

## 1. Ambito de aplicación

Cimentaciones de edificios de estructura porticada, mediante grupos de pilotes de hormigón armado ejecutado in situ, de sección circular, dispuestos verticalmente en el terreno bajo los soportes del edificio; enterrados en su totalidad y ejecutados mediante extracción de las tierras o desplazamiento de mismas, con profundidades comprendidas entre los 8 diámetros y los 60 metros y no mayores de 40 m. Los encepados de los grupos y elementos de arriostramiento se tratan en NTE "CPE-Cimentaciones. Pilotes. Encepados"

## 2. Información previa

### Estructural

Planos de la estructura del edificio y tipo de estructura.  
Solicitaciones a que se encuentran sometidos los grupos de pilotes.

### Geotécnica

Informe geotécnico según NTE "CEG-Cimentaciones. Estudios Geotécnico Profundidad estimada para la cimentación.

### Del entorno

Cargas que actúan en el terreno de las inmediaciones.

## 3. Criterio de diseño

### Estratos

Identificación, a efectos de esta NTE, de los estratos del terreno de cimentación en función de su naturaleza según clasificación de Casagrande, obtenida del Informe Geotécnico.

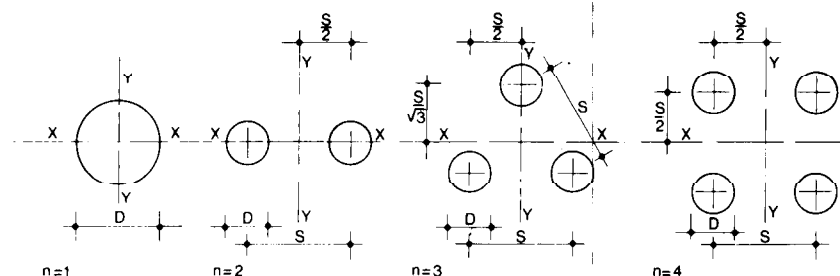
Naturaleza del estrato	Identificación del terreno
Roca sana, masiva o diaclasada	Roca
GW, GP, GS, GC o GM	Granular de gravas
Roca milonitizada	
SW, SP, SM o SC	Granular de arenas
Roca descompuesta	
ML, CL, OL, MH, CH, u OH	Coherente

### Grupo de pilotes

Compuesto por  $n$  pilotes de igual diámetro  $D$ , longitud  $L$ , dispuestos en el terreno con separaciones entre ejes  $S$ , y con tipo de Hormigonado y Cemento. Los parámetros  $n, D, L, S$  se determinan en el apartado de Cálculo.

### Disposición de los $n$ pilotes

Las disposiciones de los pilotes se ajustarán a los esquemas siguientes:



La disposición de  $n=1$  es de aplicación únicamente cuando el diámetro  $D$  del pilote sea igual o superior a 100 cm.

### Tipología de diámetros

En función del sistema de puesta en obra se consideran los siguientes diámetros.

Sistema de puesta en obra	Diámetro $D$ , en cm							
Pilotes de extracción	—	35	45	55	65	85	100	1
Pilotes de desplazamiento	30	35	45	55	65	—	—	

En seco.  
 Para pilotajes en terrenos cuyo nivel freático está por debajo de la profundidad de la punta de los pilotes; o cuando se consiga dejar en seco la perforación durante la operación de hormigonado mediante una entubación.

En agua.  
 Para pilotajes en terrenos cuyo nivel freático está por encima de la profundidad de la punta de los pilotes y los no incluidos en el caso anterior.  
 El hormigonado en lodos tixotrópicos, se considerará a estos efectos como en agua.

**Tipo de Cemento**

Portland-P.  
 De aplicación cuando la agresividad del terreno o del agua freática, según el el Informe Geotécnico, sea nula o débil.

Puzolánico-PUZ.  
 De aplicación cuando, la agresividad del terreno según el Informe Geotécnico sea moderada, o en ambientes marinos.

Portland resistente al yeso-PAS.  
 De aplicación cuando el terreno o el agua freática tengan alto contenido en yeso y estén exentos de sulfato magnésico.

**Elección del pilotaje**

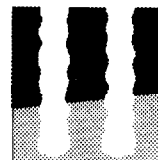
El siguiente cuadro permite hacer, con carácter orientativo, la elección del pilotaje recomendable, en función de la naturaleza de los estratos de terreno, de la relación entre la resistencia por punta P y la resistencia por fuste F, obtenidas en el apartado de Cálculo, de la carga media por pilar y del número de pilares del edificio.

El tipo de pilotaje más adecuado coincide con la puntuación más alta, suma de la puntuación básica y de los sumandos correctores.

Terreno de cimentación			Puntuación							
Relación entre P y F	P > 3F	Estrato de apoyo. Roca sana masiva 10-20 o diaclasada a profundidad, en m, 20-40 entre	3	1	4	3	2	3	2	
			2	0	3	3	2	2	1	
		Estrato de apoyo. Coherente de consistencia dura a profundidad, en m, 20-40 entre	3	3	3	3	2	4	3	
		2	2	2	2	2	3	2		
	Estrato de apoyo. Granular de gravas o arenas compactas a profundidad, 20-40 en m, entre	4	4	2	3	2	2	3		
		3	3	2	2	2	2	2		
	P ≤ 3F	Estrato coherente de consistencia media prácticamente homogéneo en profundidad	2	2	2	2	2	2	2	
		Estrato coherente de consistencia firme o muy firme prácticamente homogéneo en profundidad	2	2	4	1	3	5	4	
		Estratos alternados coherentes medios y granulares sueltos en profundidad	3	4	2	3	2	2	3	
		Estrato granular de gravas finas o arenas sueltas en profundidad	3	5	1	2	1	NO	1	
Estrato granular de gravas en profundidad		2	3	3	2	2	2	3		
Atraviesa antes de llegar a las capas portantes o en las mismas										
Capas de gravas sin cementar, capas finas de areniscas, etc. bolos pequeños			- 1,5	- 1,0	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,5	
Bolos grandes, cimientos antiguos, gravas cementadas			NO	NO	+ 1,5	+ 1,5	+ 0,5	NO	NO	
Capas de terreno granular fino en presencia de agua			- 1,5	- 1,0	- 1,5	+ 0,5	- 1,5	- 2,0	- 1,5	
Flujo de agua en el terreno			- 2,0	- 1,5	- 2,0	0,0	- 2,0	NO	- 2,0	
Medio agresivo para el hormigón fresco			- 2,0	- 1,5	- 2,5	0,0	- 2,0	- 2,5	- 2,0	
Carga media por pilar de la estructura, en t										
0-200			+ 0,5	+ 0,5	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,5	0,0	+ 0,5	
200-500			0,0	0,0	+ 0,5	+ 0,5	0,0	+ 0,5	0,0	
Número de pilares del edificio										
< 20			- 1,0	- 1,0	+ 2,0	+ 1,0	+ 0,5	+ 0,5	+ 1,0	
20-100			0,0	0,0	+ 1,0	+ 0,5	0,0	+ 0,5	+ 0,5	
> 100			+ 0,5	- 0,5	0,0	0,0	- 0,5	+ 1,0	0,0	
			CPI-2	CPI-3	CPI-4	CPI-5	CPI-6	CPI-7	CPI-8	
			Especificación							

La indicación NO en el cuadro, equivale a considerar que no debe emplearse el tipo de pilotaje a que se hace referencia en las circunstancias que se consideran.

# Pilotes In situ



CP

Foundations. Cast-in place piles. Design

1977

## Especificación

## Símbolo Aplicación

**CPI- 2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-2

Usualmente como pilotaje de poca profundidad trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno, después de atravesar capas blandas.  
También como pilotaje trabajando por fuste y punta en terrenos granulares medios o flojos, o en terrenos de capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

**CPI- 3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-3

Usualmente como pilotaje trabajando por fuste en terrenos granulares de compacidad media o en terrenos con capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

**CPI- 4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-4

Usualmente como pilotaje de poca profundidad trabajando por punta, apoyado en roca.  
También como pilotaje trabajando por fuste en terreno coherente de consistencia firme, prácticamente homogéneo.

**CPI- 5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C-Hormigonado-Cemento**

CPI-5

Usualmente como pilotaje trabajando por punta apoyado en roca o capas duras de terreno y siempre que se atraviesen capas de terreno incoherente fino en presencia de agua, o exista flujo de agua y en algunos casos con capas de terreno coherente blando; cuando existan capas agresivas al hormigón fresco.  
Camisa.

Se utilizará para proteger un tramo de los pilotes expuesto a la acción de un terreno agresivo al hormigón fresco o a un flujo de agua. La longitud C del tubo que constituye la camisa, será tal que su pendiente desde la boca de la perforación profundice dos diámetros por debajo de la capa peligrosa.

**CPI- 6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-6

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno.  
Cuando se atraviesen capas blandas que se mantengan sin desprendimientos por efecto de los lodos.

**CPI- 7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-7

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en capas de terreno coherente duro.  
También como pilotaje trabajando por fuste en terreno coherente de consistencia firme prácticamente homogéneo o coherente de consistencia media en el que no se produzcan desprendimientos de las paredes.

**CPI- 8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena -n-D-L-S-Hormigonado-Cemento**

CPI-8

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno.  
También como pilotaje trabajando por fuste y punta en terrenos de compacidad o consistencia media, o en terrenos de capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

## 4. Planos de obra

### CPI-Plantas

Representación de cada grupo de pilotes numerado, en la planta de cimentación con indicación de la especificación utilizada.  
Relación de la especificación correspondiente a cada grupo numerado, con expresión del valor dado a sus parámetros.

Escala

1:100

### CPI-Detalles

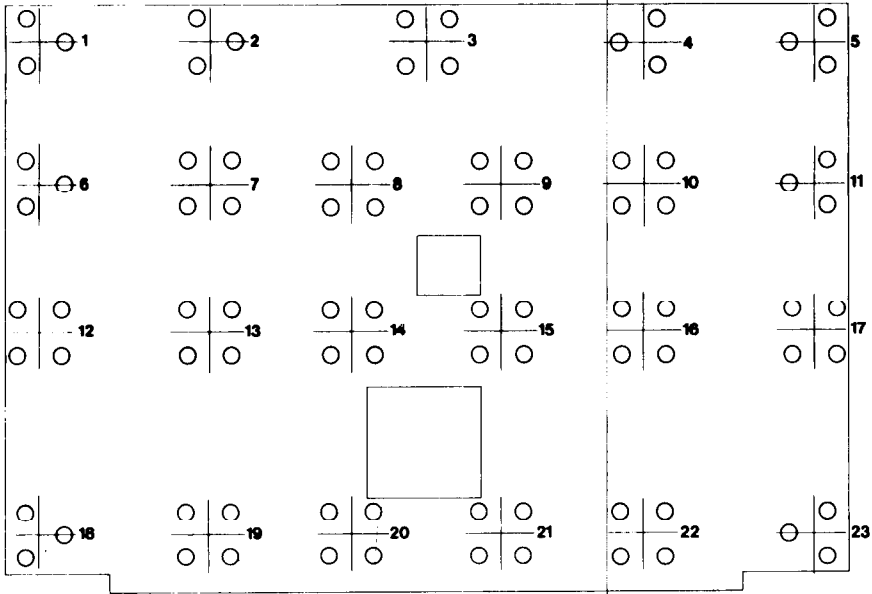
Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:20

5. Esquema

Esquema realizado con expresión en planta de los pilotes e indicación de la especificación utilizada.

www.geoteknia.com



Planta

Especificación	Grupo de pilotes	n	D cm	L m	C m	S cm	Hormigonado	Cemento
CPI-4	1, 2, 4, 5, 6, 11, 18	3	45	21		90	En seco	Portland-P
	3, 8, 9, 12, 19, 20	4	45 <sup>56</sup>	21		90	En seco	Portland-P
	7, 10, 13, 14, 15, 16	4	65	21		130	En seco	Portland-P
CPI-5	23	3	45	21	16	90	En agua	Portland-P
	17, 21, 22	4	45	21	16	90	En agua	Portland-P

## 1. Bases de cálculo

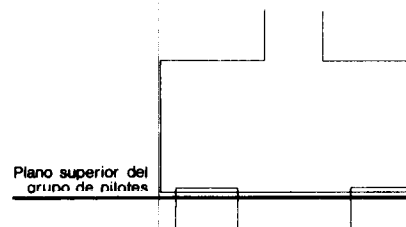
### Solicitaciones en el grupo de pilotes

Conjunto de esfuerzos, sin mayorar, a que se encuentra sometido el grupo de pilotes en su plano superior, según se indica en el esquema adjunto.

Q Carga axil resultante sobre el grupo, en t.

Mx Momento resultante respecto al eje x del grupo, en mt.

My Momento resultante respecto al eje y del grupo, en mt.



Los ejes x e y a los que se hace referencia, son los indicados en el apartado de Diseño para cada grupo de n pilotes.

Si Mx y/o My son nulos, significa que dichos momentos han sido equilibrados a nivel de encepados, por elementos estructurales dispuestos al efecto.

### Limitaciones en los esfuerzos horizontales.

Son los esfuerzos debidos al viento y efectos sísmicos.

Las soluciones constructivas y el cálculo del pilotaje en la presente NTE, ha sido posible, al prescindir de la consideración de dichos esfuerzos horizontales, siempre que la máxima componente horizontal sea inferior al 5% de la máxima componente vertical compatible con ella.

### Características de los materiales

Hormigón: H-175. Resistencia característica a compresión a los 28 días, 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Acero: AE-42 en barras corrugadas. Límite elástico 4.200 kg/cm<sup>2</sup>.

AE-22L en barras lisas. Límite elástico 2.200 kg/cm<sup>2</sup>.

### Características del terreno

Características del terreno de cimentación, por estrato:

- Naturaleza y estado natural.
- Posición de los niveles freáticos.
- Características mecánicas definidas por alguna de las siguientes determinaciones:

Ru Tensión de rotura a compresión simple, en kg/cm<sup>2</sup>.

