

# MAMPOSTERIA CONFINADA

## TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN



# MAMPOSTERÍA

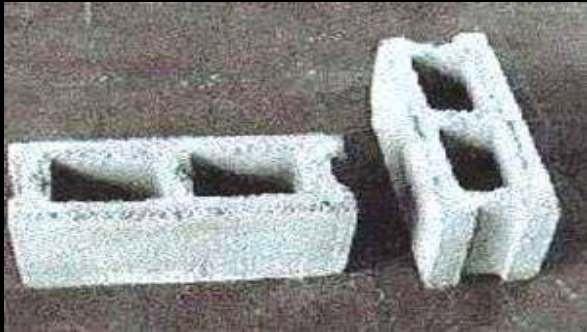
## DEFINICIÓN



PIEDRA



LADRILLO



BLOQUE DE CEMENTO



ADOBE

Se define como mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en la superposición de elementos cuya colocación es manual. Dichos elementos se conocen como mampuestos: ladrillos, bloques de cemento prefabricados, bloques de piedra, molduras, etc.

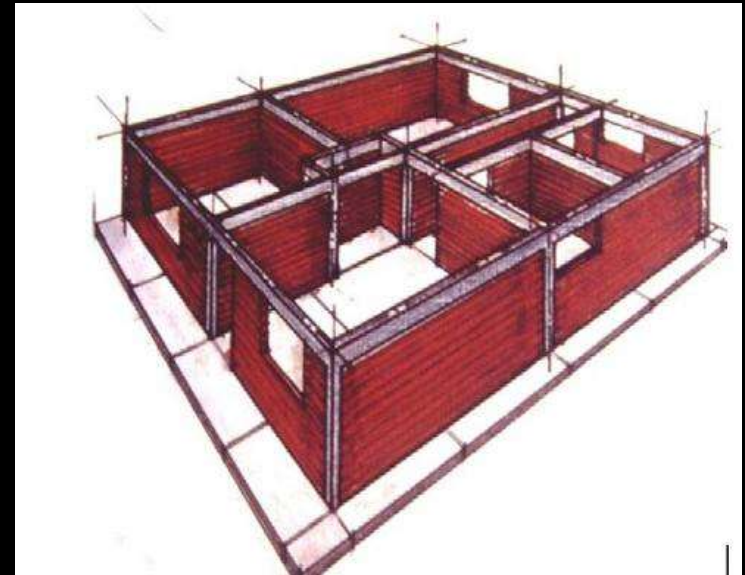
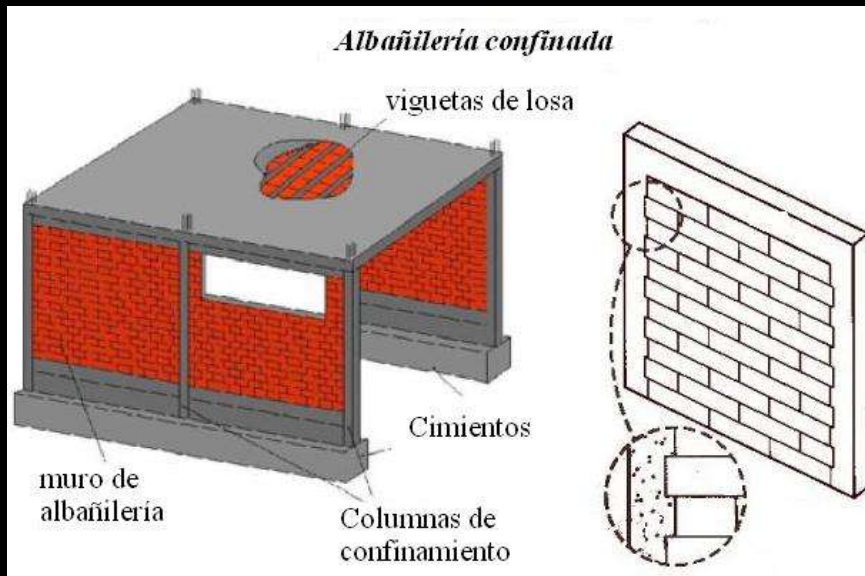
El sistema constructivo más empleado es el de mampuestos unidos por algún tipo de material como la argamasa, morteros cementicios u otros materiales. Entre los materiales de unión están los morteros de arena y cemento, entre otros. Antiguamente se utilizaba el barro, excremento de animales, etc.

El muro resultante de la asociación de elementos mampuestos y sus materiales de unión, es un elemento monolítico que puede resistir las exigencias de cualquier muro: cargas, gravedad, acción de vientos o sismos. Esto siempre que las juntas sean capaces de transmitir los esfuerzos entre las piezas sin que se produzcan deformaciones importantes

