



Los resultados contenidos en este acta de resultados solo afectan a los ensayos realizados. El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA

Copias enviadas a:

Jefe de Área



Francisco Rico Forte  
COLEGIADO Nº1.159

César Cambeses Torres  
COLEGIADO Nº856

LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10

RCG 5-10-1-8 REV.11 10/10/2019

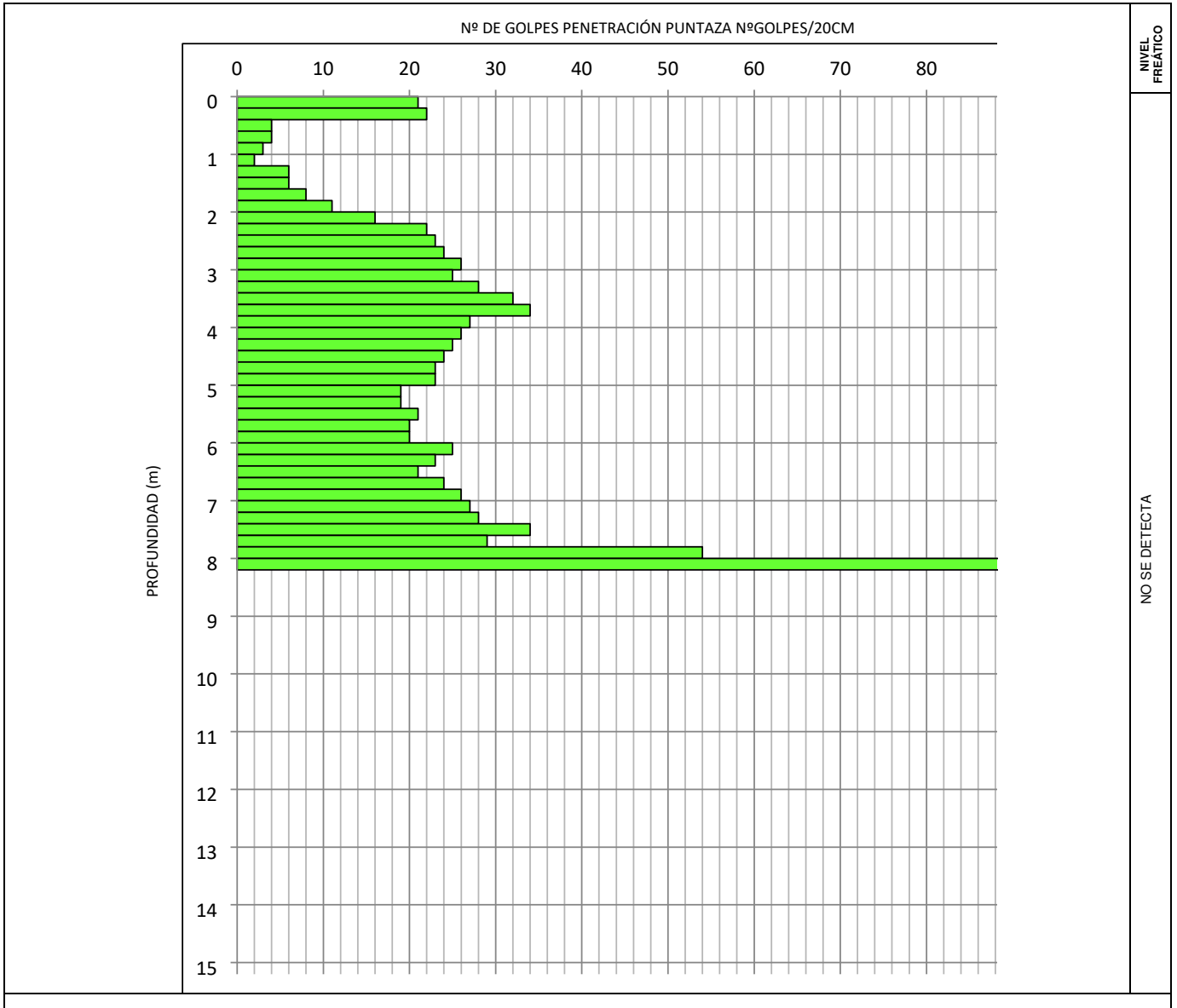


NºACTA	NºCOD/ORDEN	Nº REGISTRO	FECHA	PÁGINA
15764	0310/2815	0310/2815 P2	16/12/22	1 DE 1




**ACTA DE RESULTADOS**

REALIZACIÓN DE ENSAYO DPSH S/UNE EN ISO 22476-2-2008  
EQUIPO UTILIZADO: PENETRÓMETRO Mod. PDP 3.10D/N dinámico automático

OBRA:	INSTALACIÓN DE ARCO CHINO	TIPO DE CONO	VARILLAJE		DISPOSITIVO DE GOLPEO	
PETICIONARIO:	JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USERA	RECUPERABLE:	DIÁMETRO mm	32	MASA Kg	63,5
LOCALIZACIÓN:	PLAZA DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID	PERDIDO:	x	LONGITUD m	1	
FECHA/HORA ENSAYO:	29/11/22 - 18:35	MASA KG:	0.67	MASA Kg/m	8	
OPERARIO:	1	<b>OBSERVACIONES:</b>				
TIEMPO:	1 h 56 min					
COTA INICIO:	-0.60 m					
PROF. ALCANZADA:	-8.20 m					
COND.AMBIENTALES	DESPEJADO					



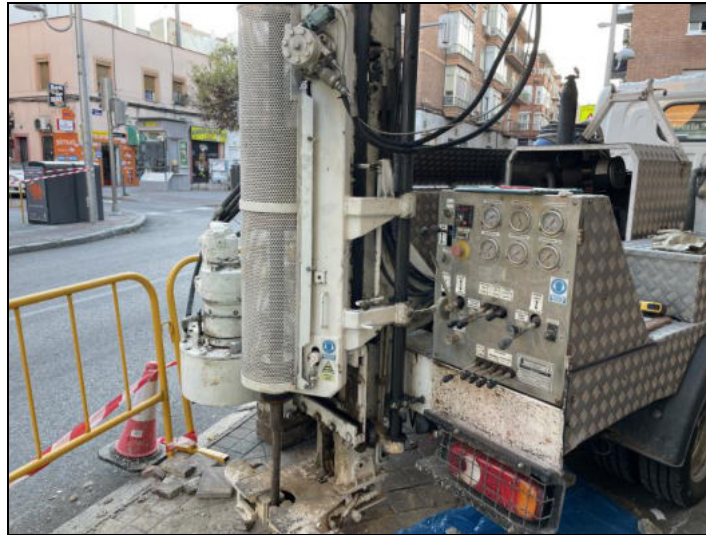
Los resultados contenidos en este acta de resultados solo afectan a los ensayos realizados. El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.

