

ALCANCE DIGITAL N° 94



Año CXXXIV

San José, Costa Rica, viernes 13 de julio del 2012

N° 136

PODER EJECUTIVO

DECRETOS

N° 37070-MIVAH-MICIT-MOPT

“CÓDIGO SÍSMICO DE COSTA RICA 2010”
(CONSTA DE VEINTE TOMOS)

TOMO XVII

2012
Imprenta Nacional
La Uruca, San José, C. R.

CONSTRUIMOS UN PAÍS SEGURO



Gobierno de Costa Rica

La unión vertical entre panel y panel se hace por medio de grapas metálicas o alambre de amarre con una separación no mayor que 30 cm entre cada una. Adicionalmente, se debe colocar a cada lado de la pared una malla de alambre de 20 cm de ancho centrada en la unión y en toda su altura (ver figura 17.21a). Opcionalmente, la unión vertical entre paneles se puede realizar según detalle adjunto (figura. 17.21.b) y siguiendo las indicaciones de longitud de traslapo de malla electrosoldada del reglamento ACI-318 vigente. Todos los buques de puertas y ventanas deben ser reforzados perimetralmente, a ambos lados de la pared, con una malla de alambre de no menos de 10 cm de ancho. Estas mallas deben anclarse más allá de las esquinas por lo menos 30 cm. También es necesaria una malla igual a cada lado de la pared en diagonal en todas las esquinas y con una longitud no menor que 60 cm (ver figura 17.22).

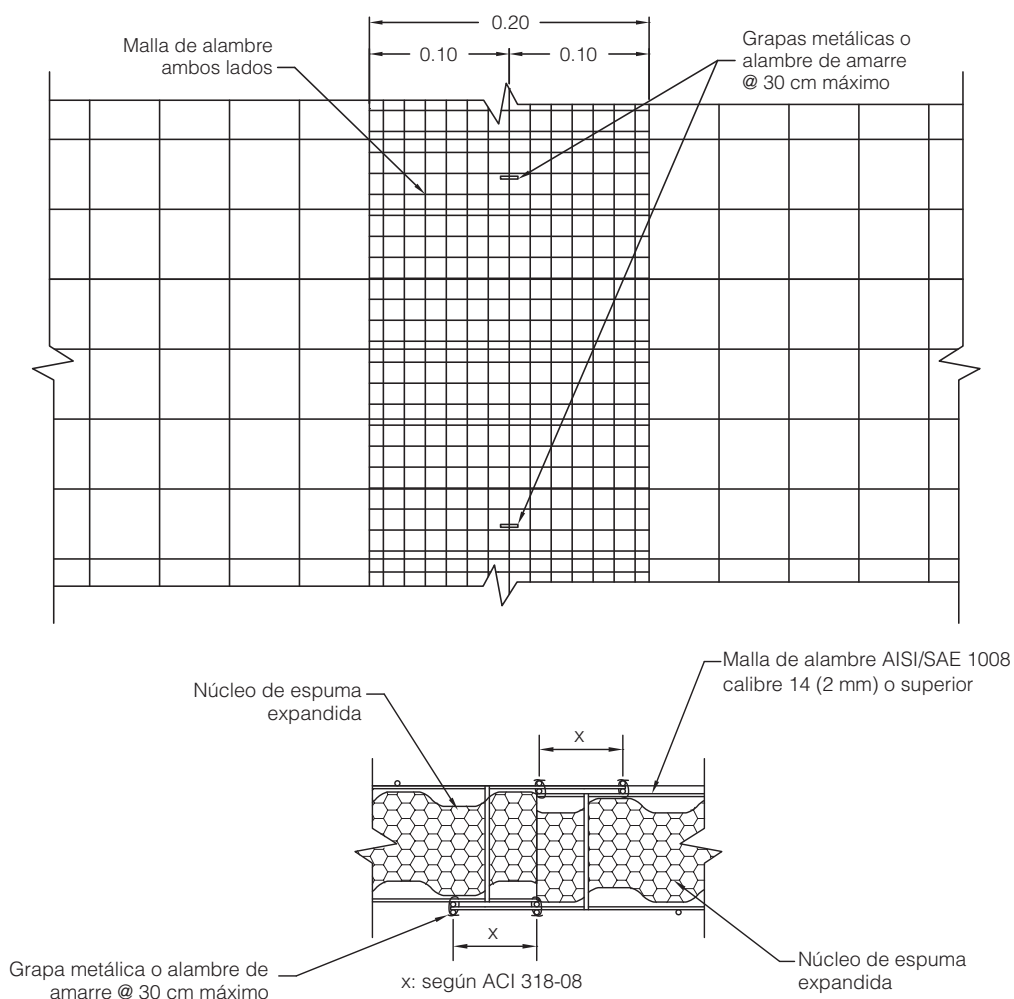


Fig. 17.21. Detalle de posibles conexiones panel a panel en pared tipo emparedado.