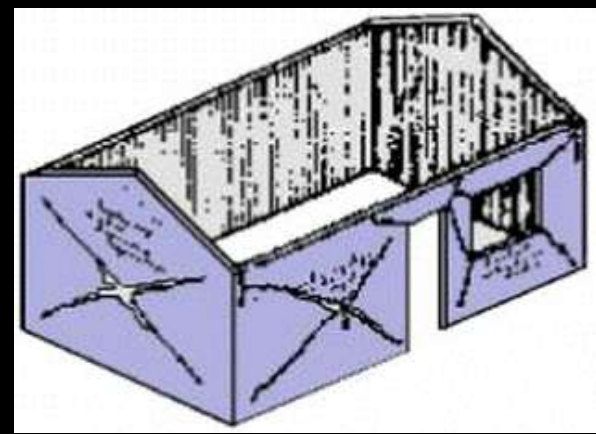
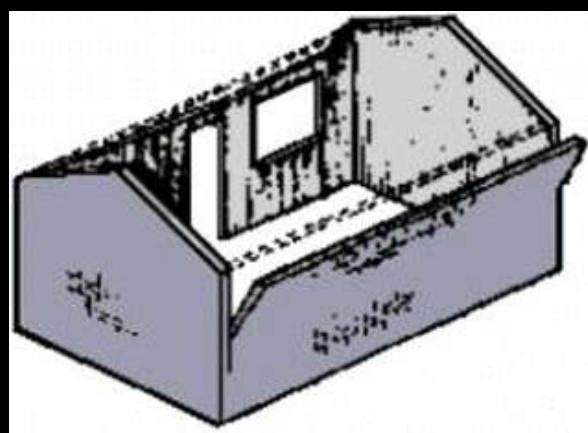
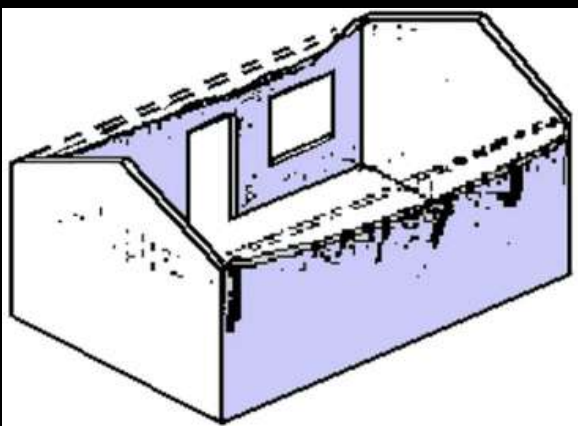
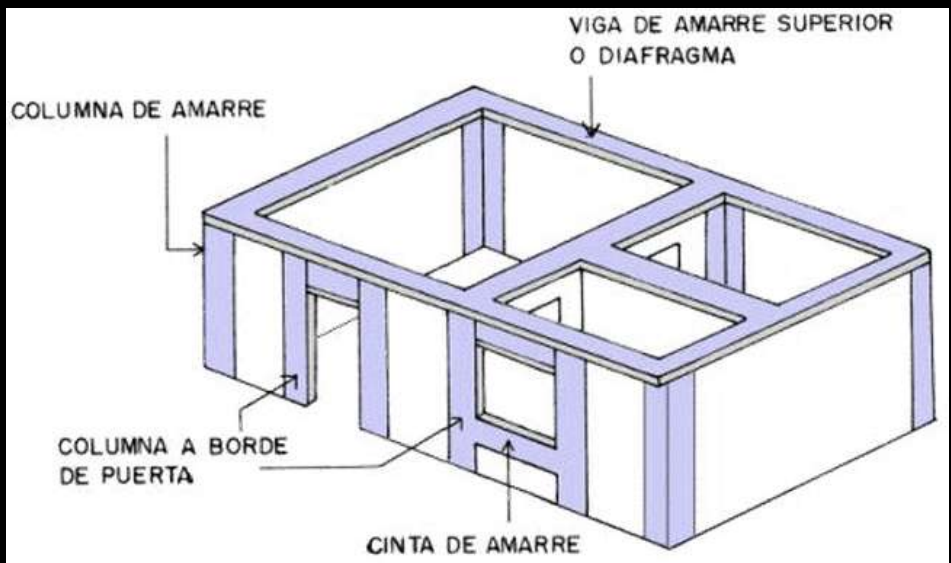
# MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS

## REQUISITOS GENERALES

Se conoce como mampostería confinada aquella que se construye utilizando muros de mampostería rodeados con elementos de concreto reforzado, vaciados posteriormente a la ejecución del muro y que actúan monóticamente con éste.



# LA CONFIGURACIÓN



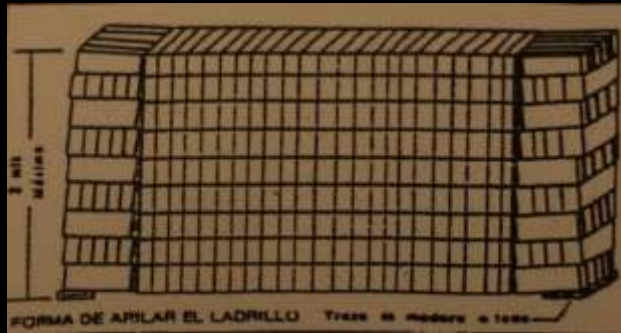


# MATERIALES

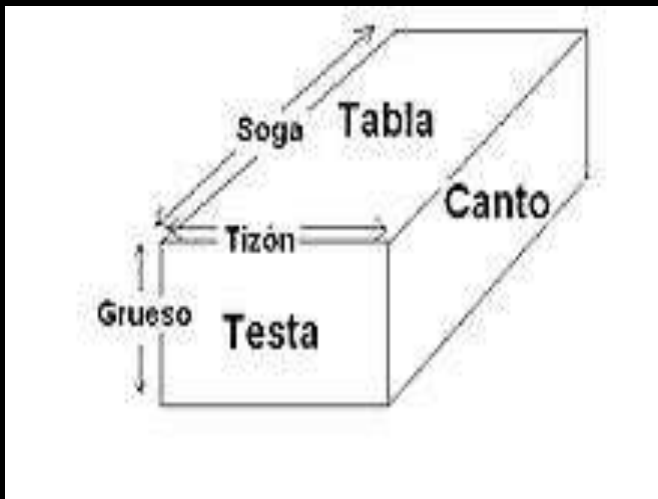
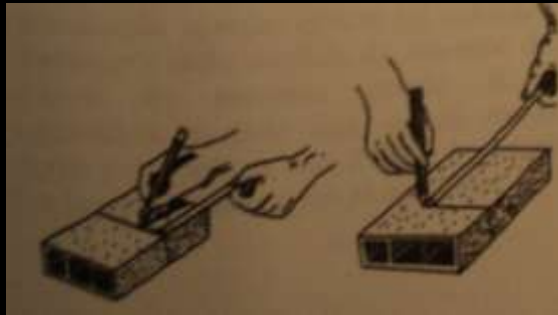
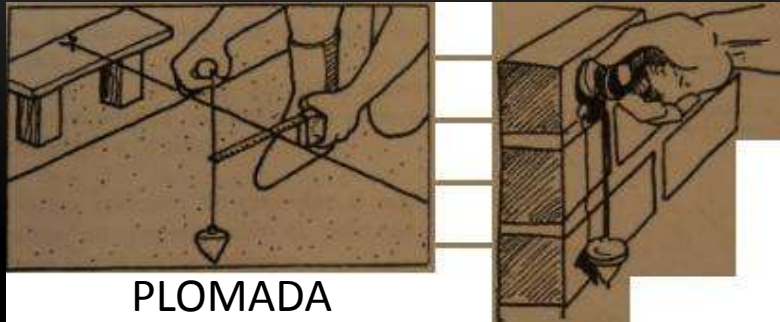
- MAMPUESTOS Ó UDS. DE MAMPOSTERIA
- CEMENTO Y AGREGADOS
- ACERO

## MAMPUESTOS Ó UNIDADES DE MAMPOSTERIA

Se entiende como cada una de las piezas manufacturadas que conforman el cuerpo de los muros mediante una determinada disposición. Los hay de diferente forma, tamaño, material, densidad. Según la normativa las unidades pueden ser según el material de concreto, arcilla cocida y de apertura vertical, horizontal o macizo.



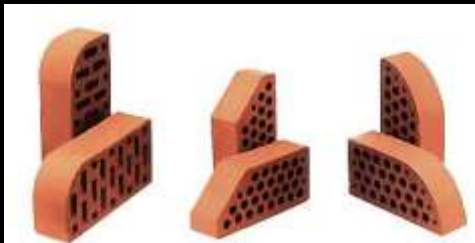
# MAMPUESTO DE ARCILLA COCIDA “LADRILLO COMUN”



Un **ladrillo** es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, cuyas dimensiones suelen ser de 24 x 12 x 5 cm.

Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de *soga*, *tizón* y *grueso*, siendo la *soga* su dimensión mayor. Así mismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de *tabla*, *canto* y *testa* (la *tabla* es la mayor). Por lo general, la *soga* es del doble de longitud que el *tizón* o, más exactamente, dos tizones más una junta, lo que permite combinarlos libremente.

# TIPOS DE LADRILLO



**Ladrillo perforado**, que son todos aquellos que tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Se utilizan en la ejecución de fachadas de ladrillo.

**Ladrillo macizo**, aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.

**Ladrillo tejar o manual**, simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.

**Ladrillo aplantillado**, aquel que tiene un perfil curvo. El nombre proviene de las plantillas que utilizaban los canteros para labrar las piedras, y que se utilizan para dar la citada forma al ladrillo.

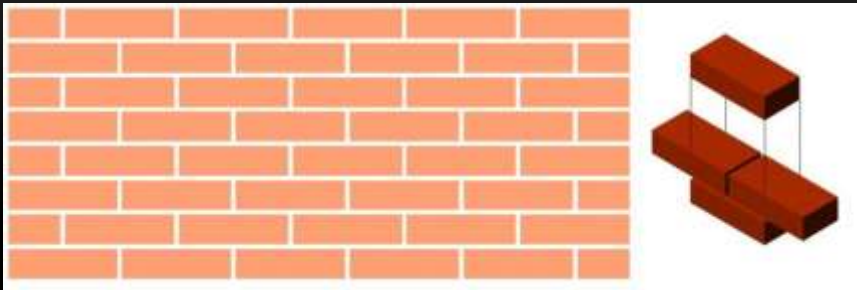
**Ladrillo hueco**, son aquellos que poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo. Aquellos que poseen orificios horizontales son utilizados para tabiquería que no vaya a soportar grandes cargas. Pueden ser de varios tipos:

Ladrillo hueco simple: posee una hilera de perforaciones en la testa.

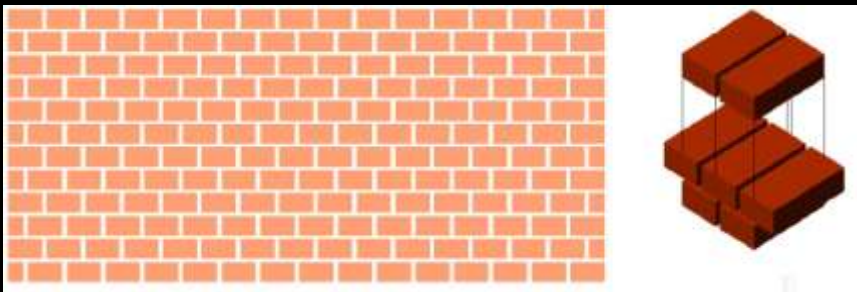
Ladrillo hueco doble: con dos hileras de perforaciones en la testa.

Ladrillo hueco triple: posee tres hileras de perforaciones en la testa.

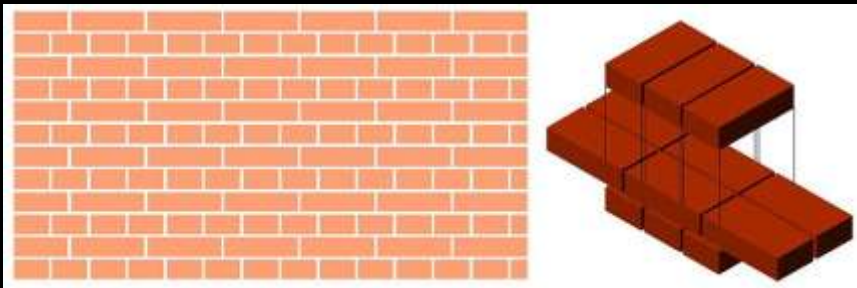
# APAREJOS



soga



tizón



ingles

**Aparejo a sogas:** los costados del muro se forman por las sogas del ladrillo, es muy utilizado para fachadas de ladrillo cara vista.

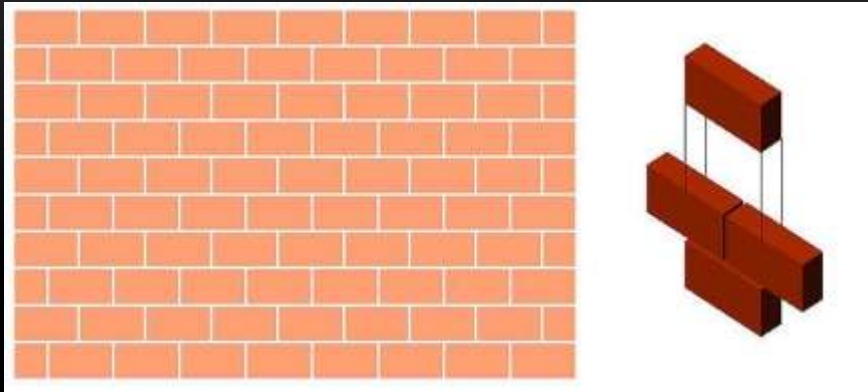
**Aparejo a tizones o a la española:** en este caso los tizones forman los costados del muro. Muy utilizado en muros que soportan cargas estructurales (portantes) que pueden tener entre 12,5 cm y 24 cm colocados a media soga.

**Aparejo a sardinel:** aparejo formado por piezas dispuestas a sardinel, es decir, de canto, de manera que se ven los tizones.

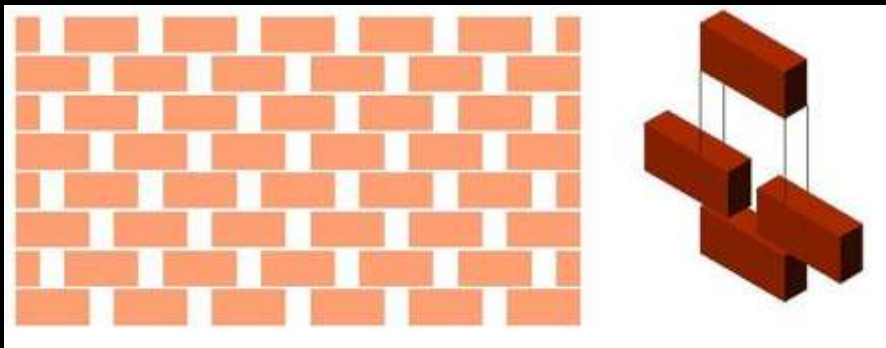
**Aparejo inglés:** en este caso se alternan hiladas en sogas y en tizones. Se emplea mucho para muros portantes en fachadas de ladrillo cara vista. Su traba es mejor que el muro a tizones pero su puesta en obra es más complicada y requiere mano de obra más experimentada.