<b>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</b>	Copias enviadas a:	Jefe de Área
  <b>Francisco Rico Forte</b> <b>COLEGIADO Nº1.159</b>		 <b>César Cambeses Torres</b> <b>COLEGIADO Nº856</b>

FORTE INGENIERÍA TÉCNICA, S.L.U. C.I.F.: B-731.72.777 C/ CASTILLO LOS MOROS, MANZANA 17. POL. IND. BASE 2000-SAN MARTÍN, 30564-Lorquí (MURCIA) Ap. Correos 494. Ins. Reg. Mercantil de Murcia Tomo 1859, Folio 159, Sección 8ª, Hoja MU-39057, Inscrip. 2ª

## ANEJO – B-2

### REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO(S) DPSH



**Fotografía 1:** Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica DPSH nº1 con puntaza perdida



**Fotografía 2:** Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica DPSH nº2 con puntaza perdida

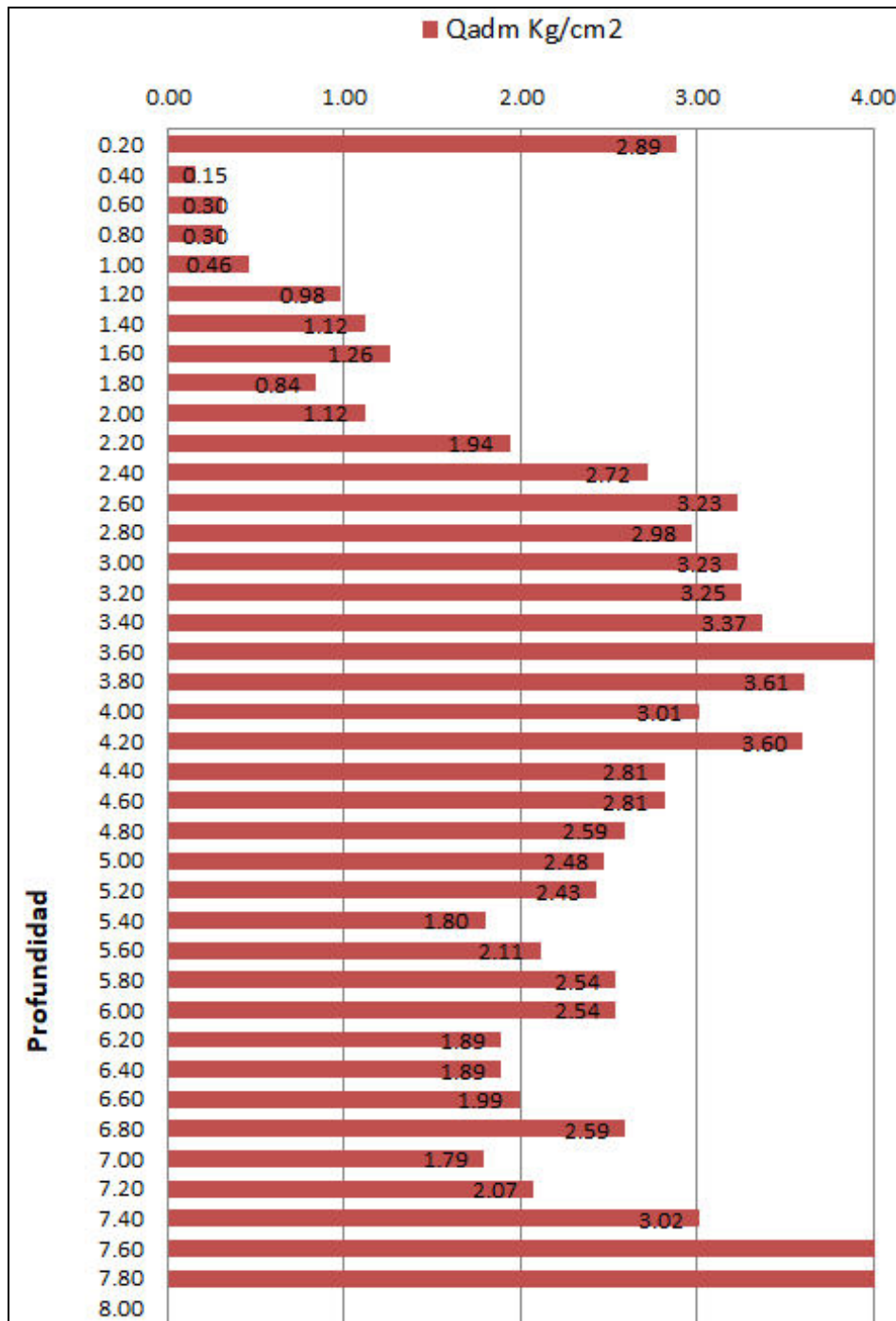


**ANEJO – C**

**GRÁFICO DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO RESPECTO A LA PROFUNDIDAD**

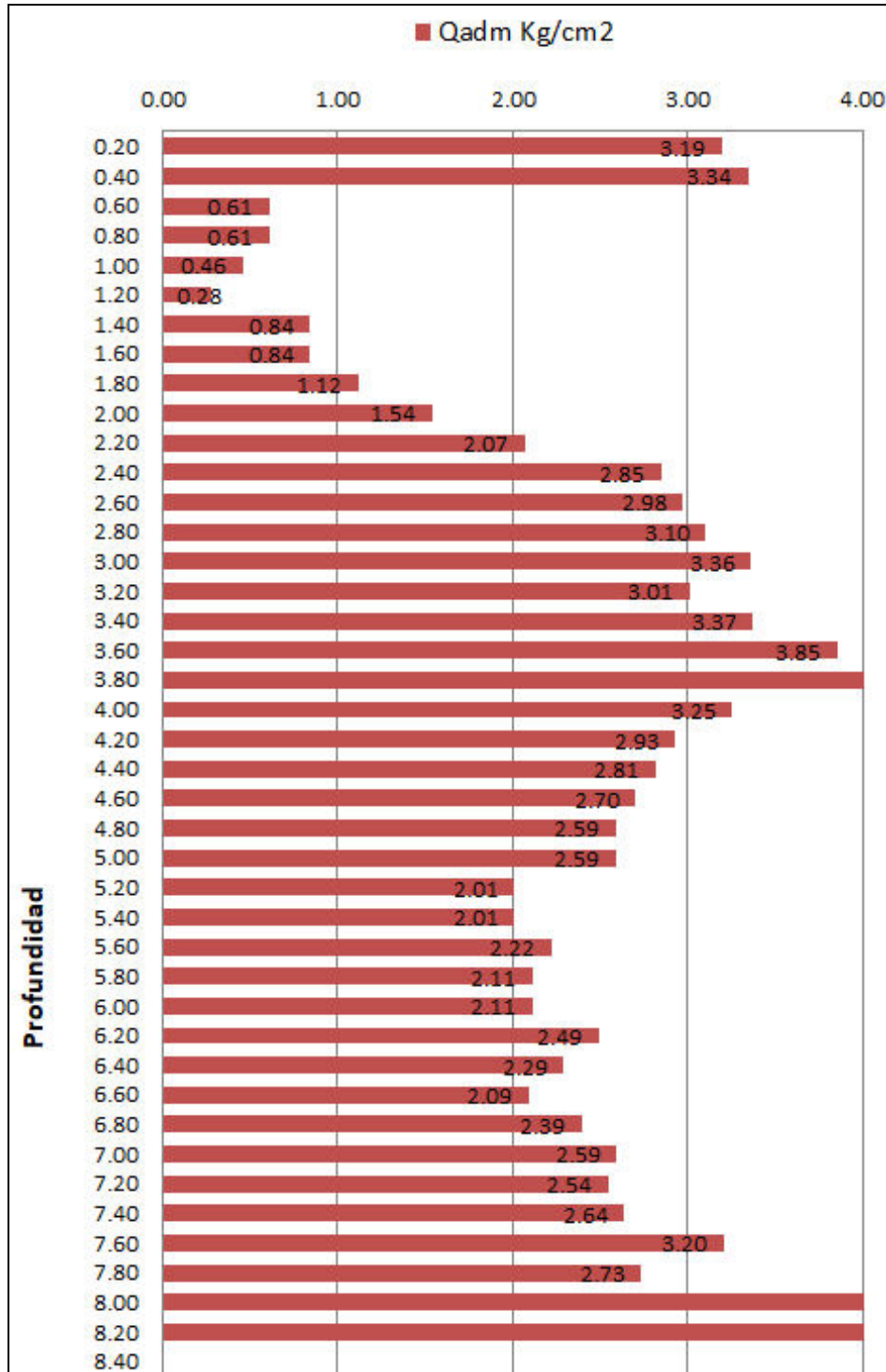
## PENETRÓMETRO Nº 1

Cota de inicio: -0.50 m  
 Prof. Alcanzada: -7.80 m.  
 Aparición de agua NO



## PENETRÓMETRO Nº 2

Cota de inicio: -0.60 m  
 Prof. Alcanzada: -8.20 m.  
 Aparición de agua NO



**ANEJO – D**  
**SONDEO(S) MECÁNICO(S)**

**ANEJO – D-1**  
**ACTA(S) DE RESULTADOS DE SONDEO(S) MECÁNICO(S) Y ENSAYO(S)**

**ANEJO -D-2**

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE SONDEO(S) MECÁNICO(S)**



**Emplazamiento del sondeo nº1 en el solar objeto del estudio**



**SONDEO Nº1: CAJA Nº1**

**COD./ORDEN: 0310/2815**  
**SITUACIÓN: PLAZA DEL HIDRÓGENO**  
**USERA. MADRID (MADRID)**

Profundidad: de 0.00 a 3.00 mts



**SONDEO Nº1: CAJA Nº2**

**COD./ORDEN: 0310/2815**  
**SITUACIÓN: PLAZA DEL HIDRÓGENO**  
**USERA. MADRID (MADRID)**

Profundidad: de 3.00 a 6.00 mts



**SONDEO Nº1: CAJA Nº3**

**COD./ORDEN: 0310/2815**  
**SITUACIÓN: PLAZA DEL HIDRÓGENO**  
**USERA. MADRID (MADRID)**

Profundidad: de 6.00 a 9.00 mts



**ANEJO – E**

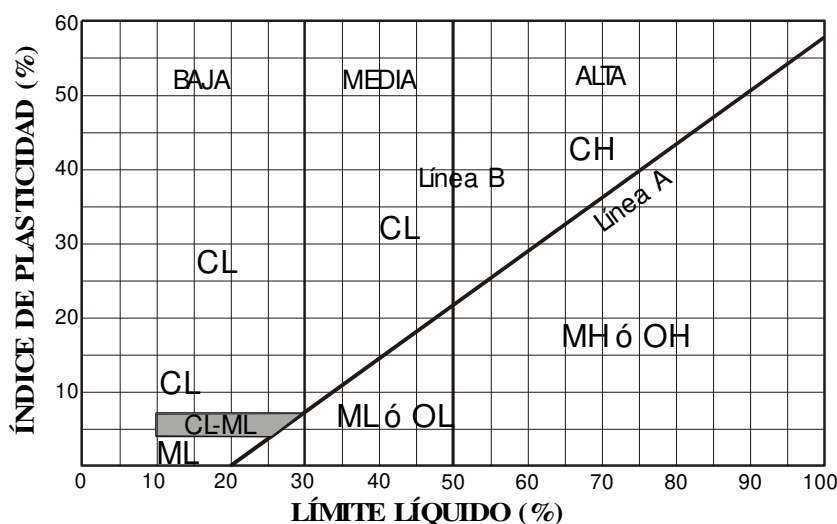
**ENSAYO DE MUESTRAS EN LABORATORIO ACREDITADO**

**ANEJO – E-1**

**ACTA(S) DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

## SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (U.S.C.S.)

GRUPOS PRINCIPALES		CLASES	DESCRIPCIÓN
Suelos de grano grueso:  Más del 50 % de material es retenido en el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE).	<b>Gravas y suelos con gravas:</b>  Más del 50 % de la fracción gruesa es retenida en el tamiz 5 UNE.	Gravas limpias (poco o nada de finos)	<b>GW</b> Gravas bien graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
			<b>GP</b> Gravas mal graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
		Gravas con finos (considerable cantidad de finos)	<b>GM</b> Gravas limosas. Mezclas de grava-arena-limo.
			<b>GC</b> Gravas arcillosas. Mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla
	<b>Arenas y suelos arenosos:</b>  Más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5 UNE.	Arenas limpias (poco o nada de finos)	<b>SW</b> Arenas bien graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
			<b>SP</b> Arenas mal graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
		Arenas con finos (considerable cantidad de finos)	<b>SM</b> Arenas limosas. Mezclas de arena y limo