Rp Resistencia a la penetración estática, en kg/cm<sup>2</sup>.

N Número de golpes en el ensayo estándar de penetración dinámica.

### Esfuerzos laterales en el pilotaje

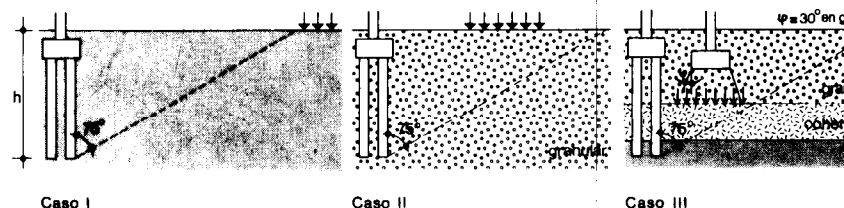
Esfuerzos laterales sobre los pilotes, producidos por cargas actuando en terreno de las inmediaciones.

El cálculo de esta NTE es de aplicación en los siguientes casos:

Caso I. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes  $\geq h \cdot \tan 75^\circ$ , de acuerdo con el esquema adjunto.

Caso II. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes  $< h \cdot \tan 75^\circ$  y el terreno es granular, de acuerdo con el esquema adjunto.

Caso III. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes  $< h \cdot \tan 75^\circ$ , el terreno contiene alguna capa coherente, y la carga unitaria aplicada sobre ella es igual o menor de vez y media su resistencia a compresión simple, de acuerdo con el esquema adjunto.



El cálculo de esta NTE es de aplicación cuando el rozamiento negativo sobre los pilotes es producido por la consolidación de una capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda, debida a:

- Caso a) Colocación reciente de un relleno sobre dicha capa.
- Caso b) Asentamiento de la capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda, por tratarse de un relleno reciente.
- Caso c) Hincas de pilotes, cuando la capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda tenga susceptibilidad tixotrópica elevada, en general con contenido de humedad igual o mayor que el límite líquido.
- Caso d) Rebajamiento reciente del nivel piezométrico del agua freática.

### **Estrato de roca de pequeño espesor**

Cuando el Informe Geotécnico indique la existencia de capas de terreno granular o coherente por debajo de un estrato de roca que tenga un espesor menor de 4D por debajo de la punta de los pilotes del grupo, se precisa un estudio especial, no contemplado en el Cálculo de esta NTE, para comprobar la resistencia al hundimiento de dicha capa y el posible punzonamiento del estrato de roca.

### **Capas blandas**

Cuando el Informe Geotécnico indique la existencia de capas de terreno de consistencia blanda, o muy blanda, o de compacidad suelta, o muy suelta, por debajo de la profundidad estimada para la cimentación al determinar la profundidad de la campaña de reconocimiento, se precisa un estudio especial, no contemplado en el Cálculo de esta NTE, para comprobar la resistencia al hundimiento de dicha capa y los posibles asientos suplementarios.

## **2. Proceso de cálculo**

El número de pilotes del grupo  $n$ , el diámetro  $D$ , en cm, la longitud  $L$ , en m, la separación entre ejes de pilotes del grupo  $S$ , en cm, y la resistencia estructural  $T$ , en t, se determinan de forma que se cumplan las relaciones siguientes:  $E \leq c(P + F)$  y  $E \leq c'T$

Siendo:

- $E$  Carga axil equivalente determinada en la Tabla 1.
- $c$  Coeficiente determinado en la Tabla 2.
- $P$  Resistencia de un pilote por punta, determinada en las Tablas 3 a 6, para cada tipo de terreno.
- $F$  Resistencia de un pilote por fuste, determinada en las Tablas 7 a 9, para cada tipo de terreno.
- $c'$  Coeficiente determinado en la Tabla 15.
- $T$  Resistencia estructural de un pilote determinado en la Tabla 16.

### **Rozamiento negativo**

En los pilotes con rozamiento negativo se comprobará, además:

- Si  $P > 3 F$ ;  $E \leq c(P + F \cdot R_1)$ , y  $E \leq c'(T - 0,4 R_1)$
- Si  $P \leq 3 F$ ;  $E \leq c(P + F \cdot R_2)$ , y  $E \leq c'(T - 0,4 R_2)$

Siendo:

- $R_1$  Rozamiento negativo determinado en las Tablas 10 y 11, para cada caso.
- $R_2$  Rozamiento negativo determinado en la Tabla 12.

### **Comprobación de asientos**

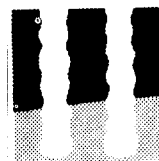
Cuando la punta de los pilotes del grupo no quede dispuesta en roca, o en terreno granular de compacidad densa o muy densa sin capas por debajo de menor compacidad, se comprobará que los asientos, determinados para cada tipo de terreno en las Tablas 13 y 14, son admisibles.

El asiento total máximo admisible se determina en el siguiente cuadro en función del tipo de estructura de la modulación media entre apoyos de la misma y del tipo de terreno de cimentación.

Tipo de estructura	Modulación media entre apoyos, en m	Terreno	
		Granular	Coherente
De hormigón armado de gran rigidez	5	25	35
	7	35	50
	10	50	75
De hormigón armado de pequeña rigidez. De acero, hiperestática	5	45	60
	7	55	85
	10	80	120
De acero, isostática	5	60	90
	7	75	125
	10	100	180
		<b>Asiento total máximo admisible A, en mm</b>	

### **Separación entre ejes de pilotes**

La separación entre ejes de pilotes del grupo dependiendo de la forma de trabajo calculada se determina en la Tabla 17.



### 3. Cálculo de n, D y L

## Predimensionado

El predimensionado de  $n$  y  $D$  de un grupo de pilotes, se concreta con la aplicación de las condiciones siguientes:

a) La relación que se establece en el cuadro adjunto entre el número de pilas  $n$ , el diámetro  $D$  en cm, de los mismos y la carga axial  $Q$  en t.

Número de pilotes n	Carga axil Q, en t															
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550
1							100	100	100	100	125	125	125	125		
2	30	35	45	55	55	55	65	65	65	85	85	85	85	100	100	100
3	30	30	35	45	45	45	55	55	55	65	65	65	85	85	85	85
4	30	30	35	45	45	45	45	55	55	55	55	65	65	65	65	85

b) Las limitaciones que tiene el grupo de pilotes para absorber los momentos  $M_x$  y  $M_y$ , según varíe el número  $n$ , de los pilotes.

Si se utiliza  $n=1$ , que  $M_x = M_y = 0$

Si se utiliza  $n = 2$ , que  $M_x = 0$

Si se utiliza  $n=3$ , que  $M_x \geq 1,75 M_y$

Si se utiliza  $n=4$ , no existe limitación específica dada la doble simetría de grupo.

Se tomarán para  $M_x$  y  $M_y$  los valores de la combinación posible más desfavorable.

El predimensionado de la longitud  $L$  en m, de los pilotes del grupo, se fija partir de la profundidad estimada para el pilotaje al determinar la profundidad de la campaña de reconocimiento en la NTE "CEG -Cimentaciones. Estudio Geotécnicos"

### Carga axil equivalente E

La carga axil equivalente E, en t, del grupo de n pilotes, se determina en la Tabla 1 en función del diámetro de los pilotes D en cm, de la carga axil Q, en t, y del momento equivalente M, en mt.

El valor del momento  $M$ , en mt, se establece a continuación, en función de

Si  $n = 2$ ,  $M = M_y$

$$\text{Si } n = 3, M = 1,75 M_x$$
$$\text{Si } n = 4, M = M_x + M_y$$
**Tabla 1**

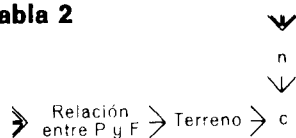
		Momento equivalente M, en mt										
Diámetro D, en cm	30	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
	35	0	1,7	3,5	5,2	7,0	8,7	10,5	12,2	14,0	15,7	17,5
	45	0	2,2	4,5	6,7	9,0	11,2	13,5	15,7	18,0	20,2	22,5
	55	0	2,7	5,5	8,2	11,0	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
	65	0	3,2	6,5	9,7	13,0	16,2	19,5	22,7	26,0	29,2	32,5
	85	0	4,2	8,5	12,7	17,0	21,2	25,5	29,7	34,0	38,5	42,5
	100	0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
Carga axil Q, en t	50	50	55	60								
	75	75	80	85	90							
	100	100	105	110	115	120						
	125	125	130	135	140	145	150					
	150	150	155	160	165	170	175	180				
	175	175	180	185	190	195	200	205	210			
	200	200	205	210	215	220	225	230	235	240		
	225	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	
	250	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
	275	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325
	300	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350
	350	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400
	400	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450
450	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	
500	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	
550	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595		
		Carga axil equivalente E, en t										



## Coeficiente c

www.geoteknia.com

Tabla 2



El coeficiente c, se determina en la Tabla 2, en función de la relación entre la resistencia de un pilote por punta P y la resistencia por fuste F, del terreno, y del número de pilotes del grupo n.

Relación entre P y F	Terreno	Número de pilotes del grupo, n			
		1	2	3	4
$P > 3 F$	cualquiera	0,33	0,67	1,00	1,33
$P \leq 3 F$	granular coherente	0,33	0,67	1,00	1,33
		0,29	0,57	0,86	1,14

Coeficiente c

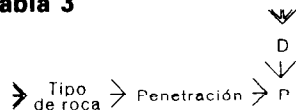
## Resistencia por punta P

La resistencia de un pilote por punta P, en t, se determina a continuación para cada tipo de terreno.

### Roca

El valor de P, en t, se determina en la Tabla 3, en función del tipo de roca, de la penetración en número de diámetros y del diámetro del pilote D, en cm.

Tabla 3



Tipo de roca	Penetración en número de diámetros	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
Granito, pórfido, diabasa y granodioritas sanas, masivas o moderadamente diaclazadas	1,00 D	100,5	135,6	221,5	328,3	466,1	774,4	1.068,1	1.662,4
	0,50 D	80,0	118,7	193,8	287,3	399,0	677,6	934,6	1.454,6
Caliza compacta no margosa	1,50 D	107,4	149,9	236,7	350,9	487,4	827,6	1.141,6	1.776,7
	0,75 D	89,5	120,8	197,3	292,4	406,2	689,7	951,3	1.480,6
Arenisca compacta, aceptable como material de construcción	1,50 D	99,0	133,5	218,0	323,2	448,9	702,3	1.051,5	1.536,5
	1,00 D	88,0	118,7	193,8	287,3	399,0	677,6	934,6	1.454,6
Pizarra dura aceptable como material de construcción	2,00 D	94,3	127,1	207,6	307,8	427,6	726,0	1.001,4	1.558,5
	1,50 D	84,8	114,4	186,9	277,0	384,8	653,4	901,2	1.402,7
	1,00 D	75,4	101,7	166,1	246,2	342,0	580,8	801,1	1.246,8
Pizarra arcillosa, micacita y rocas esquistosas blandas	4,00 D	74,8	100,9	164,7	244,2	339,2	576,0	794,4	1.236,4
	3,00 D	64,0	86,5	141,2	209,3	290,7	493,7	680,9	1.059,8
	2,50 D	58,8	79,3	129,4	191,8	266,5	452,5	624,2	971,5
	2,00 D	53,4	72,0	117,7	174,4	242,3	411,4	567,5	883,2
	1,50 D	48,1	64,8	105,9	157,0	218,1	370,3	510,7	794,8

### Resistencia por punta P, en t

Los valores de esta tabla incluyen, además de la resistencia por la punta propiamente dicha, la resistencia correspondiente al trozo de fuste empotrado en la roca.

### Granular de arenas

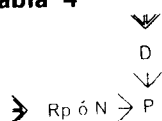
El valor de P, en t, se determina en la Tabla 4, en función de la resistencia a la penetración estática  $R_p$ , en  $\text{kg/cm}^2$ , o del número de golpes en el ensayo estandar de penetración dinámica N, y del diámetro del pilote D, en cm.

Se consideran tres zonas de terreno:

A. zona activa superior, B. zona activa inferior y C. zona de seguridad de acuerdo con el esquema adjunto. La zona C, sólo se considera cuando su resistencia es inferior a la de la zona B.

El valor de  $R_p$  o N para entrar en la Tabla 4, es la media aritmética de los  $R_p$  o N, de las zonas A y B + C. El valor de  $R_p$  o N en las zonas A y B + C, se determina con el cociente entre la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que la componen, por sus  $R_p$  o N, y la suma de dichos espesores.

Tabla 4



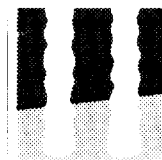
$R_p$ en $\text{kg/cm}^2$	N	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
20	5	14,1	19,2	31,8	45,8	63,5	106,9	146,3	222,7
30	7	21,2	28,9	47,7	67,4	93,1	155,8	212,1	319,3
40	10	28,3	38,5	63,6	88,3	121,6	201,9	273,7	407,7
60	14	42,4	56,7	95,4	128,0	175,0	287,1	385,6	563,8
80	18	56,5	77,0	127,2	165,0	224,2	363,8	484,8	697,3
100	22	70,7	96,2	159,0	199,7	269,8	433,2	573,3	812,7
120	26	84,8	115,5	190,8	230,7	309,2	490,6	646,4	901,2
140	30	99,0	134,7	222,7	259,5	345,1	541,9	711,2	977,3
160	34	113,1	154,0	254,5	286,2	373,2	538,0	709,1	1.043,3
180	37	127,2	173,2	266,3	311,2	408,6	629,7	821,0	1.101,2
200	40	141,4	192,4	318,1	334,6	433,6	667,6	867,9	1.152,3

### Resistencia por punta P, en t



# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Calculation



CF

1977

## Reglas complementarias

- Estrato coherente intercalado en la zona A.

Si es de consistencia blanda o muy blanda, la zona A queda reducida a los estratos situados por debajo del estrato coherente.

Si es de consistencia media o superior, se considera que el estrato es granular y con el valor de  $R_p$  que realmente tiene.

