



MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

PARA MAESTROS DE OBRA



ÍNDICE

1 ALBAÑILERÍA CONFINADA

- ◆ 1.1 ¿Qué es albañilería confinada?
- ◆ 1.2 ¿Por qué es importante?
- ◆ 1.3 Conjunto estructural
- ◆ 1.4 Componentes de la albañilería confinada
- ◆ 1.5 Proceso constructivo

2 PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

- ◆ 2.1 Doblado del acero
- ◆ 2.2 Columnas
- ◆ 2.3 Vigas
- ◆ 2.4 Losas aligeradas
- ◆ 2.5 Escaleras

3 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

- ◆ 3.1 Introducción
- ◆ 3.2 Mezclado del concreto
- ◆ 3.3 Transporte
- ◆ 3.4 Vaciado
- ◆ 3.5 Compactación
- ◆ 3.6 Curado

4 SEGURIDAD E HIGIENE EN OBRA

- ◆ 4.1 Accidentes, tipos y causas
- ◆ 4.2 Tú y la seguridad en obra
- ◆ 4.3 Requisitos del lugar de trabajo: orden y limpieza
- ◆ 4.4 Equipos de protección persona (E.P.P.)
- ◆ 4.5 Manipulación y transporte de materiales
- ◆ 4.6 Prevención contra caídas
- ◆ 4.7 Demolición manual
- ◆ 4.8 Reglas de oro

5 ANEXOS

- ◆ 5.1 Materiales en muros portantes
- ◆ 5.2 Materiales en cimientos corridos
- ◆ 5.3 Materiales en columnas, vigas, techo
- ◆ 5.4 Implementos utilizados en la dosificación de morteros y concretos
- ◆ 5.5 Simbología de planos estructurales

PRESENTACIÓN

Con este manual de construcción para maestros de obra **CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.** quiere contribuir al logro de un mejor nivel tecnológico de los trabajadores de la construcción.

La elaboración de este manual ha contado con el asesoramiento y revisión de ingenieros calificados y su objetivo es reforzar los conocimientos del maestro de obra adquiridos en el trabajo cotidiano.

1. ALBAÑILERÍA CONFINADA

1.1 ¿QUÉ ES ALBAÑILERÍA CONFINADA?

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan generalmente ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc.

En este tipo de viviendas primero se construye los cimientos corridos y luego los muros de ladrillo, seguidamente se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas. (Ver figura 1).

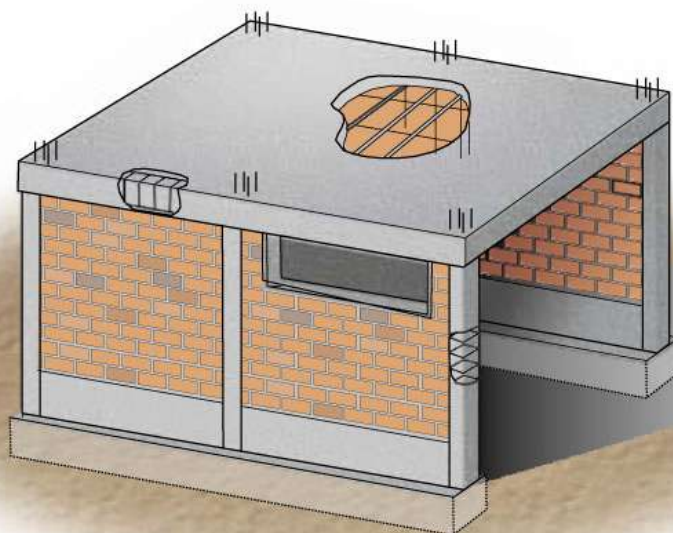


Figura 1. Albañilería Confinada.

1.2 ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA?

Desde hace muchos años, las viviendas de este tipo son las construcciones más populares en las zonas urbanas de nuestro país y en la actualidad esta tendencia continúa.

Por otro lado, si tú estás a cargo de una obra de este tipo, debes tener en cuenta por lo menos estos tres siguientes factores:

- a. El diseño estructural.
- b. El control de los procesos constructivos.
- c. El control de la calidad de los materiales.

Es importante que consideres estos tres factores, ya que para que una vivienda pueda soportar exitosamente los efectos devastadores de un terremoto, debe tener una estructura sólida, fuerte y resistente.

Un sismo causará daños a una vivienda, si esta carece de diseño estructural o si fue mal construida (ver figura 2). La vivienda puede incluso derrumbarse, causando pérdidas materiales importantes, heridas graves a sus ocupantes y hasta la muerte de alguno de ellos.



Figura 2. Vivienda dañada debido al terremoto de Pisco, 15 Agosto, 2007.



RECUERDA

El Perú se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica. En nuestro país, este riesgo sísmico no es igual en todos los departamentos, cada región tiene sus propias características. Observa en el mapa que te presentamos, las zonas que corren mayor riesgo. (ver figura 3).



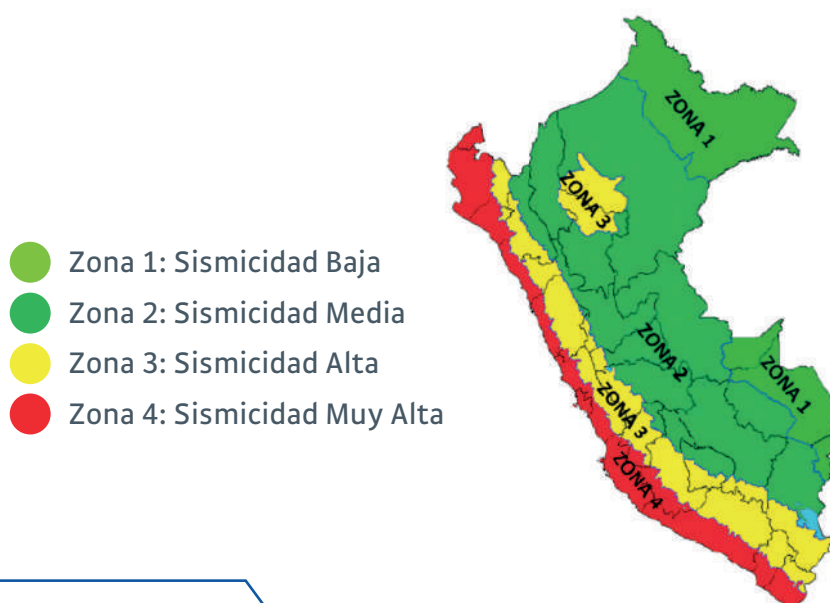


Figura 3. Zonas Sísmicas en el Perú.

1.3 CONJUNTO ESTRUCTURAL

La estructura de una vivienda se encarga de soportar su propio peso y los efectos de un terremoto. Está formada por los siguientes elementos: (ver figura 4).

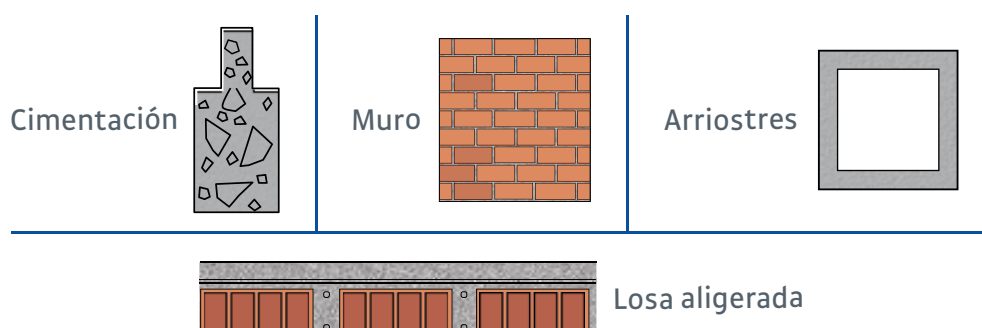


Figura 4.

Conozcamos ahora cada uno de ellos con detenimiento:

1.3.1 Cimentación

Debido a la presencia de muros portantes, el tipo de cimentación que se usa generalmente, es el denominado “cimiento corrido”. Este se construye con:

Concreto ciclópeo = Cemento + Hormigón + Agua + Piedra zanja (mediana o grande).

He aquí algunos requisitos mínimos que debe cumplir:

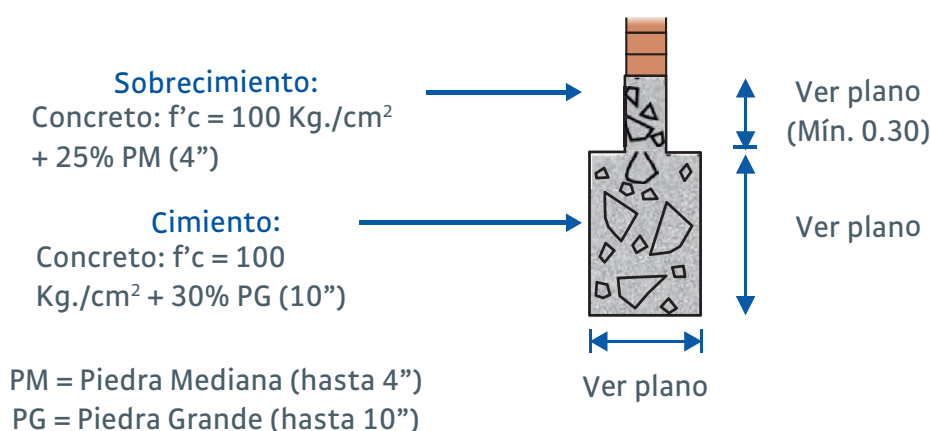


Figura 5.

Es importante tener en cuenta que las medidas del cimiento corrido dependen básicamente de dos factores:

- Del tipo de suelo**
- Del peso total a soportar**

Veamos cada uno de ellos:

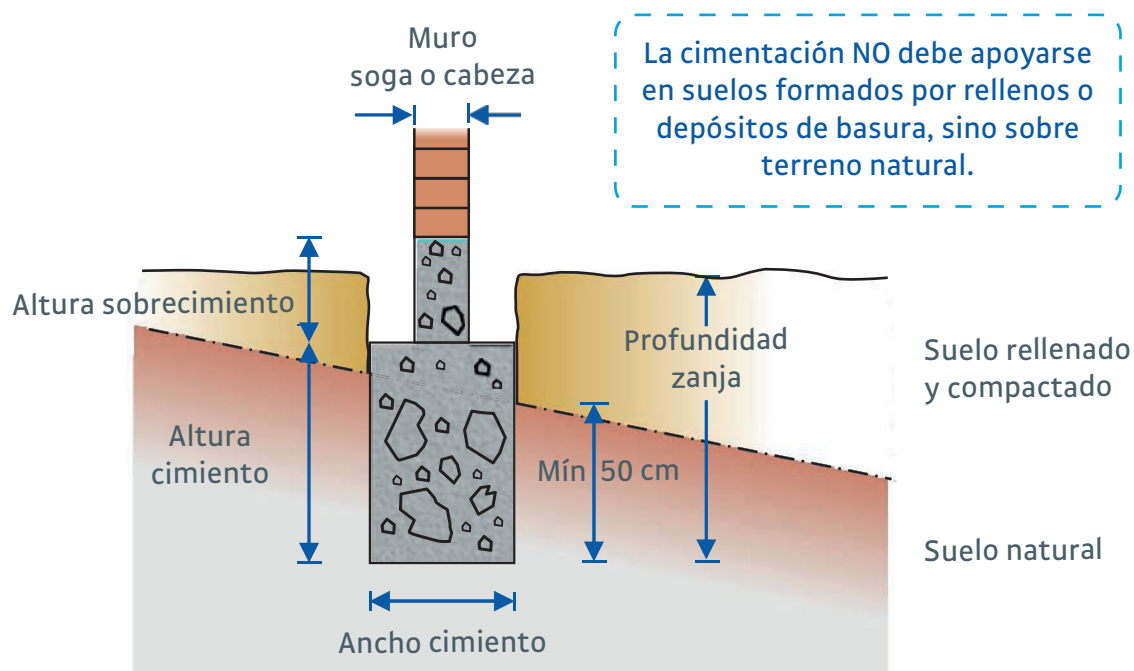
a. Tipo de suelo:

Existen diferentes tipos de suelo y cada uno de ellos tiene sus propias características (arcilloso, arenoso, peso máximo a soportar, grado de humedad, cantidad de sales, sulfatos, etc.).

En Lima, por ejemplo, una gran parte de la ciudad tiene un terreno gravoso (grava y arena) al que se le denomina comúnmente cascajo u hormigón. Sin embargo, la periferia de la ciudad, conformada por el Cono Sur, el Cono Norte o la expansión hacia el Este (La Molina, etc.) no tienen estos terrenos, sino principalmente, arenas sueltas y limos arcillosos. Existen también terrenos pantanosos (Chorrillos).

Como verás, es importante conocer las características del terreno para definir las medidas del cimiento corrido. Este "factor suelo" es considerado por el proyectista cuando realiza el diseño estructural de la vivienda de albañilería que vas a construir.

Aunque cada proyecto incluye planos de cimentación que indican, entre otras cosas, la profundidad de excavaciones, las medidas de sus cimientos y la cantidad de refuerzo necesario; a modo de información referencial y orientadora podemos considerar lo siguiente:



INFORMACIÓN REFERENCIAL

a1.- Profundidad mínima zanja:

100 cm para suelo normal
120 cm para suelo blando

a2.- Cimiento:

Ancho mínimo:
40 cm para suelo normal
60 cm para suelo blando

Altura mínimo:
80 cm para suelo normal
100 cm para suelo blando

Datos válidos solo para viviendas de 1 o 2 pisos

Figura 6.

- ♦ Suelo normal: conglomerado o mezcla de grava y arena.
- ♦ Suelo blando: arena suelta o arena fina o arcilla o suelo húmedo.

Si el suelo es blando, es recomendable considerar un sobrecimiento armado:

INFORMACIÓN REFERENCIAL
Concreto: $f'c = 175 \text{ Kg./cm}^2$ (mínimo)
Refuerzo: (cantidad mínima)
 $4\varnothing 1/2"$: Estribos $\varnothing 6\text{mm.}$: 1 a .05,
 3 a .10, c/e. Rto. .25

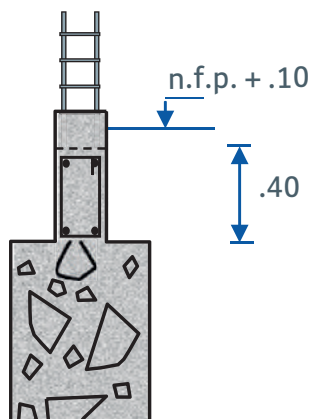


Figura 7.

b. Peso total a soportar

Este es el segundo factor del cual dependen las medidas definitivas y precisas del cimiento corrido.

El peso total a soportar no es igual para todos los cimientos. Algunos soportan más que otros; dependiendo del número de pisos y también de la ubicación (en planta) de los cimientos. Esto también lo toma en cuenta el ingeniero proyectista cuando realiza el diseño estructural de la vivienda.

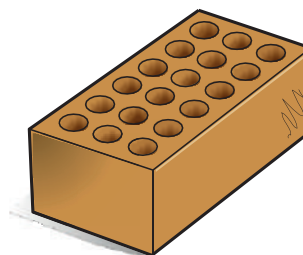
1.3.2 Muro

En este punto nos referiremos a los muros portantes, que constituyen el segundo elemento estructural a estudiar.

Muro portante = Ladrillo King Kong + Mortero

El ladrillo King Kong debe cumplir exigencias de la Norma E070.

Es importante saber que un muro portante no es lo mismo que un “tabique”.

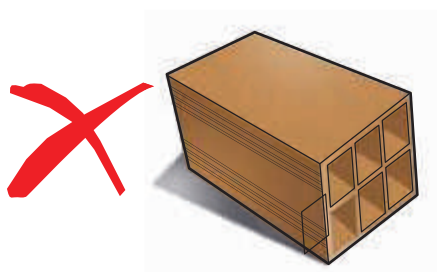


Ladrillo King Kong

Figura 8.

Tabique = Ladrillo pandereta + Mortero

El ladrillo pandereta se debe usar en la construcción de tabiques.



¡Prohibido!

Es peligroso usar este material para construir un muro portante.

Figura 9.

Los muros portantes le proporcionan la fortaleza y la solidez necesarias a una vivienda, es decir, la vuelven más resistente. Observa la figura 10. Ahí se muestra uno de los trabajos que realizan estos muros: soportar y transferir peso (o carga) de cada uno de los pisos de una vivienda.

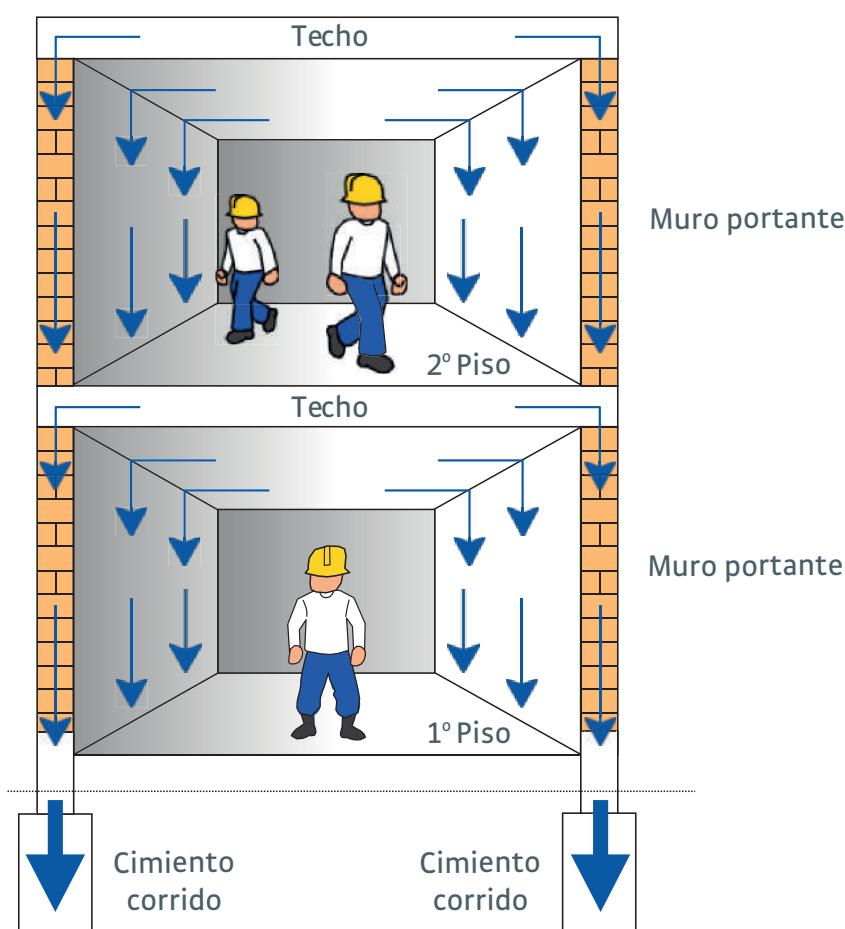


Figura 10. Proceso de transferencia de cargas.

Como se puede apreciar, una edificación es la superposición de varios pisos separados por los techos (losas aligeradas de concreto armado), los cuales se apoyan en los muros (en toda su longitud) por medio de las vigas soleras. En el caso de una vivienda de dos pisos, la transferencia de los pesos de un nivel a otro sucede de la siguiente manera (ver figura 10):

♦ Todo el peso del segundo piso es distribuido a los muros de ese mismo nivel de la manera que indican las flechas.

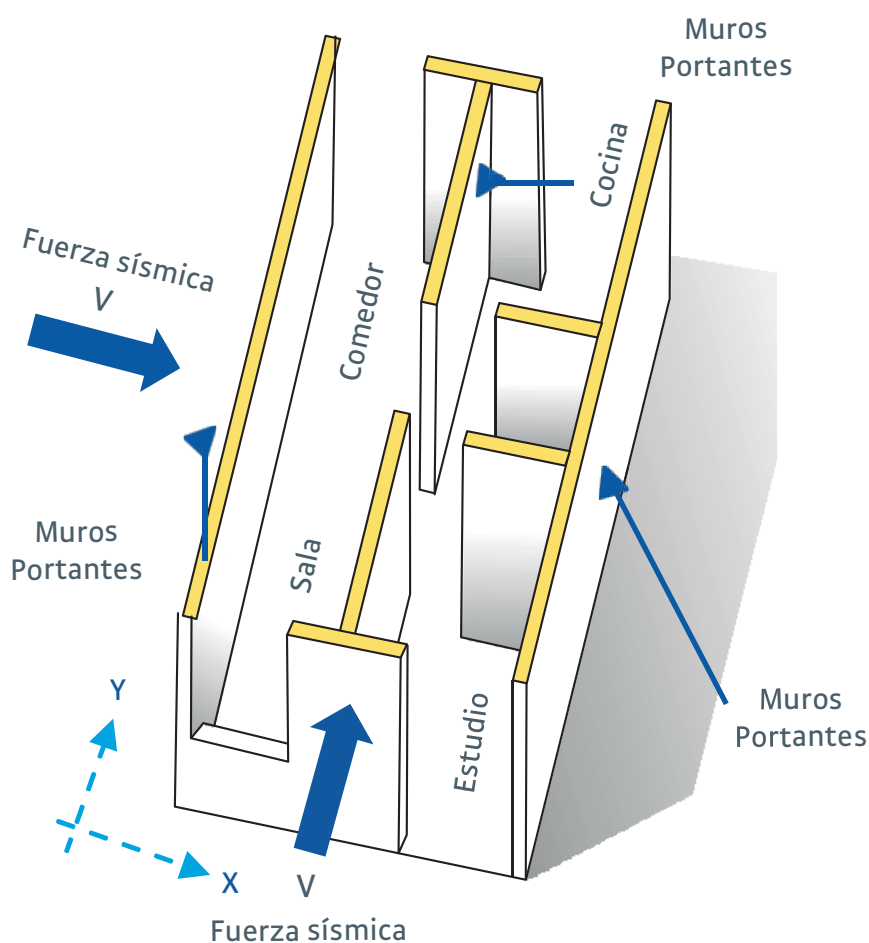


Figura 11. Efectos de un sismo en una vivienda: fuerzas horizontales actuando sobre ella.

♦ Igualmente, el peso del primer piso es distribuido a sus propios muros como indican las flechas, sumándose a esto todo el peso del segundo piso. Como se ve, en este caso, los muros del primer piso soportan el doble de peso que los del segundo.

♦ Finalmente, todo el peso acumulado que llega a los muros del primer piso es transferido a la cimentación y esta lo transfiere al terreno.

Por otro lado, estos mismos muros portantes tienen que realizar otro trabajo adicional: soportar y transferir las fuerzas que producen los sismos. Al ocurrir un sismo, este produce una fuerza (V) que se distribuye a cada muro portante (ver figura 11), ocasionándole mayor presión. Esta fuerza puede llegar en cualquier dirección.

Es importante mencionar que, con cierta frecuencia, los muros portantes tienen que realizar estos dos trabajos al mismo tiempo, lo cual demanda un gran esfuerzo para cada muro portante y por esta razón es importante utilizar excelentes materiales, contar con buena mano de obra y tener un diseño estructural adecuado (planos estructurales). Por eso toma en cuenta estas dos recomendaciones.

a. Necesidad de tener muros portantes en las dos direcciones (X, Y):

Un sismo es un fenómeno natural que ocasiona, entre otros efectos, que la vivienda se sacuda como si alguien la empujara lateralmente. Estas fuerzas pueden sacudir a la vivienda en distintas direcciones (X, Y). Por lo tanto, la edificación debe tener muros dispuestos a lo largo de dichas direcciones, de modo que le proporcionen fortaleza. (ver figuras 12 y 13).

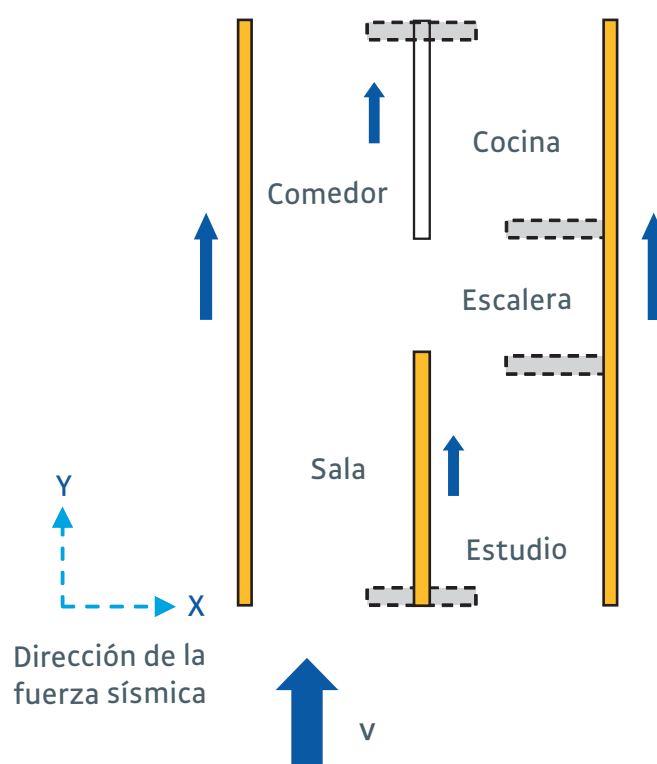


Figura 12. Planta. Muros portantes que resisten la fuerza sísmica.

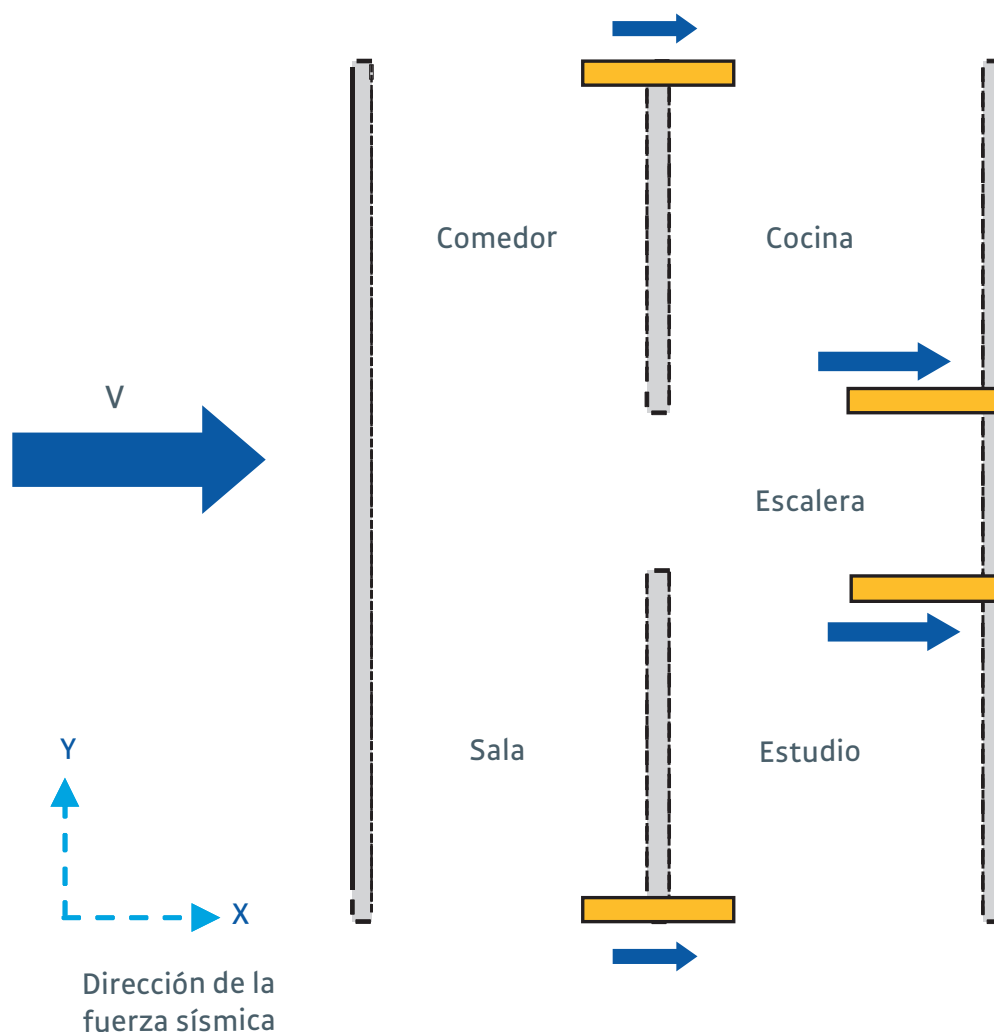


Figura 13. Planta: Muros portantes que resisten la fuerza sísmica.

Los muros portantes trabajan principalmente en dirección longitudinal, es decir, a lo largo. Esto significa que en una casa como la de la figura 12, los muros dispuestos en la dirección “Y”, son los que deberán soportar las fuerzas del sismo en esa dirección; y los muros dispuestos en la dirección “X”, (ver figura 13) son los que deberán soportar la fuerza sísmica de esta dirección.