			<b>SC</b> Arenas arcillosas. Mezclas de arena y arcilla
Suelos de grano fino:  Más del 50 % de material pasa por el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE)	<b>Limos y arcillas:</b> (límite líquido menor de 50)		<b>ML</b> Limos inorgánicos y arenas muy finas; arenas arcillosas o limosas; limos arcillosos poco plásticos.
			<b>CL</b> Arcillas inorgánicas poco plásticas; arcillas con gravas, arcillas arenosas y limosas.
			<b>OL</b> Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de poca plasticidad
	<b>Limos y arcillas:</b> (límite líquido mayor de 50)		<b>MH</b> Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas.
			<b>CH</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
			<b>OH</b> Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
SUELOS MUY ORGÁNICOS			<b>PT</b> Suelos turbosos u otros de alto contenido orgánico.



**DIAGRAMA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE**

Nota: La clasificación de los suelos de grano fino se debe efectuar con el diagrama de plasticidad de Casagrande, en función de los valores del límite líquido e índice de plasticidad.





Peticionario JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA		Acta nº 15765	Nº Cod/Orden 0310/2815	Operador 1	Nº Registro 0310/2815 S1	Fecha 16/12/2022
Situación y obra PZA. DEL HIDROGENO, USERA, MADRID. INST. DE ARCO CHINO		Cota de inicio -0.50	Fecha/hora inicio 28/11/22 - 17:00	Fecha/hora fin 29/11/22 - 17:00	Prof. Alcanzada 9.00 m	Página 1 DE 1
Id. sondeo: denominación, emplazamiento, coordenadas SONDEO A ROTACION				Cond. meteorológicas DESPEJADO		

Prof.(m)	Litología	Descripción	Cota	%Sondeo R.Q.D.	REFERENCIA ENSAYO	Nº GOLPES SPT* / MI*	Muestreo	Nivel freatico	METODO PERFORACIÓN	Revest.	Observ. Incidencias
1		RELLENOS	1.20								
2		ARENAS ARCILLOSAS	9.00		0310/2815 S1 SPT1	5/7/7/6	1.30 Rs				
	0310/2815 S1 SPT2				5/6/7/9	1.90 1.90 Rs					
3					0310/2815 S1 SPT3	12/12/12/14	3.00 Rs				
4							3.60				
5					0310/2815 S1 SPT4	9/9/14/16	5.40 Rs				
6							6.00				
7					0310/2815 S1 SPT5	8/12/13/15	6.60 Rs				
8		0310/2815 S1 SPT6	13/12/13/12	7.20 7.20 Rs							
		0310/2815 S1 SPT7	10/10/12/16	7.80 8.00 Rs							
9								MABS. ROT. Y SPT. PERC.			
								9.00			

El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio. Laboratorio con declaración responsable R.D 410/2010 inscrito en el CTE con código MUR-1-10

(MI SH) T.M.INAL.SHELBY ASTM D1587-00, XP P 94.202; (MI TPJ) T.I.PARED DELGADA PISTON FIJO XP P 94.202	Vº Bº DIRECTOR DE LABORATORIO	Copias enviadas a:	JEFE DE AREA
(MA BS) T.M BATERIA SIMPLE ASTM D2113-99, XP P 94.202			
(MI TPG) T. PARED GRUESA CON ESTUCHE INTERIOR XP P94-202;			
(SPT) CUCHARA 2" SPT UNE EN ISO 22476-3:06; (M AG) TOMA DE MUESTRAS AGUA EHE ANEJO 5			
(MA BD) T.B.DOUBLE; (MA BT) B.TRIPLE; (MA BTPD) B.TRIPLE EXT. P.DELGADA ASTM D2113-99, XP P 94-202			
*Dispositivo de golpeo: maza 63.5 kg, 25 golpes por minuto; varillaje de 1,5 m y 7.3 kg	Francisco Rico Forte		César Cambeses Torres
FORTE INGENIERIA TÉCNICA, S.L. C.I.F.: B-73172777 C/SWING Golf 7 30.500 Molina de Segura (MURCIA) Ins. Reg. Mer. de Murcia Tomo 159, Folio 159, Sección 8ª, Hoja MU-39057, Inscrip. 2ª			



Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15770	0310/2815	0310/2815 S1 MA001	0310/2815	16/12/2020

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
6481	DESPEJADO	28/11/2022	
Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	1.20-1.70

HOJA Nº 1 DE 3

**PETICIONARIO**

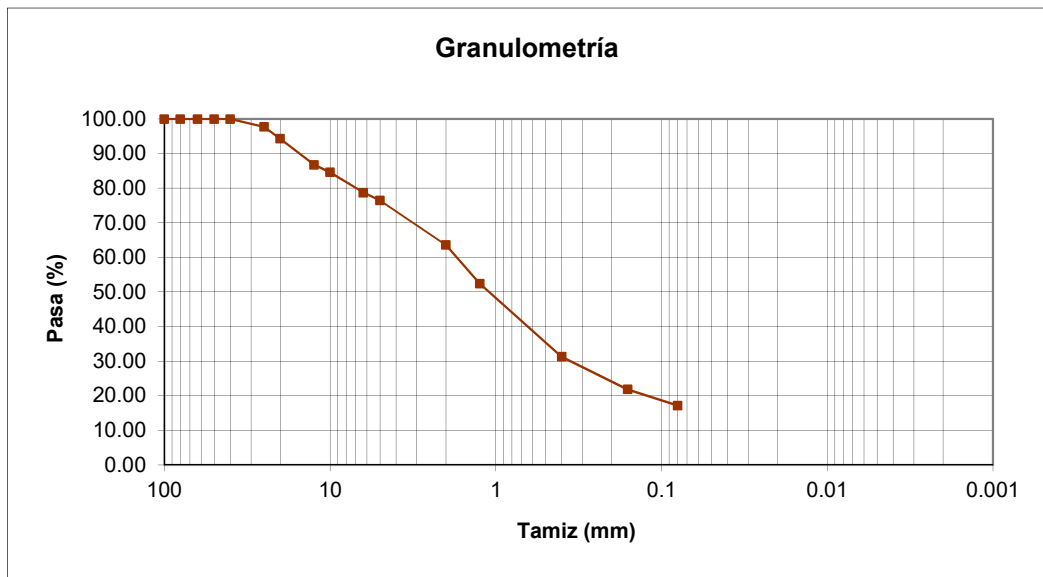
JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA

**OBRA Y UBICACIÓN**

INSTALACIÓN DE ARCO CHINO  
PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)

<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS</b>	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico UNE 17892-12:2018
	Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 17892-4:2016
	Ingeniería Geotécnica. Identificación y clasificación de suelos UNE-EN ISO 14688-1 y UNE-EN ISO 14688-2

**RESULTADOS DE ENSAYOS**



**Análisis granulométrico**



Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
<b>Pasante (%)</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.7	94.3	86.8	84.6	78.7	76.4	63.6	52.4	31.3	21.8	17.2

**Clasificación de suelo (USCS)** Arena limosa con grava SM

**Límites Atterberg** NO PLÁSTICO

Límite Líquido, LL (%)	
Límite Plástico, LP (%)	
Índice Plasticidad, IP (%)	

**Observaciones:** NO PLÁSTICO

<p><b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</p>  <p>Francisco Rico Forte</p> <p>COLEGIADO Nº: 1.159</p>	<p><b>JEFE DE ÁREA</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</p>  <p>César Cambeses Torres</p> <p>COLEGIADO Nº: 856</p>
---	---

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15770	0310/2815	0310/2815 S1 MA001	0310/2815	16/12/2020

HOJA Nº 2 DE 3

## PETICIONARIO

JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA

## IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
6481	DESPEJADO	28/11/2022	
Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	1.20-1.70

## OBRA Y UBICACIÓN

INSTALACIÓN DE ARCO CHINO  
PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática UNE 103301:1994
	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 1. Humedad 17892-1:2015 Determinación cuantitativa de los sulfatos de un suelo UNE 103201:2019



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

HUMEDAD NATURAL (%)
7.03

DENSIDAD DE UN SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	
DENSIDAD HÚMEDA	NO SE PUEDE REALIZAR
DENSIDAD SECA	NO SE PUEDE REALIZAR

DETERMINACIÓN DE SULFATOS (mg/kg)
1079

Observaciones:

<b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b>  <b>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</b>   <b>Francisco Rico Forte</b>  <b>COLEGIADO Nº: 1.159</b>	<b>JEFE DE ÁREA</b>  <b>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</b>   <b>César Cambeses Torres</b>  <b>COLEGIADO Nº: 856</b>
--	--

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15770	0310/2815	0310/2815 S1 MA001	0310/2815	16/12/2020

HOJA Nº 3 DE 3

PETICIONARIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA	Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
	6481	DESPEJADO	28/11/2022	
	Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	1.20-1.70	
OBRA Y UBICACIÓN	INSTALACIÓN DE ARCO CHINO PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)			

<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS</b>	Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe. <b>UNE 103.600:96</b>
-------------------------------	---

Índice de hinchamiento	0.01 MPa
Cambio de volumen potencial	No crítico

Observaciones:

<p><b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</p>  <p>Francisco Rico Forte</p> <p>COLEGIADO Nº: 1.159</p>	<p><b>JEFE DE ÁREA</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</p>  <p>César Cambeses Torres</p> <p>COLEGIADO Nº: 856</p>
---	---

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.

FORTE INGENIERÍA TÉCNICA, S.L.U. C.I.F.: B-731.72.777 C/ CASTILLO LOS MOROS, MANZANA 17. POL. IND. BASE 2000-SAN MARTÍN, 30564 Lorquí (MURCIA) Ap. Correos 494. Ins. Reg. Mercantil de Murcia Tomo 1859, Folio 159, Sección 8ª, Hoja ML-39057, Inscrp. 2ª



Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15771	0310/2815	0310/2815 S1 MA002	0310/2815	16/12/2020

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
6482	DESPEJADO	29/11/2022	
Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	7.00-7.60

HOJA Nº 1 DE 3

**PETICIONARIO**

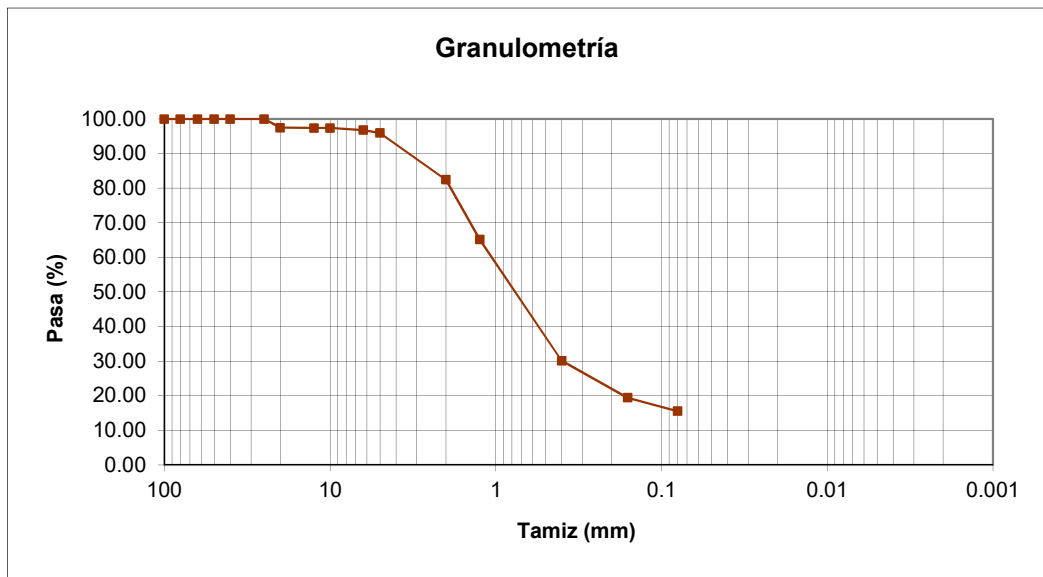
JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA

**OBRA Y UBICACIÓN**

INSTALACIÓN DE ARCO CHINO  
PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)

<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS</b>	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico UNE 17892-12:2018
	Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 17892-4:2016
	Ingeniería Geotécnica. Identificación y clasificación de suelos UNE-EN ISO 14688-1 y UNE-EN ISO 14688-2

**RESULTADOS DE ENSAYOS**



**Análisis granulométrico**



Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
Pasante (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	97.4	97.4	96.8	96.0	82.5	65.2	30.1	19.4	15.6

**Clasificación de suelo (USCS)** Arena limosa SM

**Límites Atterberg** NO PLÁSTICO

Límite Líquido, LL (%)	
Límite Plástico, LP (%)	
Índice Plasticidad, IP (%)	

**Observaciones:** NO PLÁSTICO

<p><b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</p>  <p>Francisco Rico Forte</p> <p>COLEGIADO Nº: 1.159</p>	<p><b>JEFE DE ÁREA</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</p>  <p>César Cambeses Torres</p> <p>COLEGIADO Nº: 856</p>
---	---

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15771	0310/2815	0310/2815 S1 MA002	0310/2815	16/12/2020

HOJA Nº 2 DE 3

PETICIONARIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA	Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
	6482	DESPEJADO	29/11/2022	
	Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
<b>OBRA Y UBICACIÓN</b>	07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	7.00-7.60
INSTALACIÓN DE ARCO CHINO PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)				

<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS</b>	<p>Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática UNE 103301:1994</p> <p>Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 1. Humedad 17892-1:2015</p> <p>Determinación cuantitativa de los sulfatos de un suelo UNE 103201:2019</p>
-------------------------------	---



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

HUMEDAD NATURAL (%)
6.95

DENSIDAD DE UN SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	
DENSIDAD HÚMEDA	NO SE PUEDE REALIZAR
DENSIDAD SECA	NO SE PUEDE REALIZAR

DETERMINACIÓN DE SULFATOS (mg/kg)
260

Observaciones:

<p><b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</p> <p></p> <p>Francisco Rico Forte</p> <p>COLEGIADO Nº: 1.159</p>	<p><b>JEFE DE ÁREA</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</p> <p></p> <p>César Cambeses Torres</p> <p>COLEGIADO Nº: 856</p>
--	--

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.

FORTE INGENIERÍA TÉCNICA, S.L.U. C.I.F.: B-731.72.777 CI CASTILLO LOS MOROS, MANZANA 17. POL. IND. BASE 2000-SAN MARTIN, 30564 Lorquí (MURCIA) Ap. Correos 494. Ins. Reg. Mercantil de Murcia Tomo 1859, Folio 159, Sección 8ª, Hoja MU-39057, Inscrip. 2ª



**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
15771	0310/2815	0310/2815 S1 MA002	0310/2815	16/12/2020



HOJA Nº 3 DE 3

PETICIONARIO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
JUNTA MUNICIPAL DISTRITO USRA	Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
	6482	DESPEJADO	29/11/2022	
	Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
OBRA Y UBICACIÓN	07/12/22 - 13/12/22	07/12/2022	Entregado en lab	7.00-7.60
INSTALACIÓN DE ARCO CHINO PZA. DEL HIDRÓGENO, USERA, MADRID (MADRID)				

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe. UNE 103.600:96
------------------------	--

Índice de hinchamiento	0.01 MPa
Cambio de volumen potencial	No crítico

Observaciones:

<p><b>DIRECTOR DE LABORATORIO</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA</p>  <p>Francisco Rico Forte</p> <p>COLEGIADO Nº: 1.159</p>	<p><b>JEFE DE ÁREA</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCIA</p>  <p>César Cambeses Torres</p> <p>COLEGIADO Nº: 856</p>
---	---

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10  
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.  
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo  
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



distrito  
usera

MADRID

## **ANEJO 2. CÁLCULO ESTRUCTURAS**



## ANEJO DE CALCULOS ESTÁTICOS

### INDICE

1. BASES DE CÁLCULO
2. MODELO DE CÁLCULO. ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS
3. COMPROBACIÓN ARMADOS
4. DESPLAZAMIENTOS
5. CIMENTACIÓN

## 1. BASES DE CÁLCULO

### 1.1 ACCIONES

#### - Acciones gravitatorias (CTE DB SE-AE)

El peso propio de la estructura lo obtiene el programa, a partir de la densidad del hormigón igual a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

Se considera un revestimiento de madera de 3 cm de espesor en los elementos estructurales, con una densidad de  $6,00 \text{ kN/m}^3$ .

Base pilar:  $4 \times 0,90 \times 0,03 \times 6,00 = 0,648 \text{ kN/ml}$ .

Pilar:  $4 \times 0,60 \times 0,03 \times 6,00 = 0,432 \text{ kN/ml}$

Viga;  $3,00 \times 0,03 \times 6,00 = 0,540 \text{ kN/ml}$

Recrecido:  $2 \times 1,25 \times 0,03 \times 6,00 \times (4 + 0,50) / 4 = 0,506 \text{ kN/ml}$

Cubiertas a dos aguas:  $(0,60 + 2 \times 0,51 + 2 \times 0,85) \times 0,03 \times 6,00 = 0,598 \text{ kN/ml}$ . En las cubiertas se considera una carga total de  $1,50 \text{ kN/ml}$ , para tener en cuenta otros elementos secundarios y la nieve.

Todas estas cargas se consideran en el modelo como sobrecargas, del lado de la seguridad.

#### - Acciones de viento (EUROCÓDIGO 1 Parte 2-4)

Carga unitaria de viento  $F_w = Q_x C_{ex} C_{dx} C_f$ .

$Q = 0,42 \text{ kN/m}^2$

Categoría del terreno Iv (Tabla 8.1)  $K_t = 0,24$   $Z_0 = 1$   $Z_{min} = 16$

$C_r = 0,665$   $C_e = 1,56$  (fig. 8.3)  $C_d = 1,00$  (fig. 9.1)

Para el viento perpendicular al plano del pórtico, se considera el dintel de la estructura como un cartel de señalización, apartado 10.4.4.

$C_f = 2,50 \times \psi \lambda$   $L$  (longitud) = 10,10 m.  $B$  (altura) = 2,40 m.

$A_c$  (área total) = 24,19  $\text{m}^2$   $A$  (área neta) = 22,11  $\text{m}^2$

Solidez  $\varphi = 22,11 / 24,19 = 0,915$   $\lambda = L/B = 4,20 < 70$  (Tabla 10.4.1)

$\psi \lambda = 0,82$  (fig. 10.14.1)  $C_f = 2,50 \times 0,82 = 2,05$

$F_w = 0,42 \times 1,56 \times 1,00 \times 2,05 = 1,343 \text{ kN/m}^2$  **Carga sobre el dintel**

Para los pilares, se aplica el apartado 10.5 Elementos estructurales de sección rectangular (apartado 10.5).

$C_f = C_{f0} \times \psi_r \times \psi \lambda$   $B = D = 0,60 \text{ m}$ .  $C_{f0} = 2,10$  (fig. 10.5.1)

### CUADRO DE CARACTERISTICAS CE

ELEMENTO	TIPO	MATERIALES	LOCALIZACIÓN	CONTROL
HORMIGÓN	HA-30/B/20/HC2	CEM I $\geq 300 \text{ KG/M}^3$ $a/c < 0,55$	ENCEPADOS	ESTADÍSTICO $\gamma_c = 1,50$
	HA-30/B/20/HC4-HF1	CEM I $\geq 300 \text{ KG/M}^3$ $a/c < 0,55$	PEANAS	
	HA-30/B/20/HC4-HF1	CEM I $\geq 300 \text{ KG/M}^3$ $a/c < 0,55$	PILARES Y VIGAS	
ACERO DE ARMAR	B - 500 S	-	TODA LA OBRA	NORMAL $\gamma_s = 1,15$
LECHADA	-	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	MICROPILOTES	$\gamma_M = 1,50$
TUBOS	-	N - 80	MICROPILOTES	$\gamma_M = 1,15$

MICROPILOTES Ø 200MM DE DIÁMETRO DE PERFORACIÓN, CON TUBOS Ø114,3 x 9MM.

