

CUESTIONES GENERALES SOBRE EL PREDIMENSIONADO DE VIGAS

Por FRANCISCO JAVIER ESTEVEZ CIMADEVILA
Profesor de Proyectos de Estructuras
y Prácticas de Cálculo de Estructuras III
en la E.T.S.A. de La Coruña

1.—INTRODUCCION

El carácter hiperestático de la inmensa mayoría de las estructuras de hormigón armado empleadas normalmente en la práctica exige, para el cálculo exacto de los esfuerzos en las barras, el conocimiento de las dimensiones de las secciones de dichas barras; es decir, necesitamos un «dimensionado previo», un «predimensionado», pues las secciones que empleemos van a influir en la distribución de los esfuerzos y en la deformación de la estructura.

Es evidente que el mejor predimensionado se consigue como fruto de la experiencia pero entendida ésta como proceso de aprendizaje y formación a lo largo del tiempo no como sucesión monótona de procesos de cálculo en los que se reiteran muchas veces los mismos errores utilizando la experiencia como falsa excusa para justificar la falta de estudio del problema.

En muchos casos, la práctica profesional se vale de reglas y simplificaciones que en manos de un proyectista pueden ser extraordinariamente útiles y valiosas pero que, en cambio, se convierten frecuentemente en un recurso fácil y excesivamente simplificador del problema; parece razonable

pensar que la utilización de reglas tales como $\text{canto} = \frac{1}{12} \text{luz}$

(vigas de canto) y $\text{ancho} = \frac{1}{10} \text{luz}$ (en vigas planas) no pueden generalizarse a la totalidad de tipos de vigas que pueden darse en las edificaciones, pues es elemental que el comportamiento de vigas continuas no es el mismo en tramos extremos que en tramos internos, ni es igual que sobre la viga cargue en forjado de cuatro metros de luz que uno de seis metros y un largo etc. que indica que el problema no debe sintetizarse en reglas tan simples puesto que, al margen de los posibles daños estructurales que acarree un incorrecto dimensionado, **se pierde el control y la coherencia de las dimensiones de las secciones** en el sentido de que la aplicación de un mismo criterio a situaciones claramente distintas conduce a secciones sobredimensionadas en unos casos y extraordinariamente «solicitadas» en otros; es decir **las dimensiones de la sección no son el fruto de lo que intencionalmente persigue el proyectista sino que son el resultado dispar de aplicar a hechos diferentes la misma regla, de predimensionado.**

Otro aspecto que subraya la importancia del tema tratado en este artículo es la de tener un adecuado control de las deformaciones ya desde los inicios del proyecto de la estructura; este aspecto ha adquirido hoy en día, si cabe, más trascendencia dada la combinación de cerramientos cada vez más rígidos con estructuras cada vez más flexibles que hace que sea la situación en servicio desde el punto de vista de las deformaciones la que condicione frecuentemente el dimensionado de la pieza y no el estado límite último de agotamiento.

Finalmente, indicar que un correcto predimensionado es el mejor procedimiento para ahorrarnos ciclos sucesivos de cálculos hasta llegar a la solución final.

2.—TIPOLOGIA DE VIGAS CONSIDERADA

Se han considerado 5 tipos de vigas que agrupan todos los casos frecuentes que se presentan en edificación

- VIGA BIAPOYADA
- VIGA EN VOLADIZO
- VIGA AISLADA ENTRE SOPORTES
- TRAMO EXTREMO DE VIGA CONTINUA
- TRAMO INTERNO DE VIGA CONTINUA

3.—CRITERIOS DE PREDIMENSIONADO

La determinación de las dimensiones de la sección se hace atendiendo tanto a los esfuerzos de flexión como al estado de deformación de la pieza.

3.1.—Dimensionado a flexión simple de la sección

El criterio establecido consiste en determinar el ancho y canto de la pieza de manera que dado uno de los valores el otro sea tal que la sección sea la mínima que no necesita armadura de compresión, siguiendo el proceso de cálculo que establece la Instrucción EH-82 en el artículo 30.

El dominio de deformación elegido es el que produce el agotamiento de la sección por acortamiento elástico del hormigón ($E_c = 3,5\%$ manteniendo la deformación de las armaduras entre el límite correspondiente a la deformación que se produce al alcanzar el límite elástico del acero y una deformación del 10% que corresponde a la fase de agotamiento de la sección por deformación plástica del acero.

