

2. Si la acumulación de imágenes, que aisladamente pudieran ser aceptables, crease un clima contrario al espíritu de las presentes normas, la obra podrá ser rechazada.

3. Podrán presentarse, como secuencia aislada o como eje del conflicto dramático, actitudes contrarias a la conciencia colectiva, siempre que no traten de justificarse moralmente ni se presenten en forma tal que despierten adhesión mimética del espectador. A tal efecto, la presentación de las circunstancias que puedan explicar humanamente una conducta moralmente reprochable deberá hacerse de forma que ésta no aparezca ante el espectador como objetivamente justificada.

4. La película deberá conducir a la reprobación de toda actitud contraria a la conciencia colectiva; pero bastará con que dicha reprobación pueda producirse en la conciencia del espectador normal, sin que sea necesario que la misma se muestre explícitamente en la pantalla, se produzca el arrebatamiento del malhechor o su fracaso individual o social.

5. La obra cinematográfica podrá presentar hechos o propugnar tesis sobre cualquier clase de temas o problemas, dentro del respeto debido a:

a) La verdad, no admitiéndose el falseamiento tendencioso de hechos, personajes o ambientes históricos o actuales, debiendo en todo caso quedar suficientemente claro para el espectador normal la distinción entre la conducta de los personajes y lo que los mismos representan.

b) Los Principios y Leyes Fundamentales del Estado español.

c) La dignidad de la persona humana, no admitiéndose en particular la presentación de imágenes y escenas de excesiva brutalidad o crueldad.

d) Las más elementales normas del buen gusto en la expresión plástica y verbal.

e) Las exigencias de la defensa nacional, de la seguridad del Estado, del orden público interior y de la paz exterior.

f) Las creencias, prácticas y sentimientos religiosos, y en especial los de la Iglesia católica, su dogma, su moral y su culto.

6. Se considerará contraria a una recta conciencia colectiva, siempre que traten de justificarse como tesis lícita, la presentación cinematográfica de:

a) El suicidio y el homicidio por piedad.

b) La venganza y la violencia como medios de solucionar los problemas sociales y humanos.

c) La prostitución, las perversiones sexuales, el adulterio y las relaciones sexuales ilícitas.

d) El aborto y cuanto atente a la institución matrimonial y a la familia.

e) La toxicomanía y el alcoholismo.

7. Se admitirá la presentación de lacras individuales o sociales, aunque pueda producir malestar en algún espectador al mostrar la degradación y el sufrimiento ajenos, siempre que no subviertan los principios del orden natural y del bien común y se obedezca a una crítica rectamente hecha.

8. Se admitirá la presentación del delito en cualquiera de sus formas, siempre que no trate de justificarse como tesis lícita ni que el excesivo detalle de la misma pueda constituir una divulgación inductiva de medios y procedimientos delictivos.

9. Se admitirá el desnudo, siempre que esté exigido por la unidad total del film, rechazándose cuando se presente con intención de despertar pasiones en el espectador normal o incida en la pornografía.

10. Se rechazarán los títulos y la publicidad de las películas que vulnere lo dispuesto en estas normas o que desorienten a los espectadores sobre el contenido real de aquéllas.

**Artículo segundo.**—Respecto a las películas que hayan de presentarse exclusivamente ante públicos minoritarios, estas normas se interpretarán con la debida amplitud, conforme al grado de preparación presumible en dichos públicos. En el caso de cine para menores, la aplicación de las normas se hará siempre con la especial adecuación a su mentalidad.

**Artículo tercero.**—Queda derogada la Orden de 9 de febrero de 1963.

**Artículo cuarto.**—La presente Orden entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que comunico a VV. II. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a VV. II. muchos años.

Madrid, 19 de febrero de 1975.

HERRERA Y ESTEBAN

Ilmos. Sres. Subsecretario de Información y Turismo y Director general de Cinematografía,

## MINISTERIO DE LA VIVIENDA

4389

ORDEN de 24 de febrero de 1975 por la que se aprueba la norma tecnológica de la edificación NTE-EHV/1975. «Estructuras de hormigón armado: Vigas».

Hustrísimo señor:

En aplicación del Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre («Boletín Oficial del Estado» del 15 de enero de 1973), a propuesta de la Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Edificación y previo informe del Ministerio de Industria y del Consejo Superior de la Vivienda, este Ministerio ha resuelto:

**Artículo primero.**—Se aprueba provisionalmente la norma tecnológica de la edificación, que figura como anexo de la presente Orden, NTE-EHV/1975, «Estructuras de hormigón armado: Vigas».

**Artículo segundo.**—Esta norma desarrolla a nivel operativo las normas básicas siguientes:

Decreto 195/1963, de 17 de enero, por el que se aprueba la norma MV-101/1962, «Acciones en la edificación» («Boletín Oficial del Estado» de 9 de febrero).

Orden del Ministerio de Trabajo de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo («Boletín Oficial del Estado» del día 11).

Orden del Ministerio de la Vivienda de 4 de junio de 1973 por el que se aprueba el pliego general de condiciones técnicas de la Dirección General de Arquitectura, 1960 («Boletín Oficial del Estado» números 141 al 151, de junio de 1973).

Decreto 3062/1973, de 19 de octubre, por el que se aprueba la Instrucción EH-73 para proyectos y ejecución de obras de hormigón en masa o armado («Boletín Oficial del Estado» de 14 de diciembre).

La NTE-EHV/1975 regula las actuaciones de diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento.

**Artículo tercero.**—La presente norma entrará en vigor a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» y podrá ser utilizada a efectos de lo dispuesto en el Decreto 3565/1972, con excepción de lo establecido en sus artículos octavo y décimo.

**Artículo cuarto.**—En el plazo de seis meses naturales, contados a partir de la publicación de la presente Orden en el «Boletín Oficial del Estado», sin perjuicio de la entrada en vigor que en el artículo anterior se señala y al objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo quinto del Decreto 3565/1972, las personas que lo crean conveniente, y especialmente aquéllas que tengan debidamente asignada la responsabilidad de la planificación o de las diversas actuaciones tecnológicas relacionadas con la norma que por esta Orden se aprueba, podrán dirigirse a la Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Edificación (Subdirección General de Tecnología de la Edificación, Sección de Normalización), señalando las sugerencias u observaciones que a su juicio puedan mejorar el contenido o aplicación de la norma.

**Artículo quinto.**—1. Consideradas, en su caso, las sugerencias remitidas y a la vista de la experiencia derivada de su aplicación, la Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Edificación propondrá a este Ministerio las modificaciones pertinentes a la norma que por la presente Orden se aprueba.

2. Transcurrido el plazo de un año, a partir de la fecha de publicación de la presente Orden, sin que hubiera sido modificada la norma en la forma establecida en el párrafo anterior, se entenderá que ha sido definitivamente aprobada, a todos los efectos prevenidos en el Decreto 3565/1972, incluidos los de los artículos octavo y décimo.