INYECCIÓN GENERAL UNITARIA I.G.U. UNIONES CON MANGUITOS, CUYAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN, TRACCIÓN Y FLEXIÓN NO SEAN MENORES A LAS DEL TUBO.

1.3

$\Psi_r=1,00$  (fig.10.5.2) Longitud/canto medio= 8 aprox.

$\Psi_\lambda=0,68$   $C_f=2,10 \times 1,00 \times 0,68=1,428$

$F_w=0,42 \times 1,56 \times 1,00 \times 1,428= 0,935 \text{ kN/m}^2$  Carga sobre los pilares

Para el viento en sentido paralelo al plano del pórtico, se aplica también el apartado 10.5. En este caso, Longitud/canto medio=9,20/0,60= 15,33 y  $\Psi_\lambda= 0,75$

$C_f=2,10 \times 1,00 \times 0,75= 1.575$  y  $F_w= 0,42 \times 1,56 \times 1,00 \times 1,575= 103,19 \text{ kN/m}^2$  Carga paralela al plano del pórtico

- **Acciones térmicas y reológicas (CTE DB SE-AE)**

Dadas las dimensiones de la construcción, no se consideran

- **Acciones sísmicas (NCSE-02)**

Dada la situación y el uso de la construcción, no son de aplicación.

- **Seguridad en caso de incendio**

Tratándose de una construcción a la intemperie, no es necesaria la adopción de medidas especiales.

### 1.2 VIDA ÚTIL (CE)

De acuerdo con la Tabla 2.3 del Anejo 18 del CE, se considera categoría 4 de vida útil nominal, y se establece ésta en **50 años**.

### 1.3 DURABILIDAD

- **Clases de exposición (CE)**

Según la Tabla 27.1.a *Clases de exposición relativas al hormigón estructural, del TÍTULO 2. Estructuras de Hormigón*, del CE, en el punto 2. Corrosión inducida por la corrosión, se establece la clase **XC2** para elementos enterrados, y la **XC4** para elemento expuestos- Se consideran expuestos todos los elementos de hormigón sobre rasante, toda vez que los revestimientos decorativos no se consideran protectores.

El punto 5. *Ataque hielo/deshielo* de la misma Tabla, se considera Clase de Exposición **XF1 Saturación moderada sin sales fundentes**.

En cuanto a la agresividad del terreno, según el estudio geotécnico (ver apartado 1.5) en las cuatro muestras ensayadas no se han encontrado sulfatos, por lo que según la Tabla 27.1 b *Clasificación de la agresividad química*, los suelos no son agresivos.



1.4

- **Abertura de fisuras**

Según la Tabla 27.2 *Abertura máxima de la fisura*, para las clase XC2, XC3 y XF1 La abertura máxima es **0,30 mm**.

#### 1.4 MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL (CE)

- **Hormigón en cimientos**

Se adopta HA-30/B/20XC2, con una relación máxima agua/cemento de 0,55 y contenido mínimo de cemento tipo CEM I de 300 Kg/m<sup>3</sup> (Tablas 43.2.1ª y 43.2.1b del TITULO 2. *Estructuras de hormigón* del CE. Se ha igualado al hormigón en peanas de pilares

- **Hormigón en peanas de pilares**

Se adopta HA-30/B/20XC2, con una relación máxima agua/cemento de 0,55 y contenido mínimo de cemento tipo CEM I de 300 Kg/m<sup>3</sup> (Tablas 43.2.1ª y 43.2.1b del TITULO 2. *Estructuras de hormigón* del CE.

- **Hormigón en pilares y vigas**

Se adopta HA-30/B/20XC2, con una relación máxima agua/cemento de 0,55 y contenido mínimo de cemento tipo CEM III de 300 Kg/m<sup>3</sup> (Tablas 43.2.1ª y 43.2.1b del TITULO 2. *Estructuras de hormigón* del CE.

En todos los hormigones el control de calidad será **estadístico**, y el coeficiente de minoración asociado  $\gamma_c=1,50$ .

- **Acero de armar**

Se utilizarán redondos de armar de acero **B-500S**. El control de calidad será de nivel normal, y el coeficiente de minoración asociado  $\gamma_s=1,15$ .

- **Lechada para micropilotes**

Tendrá una resistencia característica a compresión  $F_{ck}$  de **25 N/mm<sup>2</sup>**.

- **Tubos de acero para micropilotes**

Serán nuevos, no reutilizados, de calidad **N-80**, de límite elástico mínimo 550 N/mm<sup>2</sup> y carga de rotura mínima de 675 N/mm<sup>2</sup>. Los tramos de tubo se unirán mediante manguitos que garanticen que la resistencia a tracción, compresión y flexión de la unión no es menor que la del tubo.

- **Control de ejecución**

1.5

Se adopta nivel de control de ejecución a nivel **normal**, con coeficientes de mayoración  $\gamma_g=1,35$  y  $\gamma_f=1,50$ .

#### 1.5 CIMENTACIÓN (CTE DE SE-C, y Guía de Micropilotes)

De acuerdo con el informe geotécnico redactado por GMC INGENIERÍA, referencia EG-7880, de fecha 17 de mayo de 2022, y el Anexo al mismo de fecha 23 de mayo de 2022, se ha desechado una cimentación directa, por recomendarse unas tensiones admisibles del terreno muy bajas (inferiores a  $1,00 \text{ kg/cm}^2$ ), y se ha proyectado una cimentación por micropilotes de 20 cm de diámetro de perforación armados con tubo  $\Phi 114,3 \times 9 \text{ mm}$ . Los micropilotes se inclinan un 10% con respecto a la vertical, para absorber las acciones horizontales. La inyección ser IGU (inyección general unitaria). Se ha tenido en cuenta en el cálculo una reducción de espesor de los tubos de 0,6 mm por corrosión (Tabla 2.4 Guía de Micropilotes).

#### 3.6 NORMATIVA APLICADA

- CTE DB SE-AE Acciones en la edificación
- EUROCÓDIGO 1.parte 2-4. Acciones de Viento
- CTE DB SE-C Cimientos
- Guía de micropilotes. Ministerio de Fomento
- CE Código Estructural
- Norma sísmica NCSE-02

## 2. MODELO DE CÁLCULO. ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS <sup>2.1</sup>

SE HA INTRODUCIDO EN EL CYPE 3D EL MODELO DE CÁLCULO DE LA HOJA SIGUIENTE, EN ESTE MODELO NO SE HA CONSIDERADO LA EXCENTRICIDAD DE LAS CARGAS DE VIENTO PERPENDICULARES AL PÓRTICO SOBRE EL DINTEL. LAS HIPÓTESIS INTRODUCIDAS SON:

- PESO PROPIO
- SOBRECARGA, EN REALIDAD ES EL PESO DE LAS REVESTIMIENTOS, MÁS LA SOBRECARGA SOBRE LOS TEJADOS. SE CONSIDERA COMO SOBRECARGA
- VIENTO 1, PERPENDICULAR AL PÓRTICO, EN UN SENTIDO
- VIENTO 2, " " " " , EN SENTIDO CONTRARIO
- VIENTO 3, PARALELO AL PÓRTICO, EN UN SENTIDO
- VIENTO 4, " " " " , EN SENTIDO CONTRARIO

LA UNIÓN DE LOS MICROPILOTES AL ENCEPADO SE CONSIDERA UN EMPOTRAMIENTO, PARA LO CUAL SE HA DISEÑADO UN DETALLE CONSTRUCTIVO ADECUADO







## Listados

### 1.- ESTRUCTURA

#### 1.1.- Geometría

##### 1.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
 Nota: En la imagen original, el texto dice 'con '+'', pero el contexto indica que se refiere a la ausencia de restricción (representado por '-' en la tabla).