# MAMPUESTO DE ARCILLA COCIDA “LADRILLO COMUN”



Panderete



Palomero

Se llama **tabique** a una pared delgada que sirve para separar estancias dentro de una vivienda.

**Aparejo en panderete:** es el empleado para la ejecución de tabiques, su espesor es el del grueso de la pieza y no está preparado para absorber cargas excepto su propio peso.

**Aparejo palomero:** es como el aparejo en panderete pero dejando huecos entre las piezas horizontales. Se emplea en aquellos tabiques provisionales que deben dejar ventilar la estancia.

## Recomendaciones para la colocación de ladrillos:

Colocarlos perfectamente mojados. Colocarlos apretándolos de manera de asegurar una correcta adherencia del mortero. Hiladas horizontales y alineadas. Las juntas verticales irán alternadas sin continuidad con espesor de 1,5 cm. Los muros que se crucen o empalmen deberán ser perfectamente trabados. Se controlará el “plomo” y “nivel” de las hiladas. No se permite el empleo de clavos, alambres o hierros para la traba de paredes o salientes. Las paredes irán unidas a las estructuras por armadura auxiliar (hierro 6mm de diámetro).

# MORTERO DE PEGA

-Es el material de unión entre las piezas mediante adherencia desarrollada en juntas horizontales y verticales. Las características deseables de los morteros usados en mampostería son aquellas que permitan desarrollar la adherencia con buenas condiciones de resistencia al conjunto.

-Los materiales usados en la preparación del mortero de pega son: arena, cemento y agua. A este se le puede agregar cal para mejorar la calidad de la unión entre la pieza y el mortero ya que permite buena retención del agua en la mezcla, además mejora la plasticidad y el color del mortero. El agua al igual que la arena que se utilicen deben estar limpias y sin maleza o suciedad.

-El **mortero de revoque** es el que se utiliza para recubrir las paredes y obtener una superficie lisa que oculta las unidades de mampostería y sobre el cual es posible aplicar los diferentes acabados.

-El **mortero de relleno o grouting** permiten formar columnas en los orificos de los mampuestos.



# CONCRETO REFORZADO

El concreto es la mezcla de cemento, arena, grava, y agua. Dependiendo de las cantidades de cada uno de los materiales se obtienen concretos de diferentes resistencia que son apropiados para cada parte de la obra.

El concreto reforzado se compone de concreto simple entre el cual se coloca un refuerzo de acero formado por varillas longitudinales y anillos transversales llamados estribos. Se utiliza principalmente para vigas, columnas, cimentaciones, losas de entrepiso, dinteles.

## REFUERZO

El acero se emplea para reforzar las estructuras de concreto para que puedan resistir esfuerzos a tracción. La forma y colocación del acero deben estar de acuerdo con los planos estructurales. Las varillas se conocen comercialmente por su diámetro que se da en pulgadas y avanza de a un octavo por esta razón a veces se conoce por el numero de octavos. El acero se consigue en varillas de 6, 9 o 12 metros en el mercado y puede ser liso o corrugado este ultimo presenta una mejor resistencia y se adhiere mejor al concreto.

## FIGURACION

Se llama figuración a cortar y doblar varillas de acero una vez terminado el corte se doble con un tubo galvanizado que va a dar forma a los estribos. Los estribos son elementos de diámetro pequeño dispuestos transversalmente amarrando las varillas dándole mayor resistencia y estabilidad al concreto.



# HERRAMIENTAS Y EQUIPO

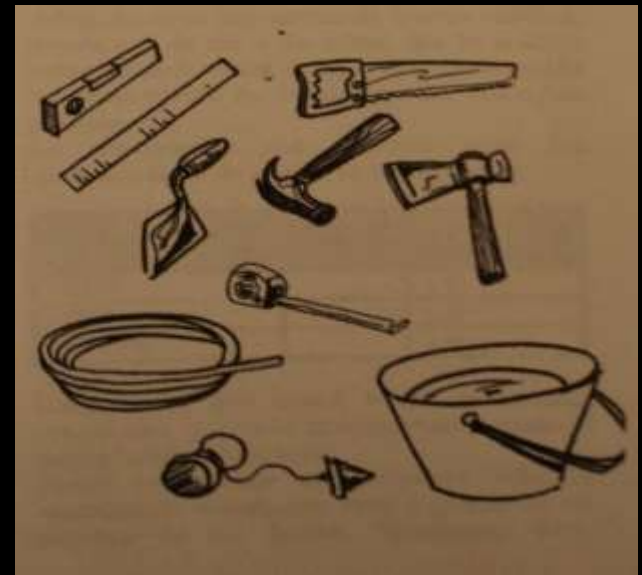
Para hacer un trabajo de buena calidad es necesaria gran cantidad de herramientas. Para conservarlas en buen estado es necesario limpiarlas y guardarlas después de haberlas tenido en uso. Para localizar la vivienda son necesarios los siguientes elementos de medida: plomada, nivel de burbuja, flexo metro, escuadra nivel de manguera y carrete de hilo.

Para manejar los materiales siempre se debe tener a mano: palas ,serruchos, tenazas, cepillos, palustres, mazos, picas , martillos, martillos de caucho, cincel, espátulas, llanas y codales.

En el momento de medir y transportar los materiales son útiles: baldes, artesas (cajones), bateas o zaranda, canecas y carretas.

## **Formaleta o encofrado**

Es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al concreto.





# REQUISITOS PARA LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

## GENERAL:

La resistencia ante todas las cargas se obtienen por medio de los muros estructurales, los cuales deben ser confinados.

Para que un muro confinado se considere como muro estructural debe ser continuo desde la cimentación hasta su nivel superior y no puede tener ningún tipo de aberturas.

## UNIDADES DE MAMPOSTERÍA PERMITIDAS:

La mampostería de muros confinados se debe construir utilizando unidades de concreto, de arcilla cocida o sílico-calcáreas. Las unidades de mampostería pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal o maciza.

### *Valores mínimos para la resistencia de las unidades, $f'_{cu}$ :*

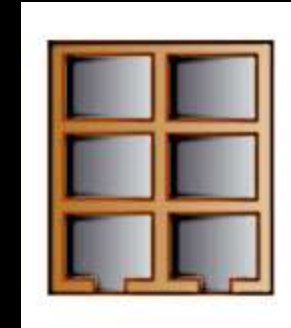
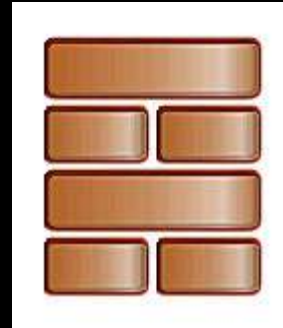
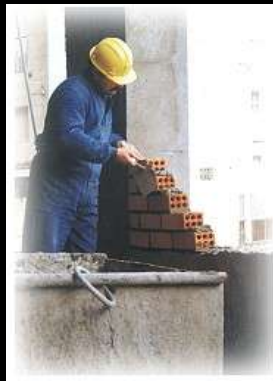
Las unidades de mampostería que se empleen en la construcción de muros de mampostería confinada deben tener al menos las resistencias mínimas que se dan en la siguiente tabla

Resistencia mínima de las unidades para muros de mampostería confinada	
Tipo de unidad	$f'_{cu}$ (MPa)
Tolete de arcilla	15
Bloque de perforación horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	5

### ***Restricción al uso del bloque de perforación horizontal de arcilla:***

Sólo se permite el uso del bloque de perforación horizontal de arcilla en edificaciones de uno y dos pisos.

