

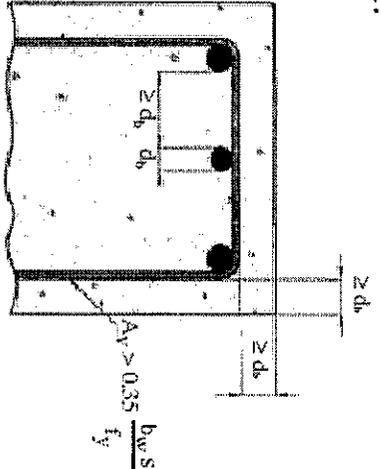
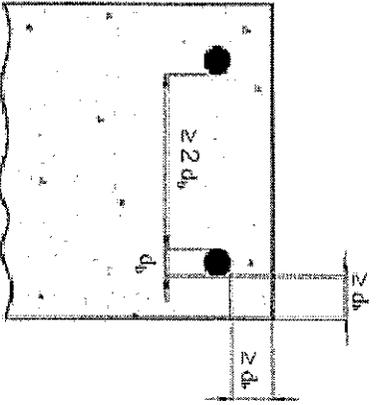
Figura 10.6 Desarrollo del refuerzo en vigas continuas.

LONGITUD DE DESARROLLO
(ACI 318-99 – Capítulo 12)

Desarrollo de barras con resalte y de alambres estriados sometidos a tracción

La longitud de desarrollo no debe ser menor que 300 mm.

Tabla 1. Longitud de desarrollo para barras en tracción

	Alambres con resaltes o barras $\phi 18$ y menores	Barras $\phi 22$ y mayores
<p>Caso A: Condición 1:</p> 		
<p>Condición 2:</p> 	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{12 f_y \alpha \beta \lambda}{25 \sqrt{f'_c}}$	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{3 f_y \alpha \beta \lambda}{5 \sqrt{f'_c}}$
<p>Caso B: Otros casos</p>	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{18 f_y \alpha \beta \lambda}{25 \sqrt{f'_c}}$	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{9 f_y \alpha \beta \lambda}{10 \sqrt{f'_c}}$

d_b = diámetro nominal de una barra o alambre, mm

l_d = longitud de desarrollo, mm = l_{db} X factores de modificación aplicables

l_{db} = longitud de desarrollo básica, mm

Tabla 2. Factores de modificación de la longitud de desarrollo

Factor	Condición	Valor
α = factor por ubicación de armadura	Armadura horizontal colocada de tal manera que se hormigona mas de 300 mm de hormigón fresco en el elemento bajo la longitud de desarrollo o empalme Otras armaduras	1.3 1.0
β = factor por revestimiento	Barras revestidas con epóxico con recubrimientos menores que $3d_b$, o un espaciamiento libre menor a $6d_b$ Todas las demás armaduras revestidas con epóxico Armadura no recubierta	1.5 1.2 1.0
λ = factor por hormigón de agregado liviano	Con agregado liviano Sin agregado liviano	1.3 1.0

Armadura en exceso:

Se permite reducir la longitud de desarrollo cuando la armadura en un elemento sujeto a flexión excede la requerida por análisis.

$$m = \frac{A_s^{\text{requerido}}}{A_s^{\text{colocado}}} \leq 1$$

$$l_d = m l_{db}$$

Desarrollo de ganchos estándar en tracción

La longitud de desarrollo l_{dh} , en milímetros, para barras con ganchos en tracción se debe calcular como el producto de la longitud de desarrollo básica l_{hb} y los factores de modificación de la Tabla 3.

La longitud de desarrollo básica l_{hb} para una barra con gancho con $f_y = 420$ MPa debe ser:

$$l_{hb} = \frac{100d_b}{\sqrt{f'_c}} \geq 8d_b \quad \text{o} \quad 150 \text{ mm} \quad (\text{unidades: } N - \text{mm})$$

$$l_{dh} = m l_{hb}$$

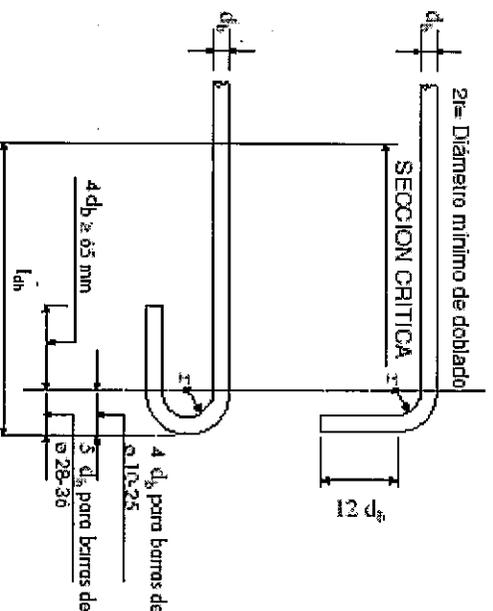


Tabla 3. Factores de modificación para barras con gancho

Factor	Condición	Valor, m
Tensión de fluencia de la barra	Barras con f_y distinto de 420 MPa	$\frac{f_y}{420}$
Recubrimiento de hormigón	Para barras $\phi 36$ o menores, con recubrimiento lateral (normales al plano del gancho) no menor de 60 mm, y para ganchos de 90°, con recubrimiento en la extensión de la barra, más allá del gancho, no menor de 50 mm	0.7
Amarras o estribos	Para barras $\phi 36$ o menores, con ganchos confinados vertical u horizontalmente por amarras o estribos – amarras espaciadas a lo largo de la longitud de desarrollo total l_{dh} a no más de $3d_b$	0.8
Armadura en exceso	Cuando no se requiera específicamente anclaje o longitud de desarrollo para f_y , y se dispone de armadura en exceso al requerido por análisis	$\frac{A_s^{\text{requerido}}}{A_s^{\text{colocado}}}$
Hormigón con agregado liviano		1.3
Armadura con recubrimiento epóxico	Barras con gancho que van cubiertas con epóxico	1.2

Desarrollo de barras en compresión

La longitud de desarrollo l_d , en milímetros, para barras en compresión se debe calcular como el producto de la longitud de desarrollo básica l_{db} y los factores de modificación de la Tabla 4.

La longitud de desarrollo básica para barras en compresión debe ser:

$$l_{db} = \frac{d_b f_y}{4 \sqrt{f'_c}} \geq 0.04 d_b f_y \quad \text{o} \quad 200 \text{ mm} \quad (\text{unidades: } N - \text{mm})$$

$$l_d = m l_{db}$$

Tabla 4. Factores de modificación de la longitud de desarrollo para barras en compresión

Factor	Condición	Valor, m
Armadura en exceso	Cuando la armadura excede de lo requerido por el análisis	$\frac{A_s^{\text{requerido}}}{A_s^{\text{colocado}}}$
Zunchos, amarras o estribos	Armadura confinada por una espiral de no menos de 6 mm de diámetro y no más de 100 mm de paso o dentro de amarras de $\phi 12$ y espaciados a distancias no mayores que 100 mm medido entre centros	0.75

Los ganchos NO son efectivos en compresión.