Los problemas comienzan cuando en una vivienda hay escasos muros en una dirección u otra, o si estos son de poca longitud. De presentarse esta grave deficiencia, las fuerzas del sismo pueden ocasionar la rajadura y el colapso de los muros. El diseño estructural de una vivienda permite conocer si los muros serán de cabeza o de soga y la longitud que deberán tener.

b. Densidad de muros:

Te enseñaremos una manera sencilla para pre dimensionar los muros de una vivienda.

Es muy importante controlar la cantidad de muros portantes que debe tener una vivienda en cada una de las direcciones (X, Y) y de los pisos a construirse. Este control lo puedes hacer cumpliendo los siguientes pasos:

Paso N.º 1:

Calcula el área techada de cada piso en metros cuadrados (m²).

Paso N.º 2:

Calcula el área horizontal de muros confinados requeridos.

$$\begin{aligned} \text{Área de muros (primer piso)} &= \frac{120 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \left[\text{Área techo (primer piso)} + \text{Área techo (segundo piso)} \right] \\ \text{Área de muros (segundo piso)} &= \frac{120 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \left[\text{Área techo (segundo piso)} \right] \end{aligned}$$

Paso N.º 3:

Calcula el área horizontal total de muros portantes que piensas construir.

Paso N.º 4:

Compara el resultado del paso N.º 2 con el del N.º 3. Debe cumplirse lo siguiente:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Área de muros} \\ \text{(Paso 3)} \end{array} \right] \xrightarrow[\text{QUE}]{\text{DEBE SER MAYOR}} \left[\begin{array}{c} \text{Área de muros} \\ \text{(Paso 2)} \end{array} \right]$$

Ejemplo de aplicación:

Consideremos una vivienda de dos pisos, cuyo croquis se muestra en la que se usarán ladrillos de mediana calidad para su construcción. Ahora calculemos:

Paso N.º 1:

Calculamos el área de cada techo aligerado (concreto armado).

$$\begin{aligned}\text{Área techo (1º piso)} &= 7.45 \times 10.50 = 78.22 \text{ m}^2 \\ \text{Área techo (2º piso)} &= 7.45 \times 10.50 = 78.22 \text{ m}^2 \\ \text{Total} &= 156.45 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Paso N.º 2:

Calculamos el área mínima de muros portantes que debería tener la vivienda. Para ello utilizamos estas fórmulas:

$$\text{Área de muros (primer piso)} = \frac{120 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \left(\frac{78.22 \text{ m}^2}{\text{(primer piso)}} + \frac{78.22 \text{ m}^2}{\text{(segundo piso)}} \right)$$

$$\text{Área de muros (primer piso)} = \frac{120 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \left(156.45 \text{ m}^2 \right)$$

$$\text{Área de muros (primer piso)} = 18\,774 \text{ cm}^2$$

Esto significa que en cada dirección del primer piso debe haber como mínimo un total de 18.774 cm² de área de muro.

$$\text{Área de muros (segundo piso)} = \frac{120 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \left(\frac{78.22 \text{ m}^2}{\text{(segundo piso)}} \right)$$

$$\text{Área de muros (segundo piso)} = 9\,386.40 \text{ cm}^2$$

Esto significa que en cada dirección del segundo piso debe haber como mínimo un total de 9.386,40 cm² de área de muro.

Paso N.º 3:

Calculamos el área de cada muro que piensas construir en cm². (ver figura 14). Esto lo logramos multiplicando el largo de cada muro por su espesor (soga: 13 cm, cabeza: 24 cm). Luego calculamos el área total.

Primer piso:

Controlemos la cantidad de muros portantes, teniendo en cuenta:

Muros en dirección de Y

$$\text{Muro 1: Área 1} = 1050 \times 13 = 13.650 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 2: Área 2} = 400 \times 13 = 5.200 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 3: Área 3} = 450 \times 13 = 5.850 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 4: Área 4} = 1050 \times 13 = 13.650 \text{ cm}^2$$

$$\text{Total} = 38.350 \text{ cm}^2$$

Muros en dirección de X

$$\text{Muro 5: Área 1} = 200 \times 24 = 4.800 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 6: Área 2} = 200 \times 24 = 4.800 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 7: Área 3} = 265 \times 24 = 6.360 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro 8: Área 4} = 265 \times 24 = 6.360 \text{ cm}^2$$

$$\text{Total} = 22.320 \text{ cm}^2$$

Segundo piso:

Muros en dirección de Y

Muro 1: Área 1 = $1050 \times 13 = 13.650 \text{ cm}^2$

Muro 2: Área 2 = $400 \times 13 = 5.200 \text{ cm}^2$

Muro 3: Área 3 = $450 \times 13 = 5.850 \text{ cm}^2$

Muro 4: Área 4 = $1050 \times 13 = 13.650 \text{ cm}^2$

Total = 38.350 cm^2

Muros en dirección de X

Muro 5: Área 1 = $200 \times 24 = 4.800 \text{ cm}^2$

Muro 6: Área 2 = $200 \times 24 = 4.800 \text{ cm}^2$

Muro 7: Área 3 = $265 \times 24 = 6.360 \text{ cm}^2$

Muro 8: Área 4 = $265 \times 24 = 6.360 \text{ cm}^2$

Total = 22.320 cm^2

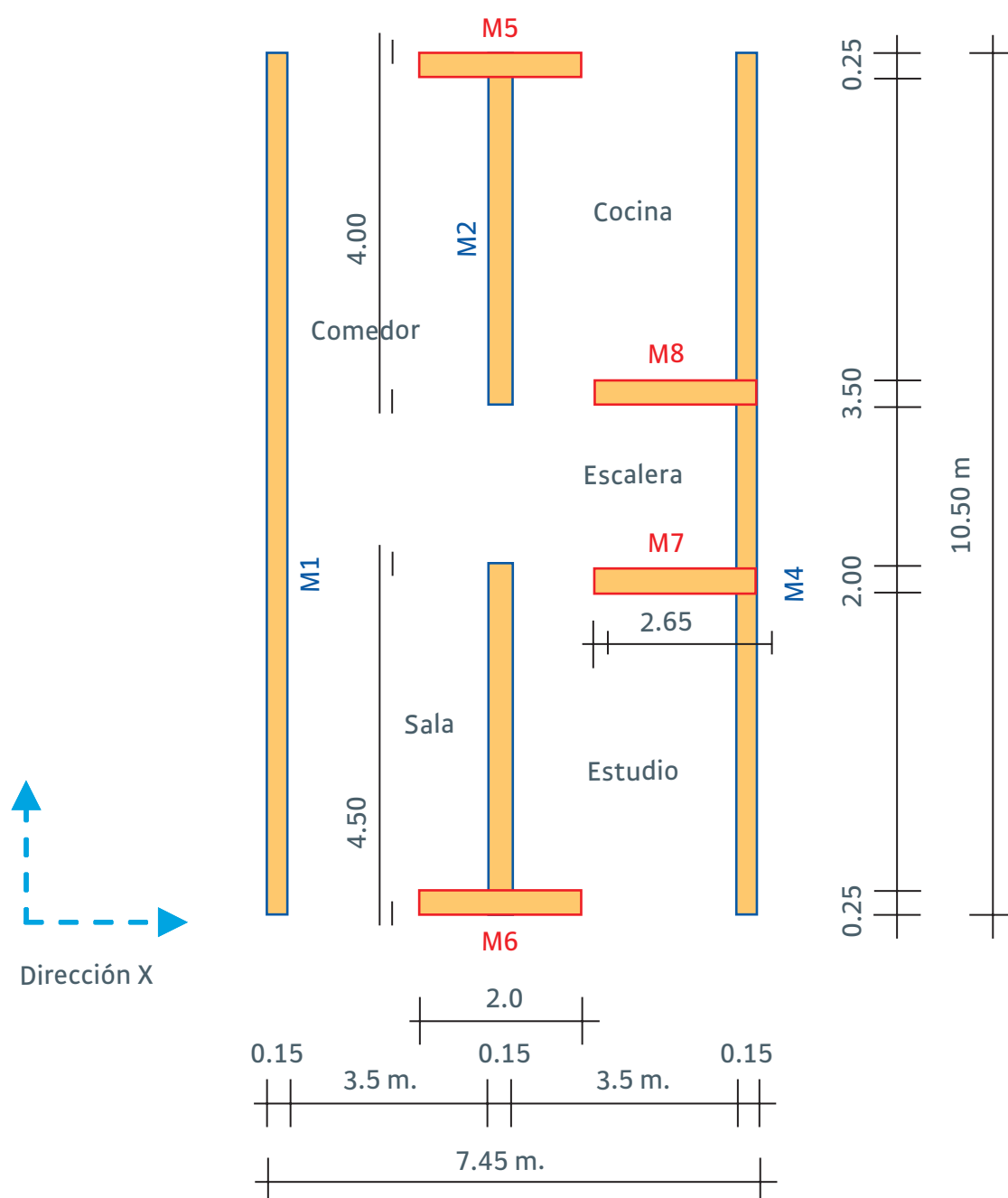


Figura 14. Planta típica, muros portantes (medidas en metros).

Paso N.º 4:

Comparación de resultados

Primer piso: $\left(38.350 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 3) $\xrightarrow[\text{QUE}]{\text{DEBE SER MAYOR}}$ $\left(18.774 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 2)

Cumple la condición. Esto significa que el área total de muros a construirse en esta dirección es correcta.

Dirección X: $\left(22.320 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 3) $\xrightarrow[\text{QUE}]{\text{DEBE SER MAYOR}}$ $\left(18.774 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 2)

Cumple la condición. Esto significa que el área total de muros a construirse en esta dirección es correcta.

Segundo piso: $\left(38.350 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 3) $\xrightarrow[\text{QUE}]{\text{DEBE SER MAYOR}}$ $\left(9.386,40 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 2)

Cumple la condición. Esto significa que el área total de muros a construirse en esta dirección es correcta.

Dirección X: $\left(22.320 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 3) $\xrightarrow[\text{QUE}]{\text{DEBE SER MAYOR}}$ $\left(9.386,40 \text{ cm}^2 \right)$ (paso 2)

Cumple la condición. Esto significa que el área total de muros a construirse en esta dirección es correcta.



RECUERDA

No incluyas en estos cálculos:

- A los muros cuya longitud sea menor de 1.20 m.
- Los muros que no están conectados a los techos.
- Los muros sin confinar, es decir, sin columnas o vigas de amarre.
- A los tabiques.

Estos muros NO le dan fortaleza a la vivienda ante un terremoto.



1.3.3 Arriostres (columnas y vigas soleras)

Para que el trabajo antisísmico que desarrollan los muros portantes sea el adecuado, es importante que los muros estén totalmente confinados (rodeados) por columnas y vigas de concreto armado (ver figura 37).

Las columnas se hacen generalmente del mismo espesor de los muros. El área de su sección y su refuerzo deben ser calculados según la intensidad del trabajo que realiza el muro y según la separación entre columnas.

Si se tienen muros muy largos, se deberá colocar columnas cada 3 m o 3.5 m si son de soga; o cada 5 m si son de cabeza. En la vivienda del ejemplo anterior, se deberá colocar columnas tal como se muestra en la figura 15.

1.3.4 Losa Aligerada

Los techos forman parte de la estructura de una vivienda, están hechos de concreto armado y se utilizan como entrepisos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas o placas.

Las losas aligeradas cumplen básicamente tres funciones:

- ♦ Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los muebles, el de las personas, etc.
- ♦ Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos (ver figuras 11, 12 y 13).
- ♦ Unir los otros elementos estructurales, columnas, vigas y muros, para que toda la estructura trabaje en conjunto, como si fuera una sola unidad.

Para que se puedan cumplir a cabalidad estas funciones, debes tener en cuenta las siguientes recomendaciones con relación a las losas aligeradas (ver figura 16).

- ♦ Deben ser iguales en todos los pisos.
- ♦ Como máximo: largo = 3 veces ancho.
- ♦ Las aberturas para escaleras no deben ser excesivas ni en número ni en tamaño y de preferencia deben estar ubicadas en la zona central.

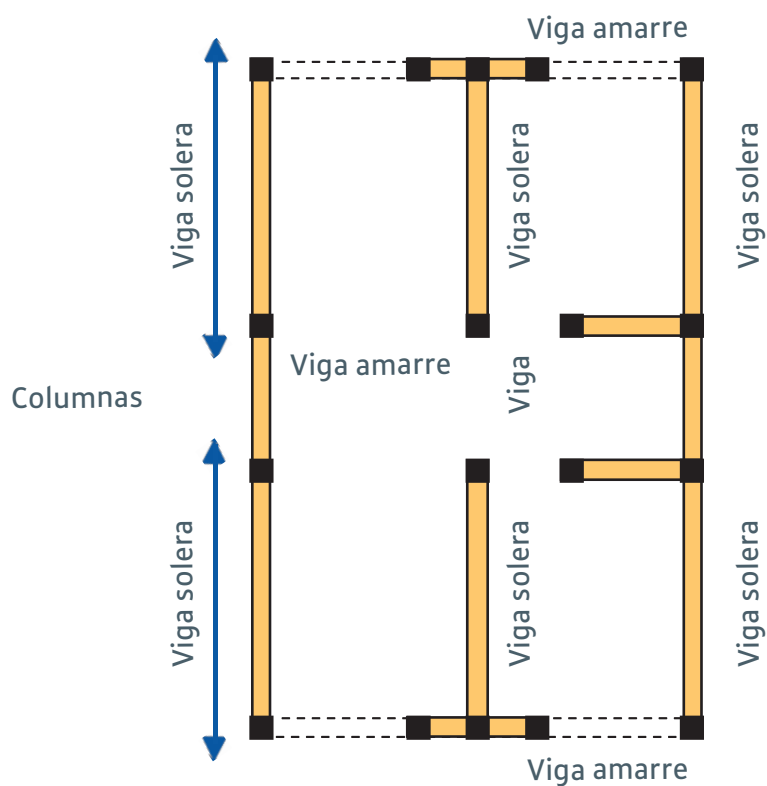


Figura 15. Planta típica. Columnas, vigas.

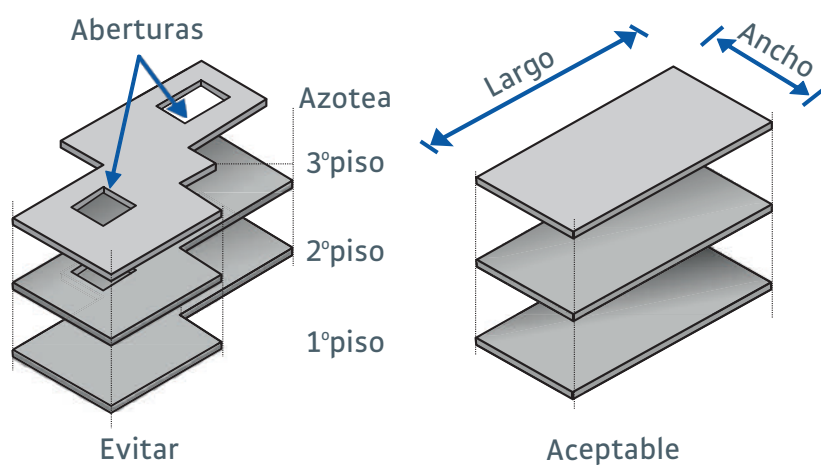


Figura 16. Formas de losas aligeradas.

1.4 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA

En este tipo de construcciones, los componentes que se usan son los siguientes:

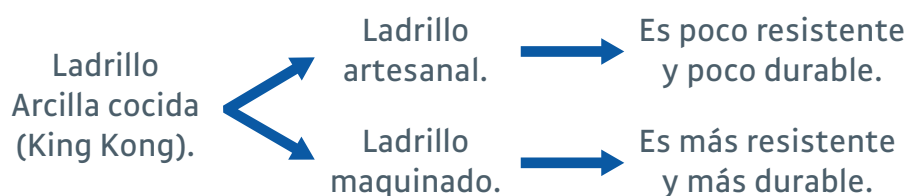
- ♦ Ladrillo
- ♦ Mortero
- ♦ Fierro de Construcción
- ♦ Concreto

Veamos ahora cada uno de estos componentes en detalle.

1.4.1 Ladrillo

En el mercado existe actualmente diversos tipos de ladrillos con los cuales se pueden construir los muros portantes. Algunos son de buena calidad, pero hay otros que no deben utilizarse. En general, existen dos tipos de ladrillos: los sólidos y los tubulares.

Los ladrillos tubulares son los ladrillos pandereta ([ver figura 17](#)), los cuales, como ya se explicó anteriormente, no son los más apropiados para la construcción de los muros portantes por su poca resistencia y fragilidad. Los ladrillos King Kong son los que más se usan. En el mercado existen dos tipos:



He aquí algunas recomendaciones a tener en cuenta al momento de comprar nuestros ladrillos:

- ♦ Deben cumplir las exigencias de la Norma Técnica E070.
- ♦ No deben tener materias extrañas en su superficie o interior ([ver figura 18](#)).
- ♦ Deben estar bien cocidos, no quemados.
- ♦ Deben emitir un sonido metálico al golpearlo con un martillo.
- ♦ No deben estar agrietados ([ver figura 19](#)).
- ♦ No deben presentar manchas blanquecinas de origen salitroso.



Figura 17.



Figura 18.



Figura 19.

Figura 17, 18 y 19.

1.4.2 Mortero

Mortero = Cemento + Arena gruesa + Agua.

El mortero es un elemento clave en la capacidad resistente del muro portante. No debes olvidar que las funciones básicas del mortero son:

- ◊ Pegar o unir ladrillo con ladrillo.
- ◊ Corregir las irregularidades de los ladrillos.

Dada la importancia de este componente, es necesario preparar un mortero de buena calidad. Para eso debes tener cuidado con dos aspectos fundamentales:

a. La calidad de sus ingredientes.

b. La dosificación, es decir, la cantidad de cada ingrediente que debe usarse en la preparación de la mezcla.

a. Calidad de los ingredientes:

Cemento:

- Debe ser fresco.

Arena:

- Debe ser limpia, sin restos de plantas, cáscaras, etc.

Agua:

- Bebible.
- Limpia.
- Libre de ácidos.

b. Dosificación:

La dosificación volumétrica apropiada está descrita en la Norma Técnica de Edificaciones E-070. Estas son las medidas:

Tipo	Cemento	Arena
P1	1	3 - 3.5
P2	1	4 - 5

Ambos morteros se usan en muros portantes.

1.4.3 Fierro de Construcción

La calidad de las estructuras de concreto armado depende en gran medida de la eficiencia de la mano de obra empleada en su construcción. Los mejores materiales e ingeniería utilizados en el diseño estructural carecen de efectividad si los procesos constructivos no se han realizado en forma correcta (ver figura 20).

Uno de los procesos constructivos más importantes es la calidad del habilitado del refuerzo que se colocará en la estructura. Hay que cuidar que este tenga las adecuadas “dimensiones y formas”, así como también que cumpla las especificaciones indicadas en los planos estructurales.

Precisamente en el “Capítulo 2”, te daremos algunas recomendaciones importantes sobre los fierros.

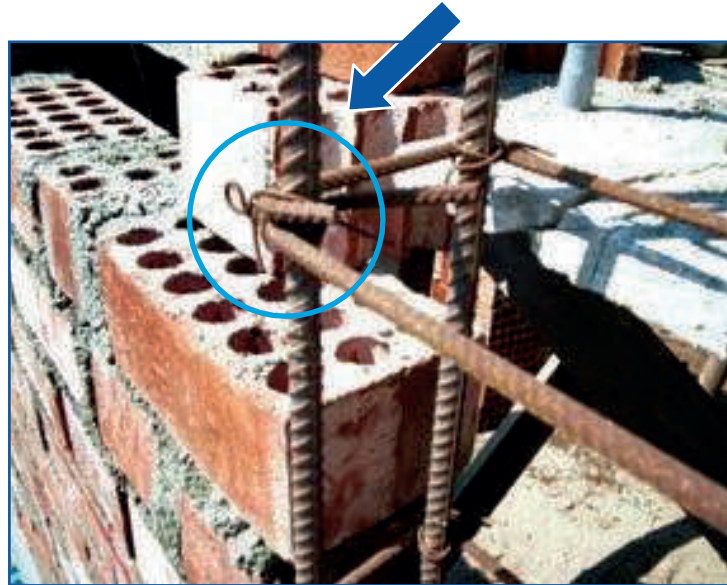


Figura 20. Buen ladrillo pero... estribo deficiente.
Escasa longitud del gancho.

1.4.4 Concreto

Otros de los procesos constructivos a los que hay que poner especial cuidado son los que tienen que ver con el concreto.

La calidad final de este depende de los siguientes factores:

- ♦ Características de los ingredientes.
- ♦ Dosificación, es decir, la cantidad de cada ingrediente que debe usarse en la preparación de la mezcla.
- ♦ Producción.
- ♦ Transporte.
- ♦ Colocación.
- ♦ Compactación.
- ♦ Curado.

En el “Capítulo 3” de este manual, te damos algunas recomendaciones.

1.5 PROCESO CONSTRUCTIVO

Como ya se ha mencionado anteriormente, la calidad de los procesos constructivos influye en la fortaleza o fragilidad de la estructura de una vivienda y de todo tipo de edificaciones. A continuación veremos algunos ejemplos y sus respectivas recomendaciones:

1.5.1 Espesor de las juntas

La Norma E-070 (*) nos dice lo siguiente:

“En la albañilería, con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm”.

La razón por la cual la Norma limita el espesor de las juntas es muy sencilla. Si el espesor de las juntas es mayor de 15 mm (ver figura 21), esto hace que el muro portante se debilite sustancialmente. Una manera práctica de evitar esto, es usando el escantillón en el momento en que se está asentando el ladrillo. Además, se debe cuidar también, que la junta no sea menor de 10 mm, ya que no pegaría bien ladrillo con ladrillo, es decir, la unión quedaría débil.

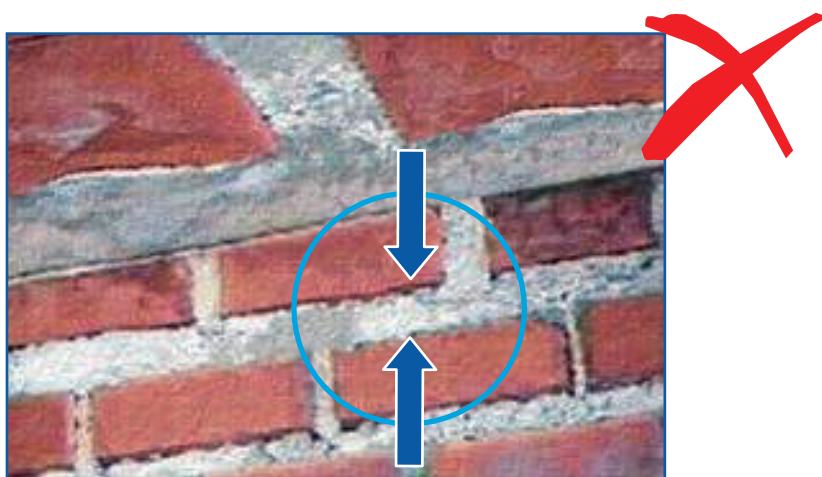


Figura 21. Excesivo espesor de la junta.

(*) La Norma E-070 es parte del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta norma nos proporciona importantes recomendaciones sobre las construcciones de albañilería.

Por otro lado, obsérvese la figura 22. Ahí se ve que las juntas no están completamente llenas de mortero. Esto debilita el muro portante y por lo tanto, la estructura.

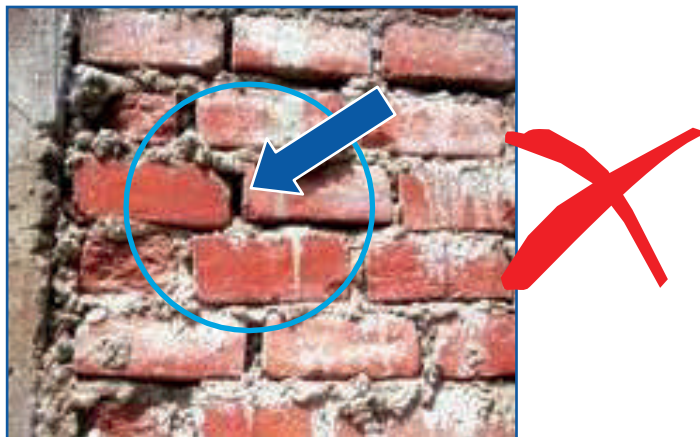


Figura 22. Fraguado deficiente. Zona débil susceptible al agrietamiento.

1.5.2 Unión muro portante - columna

Para que todos los elementos estructurales (vigas, columnas, techos, muros, cimientos) trabajen en conjunto, como si se tratara de una sola pieza, es muy importante que la unión entre ellos sea buena; por ejemplo, la unión entre el muro portante y sus columnas de confinamiento debe ser consistente (ver figura 23). En la obra, esta buena unión se logra mediante dos procedimientos:

a. El endentado del muro

b. Las mechas de anclaje

Revisemos cada uno de los procedimientos:

a. Endentado del muro:

Como se sabe, el endentado del muro recibirá tanto, el vaciado del concreto de la columna, logrando que la unión entre ambos sea óptima.

La Norma E-070 se refiere a este tema y nos dice: “La longitud del diente no debe exceder los 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y de partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.”

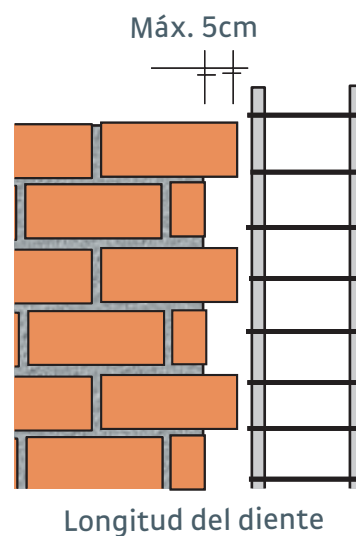


Figura 23.

Si el “diente” es mayor de 5 cm, (ver figura 23), es probable que este se rompa debido al peso del concreto que lo impacta cuando se hace el vaciado. Y si el “diente” no se rompió debido a este impacto, el concreto no llenará completamente el espacio entre los “dientes” y formará “cangrejas”. (ver figura 24).



Figura 24.

b. Mechass de anclaje:

En el caso de emplearse una conexión a ras, se deberá contar además con “mechas” de anclaje compuestas por Corrugado 4.7 mm. de Aceros Arequipa. (ver capítulo 2, figura 42).

1.5.3 Instalaciones eléctricas y sanitarias

a. Instalaciones secas: eléctricas y telefónicas

Oportunamente, debes proveer a los muros de los espacios y canales requeridos para alojar tuberías y cajas de las instalaciones eléctricas (ver figura 25) para evitar así el inconveniente y peligroso picado de los muros luego de construidos (ver figura 26). Si picamos, debilitamos los muros portantes (estructura).

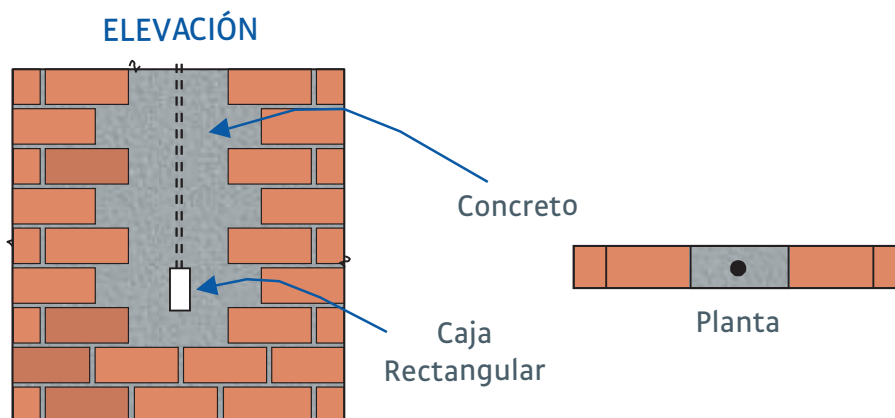


Figura 25.

Los tubos para las instalaciones eléctricas, telefónicas, etc., se alojarán en los muros, solo cuando estos tengan un diámetro menor o igual a 55 mm. Si esto sucediera, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de los muros portantes que luego se rellenarán con concreto. Si no fuera así, se colocarán en los alvéolos (huecos) de los ladrillos. Siempre, los recorridos de las tuberías serán verticales (ver figura 26) y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para colocarlas.



Figura 26. No picar muro portante. ¡Se debilita!

b. Instalaciones sanitarias

Algunas veces, se suele colocar las tuberías después de contruidos los muros portantes. Para hacerlo, pican la albañilería, instalan el tubo y luego resanan la zona afectada con mortero. Este es un procedimiento constructivo incorrecto que afecta a la estructura y la debilita (ver figura 27). Por esta razón, la Norma Técnica no lo aprueba.

