

Vigas

1. Ambito de aplicación

Vigas de hormigón armado, planas o de canto, de directriz recta y sección rectangular, pertenecientes a estructuras de edificación. Para vigas en las que la relación entre la luz y el canto sea inferior a 2,5, se utilizará la NTE-EHJ: «Estructuras de Hormigón armado. Jácenas Pared».
Esta NTE no resuelve las vigas en ambiente exterior, húmedo o químicamente agresivo que posean especiales problemas de fisuración.

2. Información previa

Estructural

Planos acotados de la estructura.
Solicitaciones a que se encuentran sometidas las vigas y predimensionado, según la NTE-EHP: «Estructuras de Hormigón armado. Pórticos».
Solicitaciones y predimensionado a que se encuentran sometidas otras vigas no contempladas en la NTE-EHP.

De protección

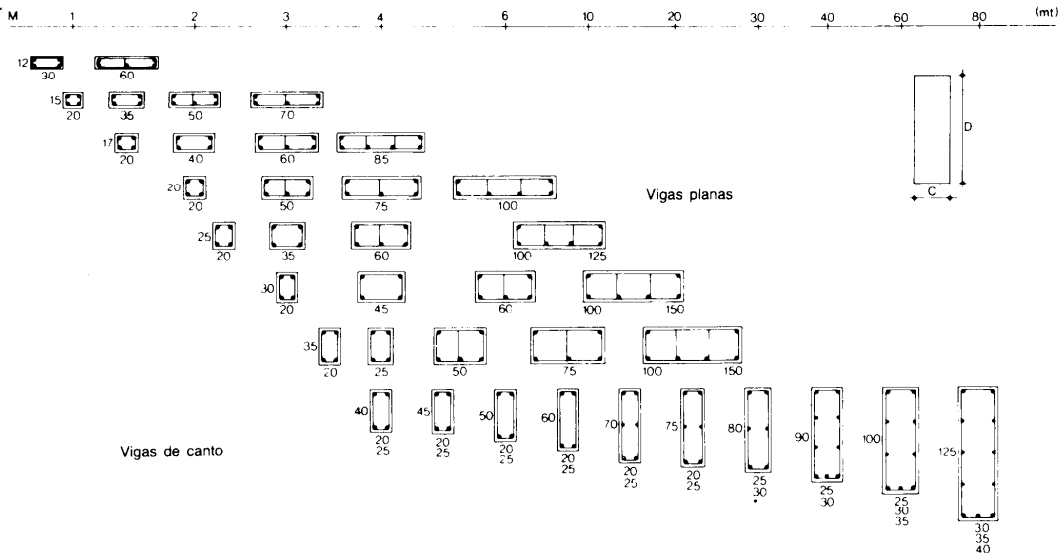
Vigas cuyo acabado suponga disminución de las dimensiones de la sección.

3. Criterios de diseño

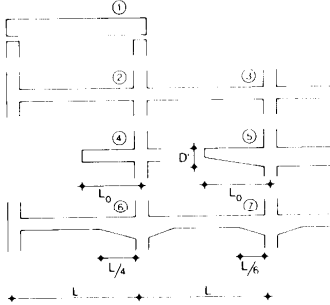
Los criterios y soluciones de esta norma están basados en la EH-82, Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

Tipología

Se establece en la presente Norma la siguiente tipología de secciones de vigas planas y de canto, en la que aparece el número y disposición mínima de armaduras longitudinales y cercos. Las secciones se encuentran agrupadas en base al momento flector de cálculo M en mt, con el que puede procederse a su predimensionado.



Flecha



No será necesaria la comprobación de la flecha en aquellas vigas cuyo canto sea al menos el indicado en el siguiente cuadro en función de la luz L de la viga o L_0 del voladizo y de las condiciones de extremo indicadas en la figura.

Luz en m	Condición de extremos	Vigas de canto $D > C$				Vigas planas $C > 2D$				Vigas acarteladas $D' > D$		
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
3,0 1,00		25	20	20	20	20	15	12	12	—	—	—
3,5 1,25		30	25	20	20	25	15	12	15	—	—	—
4,0 1,50		35	30	20	25	30	17	15	17	15/30	—	—
5,0 1,75		40	35	25	30	35	20	17	20	20/40	20/50	20/50
6,0 2,00		50	40	30	40	—	30	25	25	20/50	20/60	25/50
8,0 2,50		80	60	50	50	—	—	35	—	25/50	30/90	40/80

— La solución no es aconsejable

Armaduras

Longitudinal

Formada por barras longitudinales dispuestas básicamente en la cara traccionada, en función del momento flector, según el apartado de Cálculo.

Transversal

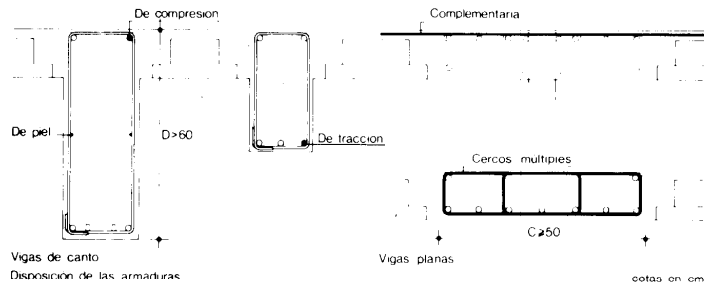
Compuesta por cercos rectangulares, rodeando la armadura longitudinal, en función del esfuerzo cortante, según el apartado de Cálculo.
En vigas de ancho igual o superior a 50 cm se dispondrán cercos de más de dos ramas, según se indica en la Tipología.

De piel

En vigas de canto superior a 60 cm se dispondrán junto a los paramentos armaduras de 8 mm de diámetro, según se indica en la Tipología.

Complementaria

En vigas planas, de ancho muy superior al del soporte, se dispondrá una armadura perpendicular a la longitudinal en la cara superior y en las proximidades del soporte interior, según el apartado de Cálculo.



Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-n- ϕ_L -r- ϕ_t -S

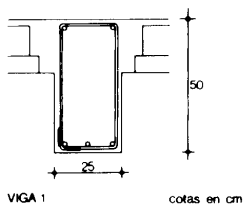
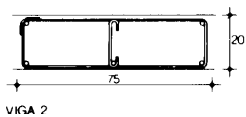
4. Planos de obra

EHV- Plantas de estructuras

EHV- Planos de vigas

EHV- Detalles

5. Esquema



Símbolo Aplicación

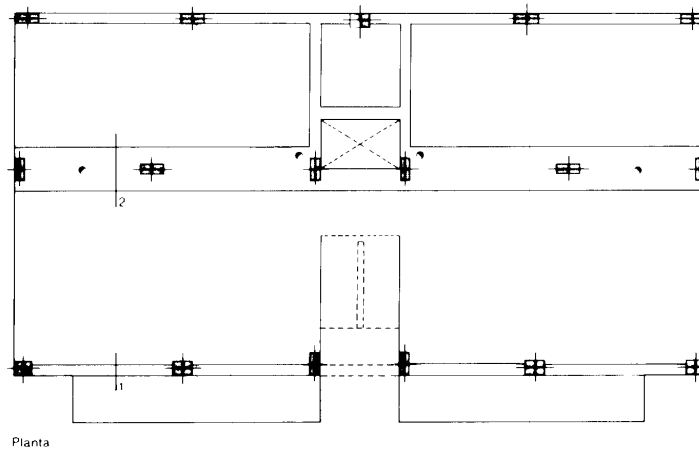
En elementos horizontales de estructuras de edificación.

Escala

Representación por su símbolo y numeración, en cada planta de estructura de las distintas vigas. 1:100

Representación para cada viga del despiece de armaduras longitudinales con sus anclajes y de la distribución de cercos a lo largo de la viga. 1:50

Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE. 1:20



Vigas

1. Bases de cálculo

1.1. Nomenclatura

1.2. Materiales y coeficientes de seguridad

1.3. Solicitaciones

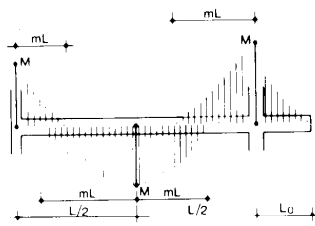


Diagrama de Momentos flectores

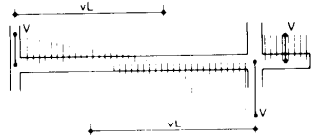


Diagrama de Esfuerzos cortantes

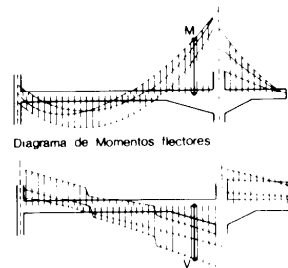


Diagrama de Esfuerzos cortantes



Diagrama de Momentos torsores

2. Cálculo de armaduras

2.1. Vigas Tipo P

Vigas sometidas a flexión simple y eventualmente a torsión.

M: Momento flector de cálculo en mt, que actúa en una sección.

V: Esfuerzo cortante de cálculo en t, que actúa en una sección.

T: Momento torsor de cálculo en mt, que actúa en una sección.

Hormigón: H-175 Resistencia característica a compresión a los 28 días, 175 kp/cm². Coeficiente de minoración del hormigón, $\gamma_c = 1,5$.
Acero: AEH-400 N o F en barras corrugadas. Límite elástico característico 4.100 kp/cm². Coeficiente de minoración del acero, $\gamma_s = 1,1$.

A efectos de esta Norma se consideran dos tipos de vigas:

1.3.1. Tipo P

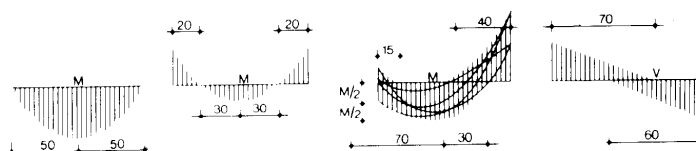
Vigas de sección constante, sometidas en cada tramo a cargas uniformes o asimilables a uniformes, incluyendo posibles cargas puntuales en los extremos de los voladizos.