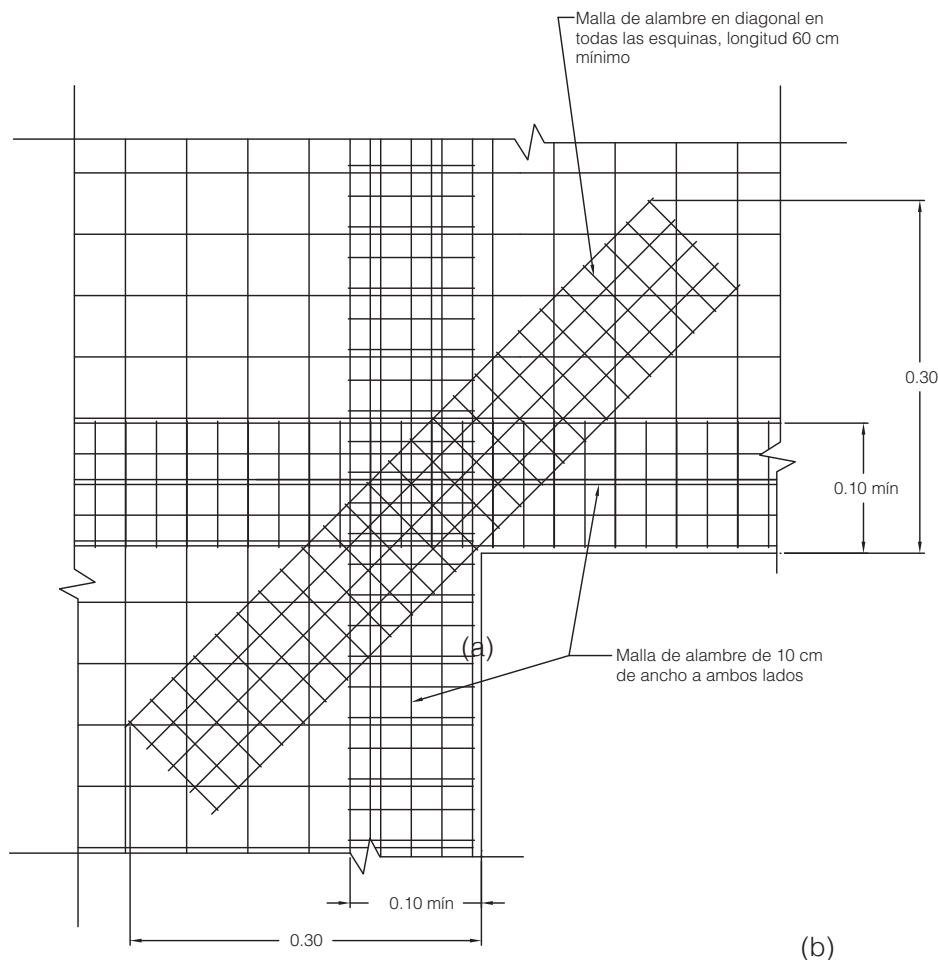


Fig. 17.22. Esquina de puertas y ventanas, pared tipo emparedado.

Cuando un *muro* se interseca con otro en “te” o en “cruz”, la conexión se hace por medio de grapas metálicas o alambre de amarre con una separación no mayor que 30 cm entre cada una. Adicionalmente, se coloca en cada esquina una malla de alambre en forma de “L” cuyas patas tengan por lo menos 10 cm cada una y a todo lo alto de la unión. Cuando los *muros* se unen en una esquina, la conexión se hace por medio de grapas metálicas o alambre de amarre con una separación no mayor que 30 cm entre cada una. Adicionalmente, se coloca en la esquina interior una malla de alambre en forma de “L” cuyas patas tengan por lo menos 10 cm cada una y a todo lo alto de la unión; además en la esquina exterior se coloca una malla de alambre en forma de “L” con una pata de 10 cm y la otra de 20 cm y siempre a todo lo alto de la unión (ver figura 17.23). Las mallas de alambre utilizadas en todas estas conexiones son de características iguales a las de los paneles.

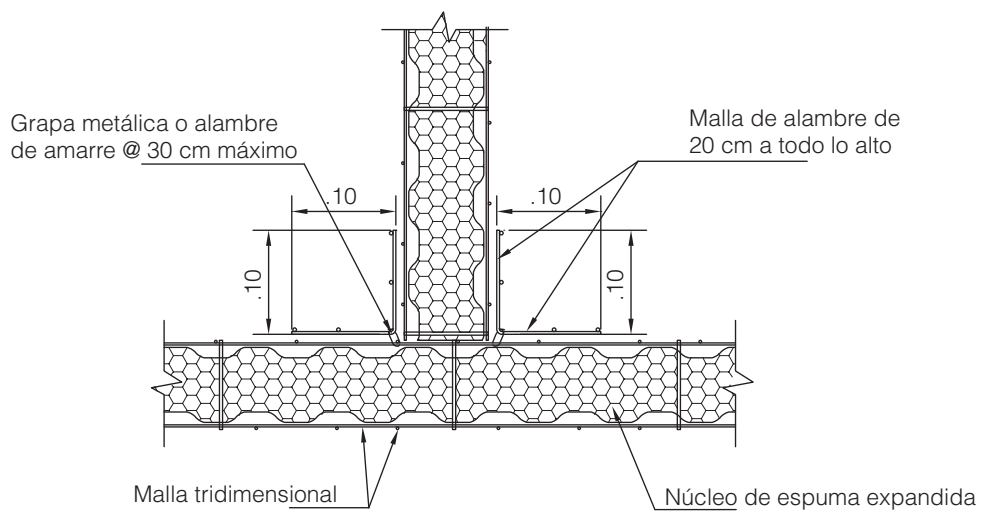
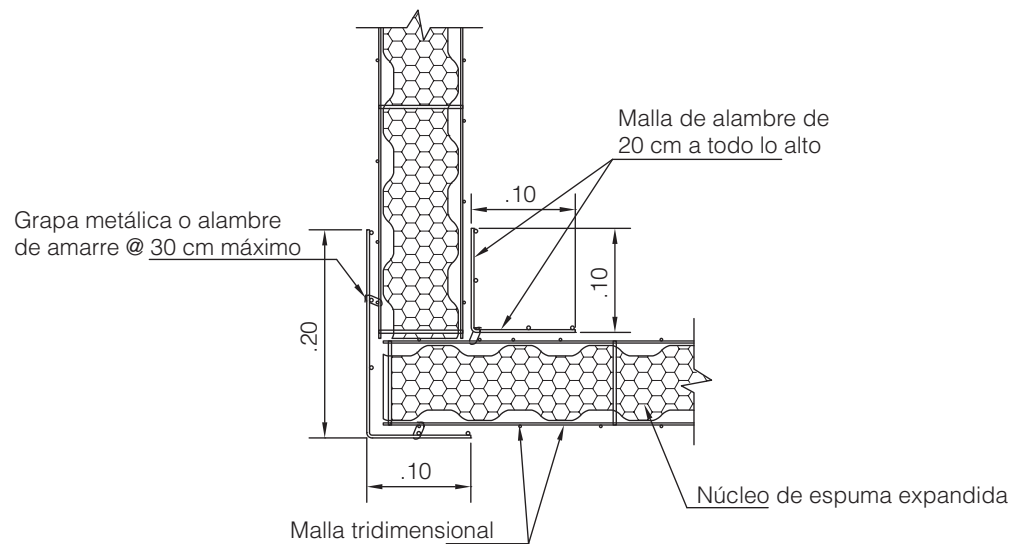


Fig. 17.23. Detalle de intersecciones en pared tipo emparedado.