Para este caso, en particular, la Norma E-070 dice lo siguiente: “Los tubos para las instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores que 55 mm, deben tener recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas, o en ductos especiales o también en muros no portantes (tabiques)”.

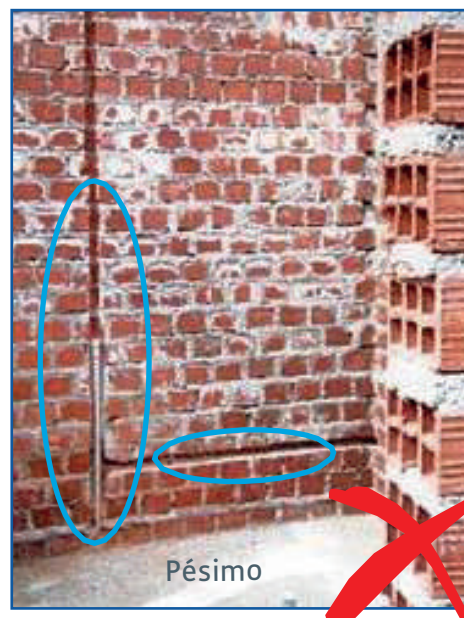


Figura 27.

El muro que se utilice para pasar los tubos con diámetros mayores que 55 mm ya no será portante. Se debe tratar de usar muros que están en la dirección en la que hay más muros portantes (por ejemplo en la dirección Y de la figura 12). Para dividir el muro adecuadamente y que siga siendo portante, se debe colocar columnas de confinamiento en cada extremo.

Para construir la falsa columna se puede seguir este procedimiento:

- ◊ Envuelve previamente el tubo con alambre N° 16.
- ◊ Coloca el tubo antes que empieces el asentado del ladrillo.
- ◊ Asienta el ladrillo dejándolo endentado a ambos lados del tubo.
- ◊ Coloca una mecha en cada hilada conforme vas asentando el ladrillo, cuidando de colocarlo alternadamente uno a cada lado del muro. (ver figura 28).
- ◊ Prepara y vacía cuidadosamente el concreto con una consistencia un poco más fluida que el que normalmente preparas para las columnas.

Concreto: $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$ Cemento/Arena/Confitillo $1:2 \frac{1}{2}$

- ◊ Compacta cuidadosamente.

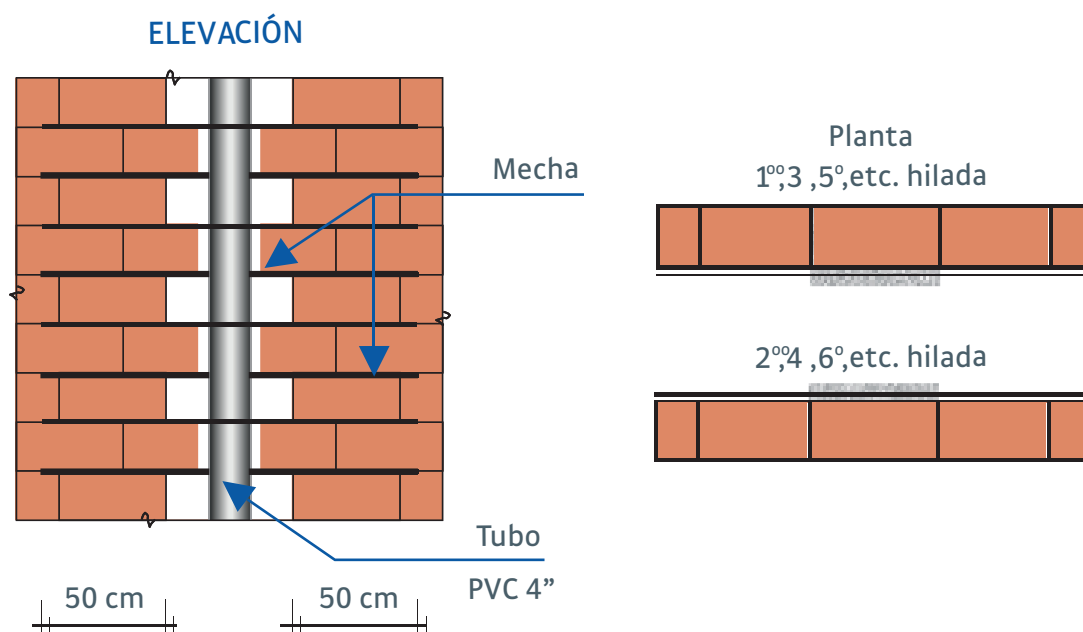


Figura 28. 1 $\varnothing$ 6 mm. corrugado en cama de mortero cada 1 hilada (alternando lado muro).

♦ Para darle al muro un acabado final de calidad y evitar rajaduras, te recomendamos utilizar la malla para tarrajeo, según el siguiente procedimiento:

1.- Habilitar la malla a la medida y forma requerida, es decir, que cubra la falsa columna en toda su altura. En cuanto a su ancho, debe sobrepasar los 20 cm más allá del endentado (ver figura 29).



Fijando con clavos la malla para tarrajeo.

Figura 29.



Malla colocada preparada para recibir el tarrajeo.

Figura 30.

3.- Prepara la mezcla (mortero) en la proporción: 1 de cemento por 5 de arena fina.

4.- Proceda a tarrajar el muro teniendo cuidado de que su espesor esté entre 1.0 y 1.5 cm (ver figura 31).



Tarrajeando sobre la malla fija.

Figura 31.

2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

2.1 DOBLADO DEL ACERO

2.1.1 Ganchos y dobleces

Las barras de acero se deben doblar por diferentes motivos, por ejemplo, para formar los estribos. Estos dobleces deben tener un diámetro adecuado para no dañar el acero (ver figura 32). Por esta razón, la norma técnica E060 especifica diámetros de doblado (D) mínimos que varían según el diámetro de las barras.

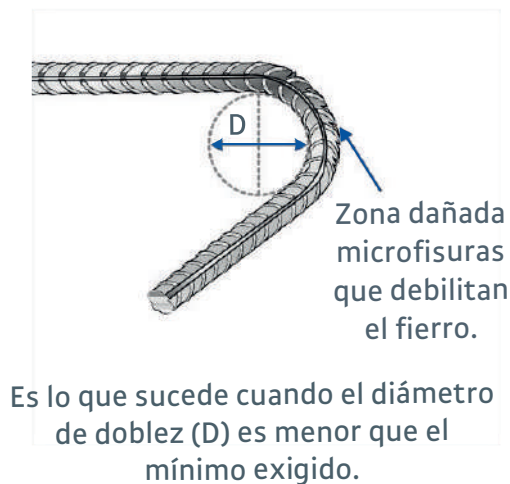


Figura 32.

CASO A: Diámetro de doblado en esfuerzo longitudinal

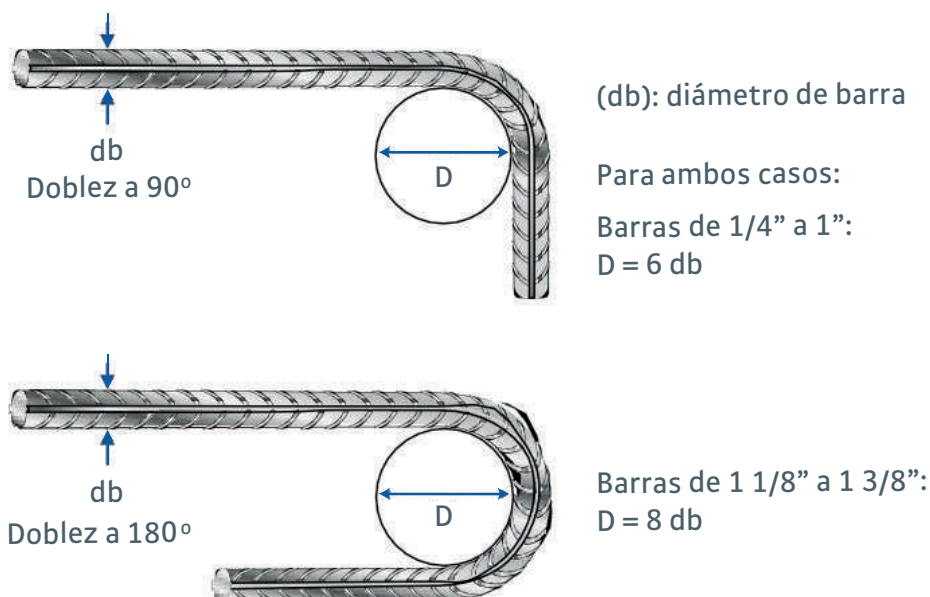


Figura 33.

Los diámetros de doblado se muestran a continuación, en la tercera columna de la Tabla N° 01.

Tabla N° 01 : Diámetros de doblado en barras longitudinales

Diámetro de Barra (db)		Diámetro mínimo de Doblado (D)	Distancia tubo a trampa (L) (mm.)	
(pulg.)	(mm)	(mm)	Para doblar bastones a 90°	Para doblar bastones a 180°
-	6	36	25	55
-	8	48	30	70
3/8	-	57	35	85
-	12	72	50	110
1/2	-	76	55	120
5/8	-	95	65	150
3/4	-	114	85	175
1	-	152	115	235

Por otro lado, para reproducir estos diámetros de doblez cuando se está habilitando el fierro, es necesario simplemente separar el tubo de doblado de la trampa, una cierta medida que está indicada en la cuarta y quinta columna de la tabla N° 01 (ver figura 34). Una vez que se ha dado la separación correspondiente, se procede a doblar la barra (ver figura 35).

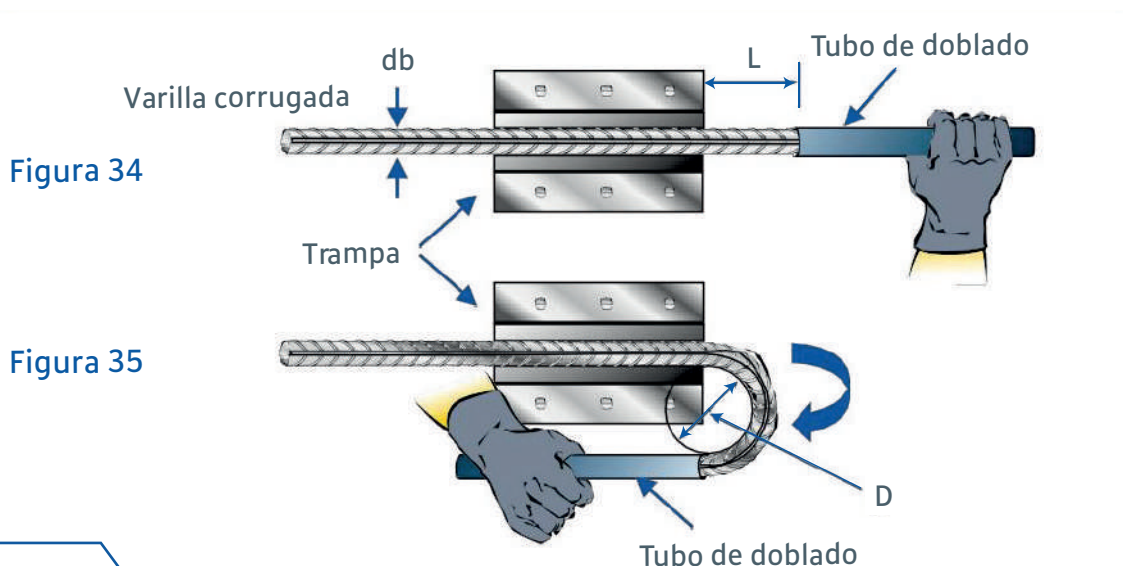


Figura 34 y 35.

CASO B: Diámetro de doblado en estribos

Cuando se doblan estribos (ver figura 36) tenemos dos casos: el doblado a 90° y el doblado a 135°. En la Tabla N° 02 se indican los diámetros mínimos de doblado y las distancias entre tubo y trampa (L) para cada ángulo. Para doblar estribos, el diámetro mínimo de doblado es 4 veces el diámetro de la barra (db).

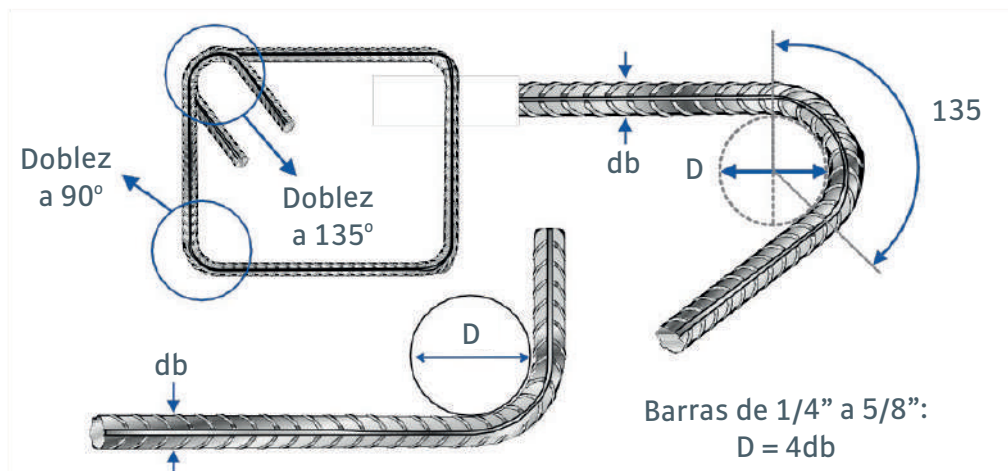


Figura 36.

Tabla N° 02 : Diámetros de doblado en estribos

Diámetro de barra (db)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Distancia tubo a trampa (L) (mm.)	
(pulg.)	(mm)		Para doblar a 90°	Para doblar a 135°
-	6	24	15	25
3/8	-	38	25	40
-	12	48	30	50
1/2	-	51	35	55
5/8	-	64	45	70



RECUERDA

- El fierro de construcción no debe enderezarse después de haberse doblado. Si hay un error debes desechar la pieza habilitada.
- El tubo y la trampa deben tener el tamaño correcto para que no ajusten el fierro y permitan que éste se mueva libremente al doblarlo.
- Consulta la tarjeta "Instrucciones para el doblado del Fierro Corrugado" de Aceros Arequipa.



2.2 COLUMNAS

Normalmente, para viviendas de dos pisos y con una adecuada cantidad de muros portantes de ladrillo, las columnas de amarre (ver figura 37), tendrán barras de 3/8" o 1/2" y estribos de fierro corrugado de 6 mm o 3/8", en cantidades que deben ser calculadas y especificadas en los planos.

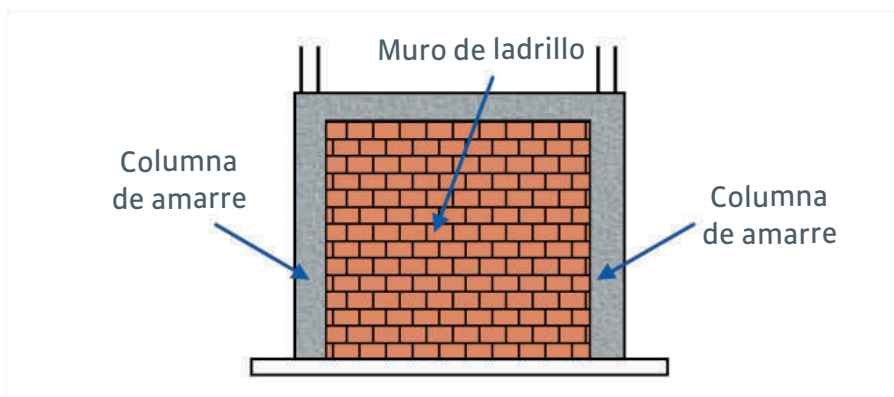


Figura 37.

Estas columnas deben tener sus estribos espaciados a 25 cm como máximo y deben tener un espaciamiento de 10 cm como máximo en aquellas zonas cercanas a los encuentros con vigas, techos o cimentación (ver figura 38).

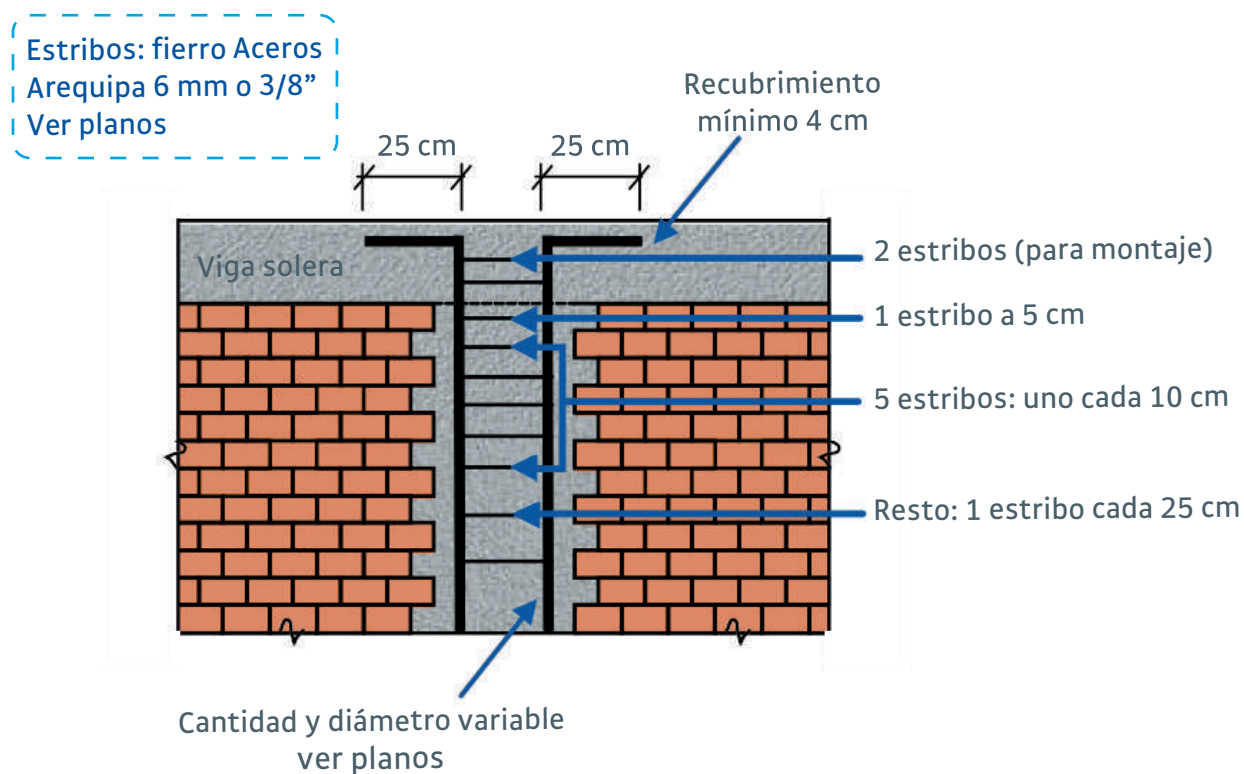


Figura 38. Detalles del esfuerzo de columnas (último piso).

Se recomiendan los siguientes detalles:

Estribos: fierro Aceros
Arequipa 6 mm o 3/8"
Ver planos

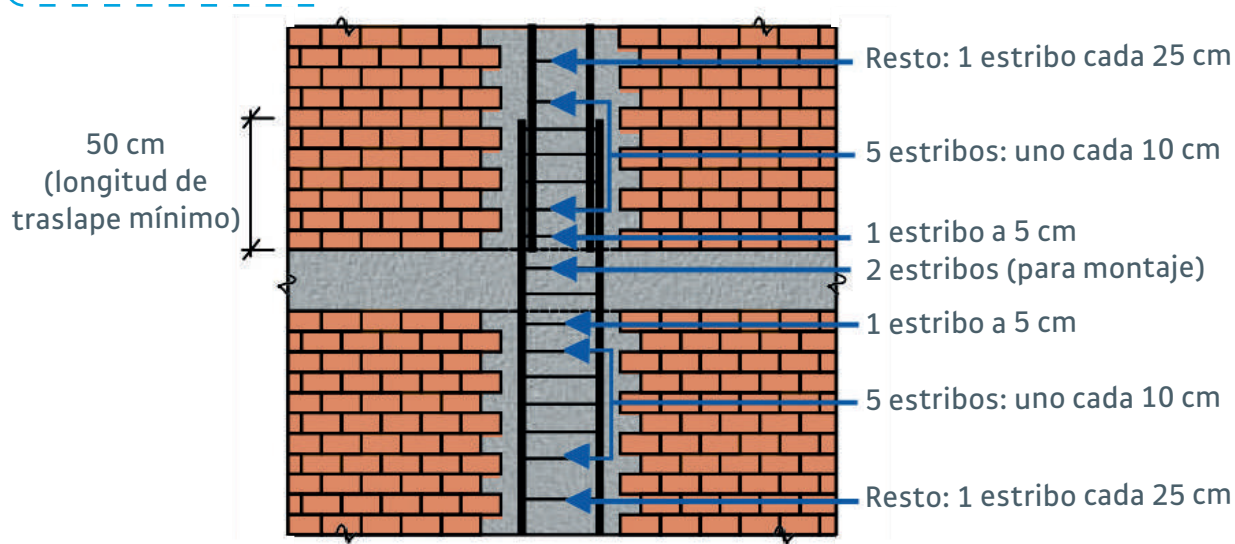


Figura 39. Detalles del esfuerzo de columnas (piso intermedio).

Estribos: fierro Aceros
Arequipa 6 mm o 3/8"
Ver planos

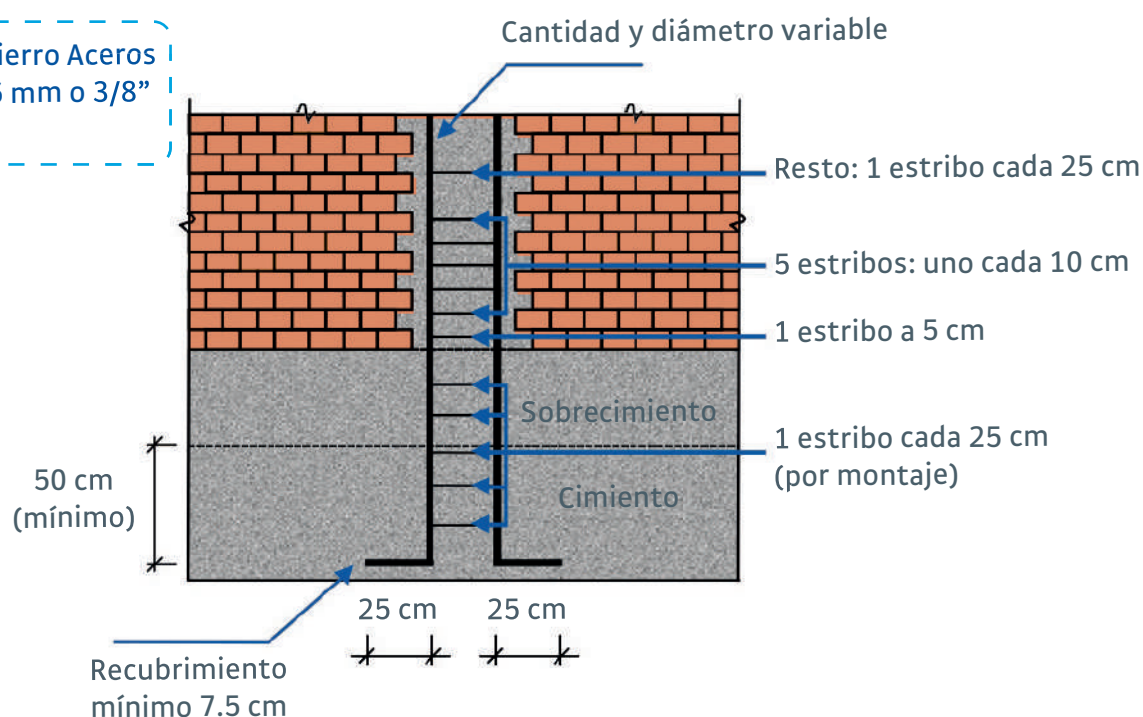


Figura 40. Detalles del esfuerzo de columnas (primer piso).

Veamos ahora cuatro aspectos importantes con relación a la columna:

2.2.1 Conexión entre columna de amarre y muro portante

Dado que las cargas que actúan en una vivienda convencional son elevadas, es importante que el muro de ladrillo y la columna de amarre estén fuertemente unidos, para que así ambos puedan soportar los efectos de estas fuerzas.

Esta fuerte y sólida unión se logra por medio del endentado del muro (ver figura 41). Si no ha sido posible hacer el endentado del muro, entonces tendrás que reforzarlo como se indica a continuación:

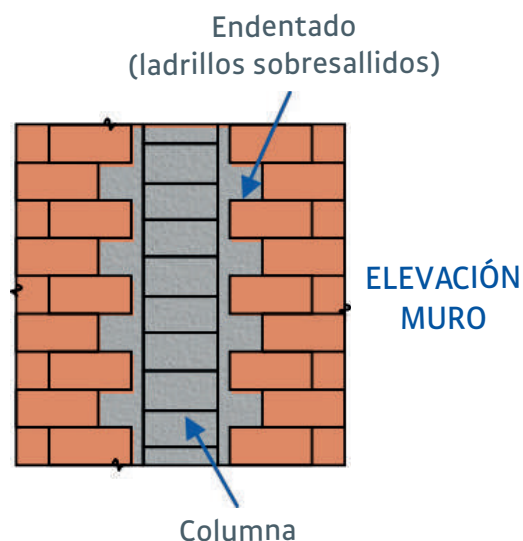


Figura 41.

Si hay muro a ambos lados de la columna, colocar refuerzo, como se indica a continuación.

Si hay muro a un solo lado de la columna, colocar refuerzo, como se indica a continuación.

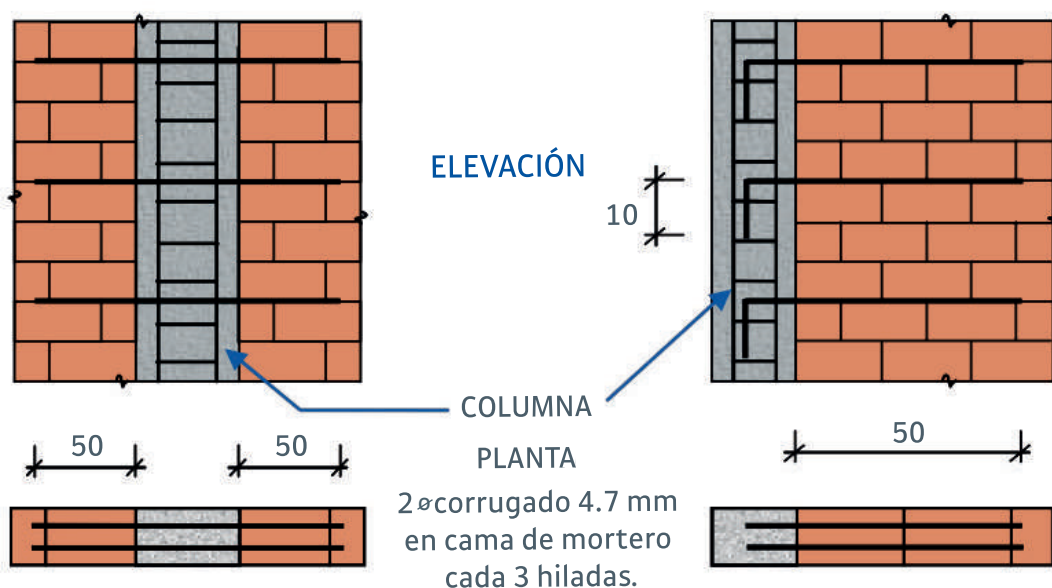


Figura 42.

2.2.2 Conexión entre columna de amarre y viga transversal

Para lograr una conexión más efectiva entre la columna y la viga, puedes hacer lo siguiente:

- ◊ Luego que los muros llegaron a su altura (H), vaciar el concreto de las columnas hasta donde se indica en la figura 43. Esta es la primera etapa.
- ◊ La segunda etapa consiste en completar el vaciado del concreto de la columna, como se indica en las figuras 43 y 44, lo que debe hacerse al mismo tiempo que el vaciado del concreto de las vigas soleras y del techo.

