

C.13.6.7 - MODIFICACION DE LOS MOMENTOS MAYORADOS - Los momentos mayorados negativos y positivos pueden modificarse en un 10% siempre y cuando el momento estático total para un panel en la dirección considerada no sea menor que el requerido por la ecuación C.13-3.

C.13.6.8 - CORTANTE MAYORADO EN SISTEMAS DE LOSA CON VIGAS - Las vigas donde $\alpha_1 \ell_2/\ell_1$ es igual o mayor de 1.0, deben dimensionarse para resistir la fuerza cortante causada por las cargas mayoradas sobre las áreas tributarias limitadas por líneas trazadas a 45° desde las esquinas de los paneles y los ejes de los paneles adyacentes paralelos a los lados largos

C.13.6.8.1 - Las vigas con $\alpha_1 \ell_2/\ell_1$ menor de 1.0 deben dimensionarse para resistir la fuerza cortante obtenida por interpolación lineal, suponiendo que las vigas con $\alpha = 0$ no soportan carga

C.13.6.8.2 - Además de las fuerzas cortantes calculadas de acuerdo con los requisitos de la presente sección, las vigas deben dimensionarse para resistir las cortantes causadas por las cargas mayoradas aplicadas directamente sobre ellas

C.13.6.8.3 - La resistencia a cortante de una losa puede calcularse bajo la suposición de que la carga se distribuye a las vigas de apoyo de acuerdo con los requisitos de la presente sección. Debe proporcionarse resistencia a la fuerza cortante total que ocurre en un panel.

C.13.6.8.4 - La resistencia a cortante debe cumplir los requisitos del Capítulo C 11

C.13.6.9 - MOMENTOS MAYORADOS EN COLUMNAS Y MUROS - Las columnas y los muros construidos monolíticamente con un sistema de losa deben resistir los momentos causados por las cargas mayoradas sobre el sistema de losa. - En un apoyo interior, los elementos de apoyo localizados por encima y por debajo de la losa deben resistir el momento especificado por la ecuación C 13-4 en proporción directa a sus rigideces, a no ser que se realice un análisis general.

$$M = 0.07 \left[(w_d + 0.5w_l) \ell_2 \ell_n^2 - w_d \ell_2 (\ell'_n)^2 \right] \quad (C.13-4)$$

donde w'_d , ℓ'_2 , y ℓ'_n se refieren a la luz más corta

C.13.7 - METODO DEL PORTICO EQUIVALENTE

C.13.7.1 - El diseño de sistemas de losa por el Método de Pórtico Equivalente se basa en las suposiciones dadas en C 13.7.2 a C 13 7 6 Todas las secciones de la losa y de los elementos que le dan apoyo debe dimensionarse para los momentos y cortantes así obtenidos

C.13.7.1.1 - Donde se utilicen elementos metálicos de capitel para columnas, pueden tenerse en cuenta su contribución a la rigidez y a la resistencia de momento y cortante

C.13.7.1.2 - Pueden despreciarse los cambios en la longitud de las columnas y de las losas debidos a los esfuerzos axiales, y las deformaciones debidas a los esfuerzos cortantes.

C.13.7.2 - PORTICO EQUIVALENTE - El Método del Pórtico Equivalente se basa en los siguientes principios

- (a) La estructura debe considerarse constituida por pórticos equivalentes tomados longitudinal y transversalmente a través del edificio sobre las líneas de columnas
- (b) Cada portico consiste en una fila de columnas o apoyos equivalentes y franjas de losa-viga limitadas lateralmente por línea central de la losa a cada lado del eje de columnas o apoyos.
- (c) Las columnas o apoyos deben suponerse adheridos a las franjas de losa o viga (C 13 7 5) por medio de un elemento torsional transversal a la dirección de la luz para la cual se están calculando los momentos y que se extienden hasta la línea media de los paneles localizados a cada lado de la columna

- (d) Los pórticos adyacentes y paralelos a un borde están limitados por dicho borde y por la línea central de la losa adyacente.
- (e) El portico equivalente debe analizarse en su totalidad. Alternativamente pueden realizarse análisis independientes, solamente para cargas de gravedad, aislando cada piso de los adyacentes, superior e inferior, y considerando empotrados los extremos lejanos de las columnas.
- (f) Cuando se analicen las vigas-losa separadamente para determinar el momento en un apoyo dado, puede suponerse que la viga-losa está empotrada en cualquier apoyo distante dos paneles de allí, siempre que la losa continúe más allá de ese punto.