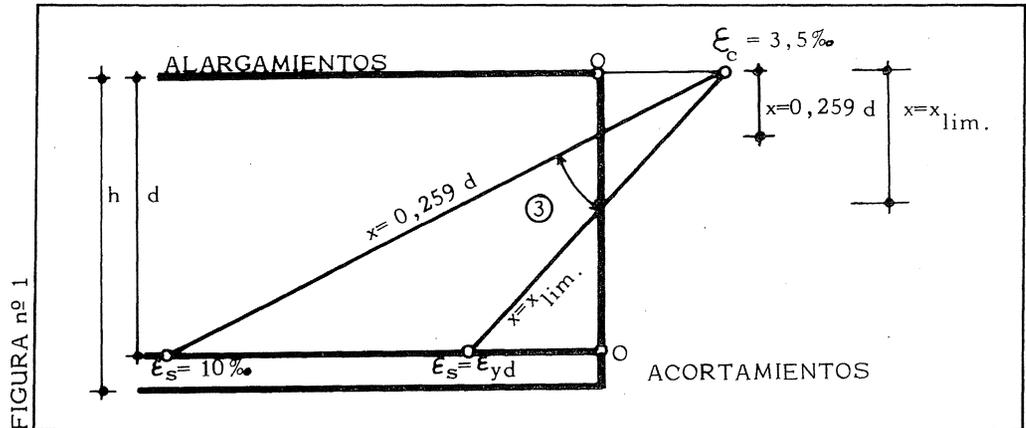
La elección de este dominio de deformación se debe a que nos permite fijar las dimensiones de la sección de forma óptima si hacemos $x = x_{lim}$ pues, en este caso, alcanzamos la mayor profundidad posible de zona comprimida aprovechando al mismo tiempo la totalidad de la capacidad mecánica de la armadura (Fig. 1).

El estudio del equilibrio de fuerzas conduce, aceptando un NIVEL DE CONTROL NORMAL, a la siguiente expresión:

$$q = \frac{0,85}{240000} \frac{l}{k} \frac{b f_{ck} y_{lim} (d - 0,50 y_{lim})}{L^2}$$

siendo y_{lim} cuando se emplean aceros de dureza natural:

$$y_{lim} = \frac{0,8}{1 + 1,36 \cdot 10^{-4} f_{yd}} d$$



q = carga uniforme de la viga en Tn/m.
 b = ancho de la viga en cms.
 d = canto de la viga en cms.
 L = luz de la viga en m. f_{ck} = resistencia característica del hormigón en Kp./cm².
 f_{yk} = límite elástico del acero en Kp./cm².
 k = coeficiente que depende del tipo de viga considerada

Toma los siguientes valores:

Viga biapoyada.....	$k = \frac{1}{8}$
Viga en voladizo.....	$k = \frac{1}{2}$
Viga aislada entre soportes.....	$k = \frac{1}{16}$
Tramo extremo de viga continua.....	$k = \frac{1}{13}$
Tramo interno de viga continua.....	$k = \frac{1}{13}$

3.2.—Dimensionado atendiendo al estado de deformación de la pieza

Se establecen las dimensiones de la viga de forma tal que el valor de su FLECHA ACTIVA cumpla con las limitaciones siguientes (corresponden a la norma francesa BAEL 82 y la Comisión Permanente del Hormigón). (Fig. 2).

LUCES 5 mts.....	FLECHA ACTIVA = $\frac{1}{500} L$
LUCES 5 mts.....	FLECHA ACTIVA = $0,5 + \frac{1}{1000} L$

Se ha estudiado la FLECHA ACTIVA de la estructura en relación con la tabiquería; para el cálculo se ha supuesto la siguiente distribución de cargas correspondiente a la gran mayoría de los casos prácticos:

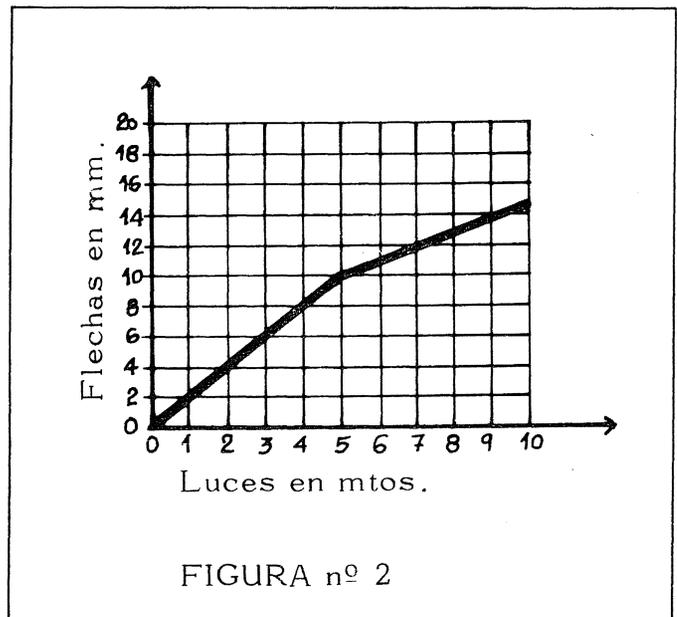
Peso propio	40% P	}	siendo P la carga total por m ²
Tabiquería y solado	30% P		
Sobrecarga de uso	30% P		