La envolvente de las solicitaciones viene descrita por:

- Los momentos flectores máximos M en los extremos de la viga y en la zona central.
- Las cotas m en % de la luz, de los puntos de momento nulo. Se supone una interpolación parabólica para puntos intermedios.
- Los esfuerzos cortantes máximos V en los extremos de la viga.
- Las cotas v en % de la luz, de los puntos de cortante nulo. Se supone una interpolación lineal para puntos intermedios.

Las vigas que provienen de pórticos y que han sido analizadas según la NTE-EHP: «Estructuras de Hormigón armado. Pórticos», suministran estos parámetros.

En la figura adjunta pueden verse algunos ejemplos de los parámetros m y v.



Parámetros m y v

1.3.2. Tipo S

Vigas de sección constante o variable, con cualquier tipo de carga, excepto las procedentes de la eliminación de soportes de plantas superiores.

Las solicitaciones vienen descritas por:

- El diagrama de momentos flectores de cada hipótesis de carga y envolvente de las mismas.
- El diagrama de esfuerzos cortantes de cada hipótesis y envolvente de las mismas.
- El diagrama de momentos torsores de cada hipótesis y envolvente de las mismas, si éstas existen.

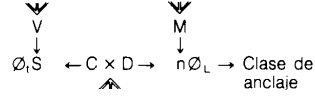
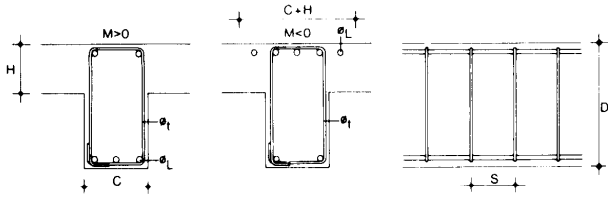
2.1.1. Cálculo de la armadura longitudinal

Se determina en primer lugar en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la sección de hormigón C x D, de forma que su canto D sea al menos el indicado en la Tipología de Diseño. A continuación se obtienen las armaduras correspondientes a los momentos M máximos en los extremos y en el vano, y la clase de anclaje, de mayor a menor x, y, z.

Si en las Tablas no existe el valor del momento deseado, se tomará el inmediato superior.

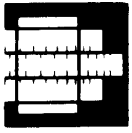
Puede elegirse entre dos diámetros distintos, pero, en la armadura superior, debe ser idéntico al de las vigas colindantes.
 Las Tablas indican también cuando la armadura debe disponerse en dos capas y cuando se precisa armadura de compresión.
 Para momentos negativos en vigas de canto la armadura puede buscarse con el ancho C + H.

Tabla 1. Vigas de canto



ø _t	Cortante V(t)					Sección (cm)	Momento M(mt)										ø _L	Clase						
	4	5	6	7.2	8.6		10	1.1	1.6	2.1	3	4.1	5.8	8	11	16			22	30	41	58	80	110
ø6	15	10	↓	↓	↓	20 × 20	3	4	6	8+2	10+5	↓	↓										ø10	y
ø8	25	20	15	10	↓			2	3	4	5+2	8+4	↓	↓										ø12
ø6	25	20	10	10	↓	20 × 25	2	3	4	6	8+1	↓	↓										ø10	y
ø8	40	30	20	15	10			→	2	3	4	6+1	8+3	10+6										ø12
ø6	40	25	15	10	↓	20 × 30	2	3	5	8	10+2	↓	↓										ø10	y
ø8	60	40	30	25	15			→	2	3	5	8+1	10+3											ø12
ø6	60	40	25	15	10	20 × 35	2	3	4	5	8	↓	↓										ø10	y
ø8	60	40	25	20	15			→	2	3	4	5	8+1	10+3										ø12
ø6	60	30	20	15	10	20 × 40	→	3	5	6	10+2	↓	↓										ø10	z
ø8	60	30	25	20	15			→	3	4	5	8	10+2											ø12
ø6	60	30	20	15	10	25 × 40	→	3	4	6	10+2	↓	↓										ø10	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	6	10+2		10+2										ø12
ø6	60	40	30	20	15	20 × 45	2	3	4	6	8	↓	↓										ø12	y
ø8	60	40	30	25	20			→	2	3	5	6+2	8+4											ø16
ø6	60	30	25	20	10	25 × 45	3	4	5	8	↓	↓	↓										ø12	y
ø8	60	40	30	20	15			2	3	4	5	6	8+3											ø16
ø6	60	30	25	20	10	20 × 50	3	4	5	8	10+2	↓	↓										ø12	y
ø8	60	40	30	20	15			→	2	3	4	6	8+2											ø16
ø6	60	30	25	15	10	25 × 50	3	4	5	8	10+2	↓	↓										ø12	y
ø8	60	30	25	15	10			→	2	3	4	6	8+1											ø16
ø6	60	30	25	15	10	20 × 60	3	4	6	8	↓	↓	↓										ø12	z
ø8	60	40	30	20	15			2	3	4	5	8												ø16
ø6	60	30	25	15	10	25 × 60	4	5	10	↓	↓	↓	↓										ø12	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	6	10+2												ø16
ø6	60	30	25	15	10	20 × 70	2	3	4	5	8	↓	↓										z	
ø8	60	30	25	20	15			→	2	3	4	5	8											ø20
ø6	60	30	20	10	↓	25 × 70	3	4	5	8	↓	↓	↓										ø16	z
ø8	60	30	25	20	15			2	3	4	5	8+1												ø20
ø6	60	40	30	20	15	20 × 75	3	4	5	8	↓	↓	↓										ø16	z
ø8	60	40	30	25	20			→	2	3	4	5	8											ø20
ø6	60	30	25	15	10	25 × 75	3	4	5	8	10+2	↓	↓										ø16	z
ø8	60	40	30	20	15			→	2	3	5	8												ø20
ø6	60	30	20	15	10	25 × 80	3	4	6	10+2	↓	↓	↓										ø16	z
ø8	60	40	30	25	15			2	3	4	6	10+2												ø20
ø6	60	30	25	15	10	30 × 80	3	4	6	10+2	↓	↓	↓										ø16	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	6	10+2												ø20
ø6	60	30	25	15	10	25 × 90	3	4	5	8	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	5	8												ø25
ø6	60	30	25	15	10	30 × 90	3	4	5	10	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	20	15			→	3	4	5	8+1												ø25
ø6	60	30	25	15	10	25 × 100	3	5	8	↓	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	6	8												ø25
ø6	60	40	30	20	15	30 × 100	3	4	6	10+2	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	20	15			→	3	4	6	10+2												ø25
ø6	60	30	25	15	10	35 × 100	3	4	6	8	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	30	25	20	15			→	3	4	6	8												ø25
ø6	60	40	30	25	20	30 × 125	4	5	8	10+2	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	8													ø25
ø6	60	30	25	15	10	35 × 125	4	5	8	10+2	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	25	20			→	3	4	8													ø25
ø6	60	30	20	15	10	40 × 125	5	8	10+2	↓	↓	↓	↓										ø20	z
ø8	60	40	30	20	15			→	3	4	6	10+2												ø25
ø _t	4	5	6	7.2	8.6	10	12	15	18	21	26	31	37	45	53	64	77							
	Cortante V(t)						C × D	Momento M(mt)											Clase					
							Sección (cm)																	

→ Armado mínimo.
 ↓ Adoptar mayor ancho, canto de sección o diámetro de armadura.
 + Implica armadura de compresión en el número indicado (8 + 2 indica 8 de tracción y 2 de compresión).
 10 La armadura de tracción debe disponerse en dos capas (8 + 2 ó 5 + 5, según el apartado de construcción).



Vigas

Cálculo

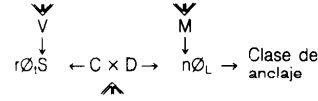
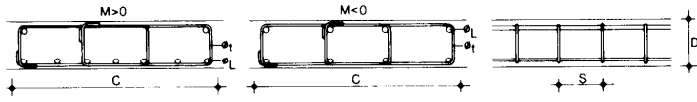
NTE



