

Prólogo

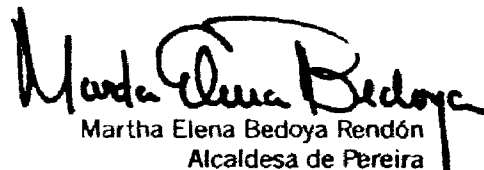
Dicen que nada está puesto al azar, que una simple hoja puede transformar el universo. Y día a día sucede: se transforman las ciudades, los campos, las calles, los barrios, la casa, la gente.

Una ciudad se vuelve hogar cuando ofrece elementos que dignifiquen la vida de sus habitantes y estos participan activa y responsablemente en construir espacios más seguros, que no pongan en riesgo el equilibrio social y natural.

Nuestra ciudad es un mundo, un país, una casa que debe ser construida sobre tierra firme y con cimientos sólidos para que permanezca en el tiempo; con puertas abiertas para que se pueda salir y regresar a ella todas las veces que se quiera, con ventanas amplias para ver mejores atardeceres y con un techo firme para resguardar los sueños y esperanzas de todos sus habitantes.

En este sentido, la prevención es el primer paso para Dignificar la Vida de los Habitantes y Refundar la Ciudad, ejes fundamentales del Plan de Desarrollo que hemos diseñado como una ruta segura hacia el futuro. Y nadie puede prevenir si no comienza por cuidarse a sí mismo, por desear una vida mejor para los suyos, por pensar en grande su ciudad y aportar su trabajo para lograrlo.

El mundo y nuestra ciudad se adaptan, mientras que la naturaleza y el universo responden a los actos de los hombres. Si arrojamos un vidrio, el bosque se incendia. Si botamos basura al río, desborda sus cauces. Si arrancamos las raíces, se derrumban la arena y las piedras. Si sembramos árboles, brotan nacimientos de agua. Si buscamos tierra firme, nuestras familias estarán más seguras. Si prevenimos, tendremos más años, más amigos, más aire, más casa, más vida.


Martha Elena Bedoya Rendón
Alcaldesa de Pereira

Preparación y Redacción
Ing. Andrés Toro Henao

Gráficos
Arq. Edgar Eduardo Ruiz Patiño

Dirección Editorial
Natalia Cortés Gallego

Diseño, Preprensa e Impresión
Postergraph

Publicado por
**Alcaldía de Pereira y la
Oficina Municipal para la Prevención y
Atención de Desastres -OMPAD-**

Pereira, Noviembre de 2001

Construir el Futuro

Para empezar a recorrer una ruta segura por los espacios, las calles, los barrios y las casas de Pereira, como lo anuncia el plan de desarrollo de la administración de la Alcaldesa Martha Elena Bedoya Rendón, es necesario dotar a los ciudadanos de herramientas, para que con responsabilidad y compromiso cívico construyan sus edificaciones con el único fin de alcanzar un mejor nivel de vida. Techos seguros que los protejan del frío, al lado de paredes firmes que no se desmoronen con los fuertes vientos y vigas que resistan el movimiento de la tierra y el tiempo.

Luego de las desconsoladoras consecuencias del sismo del 25 de enero de 1999, las construcciones menores de uno y dos pisos deben cumplir con las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. La Alcaldía de Pereira y la Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres (OMPAD), publica esta cartilla, dirigida a quienes tienen en sus manos el diseño y la construcción de las casas de los Pereiranos. Por eso, mediante algunas gráficas y la utilización de un lenguaje técnico sencillo, (NSR-98), ponemos al alcance de todos los Pereiranos información básica que le permitirá a los maestros de obra y a sus ayudantes comprender y aplicar las normas de construcción sismo resistente (NSR-98).

El universo está propenso a los cambios y respuestas de la naturaleza y en Pereira hemos sido testigos de la tragedia humana que provoca el no estar alertas a ellos. La invitación que queremos hacerle con esta cartilla y con la campaña adelantada por la administración municipal y la OMPAD, "Trátese bien, se puede vivir mejor", es la de trabajar el tema de la prevención comenzando por cada uno y seguir las normas con el fin disminuir la vulnerabilidad a los desastres. Construir una Pereira segura, comienza con el compromiso de sus gentes.

