

## 7.5. Método simplificado de análisis sísmico para mampostería confinada

---

### 7.5.1. Alcance

Este método también puede ser utilizado también para sistemas estructurales basados en mampostería armada y para estructuras con muros de hormigón armado, con limitación de hasta 2 pisos.

### 7.5.2. Descripción

El método de análisis simplificado que permite verificar que en cada entrepiso, la suma de las resistencias al corte de los muros de carga en la dirección de análisis, sea igual ó mayor que la fuerza cortante sísmica que actúa sobre dicho entrepiso.

Es decir, éste método permite comparar la demanda sísmica expresada como cortante en la base de la estructura y la capacidad a corte de los muros, sin considerar la participación de los elementos de confinamiento.

*Limitación: la aplicación de este método está limitada a edificaciones con una distribución uniforme de masas y rigidez, regularidad en elevación, así como a aquellas en que se garantice la acción de diafragma rígido del sistema de piso.*

Edificaciones de mampostería confinada que no cumplan con los requisitos de la sección [7.5.3](#) deberán cumplir con los requisitos de la sección [7.6](#).

### 7.5.3. Requisitos mínimos para la aplicación del método simplificado

La aplicación del método simplificado de análisis sísmico para viviendas exige que se cumpla con los siguientes requisitos:

- En la primera planta, al menos el 75% de las cargas gravitacionales deben estar soportadas por los muros, las que deberán encontrarse ligadas entre sí mediante la losa de entrepiso lo suficientemente resistentes y rígidos al corte.
- La relación entre la longitud y ancho de la planta de la vivienda no excederá de 1:3.
- En todos los pisos y en ambas direcciones, al menos se colocarán dos muros perimetrales de carga paralelos entre sí. Cada uno de estos muros deberá tener una longitud mayor ó igual que el 50% de la dimensión de la planta de la edificación en la dirección de análisis. (véase la [Figura 37](#))

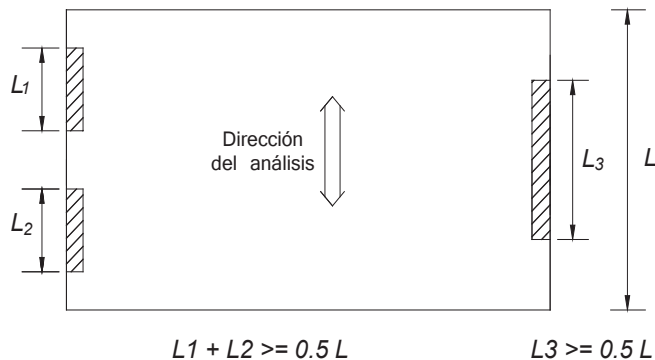


Figura 37: Disposición de muros perimetrales

Los muros deberán tener una distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales; para ello, la excentricidad torsional calculada estáticamente ( $e_s$ ) no debe exceder del 10% de la dimensión en planta ( $B$ ) de la vivienda en la dirección paralela a dicha excentricidad (véase la [Figura 38](#)). La excentricidad torsional  $e_s$  puede ser calculada como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, dividida por el área efectiva total de los muros orientados en la dirección de análisis. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro ( $A_T$ ) y el factor  $F_{AE}$  definido como:

$$F_{AE} = 1 ; \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

Dónde:

**H** Altura libre de la pared

**L** Longitud efectiva del muro.

**F<sub>AE</sub>** Factor de modulación de  $A_T$

**A<sub>T</sub>** Área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro

Si la excentricidad torsional ( $e_s$ ) excede del 10% de la dimensión en planta ( $B$ ) de la vivienda en cualquiera de las dos direcciones de análisis, el profesional no debe llevar a cabo el análisis simplificado.

$$e_{s,j} = \frac{|\sum_{i=1}^n X_i * F_{AEi} * A_{Ti}|}{\sum_{i=1}^n F_{AEi} * A_{Ti}} \leq 0.1 B_j$$

Dónde:

**A<sub>T</sub>** Área bruta de la sección transversal del muro ó segmento de muro, en m<sup>2</sup>.

**B** Dimensión en planta del entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad torsional estática (m)

$F_{AE}$	Factor de área efectiva de los muros portantes
$X$	Distancia entre el centro de cortante del entrepiso y el muro de interés, con signo, ortogonal a la dirección de análisis, usada para calcular la excentricidad torsional estática, en metros.

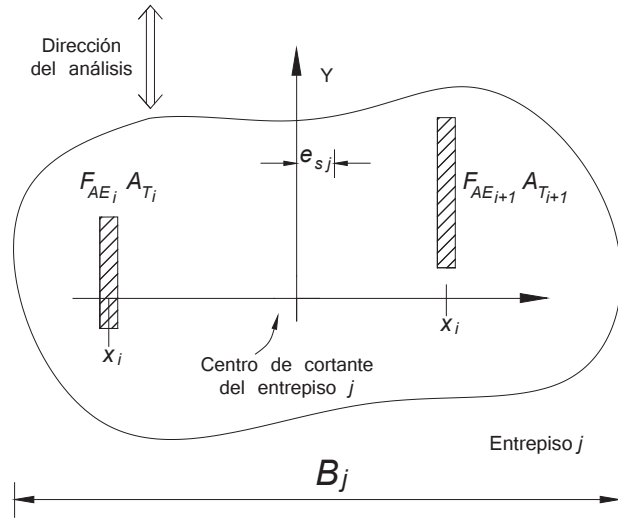


Figura 38: Requisito de excentricidad torsional para considerar una distribución simétrica de los muros en una dirección

#### 7.5.4. Procedimiento para la aplicación del método simplificado de análisis sísmico

Este método se basa en el diseño por resistencia, por lo que las fuerzas actuantes, deberán ser menores que la resistencia disponible del sistema estructural sismo resistente, calculado como se indica a continuación.

##### a. Determinación del cortante resistente

Este método se basa en suponer que la fuerza que se genera por efecto del sismo, en cada entrepiso y en cada dirección, se distribuye entre los muros alineados en dicha dirección, en forma proporcional al área de cada muro. De esta manera el esfuerzo cortante medio sobre cada muro es el mismo y la fuerza cortante resistente del entrepiso se puede determinar así:

$V_R = (\sum A_m)v_m$	
Dónde:	
$V_R$	Fuerza cortante resistente.
$\sum A_m$	Suma de las áreas transversales de los muros en la dirección considerada
$v_m$	Resistencia a cortante de la mampostería.
Para tomar en cuenta la menor rigidez de los muros cortos, en los que la relación entre la altura $H$ y la longitud $L$ , excede de 1.33, la contribución de estos se reduce multiplicándola por el factor:	

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2$$

Esta reducción puede efectuarse afectando el área de los muros por el coeficiente  $F_{AE}$ , de manera de obtener un área efectiva de muros para propósito de su contribución a la resistencia sísmica.

El esfuerzo cortante resistente de la mampostería  $v_m^*$  calculado sobre el área neta, no debe exceder de  $1.5\text{kg/cm}^2$  ( $0.20\text{MPa}$ ) ó  $0.30 f'_m$ .

De acuerdo con este método la resistencia a cortante de la estructura puede ser revisada determinando la resistencia a cortante global de la estructura por medio de la ecuación:

$$V_{MR} = F_R(\sum A_T)(0.5v_m^* + 0.3f_a) \leq 1.5F_Rv_m^*(\sum A_T)$$

Dónde:

$F_R$  Factor de reducción de resistencia, igual a 0.7;

$v_m^*$  Resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería;

$A_T$  Área bruta de la sección transversal del muro que incluye a los elementos de confinamiento;

$\sum A_T$  Sumatoria de las áreas brutas de las secciones transversales de los muros;

$f_a$  Esfuerzo ocasionado por la carga axial mínima probable en el entrepiso, igual a la carga total dividida entre las áreas de los muros;

$V_{MR}$  Resistencia lateral de la estructura.

No se considerará incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de los elementos confinados. La resistencia a cargas laterales será proporcionada por la mampostería.

Por medio de este método se permite ignorar:

- los efectos de flexión en los muros, lo que implica que los elementos de confinamiento pueden ser reforzados con el acero mínimo.
- los efectos de torsión.

## 7.6. Diseño detallado de análisis sísmico de mampostería confinada

### 7.6.1. Alcance

Las estructuras de mampostería de muros confinados de más de 2 pisos, ó aquellas que no cumplen las condiciones para la aplicación del método simplificado se deben analizar y diseñar en base a un método de análisis racional de acuerdo a los requisitos de dados en esta sección:

### 7.6.2. Valores de $\phi$

Deben emplearse los siguientes valores:

Solicitaciones	Factores de reducción de resistencia $\phi$
Carga axial de compresión, con ó sin flexión	0.70
Carga axial de tracción	0.90
Flexión sin carga axial	0.90
Cortante	0.60

### 7.6.3. Hipótesis de diseño

Deben tenerse en cuenta las siguientes suposiciones en el diseño de muros de mampostería confinada:

- Debe considerarse en el caso de mampostería de muros confinados, que el muro es un elemento homogéneo que incluye la porción de mampostería y los elementos de confinamiento.
- Para efectos de aplicar las características dimensionales efectivas indicadas en la sección [7.5.3](#) debe considerarse que los elementos de confinamiento son equivalentes a celdas inyectadas con mortero de relleno.

### 7.6.4. Diseño para carga axial de compresión

El muro, globalmente, debe verificarse para las cargas axiales de compresión, de acuerdo con lo indicado en la sección [7.5.4](#). El área de refuerzo a emplear allí, corresponde a la del acero longitudinal de las columnas de confinamiento.