EHV

1985 1.ª Revisión

Tabla 2. Vigas planas



rØ _t	Cortante V(t)							Sección (cm)		Momento M(mt)											Ø _L	Clase			
	2.8	3.3	4.0	5.0	6.0	7.2		C × D		0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.6	2.1	3.0	4.1	5.8	8.0			11	16	
2Ø6	10	7	5	↓	↓	↓		20 × 12		2	3	4	6+1	↓	↓									Ø8	x
2Ø8			10	7	7	5				→	2	3	4+1	5+3	8+5									Ø10	x
2Ø6		10	7	5	↓	↓		30 × 12		2	3	4	6	8+1	↓									Ø8	x
2Ø8				10	7	5				→	2	3	4	5+1	8+3									Ø10	x
2Ø6			10	7	5	↓	↓	40 × 12		3	4	5	R	↓	↓									Ø8	x
2Ø8					10	7	↓			→	3	4	5	8+1	10+4									Ø10	x
3Ø6				10	7	5		60 × 12		3	4	5	8	12+3	↓									Ø8	x
3Ø8						10				→	3	4	5	8	10+2									Ø10	x
2Ø6		12	10	7	↓	↓	↓	20 × 15		2	3	4	6	↓	↓									Ø8	x
2Ø8			12	10	7	↓	↓			→	2	3	4	6+2	8+4									Ø10	x
2Ø6			12	10	7	↓	↓	35 × 15		2	3	4	6	8	↓									Ø8	x
2Ø8				12	10	7				→	2	3	4	5	8+1									Ø10	x
3Ø6				12	10	7	↓	50 × 15		3	4	6	8	12+3	↓									Ø8	x
3Ø8					12	10	↓			→	3	4	5	8	12+3									Ø10	x
4Ø6					12	10		70 × 15		→	4	5	8	12+3	↓									Ø8	x
4Ø8						12				→	4	5	8	10+2										Ø10	y
2Ø6			12	10	↓			20 × 17		2	3	4	5	8+3										Ø10	x
2Ø8				15	10					→	2	3	4	5+2										Ø12	x
2Ø6				15	10	↓		40 × 17		2	3	4	6	10+2	↓									Ø10	x
2Ø8					15	12	10			→	2	3	5	8	10+3									Ø12	x
3Ø6					15	10	↓	60 × 17		3	4	6	10+2	12+4	↓									Ø10	y
3Ø8						15	↓			→	3	4	6	10+2	12+4									Ø12	x
4Ø6						15	10	85 × 17		→	4	6	8	12+4	↓									Ø10	x
4Ø8							15			→	3	4	6	8	12+4									Ø12	x
2Ø6	60	40	20	15	10	↓	↓	30 × 20		2	3	4	5	8	10+3									Ø10	y
2Ø8		60	40	20	15	↓	↓			→	2	3	4	5	8+2									Ø12	x
3Ø6			60	40	20	15	↓	50 × 20		3	4	5	6	10+2	↓									Ø10	y
3Ø8				60	40	20	15			→	2	3	4	5	8	10+2								Ø12	x
3Ø6				60	25	15	10	75 × 20		3	4	5	8	10+2	14+4	↓								Ø10	y
3Ø8					60	40	20			→	3	4	5	8	10+2	14+4								Ø12	x
4Ø6					60	40	15	100 × 20		→	4	5	8	10+2	14+4	↓								Ø10	y
4Ø8						60	30			→	4	5	8	10+2	14+4									Ø12	x
2Ø6		60	20	15	10	↓	↓	35 × 25		2	3	4	5	8	↓									Ø10	y
2Ø8			60	40	20	15	10			→	2	3	4	5	8									Ø12	y
3Ø6				60	40	20	10	60 × 25		3	4	5	8	10+2	↓									Ø10	y
3Ø8					60	30	20			→	3	4	5	8	10+2									Ø12	y
4Ø6					60	20	15	100 × 25		→	4	5	8	10+2	14+4	↓								Ø10	y
4Ø8						60	40			→	4	5	8	10+2	14+4									Ø12	y
4Ø6						60	20	125 × 25		→	4	5	8	10+2	14+4	↓								Ø10	y
4Ø8							60			→	4	5	8	10+2	14+4									Ø12	y
2Ø6		60	25	15	10	↓	↓	45 × 30		2	3	4	6	8	↓									Ø12	y
2Ø8			60	40	25	15	10			→	2	3	4	5	8									Ø16	x
3Ø6				60	25	20	10	60 × 30		→	3	5	6	8	12+4	↓								Ø12	y
3Ø8					60	40	25			→	3	4	5	8	10+2									Ø16	x
4Ø6					60	25	15	100 × 30		→	4	6	8	12+3	16+5	↓								Ø12	y
4Ø8						60	40			→	4	5	8	10+2	14+4									Ø16	x
5Ø6						60	25	150 × 30		→	5	8	12+3	16+5	↓									Ø12	y
5Ø8							60			→	5	8	10+2	14+4										Ø16	x
2Ø6				60	30	15	10	50 × 35		3	4	5	8	10+2	↓									Ø12	y
2Ø8					60	30	20			→	3	4	6	↓	↓									Ø16	y
3Ø6					60	30	15	75 × 35		→	3	5	8	10+2	14+4	↓								Ø12	y
3Ø8						60	30			→	4	5	6	8	10+2									Ø16	x
4Ø6						60	25	100 × 35		→	5	6	10+2	14+4	↓									Ø12	y
4Ø8							60			→	3	4	5	8	10+2									Ø16	x
5Ø6							60	150 × 35		→	6	10	12+4	↓	↓									Ø12	y
5Ø8										→	4	5	8	10+2	14+4									Ø16	x

→ Armado mínimo
 ↓ Adoptar mayor ancho, canto de sección o diámetro de armadura
 + implica armadura de compresión en el número indicado (6 + 1 indica 6 de tracción y 1 de compresión)

2.1.2. Disposición y despiece de la armadura longitudinal

Se determinan en la Tabla 3 las longitudes de cada barra de la armadura superior, inferior y de voladizo, como fracción de la luz L de la viga, o L_0 del voladizo; en función de: la esbeltez de la viga L/D , la clase de anclaje determinada en las Tablas 1 ó 2, el valor m correspondiente y el tipo de corte según la figura.

Esta longitud de barra incluye el decalaje y el anclaje.

Para los casos en que deban utilizarse las longitudes en patilla p y la reducida u , éstas se recogen en la Tabla 5.

Tabla 3

Armado superior		Esbeltez		L/D
Clase de anclaje	z	20	10	7
	y	25	15	10
	x	30	20	15

Corte	m en %	Esbeltez		L/D
a	15	20	25	30
	20	25	30	35
	25	30	35	40
	30	35	40	45
	40	45	50	55
b	20	20	20	25
	30	25	25	30
	40	30	30	35
c	15	10	15	20
	30	15	20	25
d	20	10	15	20
	50	15	20	25
e	50	10	15	20

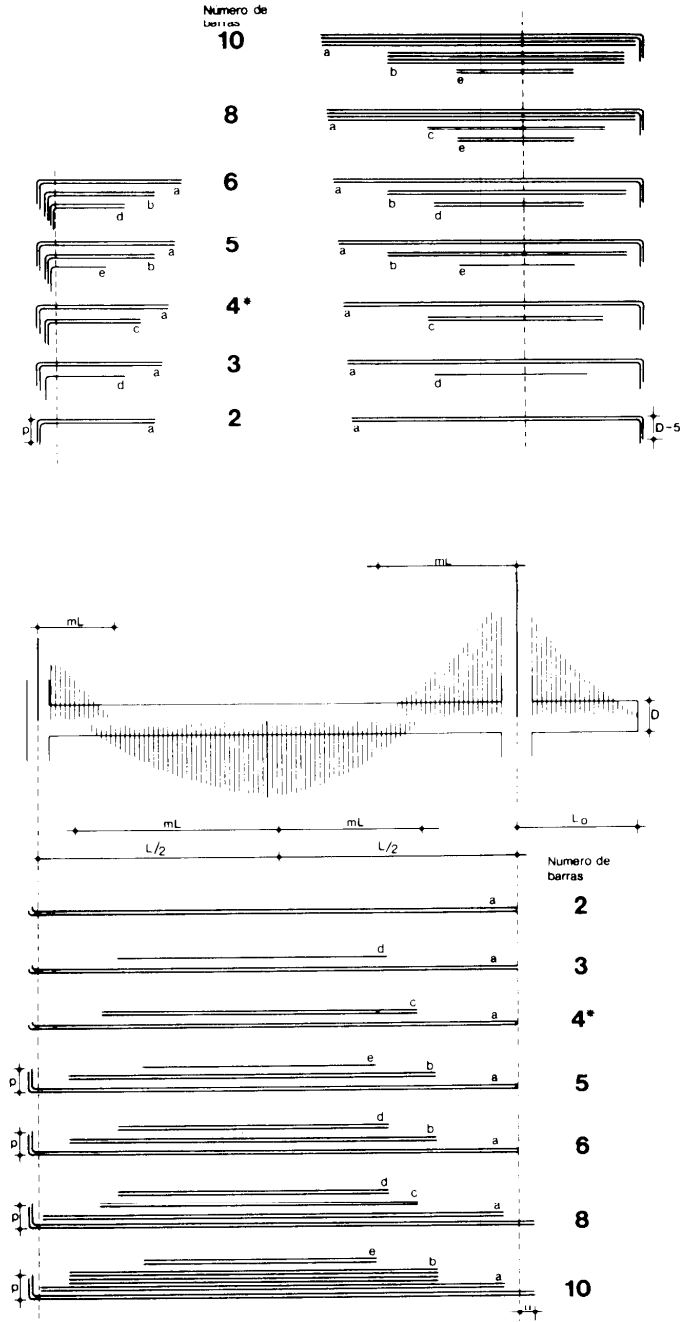
Voladizo		Esbeltez		L_0/D
Clase de anclaje	z	8	4	
	y	10	6	4
	x	8	6	6

Corte	Longitud en % de L_0		
a	100	100	100
b	70	80	90
c	40	50	60
d	30	40	60
e	30	40	50

Armado inferior		Esbeltez		L/D
Clase de anclaje	z	20	10	7
	y	25	15	10
	x	30	20	15

Corte	m en %	Esbeltez		L/D
e	30	15	20	25
	40	20	25	30
	50	25	30	35
	70	30	35	40
d	30	20	25	30
	40	25	30	35
	50	30	35	40
c	30	35	40	45
	70	+	+	+
b	30	25	30	35
	40	30	35	40
	50	40	45	50
	70	45	50	+
a	30	30	35	40
	40	40	45	50
	50	45	50	+
	70	+	+	++

† Debe anclarse en el extremo la mitad (al menos 2 a) de las barras del corte, con el valor u
 ++ Deben anclarse todas las barras del corte, con el valor u .



* Puede usarse para 6 barras 3 + 3 (u 8 barras 4 + 4, etc.), si el mínimo de armado así lo sugiere.
 cotas en cm

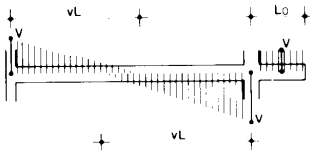
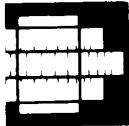
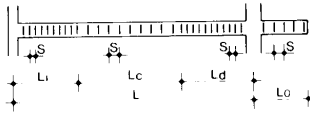


Diagrama de Esfuerzos cortantes



Disposición de cercos

Tabla 4

2.1.3. Cálculo de la armadura transversal

Se determina en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la separación S de cercos correspondientes al cortante V de cada extremo, correspondiente al diámetro ϕ , elegido, independiente del ϕ_L . Si en las Tablas no existe el valor deseado se tomará el inmediato superior. La Tabla 2 para vigas planas indica también el n.º de ramas r . Los valores en cursiva de las Tablas corresponden a separaciones superiores al máximo admitido y se ofrecen sólo a los efectos de intercalar con los cercos procedentes de la torsión, en las vigas Tipo S.