**ESPESOR MÍNIMO DEL MURO:** Los muros de mampostería confinada en ningún caso pueden tener una relación entre la altura libre del muro y su espesor mayor de 25 y deben tener un espesor nominal no menor de 110 mm.



### **REQUISITOS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO**

#### **RESISTENCIA DEL CONCRETO:**

Tanto las columnas como las vigas de confinamiento se deben construir utilizando concreto cuya resistencia mínima a la compresión debe ser 17.5 MPa medida a los 28 días.

#### **REFUERZO INTERIOR EN EL MURO:**

Todo refuerzo debe ir colocado dentro de las columnas y vigas de confinamiento, no se permite colocar los refuerzos de confinamiento dentro de unidades de perforación vertical. Se exceptúan las vigas de remate de los muros, las cuales se pueden realizar en unidades tipo U, inyectadas con mortero de resistencia a la compresión no menor de 14 MPa.

## D.10.5 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

**D.10.5.1 — GENERAL** — Se consideran columnas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en los dos bordes del muro que confinan y en puntos intermedios dentro del muro. Las columnas de confinamiento deben ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro y se deben vaciar directamente contra el muro con posterioridad al alzado de los muros estructurales de cada piso.

**D.10.5.2 — DIMENSIONES MÍNIMAS** — Las dimensiones mínimas para los elementos de confinamiento debe ser las siguientes:

**D.10.5.2.1 — *Espesor mínimo*** — El espesor mínimo de los elementos de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

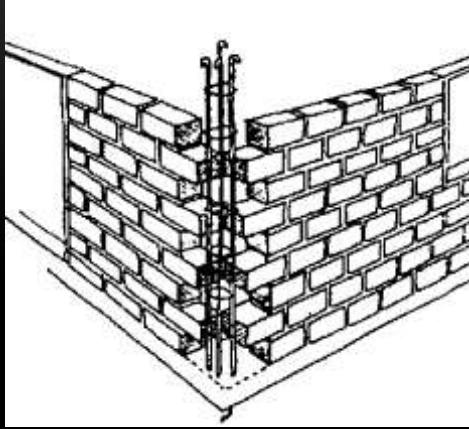
**D.10.5.2.2 — *Área mínima*** — El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de (200 cm<sup>2</sup>).

**D.10.5.3 — UBICACIÓN** — Deben colocarse columnas de confinamiento en los siguientes lugares:

- (a) En los extremos de todos los muros estructurales.
- (b) En las intersecciones con otros muros estructurales.
- (c) En lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.



**D.10.5.4 — REFUERZO MÍNIMO** — El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:



(a) **Refuerzo longitudinal** - No debe ser menor de 3 barras N 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El área de refuerzo longitudinal debe ser mayor o igual a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento.

(b) **Refuerzo transversal** – Debe utilizarse refuerzo transversal; consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N<sup>o</sup> 2 (1/4") o 6M (6 mm), espaciados a una separación no mayor de 1.5 veces la menor dimensión del elemento, o 20 cm.

**D.10.5.5 — ANCLAJE DEL REFUERZO** — El refuerzo vertical de las columnas de confinamiento debe anclarse al sistema de cimentación. Pueden utilizarse barras de empalme ancladas en la cimentación mediante ganchos a 90°.

Estas barras deben sobresalir la longitud de empalme por traslapeo desde la cara superior del cimiento.

En el extremo superior de la columna de confinamiento los refuerzos longitudinales deben anclarse en un elemento de confinamiento transversal a su dirección con un gancho de 90°.

**D.10.5.6 — REFUERZO TRANSVERSAL DE CONFINAMIENTO** — En las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia se deben utilizar estribos cerrados de confinamiento mínimo N 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 10 cm y cuyas ramas no pueden estar separadas a distancias mayores de 15 cm. La distancia en cada extremo del elemento, medida a partir del elemento transversal de confinamiento, en la cual se deben colocar los estribos de confinamiento debe ser la mayor entre 450 mm, 3 veces la mayor dimensión de la sección del elemento o la sexta parte de la luz en cuestión.





## D.10.6 — VIGAS DE CONFINAMIENTO

**D.10.6.1 — GENERAL** — Se consideran vigas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en la parte inferior y superior de muros confinados. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan. La viga de cimentación se considera como una viga de amarre y debe cumplir los requisitos mínimos de las vigas de amarre.

### D.10.6.2 — DIMENSIONES MÍNIMAS :

**D.10.6.2.1 — *Espesor mínimo*** — El espesor mínimo de las vigas de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

**D.10.6.2.2 — *Área mínima*** — El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de  $200 \text{ cm}^2$ . En caso de utilizarse una losa de entrepiso maciza de espesor superior o igual a 10 cm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior al mínimo.

**D.10.6.3 — UBICACIÓN** — Deben colocarse vigas horizontales de confinamiento en el arranque y en el remate del muro, en los entrepisos y a distancias libres verticales no mayores de 25 veces el espesor del muro. Las vigas deben disponerse formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta. Deben ubicarse vigas amarres en los siguientes sitios:

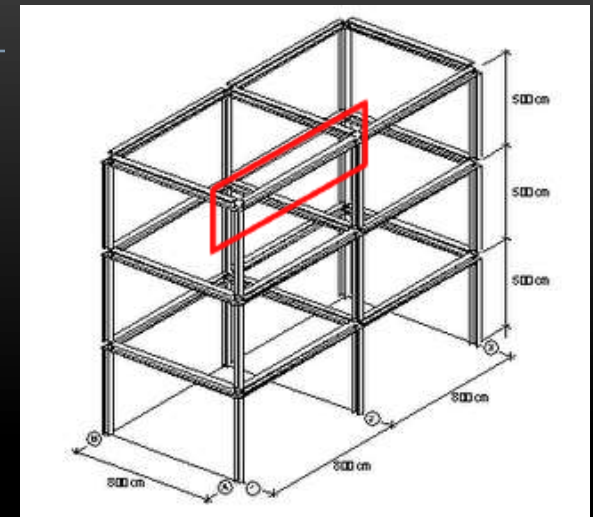
**(a) A nivel de cimentación** — El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.