Luz Marina Ochoa Brito
Directora
Oficina Municipal para la Prevención y
Atención de Desastres - OMPAD -

Índice

TEMAS	Página
Prólogo	2
Construir el Futuro	3
1. Introducción	
2. Alcance y criterios básicos de planeamiento estructural	7
3. Materiales	10
3.1 Unidades de Mampostería	10
3.2 Cemento	10
3.3 Agregados para mortero y concreto	12
3.4 Agua	12
3.5 Morteros de pega	12
3.6 Concreto	14
3.7 Concreto ciclópeo	15
3.8 Morteros de inyección	15
3.9 Acero de refuerzo	16
4. Cimentaciones	17
5. Muros de carga y muros transversales	21
6. Muros confinados	23
7. Aberturas en muros confinados	24
8. Columnas de amarre o confinamiento	27
9. Losas de entepiso	29
10. Vigas de amarre	32
11. Cubiertas	34
12. Parapetos y/o antepechos	34
13. Notas generales y de construcción	39
Definiciones	42
Bibliografía	47

1. Introducción

En Colombia existe el peligro de sismos fuertes y en la historia reciente pudo comprobarse que los terremotos afectan a todo tipo de edificaciones altas y bajas, y en especial los edificios y las casas se pueden ver afectadas si no se construyen con las precauciones debidas. Las figuras 1.1 a 1.3 muestran algunas de las formas en que pueden fallar las construcciones de mampostería no reforzada contra sismo.



Figura 1.1

Agrietamiento de muros por flexión debido a falta de muros transversales interiores.



Figura 1.2

Desprendimiento de muros por falta de amarre en sus bordes verticales y horizontales.



Figura 1.3

Agrietamiento diagonal de los muros por falta de confinamiento de ellos y por aberturas muy próximas no protegidas.

La falla de un muro portante en una construcción de uno o dos pisos constituye un seria amenaza de colapso total. Comparativamente, la avería (y aún la destrucción total) de un muro en un edificio de concreto reforzado, difícilmente llega a comprometer la estabilidad global de la construcción, como si sucede en el caso de una vivienda donde el muro averiado es fundamental para el sistema portante.

La normativa sísmoresistente mundial reconoce la necesidad que cuando las estructuras son atacadas por sismos severos se desempeñen así:

- 1) No se caigan
- 2) Posibilidad de daños
- 3) Necesidad de que esos daños sean reparables.

Hay que tener presente que donde ha temblado, es posible que vuelva a ocurrir

Las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98) incluye requisitos para la construcción de viviendas de 1 y 2 pisos que no sean diseñadas por especialistas en calculo estructural. Esta cartilla interpreta dichas Normas mediante una serie de figuras e instrucciones que permitan la construcción de esas viviendas de manera que se llegue a edificaciones que se comporten satisfactoriamente durante los terremotos, asegurando así, con un extracosto razonable, la estabilidad del patrimonio invertido, además de proteger las vidas de los usuarios, cuyo valor no es calculable.

En cuanto a la aplicabilidad de esta cartilla, es importante tener en cuenta dos aspectos:

En primer lugar, se circunscribe su uso a edificaciones de uno y dos pisos. Tratándose de un lote cuya topografía presenta poca o ninguna pendiente, no cabrá duda alguna sobre el número de pisos de una edificación. No sucede lo mismo, sin embargo, cuando el lote donde se emplazará la construcción presenta pendientes pronunciadas, como es el caso de las ciudades con topografía de montaña.

En estos casos es frecuente el hecho de que la construcción presente, por ejemplo, dos pisos en su fachada principal y tres o más en su fachada posterior.

Puesto que el espíritu de la Norma (NSR-98) es el de limitar a dos pisos la altura máxima de edificaciones a las cuales es aplicable el Título E, el número de pisos deberá contarse desde el punto más bajo del lote.

En segundo lugar, la Norma (NSR-98) limita la aplicabilidad del Título E a conjuntos no mayores de 15 unidades o 3000 m² de construcción, debiéndose cumplir la más restrictiva de las condiciones.