C.13.7.3 - VIGAS-LOSA - El momento de inercia de las vigas-losas en cualquier sección transversal fuera de los nudos o capiteles de columna, puede basarse en el área bruta de concreto.

C.13.7.3.1 - Debe tenerse en cuenta la variación del momento de inercia a lo largo del eje de las vigas-losa

C.13.7.3.2 - El momento de inercia de las vigas-losa desde el centro de columna hasta la cara de la columna, mensula o capitel se supone igual a su momento de inercia en la cara de la columna, mensula o capitel dividido por la cantidad $(1-c_2/\ell_2)^2$ donde c_2 y ℓ_2 se miden transversalmente a la dirección de la luz para la cual se determinan los momentos

C.13.7.4 - COLUMNAS - El momento de inercia de las columnas en cualquier sección localizada fuera de los nudos o capiteles puede determinarse de la sección bruta de concreto.

C.13.7.4.1 - Deben tenerse en cuenta las variaciones del momento de inercia a lo largo del eje de la columna.

C.13.7.4.2 - El momento de inercia de la columna dentro de la viga-losa puede suponerse infinito

C.13.7.5 - ELEMENTOS A TORSION - Debe suponerse que los elementos a torsión adheridos, literal (c) de C 13.7.2, tienen una sección transversal constante en toda su longitud, consistente en la mayor de:

- (a) Una porción de losa con ancho igual al de la columna, mensula o capitel en la dirección de la luz para la cual se determinan los momentos.
- (b) Para construcción monolítica o totalmente compuesta, la porción de losa especificada en (a) más la porción de la viga transversal por encima y por debajo de la losa.
- (c) La viga transversal tal como se define en C 13 4 4

En el caso de que lleguen vigas a las columnas en las direcciones de la luz para la cual se determinan los momentos, la rigidez torsional debe multiplicarse por la relación entre el momento de inercia de la losa con dicha viga y el momento de inercia de la losa sin la viga

C.13.7.6 - DISTRIBUCION DE LA CARGA VIVA - Cuando se conozca la distribución de cargas, el pórtico equivalente debe analizarse para esas cargas

C.13.7.6.1 - Cuando la viga viva sea variable pero no exceda de los 3/4 de la carga muerta, o la naturaleza de la carga viva sea tal que todos los panales estén cargados simultáneamente, puede suponerse que los momentos mayorados ocurren en todas las secciones con carga viva mayorada sobre todo el sistema de losa

C.13.7.6.2 - Para condiciones de carga diferentes a las definidas en C.13.7.6 1 puede suponerse que el máximo momento mayorado positivo cerca al centro de un panel ocurre con los 3/4 de la carga viva mayorada sobre ese panel y sobre los paneles alternos, y además que el máximo momento mayorado negativo sobre un apoyo ocurre con los 3/4 de la carga viva mayorada sobre los paneles adyacentes solamente.

C.13.7.6.3 - Los momentos mayorados no deben tenerse menores de los que ocurren con la carga viva mayorada total en todos los paneles

C.13.7.7 - MOMENTOS MAYORADOS - En los apoyos interiores la sección crítica para momento mayorado negativo (tanto en las franjas de columna como en la franja central) debe tomarse a $d/2$ de la cara de los apoyos rectilíneos siendo d la altura útil de la losa en el apoyo, pero a no más de 0.175ℓ , medido desde el centro de la columna

C.13.7.7.1 - En los apoyos exteriores provistos de ménsulas o capiteles la sección crítica para momento mayorado negativo en la luz perpendicular a un borde debe tenerse en una distancia de la cara del elemento de apoyo no mayor de la mitad del saliente de la ménsula o capitel más allá de la cara del elemento de apoyo ni mayor de $d/2$, siendo d la altura útil de la losa en el apoyo.