2.1.4. Disposición de la armadura transversal

Los cercos deben disponerse a partir de cada extremo una fracción de la longitud l determinada en la Tabla 4 en función del valor v , en % de la luz, de ese extremo y el valor V/V_m relación del cortante al cortante de separación máxima admitida, que figura en negrita en las Tablas 1 ó 2. En voladizos se dispondrán los cercos a separación constante en toda su luz.

Valor v	Relación de cortante a cortante de separación máxima V/V_m							
	≤ 1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5	3,0	3,6
≤ 50	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
60	0,00	0,10	0,20	0,25	0,30	0,40	0,40	0,45
80	0,00	0,15	0,25	0,35	0,40	0,50	0,55	0,60
100	0,00	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75
133	0,00	0,25	0,40	0,55	0,70	0,80	0,90	1,00

L_i/L ó L_d/L

La separación de cercos en la zona restante central será el máximo permitido, valor que aparece en negrita en las Tablas 1 ó 2. Los cercos se dispondrán desde la cara del soporte en el caso de vigas de canto y desde el eje del mismo en el caso de vigas planas según el apartado de construcción.

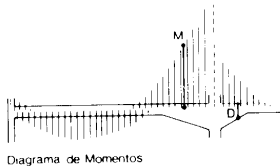
2.2. Vigas Tipo S

Diagrama de Momentos

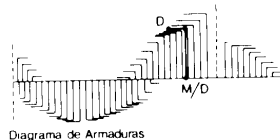
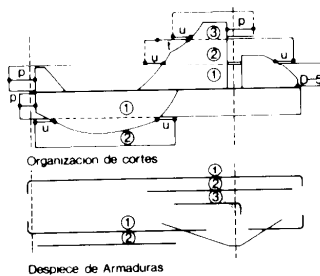


Diagrama de Armaduras



Organización de cortes

Despiece de Armaduras

2.2.1. Cálculo de la armadura longitudinal

Se determina en primer lugar en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— la armadura longitudinal correspondiente a los momentos flectores de cálculo M que actúan en las secciones de los puntos significativos y de momento máximo, interpolando linealmente para los demás del mismo canto y proporcionalmente para los de distinto canto.

En cada sección se prolongará la necesidad de armadura una longitud igual al canto D de dicha sección.

2.2.2. Disposición y despiece de la armadura longitudinal

Se descompondrá el total de la armadura en los cortes necesarios para una organización racional y manejable del número total de barras.

Se prolongará al menos la tercera parte del total de la armadura inferior, hasta el apoyo extremo y la cuarta parte hasta el apoyo interior.

El resto de armadura se prolongará una longitud no menor de t —anclaje total— a partir del punto en que el corte comienza a dejar de ser parcialmente necesario y el valor u —anclaje reducido— a partir del punto en que el corte ha dejado de ser totalmente necesario.

Para barras en prolongación vertical se tomará el valor p .

En extremo de voladizo las barras se prolongarán en vertical $D-5$ cm.

Los valores t , u y p se obtienen en la Tabla 5.

Tabla 5

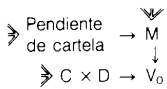
Tipo de anclaje		Diámetro en mm						
		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	
Anclaje superior	total	t	24	30	36	57	90	140
	reducido	u	15	15	18	24	30	42
	en patilla	p	17	21	25	40	60	90
Anclaje interior	total	t	17	21	25	41	64	100
	reducido	u	15	15	15	16	20	30
	en patilla	p	15	15	16	29	45	70

Longitud de anclaje en cm

2.2.3. Cálculo de la armadura transversal por esfuerzo cortante

Para vigas acarteladas se obtiene en la Tabla 6 el valor V_0 que debe restarse en cada sección al diagrama de cortantes, en función del momento de cálculo M de dicha sección y la pendiente de la cartela.

Tabla 6



Pendiente	Momento de cálculo M en mt															
	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	34	40	50	60	80	100
1/2	3	6	9	12	15	18	24	30	36	42	51	60	75	90		
1/3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100				
1/5																

Sección C x D	Esfuerzo cortante V_0 en t, que reduce la cartela															
20 x 30	1	5	10													
20 x 40		2	5	8	11											
20 x 50			2	4	7	9										
20 x 60				2	4	6	10	14								
20 x 75						2	5	8	12	15						
25 x 40		1	4	7	10	14										
25 x 50			1	3	5	7	12	17								
25 x 60				1	3	5	7	12	17							
25 x 70					1	4	8	11	15	20	25					
25 x 80						2	5	8	11	15	20	27				
25 x 90							2	5	7	11	15	21	28			
25 x 100								1	3	7	10	16	22	34		
30 x 50			2	4	6	11	16									
30 x 60				1	3	7	11	15	20							
30 x 70					1	3	6	10	13	18	23					
30 x 80						3	6	9	13	18	25					
30 x 90							2	4	8	12	18	25	38			
30 x 100								1	4	8	14	20	32	43		
30 x 125										1	4	9	18	27		

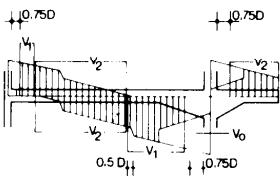
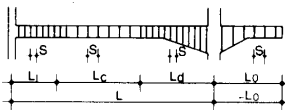


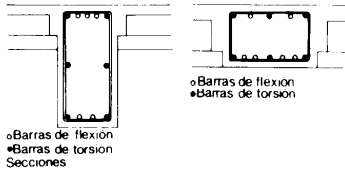
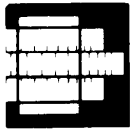
Diagrama de Esfuerzos cortantes reducidos por cartela



Disposicion de cercos

Tanto para vigas acarteladas como no acarteladas se determina en la Tabla 1 —si la viga es de canto— y en la Tabla 2 —si la viga es plana— el diámetro ϕ , y la separación S entre cercos, correspondientes a los valores del cortante V —reducido en su caso— de cada sección, excluyendo las situadas a $0,75 D$ de la cara de un apoyo que posea momento negativo.

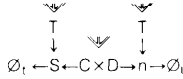
Si en las tablas no existe el valor V deseado, se tomará el inmediato superior. La Tabla 2 —para vigas planas— indica también el número de ramas r. Como simplificación puede buscarse el cortante en las secciones más significativas ajustándolo proporcionalmente al cortante cuando tienen el mismo canto y proporcionalmente al canto cuando éste sea distinto.



2.2.4. Cálculo de la armadura de torsión

Si existen momentos torsores se determina en la Tabla 7, en función del momento torsor máximo T, la armadura longitudinal por torsión, que se dispondrá, distribuida a lo largo de todo el perímetro de la sección y en toda la longitud de la viga, adicionada a la de flexión.

Tabla 7



Se determina además en la Tabla 7, en función del momento torsor T, el diámetro \varnothing_t y la separación S entre cercos, para cada sección, recalculando si fuese necesario los cercos de cortante para igualar el diámetro de ambos.

\varnothing_t	Momento torsor T (mt)								Sección (cm)		Momento torsor T (mt)										\varnothing_L			
	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,2	3,2	C × D		0,7	1,0	1,5	2,2	3,2	4,6	7	10	15	22				
$\varnothing 6$	60	40	25	15	10	↓	↓		20 × 30	4	6	8	12	↓								$\varnothing 8$		
$\varnothing 8$	→	60	40	25	15	10	↓				→	4	6	8	↓								$\varnothing 10$	
$\varnothing 6$	→	60	40	25	15	↓	↓		20 × 50	→	4	6	10	↓								$\varnothing 10$		
$\varnothing 8$	→	60	40	25	15	10	↓				→	4	6	↓									$\varnothing 12$	
$\varnothing 8$		→	60	40	30	20	15	10	↓	↓	→	4	6	8	14	↓						$\varnothing 10$		
$\varnothing 10$			→	60	40	30	25	15	10	↓	→	4	6	10	14	↓						$\varnothing 12$		
$\varnothing 8$		→	60	40	30	20	10	↓	↓		→	4	6	10	↓	↓						$\varnothing 10$		
$\varnothing 10$		→	60	40	30	20	10	↓			→	4	6	10	↓	↓						$\varnothing 12$		
$\varnothing 8$			→	60	40	30	20	10	↓	↓	→	6	8	12	↓							$\varnothing 10$		
$\varnothing 10$				→	60	40	30	20	15	↓	→	6	8	12	↓							$\varnothing 12$		
$\varnothing 8$					→	60	30	20	15	10	↓	↓	→	6	8	10	14	↓	↓			$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$						→	60	30	20	15	10	↓	→	6	8	10	14	↓	↓			$\varnothing 16$		
$\varnothing 8$		→	60	30	25	15	10	↓		30 × 30	→	4	6	10	↓							$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$		→	60	40	25	15	10	↓				→	4	6	↓								$\varnothing 16$	
$\varnothing 8$			→	60	40	25	20	15	10	↓		→	6	8	10	14	↓	↓				$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$				→	60	25	20	15	10	↓		→	4	6	8	↓						$\varnothing 16$		
$\varnothing 8$				→	60	40	25	20	10	↓		→	6	8	12	↓	↓					$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$					→	60	40	25	20	10	↓		→	6	8	10	↓	↓				$\varnothing 16$		
$\varnothing 8$						→	60	40	25	20	10	↓		→	6	8	10	14	↓	↓		$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$							→	60	40	25	20	10	↓		→	6	8	10	↓	↓		$\varnothing 16$		
$\varnothing 8$								→	60	40	25	20	10	↓		→	4	6	10	14	↓	$\varnothing 12$		
$\varnothing 10$									→	60	30	25	15	10	↓		→	4	6	8	↓	$\varnothing 16$		
$\varnothing 8$										→	60	30	25	15	10	↓		→	6	8	12	↓	$\varnothing 12$	
$\varnothing 10$											→	60	30	25	15	10	↓		→	4	6	8	14	$\varnothing 16$

→ armadura mínima
↓ aumentar diámetro o sección

En cada sección se dispondrán cercos a separaciones definidas en la Tabla 8, en función de las obtenidas para cortante y para torsión.