- Estrato coherente intercalado en la zona B o C.

Si es de consistencia media o superior, el valor de la resistencia por punta se establece a continuación, en función del espesor del estrato  $e$ , y de la zona en que esté situado. $e \geq D$ , en la zona B: El menor de los valores  $P_1$  y  $P_2$ . $e \geq D$ , en la zona C: Si  $P_1 \leq P_2$ , se considera

$$P = P_1$$

$$\text{Si } P_1 > P_2,$$

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

 $e < D$ , en la zona B: Si  $P_1 \leq P_2$ ,

$$P = P_1$$

$$\text{Si } P_1 > P_2,$$

$$P = P_1 - \frac{e}{D} (P_1 - P_2)$$

 $e < D$ , en la zona C: Si  $P_1 \leq P_2$ ,

$$P = P_1$$

$$\text{Si } P_1 > P_2,$$

$$P = P_1 - \frac{e}{2D} (P_1 - P_2)$$

El valor  $P_1$ , se determina considerando que el estrato coherente es granular, que su  $R_p$  o  $N$ , es el menor entre los de los estratos que lo limitan.El valor  $P_2$ , se determina de acuerdo con el apartado de terreno coherente considerando que la zona B + C es coherente y que su resistencia a la penetración estática  $R_p$ , es la del estrato coherente.

## Granular de gravas

El valor de  $P$  en t, se determina en la Tabla 5, en función del tipo de grava según el Informe Geotécnico, de la penetración en número de diámetros de pilotes en dicha capa de gravas, y del diámetro del pilote  $D$ , en cm.

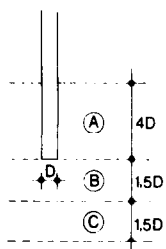
Tabla 5

Tipo de gravas  $\rightarrow$  Penetración en n.º de diámetros  $\rightarrow$  P  
 $\swarrow$  D  
 $\searrow$

Tipo de gravas	Penetración en número de diámetros	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
Limpias GW o GP	2 D	84,1	114,4	180,1	190,0	250,6	307,0	516,1	685,1
	4 D	100,0	136,0	224,9	236,6	308,7	472,1	613,7	814,1
	6 D	118,9	161,8	267,5	281,4	367,1	561,4	729,8	969,1
	8 D	141,4	192,4	318,1	334,6	436,6	667,6	867,9	1152,1
Arenosas GS	2 D	50,4	68,7	113,5	137,2	183,0	201,7	384,4	535,1
	4 D	60,0	81,7	134,9	163,1	218,6	346,9	457,1	637,1
	6 D	71,3	97,1	160,4	194,0	260,0	412,5	543,6	757,1
	8 D	84,8	115,5	190,8	230,7	309,2	490,6	646,4	901,1
Arcillosas o limosas GC o GM	2 D	25,2	34,3	56,7	76,1	104,1	170,7	229,3	335,1
	4 D	30,0	40,8	67,5	90,5	123,7	203,0	272,7	398,1
	6 D	35,7	48,5	80,2	107,6	147,2	241,4	324,2	474,1
	8 D	42,4	57,7	95,4	128,0	175,0	287,1	385,6	563,1

Resistencia por punta P, en t

Los valores de esta Tabla, no incluyen la resistencia correspondiente al trozo de fuste empotrado en la capa de gravas.



#### Coherente

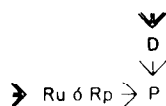
El valor de  $P$ , en  $t$ , se determina en la Tabla 6, en función de la tensión de rotura a compresión simple  $R_u$  en  $kg/cm^2$ , o de la resistencia a la penetración estática  $R_p$ , en  $kg/cm^2$ , y del diámetro del pilote  $D$ , en  $cm$ .

Se consideran tres zonas de terreno:

A. zona activa superior, B. zona activa inferior y C. zona de seguridad, de acuerdo con el esquema adjunto. La zona C, sólo se considera cuando su resistencia es inferior a la de la zona B.

El valor de  $R_u$  o  $R_p$ , para entrar en la Tabla 6, es la media aritmética de los  $R_u$  o  $R_p$ , de las zonas A y B + C. El valor de  $R_u$  o  $R_p$  en las zonas A y B + C, se determina con el cociente entre, la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que la componen, por sus  $R_u$  o  $R_p$ , y la suma de dichos espesores.

Tabla 6



Ru, en kg/cm <sup>2</sup>	Rp, en kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
2,5	19	7,9	10,8	17,8	26,7	37,3	63,8	88,3	138,0
5,0	38	15,9	21,6	35,7	53,4	74,6	127,6	176,7	276,1
7,5	57	23,8	32,4	53,6	80,1	111,9	191,5	265,0	414,1
10,0	75	31,8	43,2	71,5	106,8	149,3	255,3	353,4	552,2
12,5	94	39,7	54,1	89,4	133,5	186,6	319,1	441,7	690,2
15,0	113	47,7	64,9	107,3	160,3	223,9	383,0	530,1	828,3
17,5	132	55,6	75,7	125,2	187,0	261,3	446,8	618,4	966,4
20,0	150	63,6	86,5	143,1	213,7	298,6	510,7	706,8	1.104,0

Resistencia por punta P, en t

Regla complementaria

- Estrato granular intercalado en la zona A, B o C.

Se considera que el estrato es coherente, y que su  $R_u$  ó  $R_p$  es la menor entre las de los estratos que lo limitan.

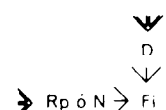
#### Resistencia por fuste F

La resistencia de un pilote por fuste  $F$ , en  $t$ , se determina a continuación para cada tipo de terreno.

#### Granular de arenas

El valor de  $F$ , en  $t$ , se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por fuste  $F_i$ , en  $t/m$ , determinada en la Tabla 7, en función de la resistencia a la penetración estática  $R_p$ , en  $kg/cm^2$ , o del número de golpes en el ensayo estandar de penetración dinámica  $N$ , y del diámetro del pilote  $D$ , en  $cm$ .

Tabla 7



Rp en kg/cm <sup>2</sup>	N	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
20	5	2,8	3,3	4,2	5,2	6,1	8,0	9,4	11,8
30	7	3,5	4,1	5,3	6,5	7,7	10,0	11,8	14,7
40	10	3,9	4,5	5,8	7,1	8,4	10,9	12,9	16,1
60	14	4,8	5,6	7,2	8,8	10,4	13,6	16,0	20,0
80	18	5,6	6,6	8,5	10,4	12,2	16,0	18,8	23,6
100	22	6,5	7,6	9,7	11,9	14,1	18,4	21,7	27,1
120	26	7,2	8,5	10,9	13,3	15,7	20,6	24,2	29,0
140	30	8,0	9,3	12,0	14,7	17,3	22,7	26,7	33,4
160	34	8,6	10,0	12,9	15,7	18,6	24,3	28,6	35,7
180	37	9,0	10,5	13,6	16,6	19,6	25,6	30,1	37,7
200	40	9,4	11,0	14,1	17,3	20,4	26,7	31,4	39,3

Resistencia unitaria por fuste  $F_i$ , en  $t/m$

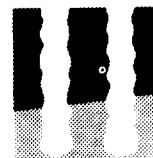
Regla complementaria.

- Estrato coherente intercalado.

Si es de consistencia blanda o muy blanda, el valor  $F_i$  de los estratos situados por encima, se considera no mayor del triple del correspondiente al estrato coherente.

#### Granular de gravas

El valor de  $F$ , en  $t$ , se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por fuste  $F_i$ , en  $t/m$ , determinada en la Tabla 8, en función del tipo de gravas y del diámetro del pilote  $D$ , en  $cm$ .



# Pilotes In situ

### Foundations. Cast-in place piles. Calculation

## 1977

**Tabla 8**

 Tipo de gravas  Fi

Tipo de gravas	Diámetro D, en cm							
	30	35	45	55	65	85	100	125
Limpias GW o GP	9,4	11,0	14,1	17,3	20,4	20,7	31,4	38,1
Arenosas GS	7,3	8,5	10,9	13,3	15,7	20,6	24,2	30,0
Arcillosas o limosas GC o GM	4,8	5,6	7,2	8,8	10,4	13,6	16,0	20,0
	Resistencia unitaria por fuste Fi, en t/m							

### Coherente

El valor de  $F_i$ , en t, se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por el fuste  $F_i$ , en t/m, determinada en la Tabla 9, en función de la tensión de rotura a compresión simple  $R_u$ , en  $\text{kg cm}^2$ , o de la resistencia a la penetración estática  $R_p$ , en  $\text{kg cm}^2$ , y del diámetro del pilote  $D$ , en cm.

**Tabla 9**

$\begin{array}{c} \text{D} \\ \downarrow \\ \text{Ru ó Rp} \rightarrow \text{Fi} \end{array}$

Ru, en kg/cm <sup>2</sup>	Rp, en kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	120
0,10	0,75	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8
0,20	1,50	0,9	1,0	1,4	1,7	2,0	2,6	3,1	3,6
0,30	2,25	1,4	1,6	2,1	2,5	3,0	4,0	4,7	5,4
0,40	3,00	1,7	2,0	2,6	3,2	3,8	5,0	5,9	7,0
0,50	4,00	2,1	2,5	3,2	3,9	4,6	6,1	7,2	8,5
0,75	6,00	2,8	3,2	4,2	5,1	6,1	8,0	9,4	11,1
1,00	7,50	3,2	3,8	4,9	6,0	7,1	9,3	10,9	13,0
1,25	9,50	3,5	4,1	5,3	6,5	7,7	10,1	11,9	14,2
1,50	12,00	3,8	4,4	5,7	7,0	8,3	10,9	12,8	16,0
2,00	15,00	4,2	4,9	6,3	7,7	9,1	12,0	14,1	17,5
2,50	18,50	4,5	5,2	6,8	8,3	9,8	12,9	15,2	19,0
3,00	22,50	4,9	5,7	7,4	9,0	10,7	14,0	16,4	20,5
4,00	30,00	5,6	6,5	8,4	10,3	12,2	16,0	18,8	23,5
5,00	37,00	6,2	7,2	9,3	11,4	13,5	17,7	20,8	26,0
7,50	56,00	7,8	9,0	11,7	14,2	16,9	22,1	26,0	32,0
10,00	75,00	9,4	10,9	14,1	17,2	20,4	26,7	31,4	39,0

**Resistencia unitaria por fuste Fi, en t/m**

### Reglas complementarias

- Estrato coherente de consistencia blanda o muy blanda.

El valor  $F_i$  de los estratos situados por encima, se considera no mayor de triple del correspondiente al estrato coherente de consistencia blanda o muy blanda.

- Estrato granular intercalado.

El valor  $F_i$ , se determina de acuerdo con el apartado de terreno granular, considerando un valor no mayor del doble del correspondiente a los estratos inferiores.

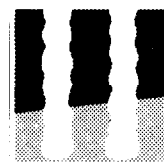
- Estratos superiores de consistencia media o superior, y con limite líquido  $>4$

El valor Fi de los estratos comprendidos en los dos metros superiores del llenado, se considera nulo.



# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Calculation



CP

1977

Regla complementaria.

No se adoptará para  $R_1$  un valor superior a la resistencia por fuste del pilote en la capa coherente de consistencia blanda o muy blanda, determinada de acuerdo con el apartado correspondiente del presente Cálculo.

### Determinación de $R_2$

Cuando  $P \leq 3F$ , el rozamiento negativo  $R_2$ , en t, sobre un pilote, se determina para cualquiera de los casos a, b, c y d contemplados en el apartado anterior con el producto del espesor de la capa coherente de consistencia blanda o muy blanda, por el rozamiento negativo unitario  $R_i$  en t/m, determinado en la Tabla 12, en función de la tensión de rotura a compresión simple,  $R_u$  en kg/cm<sup>2</sup> o de la resistencia a la penetración estática,  $R_p$  en kg/cm<sup>2</sup>, y del diámetro del pilote  $D$ , en cm.

Tabla 12

$\downarrow$   
 $D$   
 $\downarrow$   
 $\rightarrow R_u \text{ ó } R_p \rightarrow R_i$

$R_u$ , en kg/cm <sup>2</sup>	$R_p$ en kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro $D$ , en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	120
0,1	0,75	0,23	0,27	0,35	0,43	0,51	0,66	0,78	0,90
0,2	1,50	0,47	0,54	0,70	0,86	1,02	1,33	1,57	1,90
0,3	2,25	0,70	0,82	1,06	1,29	1,53	2,00	2,35	2,90
0,4	3,00	0,89	1,04	1,34	1,64	1,93	2,53	2,98	3,70
0,5	4,00	1,08	1,26	1,62	1,98	2,34	3,07	3,61	4,50

Rozamiento negativo unitario  $R_i$ , en t/m

### Asiento A

El asiento de un grupo de pilotes  $A$ , en mm, se determina a continuación para cada tipo de terreno.

#### Granular

El valor de  $A$ , en mm, se determina en la Tabla 13, en función de  $n$ ,  $\frac{Q_t}{Q_r}$  y  $D$ .

Siendo:

 $n$  Número de pilotes del grupo

$Q_t$  Carga media de trabajo de un pilote, en t, determinada para cada caso con las expresiones siguientes:

- Sin rozamiento negativo  $Q_t = \frac{Q}{n}$

- Con rozamiento negativo, si  $P > 3F$   $Q_t = \frac{Q}{n} + R_1$

si  $P \leq 3F$   $Q_t = \frac{Q}{n} + R_2$

$Q$ ,  $R_1$  y  $R_2$  determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

$Q_r$  Resistencia de un pilote, en t, determinada con la expresión  $Q_r = P + F$

$P$  y  $F$  Determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

$D$  Diámetro del pilote, en cm.