C.13.7.7.2 - Para la localización de la sección crítica para momento negativo, los apoyos de forma circular o de polígono regular deben tratarse como apoyos cuadrados con la misma área.

C.13.7.7.3 - En un sistema de losas que cumpla las limitaciones de C.13.6.1, cuando se analiza por el Método del Pórtico Equivalente pueden obtenerse momentos calculados reducidos en tal proporción, que la suma absoluta del momento positivo y el promedio de los negativos utilizados en el diseño, no exceda el valor obtenido en la ecuación C.13-3

C.13.7.7.4 - Los momentos en las secciones críticas a través de la franja de viga-losa de cada pórtico pueden distribuirse a franjas de columnas, vigas y franjas centrales tal como se estipula en C.13.6.4, C.13.6.5 y C.13.6.6, si se cumplen los requisitos de C.13.6.1.6

C.13.7.7.5 - Los momentos determinados para las columnas equivalentes en el análisis del pórtico deben utilizarse en el diseño de las columnas reales por encima y por debajo de las vigas-losas

C.13.8 - METODOS PLASTICOS DE ANALISIS Y DISEÑO

C.13.8.1 - Se pueden utilizar métodos plásticos de análisis y diseño de losas en una o dos direcciones. Se reconocen como apropiados el método de las líneas de fluencia (método cinemático de frontera superior) y el método de las franjas (método estático de frontera inferior). Deben tenerse en cuenta las restricciones que se dan en el Capítulo C.8 respecto a la capacidad de rotación de las secciones y las cuantías máximas de refuerzo longitudinal que es posible emplear. Se permite el uso del método de las líneas de fluencia, o de las franjas en el diseño sólo cuando la cuantía de refuerzo para flexión se limita a un valor máximo de $0.5\rho_b$, donde ρ_b se calcula por medio de la ecuación C.8.5

C.13.8.2 - Al escoger la relación entre valores absolutos de momento negativo y momento positivo en un panel, debe tenerse en cuenta que el panel adyacente sea capaz de resistir el momento negativo así fijado y además que los momentos negativos sobre un mismo apoyo provenientes de dos paneles adyacentes sean iguales, a menos que se apliquen los requisitos de C.13.8.3

C.13.8.3 - MOMENTOS NEGATIVOS - Si los momentos negativos sobre un mismo apoyo, calculados de dos paneles adyacentes, resultan diferentes, debe modificarse la relación entre valores absolutos de momento negativo y momento positivo en uno o ambos paneles de tal manera que se logre la igualdad deseada o se pueda absorber la diferencia por torsión del apoyo, de ser ello posible. Cuando la diferencia entre los momentos negativos calculados sobre un mismo apoyo de dos paneles adyacentes sea inferior al 25%, puede tenerse como momento negativo de diseño el promedio de los dos calculados, ajustando correspondientemente los momentos positivos de las dos luces adyacentes en el sentido de la corrección solamente

C.13.8.4 - Los apoyos deben dimensionarse para la magnitud y forma de las cargas delimitadas por la porción definida de las líneas de fluencia

C.13.8.5 - Cuando el análisis de la losa se haga por medio del método de líneas de fluencia, todo el refuerzo positivo debe llegar a los apoyos, a menos que el recorte de parte de la armadura haya sido tenido en cuenta en el análisis respectivo

C.13.9 - LOSAS EN DOS DIRECCIONES APOYADAS SOBRE MUROS O VIGAS RIGIDAS

C.13.9.1- ALCANCE - El procedimiento de la presente sección solo es aplicable a losas cuyos paneles están apoyados en sus cuatro bordes sobre muros o sobre vigas rígidas ante deflexiones verticales. Una viga se considera rígida ante deflexiones verticales, para efectos de la aplicación del presente método, cuando el parámetro α es mayor

o igual a 0.50. Cuando se trate de losas nervadas, el mínimo número de nervaduras en cada dirección debe ser mayor o igual a seis, para poder aplicar el método de esta sección

C.13.9.2- FRANJAS - Los paneles de losa se dividen, en cada dirección, en franjas de columnas y franjas centrales de acuerdo con lo indicado en C.13.4.1. y C.13.4.2 respectivamente.

