

CAPÍTULO 4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Artículo 10. ESPECIFICACIONES GENERALES

La mano de obra empleada en las construcciones de albañilería será calificada, debiéndose supervisar el cumplimiento de las siguientes exigencias básicas:

Comentario

El comportamiento sísmico de las edificaciones de albañilería depende mucho de la manera como hayan sido construidas. Errores constructivos serios pueden causar incluso el colapso de la edificación, es por ello que debe emplearse una mano de obra calificada.

- 10.1** Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.

Comentario

En el Perú existe un instrumento denominado “Escaniplo” que facilita el proceso constructivo, reemplazando al escantillón, al nivel y a la plomada (Fig.4.1). Este instrumento también hace las veces de los “ladrillos maestros” o guías que se asientan en los extremos del muro usando la plomada y el escantillón (Fig.4.2), para luego correr un cordel que sirve para alinear horizontalmente el asentado de las unidades internas. El asentado debe realizarse presionando verticalmente a la unidad, para que el material cementante del mortero penetre en los poros y orificios de la unidad de albañilería.

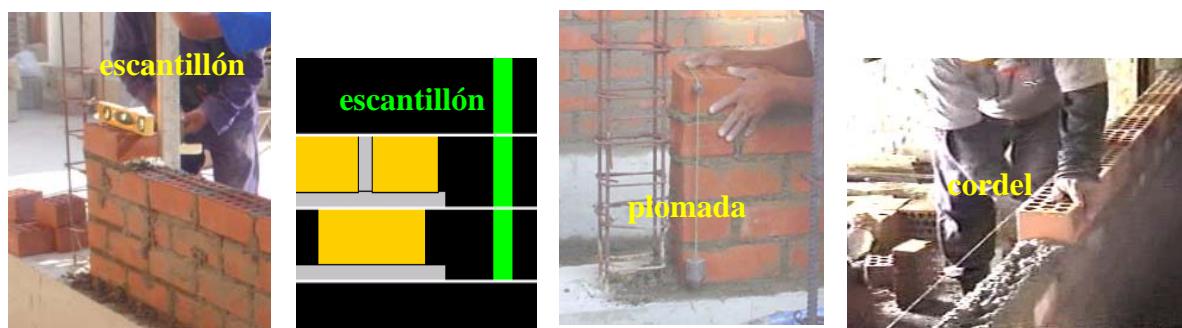
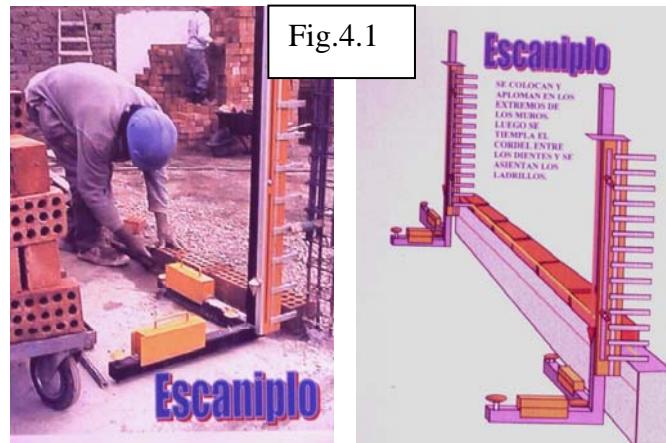


Fig.4.2. Asentado de ladrillos maestros y de unidades internas (derecha).

- 10.2** 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 o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra.

Comentario

Para el caso de los muros armados, ha podido observarse que el uso de cintas (horizontales y verticales) de mortero aplicadas en los bordes de los bloques (Fig.4.3), no es efectivo, ya que el espacio entre las cintas no es rellenado completamente por el grout, formándose de este modo vacíos internos y juntas débiles, por ello se especifica llenar completamente las juntas.



Fig. 4.3. Cintas de mortero tradicional (izquierda y centro) y junta llena (derecha).

Se recomienda no extender al mortero en una longitud mayor que 80cm, de lo contrario (Fig.4.4), se endurecerá rápidamente, desmejorándose la adherencia con la unidad superior. Asimismo, cuando el mortero carece de fluidez (Fig.3.18), no cubrirá toda la superficie de asentado de la unidad, creándose espacios vacíos que reducen la resistencia al corte.



Fig.4.4. Errores en extensión del mortero y fluidez.

- 10.3** Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del retemplado no excederá al de la fragua inicial del cemento.

Comentario

Aproximadamente, la fragua del mortero se inicia 1 hora después de haberse preparado en días calurosos y 2 horas en días fríos. Es recomendable preparar la mezcla en una batea impermeable y depositarla en poca cantidad sobre una plancha metálica, ubicada cerca al muro en construcción, y tener una botella con agua para retemplarlo (Fig.4.5).