Tabla 13

$\downarrow$   
 $D$   
 $\downarrow$   
 $\rightarrow \frac{Q_t}{Q_r} \rightarrow n \rightarrow A$

$\frac{Q_t}{Q_r}$	$n$	Diámetro $D$ , en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	120
0,35	1	—	—	—	—	—	—	13	16
	2	10	12	15	19	22	29	33	—
	3	15	17	22	27	32	41	—	—
	4	18	21	27	33	39	50	—	—
0,40	1	—	—	—	—	—	—	18	23
	2	14	17	21	26	31	40	46	—
	3	20	24	30	37	44	57	—	—
	4	25	29	37	46	54	70	—	—
0,45	1	—	—	—	—	—	—	23	29
	2	18	21	27	33	39	51	59	—
	3	26	30	39	47	56	73	—	—
	4	32	37	48	58	69	90	—	—
0,50	1	—	—	—	—	—	—	28	35
	2	22	26	33	40	48	62	72	—
	3	32	37	47	58	68	89	—	—
	4	39	45	58	71	84	110	—	—

Asiento  $A$ , en mm

Cohérente

El valor de A, en mm, se determina en la Tabla 14, en función  $Q_t$ ,  $R_p$ , L y n  
Siendo:

$Q_t$  Carga media de trabajo de un pilote, en t, determinada para cada caso con las expresiones siguientes:

- Sin rozamiento negativo

$$Q_t = \frac{Q}{n}$$

- Con rozamiento negativo, si  $P > 3 F$

$$Q_t = \frac{Q}{n} + R_1$$

si  $P \leq 3 F$

$$Q_t = \frac{Q}{n} + R_2$$

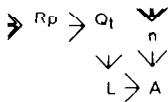
$Q$ ,  $R_1$  y  $R_2$  determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

$R_p$  Resistencia a la penetración estática del terreno, en  $\text{kg/cm}^2$ , determinada con el cociente entre, la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que lo componen por sus  $R_p$ , y la suma de dichos espesores.

L Longitud del pilote, en m.

n Número de pilotes del grupo.

Tabla 14



Carga media de trabajo de un pilote  $Q_t$ , en t

$R_p$ en $\text{kg/cm}^2$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	33	41	50	58	66	75	83	91	100	108	116
30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
35	46	58	70	81	93	105	116	128	140	151	163
40	53	65	80	93	106	120	133	146	160	173	186
45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
50	66	83	100	116	133	150	166	183	200	216	233
55	73	91	110	128	146	165	183	201	220	238	256
60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
65	86	108	130	151	173	195	216	238	260	281	303
70	93	116	140	163	186	210	233	256	280	303	326
75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350

Número de pilotes del grupo n

1	2	3	4
180			
170			
160			
150			
140			
130			
120	192		
110	176		
100	160		
90	144	198	
80	128	176	
70	112	154	189
60	96	132	162
50	80	110	135
40	64	88	108
30	48	66	81
20	32	44	54
10	16	22	27

Longitud del pilote L, en m

Asiento A, en mm

4. Cálculo de la resistencia estructural del grupo de pilotes

La resistencia estructural del grupo de pilotes se obtiene con la expresión  $c' T$ .

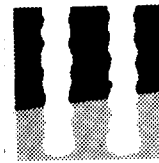
Coefficiente  $c'$

El coeficiente  $c'$  se determina en la Tabla 15 en función del número de pilotes n, del grupo.

Tabla 15

Número de pilotes del grupo n	1	2	3	4
Coefficiente $c'$	0,75	1,75	3,00	4,00





## Determinación de T

La resistencia estructural  $T$  en t, de cada pilote del grupo se determina en Tabla 16, en función del tipo de hormigonado y del diámetro  $D$ , en cm.

Tabla 16

  
 Tipo de hormigonado  $\rightarrow T$

Tipo de hormigonado	Diámetro $D$ , en cm							
	30	35	45	55	65	85	100	125
En seco	28,3	38,5	63,6	95,0	132,7	227,0	314,2	400,0
En agua	24,7	33,7	55,7	83,2	116,1	198,6	274,9	350,0

**Resistencia estructural del pilote  $T$ , en t**

## 5. Cálculo de S

La separación entre ejes de los pilotes del grupo  $S$ , en cm, se determina en Tabla 17, en función de la relación entre  $P$  y  $F$ , del diámetro del pilote  $D$ , en cm, y de su longitud  $L$ , en m.

Siendo:

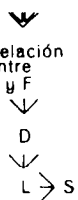
$P$  Resistencia por punta de un pilote, determinada de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

$F$  Resistencia por fuste de un pilote, determinada de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

$D$  Diámetro del pilote, en cm.

$L$  Longitud del pilote, en m.

Tabla 17

  
 Relación entre  $P$  y  $F$   
 $D$   
 $L \rightarrow S$

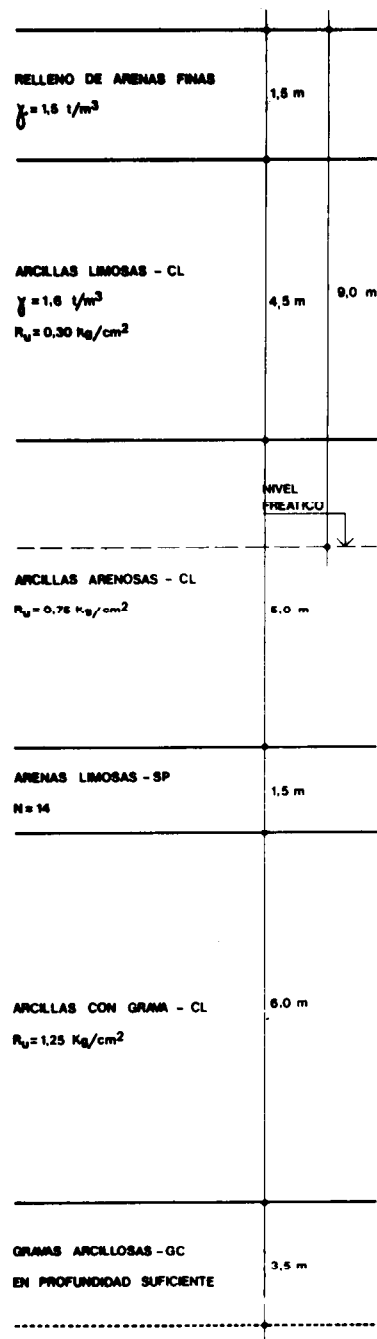
## Relación entre $P$ y $F$

Diámetro $D$ en cm	$P \geq 3F$								$P < 3F$								
	30	35	45	55	65	85	100		30	35	45	55	65	85	100		
6,0																	60
13,5																	75
21,0																	90
27,0																	110
31,5																	135
41,0																	170
53,0																	210
57,0																	250
																	300

**Longitud de los pilotes  $L$ , en m**



## 6. Ejemplo



### Datos

Esfuerzos en el plano superior del grupo de pilotes.  
Características del terreno:

Hormigonado de los pilotes:

### Cálculo

Predimensionado

Carga axil equivalente E:

Resistencia por punta, P:

Resistencia por fuste, F:

Coefficiente, c:

Rozamiento negativo,  $R_t$ :

Comprobación  $E < c(P + F - R_t)$ :

Coefficiente,  $c'$ :

Resistencia estructural, T:

Comprobación  $E < c'(T - 0,4 R_t)$ :

Corrección de los parámetros del predimensionado:

Carga axil equivalente E:

Resistencia por punta P:

Resistencia por fuste, F:

Coefficiente c:

Rozamiento negativo,  $R_t$ :

Comprobación  $E < c(P + F - R_t)$ :

Coefficiente,  $c'$ :

Resistencia estructural, T:

Comprobación  $E < c'(T - 0,4 R_t)$ :

Asientos

Separación, S:

### Resultados:

$Q = 200$  t;  $M_x = 10$  mt,  $M_y = 3,5$  mt

Las especificadas en el esquema adjunto.  
Existe rozamiento negativo por consolidación de la capa blanda de ARCILLAS LIMOSAS-CL al disponer un relleno de ARENAS de 1,5 m de espesor.

Utilización de CPI-5, y hormigonado con agua en la entubación.  
Hormigonado en agua

$n = 4$ ;  $D = 45$  cm;  $L = 19,5$  m-apoyo en gravas

$M = 10 + 3,5 = 13,5$  mt  
En la Tabla 1,  $E = 230$  t

Para  $L = 19,5$  m, se tiene una penetración en las gravas de  $1 \text{ m} \geq 2 D$   
En la Tabla 5,  $P = 56,7$  t

Estrato granular entre estratos coherentes (aplicación de la regla complementaria).  
En las Tablas 8, 9 y 7  
 $F = 1 \times 7,2 + 6 \times 5,8 + 1,5 \times 7,2 + 5 \times 4,2 + 4,5 \times 2,1 = 80,25$  t

En la Tabla 2,  $P < 3 F$ ,  $c = 1,14$

En la Tabla 10,  $R_t = 4,5 \times 2,12 = 9,54$  t

$230 > 1,14 (56,7 + 80,25 - 9,54)$   
 $230 > 145,2$  t. No se cumple

En la Tabla 15,  $c' = 4$

En la Tabla 16,  $T = 55,7$

$230 > 4 (55,7 - 0,4 \times 9,54)$   
 $230 > 184,6$  t. No se cumple

$n = 4$ ;  $D = 55$  cm;  $L = 22$  m

$M = 13,5$  mt  
En la Tabla 1,  $E = 225$  t

Para  $L = 22$  m, se tiene una penetración en las gravas de  $3,50 \text{ m} \geq 6 D$   
En la Tabla 5,  $P = 107,6$  t

Estrato granular entre estratos coherentes (aplicación de la regla complementaria).  
En las Tablas 8, 9 y 7  
 $F = 3,5 \times 8,8 + 6 \times 6,5 + 1,5 \times 8,8 + 5 \times 5,1 + 4,5 \times 2,5 = 119,75$  t

En la Tabla 2,  $P < 3 F$ ,  $c = 1,14$

En la Tabla 10,  $R_t = 4,5 \times 2,59 = 11,65$  t

$225 < 1,14 (107,6 + 119,75 - 11,65)$   
 $225 < 248$  t. Se cumple

En la Tabla 15,  $c' = 4$

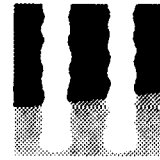
En la Tabla 16,  $T = 83,2$  t

$225 < 4 (83,2 - 0,4 \times 11,65)$   
 $225 < 314$  t. Se cumple

No es necesaria la comprobación de asientos por estar empotrada la punta de los pilotes en gravas con profundidad suficiente.

En la Tabla 17,  $S = 160$  cm

$n = 4$ ;  $D = 55$  cm;  $L = 22$  m;  $S = 160$  cm

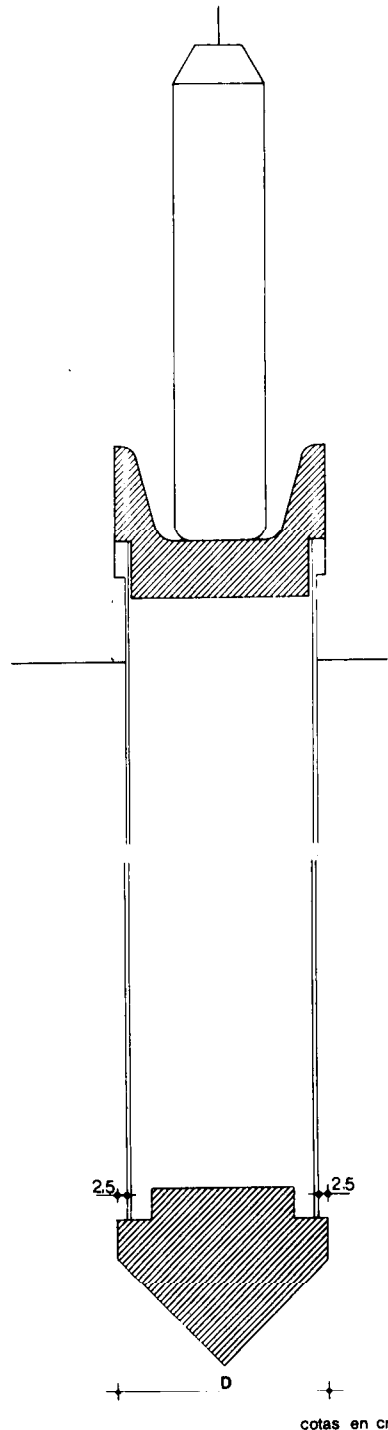


## 1. Especificaciones

### CPI-1 Camisa perdida-C

Tubo metálico de sección circular 2 mm de espesor como mínimo u otro material, y longitud  $C$ , en m con misión de garantizar la continuidad del fuste y fraguado del hormigón en presencia de corrientes de agua, quedades o zonas blandas de terreno y agentes agresivos.

### CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento



### EFH-7 Hormigón.

De resistencia característica 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.

Se hincará en el terreno la entubación de diámetro exterior  $D$ , en cm, hasta una profundidad  $L$ , en m, para los  $n$  pilotes del grupo a separación  $S$ , en cm, según Documentación Técnica y en el tiempo y orden previsto. La entubación para su hincá estará provista en su extremo inferior de un azuche de punta cónica o plana, metálica o de hormigón prefabricado de diámetro exterior mayor que el del pilote en 5 cm con su parte superior cilíndrica preparada para encajar en el extremo inferior de la entubación.

La hincá se hará mediante golpeo con maza o martillo en la parte superior de la entubación, introduciéndola hasta la profundidad prevista para el pilotaje, tal profundidad se retirará por el rechazo obtenido como se indica en las Condiciones Generales de Ejecución del apartado Construcción de la presente NTE.

El hormigonado se realizará en seco de forma continua y discontinua.

La entubación se extraerá de manera que siempre quede dentro de ella, que impida la entrada de agua por la parte interior de la entubación.