**Artículo sexto.**—Quedan derogadas las disposiciones vigentes que se opongan a lo dispuesto en esta Orden.

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I.

Madrid, 24 de febrero de 1975.

RODRIGUEZ MIGUEL

Hmo. Sr. Director general de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.



NTE

Diseño

1. Ambito de aplicación

2. Información previa

Estructural

De protección

3. Criterio de diseño

Tipología

Estructuras de Hormigón armado

Vigas

Reinforced concrete. Beams. Design



EHV

1975

Vigas de hormigón armado de directriz recta y sección rectangular de dimensiones constantes.  
 Para las vigas de directriz circular o quebrada se utilizará la NTE-EHB: Estructuras de Hormigón armado. Vigas Balcón.  
 Para las vigas en que la relación entre la luz y el canto sea inferior a 3 se utilizará la NTE-EHJ: Estructuras de Hormigón armado. Jácenas pared.

Planos acotados de estructura indicando para cada viga el predimensionado A/B de su sección.  
 Condiciones de apoyo de las vigas en los elementos estructurales que las sustentan, secciones de soportes y clases de forjados.  
 Solicitaciones a que se encuentran sometidas según NTE-EHP: Estructuras de hormigón armado. Pórticos.

Vigas que estén sometidas a acciones físicas o químicas como fuertes condensaciones, intemperie, ambientes químicamente agresivos, fuego.

Los criterios y soluciones de esta Norma traducen operativamente la Norma Básica EH-73, Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

Se ha establecido en la presente Norma la tipología de secciones siguiente:



Tabla nº 1 2 3 4 5

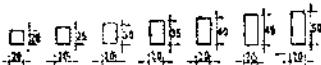


Tabla nº 6 7 8 9 10 11 12

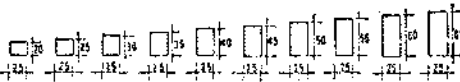


Tabla nº 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

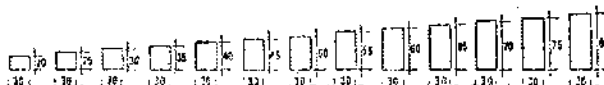


Tabla nº 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

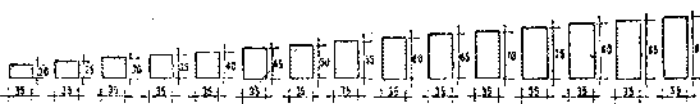


Tabla nº 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50



Tabla nº 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67

Armadura longitudinal

Compuesta por:

Armadura longitudinal de tracción  $A_s$ .

Armadura longitudinal de compresión  $A_s$ .

En el caso de vigas pertenecientes a un mismo pórtico se adoptará preferentemente, para las armaduras de tracción y de compresión, barras del mismo diámetro.

Las barras de la armadura longitudinal, que resulten coincidentes por cálculo, en la sección de unión de dos vigas contiguas de un pórtico, se dispondrán continuas a través de dicha sección. Si una de las vigas tiene mayor número de barras, las excedentes se anclarán a la viga contigua en prolongación recta. Se harán continuas las barras del mismo diámetro cuyos extremos queden a una distancia no mayor de 1 metro.

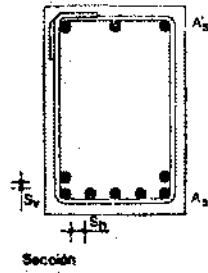
No se considerarán en la presente Norma barras longitudinales dobladas a 45°

Ministerio de la Vivienda - España

C/SIB

(282) Eq4

CDU 624.072.2:695 55



La distancia horizontal libre entre dos barras consecutivas será igual o superior a la que a continuación se indica:

Diámetro $\phi_s$ de la barra más gruesa en mm	8	10	12	16	20	25
Separación horizontal $S_h$ mínima entre barras en mm	10	10	12	16	20	25

La distancia vertical libre entre dos barras consecutivas será igual a la que a continuación se indica:

Diámetro $\phi_s$ de la barra más gruesa en mm	8	10	12	16	20	25
Separación vertical $S_v$ entre barras en mm	10	10	10	12	16	20

Cuando la viga esté sometida a esfuerzos de torsión, se dispondrá el refuerzo de armadura según la especificación EHV-10, utilizando, preferentemente, el mismo diámetro de la armadura de flexión.

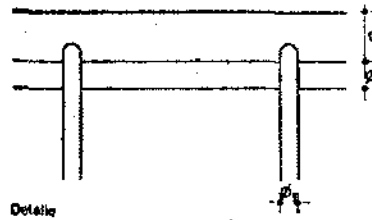
**Armadura transversal**

Compuesta por:  
 Cercos de dos o más ramas  $A_s$ .  
 Los cercos se adaptarán preferentemente del mismo diámetro en toda la longitud de la viga.  
 En el caso de vigas empotradas, los cercos se distribuirán entre las caras interiores de los soportes que las limitan, siendo continua en los nudos de empotramiento la distribución de los cercos del soporte.  
 Cuando la viga se disponga simplemente apoyada, los cercos de la misma se distribuirán en toda la longitud de la viga hasta las secciones extremas.

**Hormigón**

Para la clasificación en peso de los materiales, el tipo de conglomerante a utilizar, los aditivos y las condiciones generales de hormigón se utilizará la NTE-EFH: Estructuras. Fábrica de Hormigón.

**Recubrimiento de las armaduras**

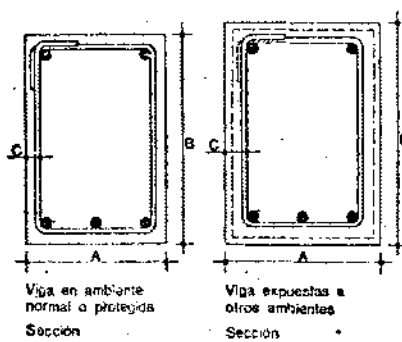


Los recubrimientos de la armadura longitudinal, para una armadura transversal de 6, 8 ó 10 mm de diámetro, en el caso de vigas situadas en ambientes normales o que tengan sus parámetros protegidos, serán los que se indican en la tabla siguiente:

Diámetro $\phi_s$ de la barra longitudinal más gruesa en mm	8	10	12	16	20	25
Recubrimiento $c$ de la armadura longitudinal en mm	20	20	20	20	20	25

Cuando la armadura transversal sea de diámetro  $\phi_s \geq 12$  mm el recubrimiento de la armadura longitudinal será siempre de 25 mm.

**Medidas de protección**



En el caso de vigas expuestas a la intemperie o a condensaciones en locales húmedos no aislados, los recubrimientos de las armaduras longitudinales serán los siguientes:

Diámetro $\phi_t$ de la armadura transversal en mm	6	8	10	12
Recubrimiento $c$ de la armadura longitudinal en mm	30	30	30	32

En el caso de vigas sometidas a ambientes químicamente agresivos, los recubrimientos de las armaduras y la composición y compactación de hormigón será objeto de estudio especial.