**(b) A nivel del sistema de entrepiso** — Las vigas de amarre deben ser parte del sistema de entrepiso.

**(c) A nivel del enrase de cubierta** — Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma:

1. Vigas horizontales al nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.

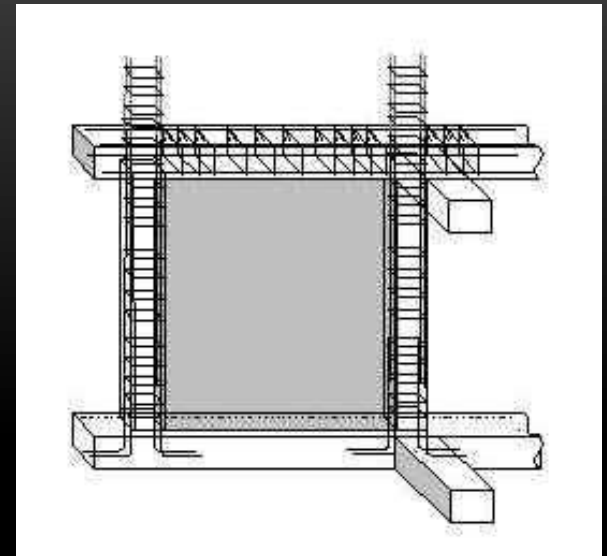
2. Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas, combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas.



**D.10.6.4 — REFUERZO MÍNIMO** — El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

**(a) Refuerzo longitudinal** — El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 3 barras N 3 (3/8") ó 10M (10 mm), El área de refuerzo longitudinal no puede ser menor a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento. Para anchos inferiores a 110 mm , y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N 4 (1/2") ó 12M (12 mm).

**(b) Refuerzo transversal** — El refuerzo transversal mínimo debe consistir en estribos cerrados N 2 (1/4") o 6M (6 mm), espaciados a distancias no mayores de 20 cm ni de 1.5 veces la menor dimensión del elemento.



**D.10.6.5 — ANCLAJE DEL REFUERZO** — El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90° dentro de un elemento de confinamiento transversal a su dirección.

**D.10.6.6 — VIGA DE AMARRE SOBRE LA CIMENTACIÓN** — Sobre la cimentación debe colocarse una viga de amarre que cumpla con los requisitos mínimos para vigas de confinamiento dados en esta sección. Cuando la cimentación está construida con elementos de concreto reforzado, éstos se consideran como equivalentes a la viga de amarre y sólo se debe cumplir con las cuantías mínimas.

**D.10.6.7 — CINTAS DE AMARRE** — Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos (pared o baranda para evitar caídas), etc. Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

**(a)** Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 10 cm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.

**(b)** Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente mínimo con dos barras N 3 (3/8") o 10M (10 mm) o una barra N9 4 (1/2") o 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 14 MPa.

## D.10.8 — REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

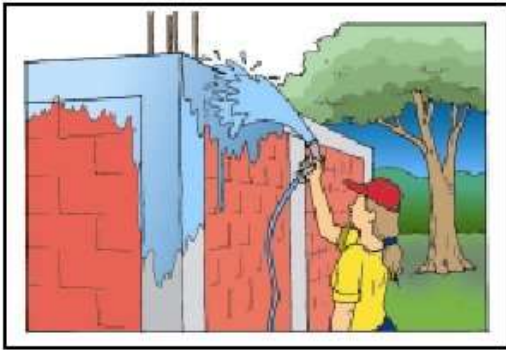
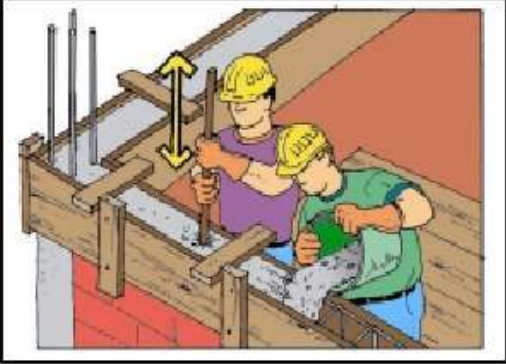
**D.10.8.2 — DETALLES DEL REFUERZO** — Todo refuerzo debe estar colocado en elementos de confinamiento.

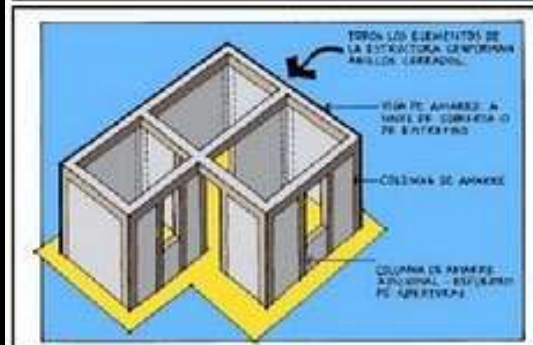
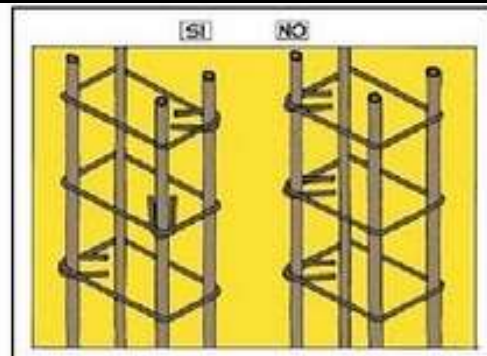
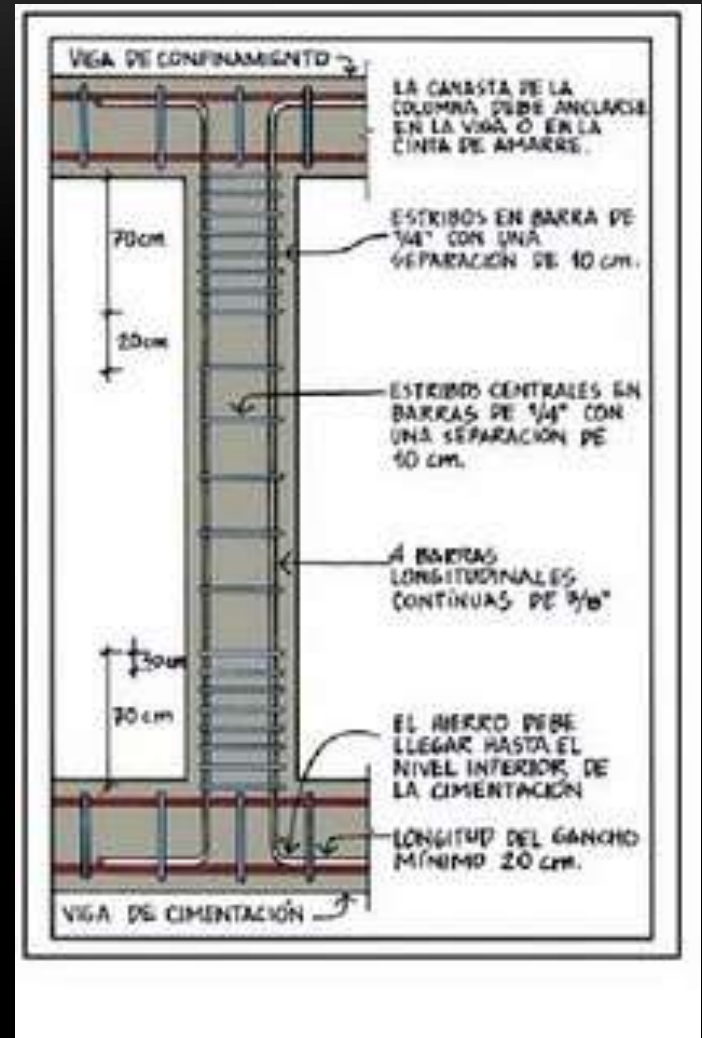
**D.10.8.4 — CONSTRUCCIÓN DEL MURO** — La ejecución del muro se debe hacer de manera previa al vaciado de las columnas, dejando el espacio especificado para ellas, siguiendo los procedimientos.