17.3.4 Estabilidad lateral de las paredes

A continuación se detallan las recomendaciones mínimas para proveer estabilidad lateral a cada uno de los *sistemas estructurales* mencionados.

Todas las paredes deben estabilizarse lateralmente mediante otras paredes colocadas en un plano perpendicular o columnas. La distancia máxima entre dichos soportes laterales es de 6 m.

Se puede utilizar una viga o un elemento capaz de transmitir carga axial para unir la pared que se quiere estabilizar con la pared perpendicular o la columna. Se puede utilizar un tubo de acero estructural de 100 mm x 100 mm x 2.4 mm como mínimo, soldado a una placa de acero anclada a las dos paredes que se pretende conectar, como se muestra en la figura 17.24.

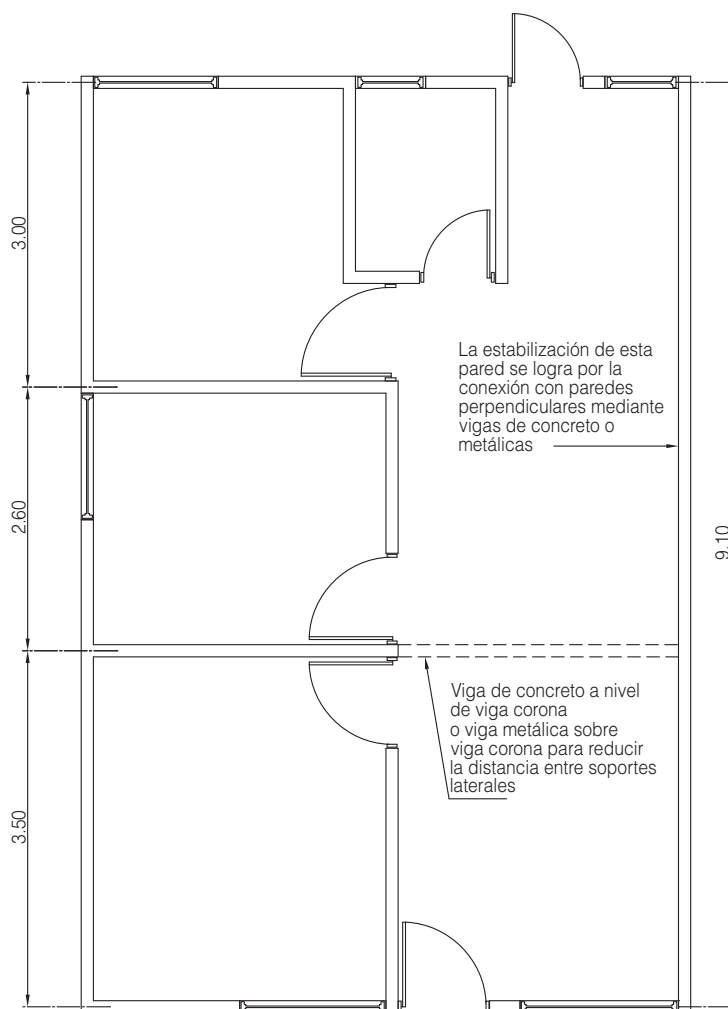


Fig. 17.24. Estabilidad de paredes.

a. Estabilidad de las paredes de mampostería o de concreto reforzado

En todos aquellos casos donde el borde superior de las paredes quede libre o llegue a un diafragma flexible se debe colocar una viga corona, como se especifica en la tabla 17.2.a o 17.2.b. Esta viga corona debe tener como mínimo 20 cm de altura y 12 cm de espesor. El refuerzo mínimo longitudinal es el indicado en las tablas citadas y al menos los aros son de varilla #2 cada 20 cm. En las vigas con luces mayores que 4 m se deben colocar dos aros adicionales junto a cada intersección de vigas, de manera que queden cuatro aros separados a cada 10 cm.

La viga corona puede integrarse dentro de la pared, para el caso de *mampostería* integral, mediante el uso de *viga bloque* o bloques tipo U (ver figura 17.25).

TABLA 17.2.a. Refuerzo y dimensiones de vigas corona para zonas II y III.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15	Sección b x a (cm)
L (m)				
< 4	4 #3 -	4 #3 -	- 4 #3	12 x 20 15 x 20
< 5	4 #4 -	4 #4 -	- 4 #3	12 x 20 15 x 20
< 6	4 #4 -	4 #4 -	- 4 #4	12 x 20 15 x 20

TABLA 17.2.b. Refuerzo y dimensiones de vigas corona para zona IV.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15	Sección b x a (cm)
L (m)				
< 4	4 #3 -	4 #4 -	- 4 #3	12 x 20 15 x 20
< 5	4 #4 -	4 #4 -	- 4 #4	12 x 20 15 x 20
< 6	4 #4	4 #5	4 #5	15 x 20

Todos los *muros* o paredes deben estabilizarse lateralmente mediante columnas capaces de transmitir momentos de volcamiento al terreno, o bien, sirviéndose de otras paredes colocadas en otro plano (ver figura 17.26). Cuando se utilicen columnas de concreto para dar estabilidad lateral, las dimensiones mínimas y su refuerzo son como se indica en la tabla 17.3.a o 17.3.b (ver figura