En el caso de vigas expuestas a peligro de incendio será necesario realizar un estudio del recubrimiento en función del tipo de hormigón y de las sollicitaciones, o bien, mantener los recubrimientos en ambientes normales y proceder a una protección externa de la viga, según la NTE-IPP: Instalaciones de Protección contra el Fuego.

Para el cálculo de la presente norma se han considerado las vigas situadas en ambientes normales. En los demás casos el cálculo será de adaptación si, manteniendo la posición de las armaduras, se incrementan las dimensiones **A-B** de la sección hasta alcanzar el recubrimiento necesario.

**Apoyo del forjado**

El apoyo del forjado en la viga se ajustará a lo indicado en la NTE correspondiente al forjado de que se trate.

**Encofrados**

Se realizarán de acuerdo con la NTE EME: Encofrados

**Acabados superficiales.**

Cuando el acabado de la viga suponga disminución del recubrimiento éste se incrementará de tal forma que, una vez tratada, resulte el incremento previsto.

**Taladros**

No podrá taladrarse la viga de no haberse previsto antes del hormigonado dichas perforaciones, que solo podrán hacerse perpendiculares a su cara, en la mitad central de la longitud de la viga, y a una distancia de las caras superior e inferior, no menor de un cuarto del canto total de la misma.



2

NTE

**Diseño**

**Especificación**

**EHV- 1 Armado longitudinal de la viga-n.º**

**EHV- 2 Armado transversal de la viga-n.º**

**EHV- 3 Hormigonado de la viga -A.B.L.**

**EHV- 4 Viga interior-A.B.L.n.º**

**EHV- 5 Viga extrema-A.B.L.n.º**

**EHV- 6 Viga extrema con voladizo-A.B.L.V.n.º**

**EHV- 7 Viga de tramo único -A.S.L.n.º**

**EHV- 8 Viga de tramo único con voladizo-A.B.L.V.n.º**

**EHV- 9 Viga de tramo único con dos voladizos-A.B.L.V.W.n.º**

**EHV-10 Refuerzo en vigas sometidas a torsión-n.º**

Estructuras de Hormigón armado

**Vigas**

Reinforced concrete. Beams. Design

**Símbolo Aplicación**



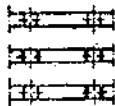
En la colocación de la armadura paralela a la directriz de la viga, según las posiciones definidas en Construcción.



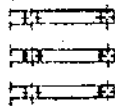
En la colocación de la armadura perpendicular a la directriz de la viga.



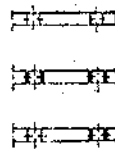
En el vertido, compactación y curado del hormigón.



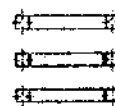
a) Entre empotramientos en los tramos interiores de un pórtico.  
b) Entre apoyos en los tramos interiores de una viga continua.  
c) Entre apoyo y empotramiento en los tramos interiores de un pórtico.



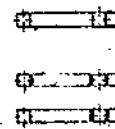
a) Entre empotramientos en los tramos extremos de un pórtico.  
b) Entre apoyos en los tramos extremos de una viga continua.  
c) Entre empotramiento y apoyo en los tramos extremos de un pórtico.



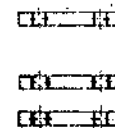
a) Entre empotramientos en los tramos extremos con voladizo de un pórtico.  
b) Entre apoyos en los tramos extremos con voladizo de una viga continua.  
c) Entre empotramiento y apoyo en los tramos extremos con voladizo de un pórtico.



a) Entre empotramientos en los pórticos de un solo tramo.  
b) Entre apoyos en pórticos de un solo tramo.  
c) Entre apoyo y empotramiento en pórticos de un solo tramo.



a) Entre empotramientos en pórticos de un solo tramo con voladizo.  
b) Entre apoyos en pórticos de un solo tramo con voladizo.  
c) Entre apoyo y empotramiento en pórticos de un solo tramo con voladizo.



a) Entre empotramientos en pórticos de un solo tramo con dos voladizos.  
b) Entre apoyos en pórticos de un solo tramo con dos voladizos.  
c) Entre apoyo y empotramiento en pórticos de un solo tramo con dos voladizos.



En vigas sometidas a un esfuerzo de torsión; como vigas que reciben un brochal.



2

EHV

1975

**4. Planos de obra**

**EHV-Plantas de estructura**

En cada planta de la estructura se representarán y numerarán las distintas vigas. Se acompañará una relación que exprese los valores numéricos de los parámetros dimensionales de cada viga.

Escala

1:100

**EHV-Planos de vigas**

Se representará, para cada viga, el despiece de las armaduras longitudinales con sus anclajes y la distribución de cercos a todo lo largo de la viga.

1:20

**EHV-Detalles**

Se representarán gráficamente los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE

1:20

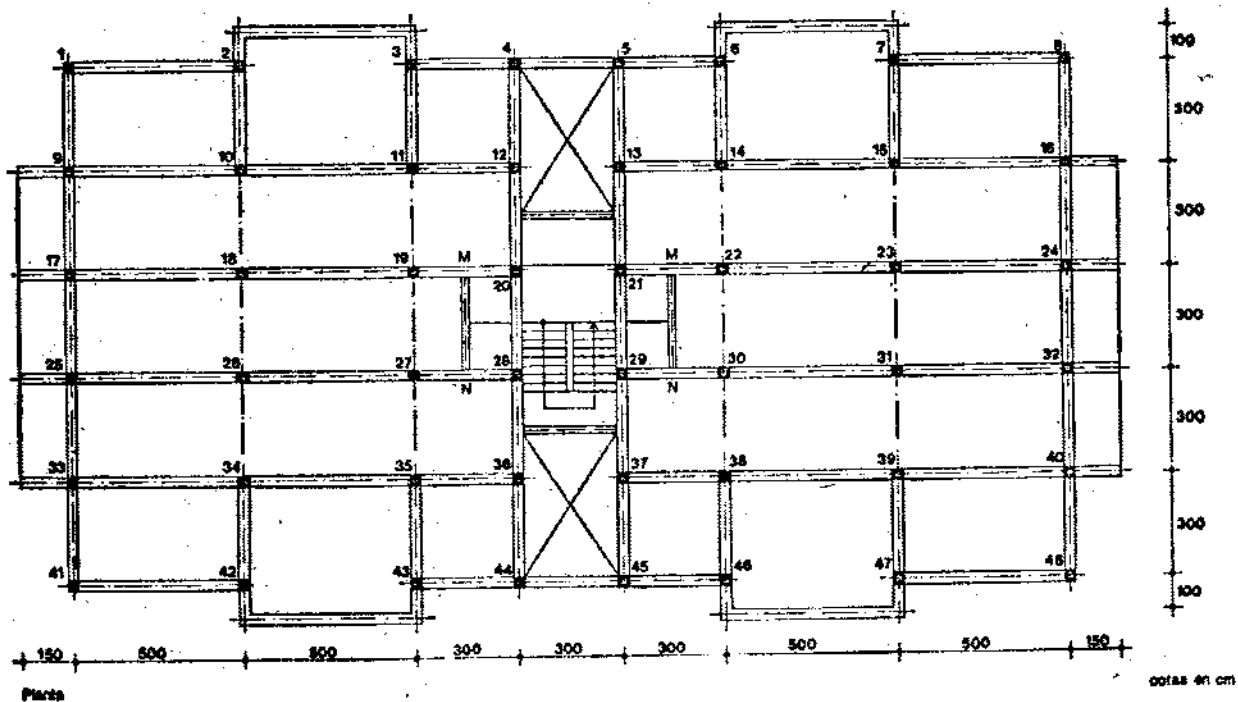
Ministerio de la Vivienda - España

C/S/B

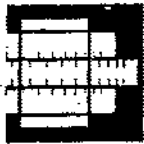
(28.2) Eq4

CDU 624.072.2:693.55

5. Esquema



N.º de viga	Tipo	A x B cm	L cm	V cm	W cm
1-2	EHV-7	25 x 50	500		
3-4	EHV-5	25 x 30	300		
4-5	EHV-4	25 x 30	300		
9-10	EHV-6	25 x 50	500	150	
10-11	EHV-4	25 x 50	500		
11-12	EHV-5	25 x 35	300		
17-18	EHV-6	25 x 50	500	150	
18-19	EHV-4	25 x 50	500		
19-20	EHV-5 + EHV-10	25 x 35	300		
1-9	EHV-5	25 x 30	300		
9-17	EHV-4	25 x 30	300		
17-25	EHV-4	25 x 30	300		
2-10	EHV-4	25 x 30	300		
2-3	EHV-Viga Balcón				
3-11	EHV-4	25 x 30	300		
M-N	EHV-7	20 x 25	300		
4-12	EHV-5	25 x 30	300		
12-20	EHV-4 + EHV-10	20 x 30	300		
20-28	EHV-4	20 x 30	300		



1

NTE

## Cálculo

## 1. Bases de cálculo

## Nomenclatura

## Acciones

## Solicitaciones

## Materiales

## Coeficientes de seguridad

## Fisuración

## Flechas

## Estructuras de Hormigón armado

## Vigas

## Reinforced concrete. Beams. Calculation



3

EHV

1975

Vigas horizontales o inclinadas sometidas a flexión simple y/o esfuerzos de torsión.

Cuando se trate de vigas de directriz recta inclinada, las Tablas de Cálculo de la presente Norma serán idénticamente aplicables hasta un ángulo no mayor de 30°, siempre que las solicitaciones vengan referidas a la directriz inclinada de la viga, según la NTE-EHP: Estructuras de Hormigón armado. Pórticos.

**M<sub>d</sub>** : Momento flector de cálculo que actúa en una sección.  
**M<sub>u</sub>** : Momento flector último, de agotamiento, de una sección.  
**M<sub>D</sub>** : Momento flector máximo negativo que actúa en el extremo derecho.  
**M<sub>I</sub>** : Momento flector máximo negativo que actúa en el extremo izquierdo.  
**M<sub>V</sub>** : Momento flector máximo positivo que actúa en el vano.  
**V<sub>d</sub>** : Esfuerzo cortante de cálculo que actúa en una sección.  
**V<sub>u</sub>** : Esfuerzo cortante último, de agotamiento, de una sección.  
**V<sub>D</sub>** : Esfuerzo cortante máximo que actúa en el extremo derecho.  
**V<sub>I</sub>** : Esfuerzo cortante máximo que actúa en el extremo izquierdo.  
**V<sub>m</sub>** : Valor límite del esfuerzo cortante en una sección.  
**T<sub>d</sub>** : Momento torsor de cálculo que actúa en una sección.  
**T<sub>u</sub>** : Momento torsor último, de agotamiento, de una sección.

Se determinan a partir de las cargas mayoradas de acuerdo con las NTE-EC: Estructuras. Cargas.

Se calcularán según la NTE-EHP: Estructuras de Hormigón Armado. Pórticos, y para cada una de las hipótesis de carga allí consideradas, las siguientes solicitaciones:

**Caso I** - Vigas con cualquier distribución de carga:

1. Diagrama de distribución a lo largo de la viga de los Momentosectores  $M_d$  de cálculo.
2. Diagrama de distribución a lo largo de la viga de los esfuerzos cortantes  $V_d$  de cálculo.

**Caso II** - Vigas con carga uniformemente repartida:

1. Valor de los Momentosectores  $M_D$ ,  $M_I$  y  $M_V$  que actúan en los empotramientos o apoyos extremos y vano.
2. Valor de los Esfuerzos cortantes  $V_D$  y  $V_I$  que actúan en los empotramientos o apoyos extremos.

En cualquiera de estos casos, cuando existan esfuerzos de torsión se calculará además el Momento torsor  $T_d$  y el esfuerzo cortante de cálculo  $V_d$  que resultan máximos en toda la longitud de la viga.

Hormigón: H-175. Resistencia característica a compresión a los 28 días: 175 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Acero AE-42 en barras corrugadas. Límite elástico: 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

Las Tablas que figuran en esta NTE están calculadas incluyendo los siguientes coeficientes:

Coefficiente de minoración del hormigón: 1,5  
 Coeficiente de minoración del acero: 1,15

Las soluciones propuestas en las Tablas serán siempre aplicables en ambientes normales o vigas protegidas.

Cuando la viga esté expuesta a la intemperie, o a condensaciones en locales húmedos, podrán utilizarse las mismas soluciones si se cumplen los incrementos de sección establecidos en Criterio de Diseño. Para las soluciones limitadas por doble línea deberá además disminuirse en un 20% el valor del Momento último  $M_u$  expresado en la Tabla.

No será necesaria la comprobación de la flecha en aquellas vigas de carga uniformemente repartida, Caso II, cuyo canto  $B$  sea igual o superior al canto mínimo  $B_{mín}$  que se determina en la Tabla 81 en función de los siguientes datos:

- Luz  $L$  de la viga en m.
- Condición de extremos. Empotramiento o apoyo.
- Condición de cargas. Siendo  $q$  el valor de la carga variable uniformemente repartida y  $g$  el valor de la carga permanente.

Para valores intermedios en la relación entre cargas variables y permanentes podrá interpolarse linealmente en la Tabla.