Fig.4.5

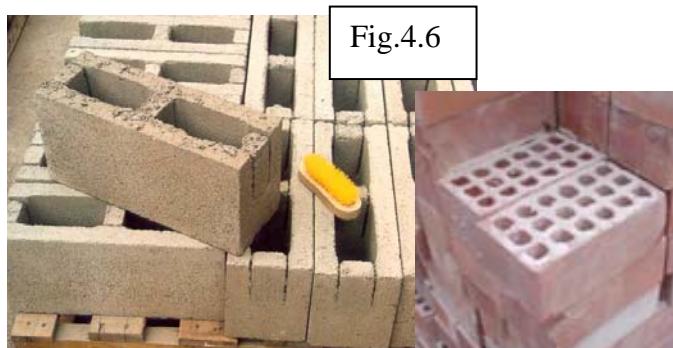
10.4 Las unidades de albañilería se asentará con las superficies limpias de polvo y sin agua libre. El asentado se realizará presionando verticalmente las unidades, sin bamboleárlas. El tratamiento de las unidades de albañilería previo al asentado será el siguiente:

- Para concreto y sílico-calcáreo: pasar una brocha húmeda sobre las caras de asentado o rociarlas.
- Para arcilla: de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se encuentra ubicadas la obra, regarlas durante media hora, entre 10 y 15 horas antes de asentarlas. Se recomienda que la succión al instante de asentarlas esté comprendida entre 10 a 20 gr/200 cm²-min (*).

(*) Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V_1 , en cm³) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V_2 , en cm³) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm², se obtiene como: $SUCCION = 200 (V_1 - V_2) / A$, expresada en gr/200 cm²-min, donde “A” es el área bruta (en cm²) de la superficie de asiento de la unidad.

Comentario

El polvo, producto de la fabricación de la unidad, o el agua sobre la superficie de la unidad, crean una película que impide la penetración del material cementante del mortero en los poros de la unidad, reduciendo la adherencia unidad-mortero. Por ello, es necesario limpiar con escobilla (Fig.4.6) o aire comprimido a las unidades y no sumergirlas o regarlas (Fig.4.7) instantes antes del asentado.



Las unidades sílico-calcáreas y de concreto se asientan secas. En el primer caso debido a que su succión es pequeña y de regarse, se saturarían impidiendo la penetración del material cementante del mortero. En el segundo caso porque el regado produciría una expansión volumétrica del bloque y una contracción al secarse, que podría producir fisuras en el muro. En ambos casos, si se observase que la unidad es relativamente porosa, será conveniente rociar la superficie de asentado o pasarselas una brocha húmeda (Fig.4.8). Otra solución que permite mejorar la adherencia mortero-bloque de concreto, consiste en curar con una brocha

húmeda las juntas de mortero al terminar cada jornada de trabajo, a razón de una vez al día, hasta el día en que se efectúa el vaciado del grout (Fig.4.9).



Fig.4.8



Fig.4.9

Las unidades de arcilla presentan alta succión, por lo que de asentarse secas absorberían rápidamente el agua del mortero endureciéndolo, lo cual reduciría la adherencia mortero-unidad de la hilada superior. Ha podido apreciarse que cuando los ladrillos se asientan secos, la resistencia al corte disminuye en 50%, por ello, es necesario regarlos (Fig.4.10) durante unos 30 minutos varias horas antes de su asentado. El objetivo de esta operación (Fig.4.11) es que al instante del asentado la superficie de la unidad se encuentre relativamente seca, para que pueda absorber al material cementante del mortero, y que el núcleo se encuentre saturado de tal modo que esa agua sirva para curar al mortero de manera natural.

El método de campo para determinar la succión de las unidades, se ilustra en la Fig. 4.12.



Fig.4.10. Regado sólo para arcilla.