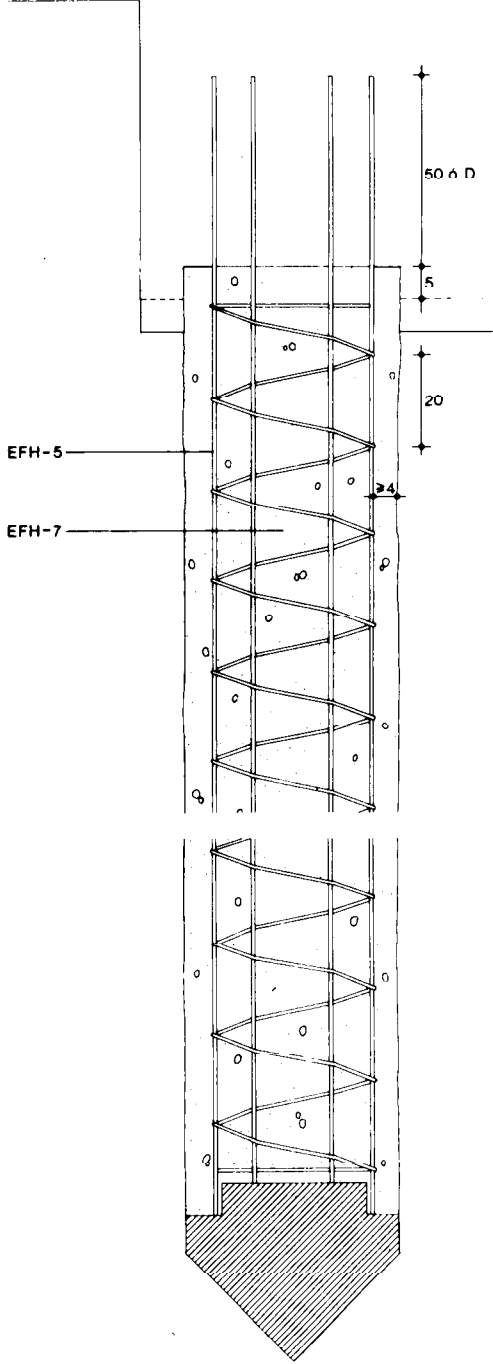
La extracción de la entubación se simultaneará con un golpeo en cabeza, para conseguir efecto de vibrado del hormigón.

### EFH-5 Armadura.

De acero AE-42 ó AE-22 L formando una jaula para pilote de diámetro  $D$ , en cm, compuesta por:

- Armadura longitudinal.

Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro  $D$  del pilote será siguiente:

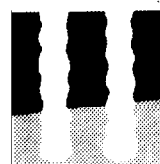


D, en cm	30	35	45	55	65
N.º de barras	5	5	6	7	6
Diámetro Øb, en mm	12	12	12	12	14

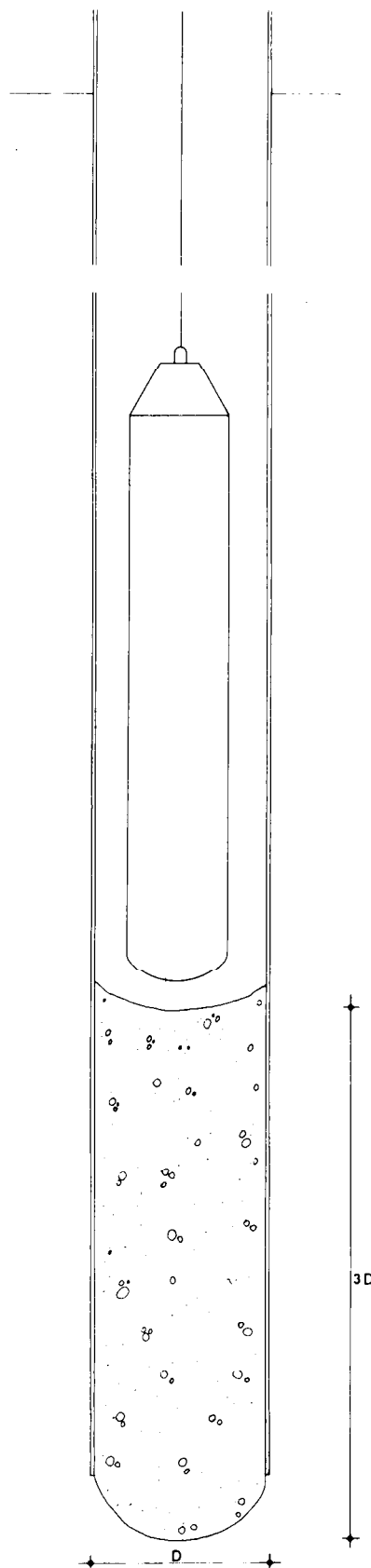
La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:  
D o 50 cm.  
La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:  
6 m o 9 D.

- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.  
El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm



## CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas n-D. L-S· Hormigonado· Cemento



## EFH-7 Hormigón.

De resistencia característico 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Consistencia medida en con de Abrams: 1 a 5 cm.

Se hincará en el terreno la entubación de diámetro exterior D, en cm, hasta una profundidad L, en m; para los n pilotes del grupo de separación S en cm, según Documentación Técnica y en el tiempo y orden previsto.

La hincada de la entubación se hará por golpeo sobre un tapón de gravas, arena u hormigón introducido previamente en la entubación, dispuesto en tongadas pequeñas y compactado fuertemente hasta obtener un tapón de espesor d 3D mínimo. El hormigón de tapón de gravas tendrá una consistencia cero en el con de Abrams (consistencia de tierra húmeda).

El golpeo sobre el tapón con la maza arrastrará a la entubación hasta la profundidad prevista para el pilotaje. La profundidad será refrendada por el rechazo r obtenido como se indica en las Condiciones Generales de Ejecución del apartado de Construcción de la presente NTE.

En todos los casos al final de la hincada, el golpeo de la maza desalojará el tapón de la entubación quedando como punta de los pilotes un ensanchamiento.

El hormigonado se realizará en seco, por tongadas y sometido a un apisonado o vibrado para garantizar la continuidad del fuste.

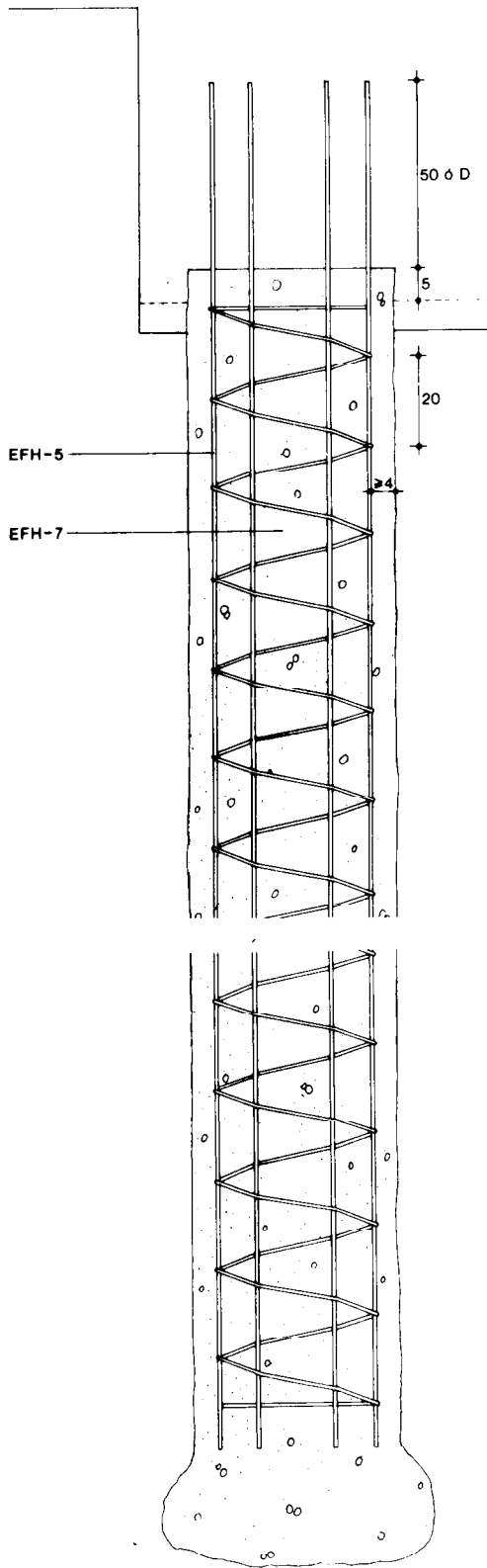
La entubación se extraerá de manera que siempre quede un mínimo de 2D de hormigón dentro de ella, que impida la entrada de agua por la parte inferior de la entubación.

## EFH-5 Armadura.

De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula para cada pilote de diámetro D, en cm, compuesta por:

- Armadura longitudinal.

Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote será el siguiente:



D en cm	30	35	45	55	65
N.º de barras	5	5	6	7	6
Diámetro	12	12	12	12	14
Øb.en mm					

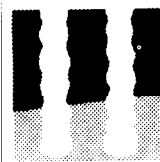
La longitud de la armadura será tal que después del desca-  
bezado del pilote sobresalga  
la mayor de las siguientes  
longitudes:  
D ó 50 cm.  
La longitud mínima de la ar-  
madura será el mayor de los  
siguientes valores:  
6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en es-  
piral o cercos de redondos de  
6 mm de diámetro, con paso o  
separación de 20 cm.  
El diámetro exterior del zun-  
cho o de los cercos, será igual  
al diámetro del pilote menos  
8 cm para lograr un recubri-  
miento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction

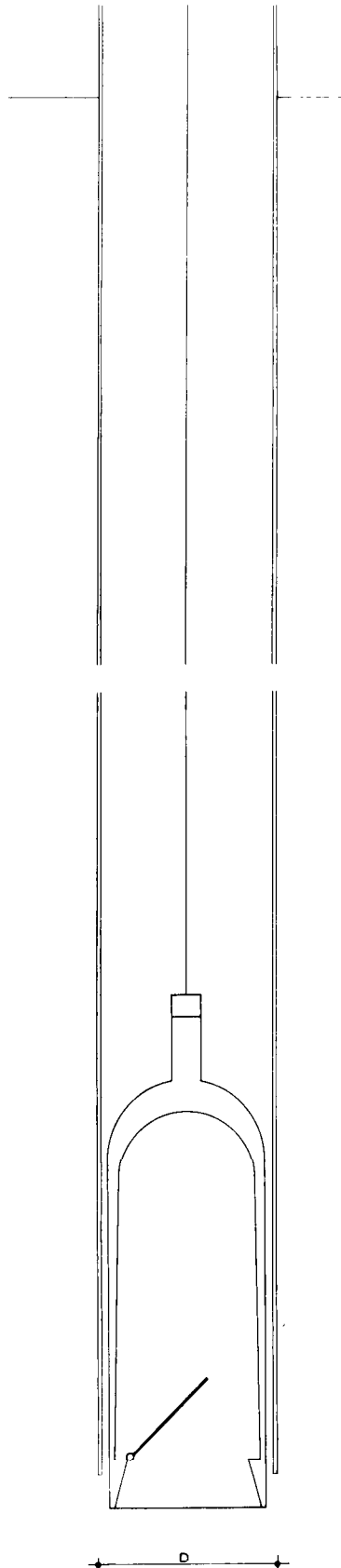


CF

1977



## CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable -n.D.L.S.-Hormigonado-Cemento



## EFH-7 Hormigón.

De resistencia característica 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.

Se introducirá, mediante excavación de las tierras, la entubación de diámetro exterior  $D$ , en cm, hasta una profundidad  $L$ , en m, para los  $n$  pilotes de grupo a separación  $S$ , en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.

La entubación se introducirá en el terreno acompañando a la excavación y siempre por delante de la misma, salvo en caso de que haya que atravesar capas intermedias que obliguen al uso de trépano.

En terrenos coherentes de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empalme de la punta.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta e inmediatamente antes del vertido del hormigón.

En terrenos muy blandos susceptibles de sifonamiento durante la excavación se mantendrá el nivel del agua en el interior de la entubación, un metro por encima del nivel freático.

Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre, como mínimo 2D dentro del hormigón anteriormente vertido.

## EFH-5 Armadura.

De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro  $D$  en cm, compuesta por:

Armadura longitudinal. Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro  $D$  del pilote, será siguiente:

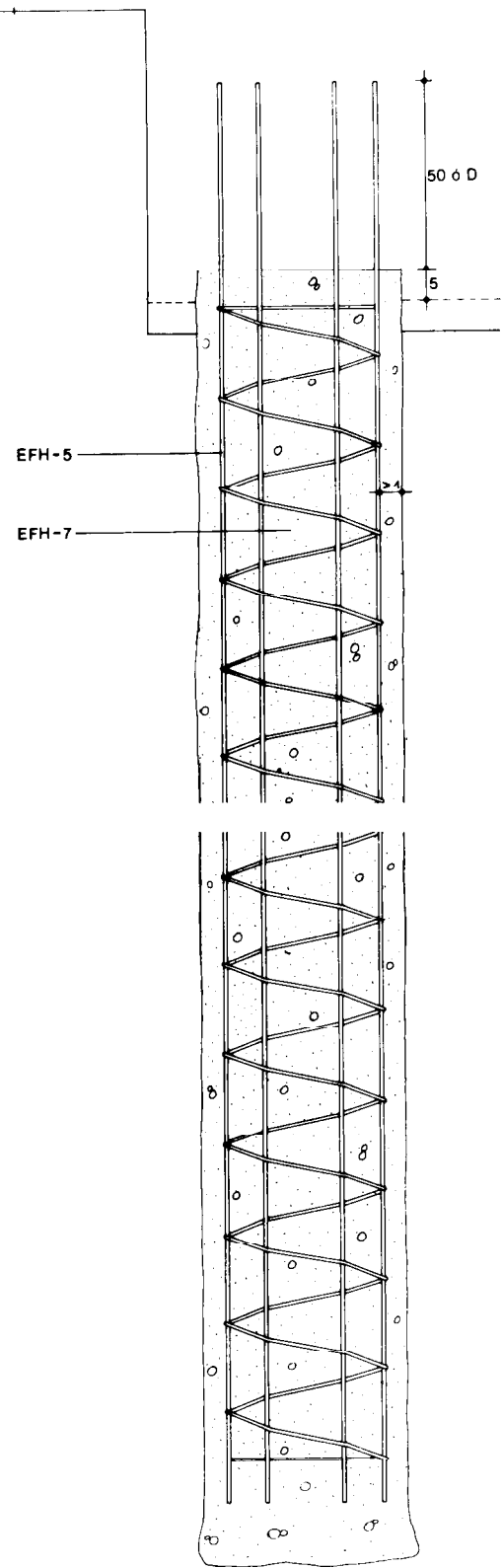
D en cm	45	55	65	85	100	1
N.º de barras	6	7	6	7	9	
Diámetro $\phi$ en mm	12	12	14	16	16	

La longitud de la armadura será tal que después del desbrazado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:

$D$  ó 50 cm.