**D.10.8.5 — JUNTAS DE CONTROL** — En el espacio confinado entre columnas no se permiten juntas de control. Si se requiriesen, éstas deben localizarse entre columnas adyacentes diseñadas para tal propósito.

**D.10.8.6 — VACIADO DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO** — Una vez dispuesto el refuerzo vertical y el refuerzo horizontal de las columnas, se deben colocar los testeros laterales que constituyen la formaleta de las columnas, permitiendo que el concreto vaciado haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual debe estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería. El refuerzo vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase la cantidad necesaria para realizar los empalmes por traslapo con la columna superior si la hubiese; el remate del refuerzo vertical se debe anclar en la cara superior de la viga de confinamiento, utilizando ganchos de 90°.

**D.10.8.7 — VIGAS DE CONFINAMIENTO** — Una vez vaciadas las columnas de confinamiento, se debe proceder a realizar el vaciado de la losa o de las vigas de confinamiento que van directamente sobre los muros confinados y en contacto con éstos.







# CAPÍTULO E.3

NSR -10

## MAMPOSTERÍA CONFINADA 1 Y 2 PISOS

### E.3.1 — GENERALIDADES

**E.3.1.1 — SEGÚN SU FUNCIÓN** — se clasifican en dos grandes grupos:

**E.3.1.1.1 — Muros confinados estructurales** — Se consideran muros estructurales aquellos que resisten las fuerzas horizontales causadas por el sismo, o el viento, además de soportar las cargas verticales, muertas y vivas, en el caso de que constituyan soporte del entrepiso y/o cubierta

**E.3.1.1.2 — Muros no estructurales** — Son aquellos muros que cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y que no soportan ninguna carga adicional a su peso propio.

**E.3.1.2 — MUROS CONFINADOS ESTRUCTURALES** — Sólo se consideran como muros estructurales, en un nivel determinado, aquellos que presentan continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado, que no tienen ningún tipo de aberturas, y que están confinados.

**E.3.1.3 — AMARRE DE LOS MUROS NO ESTRUCTURALES** — Los muros no estructurales, interiores o de fachada, deben amarrarse o trabarse con los muros perpendiculares a su plano y los diafragmas.

**E.3.1.4 — PERDIDA DE SECCION** — Cuando un muro estructural pierda en algún punto más del 50 por ciento de su sección debido a una bajante o a algún otro elemento perteneciente a las instalaciones interiores, debe considerarse que el muro se ha fraccionado en dos muros, los cuales deben analizarse y diseñarse como elementos independientes, confinando cada uno de ellos independientemente.



### E.3.3 — MORTERO DE PEGA

**E.3.3.1** — Los morteros de pega utilizados en construcciones de uno y dos pisos deben tener buena plasticidad y consistencia y deben garantizar la retención del agua mínima para la hidratación del cemento. Su función principal es la de adherir las unidades de mampostería y para ello se deben establecer dosificaciones apropiadas que garanticen su calidad. Su resistencia mínima a la compresión a los 28 días debe ser 7.5 MPa (75 kgf/cm<sup>2</sup>), medida en cilindros de 7,5 cm de diámetro por 15 cm de altura.

### E.3.4 — ABERTURAS EN LOS MUROS

**E.3.4.1** — Las aberturas en los muros deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. El área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.

**E.3.4.2 — DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ABERTURAS** — Entre las aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 50 cm. Y en ningún caso debe ser menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura.

**E.3.4.3 — REFUERZO DE LAS ABERTURAS** — Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismos y la longitud total en planta de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total en planta del muro

**E.3.4.3.1** — No se deben dejar aberturas continuas en la parte superior del muro, cerca de las columnas de confinamiento, porque se puede presentar el efecto de columna corta.



### E.3.5 — ESPESOR DE MUROS

**E.3.5.1 — DEBIDO A LA ALTURA LIBRE** — Para muros estructurales la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder 25 veces el espesor efectivo del muro. En el caso de cubiertas que constituyan diafragmas inclinados, la medida vertical puede tomarse como la distancia libre entre el diafragma inferior de entrepiso o de cimentación y la altura media del diafragma; y cuando haya vigas de amarre a la altura de dintel, la distancia vertical puede tomarse hasta este nivel, verificando tanto la distancia por debajo del dintel como la distancia hasta el punto más alto de la culata de remate, la cual debe tener una cinta de amarre en su remate.

**E.3.5.2 — DEBIDO A LONGITUD LIBRE HORIZONTAL** — Para los muros estructurales la distancia libre horizontal no puede exceder 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro bajo consideración.

**E.3.6.1 — GENERAL** — Para poder garantizar que la edificación tenga capacidad de disipación de energía en el rango inelástico, debe proveerse una longitud mínima de muros confinados en cada una de las direcciones principales en planta. Los muros confinados pueden ser muros de carga o muros transversales de rigidez.

**E.3.6.2 — LOCALIZACIÓN** — Para poder garantizar que el comportamiento individual y de conjunto sea adecuado, los muros confinados deben ubicarse buscando la mejor simetría y la mayor rigidez torsional de la edificación. Esto se logra disponiendo muros confinados simétricos lo más cerca posible a la periferia.

**E.3.6.3 — CANTIDAD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN** — Para proveer un reparto uniforme de la responsabilidad de resistir las fuerzas sísmicas en el rango inelástico, los muros confinados que se dispongan en cada una de las direcciones principales deben tener longitudes similares. Las longitudes de aquellos muros confinados que estén en un mismo plano vertical, no deben sumar más de la mitad de la longitud total de muros confinados en esa dirección.