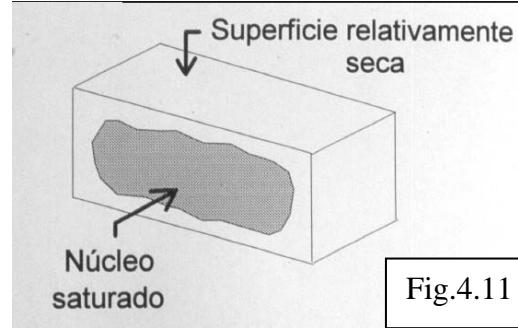
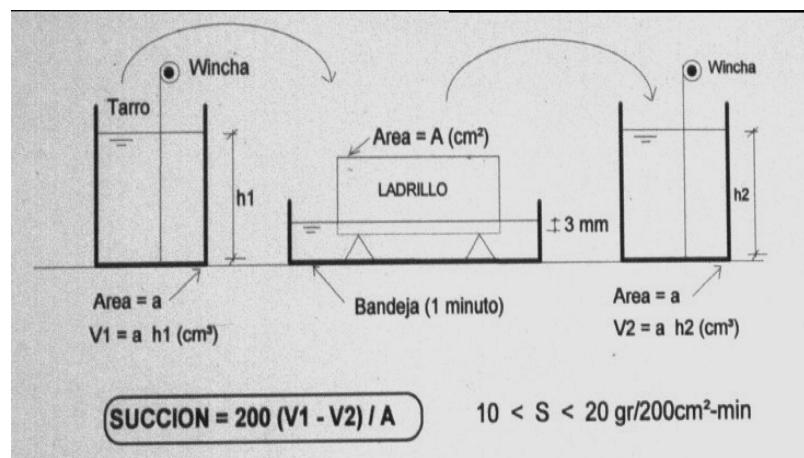


Fig.4.11

Fig.4.12
Método de campo para determinar la succión.



- 10.5** Para el asentado de la primera hilada, la superficie de concreto que servirá de asiento (losa o sobrecimiento según sea el caso), se preparará con anterioridad de forma que quede rugosa; luego se limpiará de polvo u otro material suelto y se la humedecerá, antes de asentar la primera hilada.

Comentario

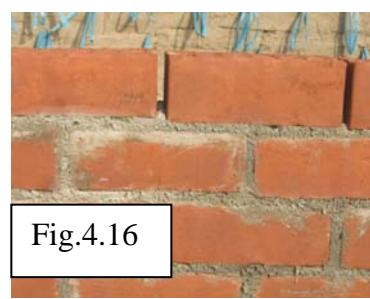
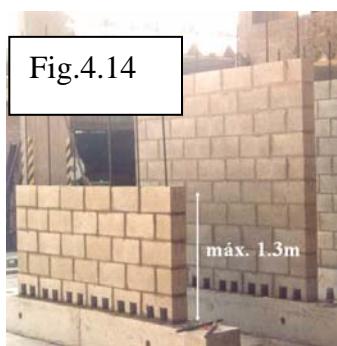
El rayado de la superficie de concreto (Fig.4.13), debe hacerse lo más profundo posible (unos 5 mm), unas tres horas después de haberse vaciado el concreto. El objetivo de esta operación es incrementar la resistencia a cizalle en la base de los muros. Por otro lado, existe la costumbre errada de humedecer la superficie rugosa con lechada de cemento, esto es incorrecto porque se impermeabiliza esa junta impidiendo que el material cementante del mortero penetre en los poros del concreto.



- 10.6** No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la última hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada. En el caso de la albañilería con unidades apilables, se podrá levantar el muro en su altura total y en la misma jornada deberá colocarse el concreto líquido.
- 10.7** Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.

Comentario

No es posible construir a los muros en una sola jornada de trabajo, salvo el caso de la albañilería apilable (de junta seca) donde no existe mortero, porque el peso de las hiladas superiores deformaría al mortero aún fresco desalineando al muro. Las juntas de construcción entre jornadas de trabajo (Fig.4.14) necesitan un tratamiento especial para evitar fallas por cizalle (Fig.4.15), por ello se recomienda dejar libre las juntas verticales correspondientes a la última hilada de la primera jornada (Fig.4.16), para crear llaves de corte con el mortero que allí se coloca al iniciar la segunda jornada de trabajo.

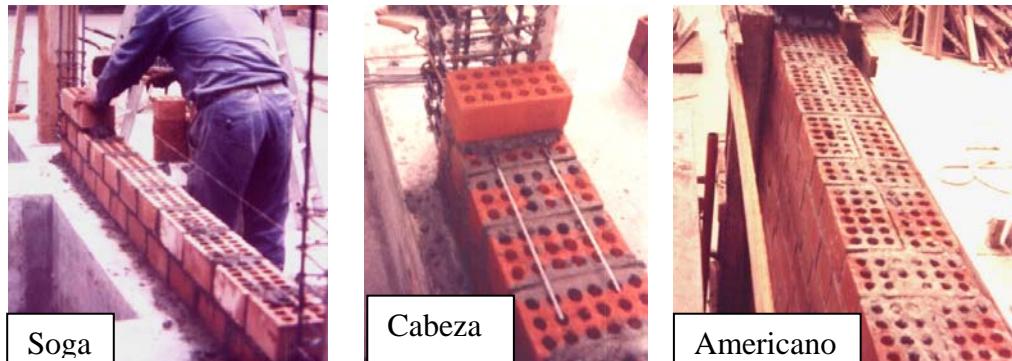


- 10.8** El tipo de aparejo a utilizar será de soga, cabeza o el amarre americano, traslapándose las unidades entre las hiladas consecutivas.