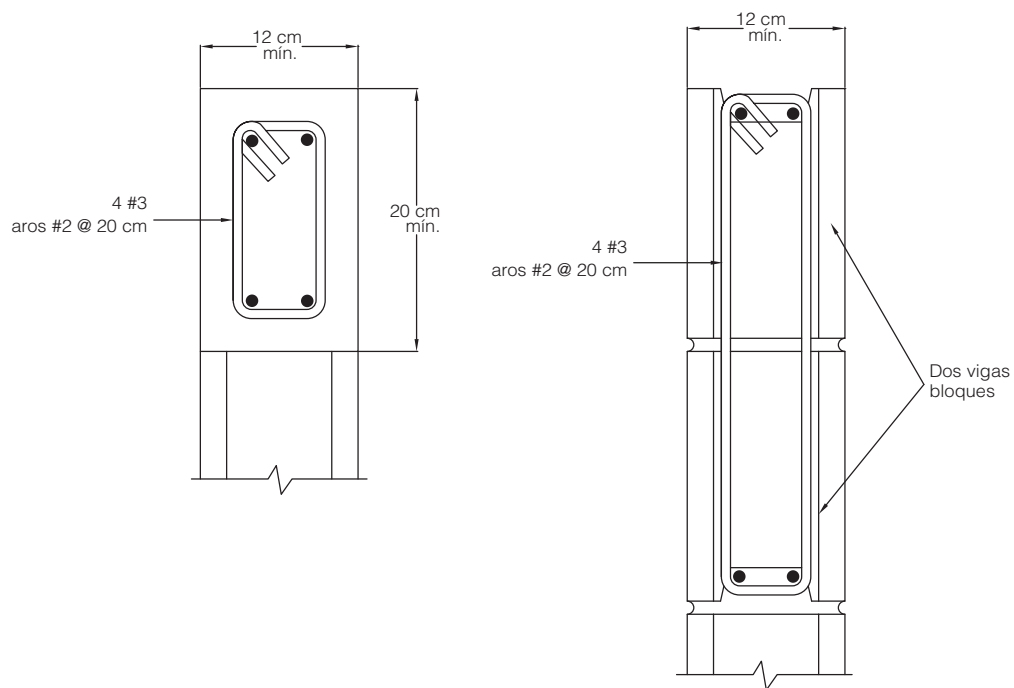


Fig. 17.25. Vigas corona mínimas en paredes de mampostería.
(El refuerzo debe cumplir con las tablas 17.2.a o 17.2.b)

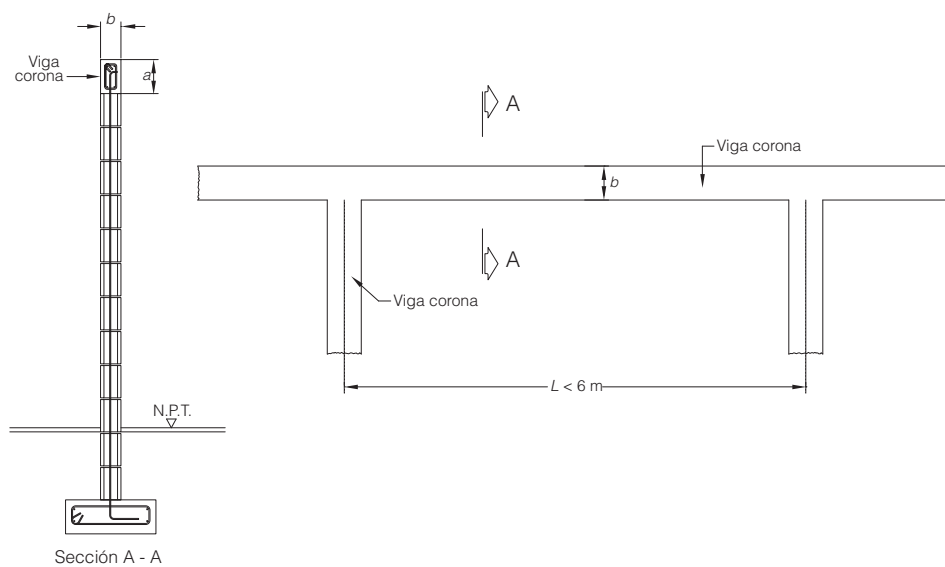


Fig. 17.26. Detalle de viga corona para rigidizar paredes.

17.27). Cuando se usen contrafuertes de *mampostería*, deben tener como mínimo una longitud de 75 cm y el refuerzo indicado en la tabla 17.4.a o 17.4.b.

TABLA 17.3.a. Refuerzo y dimensiones de columnas de concreto para zonas II y III.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15	Sección b x a (cm)
L' (m)				
< 4	4 #5 4 #4	4 #5 4 #4	4 #5 -	15 x 35 20 x 40
< 5	4 #5 -	4 #5 -	4 #5 -	15 x 35 20 x 40
< 6	4 #5 -	4 #5 -	4 #6 4 #5	15 x 35 20 x 40

TABLA 17.3.b. Refuerzo y dimensiones de columnas de concreto para zona IV.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15	Sección b x a (cm)
L' (m)				
< 4	4 #5 -	4 #5 -	4 #6 -	15 x 35 20 x 40
< 5	4 #6 4 #5	4 #6 -	4 #7 4 #6	15 x 35 20 x 40
< 6	4 #6 -	4 #7 4 #6	4 #7 4 #6	15 x 35 20 x 40