Cuando los procedimientos de diseño requieren que se verifiquen las resistencias axiales de los elementos de confinamiento, pueden emplearse las siguientes resistencias:

- Resistencia nominal a compresión axial,  $P_{nc}$

$$P_{nc} = 0.80 \left[ 0.85 f'_c (A_{ci} - A_{st}) + f_y A_{st} \right]$$

Dónde

$A_{ci}$  Área de la sección de la columna de confinamiento  $i$  ( $\text{mm}^2$ )

$A_{st}$  Área total de acero de refuerzo en la sección de muro, o área total del acero de refuerzo longitudinal del elemento de confinamiento ( $\text{mm}^2$ )

$f_y$  Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo (MPa)

$f'_c$  Resistencia especificada a la compresión del concreto (MPa)

- Resistencia nominal a tracción axial,  $P_{nt}$

$$P_{nt} = -f_y A_{st}$$

Dónde:

$P_{nt}$  Resistencia nominal a tracción axial (N)

$f_y$  Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo (MPa)

$A_{st}$  Área total de acero de refuerzo en la sección de muro, o área total del acero de refuerzo longitudinal del elemento de confinamiento ( $\text{mm}^2$ )

- La resistencia nominal a compresión de la mampostería solo,  $P_{nd}$ , sin contribución de los elementos de confinamiento, está definida por:

$$P_{nd} = 0.80(0.85 f'_m A_{md}) R_e$$

Dónde:

$P_{nd}$  Resistencia nominal a compresión de la mampostería sola

$f'_m$  Resistencia especificada a la compresión de la mampostería (MPa)

$A_{md}$  Área de la sección de mampostería ( $\text{mm}^2$ )

$R_e$  Coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión. Se obtiene por medio de:  $R_e = 1 - [h^2/40t]^3$

### 7.6.5. Diseño del muro en la dirección perpendicular a su plano

Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño por el método del estado límite de resistencia, de muros de mampostería confinada para el efecto de las cargas horizontales perpendiculares al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre el muro.

#### a. Resistencia a flexo-compresión

La resistencia a flexión del muro producida por fuerzas horizontales perpendiculares a su propio plano, debe evaluarse con base a los siguientes requisitos:

- La resistencia a flexo-compresión es contribuida únicamente por las columnas de

confinamiento.

- Como ancho efectivo, **b**, debe tomarse únicamente el de las columnas de confinamiento, medido en la dirección del muro.
- El diseño se realiza en su totalidad de acuerdo con los requisitos de hormigón reforzado del **ACI 318**.
- La carga axial, **P<sub>u</sub>**, sobre el elemento de confinamiento debe considerarse como el doble de la que se obtiene proporcionalmente a las áreas de mampostería y de columnas de confinamiento, a menos que se realice un análisis más detallado, teniendo en cuenta las relaciones modulares y la posición de las cargas que la inducen.

**b. Diseño a flexo-compresión del muro en la dirección paralela a su plano**

Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño a flexo-compresión por el método del estado límite de resistencia de muros de mampostería confinada, para el efecto de las cargas horizontales paralelas al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre él. El diseño puede realizarse por uno de los dos procedimientos dados a continuación.

Resistencia a flexo-compresión despreciando la contribución de la mampostería

En este procedimiento se desprecia la contribución de la mampostería a la resistencia a flexo-compresión del muro.

En cada una de las columnas de confinamiento del muro deben cumplirse las siguientes condiciones:

$$P_{uc} \leq \phi P_{nc}$$

$$P_{ut} \geq \phi P_{nt}$$

Dónde:

**P<sub>u</sub>** Carga axial

**P<sub>uc</sub>** Fuerzas axiales máximas solicitadas de compresión

**P<sub>ut</sub>** Fuerzas axiales máximas solicitadas de tracción

**P<sub>nc</sub>** Resistencia nominal a compresión axial

**P<sub>nt</sub>** Resistencia nominal a tracción axial

**Ø** Factor de reducción de resistencia

Cuando se trata de un muro confinado que únicamente tiene dos columnas de confinamiento iguales en sus bordes, las ecuaciones se simplifican a:

$$P_{uc} = \frac{P_u}{2} + \Delta P_u$$

$$P_{ut} = \frac{P_u}{2} - \Delta P_u \leq 0$$

Dónde:

$P_u$  y  $\Delta P_u$  son siempre positivas y  $\Delta P_u$  se obtiene por medio de la siguiente ecuación

$$\Delta P_u = \frac{M}{l_w}$$

**M** Momento actuante que ocurre simultáneamente con **V**

**V** Fuerza cortante actuante que ocurre simultáneamente con **M**

**l<sub>w</sub>** Longitud horizontal del muro (mm), o longitud horizontal total del muro, medida centro a centro entre columnas de confinamiento de borde

Deben calcularse las fuerzas axiales máximas solicitadas, de compresión  $P_{uc}$  y de tracción  $P_{ut}$ , sobre cada una de las columnas de confinamiento, por medio de las ecuaciones siguientes.

$$P_{uc} = \frac{A_{ci}}{A_{ct}} P_u + \Delta P_{ui}$$

$$P_{ut} = \frac{A_{ci}}{A_{ct}} P_u - \Delta P_{ui} \leq 0$$

Dónde:

$A_{ci}$  Área de la sección de la columna de confinamiento i (mm<sup>2</sup>)

$A_{ct}$  Área total de las columnas de confinamiento del muro (mm<sup>2</sup>)

$P_u$  Carga axial

$P_{uc}$  Fuerzas axiales máximas solicitadas de compresión

$P_{ut}$  Fuerzas axiales máximas solicitadas de tracción

$\Delta P_{ui}$  se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{ui} = \left| \frac{M_u A_{ci} (x_i - \bar{x})}{I_{ct}} \right|$$

$$A_{ct} = \sum_i A_{ci}$$

$A_{ct}$  Área total de las columnas de confinamiento del muro (mm<sup>2</sup>)



$I_{ct}$	Momento de inercia de las columnas de confinamiento del muro, con respecto a su centroide ( $\text{mm}^4$ )
$x_i$	Distancia de la columna de confinamiento $i$ al borde del muro (mm)
$\bar{x}$	Distancia al borde del muro del centroide de las áreas de todas las columnas de confinamiento del muro (mm)
$\bar{x} = \frac{\sum_i A_{ci} x_i}{A_{ct}}$	
$I_{ct} = \sum_i A_{ci} (x_i - \bar{x})^2$	

$P_u$  y  $\Delta P_{ui}$  son siempre positivas

### Resistencia a flexo-compresión teniendo en cuenta la contribución de la mampostería

El momento de diseño solicitado  $M_u$  que acompaña la carga axial  $P_u$  debe cumplir la condición dada por la ecuación siguiente, para el nivel de carga  $P_u$ .

$$M_u \leq \Phi M_n$$

Dónde:

$M_n$  Resistencia nominal a flexión

$M_u$  Momento mayorado solicitado de diseño del muro

$M_n$  se obtiene teniendo en cuenta la interacción entre momento y carga axial, los cuales permiten calcular un diagrama de interacción del muro, empleando el coeficiente de reducción de resistencia  $\phi$

### **7.6.6. Diseño a cortante del muro en la dirección paralela a su plano**

En la mampostería de muros confinados toda la fuerza cortante sobre el muro debe ser tomada por la mampostería y se supone que no hay contribución a la resistencia a cortante por parte de los elementos de confinamiento. La resistencia de diseño solicitada,  $V_u$ , debe cumplir la siguiente condición:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Dónde:

$V_n$  Fuerza cortante resistente nominal del muro (N)

$V_u$  Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro (N)

La resistencia normal a cortante por tracción diagonal, se obtiene de:

$$V_n = \left( \frac{1}{12} \sqrt{f'_m} + \frac{P_u}{3A_e} \right) A_{mv} \leq \frac{1}{6} \sqrt{f'_m} A_{mv}$$

Dónde:

$A_e$	Área efectiva de la sección de mampostería (mm <sup>2</sup> )
$A_{mv}$	Área efectiva para determinar esfuerzos cortantes (mm <sup>2</sup> )
$f'_m$	Resistencia especificada a la compresión de la mampostería (MPa)
$P_u$	Carga axial (N)
$V_n$	Fuerza cortante resistente nominal del muro (N)

*$P_u$  en este caso, es la carga axial mayorada que actúa simultáneamente con la máxima fuerza cortante mayorada solicitada.*

### 7.6.7. Verificación por aplastamiento del alma del muro

Debe verificarse que el paño de muro enmarcado por las vigas y columnas de confinamiento, no falle por aplastamiento. Para el efecto se considera una biela de compresión en la diagonal del muro, la cual tiene un ancho efectivo igual que 1/5 de la longitud de la diagonal.

Debe cumplirse la condición:

$$P_{ud} \leq \phi P_{nd}$$

Dónde:

$P_{nd}$	Resistencia nominal a compresión de la mampostería sola
$P_{ud}$	Fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro (N)
$\phi$	Factor de reducción de resistencia

La fuerza axial que actúa en la diagonal,  $P_{ud}$ , se obtiene por medio de:

$$P_{ud} = \frac{h'}{l_w} V_u$$

Dónde:

$h'$	Longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento
$l_w$	Longitud total del muro sobre el cual actúa el cortante horizontal de diseño solicitado $V_u$ .
$P_{ud}$	Fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro (N)

$V_u$	Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro (N)
-------	--

La resistencia nominal al aplastamiento se obtiene por medio de la ecuación de la sección [7.5.3](#), allí hay que emplear una longitud para evaluación de pandeo  $h'$  igual que la dimensión de la diagonal del muro en el paño en estudio y un espesor efectivo para pandeo  $t$ , igual al espesor del muro.

El área de la biela de compresión  $A_{md}$  es igual al ancho efectivo de la biela,  $h'/5$ , multiplicada por el espesor efectivo del muro,  $b$ , para efectos en la dirección paralela al plano del muro.

### 7.6.8. Verificación a cortante en los elementos de confinamiento del muro

Los elementos de confinamiento reciben la fuerza de la biela de compresión en la esquina de intersección entre vigas y columnas de confinamiento, por lo tanto hay necesidad de verificar que están en capacidad de resistir como fuerza cortante aplicada, transversal al eje longitudinal del elemento de confinamiento, al menos una fuerza cortante igual a la mitad de la componente correspondiente de la fuerza de compresión que actúa sobre la biela.

Debe cumplirse:

$$V_{uc} \leq \phi V_{nc}$$

Dónde:

$V_{nc}$  Fuerza cortante resistente nominal para una sección de concreto reforzado (N)

$V_{uc}$  Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño que actúa sobre las columnas de confinamiento cerca a la intersección con la viga de confinamiento (N)

$\phi$  Factor de reducción de resistencia

$V_{nc}$  para elemento de confinamiento debe calcularse de acuerdo con los requisitos del Código [ACI 318](#).