C.13.9.3- PANELES QUE TRABAJAN EN UNA DIRECCION - En la aplicación del método de la presente sección, cuando el parámetro m de un panel es menor de 0.5, la losa se puede considerar como una losa en una dirección y puede diseñarse de acuerdo con los requisitos de C.13.3. excepto que el refuerzo negativo paralelo a la luz larga debe ser el correspondiente a un panel con $m = 0.5$.

C.13.9.4- CONDICIONES DE BORDE - En la aplicación del método se consideran dos condiciones de borde para efectos de la rigidez a flexión de la losa en el apoyo de borde

- (a) cuando la viga de apoyo en el borde es suficientemente rígida a torsión, el apoyo puede considerarse equivalente a un apoyo central continuo, y
- (b) cuando la viga de apoyo en el borde tiene una rigidez torsional despreciable, la losa debe considerarse que la losa tiene un apoyo no continuo. En este último caso el momento negativo de diseño de la losa en el borde debe ser igual a un tercio del momento positivo de diseño.

C.13.9.5- SECCIONES CRITICAS PARA MOMENTO - Las secciones críticas para momento, en cualquiera de las dos direcciones, son las siguientes:

- (a) para momentos negativos los bordes de los paneles en las caras de los apoyos, y
- (b) para momento positivo los centros de los paneles.

C.13.9.6- MOMENTOS DE DISEÑO EN LA FRANJA CENTRAL - Los momentos de diseño en la franja central deben calcularse utilizando las tablas C.13-5 a C.13-7, utilizando las siguientes ecuaciones.

$$M_a = C_{a,j} w_j \ell_a^2 \quad (C.13-5)$$

$$M_b = C_{b,j} w_j \ell_b^2 \quad (C.13-6)$$

donde w_j corresponde a w_x , w_d o w_u , según se indica en cada una de las tablas

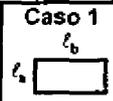
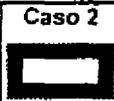
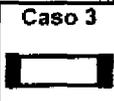
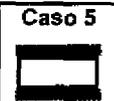
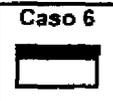
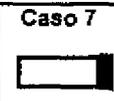
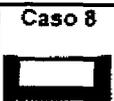
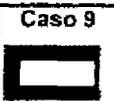
C.13.9.7- MOMENTOS DE DISEÑO EN LA FRANJA DE COLUMNAS - Los momentos de diseño en la franja de columnas debe reducirse gradualmente de su valor total M_a o M_b en el límite de la franja central a 1/3 de estos valores en el borde del panel.

C.13.9.8 - MOMENTOS NEGATIVOS EN EL APOYO COMUN DE PANELES DE DIFERENTE TAMAÑO - Cuando el momento negativo en un lado del apoyo sea menos del 80% del correspondiente al otro lado del apoyo, la diferencia debe distribuirse en proporción a la rigidez relativa de las losas

C.13.9.9 - ESFUERZOS CORTANTES EN LA LOSA - Los esfuerzos cortantes en la losa deben calcularse bajo la suposición de que la carga en el panel se distribuye a los apoyos en la proporción indicada en la tabla C.13-8.

C.13.9.10 - VIGAS DE APOYO - Las cargas sobre las vigas de apoyo del panel rectangular en dos direcciones se calculan utilizando las proporciones de carga, para cada una de las direcciones, indicadas en la tabla C.13-7. Estas cargas pueden considerarse como cargas uniformemente distribuidas sobre toda la longitud de la viga. En ningún caso la carga sobre la viga que salva la luz corta puede ser menor que la carga aferente de una área de la losa contenida por la viga y dos líneas trazadas a 45° a partir de las esquinas del panel, y la carga equivalente uniformemente repartida sobre la viga debe ser $w\ell/3$.

