

# Criterios de cálculo de longitud de anclaje

¿Desde dónde se ancla? ¿eje de apoyo o borde interior? ¿dónde se calcula  $A_{s,nec}/A_{s,real}$ ? ¿borde de apoyo o borde interior?

Este documento es una muy breve revisión de la bibliografía del curso, y establece criterios prácticos que utilizaremos en el curso de Hormigón Estructural 1 edición 2023.

J-M, página 123

c) En el caso de vigas, debe llevarse hasta los apoyos extremos al menos un tercio de la armadura necesaria para resistir el máximo momento positivo; y debe haber al menos un cuarto en los apoyos intermedios. Esta armadura se prolongará a partir del eje del apoyo en una magnitud igual a la correspondiente longitud de anclaje.

- Si la armadura real existente,  $A_{s,real}$ , es mayor que la estrictamente necesaria,  $A_s$ , las longitudes básicas de anclaje  $l_b$  indicadas anteriormente pueden reducirse multiplicándolas por el valor:

$$\frac{A_s}{A_{s,real}}$$

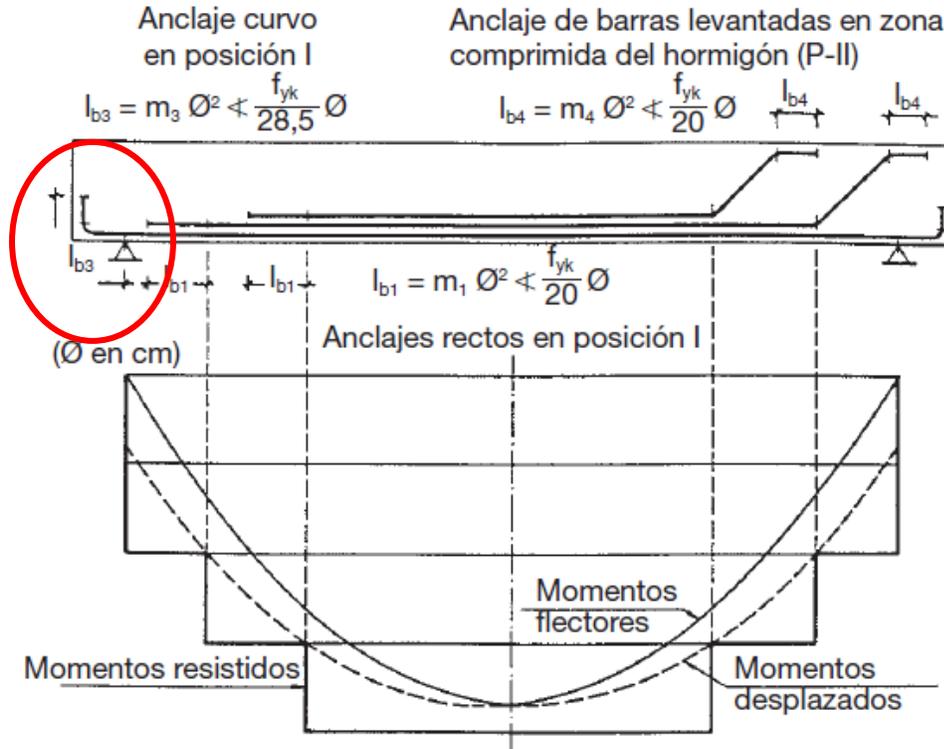


Figura 9.11 Ejemplo de anclaje de barras en viga simplemente apoyada

El círculo rojo indica el  $l_{b3}$ . Supuestamente se debería tratar de una longitud neta y está anclando desde el apoyo, y según el dibujo parece una prolongación recta a partir del apoyo. Al realizar las cuentas, parecería que J-M calcula ese  $l_{b3}$  usando doblado de patilla y usa  $A_s/A_{s,real} = 1$ . Es decir,  $m3 = m1 \times 0.7$  y también  $28.5 = 20/0.7$ , pero no reduce por el factor de áreas. Es una mezcla extraña que lleva a confusión.

Además agrega un caso de ejemplo para ménsula:

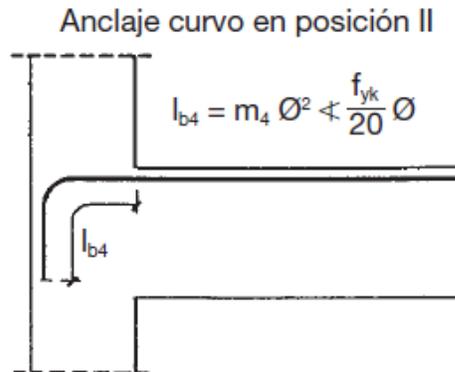


Figura 9.12 Ejemplo de anclaje curvo en un nudo

Acá también  $l_{b3}$  es una longitud básica sin reducir, cosa que está bien, ya que no hay patilla entonces la longitud básica y neta en este caso son iguales, pero empieza a anclar desde el borde interior. Esto no estaría de acuerdo con el punto (c) transcrito más arriba.

## Calavera página 314

En las piezas sometidas a flexión simple, de acuerdo con lo que vimos en 39.23.2.1, a efectos de determinar el punto en que deja de ser necesaria una armadura, deberá existir en cada sección la armadura necesaria en la situada a la distancia  $k_c d$ , en el sentido en que crece el momento flector, viniendo  $k_c$  dado por [39.50] y no siendo,

en ningún caso, superior a  $0,85 d$  en piezas con estribos<sup>1</sup>. La Instrucción EHE adopta la solución, indicada en la figura 44-10, que, como dijimos, sólo es válida para piezas de ancho constante y para ellas resulta conservadora el trasladar la ley de momentos al canto  $d$ . Para ese caso particular de piezas de ancho constante, la regla de trasladar las leyes de momentos flectores  $k_c d \neq 0,85 d$  es suficiente y conduce a economías apreciables. (Se supone  $\theta > 45^\circ$ ).