La determinación de los valores de las flechas instantáneas y diferidas que componen la flecha activa del elemento estructural que se estudia se ha hecho de acuerdo con la norma ACI 318-83 con la salvedad de considerar como inercia de la sección el valor de su inercia bruta, puesto que ello simplifica considerablemente el problema. La adopción de este criterio se basa en las siguientes razones:

a) Si bien es cierto que el empleo de la inercia de la sección bruta conducirá a flechas calculadas inferiores a las obtenidas empleando el valor de la inercia de la sección fisurada, dicha diferencia se ve muy reducida por los siguientes factores:

—El cálculo del estado de deformación se ha hecho para un diagrama de momentos en el que se tiene en cuenta una redistribución plástica en los apoyos lo que conduce a flechas superiores a las que se obtienen aplicando el cálculo lineal que es el que normalmente se usa.

—No se ha tenido en cuenta la existencia de armaduras de compresión (al menos existe siempre la armadura de mon-



taje de la viga) que reducen considerablemente las deformaciones de las piezas.

—Finalmente, los métodos de cálculo de las normas dan como resultado flechas que, en la inmensa mayoría de los casos estudiados, superan de forma importante las obtenidas en la realidad.

b) El presente trabajo tiene por objeto el predimensionado y, por tanto no excluye de realizar el cálculo definitivo de esfuerzos y deformaciones donde sí es necesario tener en cuenta el valor de la inercia de la sección fisurada recomendándose el empleo de las fórmulas de BRANSON y la ya mencionada NORMA ACI 318-83.

La aplicación de los anteriores criterios ha conducido a la obtención de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{LUCES} \leq 5 \text{ mts.} & \dots\dots\dots q = \frac{19\sqrt{f_{ck}}}{12 \cdot 10^7 K} \frac{b h^3}{L^3} \\ \text{LUCES} > 5 \text{ mts.} & \dots\dots\dots q = \frac{19\sqrt{f_{ck}}}{24 \cdot 10^7 K} \frac{b h^3 (L+5)}{L^4} \end{aligned}$$