En el Caso I de vigas con cualquier distribución de cargas, la Tabla 81 es de aplicación sustituyendo los tres supuestos de la condición de cargas por los siguientes de condición de Momentos:

$$M_q = 0 \quad M_q = 0,25 M_g \quad M_q > 0,66 M_g$$

siendo  $M_q$  el momento flector producido por la carga variable y  $M_g$  el momento flector producido por la carga permanente.

## 2. Proceso de cálculo en flexión simple

### Caso I Vigas con cualquier distribución de cargas

#### Cálculo de la armadura longitudinal

Se determina en las Tablas 1 a 67 Armadura longitudinal utilizando la correspondiente a la sección A-B predimensionada para el cálculo de solicitaciones en la NTE-EHP: Estructuras de Hormigón armado. Pórticos.

En estas Tablas se proponen diferentes tipos de armado longitudinal, considerando redondos del mismo diámetro para la armadura de tracción  $A_s$  y la armadura de compresión  $A_s$ . Para cada uno de estos tipos se especifica el Momento flector último  $M_u$  que agota la capacidad resistente de la sección y la limitación  $V_m$  de la resistencia a esfuerzo cortante.

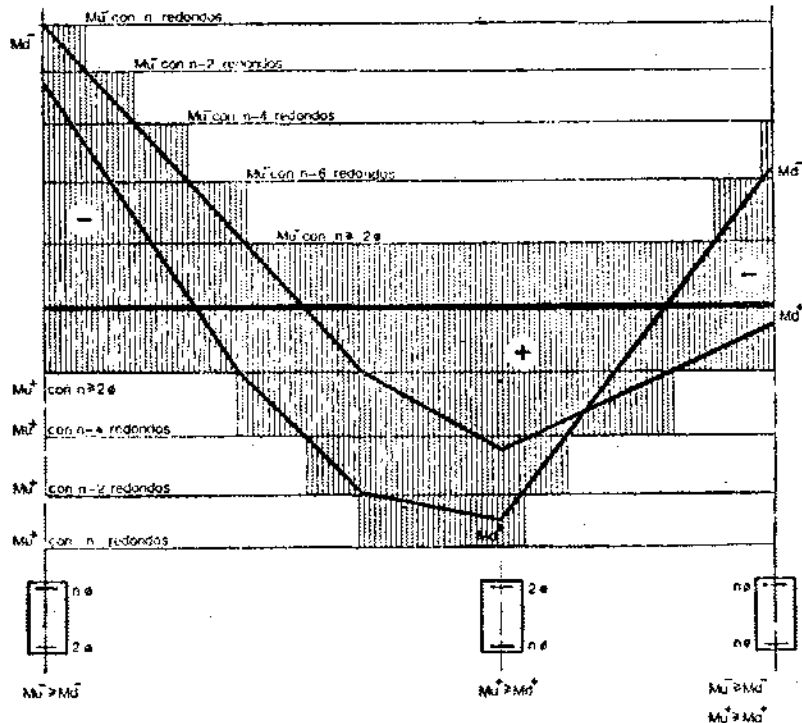
En los dibujos se ha situado la Armadura  $A_s$  en la parte inferior de la sección y la armadura  $A_s$  en la parte superior, disposición que corresponde cuando el momento flector solicitante es positivo, siendo por tanto el valor de  $M_u$  el que corresponde a  $M_d$ . Cuando el momento flector es negativo, la disposición correcta de las armaduras es la inversa, es decir, la armadura de tracción  $A_s$  deberá situarse en la parte superior de la sección y la armadura de compresión  $A_s$  en la parte inferior, siendo entonces el valor de  $M_u$  el que corresponde a  $M_u$ .

Para cada sección de la viga se obtendrán las armaduras  $A_u$  y  $A_s$  entrando en las Tablas con las solicitaciones de forma que:

$$\begin{aligned} M_u &\geq M_d^+ \\ M_u &\geq M_d^- \\ V_m &\geq V_d \end{aligned}$$

Cuando la solución adoptada disponga la armadura  $A_s$  en dos capas, podrá reducirse a una sola si se conservan las separaciones mínimas entre barras previstas por Criterio de Diseño.

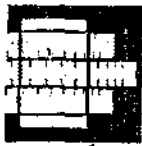
En el caso de vigas con Momentos máximos negativos en los apoyos y Momento máximo positivo en el vano, podrán deducirse las longitudes  $l$  de trabajo de la armadura longitudinal con el siguiente criterio:



1. Se mantendrán dos barras de la armadura superior y dos de la armadura inferior continuas en toda la longitud de la viga

2. La armadura restante en las secciones de apoyo y en la sección más crítica del vano, se prolongará a ambos lados de las mismas y se reducirá en secciones sucesivas, restando dos barras cada vez que se cumpla que el momento  $M_u$  de la sección armada con dos redondos menos sea igual o superior al de cálculo  $M_d$ , que el diagrama de momentos determina para la misma sección.

Cuando el número de barras sea impar, se operará de igual forma restando una barra en el primer corte y dos barras en los cortes sucesivos.



2

NTE

**Cálculo**

**Anclajes y solapes de la armadura longitudinal**

① Armadura superior de empotramiento o apoyo extremo

$$J = l + a + d$$

En empotramiento:

$$U = \frac{E}{2} + a$$

Radio de doblado  $\geq 5 \phi$

En apoyo:

$$U = \frac{E}{2} + 3 \phi$$

Radio de doblado =  $3,5 \phi$

② Armadura inferior de vano

$$l = l + e + d$$

$$D = l + e + d$$

③ Armadura superior de empotramiento o apoyo interiores

$$J = l + e + d$$

④ Armadura inferior de empotramiento o apoyo extremo

$$K = l + b + d$$

En empotramiento:

$$U = \frac{E}{2} + 3 \phi$$

Radio de doblado =  $3,5 \phi$

En apoyo:

Con un doblado

$$U = \frac{E}{2} + e$$

Con dos doblados

$$U = \frac{E}{2} + f$$

Radio de doblado:  $3,5 \phi$

⑤ Armadura superior de vano

$$G = l + b + d$$

$$R = l + b + d$$

⑥ Armadura inferior de empotramiento o apoyo interiores

$$K = l + b + d$$

⑦ Armadura superior de voladizo

$$J = l + a + d$$

Barras extremas:

$$J = V + 3 \phi$$

⑧ Armadura inferior de voladizo

$$K = l + b + d$$

Barras extremas:

$$K = V - c$$

Estructuras de Hormigón armado

**Vigas**



4

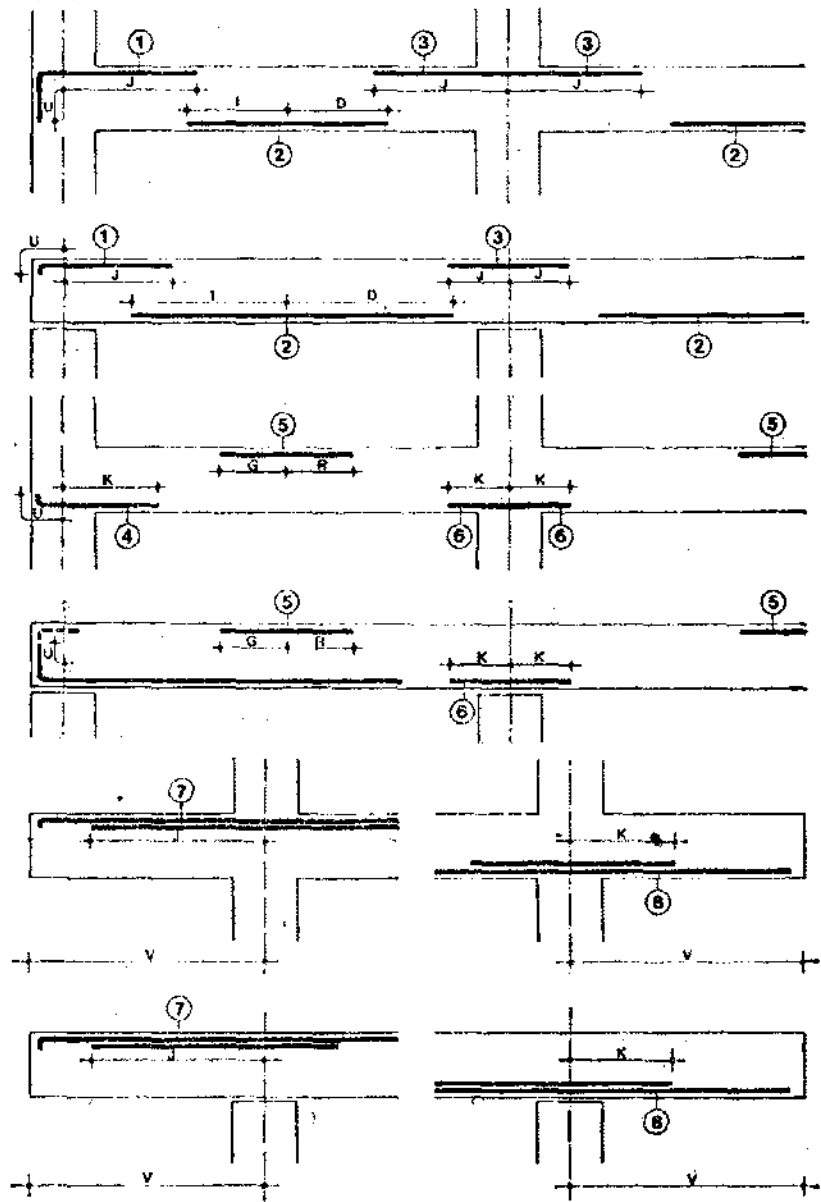
EHV

1975

Reinforced concrete: Beams: Calculation

En la armadura que no se disponga continúa a lo largo de la viga, se incrementará la longitud  $l$  de trabajo, determinada con el diagrama de Momentos flectores según el anterior apartado, para asegurar la transmisión de esfuerzos al hormigón.

La longitud total resultante en cada una de las barras, medida a partir de los ejes de pilares o elementos de apoyo y de los centros en vano, serán las siguientes según las posiciones ① a ⑧ definidas en la especificación EHV-1 de Construcción:



Siendo

$l$ : Longitud de trabajo de la armadura longitudinal en cm.

$a, b, e$  y  $f$ : Longitudes de anclaje en cm que se determinan en la tabla 68 a partir del diámetro  $\phi$  de la redonda en mm.

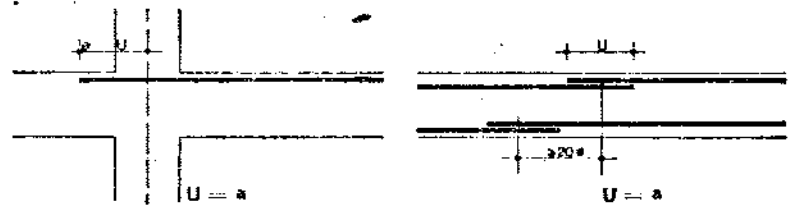
$c$ : Recubrimiento en cm de la armadura longitudinal.

$d$ : Canto útil de la viga en cm, medido entre el eje de la armadura y la cara exterior opuesta.

$E$ : Espesor del soporte o muro de apoyo en cm.

$V$ : Longitud del voladizo en cm medida entre eje del soporte o apoyo y el extremo del voladizo.

Quando las armaduras de empotramiento o apoyo interiores ③ y ④ no sean continuas con la armadura de la viga contigua se anclarán en prolongación recta con la dimensión  $U$  que se indica:  
 Los empalmes de armaduras se realizarán por solapo de longitud igual a la de anclaje en prolongación recta.  
 Cuando en una viga existan dos o más empalmes éstos se distanciarán entre sí de manera que queden separados más de 20 veces el diámetro de la más gruesa de las barras empalmadas.



**Cálculo de la armadura transversal**

En las Tablas 1 a 67 -Armadura transversal- se determina la separación  $s$  entre cercos de dos ramas, entrando con el diámetro  $\phi_t$  elegido para los cercos y de manera que se cumpla la doble condición:

$$V_u > V_d \quad s < s_{MAX}$$

siendo  $s_{MAX}$  la separación límite que se determina en la última columna de la armadura longitudinal correspondiente.

Quando el valor de  $V_d$  sea superior a los que figuran en la Tabla podrán utilizarse cercos de más de dos ramas los cuales, con las mismas separaciones  $s$  y para la misma sección, garantizan un valor del esfuerzo cortante último igual a:

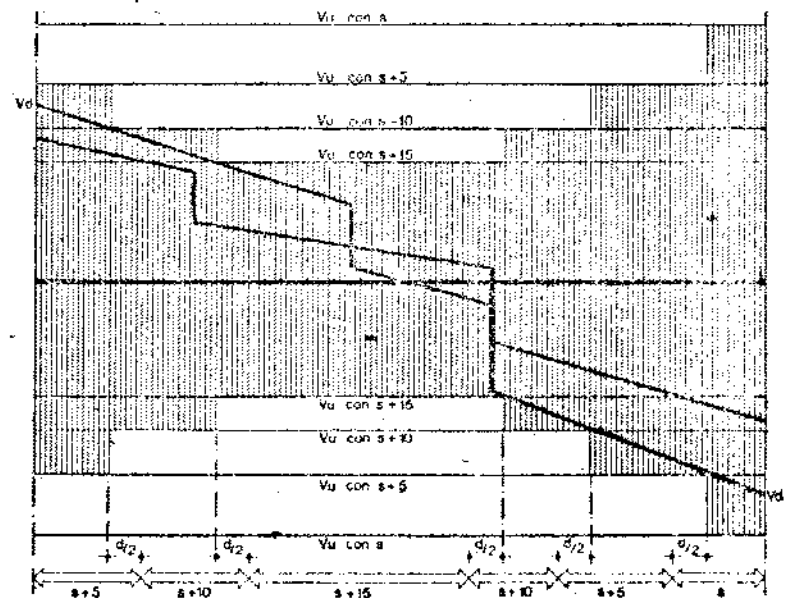
$$V_u' = \frac{n'}{2} (V_u - V_c) + V_c$$

siendo  $n'$  el número de ramas y  $V_c$  el valor del esfuerzo cortante, absorbido por el hormigón que se determina en la Tabla 60 a partir de las dimensiones  $A \cdot B$  de la sección.