La fuerza cortante actuante,  $V_{uc}$ , se calcula mediante las ecuaciones siguientes:

Sobre la columna de confinamiento:

$$V_{uc} = \frac{l_c}{2l_w} V_u$$

Sobre la viga de confinamiento:

$$V_{uc} = \frac{h_p}{2l_w} V_u$$

Dónde:

$h_p$  Altura del piso localizado por encima del elemento bajo estudio, medida centro a centro entre

	vigas de confinamiento (mm)
$l_c$	Distancia horizontal entre columnas de confinamiento, medida centro a centro, para el paño de muro confinado bajo estudio (mm)
$l_w$	Longitud total del muro sobre el cual actúa el cortante horizontal de diseño solicitado $V_u$ .
$P_{ud}$	Fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro (N)
$V_u$	Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro (N)
$V_{uc}$	Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño que actúa sobre las columnas de confinamiento cerca a la intersección con la viga de confinamiento (N)

### 7.6.9. Diseño del acero longitudinal de la viga de confinamiento

La componente horizontal de la biela de compresión que actúa en la diagonal del muro debe ser resistida como fuerza de tracción en la viga de confinamiento que llega a la misma esquina del paño del muro donde actúa la biela de compresión. Esta fuerza de tracción es igual a la fuerza cortante que lleva el paño de muro, por lo tanto:

$$P_{ut} = -\frac{l_c}{l_w} V_u$$

Dónde:

$l_c$	Distancia horizontal entre columnas de confinamiento, medida centro a centro, para el paño de muro confinado bajo estudio (mm)
$l_w$	Longitud total del muro sobre el cual actúa el cortante horizontal de diseño solicitado $V_u$ .
$P_{ut}$	Fuerzas axiales máximas solicitadas de tracción (N)
$V_u$	Fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro (N)

La fuerza axial de tracción sobre la viga de confinamiento debe ser resistida en su totalidad por el acero de refuerzo longitudinal de la viga:

$$-P_{ut} \leq -\phi P_{nt}$$

Dónde:

$P_{nt}$	Resistencia nominal a tracción axial (N)
$P_{ut}$	Fuerzas axiales máximas solicitadas de tracción (N)
$\phi$	Factor de reducción de resistencia

## **7.7. Disposiciones constructivas**

---

### **7.7.1. Tuberías y Ductos**

Los proyectos de instalaciones deben hacerse de tal forma que la colocación y las eventuales reparaciones puedan materializarse sin dañar la mampostería.

Las tuberías y ductos no deben colocarse a lo largo de los huecos de las unidades de mampostería que llevan armaduras.

Los muros solo se pueden picar para alojar la tubería y los ductos, en la medida que se cumpla simultáneamente con lo siguiente:

- Los muros deben estar contruidos con unidades macizas ó unidades huecas verticales con relleno total de estos huecos.
- El recorrido de la instalación es vertical y solo se extiende al 50% ó menos de la altura del muro.
- La profundidad de la perforación es igual ó menor que 1/5 del espesor del muro.

### **7.7.2. Trabado de mampuestos**

Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en esta norma se aplican solo si las unidades de mampostería se colocan formando juntas verticales discontinuas, de modo que la longitud de la traba sea igual ó mayor que  $\frac{1}{4}$  de la longitud de la unidad de mampostería.

En los muros que forman parte de la estructura resistente del edificio, no se deben colocar las unidades en posición de canto.

### **7.7.3. Colocación del hormigón en los elementos de confinamiento**

Para lograr una buena trabazón entre los paños de mampostería y las columnas y vigas de confinamiento de hormigón armado, se deben construir preferentemente, primero los paños de mampostería y luego se coloca el hormigón en los elementos de confinamiento.

La trabazón debe materializarse mediante un endentado de los bordes verticales del paño de mampostería ó con conectores hechos con barras redondas para hormigón armado ubicados en las juntas horizontales del mortero.

La separación entre los conectores (chicotes) debe ser igual o menor que tres hiladas y/o cada 60 cm, con gancho y 15 cm de empotramiento en el hormigón y al menos 50 cm en la pared, de manera que exista continuidad con la pared que construye después.

Los conectores (chicotes) deben anclarse en ambos extremos cumpliendo las longitudes de anclaje establecidas en el [ACI 318](#).

#### **7.7.4. Protección y curado de los muros**

Se debe curar el mortero de las juntas de la mampostería con agua.

Durante la construcción de los muros debe evitarse cualquier acción externa que pueda agrietar la mampostería.

#### **7.7.5. Planos y especificaciones**

Los planos estructurales deben indicar las especificaciones de la unidad de mampuestos, del mortero, de la unidad de mampostería, del hormigón, de la armadura de refuerzo y de todo material requerido, estableciendo claramente las resistencias básicas de los materiales utilizados.

Los planos deben indicar el detalle de los empalmes de las armaduras; como mínimo deben indicarse los siguientes casos:

- Encuentro de vigas confinantes en dos direcciones.
- Encuentro de viga con losa.
- Encuentro de columnas confinantes con vigas confinantes.

## 7.8. Inspección y control de obras de mampostería confinada

### 7.8.1. Control de Obra

Este control se aplica a cada proyecto de una obra y a cada empresa que participa en la ejecución de la obra.

### 7.8.2. Programa de ensayos

#### a. Mortero

Para control de la resistencia de compresión deben tomarse como mínimo tres muestras por cada 500 m<sup>2</sup> ó superficie menor de muro edificada, pero no menos de una muestra por cada piso construido.

Cada muestra debe estar compuesta por tres cubos, las que deben confeccionarse y ensayarse de acuerdo a la norma [ASTM C 109](#); al menos dos de estos dos cubos deben ensayarse a los 28 días.

#### b. Unidades de mampostería

El control de las unidades debe hacerse de acuerdo con la [NEC-SE-MP](#).

Debe tomarse como mínimo tres muestras de cada 2500 m<sup>2</sup> de muros o fracción inferior; cada muestra debe estar compuesta por un prisma ó murete, de los que deben ensayarse a los 28 días según lo indicado en la [NEC-SE-MP](#). El valor obtenido de cada uno de estos ensayos constituye el resultado de la muestra.

Se eximen de los controles anteriores las viviendas individuales que cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

- Tener una superficie inferior a 100m<sup>2</sup>;
- Tener un número de pisos igual o menor que dos;
- Ser construida bajo la supervisión del proyectista, quien certificará la calidad de la ejecución;
- No formar parte de un conjunto de viviendas.

#### c. Criterio de aceptabilidad

El criterio de aceptabilidad considera el resultado de tres muestras y es el siguiente:

$$\frac{\bar{x}-f}{s_e} \geq 0.958$$

Dónde:

$\bar{X}$  Valor promedio de los resultados de las tres muestras

$s_e = \sqrt{0,5 * \sum_{j=1}^3 (x_j - \bar{X})^2}$  Desviación normal estimada de los resultados de las tres muestras

f Resistencia del proyecto especificada en los planos de cálculo

*NOTA: si el lote estuviera formado por otro número de muestras, se aplica la expresión anterior salvo el factor estadístico, el que se debe elegir en NCh1208 norma chilena Control de Calidad – Inspección por Variables – Tablas y Procedimientos de Muestreo para el nivel de calidad aceptable de 4%.*

#### **d. Archivo de resultados**

Los resultados de antecedentes de los resultados y sus evaluaciones deben estar a disposición de la inspección y/o supervisión de la obra durante la ejecución de los trabajos.

El archivo correspondiente debe permanecer disponible cinco años en el poder del profesional responsable del proyecto.

### **7.8.3. Mano de Obra Calificada**

La mano de obra empleada en las construcciones de mampostería confinada debe ser calificada de acuerdo a las categorías vigentes.

### **7.8.4. Inspección de obra**

Debe supervisarse el cumplimiento de las disposiciones de construcción indicadas en esta norma.

Además se debe supervisar que:

- El contenido de humedad de los bloques de hormigón debe cumplir con lo establecido en la norma respectiva, condición que debe mantenerse hasta el momento en que se usan estas unidades;
- Las juntas, horizontales y verticales, queden completamente llenas de mortero;
- El espesor de las juntas de mortero sea el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las unidades de mampostería;
- No se atente contra la integridad del muro recién asentado;
- No se produzca nidos de piedras al colocar el hormigón de los elementos de confinamiento;
- Las juntas de hormigonado entre un pilar y una cadena queden bien ejecutadas;
- Se asegure que las armaduras de refuerzo de los elementos de confinamiento se mantengan en la posición indicada en los planos para que el recubrimiento, la separación y los traslapes sean los especificados.



## 8. Diseño de muros portantes y losas de hormigón y mortero armado

---

### 8.1. Alcance

---

En esta sección se define la metodología de diseño y construcción con muros portantes y losas de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno, mampostería ó con alma hueca.

### 8.2. Hipótesis preliminares

---

Para el diseño, es práctico asimilar las secciones transversales del sistema de muros portantes ó losas, a secciones homogéneas de hormigón armado.

Para la verificación de la resistencia a la compresión centrada ó excéntrica de muros, el espesor de la sección considerada, resulta de la suma de los espesores de cada una de las capas de mortero armado u hormigón armado tomando en cuenta la separación existente entre ellas.

Para el diseño de estos elementos, es apropiado asumir las hipótesis de flexo-compresión, bajo el principio de Navier-Bernoulli.

### 8.3. Límite de aplicabilidad

---

El sistema de muros portantes de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno, mampostería ó alma hueca, podrá aplicarse a edificaciones de 2 pisos para alcance de este capítulo de la presente norma y deberá referirse a las [NEC-SE-DS](#) y [NEC-SE-HM](#) para realizar el diseño en edificaciones de mayor altura. Las consideraciones analizadas en dichos capítulos son válidas siempre que se tome en cuenta en el análisis estructural una sección equivalente de mortero u hormigón armado igual a la suma de los espesores de sus capas resistentes exteriores. Y se considerará el espesor del alma más el espesor de las capas resistentes exteriores para su análisis a flexo-compresión.

Para el caso especial, en que sea necesario modificaciones, ampliaciones y/o reducciones de la estructura, éstas serán evaluadas por medio de un análisis estructural.

Toda aplicación adicional de muros portantes de mortero armado u hormigón armado, no considerada en esta norma, deberá someterse a un análisis estructural especializado.

#### Modificaciones a estructuras existentes

Se permiten las modificaciones en elevación de acuerdo a lo establecido en las secciones [3.3](#), [3.5](#) y [3.6](#). Es necesario un análisis estructural para verificar la resistencia a la acción sísmica en la estructura.