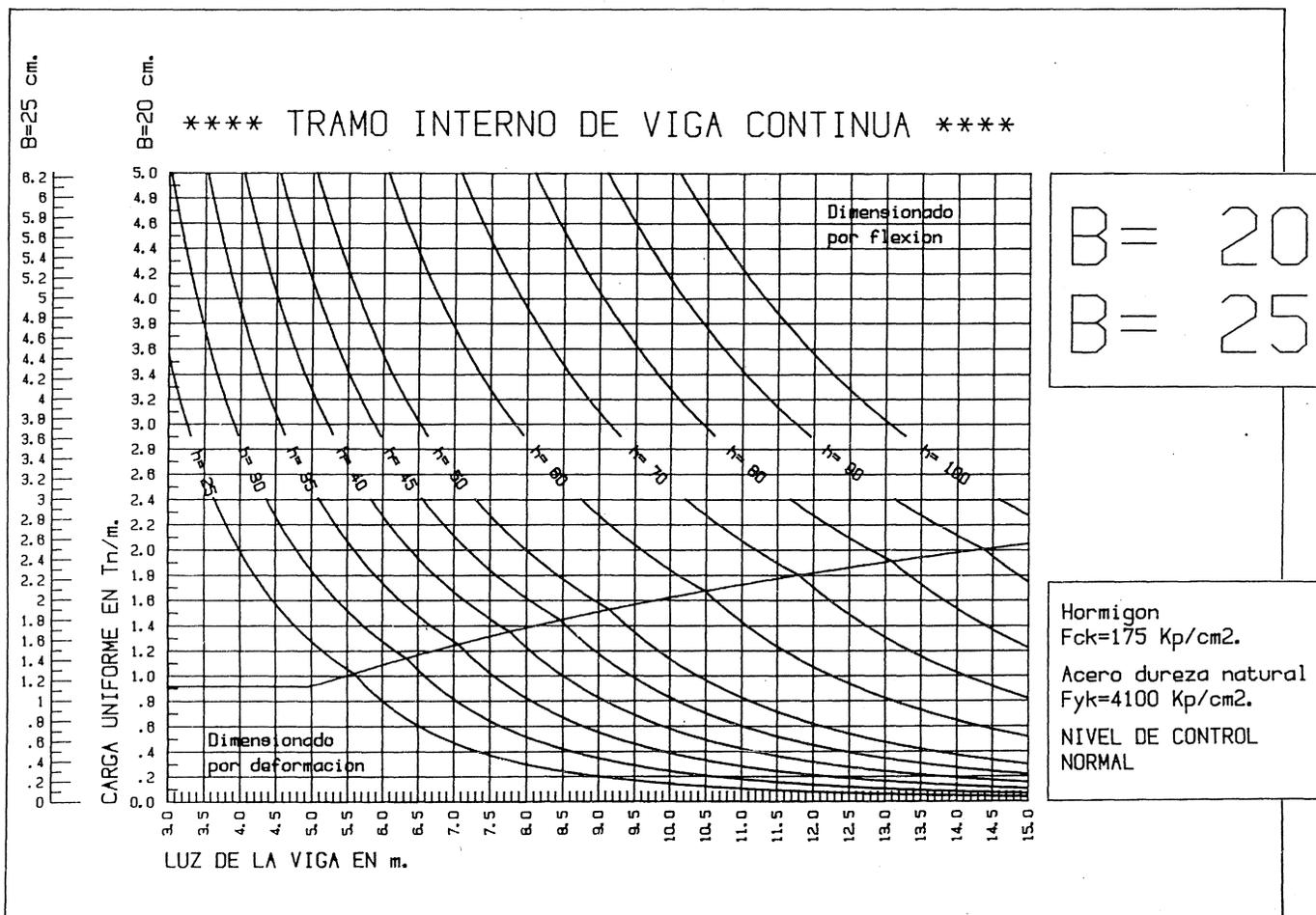
En estas expresiones K es un coeficiente que depende del tipo de viga considerada y toma los siguientes valores:

Viga biapoyada.....	$K = \frac{5}{384}$
Viga en voladizo.....	$K = \frac{1}{8}$
Viga aislada entre soportes.....	$K = \frac{1}{190}$
Tramo extremo de viga continua.....	$K = \frac{1}{230}$
Tramo interno de viga continua.....	$K = \frac{1}{290}$