Tabla 8

Separación por torsión S en cm	Separación por cortante S en cm						
	60	40	30	25	20	15	10
60	30	25	20	15	15	12	7
40	25	20	15	15	12	10	7
30	20	15	15	12	12	10	7
25	15	15	12	12	12	7	*
20	15	12	12	10	10	7	*
15	12	10	10	7	7	*	*
10	7	7	7	*	*	*	*

Separación por torsión y cortante en cm

* Aumentar sección

En ninguna sección los cercos estarán separados más del mínimo indicado en negrita en la Tabla 7.

2.2.5. Disposición de la armadura transversal

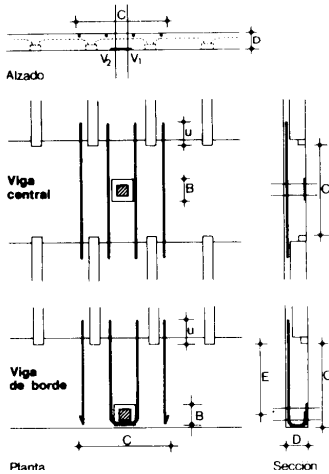
La separación entre cercos será al menos el valor indicado en negrita en las Tablas 1 ó 2.

Los cercos se prolongarán con la separación obtenida hasta la cara del soporte en el caso de vigas de canto y hasta el eje del soporte en el caso de vigas planas.

Se descompondrá la longitud de la viga, como máximo en tres intervalos, de forma que cubra con exceso las necesidades de cercos calculadas.

Si el punto de cambio de un intervalo está próximo a un salto brusco del cortante, los cercos de menor separación se prolongarán medio canto para vigas de canto —medio ancho para vigas planas— más allá del punto teórico en que dejan de ser necesarios.

3. Cálculo y disposición de la armadura complementaria para vigas planas



En vigas planas de ancho C muy superior al del soporte al que acometen, es preciso disponer una armadura perpendicular, en la cara superior, en los nudos interiores.

Para vigas interiores se obtendrá la armadura para un momento de cálculo: $M = (V_1 + V_2) \cdot (C - B - D)/2$.

Para vigas de borde el momento será: $M = (V_1 + V_2) \cdot (2E - B - D)/2$

siendo:

V_1 y V_2 Los esfuerzos cortantes de las vigas que acometen al soporte.

C El ancho de la viga plana.

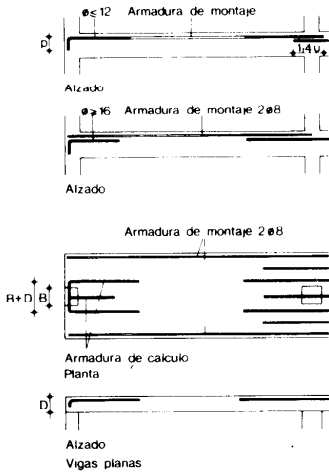
B El ancho con el que el soporte acomete a la viga, sección en el caso de soporte de hormigón, placa en el caso de metálico y traza de capitel en el caso de perfiles.

D El canto de la viga plana —igual al del torjado—.

La armadura se obtendrá en la Tabla 2 para una sección $C \times D$ y se dispondrá sobre el torjado en un ancho C, una longitud $C + 2u$ en vigas interiores y $C + p + u$ en vigas de borde.

Los valores u y p se obtienen en la Tabla 5.

4. Organización de la armadura longitudinal para vigas tipo P y para vigas tipo S



Se dispondrá siempre, en la cara inferior y en toda la longitud de la viga, el número de barras mínimo indicado en la Tipología.

Si dos barras dentro de la misma viga, poseen sus extremos a menos de 1 m, se dispondrá barra continua.

Es recomendable organizar las barras inferiores simétricas con respecto al centro del vano y las superiores simétricas con respecto al apoyo.

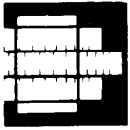
La longitud de las barras debe redondearse a 10 cm por exceso procurando que barras en situaciones distintas no tengan longitudes muy parecidas que puedan confundirse en la ejecución.

Si la armadura es de diámetro igual o inferior a 12 mm se prolongarán, en la parte superior de toda la longitud de la viga, dos barras de las más largas del despiece, como armadura de montaje, que se solaparán $1,4u$, con las barras de la viga colindante y se anclarán p en el extremo exterior —ver Tabla 5—.

Si la armadura es de diámetro igual o superior a 16 mm se dispondrán en la parte superior de toda la longitud de la viga, dos barras de 8 mm como armadura de montaje, sin anclar en los extremos.

En vigas planas y en apoyos extremos, tales barras se añadirán de forma que las de cálculo se dispongan en las inmediaciones del soporte, según figura adjunta.

Se comprobará que existe en la zona de momentos máximos al menos la armadura determinada en las tablas de cálculo 1 y 2.



5

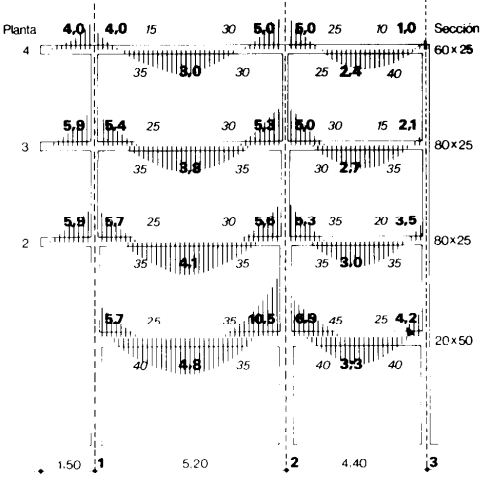
NTE

Cálculo

5. Ejemplo

5.1. Vigas Tipo P

MOMENTOS FLECTORES



Valores de los momentos en mt y parametros m en % cotas en metros

Vigas



6

EHV

1985 1.ª Revisión

Datos:

Geometría y momentos flectores (véase figura)

Esfuerzos cortantes

Planta	V ₁ (t)	v(%)	V ₂ (t)	v(%)	V ₃ (t)	v(%)
4	4,0	4,0	6,0	5,0	6,0	4,3
3	5,6	5,0	6,0	5,5	5,2	4,6
2	5,6	5,3	6,0	6,2	5,6	4,6
1		5,5	6,0	8,8	6,4	8,0

Cálculo:

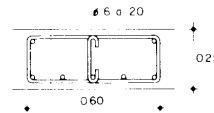
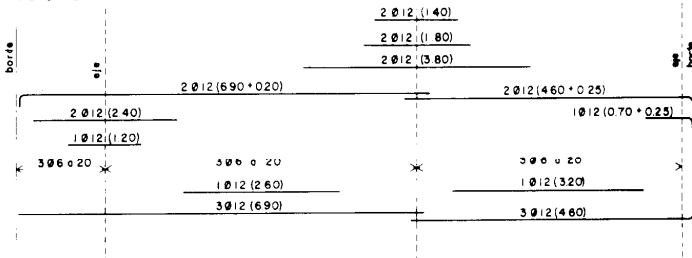
Vigas	Sección C x D (cm)	Momentos M (mt)	Tabla	Armadura nØ
4	60 x 25	4,0 3,0 5,0 2,4 1,0	2	5 Ø 12 4 Ø 12 8 Ø 12 4 Ø 12 3 Ø 12
3 y 2	80 x 25	5,9 4,1 5,6 3,0 3,5	2	8 Ø 12 5 Ø 12 8 Ø 12 4 Ø 12 5 Ø 12
1	20 x 50	5,7 4,8 10,5 3,3 4,2	1	2 Ø 16 2 Ø 16 4 Ø 16 2 Ø 16 2 Ø 16

Despiece:

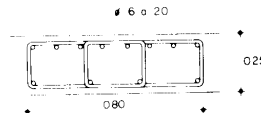
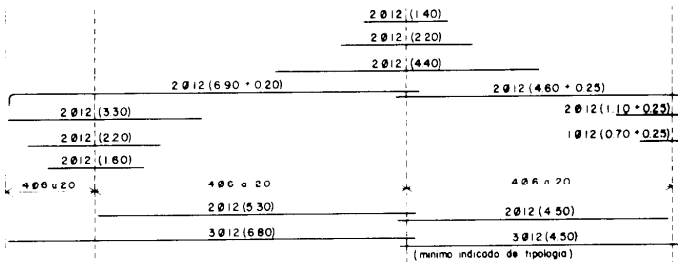
Obtenido en Tabla 3 y dado en figura adjunta

Despiece de armaduras

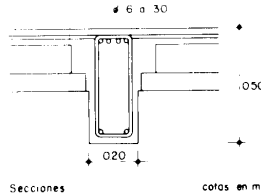
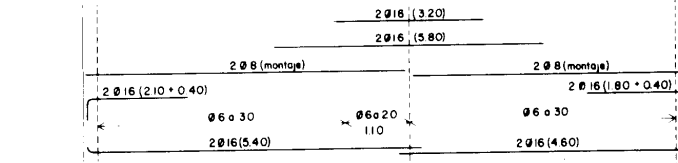
VIGAS PLANTA 4