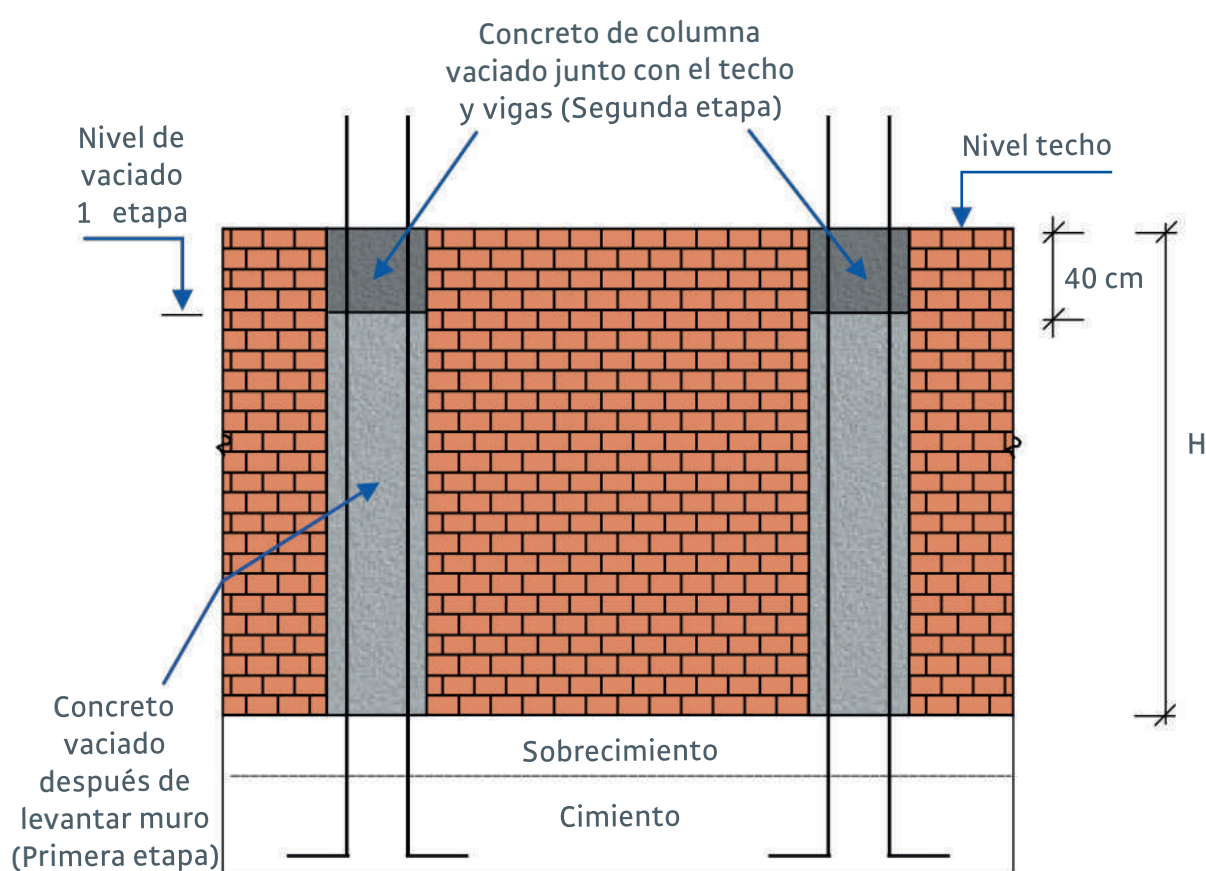


Figura 43.

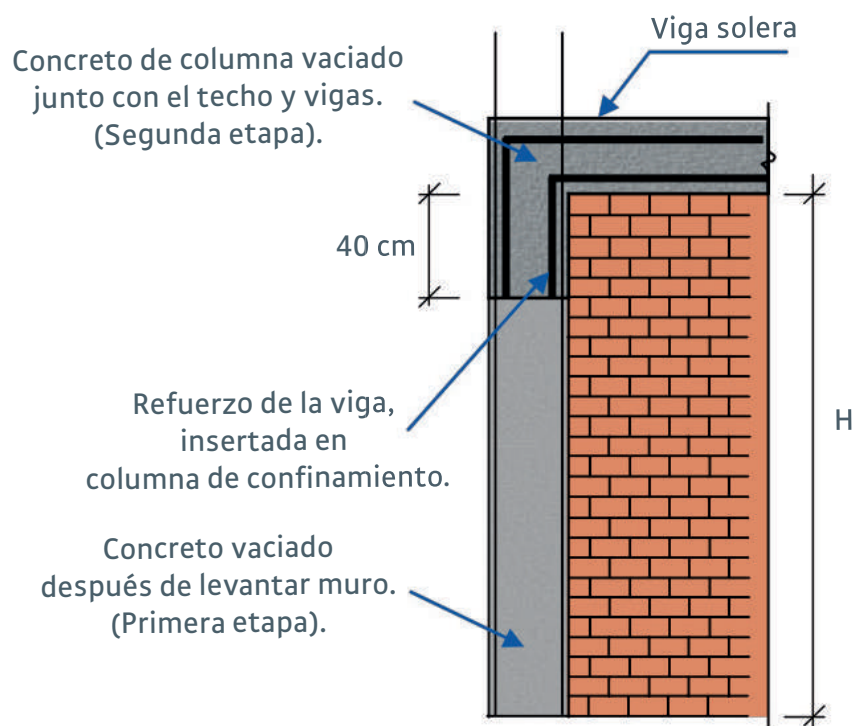


Figura 44.

2.2.3 Separación máxima entre columnas de amarre

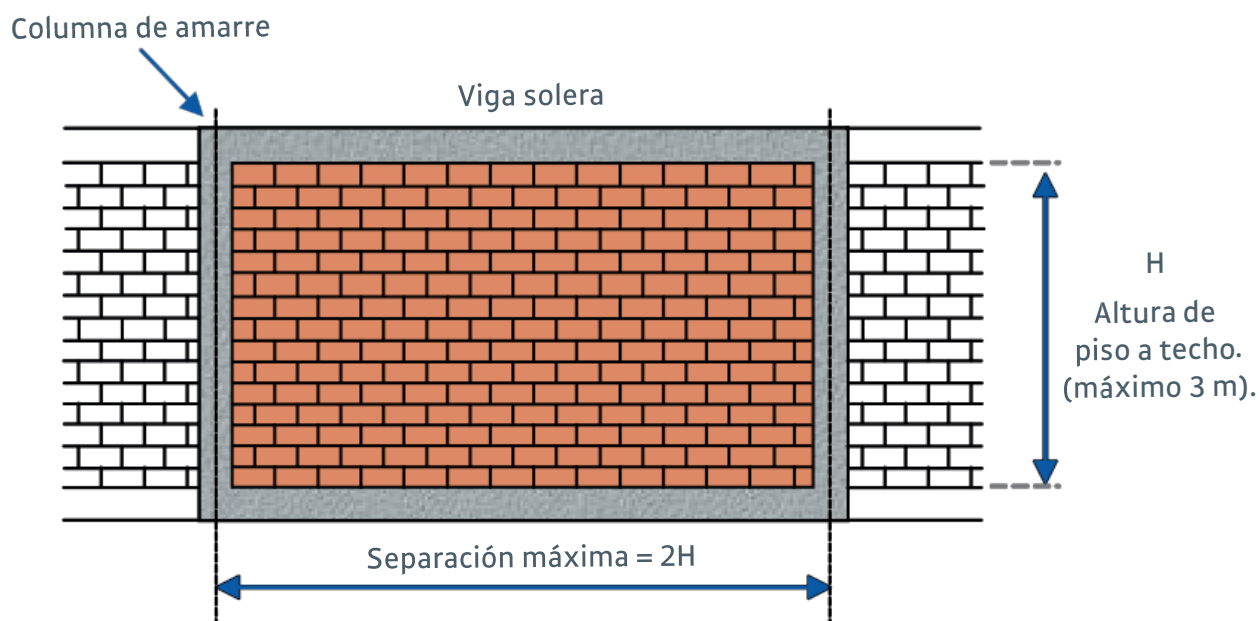


Figura 45.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la separación máxima entre columnas (ver figura 45) debe ser el doble de la altura del paño de ladrillo (H). Si es mayor, existe el riesgo de que aparezcan grietas en la parte central del muro. Por otro lado, se recomienda que la altura de piso a techo (H) sea de 3 metros como máximo.

Ejemplo:

Si en una vivienda convencional de albañilería, la altura del paño de ladrillo es 2.40 m (altura de piso a techo), entonces, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la separación entre ejes de columnas debe ser como máximo:

Separación máxima = $2 \times 2.40 = 4.80$ m.

Importante: no dice que deba ser 4.80 m, dice que, como máximo, debe llegar a 4.80 m

2.2.4 Reducción de sección de columnas

a. Cuando hay empalme:

Cuando hay que hacer empalmes del refuerzo de una columna en zonas donde se produce disminución en las medidas de su sección (ver cortes YY, X-X en la figura 46), se debe proceder de la siguiente manera:

♦ Restar: $T - t$

Si el resultado es menor o igual a 7.5 cm, entonces:

♦ El refuerzo de la columna del piso inferior se deberá doblar tal como se muestra en la figura 46, para que así proveamos las mechas correspondientes para el empalme a realizarse en el piso superior.

♦ La parte doblada deberá tener una inclinación menor o igual a la indicada en la figura 47.

Figura 46

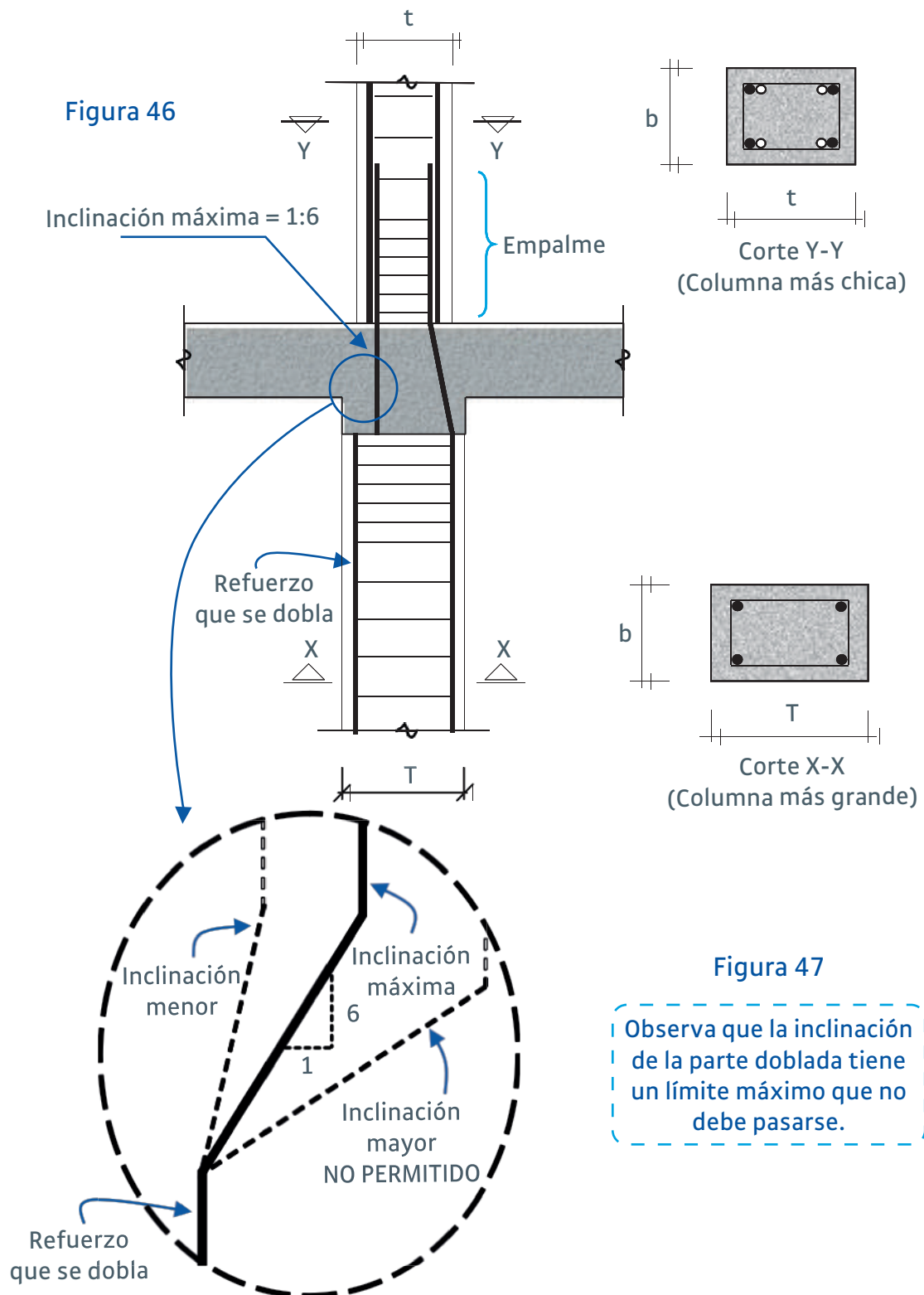


Figura 47

Observa que la inclinación de la parte doblada tiene un límite máximo que no debe pasarse.

Figura 46 y 47.

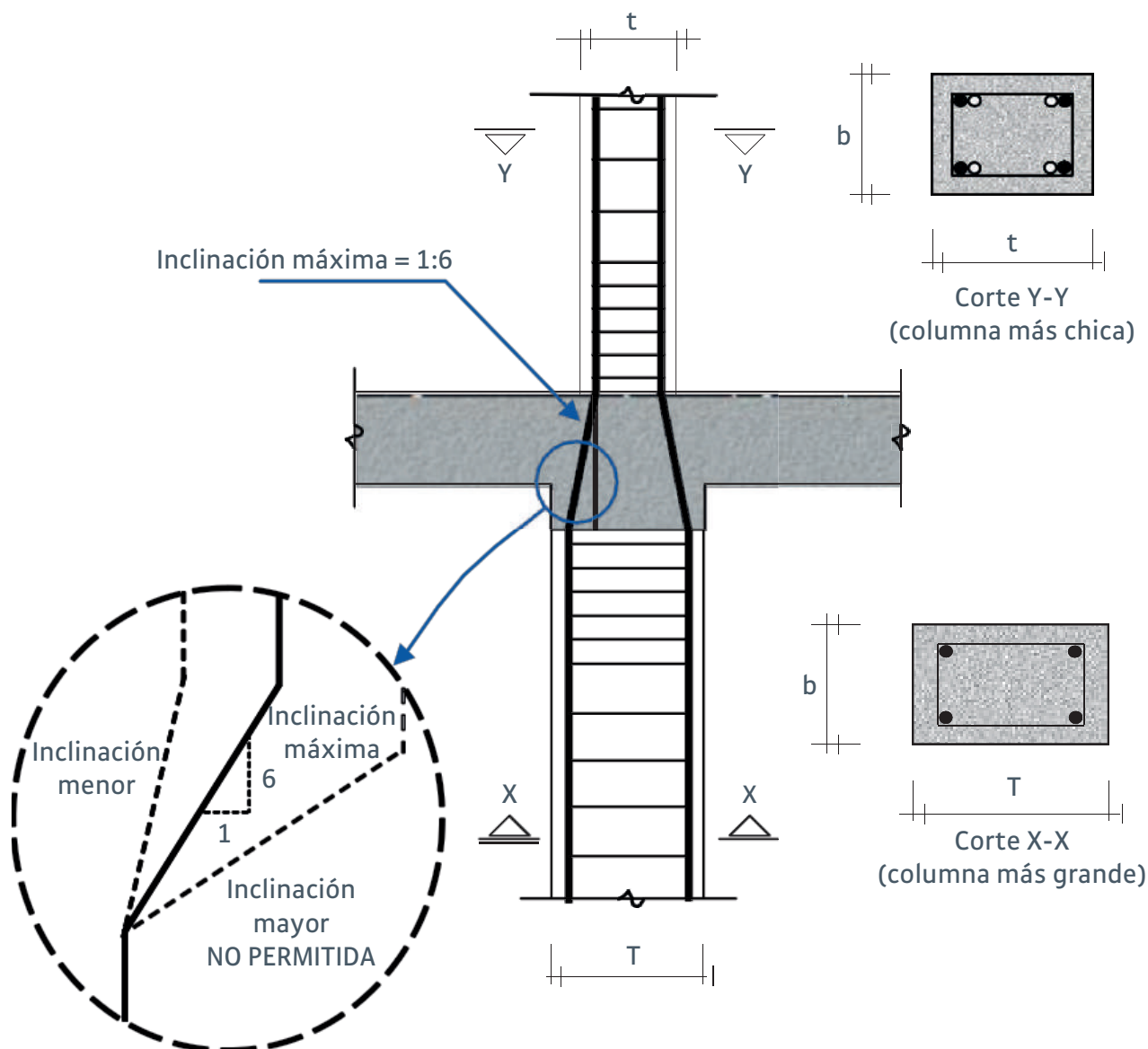
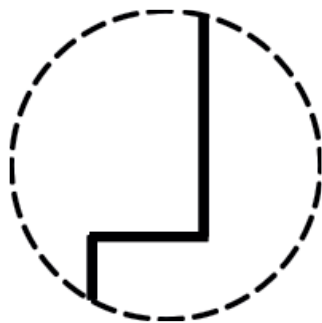


Figura 48.

b. Cuando no hay empalme:

Otro caso que puede presentarse es que el refuerzo del que estamos hablando continúe hasta los pisos superiores (ver figura 48), es decir, que no haya que hacer empalmes. En este caso, hay que aplicar la misma recomendación que se ha explicado cuando hay empalme.

Evitar doblar el refuerzo de la columna de esta manera:



¡Prohibido grifar!

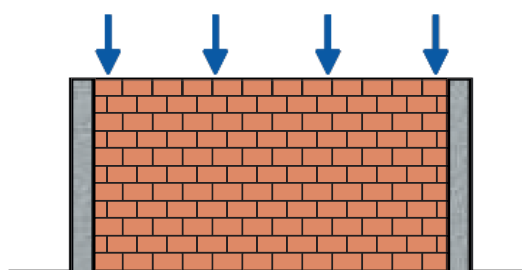
Figura 49.

2.3 VIGAS

En la construcción de una vivienda normalmente se utilizan las vigas soleras. Son aquellas en donde reposan las viguetas del techo, las cuales se encuentran sobre los muros portantes y entre las columnas. Su función es transferir las cargas del techo sobre los muros, distribuyéndolas uniformemente (ver figura 50 y 51). Además, se encargan de proporcionar confinamiento y arriostre a los muros portantes de ladrillo.

Figura 50

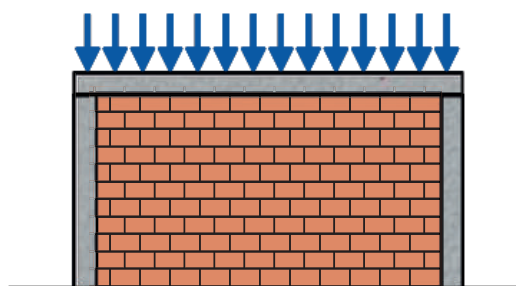
Cargas de losa aligerada



Muro portante sin viga solera.

Figura 51

Cargas de losa aligerada



Muro portante con viga solera.
El muro trabaja en toda su longitud.
¡Es mucho mejor!

Figura 50 y 51.

Cuando el muro portante es de cabeza, la viga solera o collar tiene un ancho generalmente igual al espesor del muro; pero cuando es de soga, es mejor que sea de 25 cm para evitar la formación de “cangrejas” al momento de hacer el vaciado del concreto (ver figura 53). En cuanto a su altura, es la misma que la de la losa aligerada (ver figura 52), pero no debe ser menor de 17 cm. El refuerzo mínimo es 4 barras de 3/8”.

Figura 52

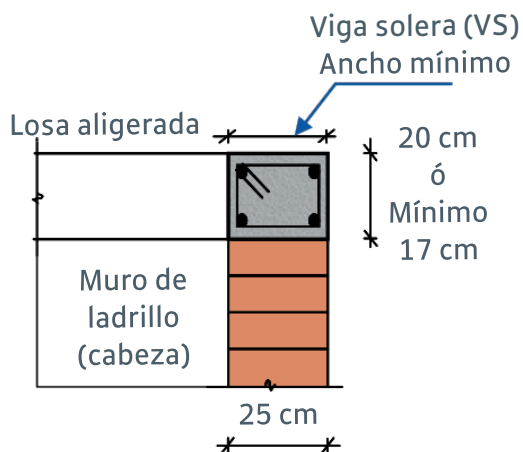
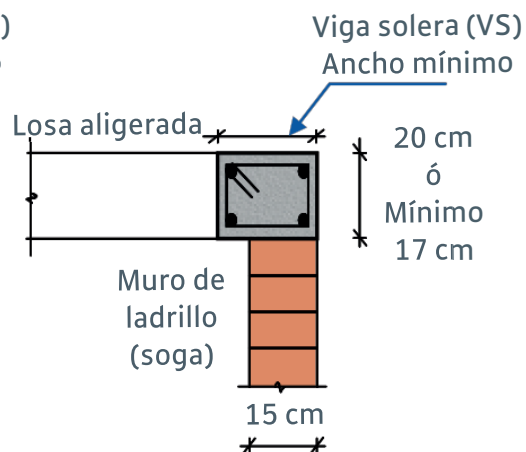


Figura 53



Refuerzo mínimo VS: 4
barras de 3/8"
Estribos: fierro de 6 mm o 3/8"
1 a 5 cm, 5 a 10 cm, resto: 1 a 25 cm

Figura 52 y 53.

Los estribos serán espaciados según lo ordenen los planos correspondientes, teniendo en cuenta que en el centro la separación máxima es 25 cm y en los extremos debe ser 10 cm (ver figura 54).

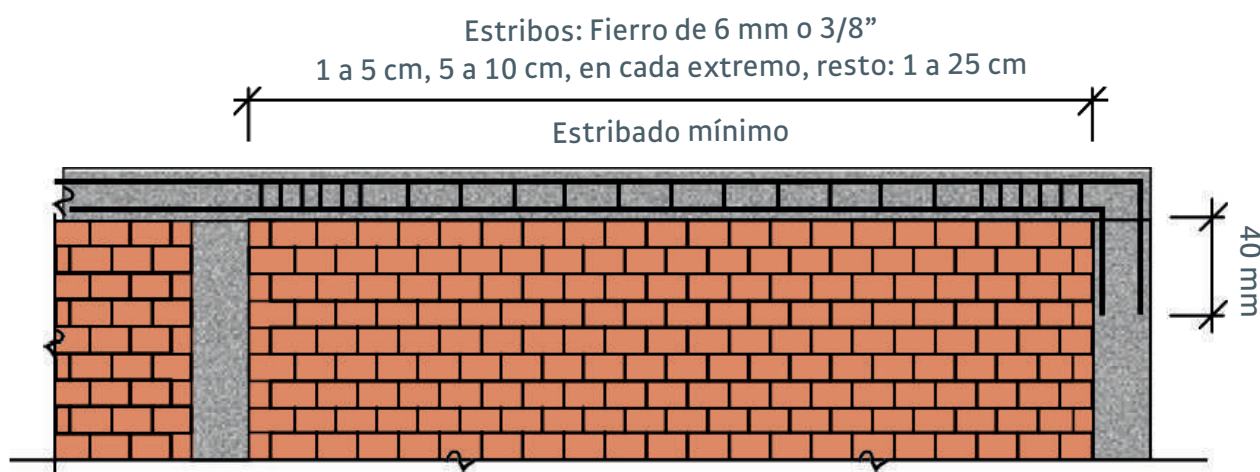


Figura 54.

2.3.1 Encofrado de vigas

Los elementos principales de los encofrados de vigas son: el fondo del encofrado, los tableros de los costados formados por tablas, barrotes y tornapuntas de soporte, y las "T", formada por los cabezales, los pies derechos y las cruzetas.

El fondo generalmente está formado por tablas o tablonés de 1 1/2" de sección por el ancho que corresponde al ancho de las vigas.

En los tableros de los costados, se emplea tablas de 1" o de 1 1/2" montadas sobre barrotes de 2" x 3" o 2" x 4" de sección.

Las "T" de madera cumplen la función de soportar las cargas. Los pies derechos y cabezales deben tener secciones de 2" x 3" o 2" x 4" y la altura requerida para alcanzar el nivel del vaciado (ver figura 55).

En primer lugar, se colocarán los pies derechos que soportarán el encofrado. Estos se regulan al contacto con el suelo por medio de cuñas de madera. Por ningún motivo se debe utilizar piedras, cartón o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con el peso al que serán sometidos.

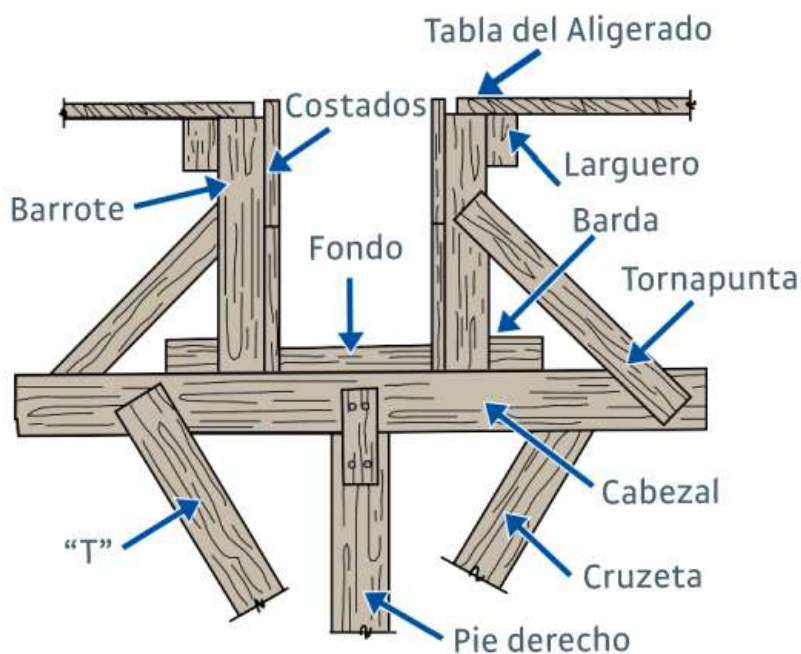


Figura 55. Estructura del encofrado de vigas.

La distancia entre estos pies derechos deberá ser como máximo de 90 cm, de ser mayor se podrían producir hundimientos en el entablado (ver figura 56).

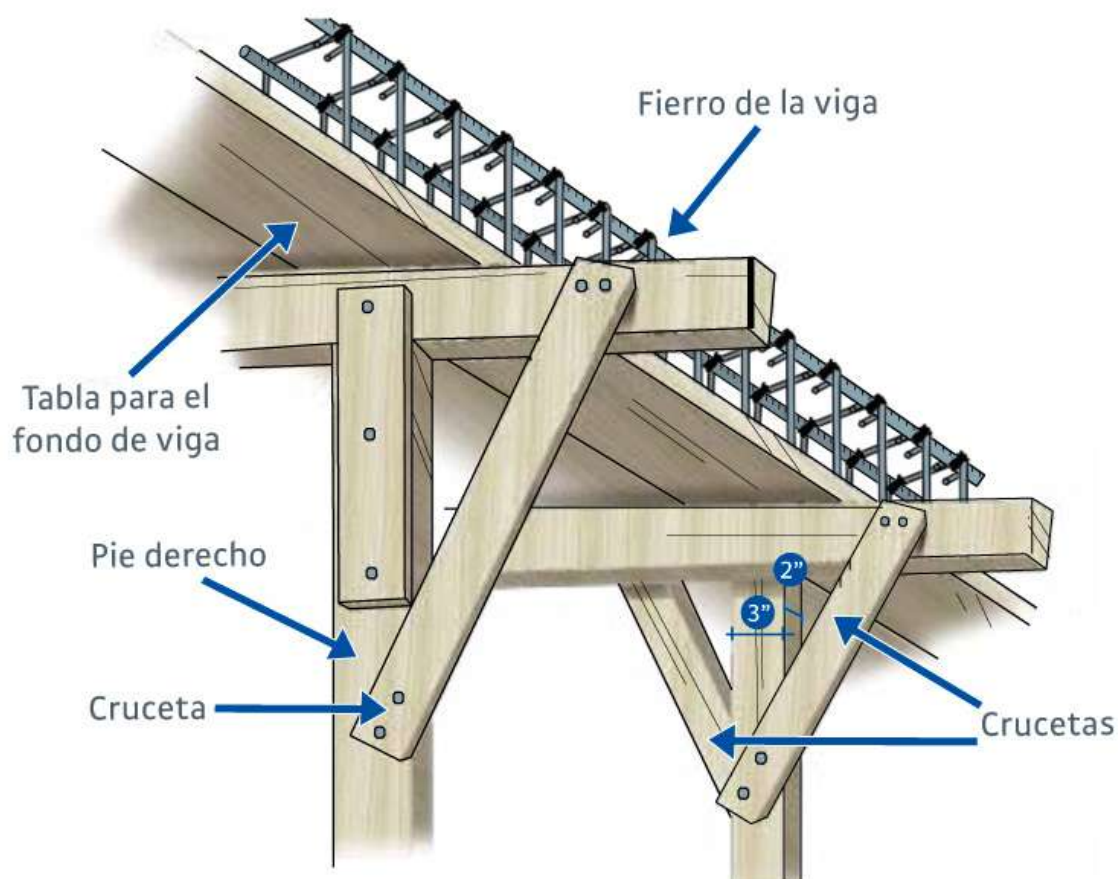


Figura 56. Elementos del encofrado de vigas

Los tablonos o tableros de los costados, que servirán para dar forma a la sección de viga, contarán con espaciadores de madera y pasadores de alambre N° 8 (ver figura 57). Con estos dos elementos se garantiza que el ancho de las vigas sea el que se especifica en los planos.