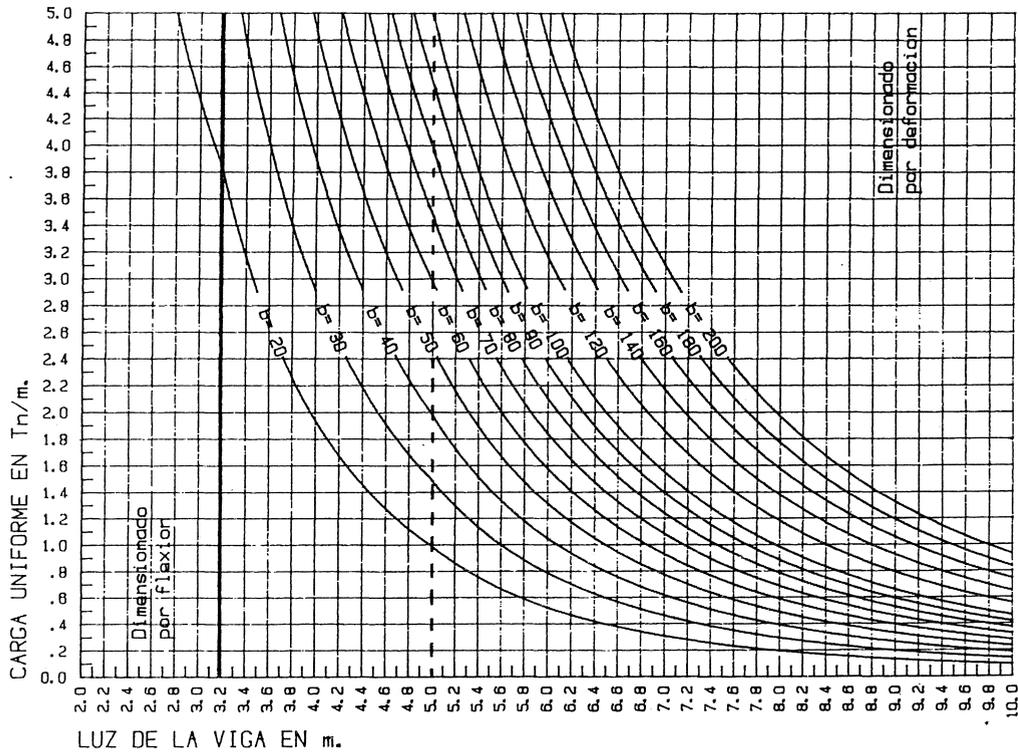
4.—TABLAS DE PREDIMENSIONADO

Con los criterios establecidos en el apartado 3 se han elaborado unas tablas para predimensionado de vigas planas y de canto en las que entrando con el tipo de viga de que se trate (biapoyada, voladizo, aislada entre soportes, etc.) con su luz y la carga por metro se obtienen directamente las dimensiones de la sección.

A continuación se acompañan tres ejemplos de dichas tablas.



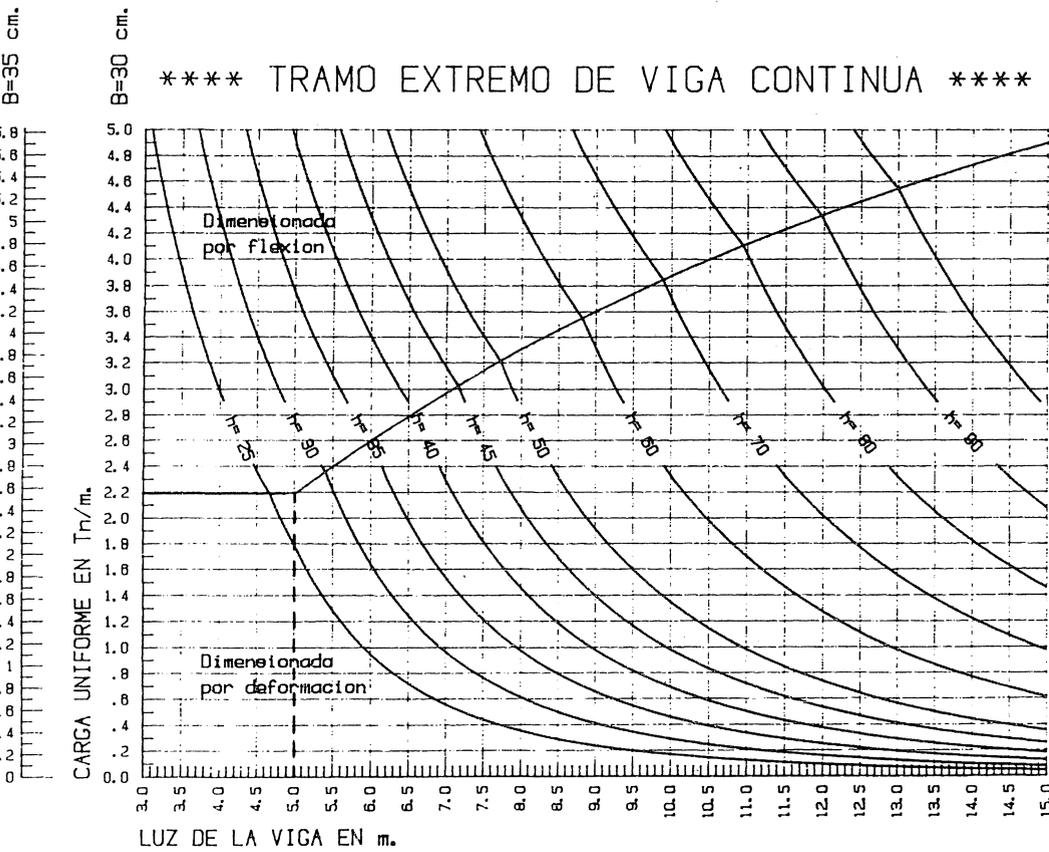
***** VIGA AISLADA ENTRE SOPORTES *****



H = 25

Hormigon
Fck=175 Kp/cm2.
Acero dureza natural
Fyk=4100 Kp/cm2.
NIVEL DE CONTROL
NORMAL

***** TRAMO EXTREMO DE VIGA CONTINUA *****



B = 30
B = 35

Hormigon
Fck=175 Kp/cm2.
Acero dureza natural
Fyk=4100 Kp/cm2.
NIVEL DE CONTROL
NORMAL