Este límite debe ser objeto de especial vigilancia por parte de las autoridades competentes. Téngase en cuenta que a este respecto la intención de la Norma (NSR 98) es la de favorecer la economía del proyecto al obviar la exigencia de un profesional especializado en los casos de construcciones individuales o pequeños conjuntos de vivienda.

Se espera que la información contenida en estas páginas sean de gran utilidad para los constructores de vivienda y contribuya a reducir las posibles pérdidas de vidas y de propiedades en los sismos futuros.

Esta publicación no busca ser original, es únicamente un esfuerzo para la difusión y comprensión de las Normas actuales sobre Sismo Resistencia (NSR-98)

2. Alcance y criterios básicos de planeamiento estructural

Las instrucciones y detalles de esta publicación están dirigidos únicamente a la construcción de viviendas de uno y dos pisos, apoyadas sobre muros de mampostería, que cumplan además los siguientes requisitos:

1. El programa de vivienda debe ser de menos de 15 unidades y menos de 3000 m² de área construida total
2. No se permiten plantas con longitudes mayores a 3 veces su ancho (Ver figura 2.2)
3. Debe disponerse de muros en dos direcciones perpendiculares o aproximadamente perpendiculares, que lleguen hasta la cimentación, para resistir las fuerzas horizontales de sismo. Estos MUROS deben ser CONFINADOS, es decir, tener VIGAS y COLUMNAS que los AMARREN, tal como se verá en el Capítulo 6. (Ver figura 2.1)
4. Los muros confinados que resisten sismos pueden ser de CARGA, si soportan las cargas verticales de su propio peso, de la losa de entrepiso y de la cubierta o TRANSVERSALES, que además de resistir los sismos soportan su propio peso.
5. La PLANTA de los muros tiene que ser aproximadamente SIMÉTRICA. En caso contrario deberá dividirse la edificación en bloques razonablemente simétricos, por medio de juntas. También las aberturas de puertas y ventanas deben ser aproximadamente simétricas. (Ver figura 2.3)

6. En cada dirección debe disponerse por lo menos la longitud de muros confinados que se indica en el Capítulo 6.

7. Las longitudes totales de muros confinados deben ser similares en las dos direcciones principales. Estos muros deben disponerse preferiblemente en la periferia de la edificación. (Ver figura 2.3)

8. La longitud de muros confinados requeridos en una dirección dada, no debe concentrarse en más de un 50% en un solo eje de muros. (Ver figura 2.4)

9. La edificación debe tener DIAFRAGMAS o tabiques HORIZONTALES RÍGIDOS, que amarren entre sí a todos los muros y los obliguen a trabajar como un conjunto. Estos diafragmas deben existir a nivel de cimentación, a nivel de entrepiso y a nivel de cubierta

· El diafragma de la cimentación lo constituyen las vigas de fundación que conforman, en planta, recuadros cerrados.

· El diafragma a nivel de entrepiso lo conforma la losa del segundo piso.