Así mismo, si por razones constructivas interesa utilizar  $n'$  ramas, para el mismo valor de  $V_d$  la separación entre cercos podrá incrementarse hasta el valor:

$$s' = \frac{n'}{2} s$$

Para determinar las zonas de la viga a lo largo de las cuales es aplicable la separación entre cercos se procederá como sigue:



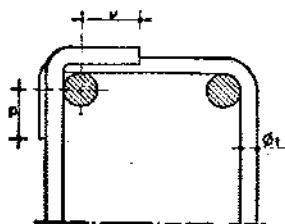
A partir del esfuerzo cortante máximo  $V_u$  se determinará el de agotamiento  $V_d$  que lo cubre con una separación  $s$  como se indicó anteriormente. Sobre el diagrama de esfuerzos cortantes se trazaran las líneas que definen este valor y asimismo las que corresponden a los valores de  $V_u$  con separaciones  $s + 5$  cm,  $s + 10$  cm,  $s + 15$  cm, etc. que también figuran en la misma Tabla para el mismo diámetro  $\phi_t$  de la armadura transversal.

La intersección de estas líneas con el diagrama, determinará los puntos de la viga a partir de los cuales se puede cambiar la separación entre cercos.

En todos los casos se prolongará la colocación de cercos a su separación, en una longitud igual a medio canto útil de la viga, más allá de la sección en que teóricamente dejan de ser necesarios.

La longitud  $p$  del solapo de cierre de los cercos, será la que a continuación se indica para cada diámetro  $\phi_t$  de los mismos.

Diámetro $\phi_t$ de los cercos en mm.	6	8	10	12
Longitud $p$ de solapo en cm.	7	7	8	10





3

NTE

**Cálculo**

Estructuras de Hormigón armado



5

EHV

**Vigas**

Reinforced concrete: Beams Calculation

1975

**Caso II - Vigas con carga uniformemente repartida**

**Cálculo de la armadura longitudinal**

Posiciones:

① Armadura superior de empotramiento o apoyo extremo

$$J = i \cdot \frac{L}{100} + d + a$$

En empotramiento:

$$U = \frac{E}{2} + e$$

Radio de doblado > 5 Ⓞ

En apoyo

$$U = \frac{E}{2} + 3 \text{ Ⓞ}$$

Radio de doblado = 3,5 Ⓞ

② Armadura inferior de vano

$$I = i \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

$$D = r \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

③ Armadura superior de empotramiento o apoyo interior

$$J = j \cdot \frac{L}{100} + d + a$$

④ Armadura inferior de empotramiento o apoyo extremo

$$K = i \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

En empotramiento:

$$U = \frac{E}{2} + 3 \text{ Ⓞ}$$

Radio de doblado = 3,5 Ⓞ

En apoyo

Con un doblado

$$U = \frac{E}{2} + e$$

Con dos doblados

$$U = \frac{E}{2} + f$$

Radio de doblado = 3,5 Ⓞ

⑤ Armadura superior de vano

$$G = i \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

$$R = r \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

⑥ Armadura inferior de empotramiento o apoyo interior

$$K = j \cdot \frac{L}{100} + d + b$$

⑦ Armadura superior de voladizo

$$J = z \cdot \frac{V}{100} + d + b$$

Barras extremas:

$$J = V + 3 \text{ Ⓞ}$$

⑧ Armadura inferior de voladizo

$$K = z \cdot \frac{V}{100} + d + b$$

Barras extremas:

$$K = V - c$$

En el caso de vigas con carga uniformemente repartida, no será necesario disponer del diagrama de momentos flectores pudiéndose determinar la distribución de las armaduras a partir del valor numérico de las solicitaciones  $M_i$ ,  $M_o$  y  $M_v$  en cada hipótesis de carga, con el siguiente criterio:

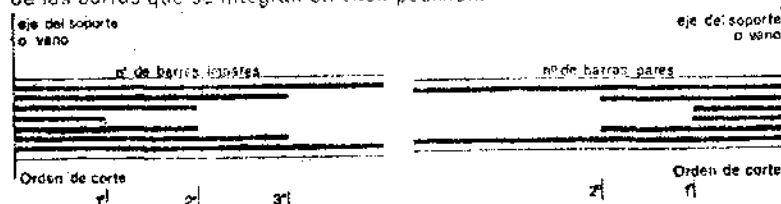
1. A partir de dichas solicitaciones se calculará el n.º de barras necesarias en las secciones de empotramiento o apoyo izquierdo y derecho y en la sección de máximo momento del vano, con las Tablas 1 a 67. Armadura longitudinal como se indicó para el Caso I.

2. Se mantendrán dos barras de la armadura superior y dos de la armadura inferior continuas en toda la longitud de la viga.

3. La armadura restante se prolongará hasta una longitud total, medida a partir de los ejes de empotramiento o apoyo y de los centros de vano, igual a la que al margen se relaciona para cada una de las posiciones ① a ⑧ definidas en la especificación EHV-1 de Construcción.

Siendo:

Orden de corte: El que a continuación se establece a efectos del ordenamiento de las barras que se integran en cada posición.



a, b, e y f: Longitudes de anclaje en cm que se determinan en la Tabla 68 a partir del diámetro  $\phi_s$  del redondo en mm.

c: recubrimiento en cm de la armadura longitudinal.

d: Canto útil de la viga en cm medido entre ejes de la armadura y la cara exterior opuesta.

j: Coeficiente que se determina en la Tabla 70 para cada una de las barras que forman la armadura en la posición que se calcula, en función del número n de barras necesarias en el empotramiento o apoyo, del orden que se establece para su corte y de la relación

$$m = \frac{M_D}{M_V} \text{ o } m = \frac{M_I}{M_V}$$

entre el máximo momento flector en el empotramiento o apoyo derecho o izquierdo, según se trate, y el momento  $M_v$  de vano que corresponde en la misma hipótesis de carga.