TABLA C.13-5
COEFICIENTES PARA MOMENTO NEGATIVO EN LA LOSA
 (En las ecuaciones C.13-5 y C.13-6 se utiliza $w_y = w_x$)

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{a,neg}$		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	$C_{b,neg}$		0.045	0.076	0.050			0.071	0.061	0.033
0.95	$C_{a,neg}$		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	$C_{b,neg}$		0.041	0.072	0.045			0.067	0.056	0.029
0.90	$C_{a,neg}$		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	$C_{b,neg}$		0.037	0.070	0.040			0.062	0.052	0.025
0.85	$C_{a,neg}$		0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
	$C_{b,neg}$		0.031	0.065	0.034			0.057	0.046	0.021
0.80	$C_{a,neg}$		0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
	$C_{b,neg}$		0.027	0.061	0.029			0.051	0.041	0.017
0.75	$C_{a,neg}$		0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
	$C_{b,neg}$		0.022	0.056	0.024			0.044	0.036	0.014
0.70	$C_{a,neg}$		0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
	$C_{b,neg}$		0.017	0.050	0.019			0.038	0.029	0.011
0.65	$C_{a,neg}$		0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
	$C_{b,neg}$		0.014	0.043	0.015			0.031	0.024	0.008
0.60	$C_{a,neg}$		0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
	$C_{b,neg}$		0.010	0.035	0.011			0.024	0.018	0.006
0.55	$C_{a,neg}$		0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
	$C_{b,neg}$		0.007	0.028	0.008			0.019	0.014	0.005
0.50	$C_{a,neg}$		0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
	$C_{b,neg}$		0.006	0.022	0.006			0.014	0.010	0.003

Nota: Un borde achurado indica que la losa continua a través, o esta restringida a momento por la rigidez, del apoyo. Un borde sin achurar indica que hay apoyo vertical, pero que este apoyo da una restricción a momento despreciable.

TABLA C.13-6
COEFICIENTES PARA MOMENTO POSITIVO DE CARGA MUERTA EN LA LOSA
 (En las ecuaciones C.13-5 y C.13-6 se utiliza $w_j = w_d$)

Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{a, \text{pos D}}$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, \text{pos D}}$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a, \text{pos D}}$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a, \text{pos D}}$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a, \text{pos D}}$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a, \text{pos D}}$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a, \text{pos D}}$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a, \text{pos D}}$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a, \text{pos D}}$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a, \text{pos D}}$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a, \text{pos D}}$	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b, \text{pos D}}$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

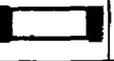
Nota. Un borde achurado indica que la losa continua a través, o esta restringida a momento por la rigidez, del apoyo. Un borde sin achurar indica que hay apoyo vertical, pero que este apoyo da una restricción a momento despreciable.

TABLA C.13-7
COEFICIENTES PARA MOMENTO POSITIVO DE CARGA VIVA EN LA LOSA
 (En las ecuaciones C.13-5 y C.13-6 se utiliza $w_j = w_s$)

Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$	Caso 1 ℓ_a 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9 	
1.00	$C_{a, \text{pos L}}$	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{a, \text{pos L}}$	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{a, \text{pos L}}$	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{a, \text{pos L}}$	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{a, \text{pos L}}$	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{a, \text{pos L}}$	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{a, \text{pos L}}$	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{a, \text{pos L}}$	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{a, \text{pos L}}$	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{a, \text{pos L}}$	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{a, \text{pos L}}$	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b, \text{pos L}}$	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Nota: Un borde achurado indica que la losa continua a través, o esta restringida a momento por la rigidez, del apoyo. Un borde sin achurar indica que hay apoyo vertical, pero que este apoyo da una restricción a momento despreciable.