VIGAS PLANTA 3 y 2

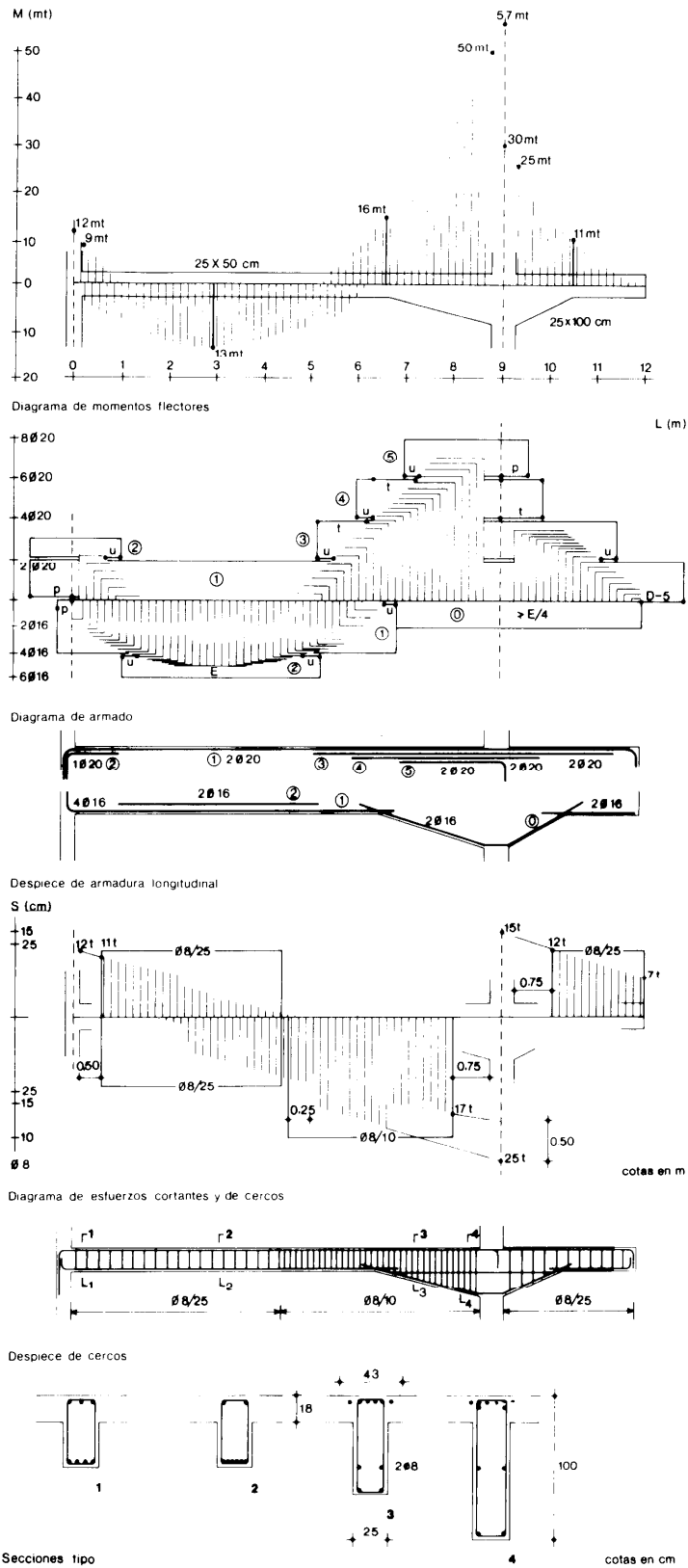


VIGAS PLANTA 1



Secciones cotas en m

5.2. Viga Tipo S





1

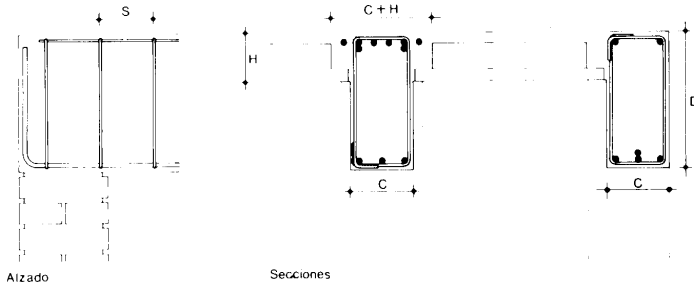
NTE
Construcción

Vigas

1. Especificaciones

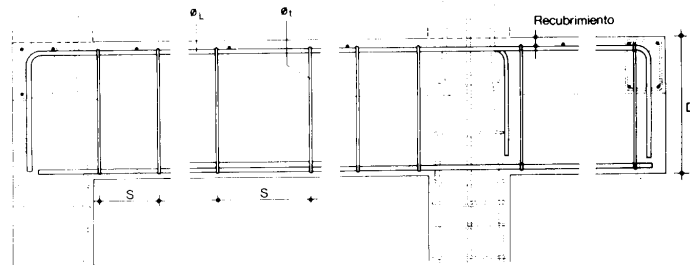
EHV-1 Viga de hormigón armado-C-D-L-n- \varnothing_L -r- \varnothing_T -S

VIGA DE CANTO

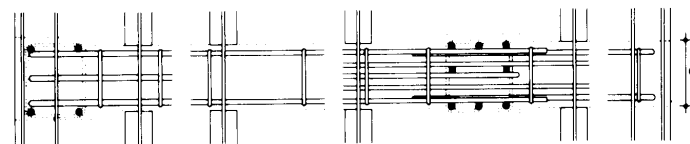


Alzado

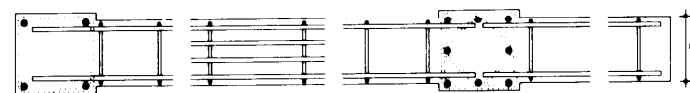
Secciones



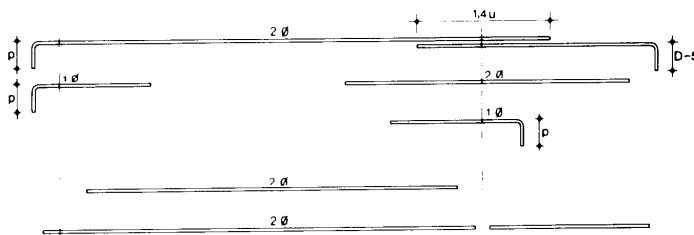
Alzado



Planta superior



Planta inferior



Despiece de armaduras



7

EHV

1985 1.ª Revisión

EH-5 Armadura.
De acero AEH 400 N o F.
Compuesta por:

— Armadura longitudinal.
Diámetros nominales \varnothing , en mm: 8, 10, 12, 16, 20, 25.
La disposición y colocación de las barras a lo largo de la viga se ajustarán a las posiciones que se indican en los dibujos adjuntos y cuadros siguientes.

\varnothing mm	Ancho C en cm			
	30	35	40	50
$\varnothing 12$	—	—	—	—
$\varnothing 16$	8	—	—	—
$\varnothing 20$	6	8	9	10
$\varnothing 25$	5	6	7	9

n.º máximo de barras en una capa

En la cara superior la armadura podrá disponerse en una o dos capas en un ancho C + H.
En el caso de tener que disponerse en dos capas el número máximo en cada una será:

\varnothing mm	Ancho C en cm			
	20	25	30	35
$\varnothing 12$	5	6	—	—
$\varnothing 16$	4	5	6	—
$\varnothing 20$	3	4	6	6
$\varnothing 25$	—	4	5	6

n.º máximo de barras en dos capas

Cuando la armadura venga dispuesta en dos capas, las barras se colocarán adosadas verticalmente. Para ello se atará la primera barra al cerco y la segunda a la primera.

El doblado de las armaduras se realizará con radio interior no menor de $8\varnothing$.

— Armadura transversal.
Diámetros nominales \varnothing , en mm: 6, 8, 10.

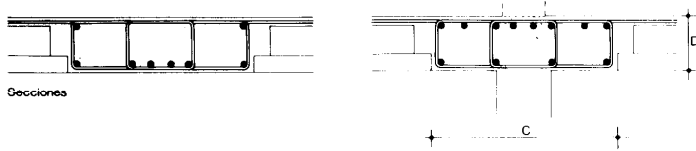
Formada por cercos de dos o más ramas, de diámetro \varnothing , colocados a una separación S, según Cálculo.

El doblado se realizará con radio interior no menor de $3,5\varnothing$. La posición del solapo de cierre, que será 8 cm, se dispondrá alternada para cercos sucesivos.

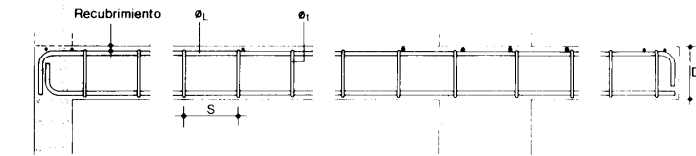
En vigas de canto, el primer cerco se colocará a una distancia de 5 cm de la cara del soporte inferior. En vigas planas pasarán a través del soporte.

— Armadura de piel.
Diámetro nominal \varnothing , en mm: 8.
Se colocará en vigas de canto superior a 60 cm junto a los paramentos laterales, según se indica en la tipología de Diseño.

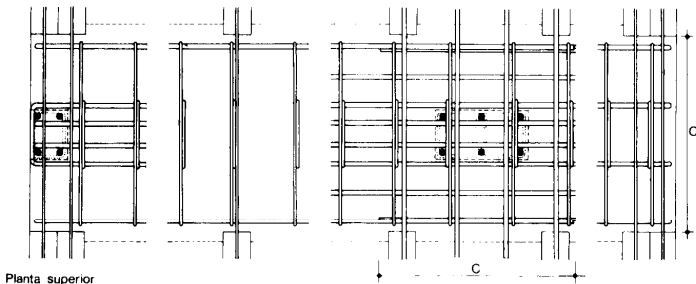
VIGA PLANA



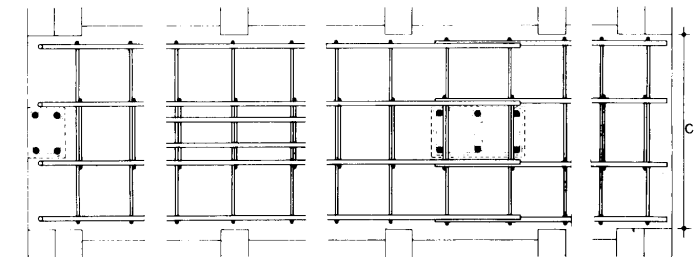
Sección



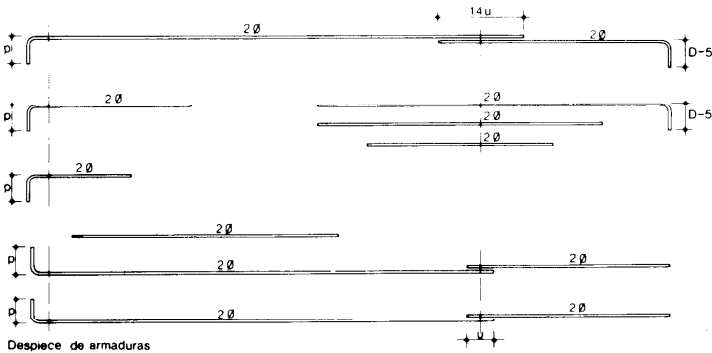
Alzados



Planta superior



Planta inferior



Despiece de armaduras

— Armadura complementaria. Diámetros nominales iguales a los de la armadura longitudinal. Se colocarán en vigas planas de ancho muy superior al del soporte al que acometen.