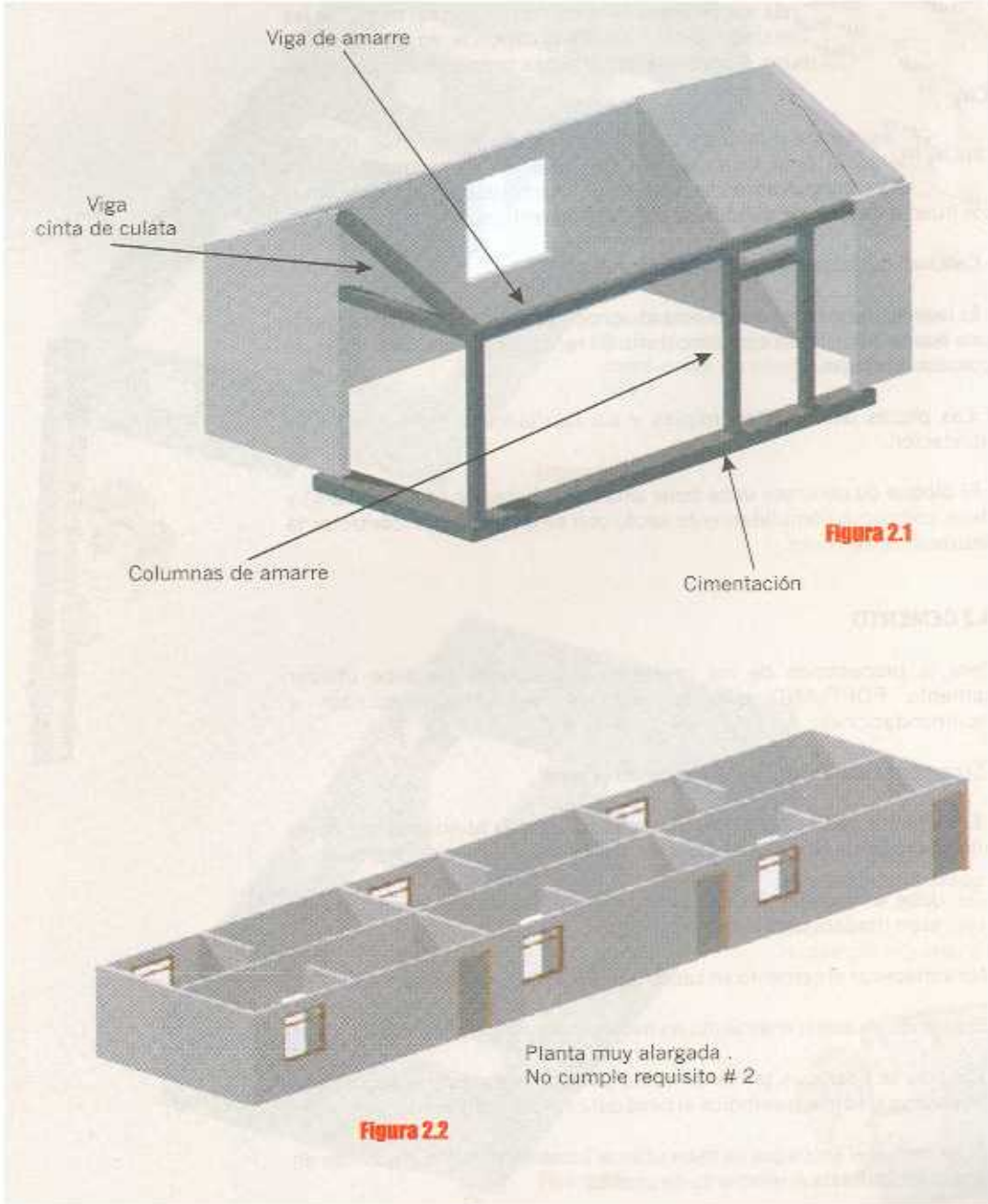
· El diafragma a nivel de cubierta está constituido por las vigas de amarre de techo

10. Se recomienda que las losas y cubiertas sean lo más livianas posible. Su diseño está fuera del alcance de esta cartilla.

11. Para suelos de alta compresibilidad, inestabilidad lateral o pendientes superiores al 30% debe buscarse la asesoría de un ingeniero de suelos y de un ingeniero estructural.

12. Los muros de carga o estructurales deben ser colineales en el primer y segundo piso (Ver figura 2.5) Cada muro se considera estructural, si es continuo desde la cimentación hasta el diafragma superior conformado por la cubierta, de lo contrario, la transmisión de cargas es tortuosa y peligrosa.

LAS CONSTRUCCIONES QUE NO CUMPLAN LOS REQUISITOS ANTERIORES DEBERÁN SER CALCULADAS POR UN INGENIERO ESTRUCTURAL Y SU CONSTRUCCIÓN DEBERÁ SER SUPERVISADA POR UN ARQUITECTO O INGENIERO CIVIL.