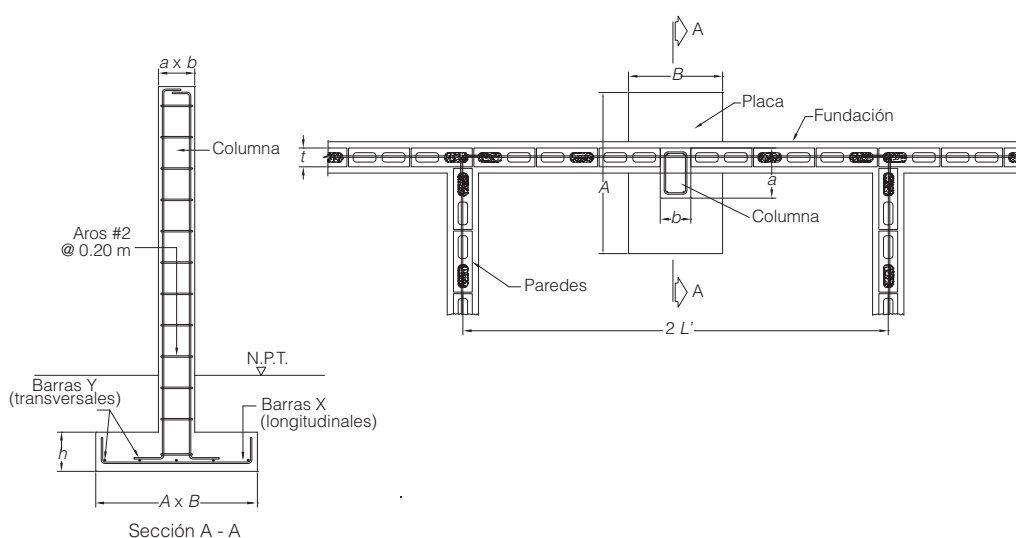


Fig. 17.27. Detalle de columna de concreto para rigidizar paredes.

TABLA 17.4.a. Columnas de mampostería para zonas II y III.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15
L' (m)	b = 10 cm a = 80 cm	b = 12 cm a = 80 cm	b = 15 cm a = 80 cm
< 4	-	2 #4	2 #4
< 5	-	2 #4	2 #5
< 6	-	2 #5	2 #5

TABLA 17.4.b. Columnas de mampostería para zona IV.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15
L' (m)	b = 10 cm a = 80 cm	b = 12 cm a = 80 cm	b = 15 cm a = 80 cm
< 4	-	2 #5	2 #6
< 5	-	-	-
< 6	-	-	-

Las fundaciones de estas columnas deben ser como se indica en la tabla 17.5.a o 17.5.b (ver figura 17.28). En los buques de puertas y ventanas se debe colocar un cargador, como una extensión de la viga corona, con dos varillas #3 adicionales y los aros extendidos hasta estas varillas. Las varillas deben anclarse por lo menos 60 cm en línea recta o mediante un gancho estándar y la longitud de anclaje requerida.

TABLA 17.5.a. Refuerzo y dimensiones de placas de fundación para zonas II y III.

t Pared (cm) ⇒	10	12	15	Barras X (Barras Y)
L' (m)	A x B x h	A x B x h	A x B x h	
< 4	1.0 x 0.7 x 0.25	1.0 x 0.8 x 0.25	1.0 x 0.8 x 0.25	4 #4 (5 #4)
< 5	1.0 x 0.8 x 0.25	1.0 x 0.8 x 0.25	1.1 x 0.8 x 0.25	4 #4 (5 #4)
< 6	1.0 x 0.8 x 0.25	1.1 x 0.8 x 0.25	1.1 x 0.8 x 0.25	4 #4 (5 #4)

TABLA 17.5.b. Refuerzo y dimensiones de placas de fundación para zona IV.

t Pared (cm) $\Rightarrow$	10	12	15	Barras X (Barras Y)
L' (m)	A x B x h	A x B x h	A x B x h	
< 4	1.2 x 1.0 x 0.25	1.3 x 1.0 x 0.25	1.3 x 1.0 x 0.25	4 #4 (5 #4)
< 5	1.3 x 1.0 x 0.25	1.3 x 1.0 x 0.25	1.4 x 1.0 x 0.25	4 #4 (5 #4)
< 6	1.3 x 1.0 x 0.25	1.4 x 1.0 x 0.25	1.4 x 1.0 x 0.25	4 #4 (5 #4)

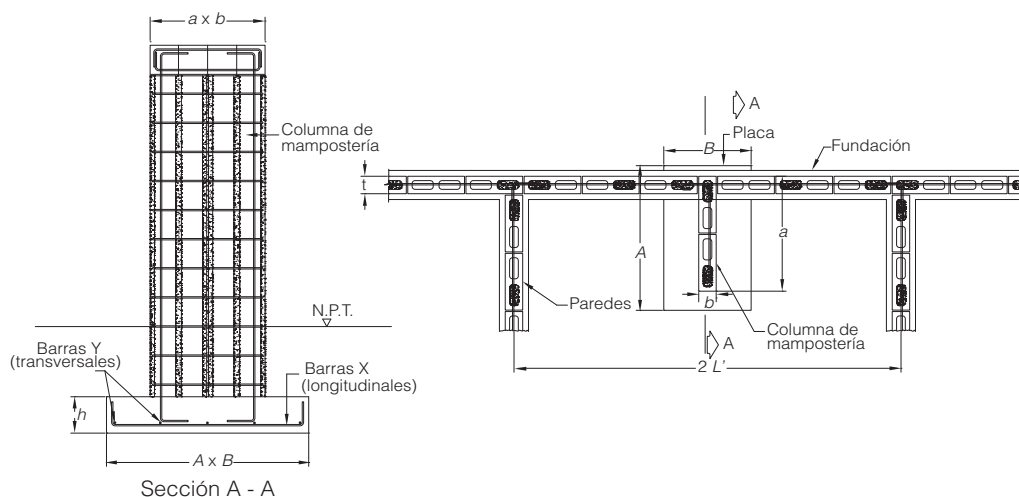


Fig.17.28. Detalle de columnas de mampostería con refuerzo integral.

b. Estabilidad de las paredes de paneles o baldosas, horizontales o verticales, de concreto prefabricado

En todos aquellos casos donde el borde superior de las paredes quede libre o llegue a un *diafragma* flexible se debe colocar una viga corona con las mismas características que para las paredes de *mampostería* o concreto de 12 cm de espesor.

Opcionalmente, si la distancia máxima entre los soportes laterales de las paredes es menor que 4 m, se puede utilizar un perfil delgado de acero doblado en frío (con forma de canal atiesado) de 10 cm y con un espesor no menor que 2.4 mm. La unión entre estos elementos debe hacerse con soldadura continua y con una cubreplaca de por lo menos 10 cm x 30 cm x 0.32 cm centrada en la unión. También se puede usar una solera de madera semidura de 5 cm x 10 cm; en este caso las uniones se deben hacer con una placa de acero como la descrita arriba y conectada a la solera con cuatro tornillos o con cuatro clavos de 5 cm de longitud a cada lado (ver figura 17.29).