No se debe adicionar una estructura aporticada en los niveles superiores, debido a que la transmisión de cargas a lo largo de los muros es lineal y los sistemas aporticados transmiten cargas puntuales, salvo exista el aval técnico de un ingeniero estructural especializado para hacerlo.

No se recomiendan ampliaciones sobre estructuras aporticadas. En todo caso es importante analizar los cambios de rigideces que se pueden producir, para evitar generar pisos blandos ó rigidizaciones que afecten el comportamiento global de la estructura. Adicionalmente, se deberá garantizar el correcto anclaje de la superestructura.

Se permitirán los cambios en la disposición de los muros, si previo el análisis estructural realizado, se comprueba a satisfacción total, que la densidad de los muros y la distribución final de los mismos en los dos sentidos de análisis de la edificación, no afecta el comportamiento estructural de la misma ante la acción sísmica. Adicionalmente, se deberá garantizar el correcto anclaje entre los elementos de la estructura.

## 8.4. Sistemas constructivos típicos

---

Se ilustran a seguir los sistemas constructivos típicos con muros portantes y losas de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno, mampostería ó con alma hueca:

- Sistema con Malla electro-soldada y pasadores galvanizados y alma de poliestireno, la superficie recubierta con hormigón ó mortero
- Sistema con Malla soldada con núcleo de poliestireno revestido con tol expandido ó malla hexagonal para adherencia y recubierto con hormigón ó mortero
- Sistema con Malla soldada con alma hueca revestido con tol expandido ó malla hexagonal para adherencia y recubierta con hormigón ó mortero
- Sistema de mampostería revestida con malla electro-soldada y recubierta con hormigón ó mortero
- Sistema Ferrocemento, alma de malla electro-soldada revestida con malla hexagonal para adherencia y recubierta con hormigón ó mortero, según [ACI 549](#)

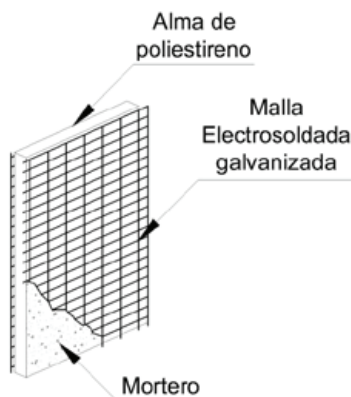


Figura 39: Sistema con Malla electro-soldada y pasadores galvanizados y alma de poliestireno, la superficie recubierta con hormigón ó mortero

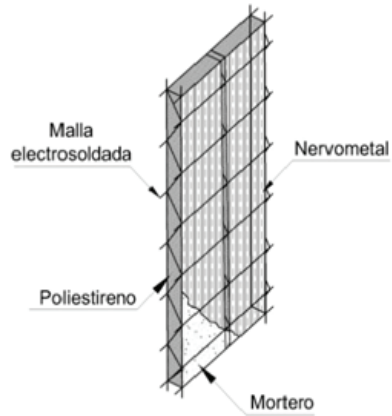


Figura 40: Sistema con Malla soldada con núcleo de poliestireno revestido con tol expandido ó malla hexagonal para adherencia y recubierto con hormigón ó mortero

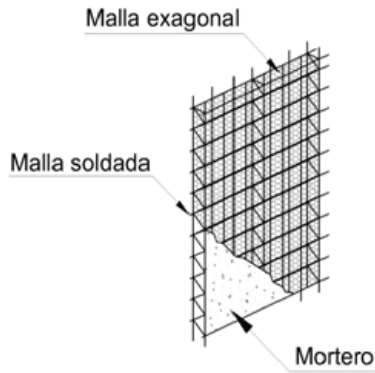


Figura 41: Sistema con Malla soldada con alma hueca revestido con tol expandido ó malla hexagonal para adherencia y recubierta con hormigón ó mortero

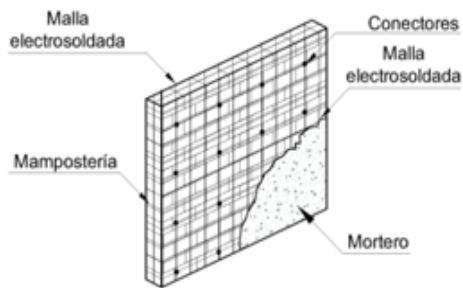


Figura 42: Sistema de mampostería revestida con malla electro-soldada y recubierta con hormigón ó mortero

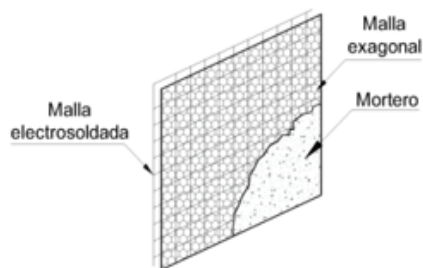


Figura 43: Sistema Ferrocemento, alma de malla electro-soldada revestida con malla hexagonal para adherencia y recubierta con hormigón ó mortero, según [ACI 549](#)

## 8.5. Diseño de elementos estructurales

### 8.5.1. Muros portantes

Los muros deben diseñarse para cargas excéntricas y cualquier carga lateral ó de otro tipo a las que estén sometidas.

Estos muros deben tener una cuantía mínima de acero de refuerzo vertical y horizontal, la misma que deberá verificarse si es suficiente para resistir las acciones externas. En caso de que esta cuantía mínima existente no sea suficiente habrá que adicionar refuerzo para absorber el diferencial.

### 8.5.2. Cimentaciones

El sistema de cimentación considerará el respectivo anclaje y podrán usarse vigas ó losas de cimentación para dicho propósito. Se admiten otros sistemas de cimentación como zapatas corridas ó mallas de cadenas, siempre y cuando se considere anclaje a la misma por medio de acero.

Los requisitos y consideraciones de diseño están especificados en la [NEC-SE-MP](#).

El diseño de estos elementos se rige a lo recomendado por el [ACI 318 Capítulos 8, 10,11 y 13](#).

### 8.5.3. Diseño por corte de muros

Estos elementos son diseñados bajo los requerimientos [de ACI 318 capítulo 11](#) y [NEC-SE-MP](#).

### 8.5.4. Diseño por flexo-compresión de muros

Los muros sometidos a carga axial ó combinación de carga axial y de flexión deben diseñarse como elementos en flexo-compresión de acuerdo con las disposiciones de [ACI 318](#) (numerales 10.2, 10.3, 10.10, 10.11, 10.12, 10.13, 10.14, 10.17, 14.2 y 14.3) y [NEC-SE-MP](#).

## 8.5.5. Análisis de flexión en losas

### a. Conceptos de diseño

Para el análisis de losas se toman en cuenta los siguientes conceptos de diseño:

- El eje neutro de la sección solicitada en losas, permanece dentro de la capa de compresión;
- La cuantía de acero que resiste la tracción es tal que el diagrama de deformación de la sección se encuentra comprendido en los dominios de comportamiento dúctil;
- Para losas con alma de poliestireno, se considera que el estado de confinamiento del poliestireno expandido y la densidad de conectores permiten que exista una transferencia adecuada de tensiones.

El cálculo de las secciones compuestas puede realizarse de acuerdo a la teoría de los estados límites, según las hipótesis enunciadas anteriormente y considerando que las tensiones de tracción sean absorbidas por el acero de la capa en tracción.

El diseño de losas de acuerdo a la relación entre sus dos dimensiones principales, se basa en los requerimientos de los [capítulos 10 y 13](#) de [ACI 318](#).

### b. Sistemas constructivos típicos con losas de mortero armado u hormigón armado

Se ilustran a seguir los sistemas constructivos con losas de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno, mampostería ó con alma hueca:

- Losa alivianada con nervios en dos direcciones
- Losa maciza de hormigón
- Losas alivianadas con bloques de poliestireno
- Losa alivianada con nervios en una dirección (requiere consideraciones particulares en el cálculo y diseño estructural)

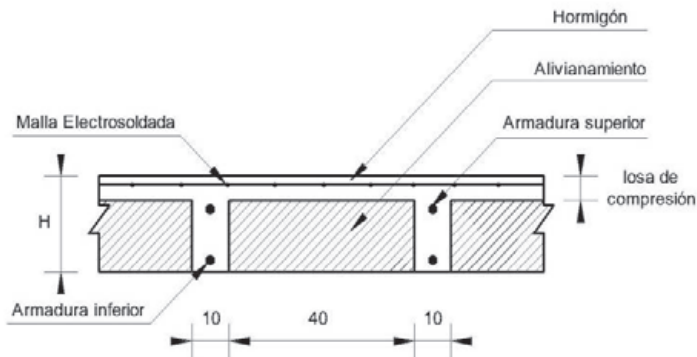


Figura 44: Losa alivianada con nervios en dos direcciones

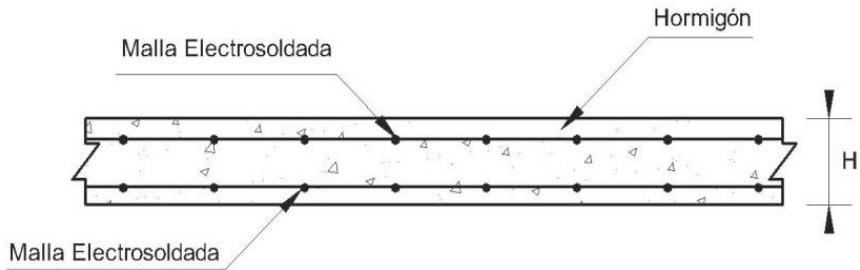


Figura 45: Losa maciza de hormigón

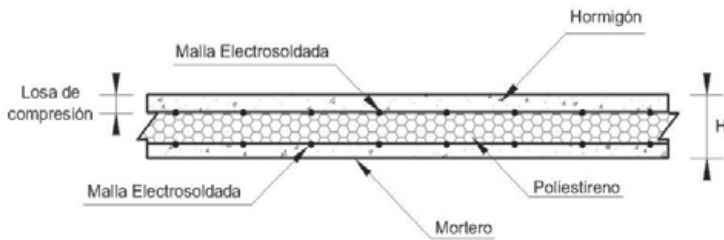


Figura 46: Losas alivianadas con bloques de poliestireno

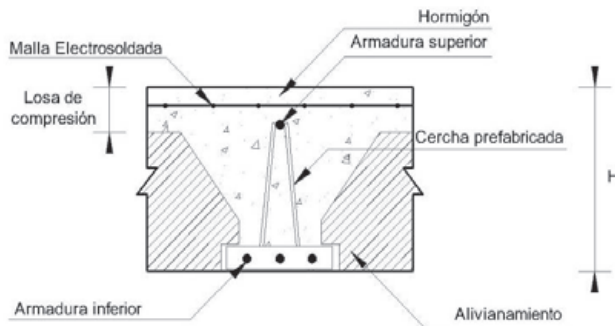


Figura 47: Losa alivianada con nervios en una dirección (requiere consideraciones particulares en el cálculo y diseño estructural)

## 8.6. Proceso constructivo y de instalación para el sistema de alma de poliestireno

El proceso constructivo y sus controles en obra, se detallan secuencialmente a continuación.