TABLA C.13-8
RELACION DE LA CARGA w EN LAS DIRECCIONES ℓ_a y ℓ_b PARA DETERMINAR
EL CORTANTE DE LA LOSA EN EL APOYO Y LA CARGA EN LOS APOYOS

Relación $m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
		ℓ_a 								
1.00	w_a	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	w_b	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	w_a	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	w_b	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	w_a	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	w_b	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	w_a	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	w_b	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.21
0.80	w_a	0.71	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	w_b	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	w_a	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	w_b	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	w_a	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	w_b	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	w_a	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	w_b	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	w_a	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	w_b	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	w_a	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	w_b	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.4	0.19	0.15	0.05
0.50	w_a	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	w_b	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

Nota: Un borde achurado indica que la losa continua a través, o esta restringida a momento por la rigidez, del apoyo. Un borde sin achurar indica que hay apoyo vertical, pero que este apoyo da una restricción a momento despreciable

FRANJA	LOCALIZACION	PORCENTAJE MINIMO DE A_s EN LA SECCION	SIN ABACOS (SIN SOBRE ESPORES)	CON ABACOS (CON SOBRE ESPORES)
FRANJA DE COLUMNAS	ARRIBA	50% restante		
	ABAJO	100%		
FRANJA CENTRAL	ARRIBA	100%		
	ABAJO	50% restante		
			<p>Apoyo exterior sin continuidad de la losa</p>	<p>Apoyo interior con continuidad de la losa</p>
			<p>Apoyo exterior sin continuidad de la losa</p>	<p>Apoyo exterior sin continuidad de la losa</p>

FIGURA C.13-1 - EXTENSIONES MINIMAS DEL REFUERZO EN LOSAS SIN VIGAS

CAPITULO C.14 MUROS

C.14.0 - NOMENCLATURA

A_g	=	área bruta de la sección, expresada en mm ² .
f'_c	=	resistencia nominal del concreto a la compresión, expresada en MPa.
f_y	=	resistencia nominal a la fluencia del acero, expresada en MPa.
h	=	espesor total del elemento, expresado en mm.
k	=	coeficiente de longitud efectiva.
ℓ_c	=	distancia vertical entre apoyos, expresada en mm.
P_{nw}	=	resistencia nominal a carga axial de un muro diseñado según C.14.2.
ϕ	=	coeficiente de reducción de resistencia.(véase C.9.3).

C.14.1 - ALCANCE

C.14.1.1 - Las disposiciones del Capítulo C.14 cubren el diseño de muros sometidos a carga axial con o sin flexión.

C.14.1.2 - Los muros de contención en voladizo deben diseñarse de acuerdo con las disposiciones del Capítulo C.10 y con las cuantías de refuerzo horizontal mínimo que da C.14.3.3.

C.14.2 - GENERAL

C.14.2.1 - Los muros deben diseñarse para las cargas excéntricas y cualquier fuerza lateral u otra carga que los afecten.

C.14.2.2 - Los muros sometidos a fuerzas axiales deben diseñarse de acuerdo con C.14.2 y C.14.3, y C.14.4 ó C.14.5

C.14.2.3 - El diseño para cortante debe hacerse de acuerdo con C.11.10.

C.14.2.4 - A menos que se realice un análisis detallado, la longitud horizontal de muro que se considera efectiva para cada fuerza concentrada no debe exceder la distancia centro a centro entre fuerzas ni el ancho de contacto mas cuatro veces el espesor del muro.

C.14.2.5 - Los elementos a compresión contruidos integralmente con el muro deben cumplir los requisitos de C.10.8.2.

C.14.2.6 - Los muros deben amarrarse a los elementos que los intersectan tales como entrepisos, cubiertas, columnas, pilastras, contrafuertes, otros muros que los intersectan y zapatas.

C.14.2.7 - Las cuantías de refuerzo y los límites que se den para los espesores en C.14.3, C.14.5, y C.14.6 pueden ser dispensados en aquellos casos en que el análisis estructural demuestre resistencia y estabilidad adecuados.

C.14.2.8 - La transferencia de las fuerzas a la zapata en la base del muro debe hacerse de acuerdo con C.15.8.

