

CAPÍTULO 4

COLUMNAS CORTAS BAJO CARGA AXIAL EXCÉNTRICA EN DOS DIRECCIONES

4.1 Introducción

En este capítulo se presentan los procedimientos necesarios para determinar la resistencia de elementos de concreto reforzado sujetos a la acción de carga axial y momento flexionante en dos direcciones. Se consideran aquí únicamente elementos muy cortos, en los que no existen problemas de esbeltez. Se supondrán conocidas la geometría del elemento, incluyendo la cantidad y distribución del acero de refuerzo, la calidad del concreto, definida por una cierta resistencia nominal (f'_c), y la calidad del acero, definida por su esfuerzo de fluencia (f_y).

4.2 Comportamiento y modos de falla de elementos sujetos a flexocompresión

El comportamiento y modo de falla de columnas cortas bajo carga axial excéntrica en dos direcciones es igual al de las columnas cortas bajo carga axial excéntrica en una sola dirección. Se recomienda recordar estos aspectos vistos en el Capítulo 3 de este escrito.

4.3 Solución por tanteos

El problema consiste en encontrar el valor máximo de la carga axial P que actúa fuera de los planos de simetría, a distancias e_x y e_y de ellos. Esta condición es estáticamente equivalente a considerar el elemento sujeto a una carga axial P y a dos momentos flexionantes, $M_x = Pe_x$ y $M_y = Pe_y$.

Para un elemento de geometría y excentricidades dadas, aplicando las hipótesis simplificadoras o el procedimiento básico a partir de características esfuerzo-deformación, por tanteos sucesivos se puede obtener el valor máximo de la carga P que actúa a las excentricidades dadas.

4.3.1 Fórmula de Bresler

Bresler ha desarrollado una expresión sumamente simple para calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones rectangulares con refuerzo simétrico. La expresión que propone es:

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o} \quad (4.1)$$

donde:

P_n = carga normal máxima que actúa a excentricidades e_x y e_y

P_x = carga normal máxima a una excentricidad e_x contenida en un plano de simetría ($e_y = 0$)

P_y = carga normal máxima a una excentricidad e_y contenida en un plano de simetría normal al anterior ($e_x = 0$)

P_o = carga axial máxima que puede resistir el elemento ($e_x = e_y = 0$)

Puede verse que la ecuación (4.1) reduce el problema a una combinación de soluciones más simples: dos de flexocompresión en un plano de simetría y una de compresión axial.

Para elementos simétricos, con una carga normal que actúe en un punto cualquiera del plano de la sección del elemento, el lugar geométrico de los valores máximos de carga axial que el elemento es capaz de resistir es una superficie de interacción (figura (4.1)) cuyas trazas con los planos x y y serán los diagramas de interacción para flexión en una dirección que se han mostrado anteriormente.

La expresión propuesta por Bresler representa una familia de planos que aproximan los puntos de la superficie de interacción, Esta expresión es válida para valores de P_n mayores que $0.1 P_o$, aproximadamente, La ecuación (4.1) verifica los resultados de los ensayos disponibles dentro de un veinte por ciento de aproximación.