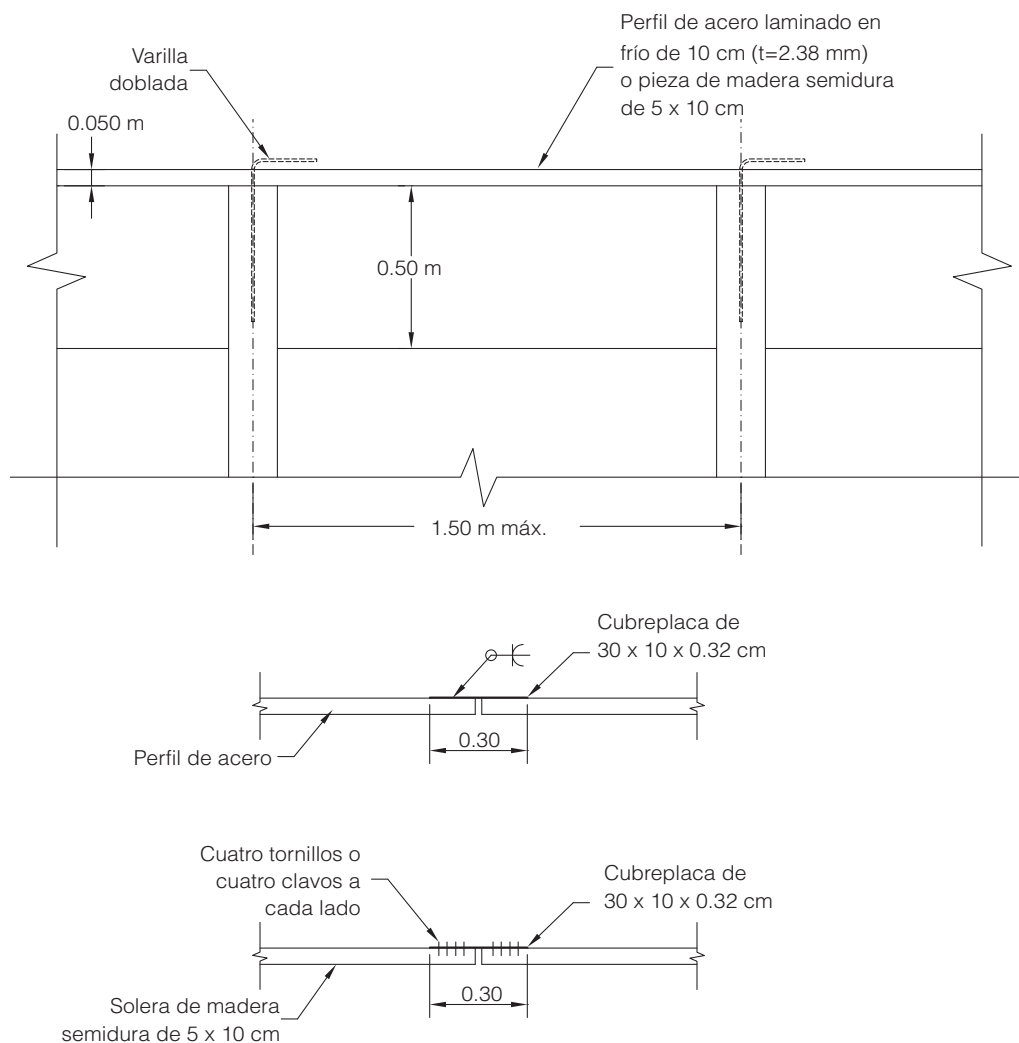


Fig.17.29. Detalle de vigas para las paredes de paneles o baldosas horizontales o verticales de concreto prefabricado.

Cuando la distancia entre los soportes laterales de las paredes sea mayor que 4 m, se debe utilizar el perfil de acero que se indica en la tabla 17.6. No se permite utilizar una solera de madera para estos casos, cuando se trate de paredes prefabricadas con baldosas verticales.

La unión entre las baldosas verticales y la viga corona o solera debe hacerse por medio de, al menos, dos varillas #3 verticales. Estas varillas deben quedar debidamente ancladas dentro de la baldosa vertical prefabricada y rígidamente unidas al elemento horizontal de concreto, acero o madera.

La unión entre estos elementos debe hacerse con soldadura continua y usando una cubreplaca de por lo menos 15 cm x 30 cm x 0.32 cm centrada en la unión.

TABLA 17.6. Vigas para paredes de concreto prefabricado con $L > 4$ m.

L (m)	Paneles horizontales		Baldosas verticales	
	Zonas II y III	Zona IV	Zonas II y III	Zona IV
< 5	Canal 50x100x2.4 mm	Canal 50x100x3.2 mm	Canal 50x150x2.4 mm	Canal 50x150x2.4 mm
< 6	Canal 50x150x2.4 mm	Canal 50x150x2.4 mm	Canal 50x150x2.4 mm	Tubo 50x150x2.4 mm o canal 50x150x3.2 mm

c. Estabilidad de las paredes delgadas a doble forro con estructura interna de acero o madera

Para este tipo de paredes se puede considerar que la viga corona está constituida por un elemento horizontal con las mismas características de los que se utilizaron para formar la estructura interna.