La disposición y colocación de las barras se ajustarán a lo indicado en los dibujos adjuntos.

El recubrimiento en mm de la armadura para barras en una o dos capas será:

\varnothing_L	\varnothing_t	una capa	dos capas
$\leq \varnothing 12$	$\varnothing 6$	25	25
$\leq \varnothing 12$	$\varnothing 8$	30	30
$\varnothing 16$	—	30	35
$\varnothing 20$	—	30	40
$\varnothing 25$	—	40	50

Recubrimiento en mm

Las armaduras quedarán fijas entre sí y separadas del encofrado mediante calzos, de manera que no experimenten movimientos durante el vertido y vibrado del hormigón y queden envueltos sin dejar coqueas, garantizando su recubrimiento. Los calzos, apoyos provisionales y separadores, en los encofrados serán de mortero 1:3 o material plástico y se colocarán distanciados 100 cm como máximo. El primero y último se colocarán a una distancia no mayor de 50 mm del extremo de la barra.

EH-7 Hormigón.

De resistencia característica 175 kg/cm^2 y consistencia plástica o blanda.

El 90 % en peso del árido total será de menor dimensión que:

- Los 5/6 de la distancia libre horizontal entre armaduras.
- 1/4 de la dimensión mínima de la viga.
- 4/3 entre una armadura y el paramento más próximo.

Hormigonado

La altura máxima de vertido del hormigón será de 200 cm y se realizará por tongadas, cuyo espesor no será mayor de la longitud de la aguja del vibrador.

La compactación se realizará por vibrado, introduciendo el vibrador hasta que la punta penetre en la tongada inferior, manteniendo la aguja vertical o ligeramente inclinada.

Curado

El curado se realizará manteniendo húmeda la superficie de la viga, mediante riego directo que no produzca deslavado, o a través de un material que sea capaz de retener la humedad.

El curado mediante riego se realizará hasta que el hormigón alcance el 70 % de la resistencia de proyecto, según ensayos previos.

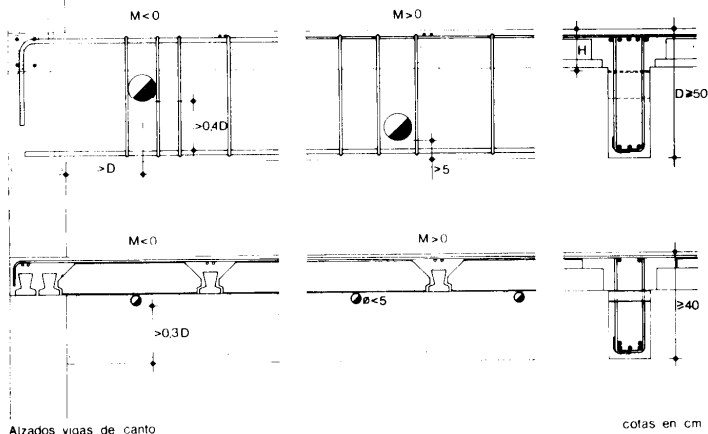
Se suspenderá el hormigonado siempre que la temperatura ambiente sea superior a 40°C



Vigas

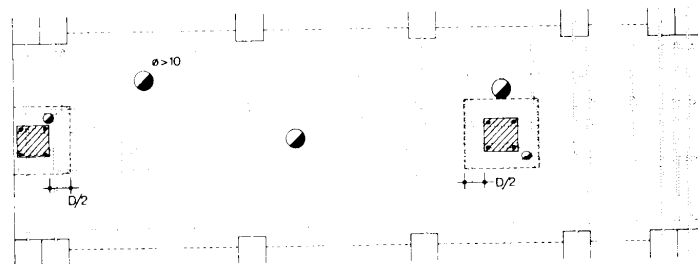


TALADROS



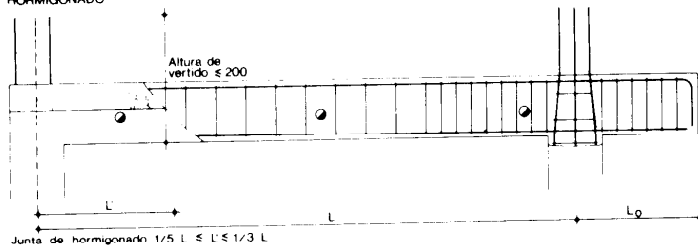
Alzados vigas de canto

cotas en cm

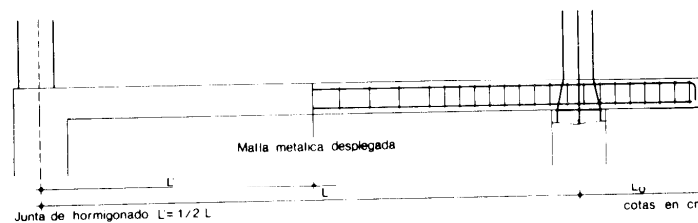


Planta viga plana

HORMIGONADO



Junta de hormigonado $1/5 L \le L' \le 1/3 L$



Junta de hormigonado $L = 1/2 L$

cotas en cm

se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes pueda descender por debajo de 0°.

En caso de hormigonar por absoluta necesidad se tomarán las medidas necesarias durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón para que no se produzcan mermas permanentes de resistencia, procediendo a realizar ensayos de información. Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

Los apies no deberán aflojarse antes de transcurridos siete días desde el hormigonado, ni suprimirse hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia característica, pero nunca antes de los siete días, salvo que se realice un estudio especial. Los distintos elementos que constituyen el encofrado, así como los apies y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas o choques en la viga.

Taladros

En vigas de canto se podrán disponer taladros de $\phi < D/4$ horizontales o ligeramente inclinados, con las limitaciones dadas en los dibujos.

Si $\phi > 80$ mm, se incluirán dos estribos extras a ambos lados del taladro y como encofrado perdido se dejará incluida antes de hormigonar una tubería de fibrocemento.

En vigas de canto se recomienda disponer tales taladros de diámetro 5 cm, en extremos y en vano para paso de instalaciones.

En vigas planas se podrán disponer los taladros verticales previstos, respetando una zona $D/2$ alrededor del soporte cuando $\phi < 15$ cm y $\phi < B/6$, y podrán situarse en cualquier sitio si $\phi < 5$ cm.

Juntas de hormigonado

Cuando haya necesidad de disponer en las vigas juntas de hormigonado, se realizarán situándolas a una distancia de los extremos no menor de $1/5$ ni mayor de $1/3$ de la luz; o bien situándolas en el centro de la luz, en posición vertical, con una malla de chapa «desplegada» de acero galvanizado.

2. Condiciones de seguridad en el trabajo

Se cumplirán todas las disposiciones que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Protecciones colectivas

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h; en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

Cuando se realicen trabajos simultáneos en niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores de los niveles intermedios y a terceros con redes, viseras o elementos de protección equivalentes.

Se habilitarán los accesos a los distintos niveles de la estructura con escaleras o rampas, de anchura mínima de 0,60 m, barandillas de 0,90 m de altura, listón intermedio y rodapiés de 0,20 m. Se evitará la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas acotando las áreas de trabajo. Las armaduras se izarán suspendidas en dos puntos distanciados, de forma que la carga sea estable.

El peso de los materiales no sobrepasará las sobrecargas previstas en la Documentación Técnica.

Cuando el vertido del hormigón se realice por el sistema de bombeo, los tubos irán convenientemente anclados y se pondrá especial cuidado en limpiar de hormigón la tubería.

Como la ejecución de las vigas se realiza a la vez que la de los forjados, los huecos de éste, inferiores a 1,50 x 1,50 m, se protegerán, continuando el mallazo superior del forjado.

Cuando el trabajo se realice al borde de huecos o en el perímetro del edificio, siempre que la altura exceda de dos plantas o de 6 metros, se tenderá una red de forma que cubra la zona donde se vaya a trabajar bordeando todo el perímetro exterior y huecos de patio, unida o solapada convenientemente para evitar que queden zonas sin cubrir. No se retirará hasta que hayan concluido definitivamente todos los trabajos que motivaron su colocación.

En los trabajos de altura, en los que no se pueda o no interese la colocación de redes, se dejará previsto anclajes para cables de sujeción de cinturón de seguridad que tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su misión protectora.

Diariamente se revisará el estado de los aparatos de elevación y cada tres meses se realizará una revisión total de los mismos.

En las instalaciones de energía eléctrica para elementos auxiliares se dispondrá, a la llegada de los conductores de acometida en los cuadros, un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Tanto los cuadros como los elementos auxiliares que no lleven doble aislamiento estarán puestas a tierra según la NTE-IEP: «Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra».

Los vibradores eléctricos serán de doble aislamiento.

En los trabajos de desmontaje se tomarán medidas para evitar la caída libre de tableros u otros elementos.

No se andará sobre las vigas hasta pasadas veinticuatro horas de hormigonado.

Protecciones personales

Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, cinturón y portaherramientas.

Los operarios que manejen el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel del contacto con el mismo.

Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo.

En los casos que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Vigas

1. Materiales y equipos

Hormigón hecho en obra

Cemento

Quando el cemento esté en posesión de Sello o Marca de Calidad se solicitará una copia de los resultados del análisis y ensayos de producción que correspondan a la partida enviada, comprobando ésta en el envase del mismo. Cuando el cemento no tiene Sello de Calidad o se adquiere a granel, una vez cada tres meses y al menos una vez cada 10.000 m² de obra se comprobará, según prescribe la instrucción EH-82: pérdida al fuego, residuo insoluble, finura de molido, principio y fin de fraguado, resistencia a flexotracción y compresión y expansión en autoclave.
Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas, según los ensayos realizados con los métodos del Pliego RC-75.