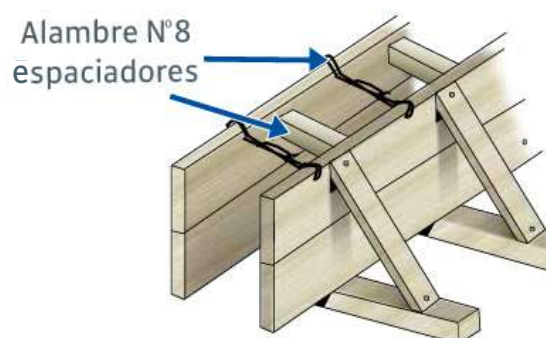


Figura 57. Espaciadores.

Los barrotes, que sirven de apoyo a los tablones de los costados de la viga, serán soportados por elementos diagonales llamados tornapuntas, que los arriostran con los cabezales de las “T”.

Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. Para eso, contamos con la ayuda de un nivel de mano.

CONSIDERACIONES

♦ Antes de empezar a encofrar, se deberá verificar que la superficie del suelo sobre la cual se apoyarán los puntales, esté bien compactada y tenga de preferencia falso piso. De esta manera, evitaremos que los puntales se hundan y desnivelen el encofrado.

♦ No es recomendable usar pies derechos que estén conformados por piezas de madera empalmadas, ya que los empalmes podrían fallar durante el vaciado y producir hundimiento del encofrado y posibles accidentes.

2.3.2 Fierro en vigas

Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras longitudinales y de los estribos de las vigas.

Durante la instalación de la armadura, debe verificarse que los diámetros de las varillas utilizadas concuerden con el plano de estructuras. También, debe comprobarse que el espaciamiento de los estribos sea el indicado, en especial en las zonas pegadas a las columnas, ya que allí siempre se especifica una mayor concentración.

Por ejemplo, si el plano dice:

2 @ 0.05, 4 @ 0.10 y resto @ 0.25 c/ext.

Esto significa que los estribos se deben de colocar de la siguiente manera:

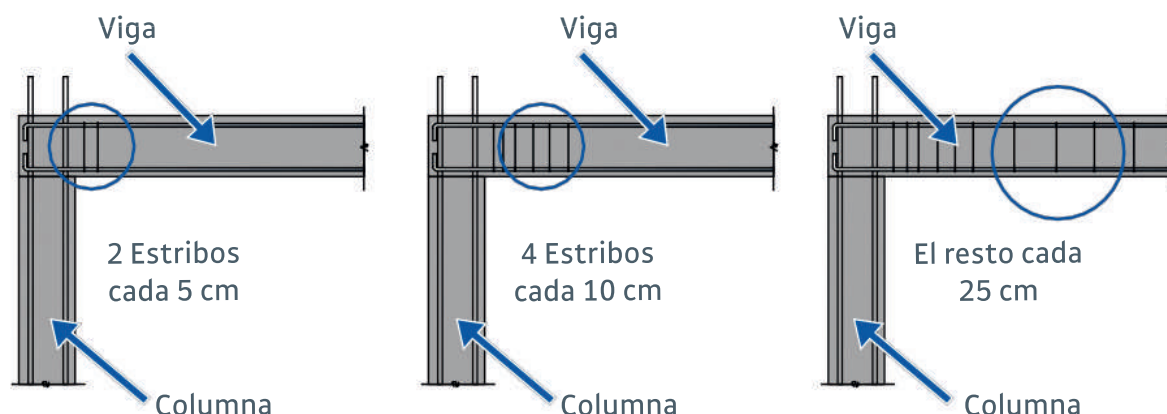


Figura 58. Elementos de encofrados de losas aligeradas.

También se debe revisar que las armaduras de fierro no choquen en ningún punto con sus encofrados. Esto garantizará que después del vaciado, las piezas de fierro tengan el debido recubrimiento de concreto. Para esto, se deben usar dados de concreto que permitan los siguientes recubrimientos ([ver figura 59](#)):

- ♦ En vigas de confinamiento, el recubrimiento debe tener 3 cm.
- ♦ Para las vigas peraltadas, este recubrimiento deberá ser de 4 cm.
- ♦ Para las vigas chatas, bastará con 2 cm.

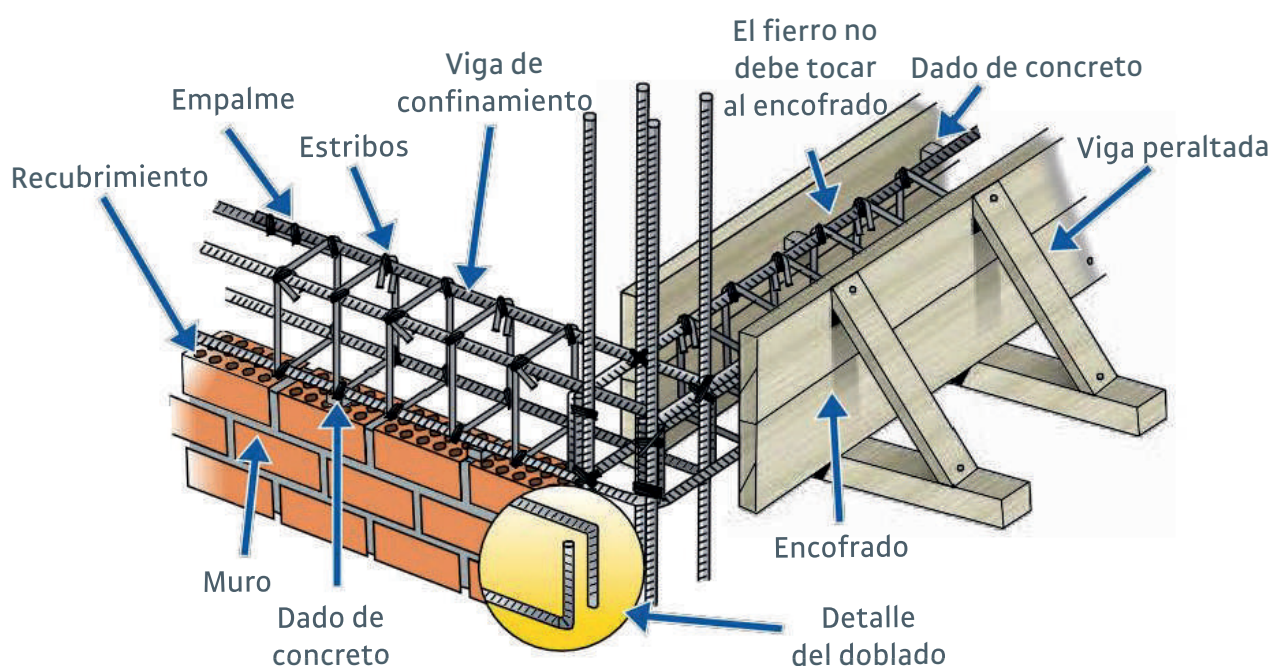


Figura 59. Armaduras de fierro y encofrados.

Otro aspecto importante a revisar, es la ubicación y la longitud de empalme entre barras longitudinales. En cuanto a la ubicación, los empalmes de los fierros, que se encuentran en la parte superior de la viga, deberán hacerse en la zona central; mientras que el empalme de los fierros, que se encuentran en la parte inferior de la viga, deberá hacerse cerca de sus extremos (ver figura 60).

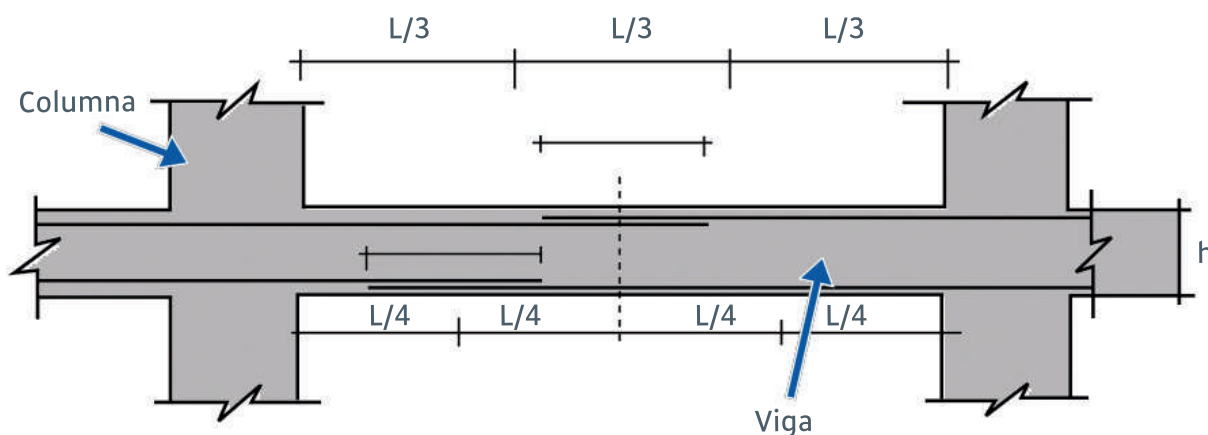


Figura 60. Zonas recomendadas para empalmes.

Las longitudes mínimas de traslape de las barras serán las indicadas en los planos de estructuras.

Cuando dos vigas se encuentren en una esquina, deberán hacerse ganchos de doblado horizontales en ambas. La longitud de estos ganchos se especifica en los planos de estructuras (ver figura 61).

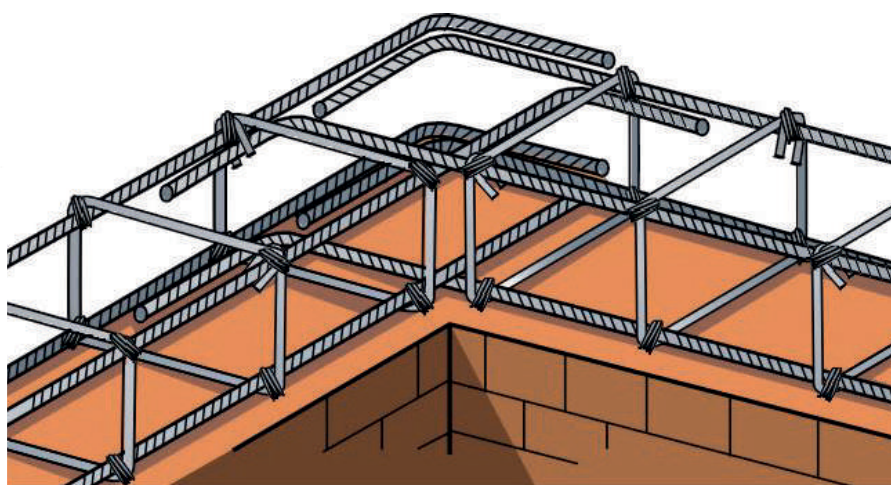


Figura 61. Ganchos de doblado.

Todos los dobleces deberán hacerse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra.

CONSIDERACIONES

- ♦ Se debe empalmar como máximo la mitad de las varillas que se encuentren en una misma sección.
- ♦ Se deben alternar los empalmes. Si no se puede, y solo se van a colocar concentrados en una sección, habrá que aumentar su longitud por un factor que depende del diámetro de la varilla.
- ♦ Nunca se debe empalmar en cambios de sección.

2.4 LOSAS ALIGERADAS

Las losas aligeradas, comúnmente llamadas techos, son elementos estructurales importantes que deben ser diseñados y construidos cuidadosamente. Están conformadas por viguetas, ladrillos, losa y refuerzo (ver figura 62).

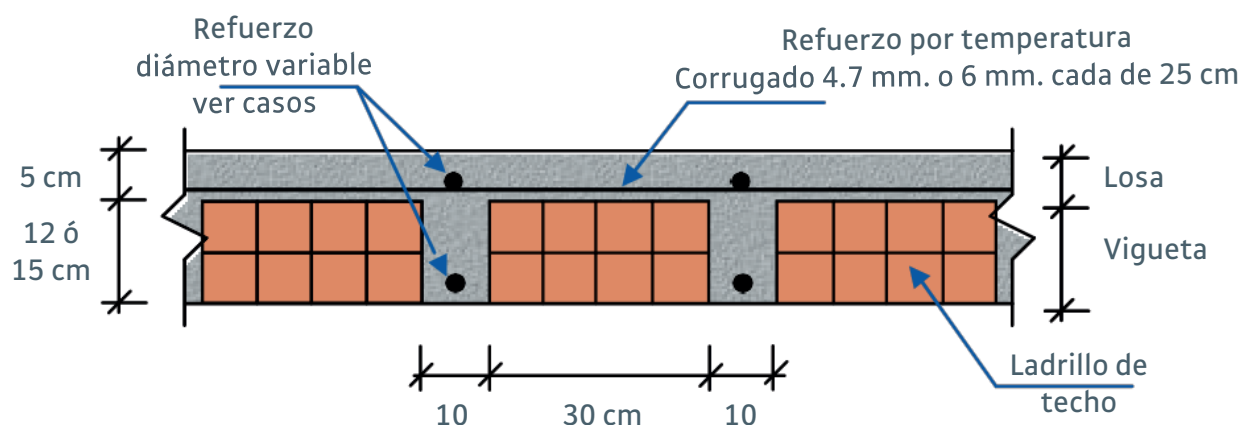


Figura 62. Detalle general aligerado.

2.4.1 Encofrado de la losa aligerada

Los ladrillos para techos generalmente miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos y que pueden ser de 12 cm, 15 cm o 20 cm.

Según el espesor de la losa aligerada indicada en los planos, el alto de los ladrillos debe ser 5 cm menor que el espesor del techo propuesto. Por ejemplo, si se trata de aligerado de 25 cm, el alto de los ladrillos será de 20 cm.

Cada m² de una losa aligerada que tiene un espesor de 20 cm tiene un peso de 300 kg aproximadamente. Asimismo, para un espesor determinado de losa tenemos los siguientes pesos. (Estos valores no consideran el peso de los trabajadores y herramientas durante la construcción).

Espesor de losa (cm)	kg/m ²
17	270
20	300
25	350
30	400

Los encofrados de las losas aligeradas están constituidos por (ver figura 63):

- ♦ Tablones de 1 1/2" de espesor por 8" de ancho mínimo.
- ♦ Soleras de 2" x 4" de sección.
- ♦ Pies derechos (o puntales) de 2" x 3" de sección.
- ♦ Frisos de 1 1/2" de sección, en alturas variables, según el espesor del techo aligerado.

Para armar el encofrado será necesario contar con soleras corridas soportadas por pies derechos espaciados como máximo a cada 90 cm.

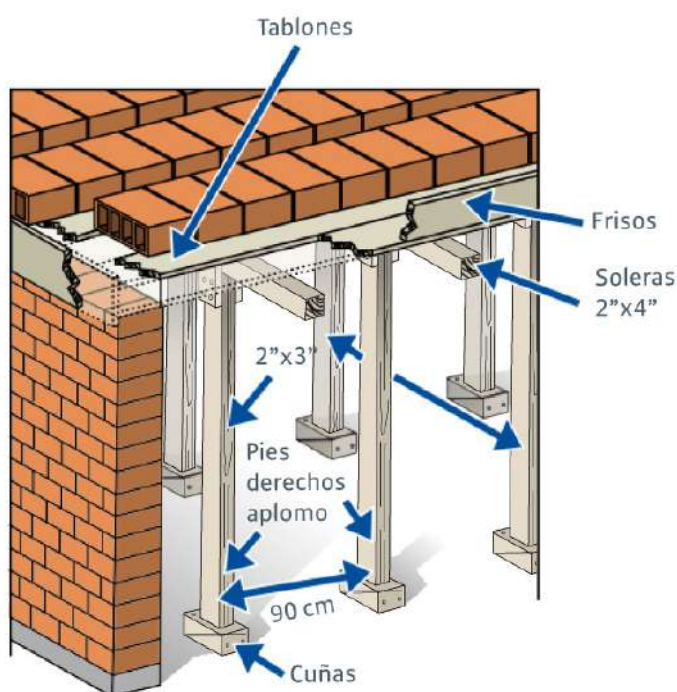


Figura 63. Techo aligerado.

Luego, se procederá a colocar los tablones sobre las soleras (en sentido contrario a estas). Estos tablones servirán para apoyar los ladrillos y para ser fondo de encofrado de las viguetas, por tal motivo el espacio entre los ejes de tablón a tablón será de 40 cm.

Para delimitar el vaciado del techo, se colocarán frisos en los bordes de la losa, con una altura igual a su espesor.

Finalmente, por seguridad, se colocarán refuerzos laterales en los puntales o pies derechos que soportan el encofrado. Se recomienda que estos vayan extendidos horizontalmente y amarren todos los puntales en la parte central de los mismos.

CONSIDERACIONES

- ◊ Al igual que en las vigas, para regular la altura de los pies derechos al contacto con el suelo, no deben usarse piedras ni triplay o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con el peso al que serán sometidos.
- ◊ Los pies derechos deben estar en posición vertical y no inclinados para que puedan funcionar adecuadamente en el apuntalamiento del techo.
- ◊ Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. De lo contrario, después se tendrá que corregir, por un lado, con el tarrajeo del cielo raso, y por otro, con el contrapiso del nivel superior y ocasionará gastos innecesarios.

2.4.2 Preparación de la losa

a. Colocación de los ladrillos de techo

Una vez que el entablado del techo se ha terminado, y que el fierro de las vigas ya esté ubicado, se procederá a la colocación de los ladrillos y luego a la del fierro en las viguetas y la losa de techo (ver figura 64).

Cuando se coloquen los ladrillos de techo, estos deberán estar alineados uno detrás de otro, sin que queden espacios vacíos entre ellos para evitar que se filtre el concreto durante el vaciado. Se deberá verificar que estos ladrillos no estén rajados ni partidos.

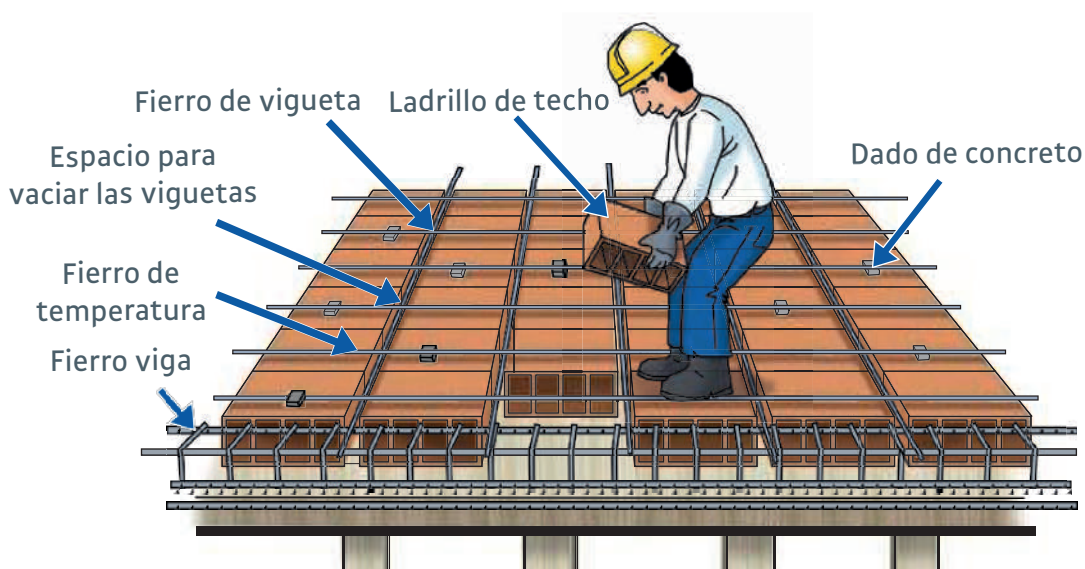


Figura 64. Proceso para colocar ladrillos en el techo.

b. Instalaciones sanitarias y eléctricas

Dentro de una losa aligerada de techo, quedan empotradas una serie de instalaciones, como las tuberías de la red de agua y desagüe y las tuberías de electricidad que alimentan a los puntos de luz. Por esta razón, es muy importante tomar precauciones (sobre todo con las tuberías de desagüe) para evitar que atraviesen las viguetas y corten su continuidad y resistencia. En el caso de las tuberías de luz, las cajas octogonales no deben colocarse sobre el encofrado de las viguetas, sino en el lugar de los ladrillos.

Si en algunas zonas hubiese una concentración de estas tuberías de desagüe, sería recomendable convertir esta área de losa aligerada en losa maciza, es decir, retirar los ladrillos y vaciar toda el área en concreto con su respectivo refuerzo de fierro (ver figura 65).

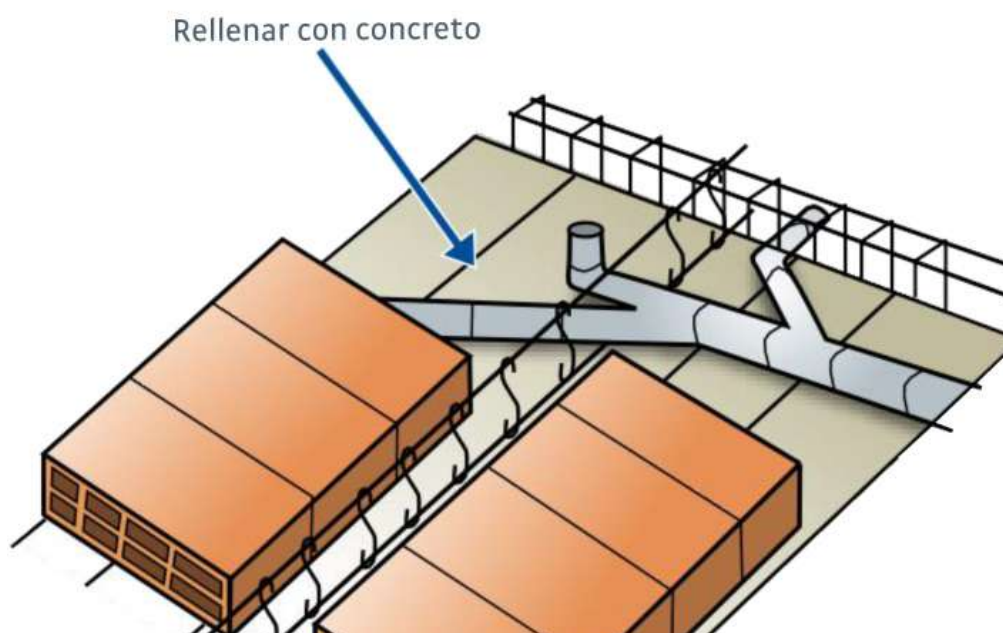


Figura 65. Procedimiento al toparse con tuberías de desagüe.

Igualmente, a veces existen muchos cruces de tuberías de agua o luz dentro de la losa de concreto que va sobre los ladrillos. Como esta losa tiene solo 5 cm de espesor, estas tuberías pueden quedar expuestas o con muy poco recubrimiento. En estos casos, es necesario amarrarlas con alambre N° 16 y tratar de pegarlas contra los ladrillos lo más que se pueda.

2.4.3 Tuberías que pasan a través de la losa aligerada

Hay que evitar que los tubos de las instalaciones sanitarias atraviesen las viguetas del techo, las vigas chatas o las peraltadas (ver figura 66), ya que los debilitan. Si por alguna razón hay que colocar tubos en la posición que se muestra en la (figura 66), entonces se deberán colocar adosados al techo por la parte inferior o superior (ver figura 67); de lo contrario, se deben cambiar sus posiciones y colocarlos, como indica la (figura 68), dentro del ladrillo de techo.

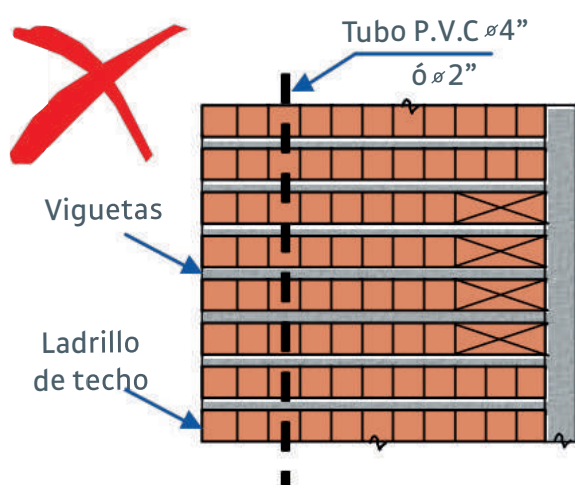


Figura 66.

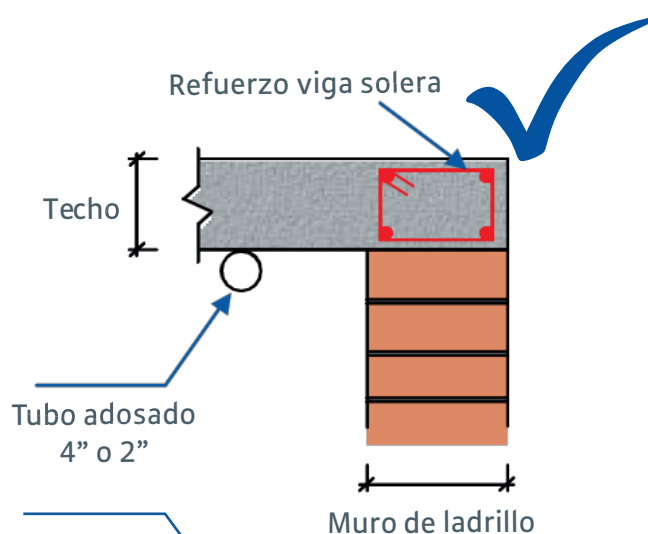


Figura 67.

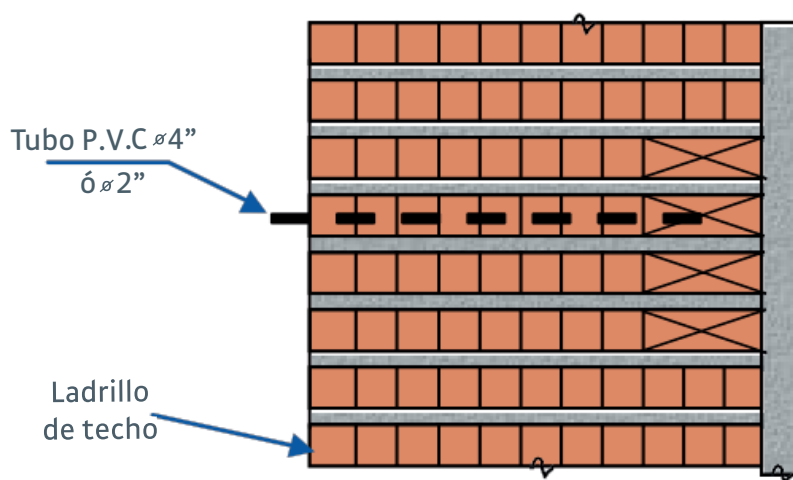


Figura 68.

c. Colocación del fierro en viguetas y losa

El fierro de viguetas se coloca entre las filas de ladrillo de techo y se enganchan en el fierro de las vigas de confinamiento que van sobre los muros de ladrillo.

El fierro de la losa, llamado también fierro de temperatura, se coloca sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las viguetas, apoyados sobre dados de concreto de 2 cm. de espesor, que se colocan encima de los ladrillos de techo (ver figura 69).

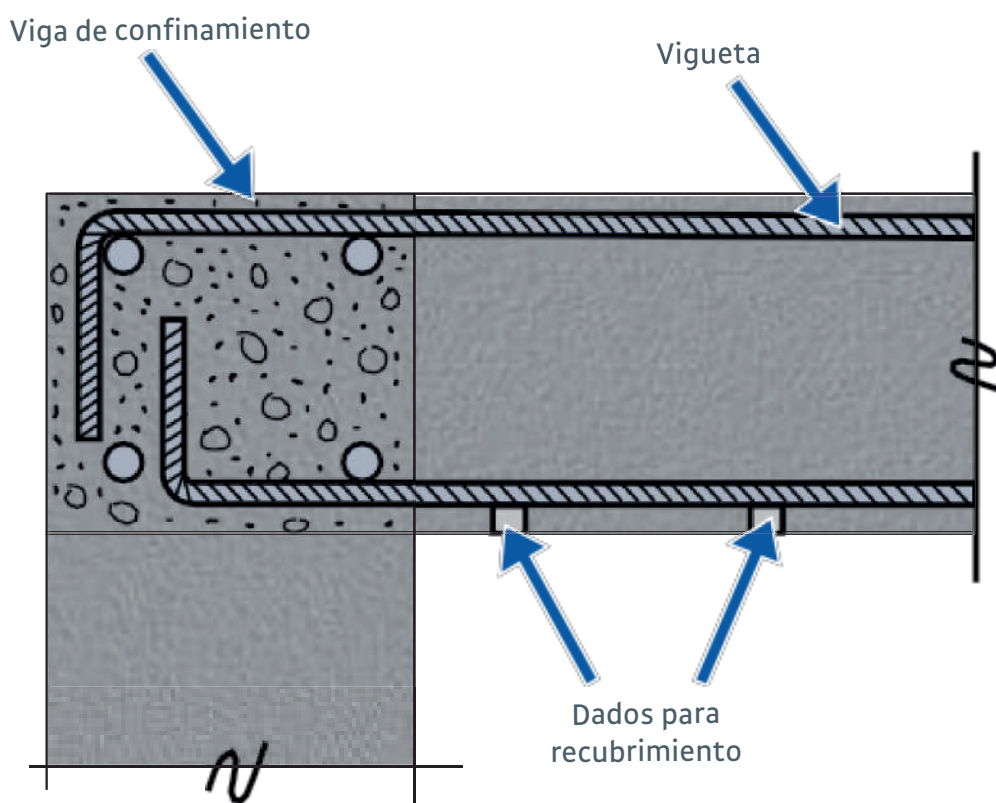


Figura 69. Colocación del fierro en viguetas y losa.