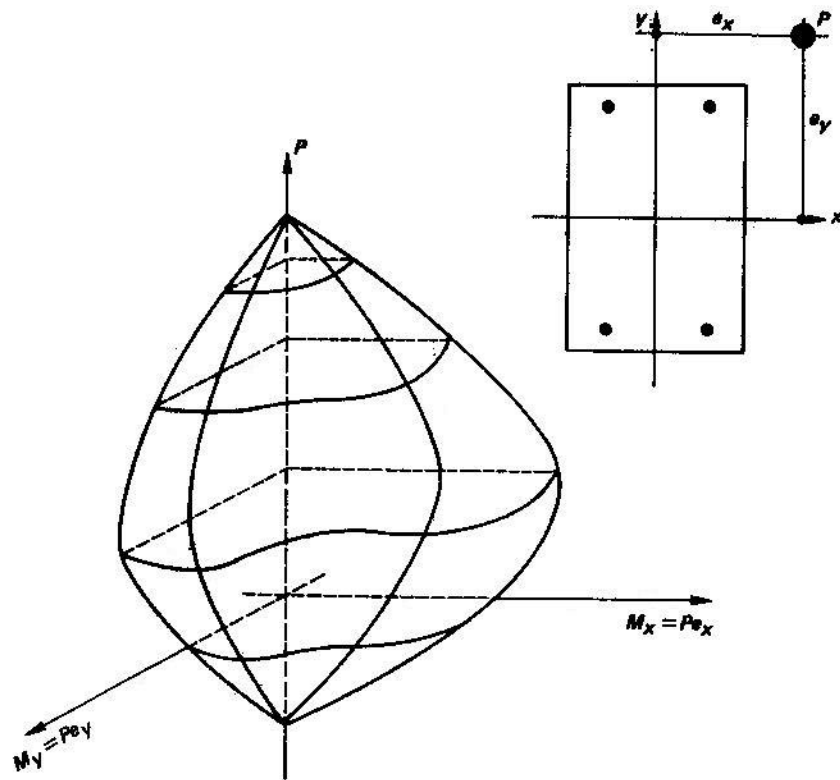


Figura 4.1 Superficie de interacción

Ahora bien, si dividimos la ecuación (4.1) por $F_R \times b \times h \times f''_c$ y recordando que:

$$K = \frac{P_R}{F_R \times b \times h \times f''_c} \quad (4.2)$$

se obtiene:

$$\frac{1}{K_R} = \frac{1}{K_{R_x}} + \frac{1}{K_{R_y}} - \frac{1}{K_{R_o}} \quad (4.3)$$

donde:

$$K_{R0} = 1+q \quad (4.4)$$

Las ecuaciones (4.2) y (4.3) solo son válidas si:

$$\frac{P_R}{P_{Ro}} \geq 1 \quad (4.5)$$

En caso contrario, debe emplearse la siguiente expresión:

$$\frac{M_{ux}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{Ry}} = 0 \quad (4.6)$$

donde:

M_{ux} = es el momento de diseño alrededor del eje x

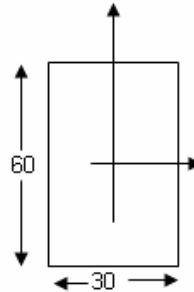
M_{uy} = es el momento de diseño alrededor del eje y

M_{Rx} = es el momento resistente de diseño alrededor del eje x

M_{Ry} = es el momento resistente de diseño alrededor del eje y

4.4 Ejemplos:

Dimensionamiento de una columna corta de sección rectangular		sujeta a flexocompresión biaxial		fuerzas dadas en MKS	
Datos					
f_c	250	kg/cm ²			
f_y	4200	kg/cm ²			
F_r	0,7				
altura	60	cm			
ancho	30	cm			
F_c	1,4				
F_c sismo	1,1				
Condiciones críticas de carga de servicio					
Carga muerta y carga viva					
P	160	ton			
M_x	11	ton-m			
M_y	15	ton-m			
Carga muerta, carga viva y sismo en dirección Y					
P	120	ton			
M_x	7	ton-m			
M_y	28	ton-m			
Carga muerta, carga viva y sismo en dirección X					
P	120	ton			
M_x	15	ton-m			
M_y	12	ton-m			
Constantes					
f^*c	200	kg/cm ²			
$f'c$	170	kg/cm ²			
p min	0,0047619	q min	0,1176		
p max	0,06	p max	1,4824		
Recubrimiento					
recubrimiento libre de	3	cm			
estribos de	3	∕	8		
refuerzo longitudinal de	1	∕	1		
en la dirección X	r	5	d	25	d/h 0,84
en la dirección Y	r	5	d	55	d/h 0,91666667
Condiciones críticas					
carga muerta y carga viva					
P_u	224	ton			
M_{ux}	15,4	ton-m			
M_{uy}	21	ton-m			



Según BRESLER

sea q	1,1		
Krx	0,78		
Kry	1,38		
1/Kr	1,53049849		
Kr	0,65338189		
Pr	139,954402 ton	<=> Pu	132 ton

Resumen

Carga muerta y carga viva	q	1,5
Carga muerta, carga viva y sismo en Y	q	0,9
Carga muerta, carga viva y sismo en X	q	1,1