**E.3.6.5 — MUROS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA CUMPLIR LA LONGITUD MÍNIMA** — Para efectos de contabilizar la longitud de muros confinados en cada dirección principal, sólo deben tenerse en cuenta aquellos muros que están confinados, que son continuos desde la cimentación hasta la cubierta, y que no tienen ninguna abertura entre columnas de confinamiento.

**E.3.6.6 — DISTRIBUCIÓN SIMÉTRICA DE MUROS** — Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica.



# CAPÍTULO E.4

NSR -10

## ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN MAMPOSTERÍA CONFINADA



### E.4.2 — MATERIALES

**E.4.2.1 — ESPECIFICACIONES MÍNIMAS** — Las siguientes son las especificaciones mínimas establecidas para los materiales utilizables en la construcción de los elementos de confinamiento:

**(a) Concreto** — El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días,  $f_{cu}$ , igual o superior a 17.5 MPa.

**(b) Acero de refuerzo** — El acero de refuerzo longitudinal puede ser liso o corrugado. En ningún caso, el acero de refuerzo puede tener un límite de fluencia,  $f_y$  inferior a 240 MPa.





## E.4.3 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

**E.4.3.1 — GENERAL** — En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslapo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Cuando una columna tenga dos niveles, se puede realizar un empalme por traslapo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros estructurales y directamente contra ellos.



**E.4.3.2 — DIMENSIONES** — La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 200 cm<sup>2</sup>, con espesor igual al del muro que confina.

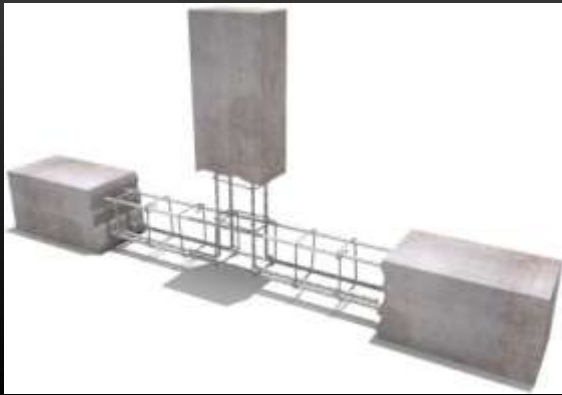
**E.4.3.3 — UBICACIÓN** — Deben colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.



**E.4.3.4 - REFUERZO MÍNIMO** - El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

**(a) Refuerzo longitudinal** — No debe ser menor de 4 barras N 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó 3 barras N9 4 (1/2") o 12M (12 mm).

**(b) Refuerzo transversal** — Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N9 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.



## E.4.4 — VIGAS DE CONFINAMIENTO

**E.4.4.1** — En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan.

**E.4.4.2 — DIMENSIONES** — El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200 cm<sup>2</sup>. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 7,5 cm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior a 200 cm<sup>2</sup>.

**E.4.4.3 — UBICACIÓN** — Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta. Deben ubicarse amarres en los siguientes sitios:

**(a) A nivel de cimentación** — El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.

**(b) A nivel del sistema de entrepiso en casas de dos niveles** — Las vigas de amarre pueden ir embebidas en la losa de entrepiso. En caso de utilizarse una losa maciza de espesor superior o igual a 7,5 cm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa.

**(c) A nivel del enrase de cubierta** — Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma.

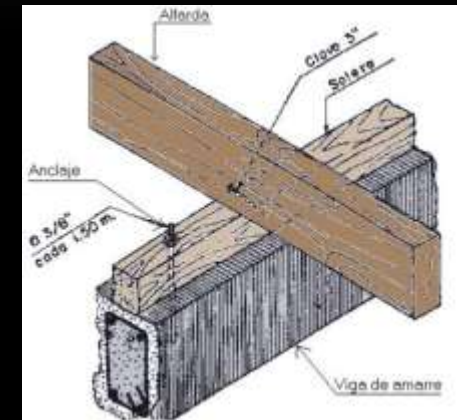
\_ Vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.

\_ Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas.

**E.4.4.4 — REFUERZO MÍNIMO** — El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

**(a) Refuerzo longitudinal** — El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 10,1 cm. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N9 4 (1/2") ó 12M (12 mm) con límite de fluencia,  $f_y$  no inferior a 420 MPa.

**(b) Refuerzo transversal** — Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N9 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 10 cm en los primeros 50 cm de cada extremo de la luz y espaciados a 20 cm en el resto de la luz.



## E.4.5 — CINTAS DE AMARRE

**E.4.5.1** — Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

**(a)** Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 10 cm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.

**(b)** Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó una barra N9 4 (1/2") ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

**E.4.5.2** — Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos terminales.

### E.6.3 — MUROS ESTRUCTURALES Y COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

**E.6.3.1** — En la ejecución de los muros se debe utilizar el siguiente procedimiento.

**(a) *Hiladas de sobrecimiento*** — Se debe picar, limpiar y humedecer la parte superior del concreto ciclópeo donde se coloca el mortero de pega de la primera hilada. Este mortero debe contener un impermeabilizante integral. La primera hilada de sobrecimiento, o hilada madrina, debe ir rematada con mortero que también contenga impermeabilizante integral.

**(b) *Ejecución del muro*** — La construcción del muro se debe ejecutar siguiendo el patrón de colocación de las unidades, teniendo la precaución de dejar los espacios requeridos para las columnas de confinamiento. Al momento de la ejecución del muro, se deben colocar los conectores flexibles establecidos para las intersecciones con muros no estructurales.

**E.6.3.2 — EJECUCIÓN DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO** — Una vez se haya dispuesto el refuerzo vertical y el refuerzo horizontal de las columnas, se deben colocar los testers laterales que constituyen la formaleta de las columnas, permitiendo que el concreto fundido haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual debe estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería. El refuerzo vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase la cantidad necesaria para realizar los empalmes por traslapo con la columna superior si la hubiese; el remate del refuerzo vertical debe anclarse, llevándolo hasta la parte superior de la viga de confinamiento, utilizando ganchos de 909. La parte superior del gancho debe quedar a distancia no mayor de 50 mm de la cara superior de la viga o cinta de remate.

**E.6.3.3 — EJECUCIÓN DEL CONTRAPISO** — Una vez vaciadas las columnas de confinamiento del primer piso se deben ejecutar los rellenos complementarios en recebo entre el suelo natural y la loseta de contrapiso. Sobre la superficie nivelada del recebo, se deben colocar las armaduras de la loseta, para proceder a vaciar el material de ésta, (concreto con agregado fino o mortero con arena gruesa), llevándola siempre hasta la cara de los muros estructurales y las columnas.