3. Materiales

3.1 UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

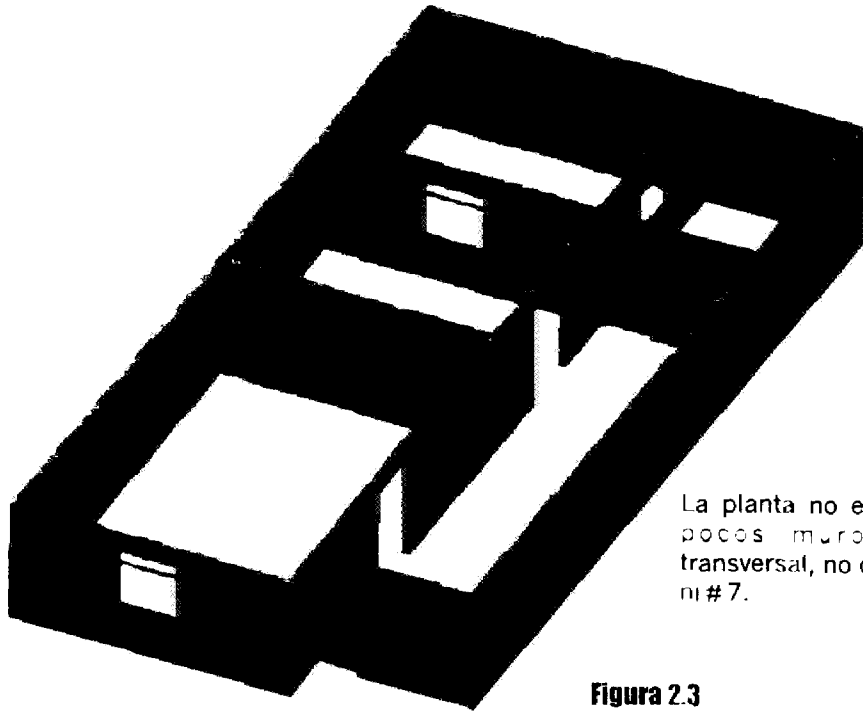
Son los elementos más importantes en la conformación del muro. De las propiedades de las unidades de mampostería depende, en gran medida, la resistencia del muro. A continuación algunas propiedades que deben cumplir:

- Buena resistencia a la compresión. Mínima de 30 kg/cm², medida con respecto al área bruta, o sea con relación al producto de las dimensiones cargueras de la unidad de mampostería, sin descontar los huecos en caso de que sea de perforación vertical
- Calidad, dimensiones y peso, uniformes.
- El ladrillo debe tener una buena absorción (del 12 al 20%) para lograr una buena adherencia con el mortero. Se recomienda saturarlo antes de colocar la mezcla.
- Las piezas deben estar limpias y sin rajaduras al momento de su utilización.
- El bloque de concreto debe tener una baja absorción (del 8 al 12%) y debe colocarse completamente seco, con el propósito de controlar la fisuración en el muro

3.2 CEMENTO

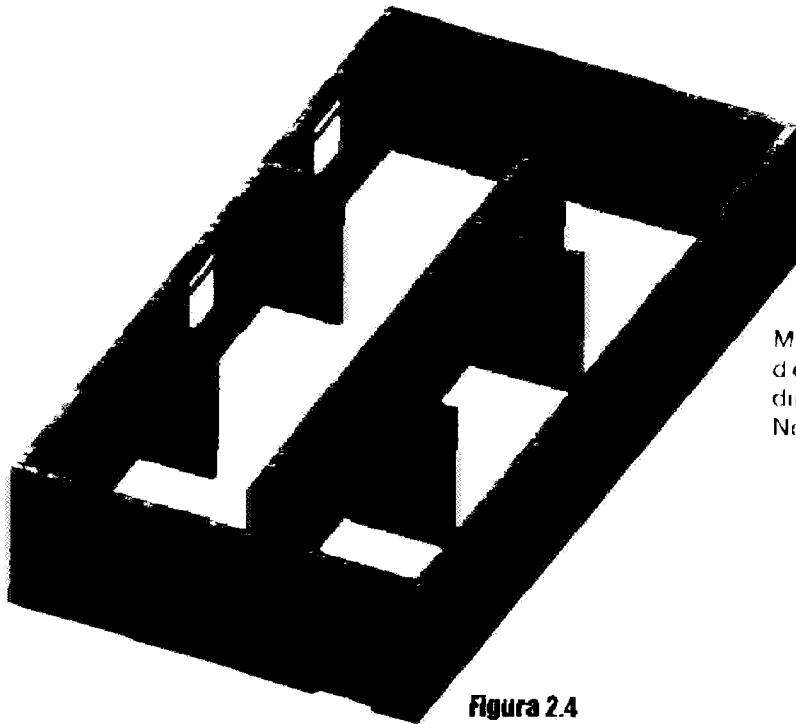
Para la preparación de los morteros y concretos se debe utilizar cemento PORTLAND que cumpla los siguientes requisitos y recomendaciones:

- El cemento debe estar en su empaque original.
- El cemento debe ser fresco. Se reconoce por su apariencia de polvo fino, como talco. No se debe emplear si presenta grumos o terrones.
- Se debe almacenar en un lugar techado y encima de un piso de concreto o madera para evitar la humedad.
- No almacenar el cemento en sacos contra paredes de mampostería.
- El período de almacenamiento no debe ser mayor de dos meses.
- Cuando se dosifique tomando como unidad de medida el saco, debe observarse el rótulo que indica el peso del cemento contenido.
- Si se rompe el empaque se debe utilizar inmediatamente, o guardar en saco plástico hasta el momento de usarlo.



La planta no es simétrica. Existen pocos muros en dirección transversal, no cumple requisito # 5 ni # 7.

Figura 2.3



Muy largo comparado con los demás de su misma dirección.
No cumple requisito # 8

Figura 2.4

3.3 AGREGADOS PARA MORTERO Y CONCRETO

El agregado de buena calidad debe cumplir los siguientes requisitos:

- La arena no debe tener materia orgánica.
- El cascajo o grava no debe tener partículas livianas, porosas o pulverizables.
- La arena no debe tener exceso de materiales fino o arcillas.
- Las arenas deben ser bien gradadas, pues de que tenga diversos tamaños dependen la trabajabilidad y la compactación de los morteros y concretos preparados con ellas.
- El cascajo o grava no debe ser quebradizo ni tener tamaños muy grandes (máximo 7 cm) Debe lavarse superficialmente si presenta lodo.

3.4 AGUA

Debe estar libre de sustancias tales como aceite, ácidos, materia orgánica y sustancias alcalinas.

3.5 MORTEROS DE PEGA

Los morteros de pega utilizados deben tener buena plasticidad y consistencia y deben garantizar la retención del agua mínima para la hidratación del cemento.

La dosificación por volumen, en ningún caso debe ser inferior de 1.4 (Cemento : Arena)