La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:

6 m ó 9 D.



- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en es-  
piral o cercos.  
El paso de la espiral y/o sepa-  
ración entre cercos, y el diá-  
metro de los redondos, en fun-  
ción del diámetro D del pilote  
será el siguiente:

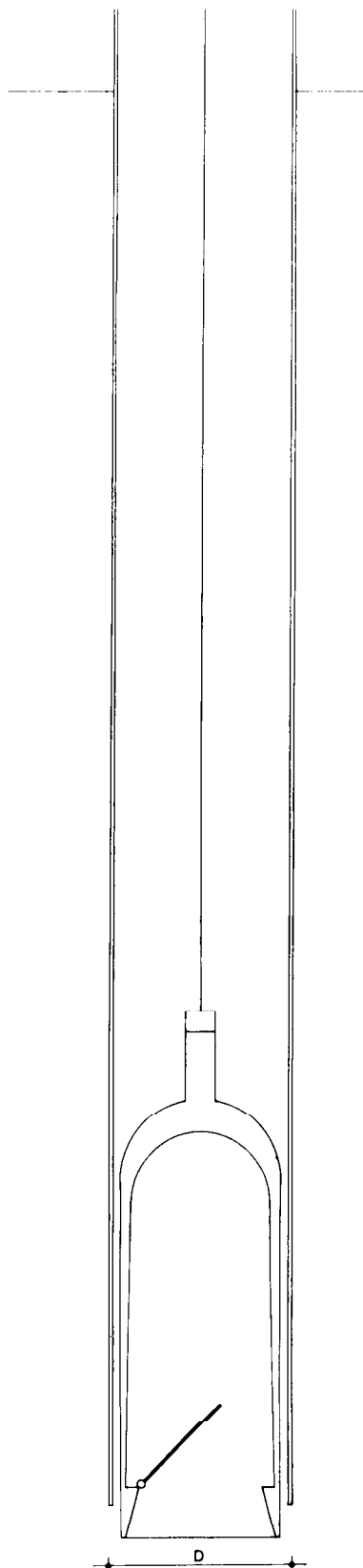
D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro Ø en mm	6	6	6	8	8	8

El diámetro exterior del zun-  
cho o de los cercos, será igual  
al diámetro del pilote menos  
8 cm, para lograr un recubri-  
miento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm



## CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C- Hormigonado · Cemento

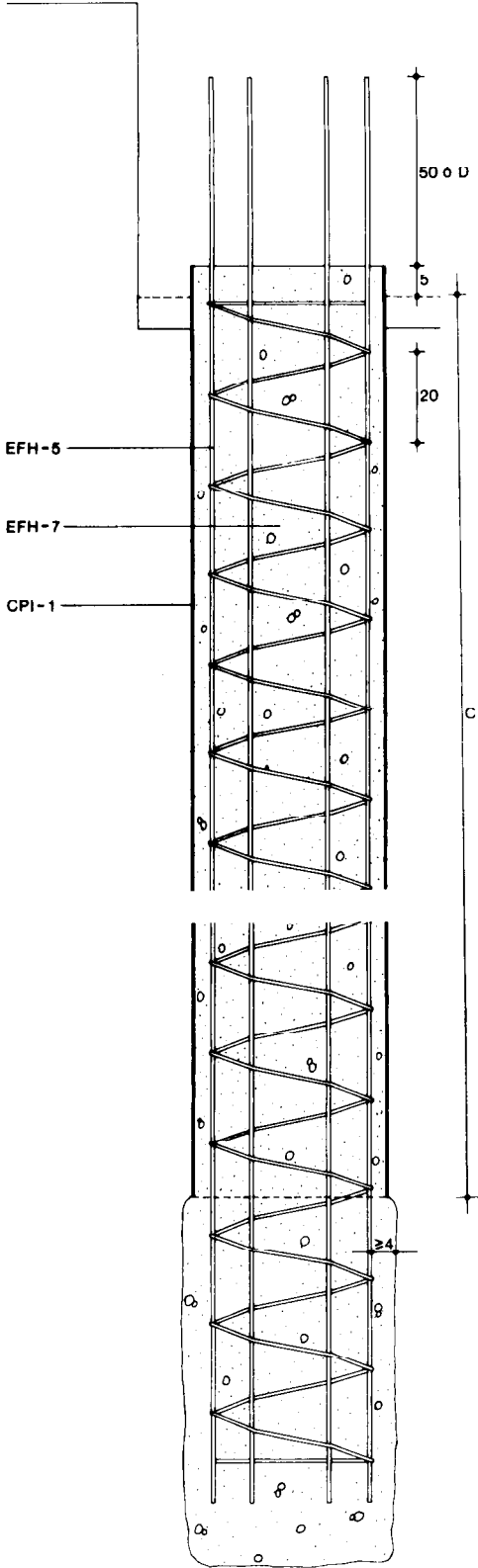


**CPI-1** Camisa perdida.  
De longitud C, según Documentación Técnica.  
Realizada la excavación y antes del hormigonado, se introducirá en la entubación situándola en la posición prevista en la Documentación Técnica. Se mantendrá suspendida desde la boca de perforación, hasta la terminación de las operaciones de hormigonado.

**EFH-7** Hormigón.  
De resistencia característica  $f_{ck}$  de 175 kg/cm<sup>2</sup>.  
Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.  
Se introducirá, mediante excavación, la entubación de diámetro exterior D, en cm, hasta una profundidad L, en m, para los n pilotes del grupo a separación S, en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.  
La entubación se introducirá en el terreno acompañando a la excavación y siempre por delante de la misma, salvo en caso de que haya que atravesar capas intermedias que obliguen al uso de trépano.  
En terrenos coherentes y de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empalmado de la punta.  
Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta, e inmediatamente antes del vertido del hormigón.  
En terrenos muy blandos susceptibles de sifonamiento durante la excavación se mantendrá el nivel del agua en el interior de la entubación, 1 metro por encima del nivel freático.  
Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre, como mínimo, 2D dentro del hormigón anteriormente vertido.

**EFH-5** Armadura.  
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:  
- Armadura longitudinal.  
Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote será siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	1
N.º de barras	6	7	6	7	9	
Diámetro $\phi_b$ en mm	12	12	14	16	16	



La longitud de la armadura será tal que después del descazado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:  
D ó 60 cm.  
La longitud mínima de las armaduras será el mayor de los siguientes valores:  
6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en espiral o cercos.  
El paso de la espiral y/o separación entre cercos, y el diámetro de los redondos, en función del diámetro D del pilote, será el siguiente:

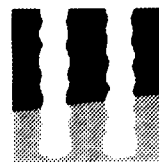
D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro $\phi$ en mm	6	6	6	8	8	8

El diámetro exterior del zuncho c de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction



CF

1977

## CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

### EFH-7 Hormigón.

De resistencia característica  $175 \text{ kg/cm}^2$ .

Consistencia medida en cono de Abrams: 16 a 20 cm.

Se realizará la perforación a diámetro  $D$ , en cm, hasta una profundidad  $L$ , en m, para  $n$  pilotes del grupo a separación  $S$ , en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.

En la perforación se utilizarán los lodos como contención de las paredes.

Los lodos tendrán las características siguientes:

- Suspensión homogénea estable
- Dosificación no mayor de 10 %
- Densidad de 1,02 a 1,10 g./cm<sup>3</sup>
- Viscosidad normal, medida en cono de Marsh igual superior a 32 s.
- El sistema de recuperación de los lodos permitirá que se mantengan durante la inyección las características de los mismos, dentro de los límites indicados.

El hormigonado se realiza de modo continuo bajo los lodos, de modo que al inyectar el hormigón en el fondo, éste se desplacen hacia arriba. La tubería que coloca el hormigón irá introducida siempre 4 m, como mínimo, dentro del hormigón anteriormente vertido.

Previamente a la colocación de las armaduras se efectúa una limpieza del fondo de la perforación, extrayendo los elementos sueltos que hayan podido desprenderse. Asimismo, se regenerarán los lodos cuando el contenido de arena (material retenido por el tamiz 0,080 UNE) sea superior al 3 % o cuando la viscosidad medida en cono Marsh sea superior a 45 s.

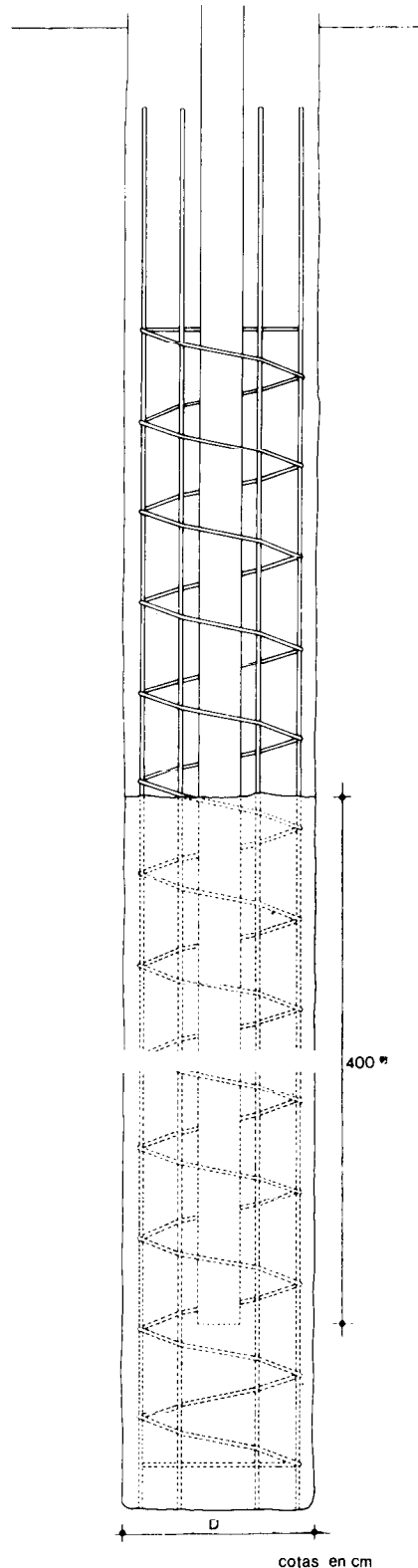
### EFH-5 Armadura.

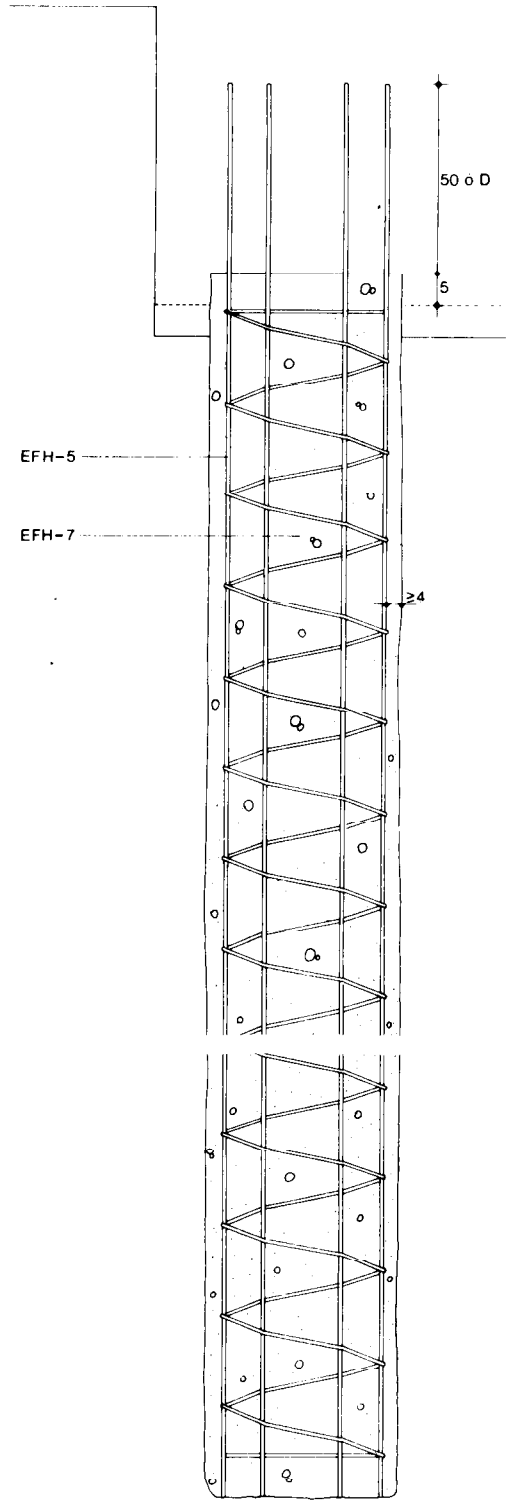
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro  $D$  en cm, compuesta por:

- Armadura longitudinal.

Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro  $D$  del pilote, será siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	110
N.º de barras	6	7	6	7	9	10
Diámetro $\phi_b$ en mm	12	12	14	16	16	18





La longitud de la armadura será tal que después del desca-  
bezado del pilote sobresalga  
la mayor de las siguientes  
longitudes:

D ó 50 cm.