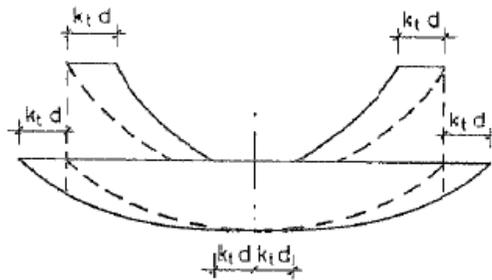


Figura 44-10

Lo anterior es válido para hormigón armado con  $\theta = 45^\circ$ . Para  $\theta \neq 45^\circ$  y para hormigón pretensado, véase el Capítulo 39.

A la longitud básica de anclaje  $l_b$ , deben aplicársele los siguientes factores de corrección, aunque rigiendo siempre para la longitud neta de anclaje  $l_{b,net}$  los mínimos que más adelante se indican.

a) *Factor de corrección por armadura superabundante*

Si en la sección donde la barra deja de ser necesaria el área real de armadura  $A_{s,real}$  es superior a la estrictamente necesaria,  $A_{s,nec}$ , la longitud básica debe multiplicarse por el coeficiente

$$k_{bl} = \frac{A_{s,nec}}{A_{s,real}} \quad [44.3]$$

Calavera tiene un análisis detallado entre páginas 316 y 330, recomendable leer y entender.

En el punto 44.5 Anclaje de la armadura de momentos positivos en vigas, muestra que en apoyos simple (figura a) se debe anclar desde el eje del apoyo y en apoyo continuo (figura b), donde la cara inferior está comprimida, la armadura inferior se debe anclar desde el borde interior del pilar

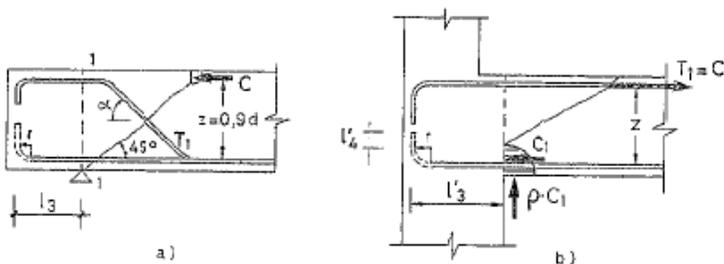


Figura 44-21

(EL CASO B QUE SUPUESTAMENTE ES UN APOYO CONTINUO O DE UNA VIGA CONTINUA SIGUE SIENDO CONFUSO)

## Resumen y Criterios para HE1

En HE1 vamos a adoptar los siguientes criterios de anclaje para vigas de canto constante en flexión. Observar que en todos los casos, las longitudes  $l_{b,meta}$  y  $l_b$  no pueden ser menores que los mínimos establecidos, y siempre se debe llevar a apoyos extremos un tercio de la armadura de cálculo en el punto de máximo momento positivo y un cuarto para apoyos intermedios.

### 1- Apoyos simples

Las armaduras positivas se anclan una longitud de anclaje  $l_{b,meta}$  a partir del eje de cálculo del apoyo. La longitud  $l_{b,meta}$  se calcula a partir de  $l_b$  en donde es posible reducirla por el tipo de terminación y por armadura superabundante ( $A_{s,nec}/A_{s,real}$ ). El área de acero  $A_{s,nec}$  es la teóricamente necesaria en la sección donde se empieza a anclar (en este caso el eje del apoyo), que puede calcularse a partir del diagrama de momentos decalado o por bielas y tirantes.

### 2- Apoyos continuos

Las armaduras positivas se anclan una longitud de anclaje  $l_{b,meta}$  mínima a partir del borde interior del apoyo (observar que en este caso  $A_{s,nec} = 0$ , y por eso solo se necesita longitud mínima). Se debe también verificar estar suficientemente alejado del punto donde la armadura positiva deja de ser necesaria, esto es válido si el momento positivo (decalado) es nulo en el punto de anclaje.

### 3- En el tramo

Armaduras negativas (hierros F para cubrir los momentos negativos sobre los apoyos continuos) se anclan una longitud  $l_{b,meta}$  mínima a partir del cero del diagrama de momentos decalado (la totalidad del anclaje se desarrolla en la zona de hormigón comprimido).

### 4- Ménsulas

- a. En el empotramiento: En HE1, a menos que se indique lo contrario, consideraremos que los pilares en donde se anclan las armaduras negativas de las ménsulas están totalmente comprimidos. Por lo tanto, las armaduras negativas de la ménsula las anclamos desde el borde interior del pilar, y considerando el factor de armadura superabundante  $A_{s,nec}/A_{s,real}$  (usualmente = 1 pero no necesariamente). Observar que si el pilar presenta otra distribución de tensiones, esto podría afectar el anclaje debiendo calcularlo desde el punto donde el acero empieza a transferir tensiones rasantes al hormigón, usualmente en la zona de pilar donde el hormigón está comprimido.
- b. En el extremo libre: las armaduras negativas deben doblarse con diámetro de mandril grande (para asegurar la correcta prolongación recta) y anclarse una longitud de anclaje  $l_{b,meta}$  a partir del extremo, donde  $A_{s,nec}/A_{s,real}$  se calcula a partir del valor del momento decalado en el extremo libre.