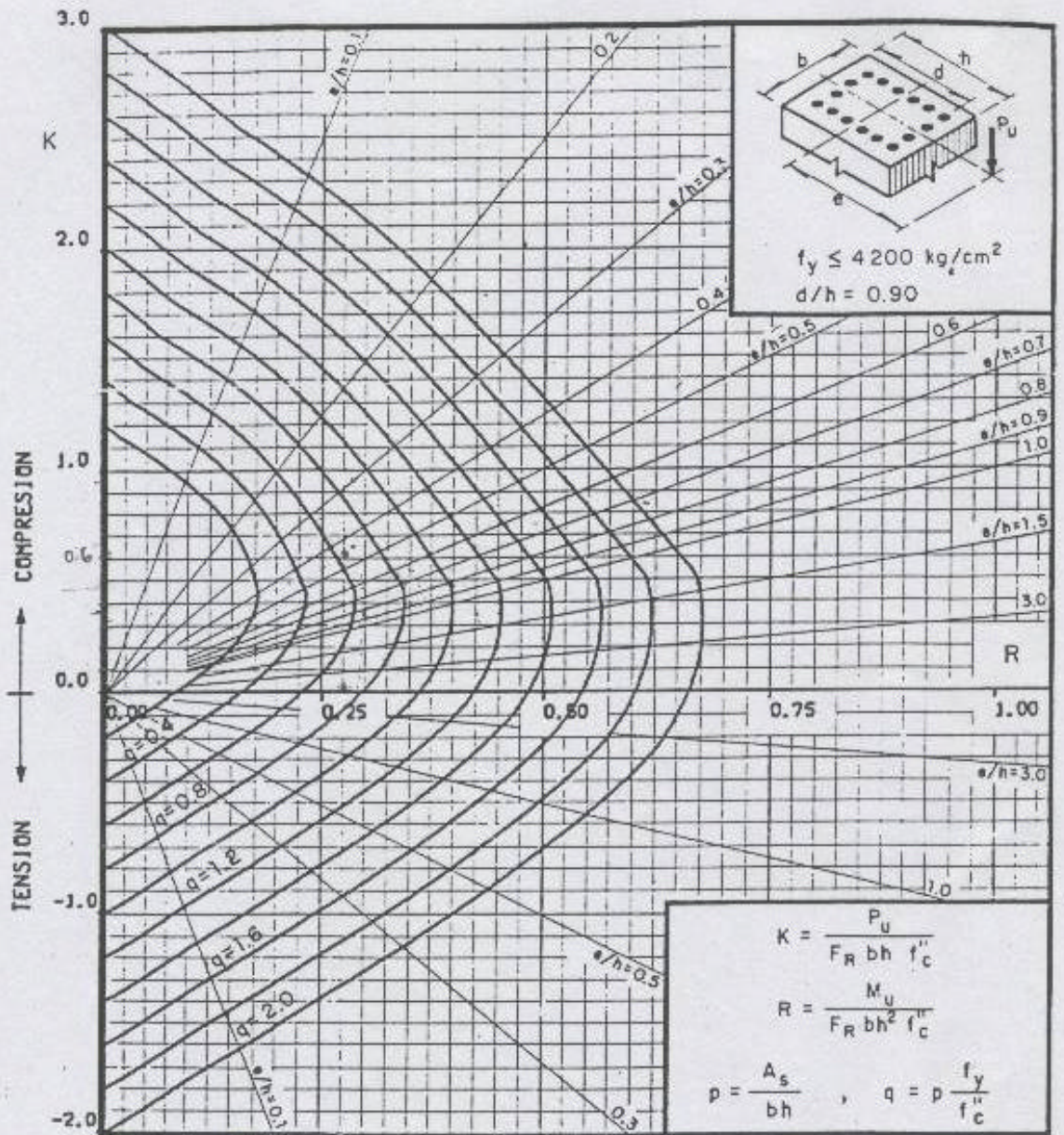
Por lo que se debe diseñar con q = 1,5

Calculo del area de acero

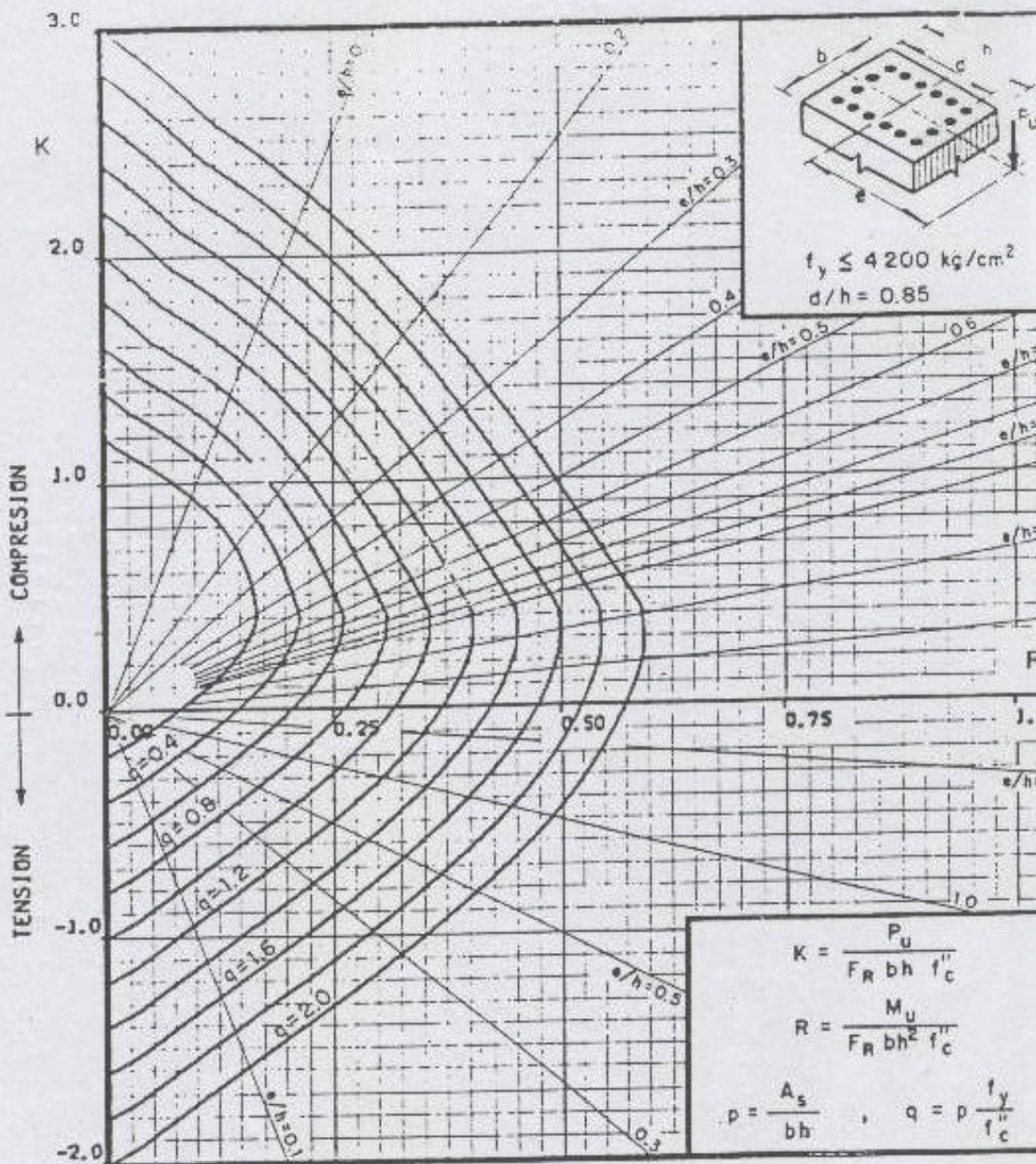
q	1,5
p	0,06071429
As	109,285714 cm ²

Armado Propuesto

As	10 ϕ	#	12
As	114		



A_s = Area total de refuerzo
 $f'_c = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f'_c = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$
 F_R = Factor de reducción de resistencia
 P_u = Carga axial última
 M_u = Momento flexionante último



A_s = Area total de refuerzo
 $f'_c = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f'_c = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$
 F_R = Factor de reducción de resistencia
 P_u = Carga axial última
 M_u = Momento flexionante último