La longitud mínima de la ar-  
madura será el mayor de los  
siguientes valores:

6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.

Constituida por zuncho en es-  
piral o cercos.

El paso de la espiral y/o sepa-  
ración entre cercos, y el diá-  
metro de los redondos, en fun-  
ción del diámetro D del pilote  
será el siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro Ø en mm	6	6	6	8	8	8

El diámetro exterior del zun-  
cho o de los cercos, será igual  
al diámetro del pilote menos  
8 cm, para lograr un recubri-  
miento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo      cotas en cm

# Pilotes In situ

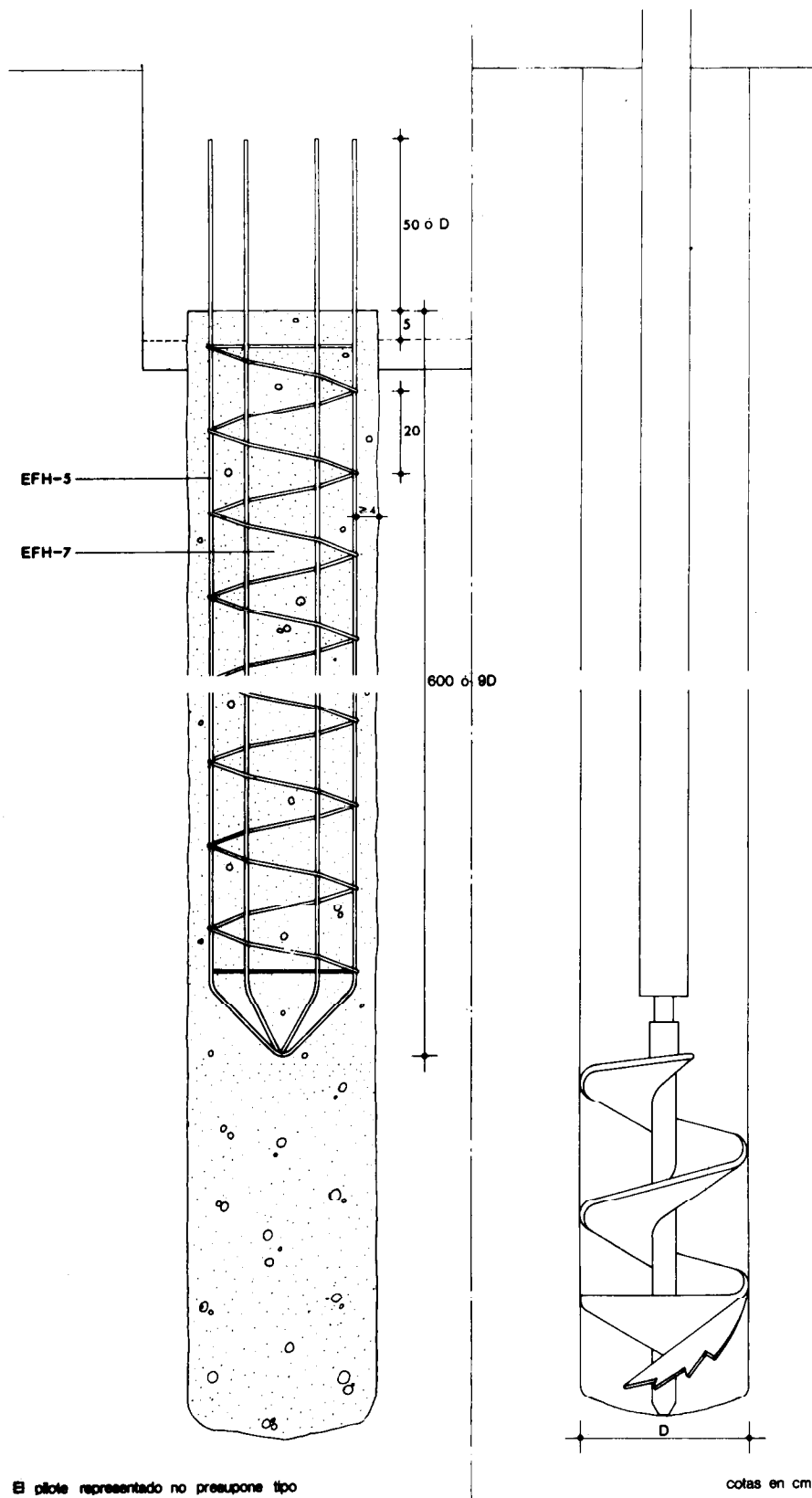
Foundations. Cast-in place piles. Construction



CF

1977

## CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento



**EFH-7 Hormigón.**  
De resistencia característica 175 kg/cm<sup>2</sup>.  
Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.  
Se realizará la perforación extracción de las tierras mediante barrenado.  
La perforación de diámetro en cm, y profundidad L, en m, se realizará para los n pilotes del grupo a separación en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.  
Se cuidará especialmente la limpieza del fondo y las paredes de la excavación antes de la colocación de las armaduras y vertido del hormigón, efecto de garantizar el que se produzcan desprendimientos de las paredes durante estos trabajos.  
El hormigonado se realiza en seco y de forma continua. La construcción de este tipo de pilotes se podrá realizar siempre que las condiciones del terreno sean tales que no haya entrada de agua en la perforación.

**EFH-5 Armadura.**  
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:  
- Armadura longitudinal.  
Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será siguiente:

D en cm	35	45	55
N.º de barras	5	6	7
Diámetro $\phi_b$ en mm	12	12	12

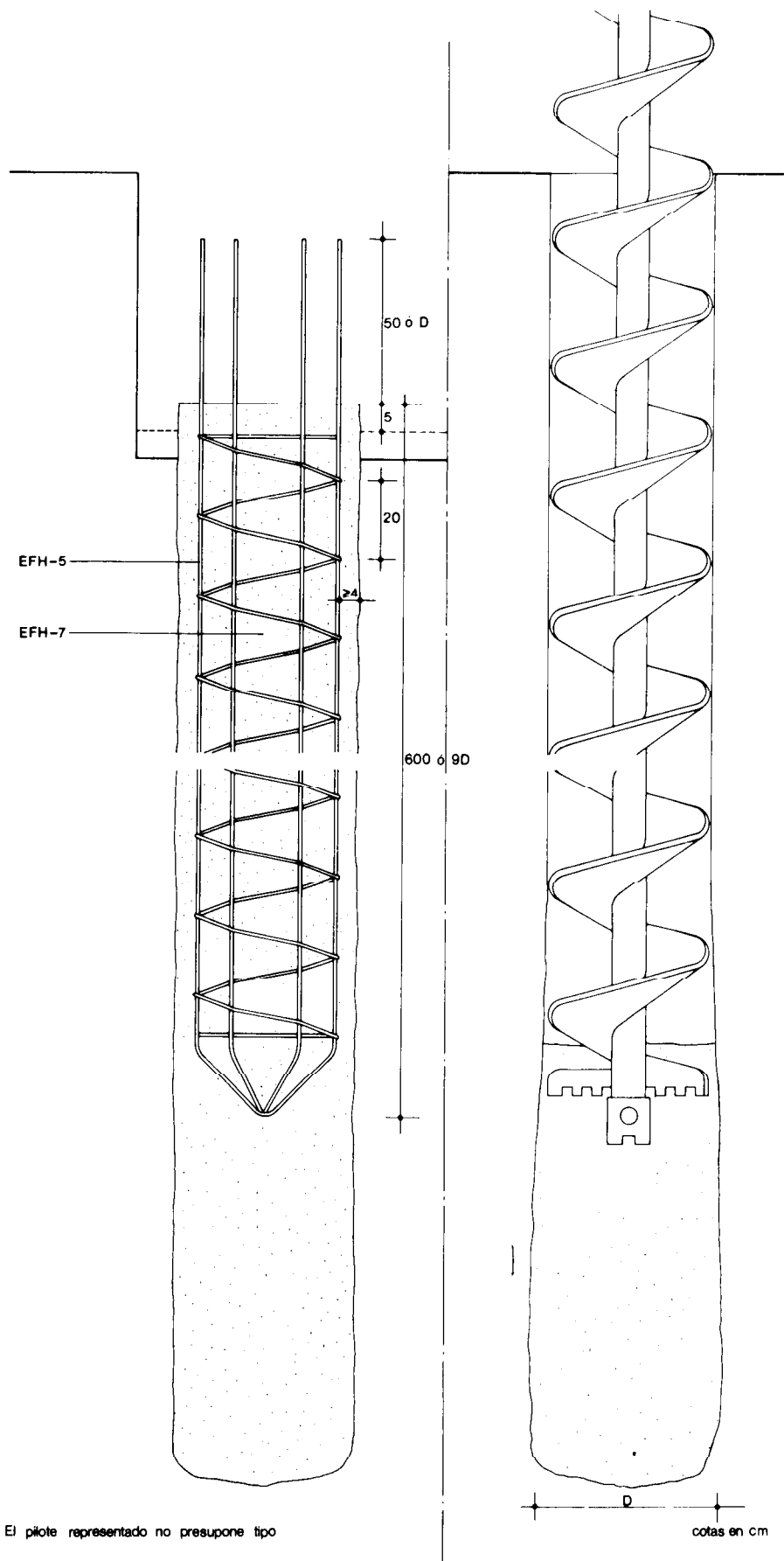
La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:  
D ó 50 cm.

La longitud mínima de la armadura será el mayor de las siguientes valores:  
6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.  
El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo

cotas en cm



EFH-7 Hormigón.  
De resistencia característica 175 kg/cm² y consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm; o Mortero grueso estabilizado de resistencia característica 175 kg/cm² y consistencia medida en cono de fluidez: 22 a 28 s.  
La perforación de diámetro D, en cm, y profundidad L, en m, se realizará para los n pilotes del grupo a separación S, en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.  
Alcanzada la profundidad L se procederá simultáneamente a la extracción de la barrena con las tierras alojadas en ella y al hormigonado por bombeo a través del tubo central de la misma. Durante el proceso de extracción de la barrena, el hormigón bombeado se mantendrá en contacto con el extremo inferior de la barrena.  
El hormigonado se realizará en seco o bajo agua de forma continuada, terminado éste se introducirá en el hormigón fresco la armadura.

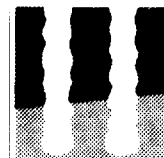
EFH-5 Armadura.  
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:  
- Armadura longitudinal.  
Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro  $\phi_b$  de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será el siguiente:

D en cm	35	45	55	65
N.º de barras	5	6	7	6
Diámetro $\phi_b$ en mm	12	12	12	14

La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:  
D ó 50 cm.  
La longitud mínima de las armaduras será el mayor de los valores:  
6 m ó 9 D.  
- Armadura transversal.  
Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.  
El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction



CP

1977

## 2. Condiciones de seguridad en el trabajo

Las zonas de trabajo se señalizarán y protegerán adecuadamente, así como las áreas de paso de cargas suspendidas, que quedarán acotadas.

El estado de los aparatos de elevación y de los dispositivos de manejo, hinc o perforación será revisado diariamente antes de comenzar los trabajos.

El transporte suspendido de armaduras debe realizarse por colgado mediante eslingas bien enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad, debiendo realizarse la sustentación de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores y encargados del manejo y montaje de armaduras irán provistos de guantes, casco y calzado de seguridad.

En los casos en que sea necesario realizar trabajos en el fondo del pilote excavado, debe estar asegurada la eficacia de la entubación para evitar colapso de la excavación, así como la imposibilidad de que caigan objetos o materiales en la misma, frente a lo que estará protegida la boca del pilote. En esos casos, se dispondrá de una jaula para la extracción rápida, y de máscaras de protección para las vías respiratorias cuando exista la posibilidad de que emanen gases tóxicos en la excavación.

En las instalaciones eléctricas para elementos auxiliares, como hormigonera y vibradores, se dispondrá a la llegada de los conductores de acometida a interruptor diferencial según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, para su puesta a tierra se consultará la NTE "IEP-Instalaciones de Electricidad Puesta a Tierra". Los conductores de estas instalaciones y elementos, serán de tipo antihumedad e irán protegidos por cubierta aislante de suficiente resistencia mecánica.

Todo trabajador ocupado en la fabricación o manejo de hormigón irá provisto de guantes y calzado de seguridad que proteja su piel del contacto con el citado material.

Cuando el hormigonado se efectúe mediante cubas, su cierre será perfecto se comprobará siempre, antes de su traslado al punto de aplicación.

Cuando el vertido del hormigón se realice mediante bombeo hidráulico o neumático, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial atención en su limpieza interior una vez terminado el hormigonado, durante el cual la bomba debe ser parada a la menor señal de obstrucción de la tubería.

Cuando se empleen lodos tixotrópicos, se usarán equipos de recuperación de los mismos, y cuando ello no sea posible se concederá especial atención a su eliminación y evacuación de forma, que se evite en todo caso la suciedad y mal estado del terreno de trabajo.

Los trabajadores próximos a trabajos con lodos tixotrópicos deben utilizar gafas de protección contra salpicaduras.

Los trabajos se suspenderán cuando llueva intensamente, nieve o exista viento de velocidad superior a 60 km/h.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene del Trabajo y del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## 3. Condiciones generales de ejecución

De cada pilote se realizará un parte, en el que constará la fecha de ejecución, diámetro, longitud alcanzada, volumen de hormigón y armaduras empleado, altura del descabezado y cualquier variación con respecto al proyecto con todos los incidentes apreciados en el curso de la ejecución.

En los pilotes de extracción se indicarán las capas de terreno atravesadas, resaltando sus diferencias con respecto al proyecto, y en su caso la altura de empotramiento logrado en la punta.

En los pilotes de desplazamiento las incidencias de la hinc y el rechazo obtenido en tres andanadas consecutivas de 10 golpes.

El valor del rechazo  $r$ , se deduce de la siguiente tabla en la que  $r/H$  es el rechazo relativo necesario en andanada de 10 golpes, para alcanzar una resistencia al hundimiento igual a la estructural del pilote, de diámetro  $D$ , y con caída de maza de peso  $M$ , desde una altura  $H$ .