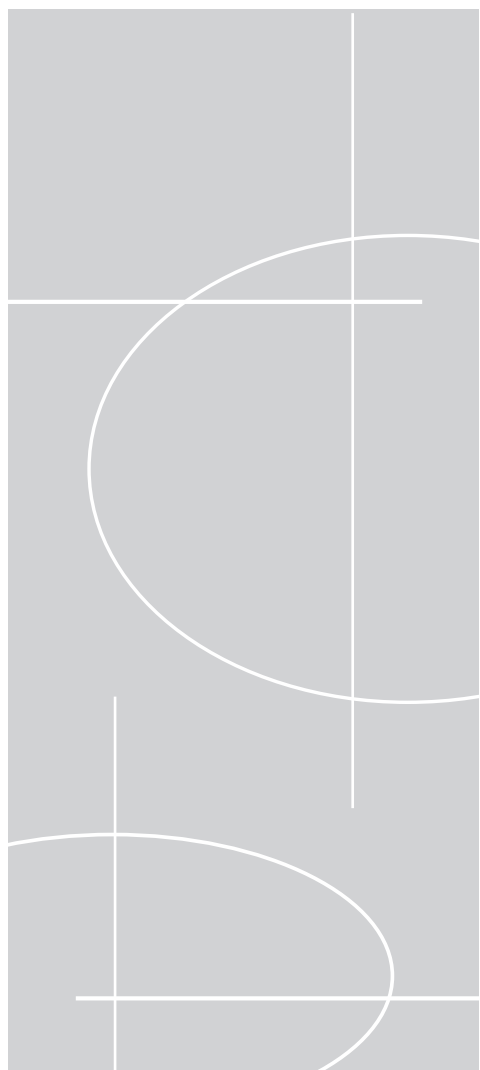
Para el caso de *marcos* de acero, en la parte superior debe existir un perfil continuo igual al utilizado en los otros elementos del *marco*. La unión entre estos perfiles debe hacerse con soldadura continua y con una cubreplaca de por lo menos 7.5 cm x 30 cm x 0.16 cm centrada en la unión.

Para el caso de *marcos* de madera, se debe usar una pieza de madera semidura de por lo menos 5 cm x 7.5 cm nominales. La unión entre estas piezas debe hacerse usando una placa de por lo menos 7.5 cm x 30 cm x 0.16 cm centrada en la unión y conectada con cuatro tornillos o con cuatro clavos de 5 cm de longitud a cada lado.

d. Estabilidad de las paredes tipo emparedado

Estas paredes deben poseer una viga corona de concreto reforzado colada en el espacio que queda cuando se eliminan por lo menos los 20 cm superiores del núcleo de espuma o poliestireno expandido. Debe reforzarse colocando adicionalmente por lo menos cuatro varillas #3 continuas (dos arriba y dos abajo) embebidas dentro de la parte superior de la malla tridimensional. La resistencia mínima del concreto es de 210 kg/cm², medida en cilindros de 15 cm por 30 cm a los 28 días de vaciado.

Opcionalmente, se puede utilizar un perfil delgado de acero doblado en frío con forma de canal atiesado de 10 cm y con un espesor no menor que 2.4 mm. La unión en este caso debe hacerse con soldadura continua y con una cubreplaca de por lo menos 10 cm x 30 cm x 0.32 cm centrada en la unión.



ANEXOS



Requisitos complementarios para mampostería estructural

A.1 Calidad de materiales

En caso de que no se especifiquen requisitos en esta sección para algún material, la calidad debe basarse en la buena práctica de la ingeniería y debe ser aprobada por el profesional responsable de la inspección de la obra.

A.1.1 Unidades huecas de mampostería de concreto

Las *unidades de mampostería* pueden ser de tres tipos:

Clase A: Bloques de concreto con resistencia promedio a la compresión, medida sobre el *área neta* a los 28 días de edad, no menor que 133 kg/cm^2 y con un mínimo para cada muestra individual de 120 kg/cm^2 . La *mampostería* clase A es obligatoria para todas las construcciones con área mayor que 1000 m^2 y de tres pisos de altura.

Clase B: Bloques de concreto con resistencia promedio a la compresión, medida sobre el *área neta* a los 28 días de edad, no menor que 90 kg/cm^2 y con un mínimo para cada muestra individual de 80 kg/cm^2 .

Clase C: Bloques de concreto con resistencia promedio a la compresión, medida sobre el *área neta* a los 28 días de edad, no menor que 75 kg/cm^2 y con un mínimo para cada muestra individual de 70 kg/cm^2 .

Las pruebas de compresión de los bloques deben realizarse según INTE 06-02-13-07 (Muestreo y ensayo de unidades de mampostería de concreto (bloques de concreto)).

Otras características de los bloques deben cumplir con la norma nacional INTE 06-03-01-07 (Elementos de mampostería hueca de concreto para uso estructural. Requisitos).

La mampostería clase C solo puede emplearse en elementos que no forman parte del sistema sismorresistente, por lo que no debe emplearse para la construcción de paredes de viviendas o de otros tipos de paredes estructurales.

A.1.2 Unidades sólidas de concreto

Las *unidades sólidas de mampostería* deben cumplir con la norma ASTM C 90.

A.1.3 Unidades de mampostería de arcilla

Las *unidades de mampostería* de arcilla deben cumplir con las normas ASTM C 62 o ASTM C 652.

A.1.4 Mortero

El mortero debe consistir en una mezcla de cemento y cal o cemento de *mampostería*, agregados y agua. La arena debe cumplir con las normas ASTM C144 e INTE 06-01-02-09 (Agregados para concreto. Requisitos).

La *mampostería* clase A debe utilizar mortero tipo A, la *mampostería* clase B debe usar mortero tipo A o B y la *mampostería* clase C debe usar morteros tipo A, B o C.

La resistencia a la compresión medida en cubos y a los 28 días de edad debe ser como mínimo 175 kg/cm², 126 kg/cm² y 53 kg/cm² para los morteros tipo A, B y C respectivamente.

Las proporciones por volumen para la fabricación del mortero deben ser las siguientes:

Combinación de materiales cementantes	Tipo de mortero	Cemento	Cemento de mampostería	Cal hidratada	Arena en condición húmeda y suelta
Cemento-cal hidratada	A	1	0	1/4	3
Cemento-cal hidratada	B	1	0	1/2	4
Cemento-cal hidratada	C	1	0	3/4	5
Cemento-cemento de mampostería	A	1	1	0	5
Cemento-cemento de mampostería	B	1/2	1	0	4
Cemento de mampostería	C	0	1	0	3

Adaptado de INTE 06-02-21-08 (Especificaciones del mortero para unidades de mampostería) e IBC 2006 (tabla 2103.8(1)).