### 8.6.1. Cimentación

La cimentación del sistema está constituida por una losa de cimentación y/o vigas corridas, este tipo de cimentación puede ser aplicado sobre un mejoramiento del suelo, una vez realizado el estudio del mismo y de haber verificado que es aplicable.

Otros sistemas de cimentación son aplicables si se considera el anclaje de los paneles al sistema de cimentación de acuerdo a lo establecido por [ACI-318](#) donde el anclaje asegurará el panel de

muro prefabricado al sistema de cimentación.

Para anclar los muros elaborados con este sistema a la cimentación, se disponen barras de acero en forma alternada con una longitud de anclajes de 7 cm y 33 cm al muro, sumando un total aproximado de 40 cm en cada cara del panel, ó lo que determine el cálculo de acuerdo al epóxico que se utilice para realizar este anclaje dentro de la cimentación (ver [Figura 48](#) y [Figura 49](#)).

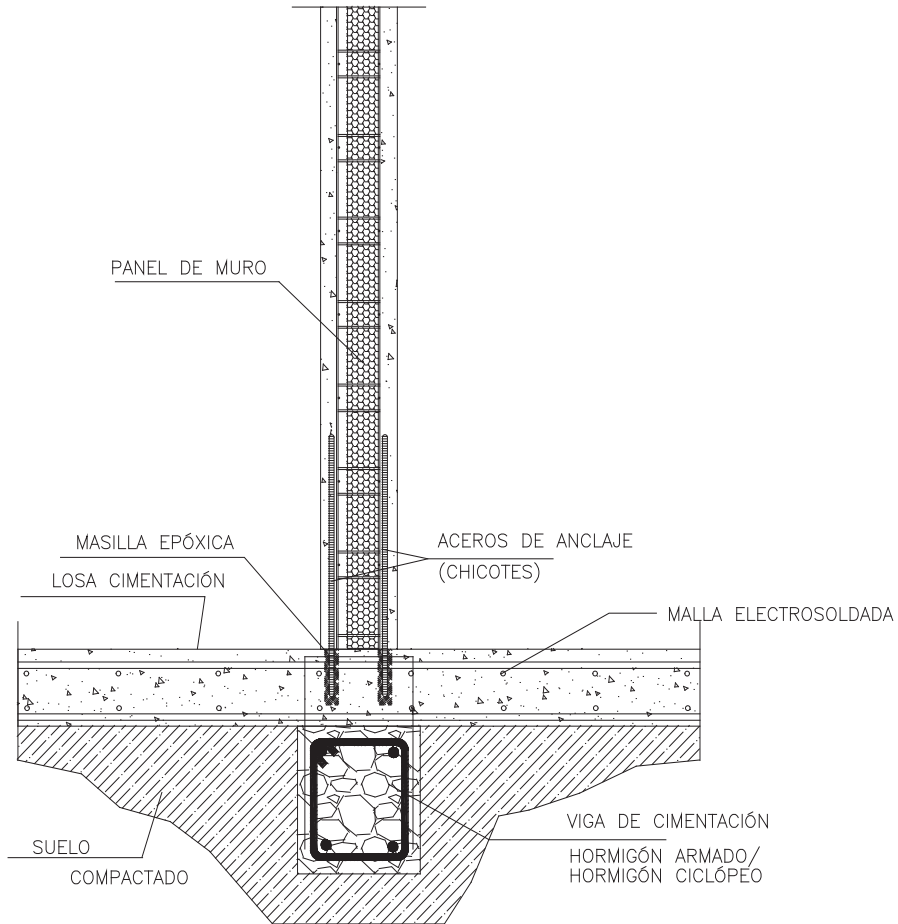


Figura 48: Esquema típico de anclaje

Control en obra:

- El volumen de excavaciones deben cumplir lo requerido por el cálculo estructural.
- Antes de verter el hormigón, se deberá verificar:
  - Cumplimiento de diseño, preparación, vaciado y curado del hormigón.
  - Realizar todas las instalaciones subterráneas y sus respectivas pruebas que garanticen su correcto funcionamiento.

- Verificar armaduras que se encuentren instaladas de acuerdo a los requerimientos estructurales.
- La superficie donde se asentará el panel deberá estar completamente limpia y a nivel.

### 8.6.2. Definición de ejes e instalación de anclajes

Para definir la línea de anclaje y la ubicación de los muros del sistema, se considera el espesor del panel y el espaciamiento entre los aceros de anclaje, como se observa en la [Figura 49](#).

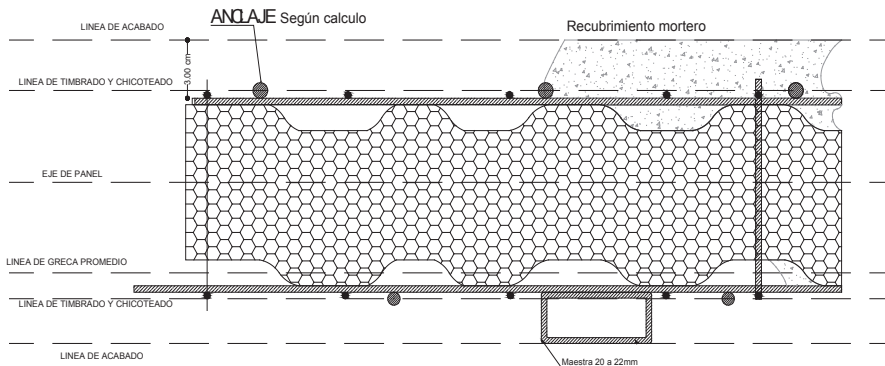


Figura 49: Definición de ejes

El diámetro, longitud de varilla de anclaje y la longitud de perforación y espaciamiento entre anclajes, en la cimentación estarán definidos por un análisis estructural.

El anclaje deberá ir siempre recubierto de mortero.

#### Control en obra:

- Revisar que se cumpla que el diámetro, longitud, ubicación y separaciones del anclaje, sea el requerido por el cálculo estructural.
- Revisar que se cumpla que el diámetro de la broca sea el correspondiente al diámetro de la varilla.
- Revisar que se cumplan las condiciones técnicas de instalación del epóxico de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Antes de continuar con la siguiente actividad revisar replanteo.

### 8.6.3. Corte y montaje de paneles prefabricados de poliestireno

Por el peso ligero de los paneles prefabricados de poliestireno, su instalación es fácil, por lo tanto se la podría realizar manualmente.

Los paneles deben montarse desde una esquina de la edificación, agregándolos sucesivamente en los dos sentidos, buscando su apoyo en el sentido perpendicular a su plano y garantizando que se instalen dentro de las líneas de anclaje (véase la [Figura 50](#)).



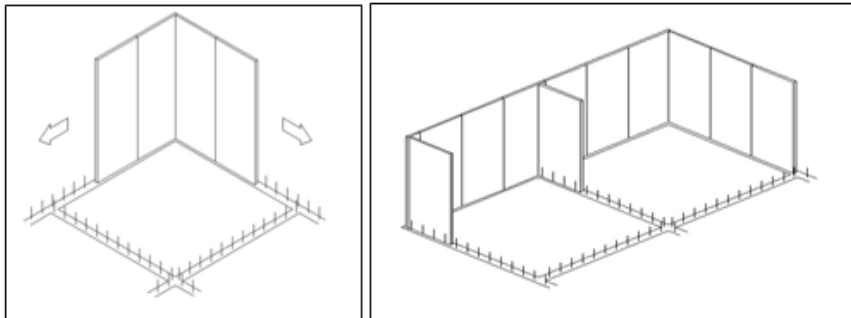


Figura 50: Proceso de Instalación

El corte del panel prefabricado de poliestireno para la conformación de boquetes, en puertas, ventanas y otros se lo realizará de preferencia antes de montarlo, con herramienta menor, incorporando equipo de protección personal como para todas las actividades.

Para fijar el acero de anclaje a la malla de los paneles y la malla de continuidad entre paneles, se deben seguir procedimientos de amarre mecánico o manual mediante entorchado de alambre, antes de la proyección del mortero u hormigón sobre el panel, según [ACI 318 Capítulo 7](#).

Para evitar el resalte del alambre de amarre en el mortero u hormigón proyectado se debe usar una longitud de alambre que permita suprimir extremos sobresalidos del mismo.

#### Control en obra:

- Revisar que se cumplan los cortes de paneles de acuerdo a lo requerido en los planos estructurales.
- Revisar que se cumpla la instalación de mallas de continuidad.
- Revisar que se cumpla que no existan resaltes y/o excesos de alambre, en el amarre del anclaje a la malla del panel prefabricado y entre paneles.

#### **8.6.4. Aplome de muros y apuntalamiento de muros y losas**

La tolerancia al desplome para muros con alineamiento vertical es de  $\pm 1.5\%$  de la altura medida desde el nivel de piso terminado hasta el nivel inferior del entepiso ó en su defecto el nivel donde termina el muro.

El apuntalamiento mínimo deberá ser tal que mantenga correctamente alineado y fijo el conjunto de paneles durante todo el proceso constructivo, con el fin de evitar movimientos de este conjunto durante la proyección del mortero u hormigón colocándose en una sola cara, de preferencia la interior.