En las posiciones ④ y ⑥ resultará el mismo coeficiente j que corresponde en las posiciones ① y ③ para la misma sección.

i y r: Coeficientes que se determinan en las Tablas 71 a 78 para cada una de barras que forman la armadura en la posición que se calcula, en función del número n de barras necesarias en el centro del vano, del orden que se establece para su corte y de las relaciones

$$m_i = \frac{M_I}{M_V} \text{ o } m_D = \frac{M_D}{M_V}$$

entre los momentos flectores  $M_i$  y  $M_o$  en los apoyos izquierdo y derecho que corresponden a la misma hipótesis de carga que produce el máximo momento flector  $M_v$  en el vano y dicho momento flector máximo de vano  $M_v$ .

Para los valores de  $m_i$  y  $m_D$  intermedios entre los considerados en las Tablas podrá interpolarse linealmente.

En la posición ⑥ resultarán los mismos coeficientes i y r que corresponde en la posición ② para la misma sección.

z: Coeficiente que se determina en la Tabla 79 en función del número n de redondos necesarios en el extremo empotrado o apoyado del voladizo y del orden que se establece para su corte.

Este coeficiente es válido para voladizos con carga uniformemente repartida y cualquier carga puntual en el extremo.

En la posición ⑧ resultará el mismo coeficiente z que corresponde en la posición ⑦ para la misma sección.

E: Espesor del soporte o muro de apoyo en cm.

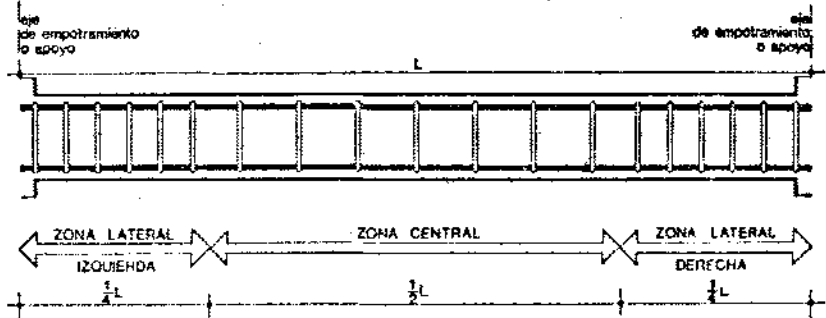
L: Luz de la viga en cm medida entre ejes de empotramientos o apoyos.

V: Longitud del voladizo en cm medida entre eje del soporte o apoyo y el extremo del voladizo.

Ministerio de la Vivienda - España

**Cálculo de la armadura transversal**

Para el cálculo de la armadura transversal de una viga con carga uniformemente repartida, se considerará la viga dividida en el sentido longitudinal en tres zonas con las dimensiones que se indican en el dibujo adjunto.



En la zona lateral izquierda se colocarán los cercos con el diámetro  $\phi_t$  y la separación  $s$  que se determina, por el método general, en las tablas 1 a 67 -Armadura transversal- para la sección, correspondiente al empotramiento o apoyo izquierdo, a partir del esfuerzo cortante  $V_d$  en dicha sección. En la zona lateral derecha se procederá de igual manera, a partir del esfuerzo cortante  $V_d$  en la sección correspondiente al empotramiento o apoyo derecho.

En la zona central se colocarán los cercos con el mismo diámetro  $\phi_t$  que en las zonas laterales y una separación  $s$  que se determina en la Tabla 80 en función de las separaciones necesarias en los empotramientos o apoyos izquierdo y derecho, del ancho  $A$  en cm de la viga y del diámetro  $\phi_t$  en mm. La separación  $s$  entre cercos resultante para las tres zonas deberá cumplir la condición

$$s \leq s_{MAX}$$

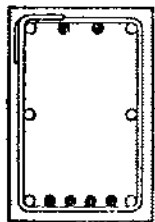
siendo  $s_{MAX}$  la separación límite que se determina en la última columna de la Tabla de la armadura longitudinal correspondiente.

Cuando se utilicen cercos de más de dos ramas la Tabla 80 es igualmente aplicable si se mantiene el número de éstas a lo largo de la viga.

La longitud del solapo de cierre de los cercos tendrá la misma dimensión  $p$  que se aplica al Caso I de vigas con cualquier distribución de cargas.

En los voladizos, la separación  $s$  entre estribos se mantendrá constante en toda su longitud, con el valor determinado en las Tablas 1 a 67 -Armadura transversal- para su sección de empotramiento o apoyo.

**3. Proceso de cálculo a torsión**



○ Armadura de torsión  $A_s TOR$   
● Armadura de flexión  $A_s, A_s'$

**Cálculo de la armadura longitudinal de torsión**

La armadura de torsión, se calculará para absorber únicamente el momento torsor  $T_d$  y será complementaria de la armadura calculada para otras sollicitaciones.

Tanto la armadura longitudinal como la transversal de torsión, se mantendrán constantes en toda la longitud de la viga, colocándose la armadura longitudinal repartida uniformemente en el perímetro de la sección, entremezclada con las barras longitudinales de flexión de la capa más externa, y con una barra como mínimo en cada esquina.

Cuando no sea posible la colocación conjunta en dicha capa, por no cumplirse la distancia horizontal mínima entre barras, se replanteará de nuevo el armado de flexión o predimensionará una nueva sección A-B de la viga, con la consiguiente revisión del cálculo de sollicitaciones.

A partir de la sección A-B predimensionada y de las sollicitaciones:

$T_d MAX$ : Momento torsor de cálculo máximo en toda la longitud de la viga.

$V_d MAX$ : Esfuerzo cortante de cálculo máximo en toda la longitud de la viga.

Se obtendrá la armadura longitudinal de torsión  $A_s TOR$  entrando en la Tabla 82 de manera que se cumpla la doble condición.

$$T_u \geq T_d MAX$$

$$V_m \geq V_d MAX$$

A efectos de torsión las vigas de ancho  $A$  mayor que el canto  $B$ , se calcularán con la misma armadura que la correspondiente a las vigas que tienen las mismas dimensiones  $A$  y  $B$  pero en su canto  $y$  ancho respectivamente.

**Cálculo de la armadura transversal de torsión**

En función del diámetro  $\phi_t$  elegido para la armadura transversal  $A_s TOR$  de torsión, la separación  $s$  en cm entre cercos se determina en la Tabla 82 mediante la siguiente operación:

$$s = t \cdot u$$

Siendo  $t$  el coeficiente que se deduce bajo la columna correspondiente a la armadura longitudinal  $A_s TOR$  anteriormente calculada y  $u$  el que se expresa al final de la fila de la sección A-B.

La separación  $s$  entre cercos así calculada no deberá ser superior a:

$$s \leq 0,85 (A-2c)$$

Siendo  $A$  el ancho en cm de la sección y  $c$  el recubrimiento de la armadura longitudinal.

Los cercos serán cerrados con el solapo  $p$  igual al calculado para la armadura transversal de flexión.

(Continuará.)