C.14.3 - REFUERZO MINIMO

C.14.3.1 - El refuerzo mínimo, tanto horizontal como vertical debe ser el que fijan C.14.3.2 y C.14.3.3 a menos que se requiera una cantidad mayor por razones de cortante como lo prescriben C.11.10.8 y C.11.10.9.

C.14.3.2 - Las cuantías mínimas para refuerzo vertical, calculadas sobre el área bruta del muro son:

- (a) 0.0012 para barras corrugadas con diámetro menor o igual al de la barra N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm), con f_y mayor o igual a 420 MPa.
- (b) 0.0015 para otras barras corrugadas, o
- (c) 0.0012 para malla electrosoldada de alambre liso o corrugado, con alambres de diámetro menor de 16 mm.

C.14.3.3 - Las cuantías mínimas para refuerzo horizontal, calculadas sobre el área bruta del muro son:

- (a) 0.0020 para barras corrugadas con diámetro menor o igual al de la barra N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm), con f_y mayor o igual a 420 MPa, o
- (b) 0.0025 para las otras barras corrugadas, o
- (c) 0.0020 para malla electrosoldada de alambre liso o corrugado, con alambres de diámetro menor de 16 mm.

C.14.3.4 - Los muros con espesores de 250 mm o mas, con la excepción de muros de sótanos, deben tener su armadura en cada dirección dispuesta en dos cortinas paralelas a las caras del muro y de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Debe colocarse una cortina consistente en mas del 50% y menos del 66% del refuerzo total requiendo en cada dirección a menos de 50 mm, pero no más de un 1/3 del espesor del muro, de la cara externa del muro.
- (b) La otra cortina con el resto del refuerzo en cada dirección debe colocarse a mas de 20 mm, pero no menos de 1/3 del espesor del muro, de la cara interior del muro.

C.14.3.5 - El refuerzo horizontal y vertical no debe estar espaciado a más de tres veces el espesor del muro ni a más de 500 mm.

C.14.3.6 - Hay necesidad de rodear el refuerzo vertical con estribos transversales si la cuantía de refuerzo vertical es mayor de 0.01, o cuando el refuerzo vertical trabaja como refuerzo a compresión.

C.14.3.7 - Además del refuerzo mínimo requiendo por C.14.3.1, deben colocarse al menos dos barras N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm) alrededor de los huecos para ventanas y puertas, en dirección paralela a los lados del hueco, o en forma diagonal. Esas barras deben extenderse mas allá de la esquina hasta ser capaces de desarrollar el esfuerzo de fluencia f_y , pero al menos 600 mm.

C.14.4 - DISEÑO DE LOS MUROS COMO COLUMNAS

C.14.4.1 - A menos que se diseñen de acuerdo con C.14.5., los muros sometidos a fuerzas axiales y de flexión combinadas deben diseñarse de acuerdo con las disposiciones para columnas dadas en C 10.2, C.10.3, C.10.10, C.10.11, C.10.13, C 14.2 y C.14.3

C.14.5 - METODO DE DISEÑO EMPIRICO

C.14.5.1 - Los muros de sección horizontal sólida y rectangular, pueden diseñarse de acuerdo con las disposiciones empíricas de la presente Sección C 14.5, si la resultante de las cargas axiales mayoradas está localizada dentro del tercio central del espesor total del muro, y se cumplen todos los límites de C.14.2, C 14.3 y C.14.5.

C.14.5.2 - La resistencia de diseño a carga axial, ϕP_{nw} , de un muro dentro de las limitaciones de C.14.5.1 debe calcularse por medio de la ecuación C.14-1, o siguiendo los requisitos de C.14.4.

$$\phi P_{nw} = 0.55 \phi f'_c A_g \left[1 - \left(\frac{k \ell_c}{32 h} \right)^2 \right] \quad (C.14-1)$$

donde $\phi = 0.70$ y el factor de longitud efectiva k es:

Para muros arriostrados arriba y abajo contra traslación lateral y además:

- (a) restringidos al giro en uno o en ambos extremos, (arriba y/o abajo) $k = 0.8$
 - (b) libres para rotar arriba y abajo $k = 1.0$
- Para muros no arriostrados contra traslación lateral $k = 2.0$