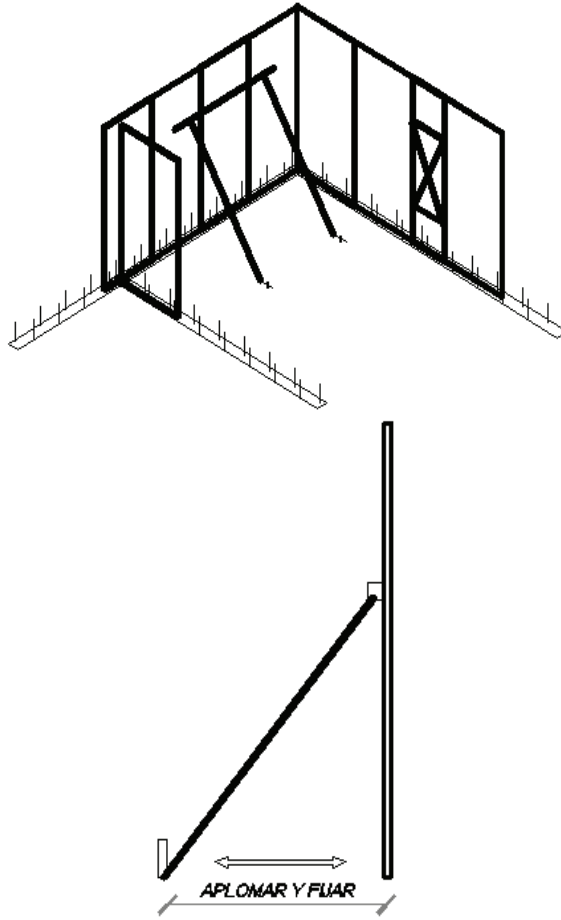


Figura 51: Apuntalamiento típico de muros

Una vez aplomados los muros de paneles prefabricados, se procederá a la colocación de los paneles prefabricados de losa, de acuerdo a lo especificado en los planos estructurales, ya sea sobre el muro (véase [Figura 51](#)), siempre con la utilización de la malla de continuidad.

Los refuerzos adicionales que se especifiquen en planos estructurales deberán ser colocados antes de la proyección del mortero u hormigón en muros y del vertido del hormigón en losas.

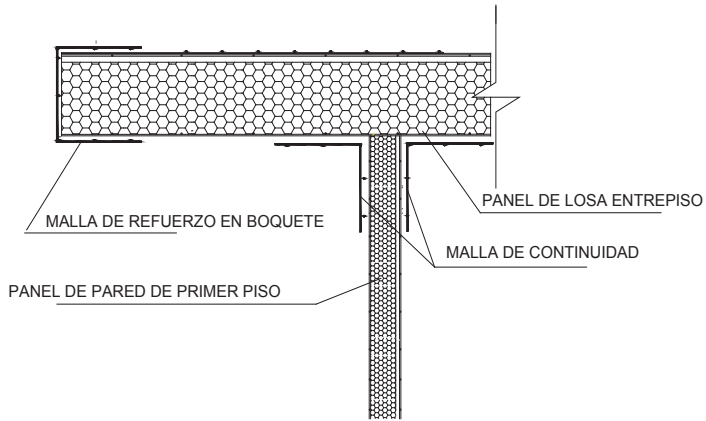


Figura 52: Instalación de panel de losa sobre muro

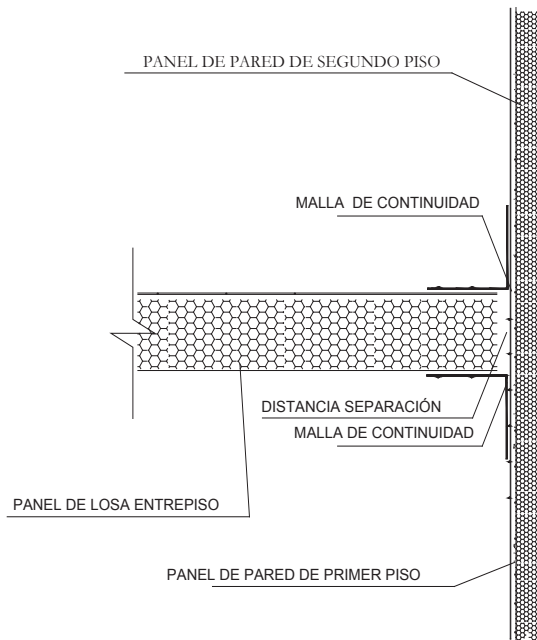


Figura 53: Instalación de panel de losa lateral al muro

Para el apuntalamiento del panel de losas se utilizarán puntales y viguetas cuya parte superior tenga un ancho de contacto con el panel de al menos 20 cm, los mismos que se colocarán máximo a 80 cm entre ejes, como se aprecia en la [Figura 54](#).

Se debe prever una contra flecha del 5‰ de la mayor luz.

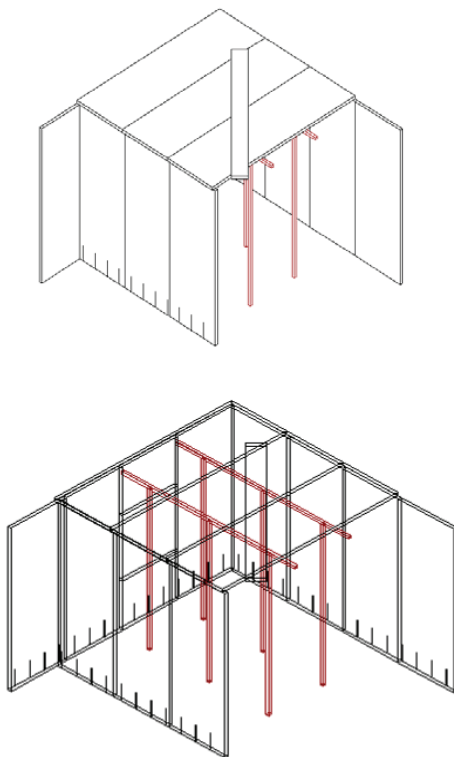


Figura 54: Apuntalamiento en losas

#### Control en obra:

- Revisar que se cumpla la alineación de muros en sus dos planos.
- Revisar la ubicación del panel prefabricado de losa, que se encuentre de acuerdo a lo requerido en planos estructurales.
- Revisar que se cumpla con la contraflecha indicada en planos estructurales.
- Revisar que se cumpla con el espaciamiento entre panel de losa y panel de muro, requerido en el plano estructural.
- Revisar que se cumpla con la instalación de mallas de continuidad y refuerzos estructurales requeridos en el cálculo.

#### **8.6.5. Instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y especiales**

Las instalaciones colocadas dentro del panel prefabricado muro y losa, deberán estar embebidas en el poliestireno antes de la proyección del mortero y vertido del hormigón. Para esto se contrae el poliestireno mediante la aplicación de calor utilizando herramienta como quemadores, pistolas de calor ó cualquier otro método que garantice la canalización de las instalaciones, controlando que el retiro del poliestireno no sea excesivo.

Si al instalar la tubería es necesario retirar la malla básica del panel, esta se deberá reponer mediante la adición de malla de continuidad.

#### Control en obra:

- Revisar y cumplir con la ubicación de todas las instalaciones, solicitada en planos.
- Revisar que se cumpla que no exista un retiro excesivo de poliestireno y reponerlo en caso de haberlo.
- Revisar y cumplir con la reposición de mallas de continuidad.
- Revisar y cumplir con las pruebas correspondientes de presión y estanqueidad de instalaciones.
- En general, revisar y cumplir con la instalación correcta de accesorios de instalaciones.
- En caso de tener instalaciones metálicas, se debe aislar el punto de contacto con la malla galvanizada, para evitar el par galvánico, en especial en tuberías que conducen agua.

#### **8.6.6. Diseño, elaboración y proyección de mortero u hormigón, en muros con alma de poliestireno y en cara inferior de losa con alma de poliestireno, primera capa**

Para cumplir los requerimientos del análisis estructural se debe realizar un diseño de la mezcla en un laboratorio especializado. Para controlar la calidad de los agregados usados en obra se realizarán las pruebas según [ASTM C-87](#). Si se usa mortero u hormigón premezclado se debe contar con las especificaciones técnicas del fabricante.

Para determinar la resistencia a la compresión del mortero se realizarán las pruebas según [ASTM C-109](#).

El proceso de proyección se realizará en dos capas, la primera deberá cubrir la malla básica del panel totalmente en cada una de sus dos caras, incluyendo la primera capa de la cara inferior de la losa de panel prefabricado; y la segunda capa hasta alcanzar el espesor especificado en planos. El tiempo transcurrido entre la aplicación de las dos capas debe ser tal que evite la formación de una junta fría.

Se procede a proyectar la primera capa de mortero u hormigón en la cara inferior de la losa, sin importar la existencia de sus apuntalamientos. Con lo que se logra rigidizar el panel previo al vertido del hormigón en su cara superior (capa de compresión).

Para proyectar el mortero u hormigón, se deberán usar medios neumáticos, iniciando desde la parte inferior con movimientos de derecha a izquierda y viceversa, avanzando hacia la parte superior, llegando a la unión con la losa y controlando el espesor de revocado del mortero u hormigón mediante los procedimientos convencionales.

Posteriormente, mantener hidratados los muros proyectados durante los primeros 4 días siguientes a la proyección del mortero u hormigón, evitando los cambios bruscos de temperatura.

#### Control en obra:

- Revisar y cumplir con el diseño del mortero u hormigón proyectado, según requerimiento estructural.
- Revisar y cumplir la elaboración y proyecciones del mortero u hormigón, según los requerimientos proporcionados por el [ACI 318](#).
- Revisar y controlar que los espesores de mortero u hormigón mediante los procedimientos convencionales y que sean los especificados en planos.
- Revisar y cumplir con un tiempo mínimo de curado de 4 días mediante hidratación por aspersión y sin que existan cambios bruscos de temperatura.
- Se debe tomar muestras de mortero u hormigón, de manera que se garantice uniformidad en la calidad del producto.

#### **8.6.7. Diseño, elaboración y vertido de hormigón en losa con alma de poliestireno, capa de compresión**

El diseño del hormigón vertido en la capa superior del panel está normado según [ACI 318](#).

Este hormigón puede ser preparado en obra ó premezclado, cumpliendo que el agregado grueso sea menor a 15 mm ó lo especificado en planos estructurales.

Para la elaboración, vertido y curado del mismo se atenderá a los procesos de construcción convencionales.