Se pueden utilizar otras proporciones si se demuestra que producen un adecuado comportamiento de la *mampostería*.

A.1.5 Concreto de relleno de celdas de mampostería

El concreto de relleno debe consistir en una mezcla de cemento, agregados y agua. El tamaño máximo a utilizar en el agregado grueso es 1.2 cm. La arena y la piedra deben cumplir con las normas INTE 06-01-02-09 (Agregados para concreto. Requisitos) y ASTM C 476.

La *mampostería* clase A debe utilizar concreto de relleno clase A, la *mampostería* clase B debe usar concreto de relleno clases A o B y la *mampostería* clase C debe usar concreto de relleno clases A, B o C.

Las proporciones por volumen para la fabricación del concreto de relleno deben ser las siguientes:

Concreto de relleno tipo	Cemento	Arena suelta	Piedra quintilla (tamaño máximo 1.2 cm)
A	1	2	2
B	1	2 1/2	2
C	1	3	2

Adaptado de ASTM C 476 e IBC-2000, tabla 2103.9.

Se pueden utilizar otras proporciones si se demuestra que producen un adecuado comportamiento de la *mampostería*.

El concreto debe tener un revenimiento de 20 a 25 cm.

El concreto de relleno tipo A debe tener una resistencia de 175 kg/cm², el tipo B de 140 kg/cm² y el tipo C de 120 kg/cm². Las pruebas deben hacerse conforme a INTE 06-02-19-07 (Método de ensayo para el muestreo y ensayos de concreto de relleno para mampostería hueca de concreto).

A.2 Determinación de la resistencia en compresión de la mampostería

La resistencia en compresión se debe basar en ensayos de *prismas* contruidos con los mismos materiales y mano de obra que se utilizan en la construcción de la obra. Asimismo, los *prismas* deben ser ensayados según la norma INTE 06-02-18-07 (Métodos de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de prismas de mampostería).

El valor de f'_m mínimo a emplear para las diferentes clases de mampostería es el indicado en la tabla siguiente. Asimismo, cuando no exista información obtenida del ensayo de *prismas*, el valor de f'_m se puede suponer igual al valor mostrado en la tabla.

Mampostería Clase	f'_m , sobre el <i>área neta</i> kg/cm ²
A	100
B	70
C	60

A.3 Requisitos para las construcciones

A.3.1 Almacenamiento, manejo y preparación

Los materiales deben almacenarse de manera que al momento de utilizarlos se encuentren limpios y estructuralmente adecuados para el uso propuesto. No debe permitirse que los materiales se mezclen con sustancias deletéreas durante su almacenamiento y manejo.

El acero debe estar libre de corrosión suelta o cualquier otra sustancia que desmejore la adherencia.

Las *unidades de mampostería* de concreto deben ser colocadas en estado seco.

La forma de medir las cantidades de materiales debe ser tal que puedan ser controladas.

El mortero y el concreto de relleno utilizado en la *mampostería* clases A y B deben ser preparados usando una batidora mecánica durante un período no menor que tres minutos y no mayor que diez minutos. Se permite la preparación manual de pequeñas cantidades de mortero.

El mortero y el concreto de relleno que se hayan endurecido debido a la hidratación del cemento deben ser descartados. En general el mortero no debe utilizarse después de dos horas de haber sido fabricado, y el concreto de relleno no debe utilizarse después de una hora de haber sido fabricado.

A.3.2 Colocación de las unidades de mampostería

El mortero a utilizar debe ser suficientemente plástico y las unidades al ser colocadas deben ejercer suficiente presión de manera que el mortero sea expulsado de la junta y se produzca una junta bien ligada. Asimismo, debe limpiarse interna y externamente el exceso de mortero.

El espesor de la junta inicial debe ser como mínimo de 0.6 cm y como máximo de 2.5 cm. Las juntas siguientes deben tener un espesor mínimo de 0.6 cm y máximo de 1.6 cm.

Las superficies de los bloques o ladrillos en contacto con mortero o concreto de relleno deben estar limpios y libres de sustancias deletéreas.

El mortero de pega debe cubrir todo el espesor de las paredes externas en *mampostería* hueca y todo el espesor de las *unidades en mampostería* sólida.

El refuerzo de acero debe colocarse de acuerdo con los planos y especificaciones. La tolerancia para la colocación del refuerzo debe ser de $\pm d/10$, sin exceder 2.0 cm.

El concreto de relleno en las zonas por rellenar debe colarse de manera que se asegure la continuidad de la pared.

Antes de vaciar el concreto todos los espacios a rellenarse deben ser limpiados. Los salientes de mortero no pueden tener más de 1.3 cm. Deben rellenarse solo los espacios especificados en los planos.

Los materiales del mortero deben ser controlados de manera que tengan la fluidez necesaria sin que se produzca segregación.

Entre coladas debe dejarse una junta horizontal con una profundidad medida desde el borde superior del bloque de 5.0 cm, excepto donde haya *viga-bloque*, donde debe dejarse 1.3 cm. Deben proveerse huecos de limpieza para coladas con una altura mayor que 120 cm.

Las paredes pueden levantarse completas, pero la colocación del concreto de relleno debe hacerse en etapas de colado no mayores de 180 cm, únicamente para *mampostería* clase A.

El concreto de relleno de las *mamposterías* clases A y B debe ser compactado por medio de vibración mecánica mientras se encuentre en estado plástico. Si la altura de la colada es mayor a 30 cm se debe reconsolidar el concreto por vibración mecánica para disminuir los vacíos debidos a la pérdida de agua de mezcla. Si la altura de la colada es menor a 30 cm puede consolidarse por medio de envarillado, sacando y metiendo la varilla en toda la altura de la colada por lo menos 25 veces cada 40 cm.

En *mampostería* clase C, la *altura de colada* máxima es de 40 cm y la compactación puede hacerse mediante envarillado con 25 golpes en toda la *altura de colada*.

Todos los espacios que contengan refuerzo deben ser rellenados con concreto.