Referencia	Nudos									Vinculación interior
	Coordenadas			Vinculación exterior						
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	0.000	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	9.500	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.500	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	0.000	9.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	0.000	2.750	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	6.750	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	2.900	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	2.900	9.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	6.600	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	6.600	9.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	4.750	9.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	4.750	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	9.500	7.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	0.000	7.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	0.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	9.500	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.000	2.900	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.000	6.600	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	1.450	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.000	8.050	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	1.450	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.000	8.050	7.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	-0.300	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	9.800	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	0.000	6.900	9.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.000	2.600	9.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado



PÓRTICO CHINO

Fecha: 04/06/22

## Listados

### 1.1.2.- Barras

#### 1.1.2.1.- Materiales utilizados

Material		Materiales utilizados					
Tipo	Designación	E (kp/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	G (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\alpha_s$ (m/m°C)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S275 (EAE)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-25, Yc=1.5	277920.5	0.200	115800.2	-	0.000010	2.500

Notación:  
 E: Módulo de elasticidad  
 $\nu$ : Módulo de Poisson  
 G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico  
 $\alpha_s$ : Coeficiente de dilatación  
 $\gamma$ : Peso específico

#### 1.1.2.2.- Descripción

Material		Descripción							
Tipo	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>sup.</sub> (m)	Lb <sub>inf.</sub> (m)
Acero laminado	S275 (EAE)	N9/N19	N9/N10	2xUPN 400([] (UPN)	1.100	1.00	1.00	-	-
		N19/N10	N9/N10	2xUPN 400([] (UPN)	1.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N20	N11/N12	2xUPN 400([] (UPN)	1.100	1.00	1.00	-	-
		N20/N12	N11/N12	2xUPN 400([] (UPN)	1.250	1.00	1.00	-	-
		N14/N13	N14/N13	2xUPN 400([] (UPN)	2.350	1.00	1.00	-	-
		N23/N21	N23/N21	2xUPN 200([] (UPN)	1.100	1.00	1.00	-	-
		N24/N22	N24/N22	2xUPN 200([] (UPN)	1.100	1.00	1.00	-	-
		N21/N19	N21/N19	2xUPN 200([] (UPN)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N17/N21	N17/N21	2xUPN 200([] (UPN)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N20/N22	N20/N22	2xUPN 200([] (UPN)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N22/N18	N22/N18	2xUPN 200([] (UPN)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N10/N13	N10/N13	2xUPN 200([] (UPN)	1.850	1.00	1.00	-	-
		N13/N12	N13/N12	2xUPN 200([] (UPN)	1.850	1.00	1.00	-	-
		N15/N18	N15/N18	2xUPN 200([] (UPN)	0.350	1.00	1.00	-	-
		N16/N17	N16/N17	2xUPN 200([] (UPN)	0.350	1.00	1.00	-	-
		N25/N17	N25/N17	2xUPN 200([] (UPN)	0.300	1.00	1.00	-	-
N18/N26	N18/N26	2xUPN 200([] (UPN)	0.300	1.00	1.00	-	-		

Página 2



## Listados

2.5

PÓRTICO CHINO

Fecha: 04/06/22

Material		Descripción							
Tipo	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{yy}$	$\beta_{zz}$	Lb <sub>sup</sub> (m)	Lb <sub>inf</sub> (m)
		N12/N27	N12/N27	2xUPN 200(I) (UPN)	0.300	1.00	1.00	-	-
		N28/N10	N28/N10	2xUPN 200(I) (UPN)	0.300	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-25, Yc=1.5	N1/N2	N1/N2	90 cm x 90 cm (Rectangular)	1.750	1.00	1.00	-	-
		N2/N3	N2/N3	60 cm x 60 cm (Rectangular)	5.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N4	N5/N4	60 cm x 60 cm (Rectangular)	5.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N5	N6/N5	90 cm x 90 cm (Rectangular)	1.750	1.00	1.00	-	-
		N3/N23	N3/N7	50 cm x 100 cm (Rectangular)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N23/N7	N3/N7	50 cm x 100 cm (Rectangular)	1.300	1.00	1.00	-	-
		N8/N24	N8/N4	50 cm x 100 cm (Rectangular)	1.300	1.00	1.00	-	-
		N24/N4	N8/N4	50 cm x 100 cm (Rectangular)	1.450	1.00	1.00	-	-
		N7/N9	N7/N8	50 cm x 205 cm (Rectangular)	0.150	1.00	1.00	-	-
		N9/N14	N7/N8	50 cm x 205 cm (Rectangular)	1.850	1.00	1.00	-	-
		N14/N11	N7/N8	50 cm x 205 cm (Rectangular)	1.850	1.00	1.00	-	-
		N11/N8	N7/N8	50 cm x 205 cm (Rectangular)	0.150	1.00	1.00	-	-
		N4/N15	N4/N15	60 cm x 60 cm (Rectangular)	0.750	1.00	1.00	-	-
		N3/N16	N3/N16	60 cm x 60 cm (Rectangular)	0.750	1.00	1.00	-	-

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 Lb<sub>sup</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior  
 Lb<sub>inf</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 1.2.- Cargas

#### 1.2.1.- Nudos

Referencia	Hipótesis	Cargas en nudos			
		Cargas puntuales (t)	Dirección		
			X	Y	Z
N25	V 4	0.113	0.000	1.000	0.000
N26	V 3	0.113	0.000	-1.000	0.000
N27	V 3	0.113	0.000	-1.000	0.000
N28	V 4	0.113	0.000	1.000	0.000

Página 3





## Listados

PÓRTICO CHINO

Fecha: 04/06/22

### 1.2.2.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t-m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	2.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Q 1	Uniforme	0.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V 1	Uniforme	0.093	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N1/N2	V 2	Uniforme	0.093	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N1/N2	V 3	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N2	V 4	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N2/N3	Peso propio	Uniforme	0.900	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	Q 1	Uniforme	0.045	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N2/N3	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N3	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N2/N3	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N5/N4	Peso propio	Uniforme	0.900	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N4	Q 1	Uniforme	0.045	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N4	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N5/N4	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N5/N4	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N4	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N6/N5	Peso propio	Uniforme	2.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	Q 1	Uniforme	0.065	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N5	V 1	Uniforme	0.093	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N6/N5	V 2	Uniforme	0.093	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N5	V 3	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000

Página 4



PÓRTICO CHINO

## Listados

2.7

Fecha: 04/06/22

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N5	V 4	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N3/N23	Peso propio	Uniforme	1.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N23	Q 1	Uniforme	0.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N23	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N3/N23	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N23/N7	Peso propio	Uniforme	1.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N7	Q 1	Uniforme	0.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N7	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N23/N7	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N8/N24	Peso propio	Uniforme	1.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N24	Q 1	Uniforme	0.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N24	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N8/N24	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N24/N4	Peso propio	Uniforme	1.250	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N4	Q 1	Uniforme	0.055	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N4	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N24/N4	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N7/N9	Peso propio	Uniforme	2.563	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	Q 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N7/N9	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N9/N14	Peso propio	Uniforme	2.563	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N14	Q 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N14	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N9/N14	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N14/N11	Peso propio	Uniforme	2.563	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N11	Q 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N11	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N14/N11	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	Peso propio	Uniforme	2.563	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N8	Q 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N8	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N11/N8	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N9/N19	Peso propio	Uniforme	0.144	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N19	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N9/N19	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N19/N10	Peso propio	Uniforme	0.144	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N10	V 1	Faja	0.135	-	0.000	0.900	Globales	-1.000	0.000	0.000
N19/N10	V 2	Faja	0.135	-	0.000	0.900	Globales	1.000	0.000	0.000
N19/N10	V 4	Faja	0.055	-	0.000	0.950	Globales	0.000	1.000	0.000
N11/N20	Peso propio	Uniforme	0.144	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N20	V 1	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N11/N20	V 2	Uniforme	0.135	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N12	Peso propio	Uniforme	0.144	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N12	V 1	Faja	0.135	-	0.000	0.900	Globales	-1.000	0.000	0.000