#### Control en obra:

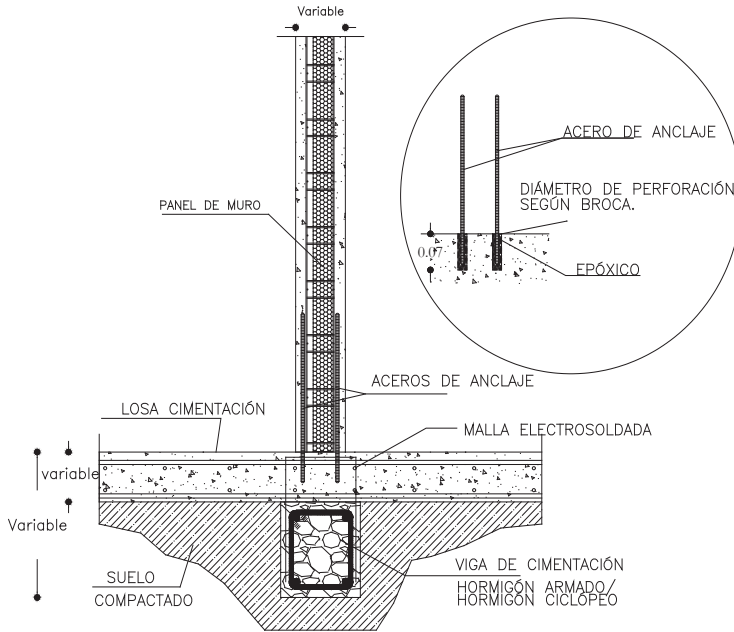
- Revisar que se encuentren correctamente instalados los apuntalamientos.
- Revisar y cumplir con los niveles, contra-flechas y refuerzos de acero adicionales, especificados en planos estructurales.
- Revisar y controlar que las instalaciones se encuentren ubicadas según planos.
- Revisar y controlar los espesores y pendientes, de hormigón solicitados en planos estructurales.
- Revisar y controlar que se cumpla el diseño de hormigón existente.
- Se debe tomar muestras de hormigón, de manera que se garantice uniformidad en la calidad del producto.
- Revisar y cumplir con un tiempo mínimo de curado de 4 días mediante hidratación.

#### **8.6.8. Diseño, elaboración y proyección de mortero en losa con alma de poliestireno, segunda capa inferior.**

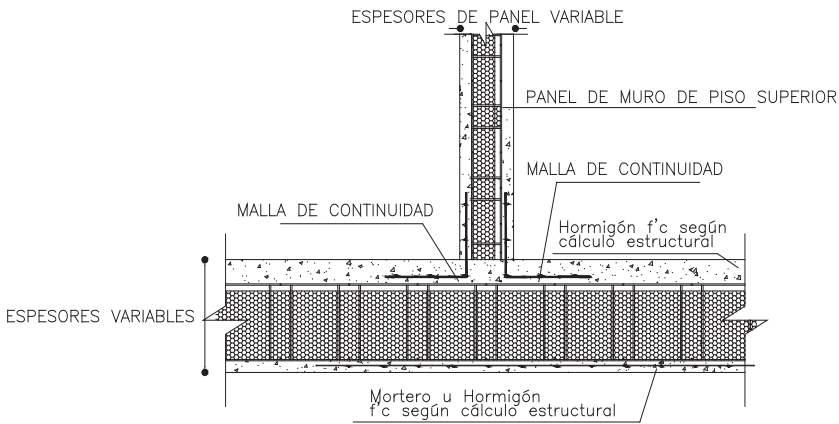
Para el mortero que se proyectará sobre la primera capa inferior de la losa, la capa de compresión deberá tener una resistencia no menor al 80% de la especificada en planos para proceder a retirar

el apuntalamiento.