Siendo:

r : rechazo en mm

H: altura de caída de la maza en m

m: peso de la maza en kg

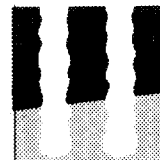
D: diámetro del pilote en cm

P: peso de la entubación, punta, sombrerete y otras piezas auxiliares fijas a la entubación, en kg

Diámetro del pilote D, en cm					Peso de la maza M, en kg.					
30	35	45	55	65	500	1000	1500	2000	3000	4000
0,50					13,0	26,0	38,0	51,0	77,0	102,0
					19,5	39,0	57,0	76,5	115,5	153,0
0,69					11,0	23,0	34,0	45,0	68,0	91,0
					16,5	34,5	51,0	67,5	102,0	136,5
0,90					10,0	20,0	30,0	40,0	60,0	81,0
					15,0	30,0	45,0	60,0	90,0	121,5
1,14	0,57				9,0	18,0	27,0	36,0	54,0	72,0
					13,5	27,0	40,5	54,0	81,0	108,0
1,41	0,77				8,0	16,0	24,0	32,0	48,0	64,0
					12,0	24,0	36,0	48,0	72,0	96,0
1,71	0,99				7,0	14,0	21,0	28,0	42,0	57,0
					10,5	21,0	31,5	42,0	63,0	85,5
2,05	1,24				6,0	13,0	19,0	25,0	38,0	50,0
					9,0	19,5	28,5	37,5	57,0	75,0
	1,52	0,52			6,0	11,0	17,0	22,0	34,0	45,0
					9,0	10,5	25,5	33,0	51,0	67,5
	1,83	0,71			5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0
					7,5	15,0	22,5	30,0	45,0	60,0
	2,19	0,93			4,0	9,0	13,0	18,0	27,0	35,0
					6,0	13,5	19,5	27,0	40,5	52,5
		1,17	0,45		4,0	8,0	12,0	16,0	24,0	31,0
					6,0	12,0	18,0	24,0	36,0	46,5
		1,44	0,63		3,0	7,0	10,0	14,0	21,0	28,0
					4,5	10,5	15,0	21,0	31,5	42,0
		1,75	0,84		3,0	6,0	9,0	12,0	19,0	25,0
					4,5	9,0	13,5	18,0	28,5	37,5
	2,09	1,07	0,48		3,0	6,0	8,0	11,0	17,0	22,0
					4,5	9,0	12,0	16,5	25,5	33,0
		1,33	0,67		2,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0
					3,0	7,5	10,5	15,0	22,5	30,0
		1,62	0,88		2,0	4,0	7,0	9,0	13,0	17,0
					3,0	6,0	10,5	13,5	19,5	25,5
	1,95	1,11			2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0
					3,0	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0
	2,32	1,37			2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	14,0
					3,0	4,5	7,5	10,5	15,0	21,0
		1,67			2,0	3,0	5,0	6,0	9,0	12,0
					3,0	4,5	7,5	9,0	13,5	18,0
	2,00				1,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0
					1,5	4,5	6,0	7,5	12,0	16,5
$\frac{P}{m}$					$\frac{r}{H}$					

- Del par de valores de r/H que aparecen en la Tabla el superior corresponde a pilotes de desplazamiento con azúche, y el inferior a pilotes de desplazamiento con tapón de gravas.
- Los resultados de la hincia son una mera indicación, y se tomarán por sí solos como una prueba de la capacidad resistente del pilote. En particular, la profundidad deberá coincidir aproximadamente con la prevista en Cálculo en el caso de que ésta resulte ser inalcanzable, será objeto de un estudio especial no contemplado en la presente NTE.
- Se recomienda, para efectuar las medidas de rechazo r, ajustar la altura de caída de la maza de modo que el número que expresa el rechazo, en mm, esté incluido entre las líneas escalonadas de la Tabla.

# Pilotes In situ



CP

*Foundations. Cast-in place piles. Construction*

1977

La armadura longitudinal del pilote se empalmará mediante solapo de 40 cm como mínimo, soldándose y/o atándose con alambre en toda la longitud de mismo.

En el caso de utilizar cercos como armadura transversal, los cierres se hará mediante solapo de 8 cm, como mínimo, y se soldarán y/o atarán con alambre en toda su longitud, la posición del solapo se dispondrá alternada para cerco sucesivos. Ambas armaduras se atarán fuertemente entre sí formando un jaula capaz de soportar las operaciones del hormigonado; se colocará ésta sobre el fondo de la perforación o se introducirá en el hormigón vertido según los casos, limpia, exenta de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

El hormigonado podrá ejecutarse de modo continuo o discontinuo tanto si se realiza en seco como en agua; salvo en el caso de hormigonado en lodo lixotrópicos que será continuo.

Si el hormigonado se efectúa en seco, y en un momento dado penetra el agua en el interior de la entubación, el pilote será considerado defectuoso. Si esto se repitiera, o bien, desde el principio si el terreno es permeable y acuífero, se preferirá llenar la entubación de agua al mismo nivel que la capa freática efectuando el hormigonado sumergido (hormigonado en agua).

Se vigilará la posición de las armaduras durante el hormigonado.

Todo pilote en el que las armaduras suban apreciablemente durante el hormigonado deberá ser considerado defectuoso. Igualmente todo pilote en el que las armaduras desciendan hasta perderse dentro del hormigón ya vaciado.

Todo pilote en el que exista una diferencia apreciable en menos o una gran diferencia en más entre el volumen teórico del hormigonado y el realmente empleado se considerará defectuoso.

En el hormigonado discontinuo la altura máxima de vertido será de 100 cm. En el hormigonado de cada pilote, se realizará sin interrupción hasta su terminación no admitiéndose juntas de hormigonado.

El pilote, una vez terminado, deberá quedar hormigonado a una altura superior a la definitiva, exceso que será demolido una vez endurecido el hormigón, la altura de este exceso a sanear será como mínimo la mitad del diámetro cuando la cabeza quede por encima del nivel freático, o de vez y media al diámetro cuando la cabeza quede debajo del nivel freático.

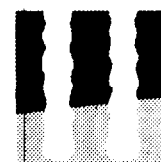
No se permitirá la hincas con desplazamiento de pilotes o entubaciones en un radio de 3 m alrededor de un pilote hormigonado, con entubación recuperada hasta que el hormigón haya adquirido una resistencia mínima de 30 kg/cm<sup>2</sup> según ensayos previos.

Tampoco se permitirá la perforación con extracción durante ese mismo plazo en un radio igual a tres diámetros y medio, a partir del centro al pilote, salvo en el caso de pilotes barrenados.

No se iniciará la operación de saneo de la cabeza, ni la colocación de los encofrados para el encepado, en ese mismo tiempo. Después del descabezado los pilotes sobresaldrán del terreno una longitud tal que permita un empotramiento del hormigón de 5 cm, como mínimo, en el encepado.

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control



CPI

1977

## 1. Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE que se indican.

### Especificación

EFH-1 Cemento  
EFH-2 Aridos  
EFH-3 Agua  
EFH-5 Acero de Armadura

### Normas UNE

7144; 7201; 7202; 7208; 7205; 7207  
7082; 7133; 7134; 7135; 7136; 7137; 7238; 7244; 7245;  
7-205-75  
7130; 7131; 7132; 7178; 7234; 7235; 7236  
36088 h<sub>1</sub> h<sub>2</sub> h<sub>3</sub> (III) Anexo

## Instrucción EH-73

Ensayos mínimos en la Instrucción:

### EFH-1 Cemento.

Ensayos físicos, químicos y mecánicos. Una vez antes de comenzar la obra, o si varían las condiciones de suministro, o si lo indica el Director de obra.

Ensayos físicos, mecánicos, pérdida de fuego y residuo insoluble.

Una vez cada tres meses de obra y como mínimo tres veces durante la obra, o si lo indica el Director de la obra.

Puede ser sustituido a juicio del Director por un Certificado de Origen Industrial conteniendo los resultados de los análisis y ensayos correspondientes a cada partida servida.

### EFH-2 Aridos.

Si no se tienen antecedentes de su uso, un análisis de las sustancias contenidas en la arena y grava antes de comenzar la obra y si varían las condiciones de suministro o si lo indica el Director de Obra.

### EFH-3 Agua.

Si no se tienen antecedentes de la misma un análisis de las sustancias disueltas antes de comenzar la obra o si varían las condiciones de suministro, o si lo indica el Director de Obra.

### EFH-5 Acero de armadura.

Para cada diámetro y partida de veinte toneladas o fracción de controles de sección, dos de características geométricas de corrugado y dos ensayos de doblado y desdoblado.

En dos ocasiones a lo largo de la obra, ensayo de tracción completo de una probeta de cada diámetro.

Certificado de Origen Industrial con cada partida.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

## 2. Control de la ejecución

### Hormigón

Para el control de hormigón en pilotes, se considera como lote 200 m de pilotes. La mitad de las probetas de cada toma se curarán en cámara y a partir de ellas se determinará la resistencia característica a los 7 días, actuando en consecuencia si se prevé que no se va a alcanzar la resistencia especificada a los 28 días. La otra mitad de las probetas de cada toma se empleará para determinar la resistencia a los 28 días.

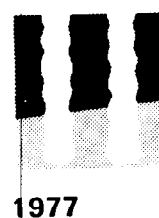
### Armadura

Se realizará una inspección visual de las jaulas antes de su colocación para destacar los posibles errores de armado que sean apreciados a simple vista.

<b>Especificación</b>	<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación automática</b>
<b>CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>  <a href="http://www.geoteknia.com">www.geoteknia.com</a>	Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
	Diámetro del azuche	Uno en general	Menor del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la capa prevista en la Documentación Técnica, o bien no cumple el rechazo necesario
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superior a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto al especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior a 15 cm
	Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
	Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
	Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
	Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
	Longitud de solapo de armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 40 cm
	Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
<b>CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm
	Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto al especificado
	Espesor del tapón de gravas	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la capa prevista en la Documentación Técnica, o bien no cumple el rechazo necesario
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control



CPI

1977

## Especificación

### Controles a realizar

### Número de controles

### Condición de no aceptación automática

Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 1 cm o superior a 5 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

## CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n.D.L.S. Hormigonado Cemento

Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

**CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C · Hormigonado · Cemento**

<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación automática</b>
Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Longitud de la camisa perdida	Uno por cada pilote	Inferior a la especificada
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

**CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento**

Diámetro del útil de perforación	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Características de los lodos	Uno cada 3 grupos de pilotes	Fuera de los límites especificados
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 16 cm o superior a 20 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada

# Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control

1977

CPI

## Especificación

### CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm
Diámetro de la barrena	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

### CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

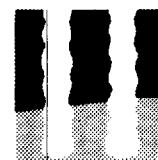
Diámetro de la barrena	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%



<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación automática</b>
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Resistencia característica del mortero grueso estabilizado	Uno por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de fluidez	Uno por cada lote de control	Inferior a 22 s o superior a 28 s
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

### 3. Criterio de medición

<b>Especificación</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Forma de medición</b>
<b>CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.
<b>CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m	Longitud L, realmente ejecutada crematada en la altura de descado.



## 1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros por sus valores numéricos.

Siendo:

- D el diámetro de los pilotes, en cm
- L la longitud de los pilotes, en m
- b el número de barras de la armadura longitudinal
- l la longitud de las armaduras longitudinales, en m
- $\phi_b$  el diámetro de las armaduras longitudinales, en mm
- $\phi_e$  el diámetro de los estribos o zuncho de espiral, en mm

En los precios unitarios irán incluidos, además los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coeficiente de medición
<b>CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n·D·L·S·Hormigonado·Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso entubación, azuche metálico y/o hormigón armado: compactado del hormigón, cortes de armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
<b>CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n·D·L·S·Hormigonado·Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso tapón de grava y compactado de la misma, compactado del hormigón, cortes de armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
<b>CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n·D·L·S·Hormigonado·Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{90D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso limpieza del fondo del pilote; cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
<b>CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n·D·L·S·C·Hormigonado·Cemento</b>	m		
	m	EFH-1	1
	m³	EFH-7	$\frac{90D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso camisa; limpieza del fondo del pilote, cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			

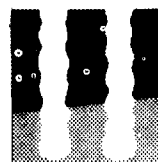
	Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición
<b>CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S Hormigonado · Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso lodos tixotrópicos, recuperación de lodos y transporte de los mismos a vertederos autorizados, cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
<b>CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{D^2n}{10.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso limpieza del fondo del pilote; cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
<b>CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D · L · S · Hormigonado · Cemento</b>	m		
	m³	EFH-7	$\frac{D^2n}{10.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			

## 2. Ejemplo

**CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable - 4 · 55 · 22 · 160 · Hormigonado en agua · Cemento P-350**

Datos: n = 4  
D = 55 cm  
L = 22 m  
S = 160 cm  
i = 6 m  
b = 7  
Øb = 12 mm  
Øe = 6 mm

Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición	Precio unitario	Coficiente de medición	
m³	EFH-7	$\times \frac{80D^2n}{1.000.000}$	= 10.433,40	$\times \frac{80 \cdot 3025 \cdot 4}{1.000.000}$	= 11.301,9
kg	EFH-5	$\times \frac{800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e}{10.000} \cdot \frac{(l + 0,5) n}{(L + 1)}$	= 40,00	$\times \frac{(800 \cdot 7 \cdot 12 + 12,5 \cdot 55 \cdot 6) \cdot (6 + 0,5) \cdot 4}{10.000 \cdot (22 + 1)}$	= 322,5
					<b>Total Pta /m = 11.684,4</b>



## 1. Criterio de mantenimiento

La propiedad conservará en su poder la Documentación Técnica en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos los grupos de pilotes. Cuando fuera apreciada alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, será estudiado por Técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en el caso de ser imputable a la cimentación, los refuerzos o recalces que deban realizarse. Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitudes previstas en los grupos de pilotes, será necesario el dictamen de un Técnico competente.