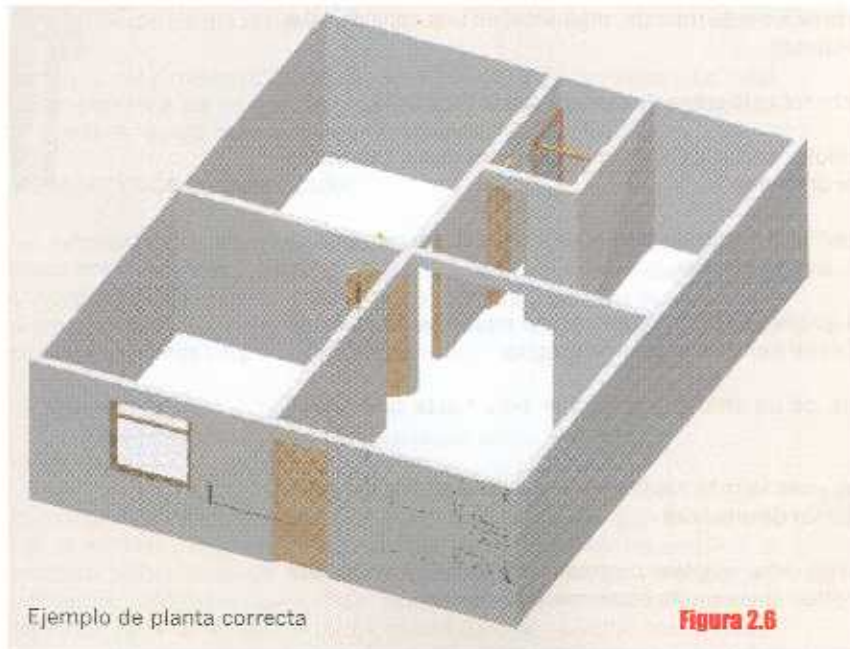
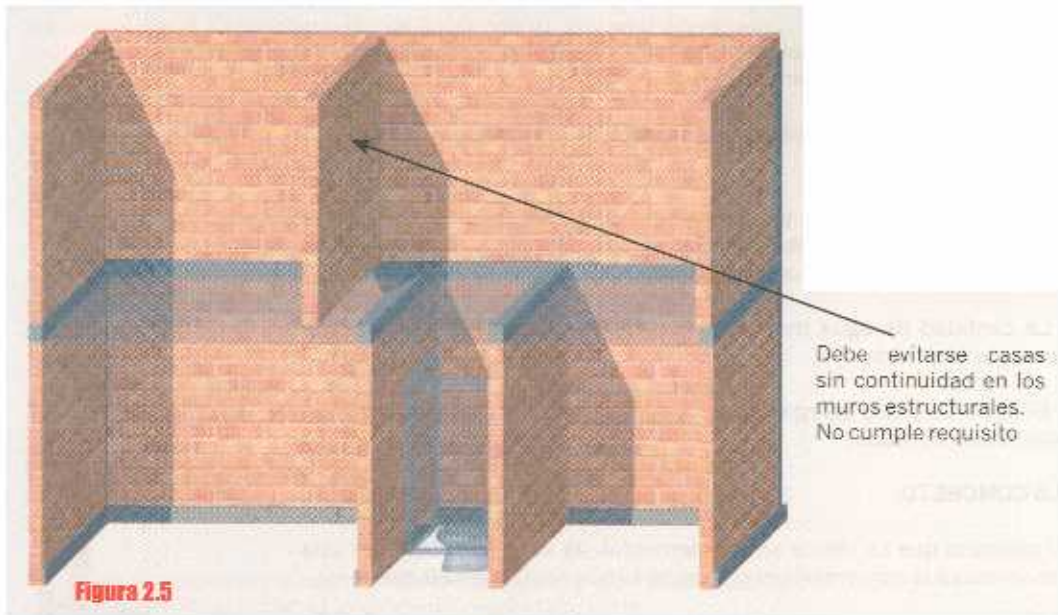
Para el mortero se deben emplear arenas libres de arcillas pues éstas disminuyen su resistencia e inducen grandes cambios volumétricos

La cal no reemplaza el cemento, pues no da resistencia a la mezcla. El objeto de la cal es mejorar la retención de agua en el mortero, así como su manejabilidad y es por tanto muy benéfico su uso.

La cal debe estar disuelta en una caneca con agua, por lo menos 24 horas antes de su utilización. A una caneca de 55 galones adicionar 40 kilos de cal. Revolver bien antes de sacar el agua.

No construya juntas de pega horizontales y verticales inferiores a 0.7 cm ni superiores a 1.3 cm de ancho, porque una junta muy delgada no transmite mayor estabilidad a la pieza y una muy gruesa representa desperdicio de material.

Unas 48 horas después de utilizado, el mortero de buena calidad se deja rayar con un clavo mientras que el de mala calidad se desmorona.



PREPARACIÓN

- Usar una relación en volumen no mayor de 1:4 o sea una parte de cemento por cuatro de arena.
- Medir las respectivas cantidades con un cajón previamente medido.
- La mezcla del cemento y la arena se debe hacer en seco. Cuando se logre uniformidad se debe mezclar el agua; el agua se debe medir previamente y no echarla con manguera.
- La cantidad de agua debe ser máximo la mitad de la cantidad de cemento empleada.
- El agua se debe agregar poco a poco y mezclar hasta obtener la plasticidad deseada.

3.6 CONCRETO

El concreto que se utilice en los elementos de amarre debe tener una resistencia a la compresión al menos de 175 kg/cm² a los 28 días.