C.14.5.3 - ESPESOR MINIMO PARA MUROS DISEÑADOS POR EL METODO EMPIRICO - El espesor de muros de carga no debe ser menos de 1/25 de la longitud no soportada, horizontal o vertical, la más corta, ni menos de 100

mm. El espesor de muros exteriores de sótano y muros que hagan parte de la cimentación no debe ser menor de 150 mm

C.14.6 - MUROS NO PORTANTES

C.14.7.1 - El espesor de los muros que no sean de carga no debe ser menor de 80 mm ni menos de 1/30 de la menor distancia entre elementos que le den soporte lateral.

C.14.7 - MUROS COMO VIGAS A NIVEL DEL TERRENO

C.14.7.1 - Los muros diseñados como vigas a nivel del terreno deben tener refuerzo arriba y abajo tal como se requiera para momento de acuerdo con lo establecido en C.10 2, a C.10 7. El diseño para cortante debe hacerse de acuerdo con las disposiciones del Capítulo C.11.

C.14.7.2 - Las partes de los muros construidos como vigas a nivel del terreno y expuestas a él, deben cumplir también los requisitos de C.14 3.



CAPITULO C.15 FUNDACIONES

C.15.0 - NOMENCLATURA

- A_c = área bruta de la sección, en mm².
 d_p = diámetro del pilote en la base de la zapata.
 β = relación del lado largo al lado corto de la zapata.
 ϕ = coeficiente de reducción de resistencia (véase C.9.3).

C.15.1 - ALCANCE

C.15.1.1 - Las disposiciones de este Capítulo regulan el diseño estructural de zapatas aisladas, zapatas combinadas, zapatas sobre pilotes, losas de fundación, y pilotes, caissons y muros de contención de concreto reforzado.

C.15.2 - CARGAS Y REACCIONES

C.15.2.1 - Los elementos de la fundación deben dimensionarse para que resistan las cargas mayoradas y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados en este Reglamento y según se establece en el presente Capítulo.

C.15.2.2 - Las fuerzas sobre los elementos de fundación, deben transferirse al suelo en que se apoyan sin exceder los esfuerzos permisibles sobre el suelo, tal como lo establece el Título H del Reglamento

C.15.2.3 - Para las zapatas sobre pilotes, el calculo de los momentos y cortantes puede basarse en la suposición de que la reacción de cualquier pilote está aplicada en su centro.

C.15.2.4 - El área de apoyo de la base de los elementos de la fundación o el número y distribución de los pilotes debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos externos sin mayorar (transmitidos por la zapata al suelo o a los pilotes) y el esfuerzo permisible sobre el suelo, o la capacidad permisible de los pilotes determinadas a través de los principios de la mecánica de suelos y de acuerdo con los requisitos del Título H. El diseño estructural mismo de la fundación debe realizarse para las fuerzas mayoradas.

C.15.2.5 - Los efectos sísmicos sobre los elementos de fundación, deben evaluarse siguiendo los requisitos del Título A del Reglamento. Véase A.3.7.2.

C.15.2.6 - Los elementos de fundación deben amarrarse entre si, por razones sísmicas, de acuerdo con los requisitos de A.3.6.4 y por razones de asentamientos diferenciales de acuerdo con los preceptos del Título H Véase C.15.13

C.15.3 - ZAPATAS QUE SOPORTAN COLUMNAS O PEDESTALES CIRCULARES O EN FORMA DE POLIGONO REGULAR

C.15.3.1 - En la localización de las secciones críticas de momento, cortante y desarrollo del refuerzo de las zapatas, las columnas o los pedestales de concreto, circulares o en forma de polígono regular pueden tratarse como elementos cuadrados con la misma área

C.15.4 - MOMENTO EN LA ZAPATA

C.15.4.1 - El momento externo en cualquier sección de una zapata debe determinarse pasando un plano vertical a través de la zapata, y calculando el momento de las fuerzas que actúan sobre la totalidad del área de la zapata, en un lado de ese plano vertical