El fierro de temperatura tiene como función evitar el agrietamiento de la losa. Generalmente, se utiliza varillas de 6 mm o 4.7 mm. Estas varillas se amarran a los bastones de las viguetas y a las vigas de amarre cada 25 cm de distancia.

En la figura 70 se muestran los detalles para el anclaje del refuerzo de las viguetas de la losa aligerada. En el primer detalle, el aligerado se apoya en un muro de cabeza y en el segundo, el aligerado se apoya en un muro de sogá; en caso se debe doblar también el fierro de abajo.

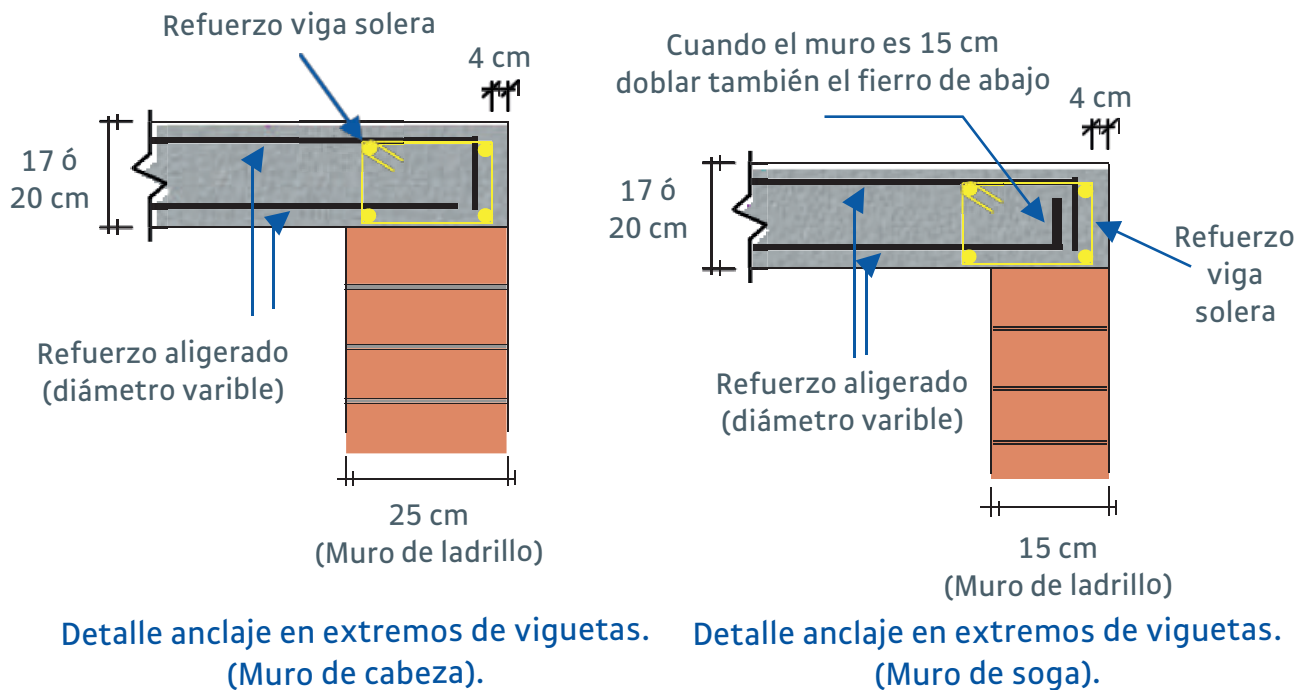


Figura 70.

d. Encofrado de frisos

Posteriormente, cuando el techo aligerado está encofrado y las vigas y viguetas armadas, se procede a colocar los frisos en todo el contorno del techo aligerado.

Los frisos deben ser de madera de 1 1/2" de espesor y la altura de estos se define de acuerdo al tipo de ladrillo que se utiliza. Se considerará 5 cm más que la altura del ladrillo utilizado, de esta manera el vaciado de losa llegará a este nivel como límite. Esto quiere decir que si utilizamos ladrillos de 20 cm de altura, la altura de los frisos será de 25 cm y los listones de refuerzo se colocarán a cada 90 cm, como se muestra en la figura 71.

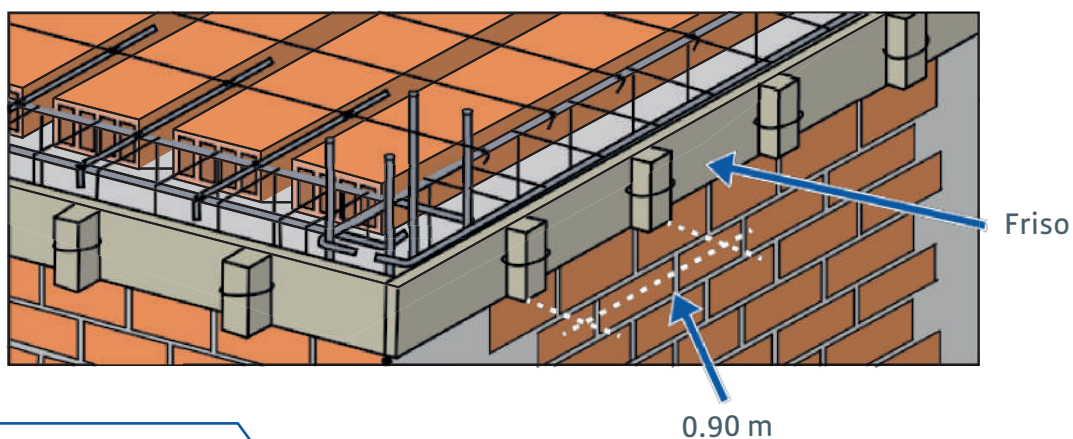


Figura 71. Encofrado de frisos.

CONSIDERACIONES

- ♦ Deberá verificarse que el acero inferior de las viguetas esté 2 cm por encima del encofrado, así se garantiza que el acero inferior tenga el adecuado recubrimiento de concreto.
- ♦ Durante todos estos trabajos, hay que tener mucho cuidado al pararse sobre los ladrillos de techo, ya que estos son muy frágiles. Por esta razón es recomendable poner tabloncillos para poder pisar sobre ellos y evitar posibles accidentes.

2.4.3 Tuberías que pasan a través de la losa aligerada

Antes de colocar el concreto en la losa, se debe verificar que la ubicación de los fierros, de las tuberías de electricidad, de agua y de desagüe, se encuentren en buen estado y de acuerdo a lo establecido en los planos. Es decir, que consideren los alineamientos e inclinaciones de las tuberías preestablecidas y la ubicación exacta de los puntos de salida de accesorios de baño y cocina (inodoro, ducha, lavatorios, drenajes, etc).

Por otro lado, se debe verificar también que el encofrado esté completamente horizontal, los frisos herméticos y los pies derechos estables.

Posteriormente, se debe humedecer el encofrado de las vigas y los ladrillos de techo, para que no absorban el agua del concreto. Asimismo, se debe colocar tablas de madera para que las personas que trabajarán en el vaciado de techo no caminen directamente sobre el fierro porque pueden doblarlo y se debe modificar su ubicación y recubrimiento.

a. Proporción de la mezcla de concreto

Para la preparación de la mezcla, se deberá consultar la resistencia indicada en los planos. Por lo general, al igual que en las vigas y columnas, para una casa de 2 o 3 pisos, esta resistencia a compresión del concreto es de 210 kg/cm². Esto quiere decir, que sobre una superficie cuadrada de concreto de 1 cm de lado, se puede aplicar una carga de 210 kg antes de que se rompa.

La proporción recomendable para obtener esta resistencia, es de una bolsa de cemento, con 2/3 buggy de arena gruesa, 2/3 buggy de piedra chancada y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo. Verificar antes la calidad de estos insumos.



Este concreto, al igual que en las columnas y vigas, debe hacerse de preferencia usando una mezcladora, ya que hacerlo de manera manual produce mezclas que no son uniformes.

b. Vaciado y compactado del concreto

Durante el vaciado se debe llenar primero las vigas y viguetas, y luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o chucear la mezcla con una barra de construcción. Hay que tener cuidado de no vibrar en exceso, porque de lo contrario, los componentes del concreto se pueden separar (ver figura 72).

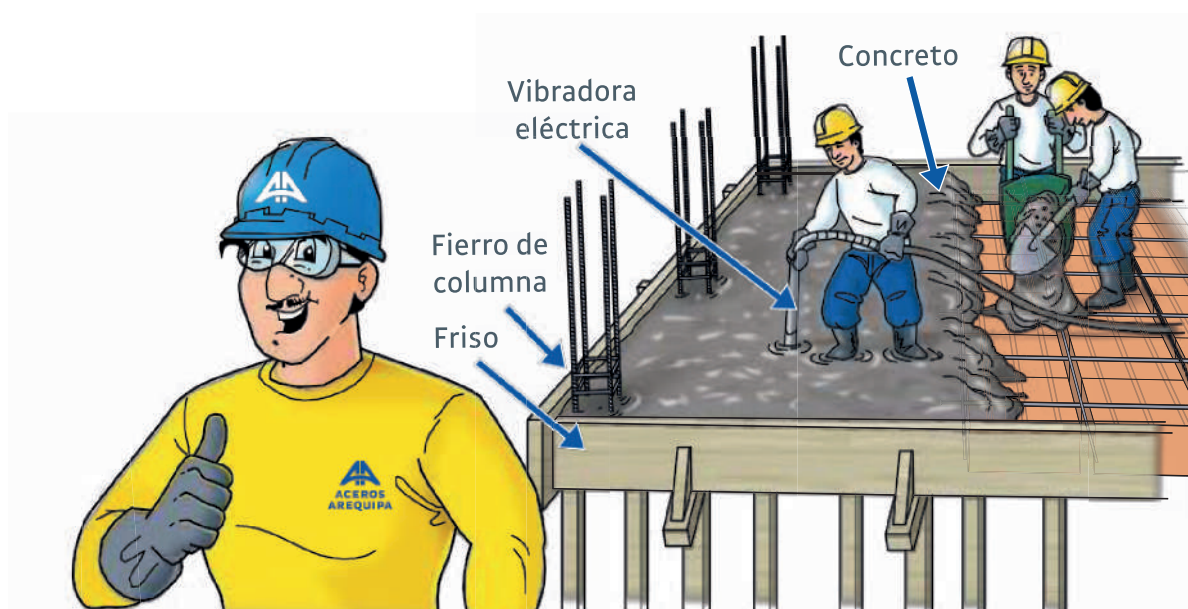


Figura 72. Proceso de vaciado y compactación de concreto en techo.

Es importante tener en cuenta que el proceso de vaciado es continuo. Eso quiere decir, que no se debe postergar el trabajo cuando ya se inició.

c. Nivelación

Finalmente, la losa de techo debe quedar lo más nivelada posible. Esta operación se hace pasando una regla de madera o de aluminio sobre la superficie (ver figura 73).

El acabado de la losa debe ser rugoso, para permitir la adherencia al contrapiso.

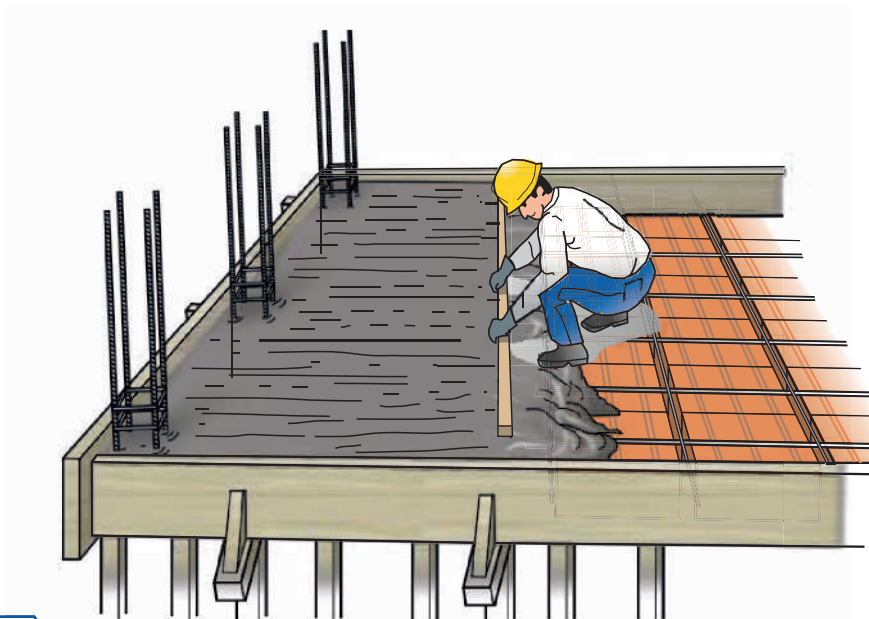


Figura 73. Nivelación.

d. Curado

Debido a la gran superficie expuesta al aire, una losa de concreto es muy susceptible a fisurarse, debido a la contracción por temperatura en estado todavía fresco.

La mejor manera de evitar este problema, es mediante el mojado con agua. Este se debe iniciar unas horas después del vaciado y debe prolongarse los 7 días posteriores. Esto evitará las rajaduras y hará que el concreto alcance su resistencia definitiva.

Para evitar que el agua se escurra por los bordes de la superficie, se recomienda colocar arena fina en estos bordes, a manera de una barrera. A este procedimiento se le conoce con el nombre de curado con arrocera (ver figura 74).

CONSIDERACIONES

- ♦ Los frisos del techo aligerado podrán ser retirados al cabo de 24 horas del vaciado del concreto.
- ♦ Después de 10 días de haberse realizado el vaciado, se procederá al desencofrado de las vigas. Las losas aligeradas se podrán desencofrarse también, pero previendo de dejar puntales cada, ciertos tramos.

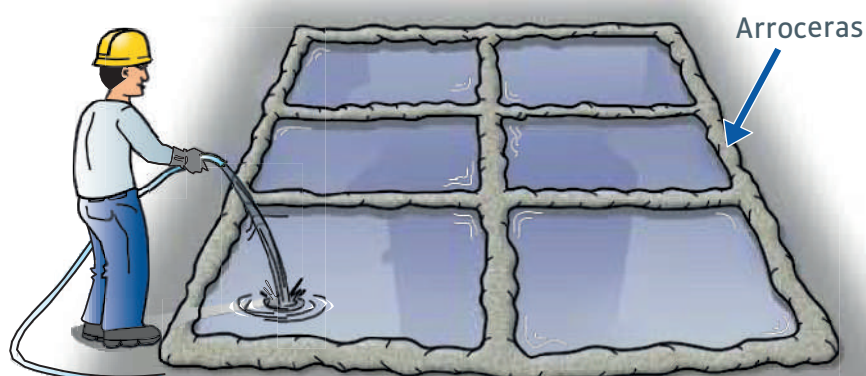


Figura 74. Arrocera.

2.5 ESCALERAS

La escalera de concreto es una losa dentada e inclinada, que nos permite subir o bajar de un nivel a otro.

Una escalera está conformada por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por escalones; y los escalones, por pasos y contrapisos (ver figura 75).

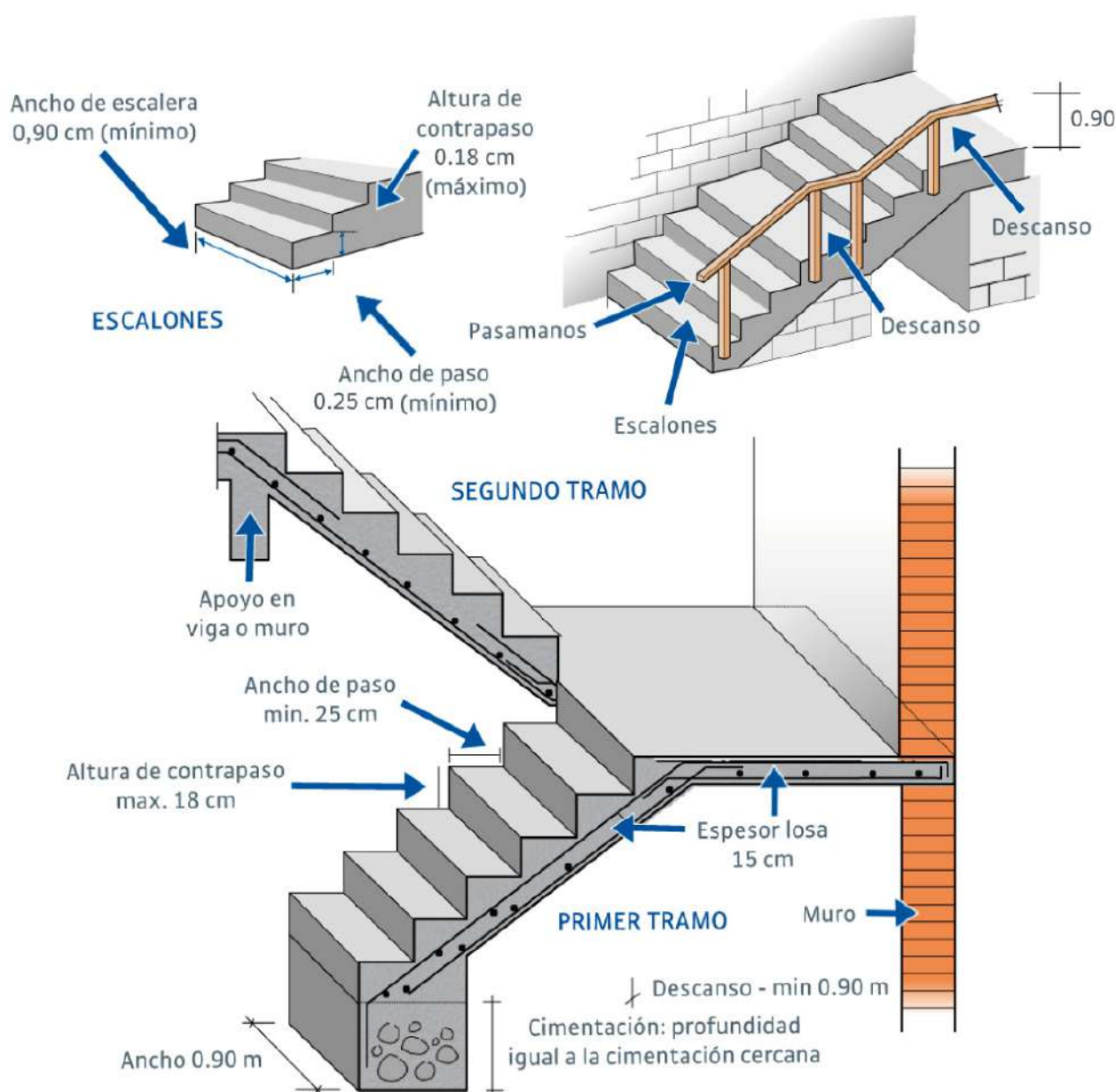


Figura 75. Elementos estructurales de una escalera.

Las escaleras pueden ser construidas dentro o fuera de la vivienda y las condiciones que deberán cumplir son las siguientes:

- ♦ Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre un piso y otro. Si el número es mayor, se deberá intercalar un descanso que tendrá como mínimo 0.90 m de longitud.
- ♦ En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapisos serán uniformes, debiendo cumplir con un mínimo de 25 cm para los pasos y un máximo de 18 cm para los contrapisos (ver figura 76).

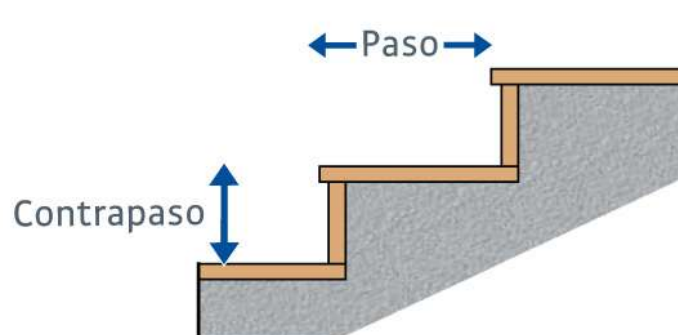


Figura 76. Paso y contrapaso de una escalera.

2.5.1 Trazo de escalera

Sobre la superficie del muro que se encuentra a un extremo de la escalera, se marca el inicio y el fin del tramo a trazar. A la distancia vertical, se le divide entre el número de contrapisos; y a la distancia horizontal, se le divide entre el número de pasos (ver figura 109). Con estos puntos de referencia y la ayuda de una wincha y un nivel, hacemos el trazo respectivo. Luego se traza el fondo de escalera, teniendo en cuenta que el espesor mínimo es de 15 cm o el que especifique los planos.

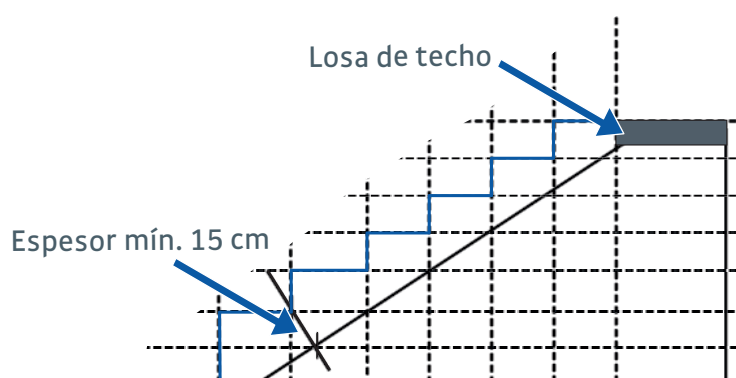


Figura 77. Trazo de la escalera.

2.5.2 Encofrado de escalera

Siguiendo la línea que marca el fondo de la escalera, se arma la rampa que servirá de base para el encofrado.

Luego, se encofran los contrapasos, usando tablas de 1 1/2" de espesor que tengan un largo igual al ancho de la escalera.

Estas tablas se deben asegurar con tacos de madera en sus extremos, y además, se debe colocar un listón de refuerzo en el centro de las tablas para que no se curven por la presión del concreto fresco (ver figura 78).

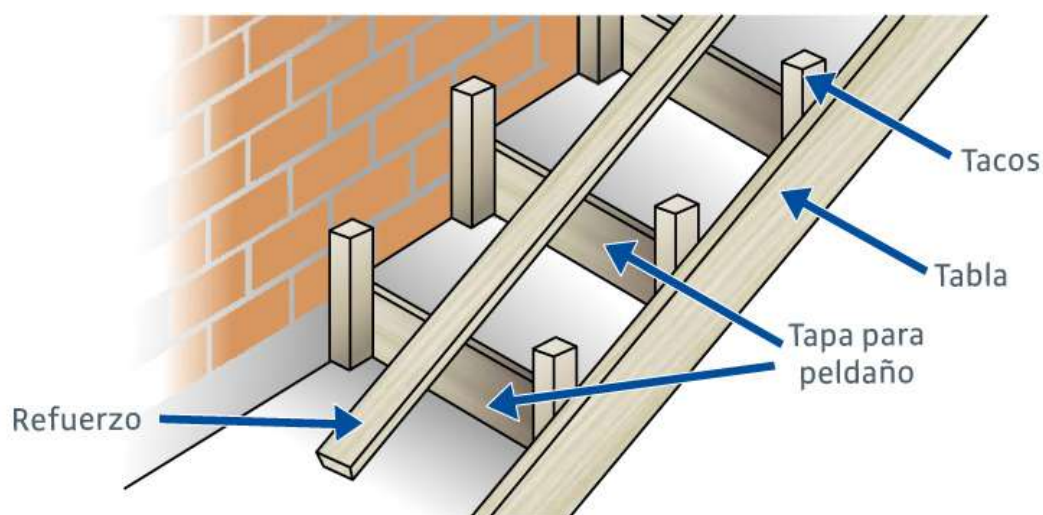


Figura 38. Estructura del encofrado de una escalera.

2.5.3 Colocación del fierro de escalera

Primero se coloca la armadura de acero longitudinal y transversal que va en el fondo de la rampa. Recuerde que debemos colocar dados de concreto que nos garanticen el debido recubrimiento. Luego, se coloca el acero superior, bastones de una longitud que debe estar indicada en el plano de estructuras.

En el extremo inferior y superior de la escalera debe haber “mechas” de acero provenientes de la cimentación o de la losa de techo según corresponda. Estas deben cumplir con las longitudes determinadas en los planos y servirán para enganchar los refuerzos de la escalera a la estructura del edificio (ver figura 79).

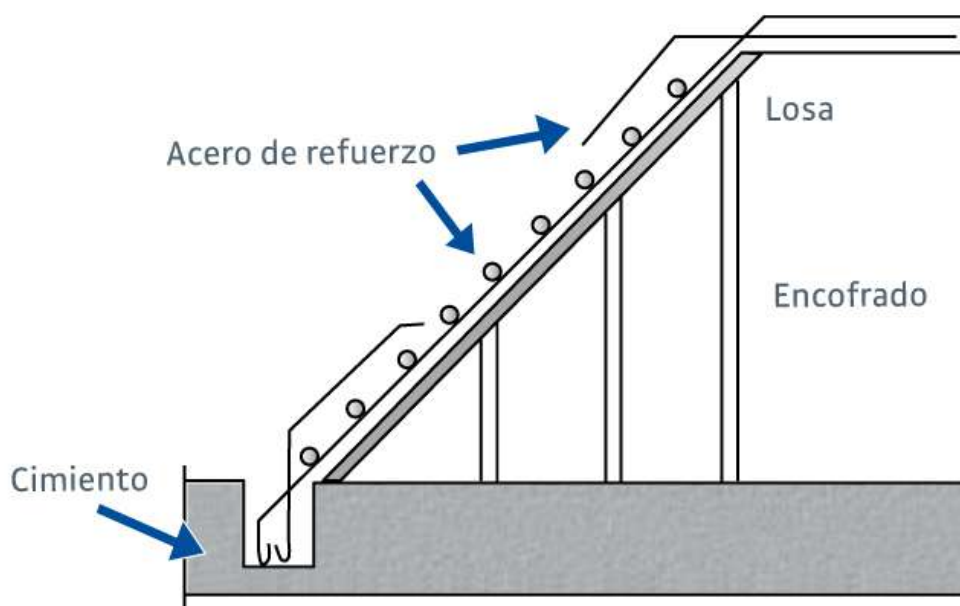


Figura 79. Colocación del fierro de escalera.

2.5.4 Preparación del concreto

El concreto a usarse deberá ser de la misma calidad que el de las columnas y el de los techos. La proporción recomendable es de una bolsa de cemento por 2/3 buggy de arena gruesa, 2/3 buggy de piedra chancada y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.



2.5.5 Vaciado del concreto

Antes de iniciar el vaciado, se deberá humedecer con agua el encofrado, esto evitará que la madera seca absorba el agua del concreto.

El transporte del concreto se efectuará mediante latas, que deberán estar limpias para evitar cualquier contaminación de la mezcla.

El concreto se debe empezar a vaciar por la parte más baja y debe terminarse por la parte superior. Si lo hacemos en sentido contrario, el concreto resbalará por la rampa de la escalera, produciéndose la separación de la piedra del resto de la mezcla.

El vaciado debe hacerse de manera continua hasta terminar toda la escalera. Durante este proceso debe compactarse el concreto con una vibradora. En caso de no contar con una, se chuzará con una varilla de acero.

El desencofrado debe hacerse después de 7 días, tiempo durante el cual debemos humedecer el concreto con agua para evitar rajaduras y garantizar el buen desarrollo de la resistencia.

CONSIDERACIONES

♦ Es muy frecuente que no se le dé la debida atención al acabado del concreto en los pasos y contrapasos. Esto puede traer posteriores picados y nivelados que se pueden evitar fácilmente, si se usa un buen encofrado y se pone un poco de esmero en el acabado final.

♦ Antes del trazo y después del encofrado, es recomendable chequear que las dimensiones de cada una de las secciones de la escalera sean las correctas. Para ello, debemos verificar las alturas de los contrapasos que generalmente son como máximo 18 cm y el ancho de los pasos que son de 25 cm.

3. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

3.1 INTRODUCCIÓN

El concreto es un material muy utilizado en las obras que se ejecutan en nuestro medio para construir la estructura de una edificación. Esta es una razón más que suficiente para optimizar su calidad, ya que de él depende la excelencia de la estructura.

Al concreto podemos considerarlo como una piedra que se ha obtenido artificialmente, primero, mezclando una serie de ingredientes; luego transportándolo, colocándolo, compactándolo y curándolo apropiadamente, de tal manera que este adquiera las características que se ha establecido previamente, como por ejemplo, consistencia, impermeabilidad, resistencia a la compresión ($f'c$), etc.

Concreto = Cemento + Arena gruesa + Piedra chancada + Agua.

Algunas veces, por indicación del ingeniero, hay que añadirle ciertas sustancias químicas llamadas “aditivos”, con el propósito de mejorar o modificar algunas de sus propiedades.

Concreto = Cemento + Arena gruesa + Piedra chancada + Agua + Aditivos.

3.1.1 Características del concreto

- a. Su elevada resistencia a fuerzas de compresión (ver figura 80).
- b. Su escasa capacidad para soportar fuerzas de estiramiento (ver figura 81).
- c. Su elevada resistencia para soportar altas temperaturas, provenientes, por ejemplo, de incendios (ver figura 82).
- d. Su impermeabilidad, es decir, la dificultad de no dejar pasar el agua u otro líquido a su interior.
- e. Su consistencia, es decir, el grado de fluidez de la mezcla para que le sea fácil desplazarse dentro del encofrado y llegar hasta el último “rincón”.
- f. El concreto, como cualquier material, puede experimentar deterioro con el tiempo debido al medio que lo rodea. Por ejemplo:

- ◊ El clima al cual está expuesto (brisa marina, heladas, deshielos, sol, frío, etc.).
- ◊ El suelo que rodea a una cimentación.

Figura 80

Concreto: Buena resistencia a la compresión

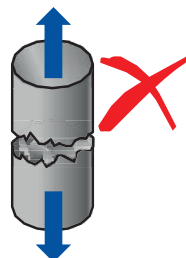


Figura 81

Concreto:
Escasa resistencia
al estiramiento. Se
rompe fácilmente

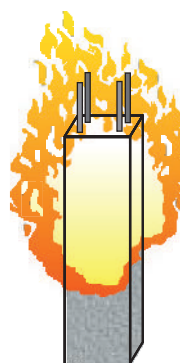


Figura 82

Concreto:
Buena resistencia
al fuego. Protege
al hierro

Figura 80, 81 y 82.

3.1.2 Calidad del concreto

Para obtener un concreto de buena calidad, no solo es necesario contar con ingredientes de buena calidad, que además estén combinados en las cantidades correctas; es necesario también tener en cuenta cómo se hace el mezclado, el transporte, el vaciado, la compactación y el curado. Estos procesos influirán directamente en la calidad de este importante material.

Si uno o varios procesos se realizan de manera deficiente, se obtendrá un concreto de mala calidad, aún utilizando las cantidades exactas de cemento, arena, piedra y agua.

3.2 MEZCLADO DEL CONCRETO

Son tres los aspectos básicos e importantes que hay que considerar en este proceso:

3.2.1 Características de los ingredientes

3.2.2 Dosificación

3.2.3 Mezcla

Examinemos ahora con detenimiento cada uno de los elementos:

3.2.1 Características de los ingredientes

a. Cemento

Dado que este ingrediente tiene gran influencia en varias de las propiedades del concreto, es indispensable que esté en buenas condiciones.

Para lograrlo, sigue las siguientes recomendaciones:

- ◆ No coloques el cemento directamente sobre el suelo.
- ◆ Protégelo de la lluvia (ver figura 83).
- ◆ De preferencia colócalo en un almacén cerrado, en el cual no haya presencia de humedad.
- ◆ Usa el cemento por orden de llegada.

PROTEGER EL CEMENTO



Figura 83.

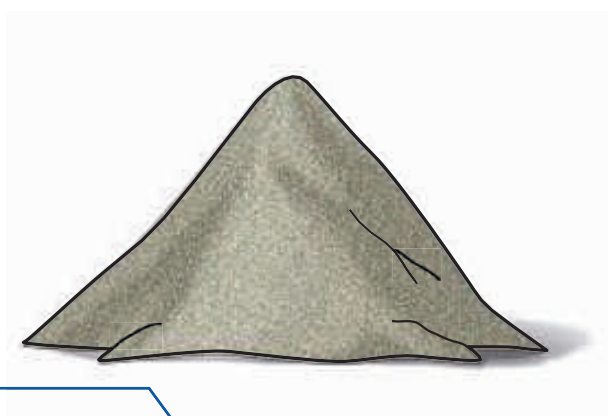


Figura 84.

b. Arena Gruesa

- ◆ Debe ser de cantera natural.
- ◆ Debe estar libre de: restos de plantas, partículas escamosas, arcilla, salitre, otras sustancias dañinas.
- ◆ Deben tener perfil preferentemente angular.
- ◆ Debe ser de partículas duras, compactas y resistentes.

c. Piedra chancada

- ◊ Debe ser grava natural triturada.
- ◊ Debe estar limpia, ser dura y compacta.
- ◊ Textura preferentemente rugosa.
- ◊ Perfil preferentemente angular o semiangular.



Figura 85.

d. Agua

El Reglamento Nacional de Edificaciones nos recomienda que en la preparación y en el curado, usemos agua potable. Por supuesto, el agua no debe haber sido utilizada previamente en otras tareas.

Cuando se usa agua no potable (acequia, río, etc.) o agua potable usada, estas pueden contener impurezas (compuestos químicos) las cuales pueden afectar seriamente la calidad del concreto.



He aquí algunas consecuencias si no sigues esta recomendación:

- ◊ Disminuye su resistencia ($f'c$).
- ◊ Altera el tiempo en el que el concreto se endurece totalmente.
- ◊ Causa corrosión en el refuerzo.
- ◊ Puede producir también eflorescencia (polvo de color blanco conocido como salitre) sobre la superficie.

3.2.2 Dosificación

Dosificación quiere decir, utilizar la cantidad apropiada de cada uno de los ingredientes que echaremos a la mezcladora para elaborar el concreto.

Dichas cantidades deben proporcionarle al concreto las características que indican los planos estructurales y que mencionamos en el punto 3.1.1.

Los criterios mínimos a tenerse en cuenta en la dosificación de los ingredientes del concreto son:

- ♦ Consistencia requerida del concreto.
- ♦ Resistencia a la compresión especificada en el plano.

La consistencia es la fluidez de la mezcla recién preparada, es decir, la capacidad que tiene para desplazarse dentro de los encofrados y así llegar hasta el último rincón de estos cuando se haga el vaciado. Esto implica que la cantidad de agua que debe echarse en el batido debe ser tal que se obtenga un concreto con una fluidez apropiada, de lo contrario, se formarán las conocidas “cangrejeras” que son dañinas e indeseables.

En cuanto a la resistencia a la compresión (f'_c), su valor está indicado en los planos estructurales y es sumamente importante que el concreto que se prepare alcance dicho valor.

El factor que determina esta resistencia es la relación agua/cemento, es decir, la cantidad de agua aportada a la mezcla comparada con la cantidad de cemento incorporada en ella. Mientras menor sea la cantidad de agua, mayor será la resistencia del concreto. Esta consideración es fundamental y debe tenerse siempre presente.

Como podrás darte cuenta, se debe utilizar una cantidad equilibrada de agua (ni mucha ni poca) de tal manera que cuando se endurezca el concreto fresco alcance la resistencia (f'_c) indicada en los planos.

En el Capítulo 5 (Anexos), se presenta algunos casos de dosificaciones sugeridas utilizadas en obra, las cuales deben tomarse solo como información referencial, puesto que pueden variar dependiendo del lugar donde se lleve a cabo la construcción. Estas variaciones se deben, entre otras causas, a las características propias de la arena y de la piedra. Es conocido, por ejemplo, que la arena y la piedra usada en Lima para la elaboración del concreto no son iguales a la arena y piedra de Huancayo. Los materiales de Puno no son iguales a los de Huamachuco (La Libertad), es decir, todos ellos son de características diferentes.

3.2.3 Mezcla

Un concreto de calidad satisfactoria requiere que sus ingredientes estén adecuadamente mezclados, a fin de obtener una masa homogénea y de color uniforme. Por lo tanto, los equipos y procedimientos a usarse deberán ser capaces de lograr una mezcla con estas características. Para lograrlo, considera lo siguiente:

Objetivos del mezclado

- ◆ Cubrir completamente cada partícula de los agregados con pasta de cemento.
- ◆ Distribución uniforme de los ingredientes en la mezcla fresca.
- ◆ Lograr que la mezcla sea similar en cada “tanda”.

Hay dos formas de realizar el mezclado: una es manual y la otra con equipo mecánico (ver figura 87). De estos dos procedimientos, el más recomendable es trabajar con equipo mecánico (mezcladora), porque con él se logran los objetivos del mezclado descritos anteriormente.

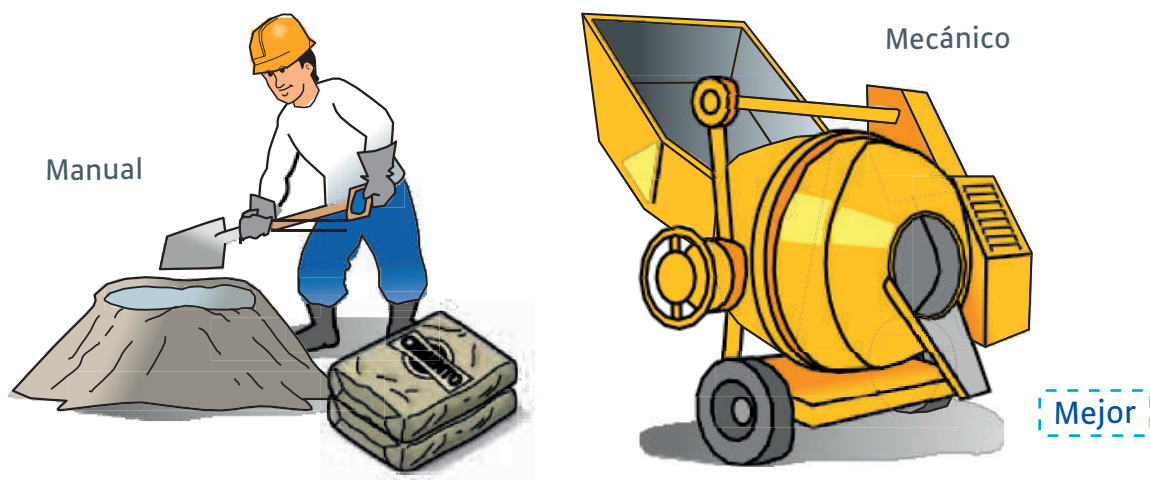


Figura 87. Forma de Mezclado.

- ◆ Debe garantizar una descarga de la mezcla sin que se separe la piedra chancada del resto de los ingredientes.
- ◆ El tambor giratorio y la canaleta de entrada y de salida no deben tener restos de concreto endurecido ni perforaciones.
- ◆ Debe ser operada a la capacidad y la velocidad recomendadas por el fabricante.
- ◆ El depósito empleado en la medición de agua debe encontrarse adecuadamente marcado a fin de controlar la cantidad de esta.

3.3 TRANSPORTE

Para lograr transportar el concreto de manera correcta, es decir, de modo tal que contribuya a conservar su calidad, debes poner en práctica las siguientes recomendaciones:

- ◊ La ruta elegida no debe tener obstáculos ni baches, además debe ser la más corta posible.
- ◊ El traslado del concreto debe ser ágil, sin correr.
- ◊ Debes utilizar la cantidad suficiente de personal, para vaciar el concreto rápidamente.

También es importante que consideres lo siguiente:

- ◊ Durante el traslado de la mezcla hay que evitar la pérdida de alguno de los ingredientes (pasta de cemento, agua por evaporación).
- ◊ Si la mezcla es algo “aguada”, evita transportarla distancias largas. Evita utilizar carretillas o buggies con ruedas sin jebe.

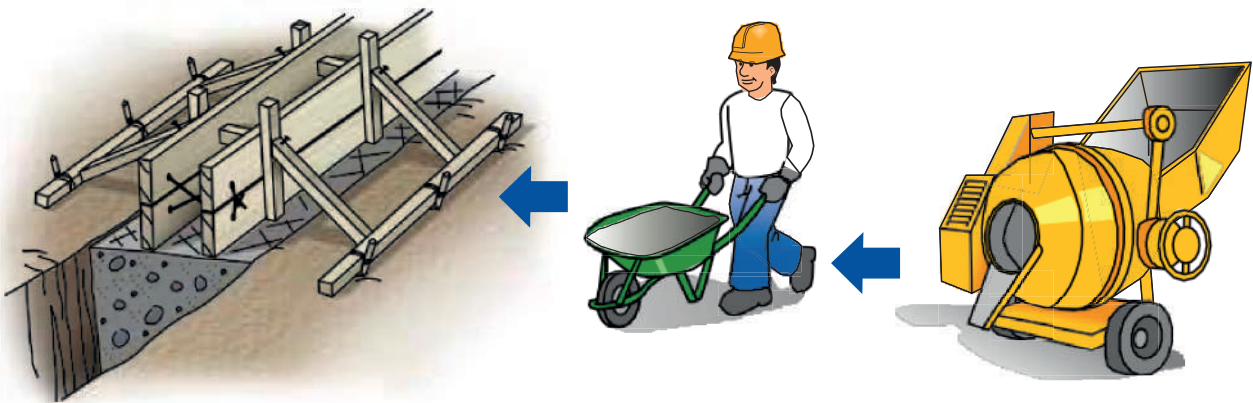


Figura 88. Traslado adecuado del concreto.

3.4 VACIADO

El vaciado del concreto en los encofrados debe realizarse cuidadosamente para obtener un concreto compacto, resistente y durable. He aquí algunas recomendaciones que debes considerar:

- ◊ Durante el vaciado no está permitido agregarle agua a la mezcla.
- ◊ El concreto que muestre indicios de endurecimiento no debe colocarse.
- ◊ El tiempo transcurrido entre el mezclado y el vaciado debe ser el menor posible.
- ◊ La colocación de la mezcla en el encofrado debe hacerse a la menor distancia posible de su posición final ([ver figura 89](#)).
- ◊ No depositar grandes cantidades del concreto en un solo sitio para luego ser extendido.
- ◊ No colocar concreto bajo lluvia fuerte, a menos que se cuente con protección para que no le caiga agua.
- ◊ Antes de hacer el vaciado, humedecer ligeramente los encofrados.
- ◊ En lugares de climas cálidos, por ejemplo en Piura, el vaciado debe hacerse de preferencia por las noches. De ser así, deberá contarse con suficiente iluminación y medidas de seguridad a fin de evitar accidentes.

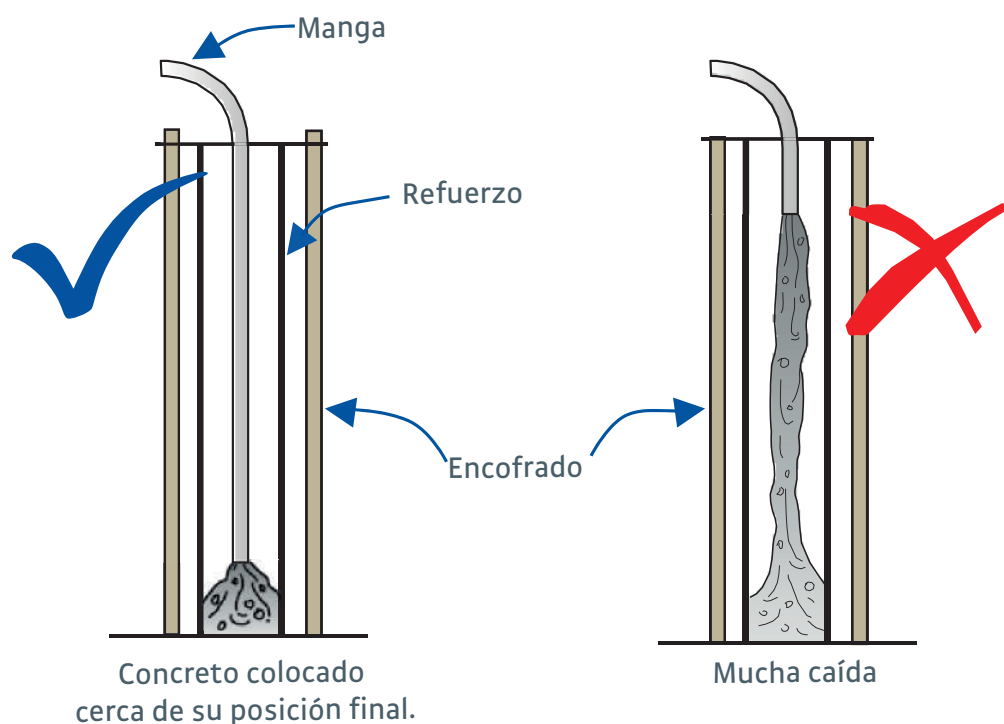


Figura 89. Concreto colocado cerca de su posición final.

3.5 COMPACTACIÓN

El concreto fresco recién colocado en el encofrado puede contener espacios vacíos en su interior (cangrejeras), ocasionadas debido al aire atrapado por este en el momento del vaciado. Si se permite que el concreto endurezca bajo esta condición, no será completamente compacto; será débil y pobremente adherido al acero de refuerzo (ver figura 90).



Figura 90.

La consolidación, conocida también como compactación, es el proceso por el cual el aire atrapado en la mezcla fresca es sacado de la misma. Para lograrlo se han desarrollado diferentes procedimientos. La elección del más conveniente dependerá principalmente de la consistencia de la mezcla.

El método que comúnmente se utiliza en obra, y que es el más recomendado, es el que se realiza mediante el uso de un vibrador (ver figura 91).

A continuación, algunas recomendaciones:

- ♦ No debe concentrarse la vibración en un solo sitio por más tiempo del necesario, por lo que se recomienda no sobrepasar los 10 segundos.
- ♦ La aguja de la vibradora debe ser introducida verticalmente, evitando movimientos bruscos (ver figura 92).
- ♦ Si no cuentas con este equipo, entonces tendrás que “chucear” la mezcla, introduciendo y sacando verticalmente una varilla de fierro liso de 1/2” repetidamente.



Figura 91.

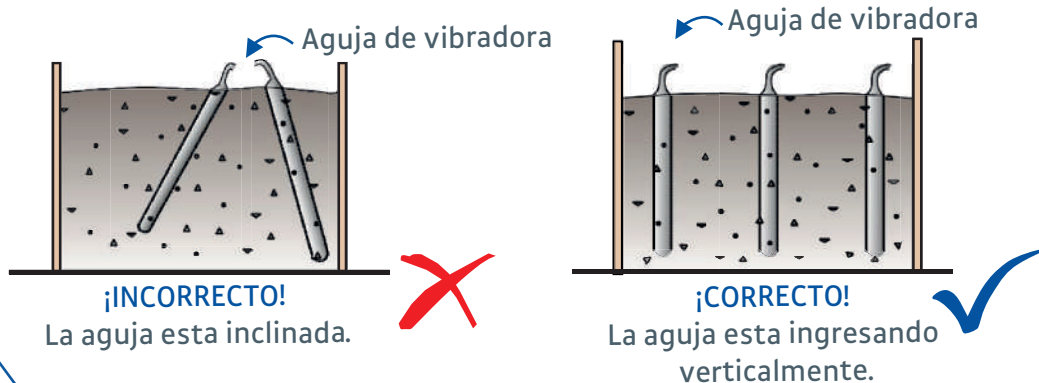


Figura 92.

3.6 CURADO

El curado es un proceso que consiste en mantener en un ambiente húmedo el concreto por varios días después del vaciado, con el propósito de que este adquiera la totalidad de su resistencia ($f'c$) especificada en el plano y además para evitar probables rajaduras superficiales.

Los agentes más perjudiciales para el concreto recién vaciado son el sol y el viento, porque lo secan excesivamente. Debe evitarse que estos lleguen a la mezcla.

El concreto alcanza un porcentaje significativo de su resistencia tan solo a los 7 días del vaciado. Por ejemplo, si se usa un cemento tipo I, su resistencia llegará a la semana aproximadamente al 70% del $f'c$ especificado. Su resistencia final, al 100%, dependerá en gran medida de su curado.

De no realizarse el correspondiente curado, el resto de la resistencia que le falta adquirir, puede perderse por un secado prematuro del concreto, lo cual lo convertiría en un material de baja calidad.

Para evitar esta peligrosa situación, el concreto debe curarse al menos durante 7 días, y en trabajos de mayor trascendencia, hasta 14 días.

Actualmente, existen diversas formas para realizar el curado, pero el objetivo de todas ellas es el mismo: garantizar un buen contenido de humedad en el concreto para que así desarrolle las propiedades que lo convertirán en un material de buena calidad y resistencia.

Los procedimientos más utilizados en obra son:

- ♦ La continua y directa aplicación de agua (ver figura 93a).
- ♦ Para el caso de pisos o techos: las arroceras.
- ♦ Mantas o alfombras empapadas con agua con las cuales se cubre el concreto (ver figura 93 b).

Figura 93 (a)

Agua directo
al concreto



Figura 93 (b)

Columna de concreto
Mantas saturadas
de agua

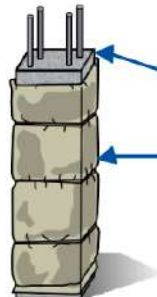


Figura 93 (a) y (b).

4. SEGURIDAD E HIGIENE EN OBRA

4.1 ACCIDENTES, TIPOS Y CAUSAS

La construcción es uno de los sectores de mayor importancia en la actividad económica del país, tanto por su contribución al desarrollo, cuanto por los puestos de trabajo que genera. Al mismo tiempo, sin embargo, es uno de los sectores donde el riesgo y el número de accidentes ocurridos ha alcanzado cifras preocupantes.

Por lo tanto, es importante abordar el tema de la seguridad y la salud de los trabajadores por ser la construcción una actividad especialmente peligrosa.

4.1.1 Accidente

Es todo acontecimiento súbito y violento ocurrido en la ejecución de un trabajo, que puede producir un daño físico leve, grave o a veces la muerte, no solo a ti, sino también a otras personas.

Los accidentes originan además retrasos en la ejecución de la obra, así como daños a instalaciones y equipos.

4.1.2 Tipos de accidentes

La pérdida de salud de los trabajadores, ya sea debido a lesiones, incapacidades permanentes o muertes ocurre debido a:

a. Golpes recibidos por:

- ♦ Materiales transportados.
- ♦ Materiales proyectados.
- ♦ Caída de materiales, herramientas o equipos desde altura.

b. Accidentes por contacto:

- ♦ Con la electricidad.
- ♦ Con los clavos.
- ♦ Con objetos punzantes o cortantes.

c. Atrapamiento por:

- ♦ Máquinas de transmisión polea – correa.
- ♦ Derrumbes.

d. Caídas del trabajador:

- ♦ Desde el andamio.
- ♦ A través de aberturas en los techos.
- ♦ Desde el elevador de plataforma.
- ♦ Desde escaleras, techos y pasarelas.

e. Atropellos con:

- ♦ Vehículos que avanzan.
- ♦ Vehículos en retroceso.
- ♦ Maquinaria.

f. Sobreesfuerzo por:

- ♦ Posición incorrecta al levantar una carga.
- ♦ Exceso de carga.

4.1.3 Causas de los accidentes

Cuando un accidente sucede, no se debe a la mala suerte. Tampoco es producto de la casualidad. Un accidente es el resultado de una o varias causas que lo producen; por lo tanto, estas situaciones pueden ser identificadas y controladas. Es necesario investigar la causa principal de un accidente para evitar su repetición. Las principales causas de accidentes son:

- a. Actos inseguros
- b. Condiciones peligrosas
- c. Factores externos

Analicemos ahora cada uno de estos factores:

a. Actos inseguros

Son actos que realizas o que dejas de realizar y con los que generas un riesgo para ti y para otras personas.

Ejemplos:

- ♦ Trabajar sobre una escalera inestable (ver figura 94).
- ♦ Usar arnés sin estar enganchado a un punto seguro.
- ♦ Distracción (falta de concentración en tu trabajo).
- ♦ Cargar materiales, equipos y herramientas en forma insegura.
- ♦ Trabajar en estado de ebriedad.
- ♦ Bromas en el trabajo.
- ♦ Cansancio.
- ♦ Desconocimiento.
- ♦ Malos hábitos de trabajo.



Figura 94.

b. Condiciones peligrosas

Las condiciones peligrosas dependen de los equipos, de las instalaciones o de las tareas mismas que realizas, por medio de las cuales se genera un riesgo para ti o para tus compañeros de trabajo.

Ejemplos:

- ♦ Cables de acero con mordeduras, retorcidos o con alambres cortados
- ♦ Iluminación escasa durante los trabajos nocturnos.
- ♦ Falta de orden y limpieza.
- ♦ Equipos no protegidos adecuadamente.

c. Factores externos:

Son situaciones ocasionadas por factores ajenos a la obra, que pueden generar un riesgo para ti. Estas situaciones especiales no pueden ser controladas, pero debes estar atento.

Ejemplos:

- ◇ Lluvias repentinas, caída de granizo, etc.

4.2 TÚ Y LA SEGURIDAD EN OBRA

El éxito de tu trabajo es muy importante para ti y para tu cliente; es por ello que para ser verdaderamente exitoso no solo tienes que controlar la calidad de la construcción, sino también las condiciones de seguridad en las que trabajas. De esta manera evitarás en gran medida los indeseados, lamentables y costosos accidentes de trabajo.

4.2.1 Seguridad

Es el control de los accidentes y daños a los equipos o materiales. Las normas de seguridad son indispensables para la ejecución exitosa del trabajo.

4.2.2 Compromiso y responsabilidades

- ◇ La seguridad en obra es tan importante como la calidad de la construcción, los costos y el avance de obra.
- ◇ La prevención de accidentes debe ser un compromiso de todos los trabajadores.
- ◇ Se debe integrar a toda práctica laboral, la preservación de vidas y bienes.
- ◇ Debes intervenir activamente en los programas y metas de prevención.
- ◇ Debes estar atento e informar inmediatamente toda condición insegura que se presente en obra.

4.2.3 Lo que se espera de ti

- ◇ Que trabajes siempre respetando las normas de seguridad.
- ◇ Que veles por tu seguridad y la de tus compañeros de trabajo.
- ◇ Que cuides tus equipos y herramientas manteniéndolos en buen estado de conservación.

4.2.4 En obra, no debes

- ♦ Correr, salvo en el caso de una emergencia justificada.
- ♦ Fumar o hacer fuego en áreas prohibidas.
- ♦ Ingresar a trabajar en estado de ebriedad.
- ♦ Ingresar al lugar de trabajo con bebidas alcohólicas o drogas. (ver figura 95).
- ♦ Realizar tareas con el torso desnudo.

♦ Usar cadenas en el cuello, llaveros colgantes o cabello largo sin recoger, cuando se deban operar máquinas rotativas o existan puntos de enganche.

♦ Tomar medicamentos que produzcan sueño, adormecimiento, etc. porque afectan tus sentidos y te restan capacidad física. Ten cuidado con aquellos medicamentos comprados sin receta médica y en farmacias informales.



Figura 95.

4.2.5 Conductas que debes aplicar siempre

- ♦ Usa los equipos y elementos de seguridad adecuados.
- ♦ Si tú o alguno de tus compañeros ha sufrido cualquier lesión durante la realización de sus tareas, es tu obligación informar de inmediato a tu superior.
- ♦ Realiza tus tareas de modo tal que NO te expongas al peligro, ni expongas a tus compañeros. (ver figura 96).

Caminando
al borde en el piso 2



Figura 96.

4.3 REQUISITOS DEL LUGAR DE TRABAJO: ORDEN Y LIMPIEZA

Debes mantener tu obra constantemente limpia y ordenada, ya que esto contribuye no solo a prevenir lamentables accidentes, sino también a evitar interferencias en el avance de tu trabajo.

He aquí algunas recomendaciones de seguridad:

1.- Saca o aplasta los clavos que sobresalgan de las piezas de madera (ver la figura 97).

2.- Al término de la jornada, deja limpia tu zona de trabajo.

3.- Ordena tus herramientas en el lugar que les corresponde.

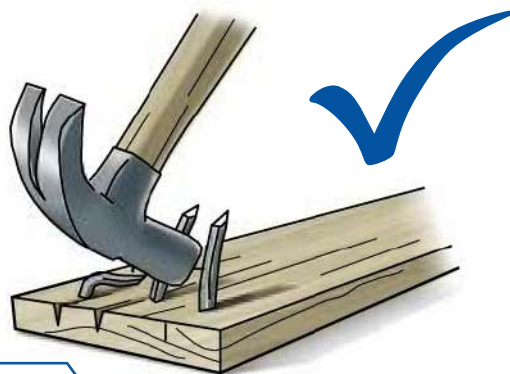


Figura 97.