Se sugieren mezclas con dosificación 1:2:3 (cemento : arena : gravilla)

PREPARACIÓN

- Se coloca la arena previamente medida, regándola en una capa de 10 a 15 centímetros de espesor.
- Se coloca el cemento sobre la arena de manera que la tape toda.
- Se mezclan pasándolos con la pala de un sitio a otro dos o tres veces hasta lograr un color uniforme.
- Se adiciona la gravilla o triturado paleando hacia el mismo sitio la mezcla de cemento, arena y gravilla.
- Cuando la mezcla quede uniforme se amontona en forma de cono, se hace un hueco en el centro en el cual se echa el agua.
- Se pasa la mezcla de un sitio a otro con la pala hasta que quede uniforme.
- La mezcla se debe usar lo más rápidamente posible, el tiempo para emplearla no debe pasar de una hora.
- Por ningún motivo se debe emplear mezcla endurecida. Cuando esto ocurra se puede emplear únicamente como material de lleno.
- El concreto una vez colocado se debe compactar adecuadamente para

evitar la formación de vacíos que disminuyen la **capacidad resistente** de los elementos. La compactación se logra con un vibrador o chuzando cuidadosamente la mezcla con una **varilla metálica**.

- El concreto se debe mantener húmedo durante los primeros días. Se recomienda cubrirlo con un material que se pueda mantener húmedo o regarlo con agua periódicamente.

La cantidad de agua que se use en el concreto debe ser la mínima necesaria para obtener una consistencia tal que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera, y que cuando se someta a la vibración adecuada, fluya alrededor del acero de refuerzo. El exceso de agua disminuye considerablemente la **resistencia**.

3.7 CONCRETO CICLÓPEO

El concreto ciclópeo es una mezcla de concreto simple con un porcentaje de piedra aproximado del **40%** y un tamaño máximo de 15 cm.

Se utiliza principalmente como material de relleno y reemplazo cuando el terreno de fundación no es lo suficientemente resistente.

La **dosificación** para el concreto ciclópeo debe estar integrada así:

60% en concreto 1:2:3
40% en piedra media zonga.

La **altura** del cimiento ciclópeo no será inferior a 30 cm y el ancho debe corresponder a las cargas del muro que va a soportar y a la capacidad portante del suelo, pero en ningún caso menor de 30 cm.

3.8 MORTEROS DE INYECCIÓN

Se emplea para rellenar las celdas de los ladrillos o bloques de perforación vertical, empleados para conformar las columnas de confinamiento de muros. Debe ser un mortero de buena resistencia y manejabilidad. Se recomienda emplear una **mezcla rica en cemento**, con las siguientes proporciones por volumen:

- 1 de cemento
- 1/10 de cal (máximo) (Diluida en agua con anterioridad)
- 3 de arena

El mortero de relleno es diferente al hormigón; el hormigón se prepara con el mínimo contenido de agua en moldes no absorbentes amplios, el mortero fluído requiere suficiente agua para penetrar en todas las pequeñas cavidades para fluir horizontalmente, para embeber el refuerzo; debe tener suficiente humedad para no solidificarse al entrar en contacto con las superficies porosas. El factor **agua/cemento** que es

tan importante en el hormigón, pierde importancia en el mortero de inyección para mampostería estructural, pues al colocarse el mortero, la succión de agua de las piezas hace descender esta relación rápida y automáticamente.

La característica principal del mortero de inyección es su adecuada fluidez y consistencia.

3.9 ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo debe tener una resistencia a la fluencia, mínima de 2400 kg/cm²

- El acero debe estar limpio.
- Debe tener suficiente longitud de anclaje en las uniones de vigas entre sí y en las uniones de vigas con columnas. Además debe estar completamente embebido en el concreto.
- Debe tener longitudes de traslapeo adecuadas. (Ver Tabla 3.1)
- Las varillas de refuerzo verticales de las columnas deben terminar en un gancho de 90° (en escuadra). (Ver Tabla 3.1)
- Se recomienda no utilizar hierro proveniente de demoliciones.

TABLA 3.1

Longitudes de ganchos, traslapes y anclajes del refuerzo

DIAMETRO	GANCHO 90°(cm)	TRASLAPO (cm)	ANCLAJE (cm)
3/8"	15	40	11
1/2"	20	50	15
5/8"	25	70	19

Nota : Los anclajes se realizaran con producto epóxico y la perforacion se realizara con una broca un 1/8" de diámetro superior a la varilla que se desea anclar.