## 8.7. Detalles constructivos

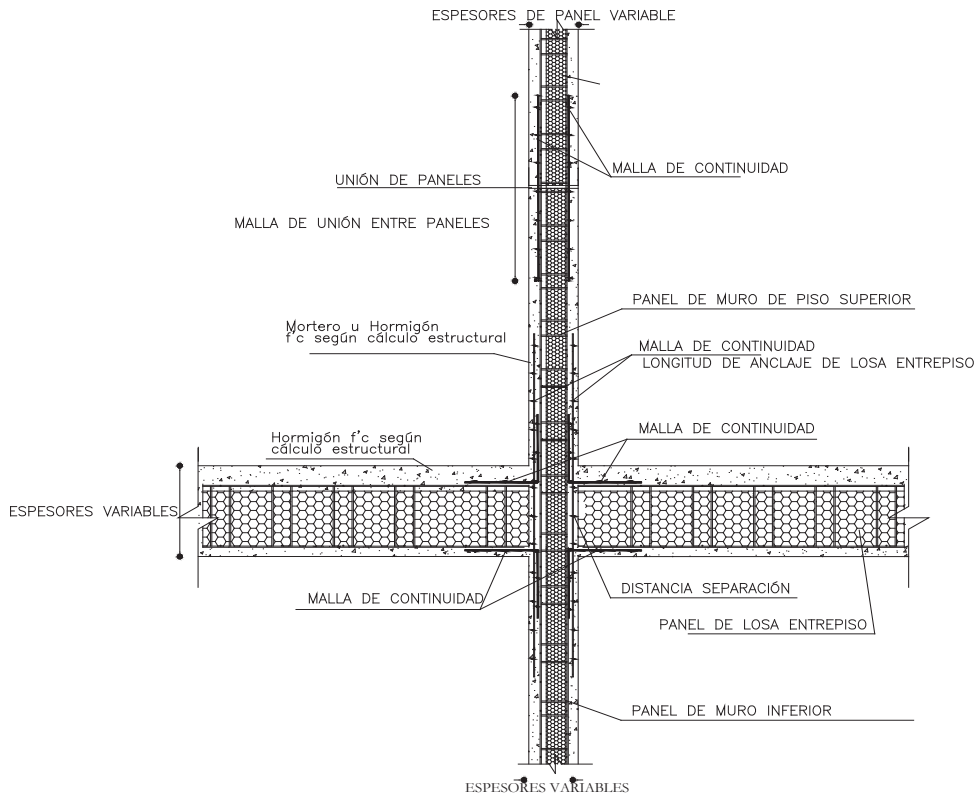


DETALLE ANCLAJE A CIMENTACIÓN

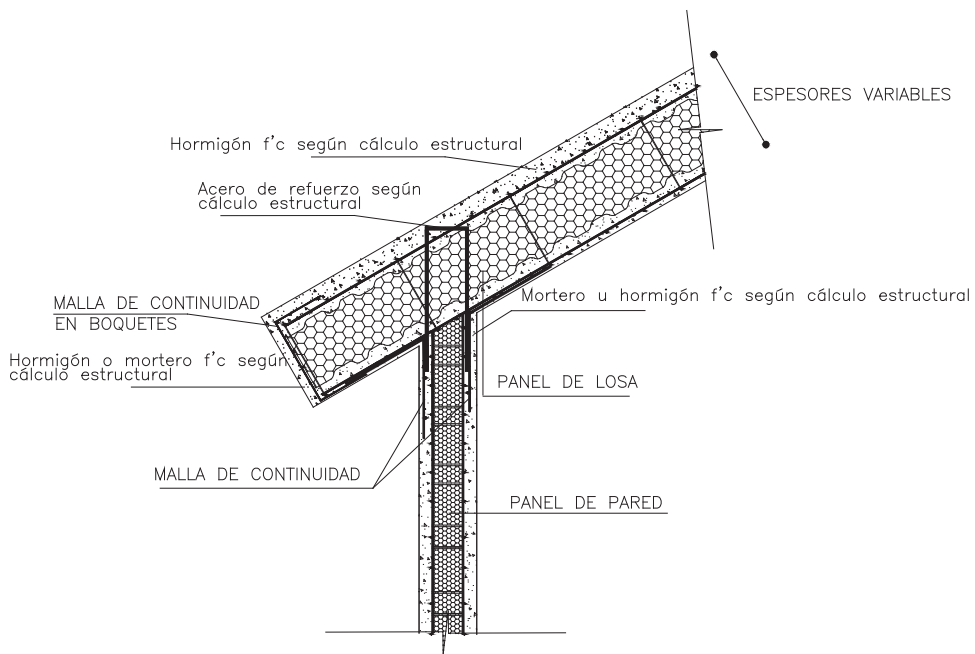


DETALLE UNIÓN LOSA-MURO SUPERIOR

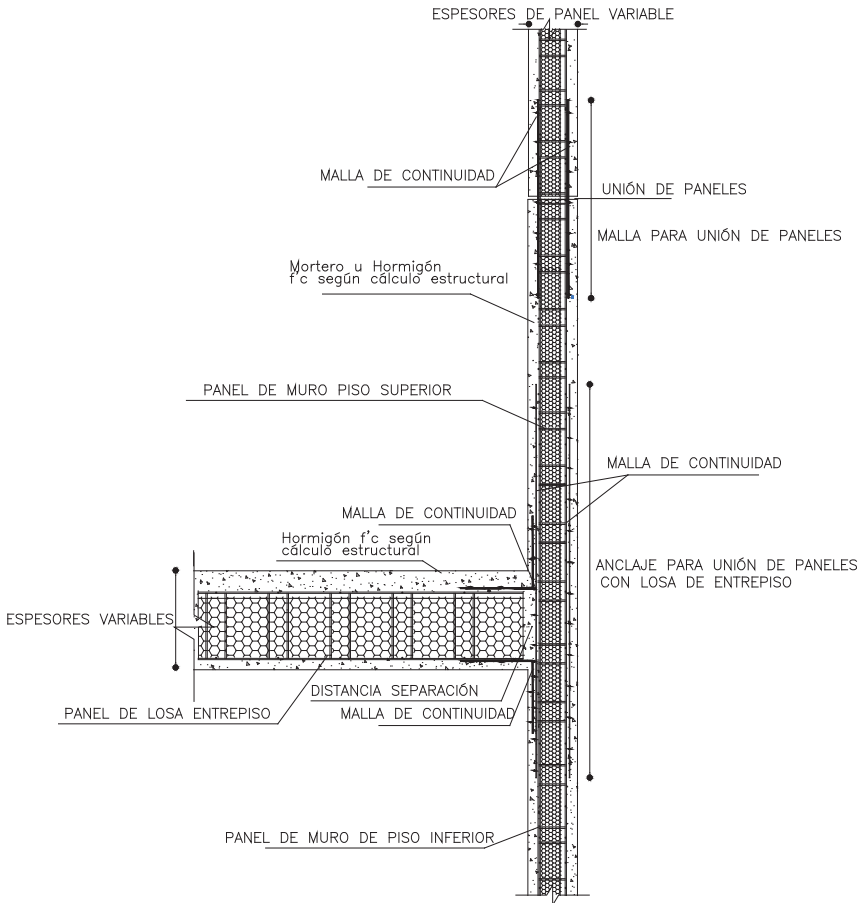




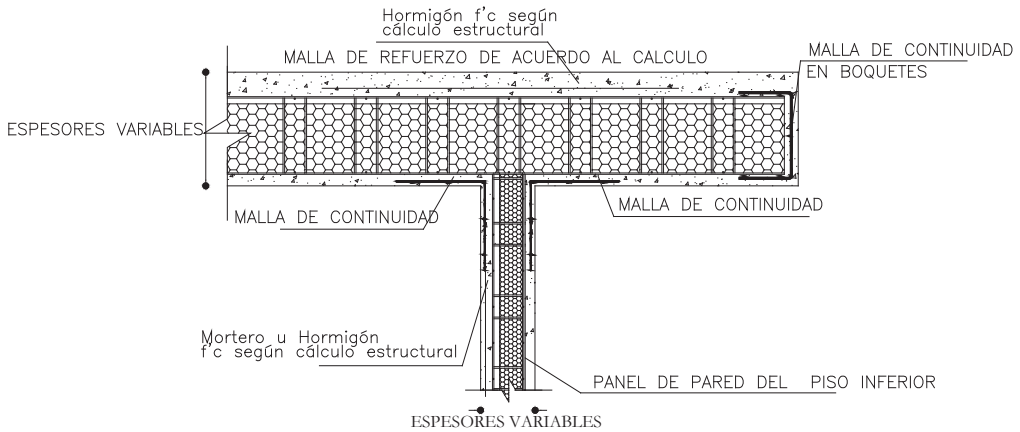
DETALLE UNIÓN MURO CONTINUO-LOSA



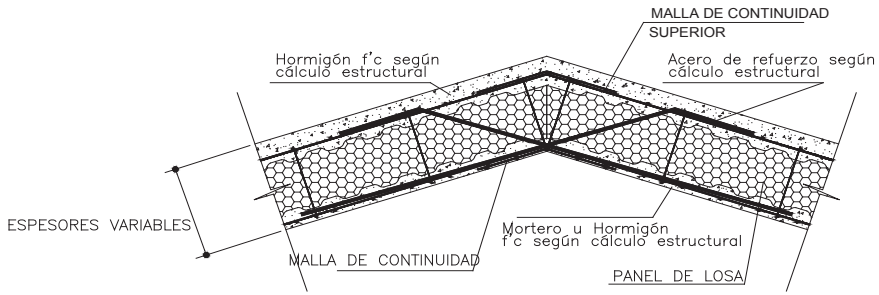
DETALLE UNIÓN MURO-LOSA



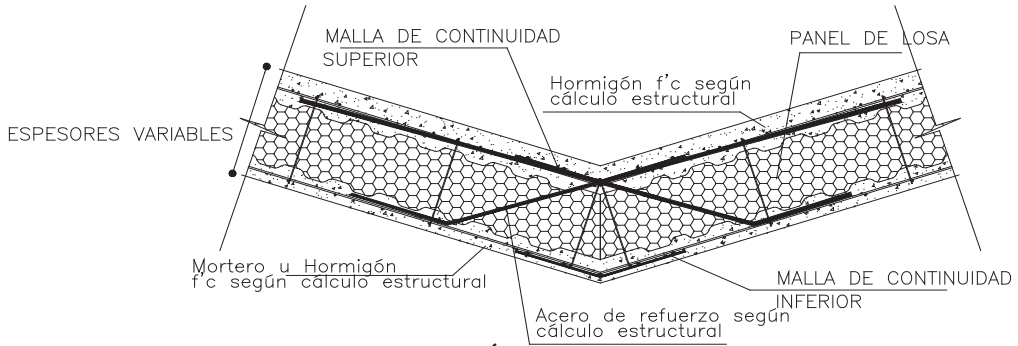
DETALLE UNIÓN MURO CONTINUO-LOSA



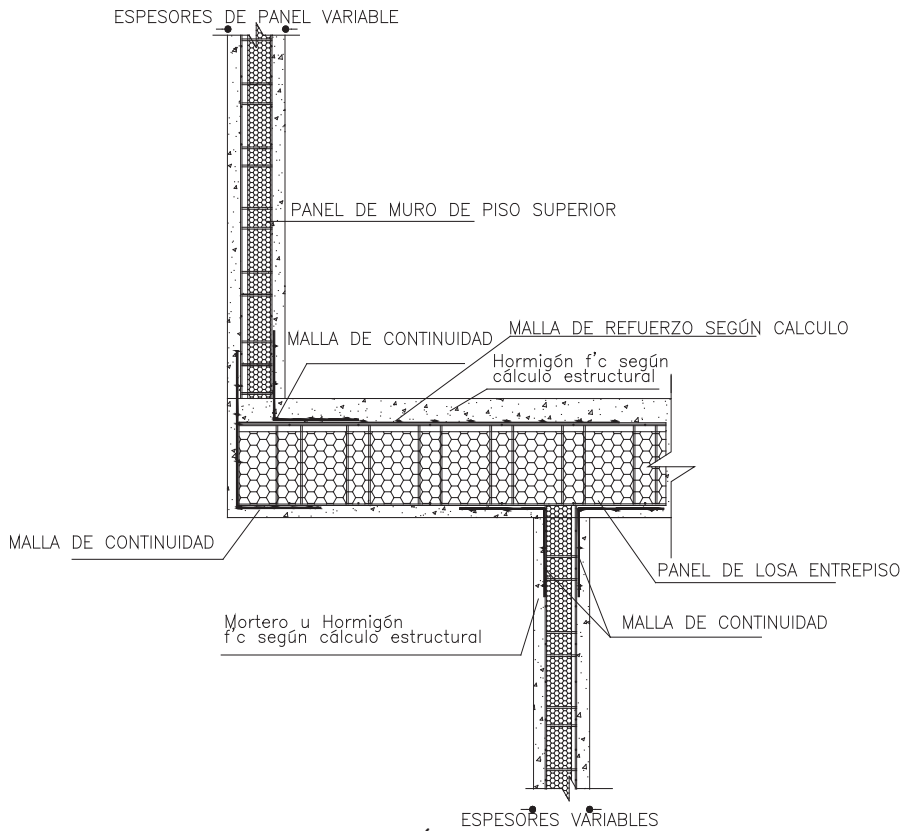
DETALLE UNIÓN MURO-LOSA



### DETALLE UNIÓN CUBIERTAS INCLINADAS



### DETALLE UNIÓN LOSAS INCLINADAS



DETALLE UNIÓN LOSA-MURO SUPERIOR  
E INFERIOR - VOLADOS

## 9. Diseño y construcción con muros portantes livianos de acero

### 9.1. Requisitos

Los porcentajes de la fuerza sísmica que actuarán sobre cada muro componente de la edificación se determinan de acuerdo a lo estipulado en el [Anexo X3 del Manual de Ingeniería Steel Framing del ILAFA 2011](#).

Todos los profesionales que vayan a utilizar este Sistema Estructural Liviano SEL (Steel Framing) tienen que cumplir y ajustarse con lo establecido en los documentos referenciados en la sección [6.8](#).

### 9.2. Límite de aplicabilidad

Los límites de aplicabilidad del Steel Framing (Sistema Estructura Livianas, SEL) se muestran en la [Tabla 8](#).

GENERAL	
Atributo	Limitación
Dimensión de la construcción	Ancho máximo de 12 m Largo máximo de 18 m
Número de niveles	2 niveles con una base
Velocidad del viento	Hasta 210 km/h
Tipo de exposición al viento	Terreno abierto C A, suburbano ó B, zonas boscosas
Carga de nieve	3,35 KN/m <sup>2</sup> máximo con cubierta liviana 1,5 KN/m <sup>2</sup> máximo para cubierta pesada
Categoría sísmica	PGA <=0.4g
PISOS	
Atributo	Limitación
Peso propio	Máximo de 0,5 KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso:	
• Primer piso (planta baja)	2 KN/m <sup>2</sup>

• Segundo piso	1.5 KN/m <sup>2</sup>
Voladizos	60 cm
MUROS	
Atributo	Limitación
Peso propio de muros	0,5 KN/m <sup>2</sup>
Altura máxima de muros	3 m
CUBIERTAS	
Atributo	Limitación
Peso propio de techos	0,6 KN/m <sup>2</sup> de cubierta y cielo 0,34 KN/m <sup>2</sup> para recubrimientos de techo
Carga máxima de nieve	3,35 KN/m <sup>2</sup> como máximo 0,8 KN/m <sup>2</sup> como mínimo
Peso propio de cielo	0,25 KN/m <sup>2</sup>
Pendiente de techo	25% a 100% 25% a 50% zona de alta sismicidad
Alero frontal	Máximo de 30 cm
Aleros laterales	Máximo de 60 cm
Sobrecarga de entretecho accesible	1 KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de entretecho inaccesible	0,5 KN/m <sup>2</sup>

Tabla 9: Límites de Aplicabilidad del Steel Framing

Si los valores utilizados en un diseño sobrepasaran los valores que aparecen en esta tabla estos tendrían que ser justificado plenamente mediante el cálculo estructural.

## **9.3. Diseño de los miembros**

---

### **9.3.1. diseño**

Los miembros estructurales de acero del muro deben ser diseñados de acuerdo a [North American Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members \(Specification\)](#) en su edición del 2007.

### **9.3.2. Condiciones de los miembros estructurales**

Los miembros del entramado de los muros deben ser como se especifican en un diseño aprobado ó reorganizado de un diseño normado.

Los miembros deben estar en buenas condiciones.

Los miembros dañados deben ser reemplazados ó reparados de acuerdo a un diseño que se apruebe ó un diseño normado reconocido.

## **9.4. Instalación**

---

### **9.4.1. Entramado en línea**

Cada junta, viga, montante, armadura y muros estructurales deben ser alineados verticalmente de acuerdo con los límites señalados en la [Figura 55](#).

### **9.4.2. Muros no estructurales**

La instalación de muros no estructurales debe ser de acuerdo con [ASTM C754](#).