Página 5





PÓRTICO CHINO

## Listados

2.8

Fecha: 04/06/22

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N20/N12	V 2	Faja	0.135	-	0.000	0.900	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N12	V 3	Faja	0.055	-	0.000	0.950	Globales	0.000	-1.000	0.000
N14/N13	Peso propio	Uniforme	0.144	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N13	V 1	Faja	0.270	-	0.500	2.000	Globales	-1.000	0.000	0.000
N14/N13	V 2	Faja	0.270	-	0.500	2.000	Globales	1.000	0.000	0.000
N4/N15	Peso propio	Uniforme	0.900	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N15	Q 1	Uniforme	0.045	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N15	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N4/N15	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N4/N15	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N4/N15	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N3/N16	Peso propio	Uniforme	0.900	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N16	Q 1	Uniforme	0.045	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N16	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N3/N16	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N16	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N3/N16	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N23/N21	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N22	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N19	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N19	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N19	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N21/N19	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N17/N21	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N21	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N21	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N17/N21	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N22	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N22	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N20/N22	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N22/N18	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N18	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N18	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N22/N18	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N10/N13	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N13	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N13	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N10/N13	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N13/N12	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N12	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N12	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N13/N12	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N15/N18	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N18	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000

Página 6

2.9



## Listados

PÓRTICO CHINO

Fecha: 04/06/22

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N15/N18	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N15/N18	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N18	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N16/N17	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	V 1	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N16/N17	V 2	Uniforme	0.062	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N16/N17	V 3	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N16/N17	V 4	Uniforme	0.068	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N25/N17	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N17	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N17	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N25/N17	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N26	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N26	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N26	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N18/N26	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N12/N27	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N27	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N27	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N12/N27	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N28/N10	Peso propio	Uniforme	0.051	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	Q 1	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N10	V 1	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N28/N10	V 2	Uniforme	0.088	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000





PÓRTICO CHINO

## Listados

2.10

Fecha: 04/06/22

### 1.- RESULTADOS

#### 1.1.- Nudos

##### 1.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

##### 1.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N3	Peso propio	0.000	-0.001	-0.078	-0.183	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	-0.008	-0.020	0.000	0.000
	V 1	-4.385	0.000	0.000	0.000	-1.184	0.208
	V 2	4.385	0.000	0.000	0.000	1.184	-0.208
	V 3	0.000	-0.269	-0.002	0.012	0.000	0.000
	V 4	0.000	0.269	0.002	-0.013	0.000	0.000
N13	Peso propio	0.000	0.000	-0.589	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	-0.065	0.000	0.000	0.000
	V 1	-8.206	0.000	0.000	0.000	-1.380	0.000
	V 2	8.206	0.000	0.000	0.000	1.380	0.000
	V 3	0.000	-0.330	-0.001	0.039	0.000	0.000
	V 4	0.000	0.330	-0.001	-0.039	0.000	0.000
N14	Peso propio	0.000	0.000	-0.588	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	-0.063	0.000	0.000	0.000
	V 1	-5.012	0.000	0.000	0.000	-1.288	0.000
	V 2	5.012	0.000	0.000	0.000	1.288	0.000
	V 3	0.000	-0.269	-0.001	-0.003	0.000	0.000
	V 4	0.000	0.269	-0.001	0.003	0.000	0.000

##### 1.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

##### 1.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Peso propio	0.000	0.941	18.356	-2.930	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.103	1.538	-0.321	0.000	0.000

Página 1





PÓRTICO CHINO

## Listados

2,11

Fecha: 04/06/22

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Mz (t-m)
	V 1	2.141	0.000	0.000	0.000	14.451	-0.780
	V 2	-2.141	0.000	0.000	0.000	-14.451	0.780
	V 3	0.000	0.753	0.251	-2.312	0.000	0.000
	V 4	0.000	-0.746	-0.251	2.293	0.000	0.000

### 1.2.- Barras

#### 1.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t-m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t-m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t-m)

#### 1.2.1.1.- Hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Esfuerzos en barras, por hipótesis								
			Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m
N1/N2	Peso propio	N	-18.356	-17.913	-17.470	-17.027	-16.585	-16.142	-15.699	-15.256	-14.813
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-2.930	-2.724	-2.519	-2.313	-2.107	-1.901	-1.695	-1.489	-1.283
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	N	-1.537	-1.523	-1.509	-1.495	-1.481	-1.466	-1.452	-1.438	-1.424
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.321	-0.299	-0.276	-0.254	-0.231	-0.209	-0.186	-0.163	-0.141
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-2.141	-2.121	-2.100	-2.080	-2.060	-2.039	-2.019	-1.999	-1.978
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	-14.451	-13.985	-13.523	-13.066	-12.613	-12.165	-11.721	-11.281	-10.846
	V 2	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	2.141	2.121	2.100	2.080	2.060	2.039	2.019	1.999	1.978
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	14.451	13.985	13.523	13.066	12.613	12.165	11.721	11.281	10.846
V 3	N	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.753	-0.730	-0.708	-0.686	-0.663	-0.641	-0.619	-0.596	-0.574	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-2.312	-2.150	-1.993	-1.841	-1.693	-1.550	-1.412	-1.280	-1.152	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V 4	N	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.746	0.724	0.702	0.679	0.657	0.635	0.612	0.590	0.568	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Página 2

2.12



## Listados

PÓRTICO CHINO

Fecha: 04/06/22

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.656 m	0.875 m	1.094 m	1.313 m	1.531 m	1.750 m
		My	2.293	2.132	1.976	1.825	1.679	1.538	1.401	1.270	1.143
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.656 m	1.313 m	1.969 m	2.625 m	3.281 m	3.938 m	4.594 m	5.250 m
N2/N3	Peso propio	N	-14.813	-14.222	-13.631	-13.041	-12.450	-11.860	-11.269	-10.678	-10.088
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941	-0.941
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-1.283	-0.665	-0.048	0.570	1.188	1.805	2.423	3.041	3.658
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q 1		N	-1.424	-1.394	-1.365	-1.335	-1.306	-1.276	-1.247	-1.217	-1.187
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.141	-0.073	-0.005	0.063	0.130	0.198	0.266	0.334	0.401
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V 1		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	-1.978	-1.938	-1.897	-1.856	-1.815	-1.775	-1.734	-1.693	-1.653
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780	0.780
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	-10.846	-9.562	-8.303	-7.072	-5.867	-4.689	-3.538	-2.413	-1.315
V 2		N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	1.978	1.938	1.897	1.856	1.816	1.775	1.734	1.693	1.653
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780	-0.780
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	10.846	9.562	8.303	7.072	5.867	4.689	3.538	2.413	1.315
V 3		N	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251	-0.251
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.574	-0.530	-0.485	-0.440	-0.396	-0.351	-0.306	-0.262	-0.217
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-1.152	-0.789	-0.457	-0.153	0.121	0.366	0.582	0.768	0.926
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V 4		N	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251	0.251
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.568	0.523	0.478	0.434	0.389	0.345	0.300	0.255	0.211
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	1.143	0.785	0.457	0.157	-0.113	-0.354	-0.565	-0.747	-0.900
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.181 m	0.362 m	0.544 m	0.725 m	0.906 m	1.087 m	1.269 m	1.450 m
N3/N23	Peso propio	N	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392	0.392
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-9.343	-9.117	-8.890	-8.663	-8.437	-8.210	-7.984	-7.757	-7.531
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-5.128	-3.455	-1.823	-0.232	1.318	2.826	4.294	5.720	7.106
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q 1		N	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.000	-0.990	-0.980	-0.970	-0.960	-0.950	-0.940	-0.930	-0.920
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Página 3