Agua de amasado

Antes de comenzar la obra, cuando no se tengan antecedentes del agua que vaya a utilizarse, o si varían las condiciones de suministro se realizarán los ensayos que prescribe la instrucción EH-82.
Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

Aridos

Antes de comenzar la obra, cuando no se tengan antecedentes de los áridos que vayan a utilizarse, o si varían las condiciones de suministro se realizarán los ensayos que prescribe la instrucción EH-82.
Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

Hormigón preparado

A la llegada a obra del hormigón se comprobará que:
La fecha de salida del albarán no es una hora y media anterior a la de recepción.
La consistencia es plástica o blanda.
El tamaño máximo del árido es el especificado.
La resistencia no es muy superior a 175 kg/cm².
El contenido en cemento no es superior a 370 kg/m³.
No contiene aditivos no solicitados.
Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

Acero

Se comprobará que lleva marca de identificación, de conformidad con el sello CIETSID, de acuerdo con UNE 36-088-81, parte 1, según dibujos adjuntos.



Acero AEH-400 N Dureza natural



Acero AEH-400 F Estirado en frío



Se exigirá al suministrador o constructor el certificado de garantía del fabricante.
Sobre dos probetas de cada diámetro utilizado por cada 20t de acero se comprobará:
Que la sección equivalente no sea inferior al 95 % de la sección nominal.
Que las características geométricas de los resaltes están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado de homologación.
Que el acero no presenta grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90°, sobre los mandriles que corresponda.

Sobre una probeta de cada diámetro empleado, y al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, se comprobará:
 Que el límite elástico es, al menos, 4.100 kp/cm².
 Que la carga de rotura es, al menos, 5.300 kp/cm² para AEH 400N ó 4.500 kp/cm² para AEH-400F.
 Que el alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros es al menos de 16 para AEH-400N ó 12 para AEH-400F.
 Condiciones de rechazo: El incumplimiento de alguna de las exigencias indicadas.

2. Control de la ejecución

Hormigón

Se comprobará en todas las amasadas o bombonas que la consistencia en cono de Abrams, según UNE 7103 56, está entre 2 y 6 cm, si es plástica, y entre 7 y 10 cm, si es blanda, márgenes que incluyen ya las tolerancias.
 Si los soportes son también de hormigón el control de resistencia se realizará según la NTE-EHS «Estructuras de Hormigón armado. Soportes».
 Si son de hormigón solamente las vigas y los forjados, se considera como lote una zona de 400 m², pero no más de dos plantas, y se procederá como sigue:

	Tipo de obra	
	Planta < 200 m ² cada dos plantas	Planta ≈ 400 m ² cada planta
Probetas de vigas y forjados rotas a compresión a los 28 días.		

Si las dos probetas rompen por encima de 175 kg/cm² para hormigón de central o de 210 kg/cm² para hormigón de hormigonera la obra se aceptará. Si alguna probeta rompe por debajo de 175 y 210 kg/cm² pero por encima de 127 y 150 kg/cm² para hormigón de central o de hormigonera, respectivamente, la obra se aceptará, pero con las penalizaciones previstas en contrato. Si las dos probetas rompen por debajo de 127 y 150 kg/cm² para hormigón de central o de hormigonera, respectivamente, la obra se demolerá.

Armaduras

Se realizará una inspección visual de las armaduras antes del hormigonado para destacar los posibles errores de armado que sean apreciables a simple vista, bien por sí solos o al comprobar la generalidad de los armados realizados con respecto a los que han sido objeto de control específico.

Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C·D·L·n·Ø_L·r·Ø_t·S

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Tipo de acero, diámetro, colocación y número de armaduras.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Distinto a lo especificado.
Separación entre armaduras y recubrimientos.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Separaciones y recubrimientos distintos en un 10 % a los especificados.
Separación entre cerros.	Uno cada 10 vigas e inspección visual.	Separaciones distintas en un 10 % a las especificadas y variaciones mayores de 2 cm.
Radio de doblado, disposición y longitud de empalmes, solapos y anclajes.	Inspección visual.	Distinto a lo especificado.
Vertido del hormigón.	Inspección visual.	Altura de vertido superior a 200 cm y torcidas mayores de lo especificado.
Curado del hormigón y disposición de juntas de hormigonado.	Inspección visual.	Distinto a lo especificado.

3. Criterio de medición

Especificación

EHV- 1 Viga de hormigón armado-C·D·L·n·Ø_L·r·Ø_t·S

Unidad de medición	Forma de medición
ud	Número de vigas de igual sección, longitud, diámetro y número de armaduras, tipo de nudo y longitudes de entrega en ellos.

**1****NTE
Valoración****10****EHV****1985 1.ª Revisión**

Vigas

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:

n_1 , n_2 y n_3 el número promedio de barras que en la longitud total de la viga equivalen en medición al despiece real, correspondientes al extremo superior izquierdo, a las inferiores y al extremo superior derecho, respectivamente; se obtienen en el Cuadro 1 en función del número real de barras n y del valor m .

L_1 , L_2 y L_3 las longitudes, en metros, en cada tramo de la viga, izquierda, central y derecha que mantienen la misma separación de cercos.

S la separación de cercos, en metros, en cada tramo.

P la longitud de cerco, en metros, que se obtiene en el Cuadro 2, para cada sección $D \times C$.

Q el peso en kg por metro lineal, correspondiente a cada diámetro \emptyset , que se obtiene en el Cuadro 3.

En los precios unitarios irán incluidos, además de 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.

Cuadro 1

Armado superior				Armado inferior			
n	m	Viga de canto	Viga plana	n	m	Viga de canto	Viga plana
2	0,15	0,5	0,4	2		2,0	2,0
	0,20	0,6	0,5			3	0,30
	0,25	0,7	0,6	0,40	2,6		2,5
3	0,15	0,7	0,5	4		3,2	3,0
	0,20	0,8	0,6			0,30	3,4
	0,25	0,9	0,8	0,40	3,4	3,2	
4	0,20	1,0	0,8	5		3,8	3,5
	0,25	1,1	0,9			0,30	4,3
	0,30	1,2	1,0	0,40	4,3	4,0	
5	0,25	1,4	1,2	6		5,0	4,6
	0,30	1,5	1,3			0,40	5,4
	0,40	1,8	1,6	0,50	5,4	5,0	
6	0,25	1,6	1,4	8		6,2	6,6
	0,30	1,7	1,5			0,40	6,6
	0,40	2,0	1,8	0,50	6,6	7,0	
8	0,30	2,3	1,9	10		8,0	8,6
	0,40	2,8	2,4			0,40	8,5
	0,50	3,2	2,8	0,50	8,5	9,0	
10	0,30	2,9	2,6	N.º n promedio de barras			
	0,40	3,5	3,2				
	0,50	4,1	3,6				
N.º n promedio de barras				Voladizo			
				n		Viga de canto	Viga plana
				2		2,0	2,0
				3		2,3	2,4
				4		2,8	3,0
				5		3,7	4,0
				6		4,0	4,5
				N.º n promedio de barras			

Cuadro 2

D cm	C cm	P m	D cm	C cm	P m	D cm	C cm	P m	D cm	C cm	P m
12	30	0,84	25	20	0,90	40	20	1,20	80	25	2,10
	60	1,56		35	1,20		25	1,30		30	2,20
				60	1,95						
15	20	0,70		100	3,00	45	20	1,30	90	25	2,30
	35	1,00		125	3,50		25	1,40		30	2,40
	50	1,45									
	70	1,85	30	20	1,00	50	20	1,40	100	25	2,50
				45	1,50		25	1,50		30	2,60
17	20	0,74		60	2,10					35	2,70
	40	1,14		100	3,20	60	20	1,60			
	60	1,71		150	4,20		25	1,70	125	30	3,10
	85	2,38								35	3,20
			35	20	1,10	70	20	1,80		40	3,30
				25	1,20		25	1,90			
20	20	0,80		50	2,05						
	50	1,60		75	2,55	75	20	1,90			
	75	2,10		100	3,40		25	2,00			
	100	2,80		150	4,40						

Cuadro 3

Ø mm	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25
Q en kg/m	0,22	0,39	0,62	0,89	1,58	2,47	3,85

Especificación

EHV-1 Viga de hormigón armado-C·D·L·n·Ø_L·r·Ø_t·S

Incluso limpieza de las armaduras, cortes y elaboración, separadores y calzos, humedecido del encofrado, vertido, vibrado y curado del hormigón.

Unidad

Precio unitario

Coefficiente de medición

ud

kg

EH - 5

$$(n_1 + n + n_2) \cdot L \cdot Q + \left(\frac{L_i}{S_i} + \frac{L_c}{S_c} + \frac{L_d}{S_d} \right) P \cdot Q$$

m³

EH - 7

C.D.L

2. Ejemplo

EHV- 1 Viga de hormigón armado-50·20·5,20·2Ø16·2Ø16·4Ø16·1Ø6·20·1Ø6·30

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
kg	EH - 5	$(n_1 + n + n_2) \cdot L \cdot Q + \left(\frac{L_i}{S_i} + \frac{L_c}{S_c} + \frac{L_d}{S_d} \right) P \cdot Q$	59	$\left[(0,7 + 2,0 + 1,2) \cdot 5,20 \cdot 1,58 + \left(\frac{3,95}{0,30} + \frac{1,10}{0,20} \right) \cdot 1,60 \cdot 0,22 \right]$	= 2 278,02
m ³	EH - 7	C.D.L	6 500	$0,20 \times 0,50 \times 5,20$	= 3 380,00
					Total Pta./ud = 5.658,02



1

Estructuras de Hormigón armado

Vigas



11

1985 1.ª Revisión

1. Criterio de mantenimiento

La propiedad conservará en su poder la Documentación Técnica relativa a las vigas de hormigón armado construidas, en la que figurarán las sobrecargas para las que han sido previstas o calculadas, así como sus características técnicas.

Cada cinco años se realizará una inspección general, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen: fisuras, flechas excesivas o cualquier otro tipo de lesión. En caso de ser observado alguno de estos síntomas, serán estudiados por técnico competente que determinará la importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse. Las vigas, salvo haberlo previsto con anterioridad, no estarán expuestas a humedad habitual, y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación.

No se realizarán perforaciones en las vigas de hormigón armado.