Figura 98.

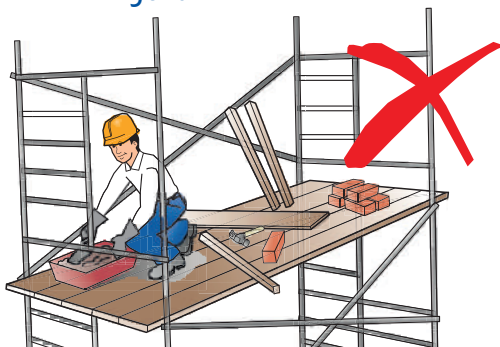


Figura 99.



Figura 98 y 99.

4.- Mantén el andamio libre de materiales y herramientas que no sean de uso inmediato (ver la figura 98).

5.- Limpia los aceites y grasas derramados en los pisos (ver la figura 99).

6.- Retira los desechos y desperdicios de las zonas de trabajo y accesos.

7.- Apila los materiales en forma segura y estable. No le des mucha altura.

8.- Almacena las varillas correctamente para evitar tropiezos.

9.- En jornadas nocturnas, las zonas de trabajo y las vías de circulación, deben permanecer bien iluminadas.

10.- Asegúrate que los líquidos inflamables se guarden en recipientes y lugares adecuados.

11.- Señaliza adecuadamente tu obra.

12.- Coloca pantallas protectoras en las aberturas de los techos para evitar caída de materiales o accidentes personales

4.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (E.P.P.)

En materia de seguridad, el uso de los E.P.P. constituye una necesidad para prevenir accidentes o reducir sus efectos y así salvaguardar tu salud e integridad personal.

Los E.P.P. son de diversos tipos y tienen diferentes propósitos. Cada uno de ellos está diseñado y fabricado para protegerte en cada riesgo específico.

a. Vestimenta

No utilices prendas muy amplias o sueltas, pueden quedar atrapadas en las partes móviles de la maquinaria.

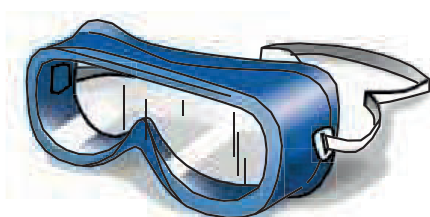


b. Protección de la cabeza

El casco te protegerá de golpes, así como también de contactos eléctricos.

c. Protección de los pies

Los zapatos, botines y botas de seguridad protegen tus pies de perforaciones, aplastamientos y contactos eléctricos.

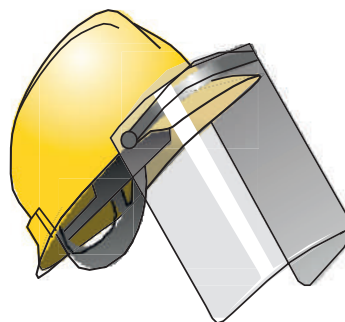


d. Protección de los ojos

Los anteojos o gafas te protegerán los ojos cuando estés picando concreto o mamposterías, rasqueteando o lijando paredes, cortando o esmerilando, etc.

e. Protección facial

Esta mascarilla es de uso obligatorio cuando trabajes con sierras, amoladoras u otras herramientas o equipos similares.

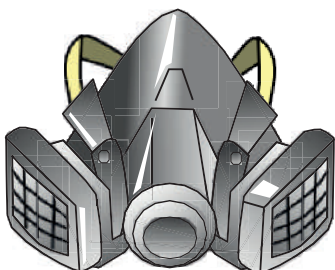


f. Protección de oídos

Estos protectores atenúan el ruido excesivo cuando trabajas con martillos, neumáticos, esmerilando piezas de acero o aserrando madera.

g. Protección contra caídas

Siempre que realices trabajos en altura (andamios, montaje de estructuras metálicas, tendido de redes eléctricas, etc.), debes usar tu arnés de seguridad.



h. Protección respiratoria

Te protege de gases tóxicos, polvos nocivos y vapores orgánicos.

i. Protección anti caída

Te protege de posibles caídas cuando realices trabajos en altura.



4.5 MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Una de las actividades que siempre está presente en toda obra (pequeña, mediana o grande) es la manipulación y transporte de materiales o equipos. Considerando que generalmente estas tareas las realizas manualmente, existen riesgos de accidentes que debemos controlar para evitar que te produzcan lesiones en el cuerpo.

4.5.1 Recomendaciones

- ♦ Antes de levantar y mover materiales o equipos, observa la zona por donde vas a caminar. No debe haber obstáculos que sortear.
- ♦ Verifica que no haya cables eléctricos con corriente cuando transportes varillas corrugadas o tubos metálicos.
- ♦ Si la carga a trasladar tiene astillas o bordes filosos, debes usar guantes.
- ♦ No uses los músculos de tu espalda para levantar la carga (ver figura 100).
- ♦ Tu espalda debe mantenerse recta, es decir, el peso de la carga debe tomarlo tus piernas (ver figura 101).
- ♦ No levantes materiales que pesen más de 25 kg.



Figura 100

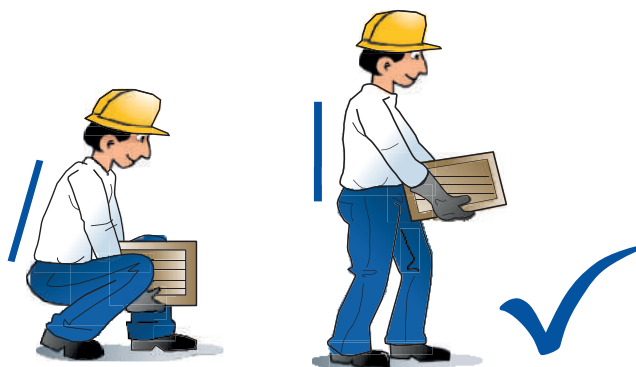


Figura 101

Modo correcto de levantar la carga

Figura 100 y 101.

4.5.2 Preparación de la carga

- ♦ Empareja y protege los bordes metálicos filosos o dispares.
- ♦ Saca o aplasta los clavos o alambres que sobresalgan.
- ♦ Si se trata de carga voluminosa no dejes que te impida ver (ver figura 102).

Que la carga
no te impida ver.



Figura 102.

- ♦ Al levantar la carga, tus pies deben estar apoyados en piso firme y separados.
- ♦ Amarra con cuerdas todo material plano que pueda “volar” por la acción del viento.
- ♦ Coloca la carga solo sobre lugares seguros y suficientemente resistentes.
- ♦ No levantes la carga más arriba de lo que alcanzas con comodidad.
- ♦ Cuando estés transportando tubos, escaleras, varillas o tablas, debes mantener la mirada en dirección al movimiento. Debes tener cuidado al voltear en una esquina.



RECUERDA

Muchas lesiones serias en la columna vertebral son causada por una incorrecta manera de levantar las cargas.



4.6 PREVENCIÓN CONTRA CAÍDAS

4.6.1 Riesgos de caídas

En la industria de la construcción, las caídas de altura constituyen la principal causa de accidentes graves o mortales. El riesgo de caída, al cual estás expuesto, está presente en la mayoría de las tareas que se ejecutan en una obra.

Por ejemplo:

- ♦ Sobre los andamios (ver figura 103).
- ♦ En el perímetro de los techos (ver figura 104).
- ♦ Aberturas en los entrepisos, para los ascensores y escaleras (ver figura 105).

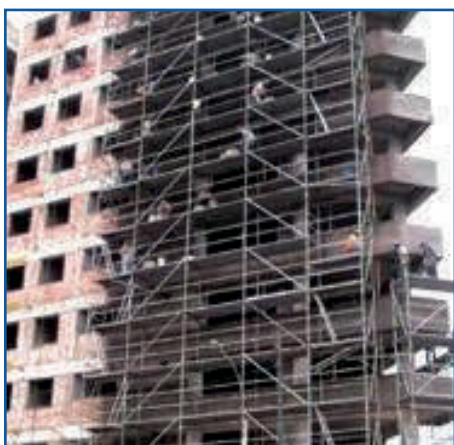


Figura 103.



Figura 104.



Figura 105.

Figura 103, 104 y 105.

- ♦ En el elevador de plataforma.
- ♦ Construcción de los encofrados (ver figura 106).
- ♦ Montaje de estructuras metálicas (ver figura 107).



Figura 106.



Figura 107.

Figura 106 y 107.

Por eso es importante que cada vez que realices un trabajo en altura, estés siempre alerta. Mantenerse alerta quiere decir que debes estar atento y concentrado en cada movimiento que realizas. Evita la distracción, pues es una de las principales causas de accidentes. Además, cuando se actúa precipitadamente o enojado, se pierde la serenidad, la calma y por lo tanto, quedas más expuesto a un accidente.

Considera en tu trabajo diario la aplicación de estas recomendaciones, con la finalidad de evitar un accidente y sus lamentables consecuencias.

4.6.2 Prevención

En general, las medidas de prevención que debes aplicar en el trabajo diario deben cubrir dos aspectos importantes:

a. La prevención de caídas

Lo que hay que procurar es evitar que al moverte o desplazarte, te acerques demasiado al área de riesgo. Esto se puede lograr, por ejemplo, respetando las vallas o barandas colocadas en obra (ver figura 108).



Figura 108.

b. La protección contra caídas

Las caídas se evitan con métodos de protección, como por ejemplo el uso del arnés o cinturón de seguridad. Al usarlo, avanzas un paso más hacia tu seguridad personal, pues aunque existe el riesgo de una caída en altura, con el uso del equipo correspondiente, lograrás minimizar las consecuencias. (ver figura 109).



Figura 109.

4.7 DEMOLICIÓN MANUAL

En caso de realizar una demolición manual, considera las siguientes recomendaciones:

4.7.1 Acciones de prevención

a. Antes de iniciar la demolición.

- ◊ Inspecciona personal y minuciosamente la edificación a demolerse.
- ◊ Asegúrate que no existan partes inestables de la edificación, sostenidas por otras partes a demolerse.
- ◊ Corta totalmente el suministro eléctrico, telefónico, de gas y de agua.
- ◊ Protege la vía pública y las edificaciones vecinas con vallas o paneles de madera.

b. Durante el trabajo lucha contra el polvo.

- ◊ Elimina el polvo lo más cerca posible de su punto de formación, en especial en trabajos que se realizan en espacios cerrados.
- ◊ Debes usar mascarillas con filtros para la protección de tus vías respiratorias.
- ◊ Ante la presencia de partículas de sílice, su eliminación debe ser total y el uso de mascarilla es obligatorio. Hay presencia de sílice en los trabajos de arenado, perforaciones de roca, cortado de concreto, etc.

c. Del personal y su protección.

- ◊ No debe haber trabajadores ocupados en tareas de demolición en diferentes niveles.

♦ Los trabajadores deben usar obligatoriamente: (ver figura 110) casco, zapatos de seguridad, guantes, arnés, anteojos y mascarilla.

Trabajador sin casco y ojotas. Un accidente no es producto de la mala suerte, tampoco de la casualidad.



Figura 110.

4.7.2 Procedimientos

a. Recomendaciones generales.

- ♦ Elimina los vidrios.
- ♦ La demolición debe empezar por la parte superior de la edificación y continuar avanzando hacia abajo.
- ♦ Evita que se acumulen los escombros para no sobrecargar la estructura.
- ♦ No derribes las partes de la construcción que sostienen otras partes (por ejemplo, vigas que sostienen al techo).
- ♦ Interrumpe los trabajos, si las condiciones climáticas son malas (vientos fuertes, lluvias, etc.)
- ♦ Asegúrate que los escombros extraídos estén bien ubicados para que no se vayan a caer accidentalmente.
- ♦ No utilices explosivos en áreas urbanas.
- ♦ Todo el proceso de demolición debe estar supervisado constantemente por personal con experiencia en estos trabajos.

b. Equipo e instalaciones auxiliares.

- ♦ Los andamios y escaleras no deben estar apoyados en la estructura a derribar.
- ♦ Los escombros no deben ser tirados al vacío. Utiliza para ello conductos de descarga (guías tubulares, mangas, canaletas cerradas de madera, etc.) (Ver figura 111).

c. Derribo de muros.

- ♦ Los muros deben derribarse por piso, de arriba hacia abajo y por hiladas completas (ver figura 112).
- ♦ Asegura los muros que no están bien sustentados, por medio de puntales, para que no se desplomen bruscamente.
- ♦ Si fuera necesario mantener un muro en pie, debes dejar como mochetas los otros muros que acceden a este. No derribarlos completamente.

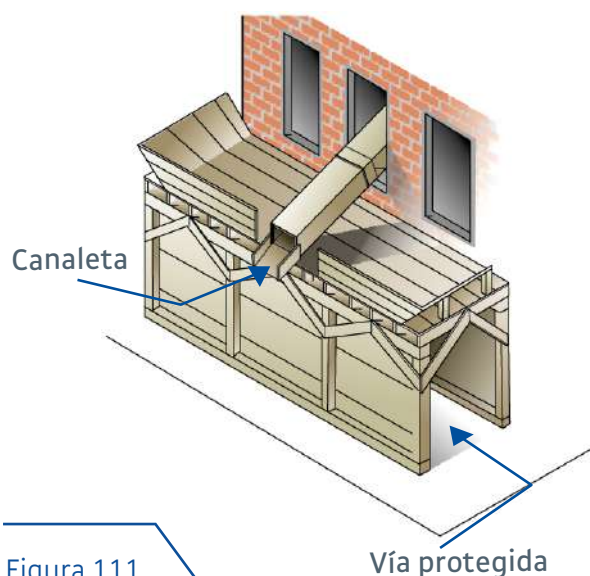


Figura 111.

- ♦ No someter los muros a una presión peligrosa por acumulación excesiva de escombros contra ellos.

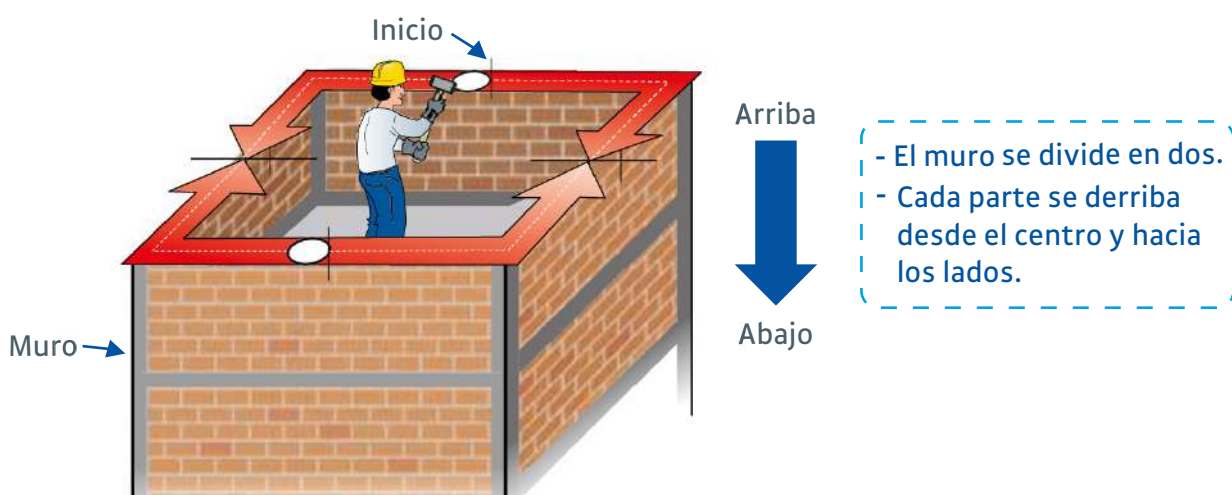


Figura 112. Demolición de muros

d . Demolición de techos.

- ♦ Haz un cerco y señaliza la zona situada inmediatamente debajo del techo, prohibiendo el ingreso de los trabajadores no involucrados en esta tarea.
- ♦ No debilites las vigas de los techos, si aún no se han terminado las labores que se ejecutarán sobre ellas.
- ♦ Realiza la demolición empezando desde el centro hacia los extremos.
- ♦ No acumules los escombros sobre el techo, particularmente sobre la zona central.

4.8 REGLAS DE ORO

En general, sea cual fuera el trabajo que hagas en una obra, te recomendamos que apliques diariamente estas importantes REGLAS DE ORO:

4.8.1 Antes de comenzar

- ◇ Solicita información sobre las tareas que vas a realizar en la jornada.
- ◇ Analiza los riesgos que puede conllevar.
- ◇ Solicita las herramientas, equipos y protecciones personales adecuadas, así como materiales necesarios.

4.8.2 Durante el trabajo

- ◇ Utiliza las protecciones personales, respeta las señales de seguridad.
- ◇ Cuida y respeta las protecciones colectivas. Observa siempre su estado.
- ◇ No te expongas innecesariamente a los riesgos. Las protecciones pueden fallar.

4.8.3 Al finalizar la jornada

- ◇ Procura dejar los bordes filosos debidamente protegidos.
- ◇ Mantén el lugar de trabajo limpio y ordenado.
- ◇ Reflexiona: ¿Estoy satisfecho de la seguridad de mi trabajo? ¿He abusado de la confianza en mi trabajo?

Recuerda que la seguridad empieza contigo

5. ANEXOS

5.1 MATERIALES EN MUROS PORTANTES

a. Consumo de ladrillos y mortero.

Tipo Amarre(*)	Cantidad ladrillos (por metro cuadrado)	Cantidad de mortero (bolsa por metro cuadrado)
Cabeza	66	2
Soga	39	1
Canto	29	0.5

(*) Usando ladrillo King Kong 18 huecos (0.23 x 0.13 x 0.09)

b. Dosificación en volúmenes (1) mortero de asentado según Norma E-070: Albañilería.

Tipo	Cemento	Arena
P1	1	3 - 3.5
P2	1	4 - 5
NP	1	Hasta 6

Nota: Para muro portante usar: P1 o P2
Para tabiquería usar: NP

(1) Dosificación en volúmenes: medición de las cantidades de los ingredientes, utilizando el mismo recipiente, pero guardando la proporción que se da en el cuadro.

Ejemplo: Dosificación para mortero tipo P2: 1:4
Si el recipiente de medición fuera una bolsa, entonces sería:
por cada una bolsa de cemento, usar 4 bolsas de arena.

Si se usaran carretillas o buggies para la medición de estos materiales sería así:

Para Carretilla:

Tipo	Cemento (bolsa)	Arena (carretilla)
P1	1	1.5 - 1.75
P2	1	2 - 2.5
NP	1	Hasta 3

Para Buggie:

Tipo	Cemento (bolsa)	Arena (carretilla)
P1	1	1 - 1.2
P2	1	1.3 - 1.7
NP	1	Hasta 2

c. Cantidad de ingredientes por metro cúbico.

Para carretilla plana:

Porporción	Materiales por metro cúbico		
	Cemento (bolsa)	Arena (carretilla plana)	Agua*
1:4	8.90	17	30.6
1:5	7.80	18	34.6
1:6	6:30	19	42.7

(*) litros por cada bolsa de cemento.

Para buggies:

Porporción	Materiales por metro cúbico		
	Cemento (bolsa)	Arena (carretilla plana)	Agua*
1:4	8.90	11.4	30.6
1:5	7.80	12	34.6
1:6	6:30	12.7	42.7

(*) litros por cada bolsa de cemento.

5.2 MATERIALES EN CIMIENTOS CORRIDOS

Cantidad de materiales en cimientos corridos (concreto ciclópeo).

Para carretilla plana:

Porporción	Materiales por metro cúbico			
	Cemento (bolsa)	Hormigón (carretilla plana)	Piedra (carretilla plana)	Agua*
Cimiento 1:10 + 30% PG (máx.)	2.66	16	9	60.2
Sobrecimiento 1:8 + 25% PM (máx.)	3.65	17	8	43.8

(*) litros por cada bolsa de cemento.

Para buggies:

Porporción	Materiales por metro cúbico			
	Cemento (bolsa)	Hormigón (buggies)	Piedra (buggies)	Agua*
Cimiento 1:10 + 30% PG (máx.)	2.66	10.7	7	60.2
Sobrecimiento 1:8 + 25% PM (máx.)	3.65	11.4	5.5	43.8

(*) litros por cada bolsa de cemento.

5.3 MATERIALES EN COLUMNAS, VIGAS, TECHO

Cantidad de materiales en concreto armado:

Para carretilla plana:

f _c (Kg./cm ²)	Materiales por metro cúbico			
	Cemento (bolsa)	Arena gruesa (carretilla)*	Piedra 1/2" (carretilla)*	Agua*
175	8.43	9.5	9.7	22
210	9.73	9.2	9.3	19.1

(*) carretilla plana de 2 pies cúbicos.

(**) litros por cada bolsa de cemento.

Para buggies:

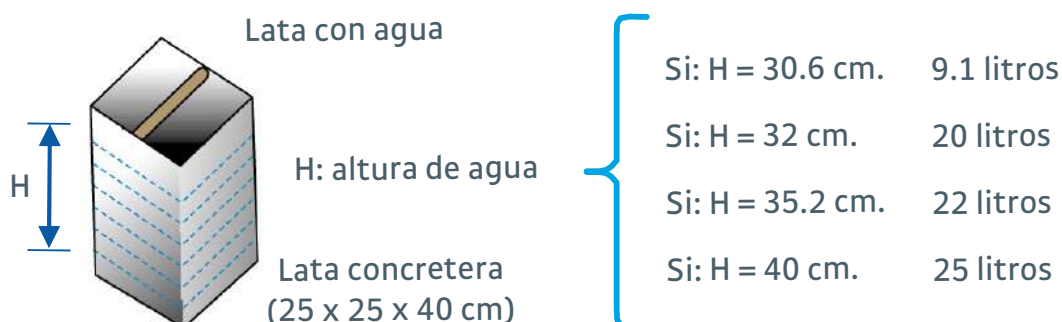
f _c (Kg./cm ²)	Materiales por metro cúbico			
	Cemento (bolsa)	Arena gruesa (buggies)*	Piedra 1/2" (buggies)*	Agua*
175	8.43	6.4	6.5	22
210	9.73	6.2	6.3	19.1

(*) litros por cada bolsa de cemento.

5.4 IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA DOSIFICACIÓN DE MORTEROS Y CONCRETOS

a. Lata concretera

Esta es una lata de 25 x 25 x 40 cm Si se le llena con agua a varias alturas tendremos la cantidad de agua que necesitamos; por ejemplo, si la altura H es de 32 cm tendremos 20 litros de agua.



b. Carretilla plana

Este implemento tiene una “caja” achatada y de poca profundidad; además, tiene una capacidad de dos pies cúbicos (2 p3), es decir, puede contener 2 bolsas llenas de arena o 2 bolsas llenas de piedra chancada.



c. Buggie

Tiene una “caja” más robusta y de mayor profundidad que la carretilla; el buggy tiene una capacidad de tres pies cúbicos (3 p3), es decir, puede contener 3 bolsas llenas de arena o 3 bolsas llenas de piedra chancada.

5.5 SIMBOLOGÍA DE PLANOS ESTRUCTURALES

(Albañilería Confinada).

Símbolo	Descripción
f'_c	Esfuerzo de compresión del concreto.
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero.
$\pm$	Capacidad portante del terreno.
f'_m	Esfuerzo de compresión de la albañilería.
f'_b	Esfuerzo de compresión del ladrillo.
s/c	Sobrecarga de diseño.
VS	Viga solera.
VA	Viga de amarre.
C1	Columna 1.
$\emptyset$	Diámetro de la barra.
	Estribo.
@	A cada.
Rto.	El resto.
c/e	En cada extremo.
Astemp.	Acero por temperatura.
Mortero P2	Tipo de mortero de asentado P2.
Unid. Albañ.	Ladrillo.
Esc.	Escala de dibujo.

HOJA TÉCNICA - FIERRO CORRUGADO ASTM A615-G60 / NTP 341.031-G420 – ASTM A706-G60 / NTP 339.186-G420 BONORMA



DIMENSIONES	
Diám. Nominal pulgadas	Diám. Nominal mm.
-	6
-	8
3/8	-
-	12
1/2	-
5/8	-
3/4	-
1 3/8	-

Nuestros fierros corrugados ofrecen gran seguridad frente a los sismos, porque cumplen todas las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú y son fabricados con la más avanzada tecnología, bajo un estricto control de calidad.

Sus corrugas aseguran una buena adherencia al concreto. Además, el 100% de nuestros fierros tienen pesos y medidas exactas.

Se identifican por la marca de Aceros Arequipa y el diámetro grabados en cada fierro.

USOS

Se utiliza en la construcción de edificaciones de concreto armado de todo tipo: en viviendas, edificios, puentes, obras industriales, etc.

NORMAS TÉCNICAS

Composición Química, Propiedades Mecánicas y Tolerancias dimensionales:

- ♦ ASTM A615-G60 / ASTM A706-G60
- ♦ Norma Técnica Peruana 341.031-G420 – 339.186-G420
- ♦ Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

PROPIEDADES MECÁNICAS

- Límite de Fluencia (f_y) (a 0.2% Offset) = 420 – 545 MPa
- Resistencia a la Tracción (R), mín. = 550 MPa
- Relación R / f_y > 1,25
- Alargamiento en 200 mm
- 8mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8", 3/4" = 14 % mínimo.
- 1", 1 3/8" = 12 % mínimo.
- Doblado a 180° = Bueno.

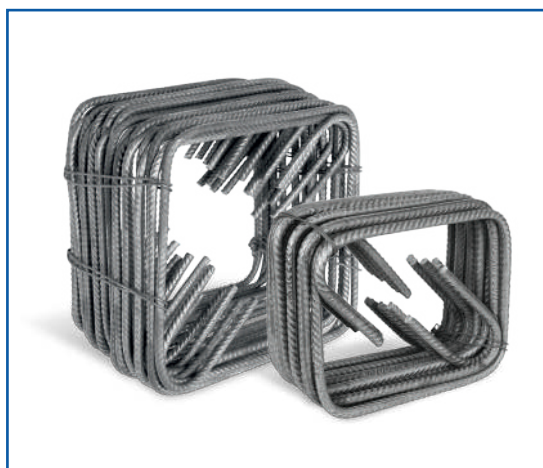
DIÁMETRO BARRA (d)	8mm	3/8"	12 mm	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 3/8"
DIÁMETRO DOBLADO	3d	3d	3d	3d	3d	5d	5d	5d	7d
mm	24.0	28.6	36.0	38.1	47.6	95.3	111.1	127.0	244.5

PRESENTACIÓN

Se produce en barras de 9 m y 12 m de longitud en los siguientes diámetros: 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1 3/8". Previo acuerdo, se puede producir en otros diámetros y longitudes requeridos por los clientes.

Se suministra en paquetes de 2 toneladas y en varillas.

HOJA TÉCNICA - ESTRIBOS CORRUGADOS



Piezas prefabricadas de fierro corrugado de 6 mm, 8 mm y 3/8" de diámetro en forma cuadrada o rectangular.

PARA COLUMNAS (6mm)		
Tipo de Muro	Tipo	Dimensiones (cm)
Muro de Cabeza	C1	18 x 18
Muro de Soga	C2	26 x 8.5
	C5	21 x 8.5

PARA VIGAS (8mm)		
Tipo de Muro	Tipo	Dimensiones (cm)
Ladrillo de Techo 12 cm	V1	18 x 12.5
Ladrillo de Techo 15 cm	V2	18 x 15
Ladrillo de Techo 20 cm	V3	18 x 20

PARA COLUMNAS (8mm)		
Tipo de Muro	Tipo	Dimensiones (cm)
Muro de Cabeza	C6	18 x 18

PARA COLUMNAS Y VIGAS (3/8")	
Tipo	Dimensiones (cm)
E1	17 x 17
E2	17 x 22
E3	17 x 27
E4	17 x 32

USOS

Actúan como refuerzo de confinamiento y de fuerza cortante en columnas y vigas de edificaciones de albañilería confinada y concreto armado.

NORMAS TÉCNICAS

ASTM A615/A615M - NTP 341.031 Grado 60 / Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Límite de Fluencia (f_y) mín : 420 – 545 MPa (a 0.2% Offset)

Resistencia a la Tracción (R) mín : 550 MPa

Alargamiento en 200mm:

6mm 11% mínimo.

8mm, 3/8" 14% mínimo.

Doblado a 180° : Bueno en todos los diámetros.

PRESENTACIÓN

Los estribos de 6 mm y 8 mm se comercializan en paquetes de 20 unidades y los estribos de 3/8" en paquetes de 10 unidades.

Todos los paquetes están forrados con plástico "stretch film" para brindarle una mayor protección. Además, en su etiqueta contiene información del producto.

Este manual fue desarrollado gracias a la colaboración de:

Ing. Ricardo Medina Cruz e Ing. Antonio Blanco Blasco
Elaboración del texto y planos

**Línea Autoconstrucción - Área de Marketing, Aceros Arequipa
Coordinación General**

Fecha de revisión junio 2022.



**LA SEGURIDAD
DE UN FIERRAZO**