Comentario

De los experimentos realizados variando el tipo aparejo (Fig.4.17), ha podido apreciarse que la resistencia unitaria al esfuerzo cortante es única e independiente de este parámetro.

Fig.4.17



- 10.9** El procedimiento de colocación y consolidación del concreto líquido dentro de las celdas de las unidades, como en los elementos de concreto armado, deberá garantizar la ocupación total del espacio y la ausencia de cangrejeras. No se permitirá el vibrado de las varillas de refuerzo.

Comentario

En caso se formasen cangrejeras pequeñas en la parte intermedia de las columnas de confinamiento (Fig.4.18), puede limpiarse esa zona, humedecerla y compactar mortero 1:3 a presión manual. Si las cangrejeras ocurriesen en los extremos de las columnas (zona crítica, Fig.4.19), habrá que picar esa región y vaciar concreto de mayor calidad que el original, utilizando un encofrado en forma de embudo para que el concreto nuevo rebalse y al secar no se despegue del concreto original, o usar aditivo expansivo en el concreto nuevo, o pegar ambos concretos con resina epóxica.

Fig.4.18

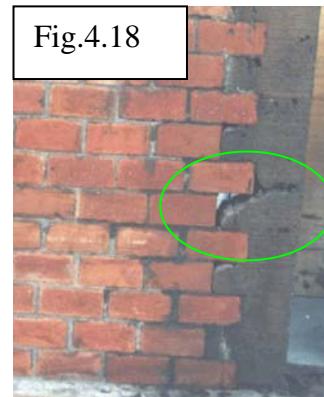
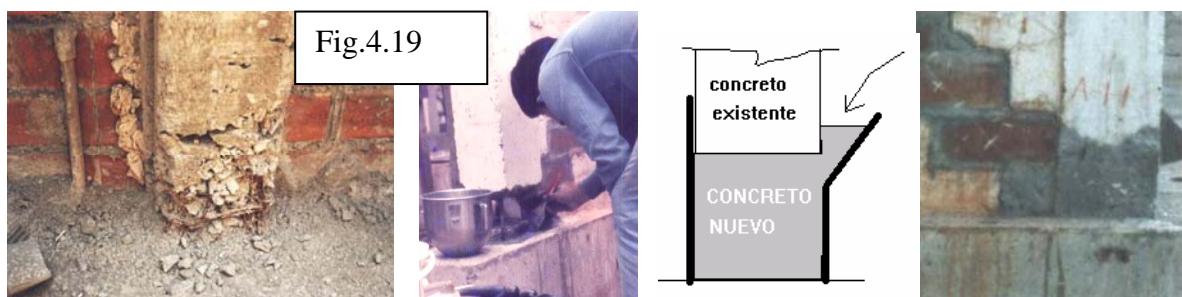


Fig.4.19



En caso se detectase cangrejeras en la base de los muros armados (vista a través de las ventanas de limpieza, Fig.4.20), será necesario perforar a los bloques de las hiladas inmediatas superiores, hasta aquél donde no exista cangrejera e inyectar una lechada de cemento-arena fina 1:3 por la perforación superior, según se muestra en la Fig.4.21, encofrando previamente a la ventana de limpieza (“ratonera”) en cuestión.

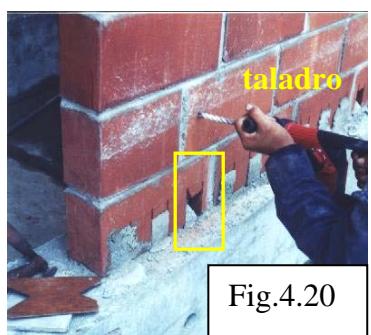


Fig.4.20

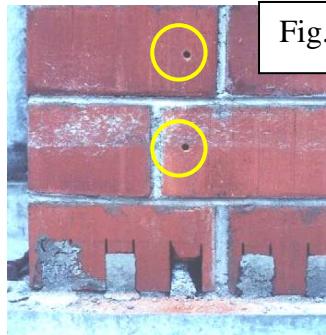


Fig.4.21



A diferencia de los muros confinados, donde al desencofrar las columnas puede observarse si existen cangrejeras, en el caso de los muros armados estas cangrejeras podrían presentarse en la parte intermedia del muro (Fig.4.22) y la única forma de detectarlas es mediante aparatos de ultrasonido (Fig.4.23). También, después del vaciado del grout, puede golpearse al muro con un martillo en las zonas menos húmedas y donde exista mayor congestión de refuerzo, para detectar, de acuerdo al sonido que se escuche, la presencia de cangrejeras.

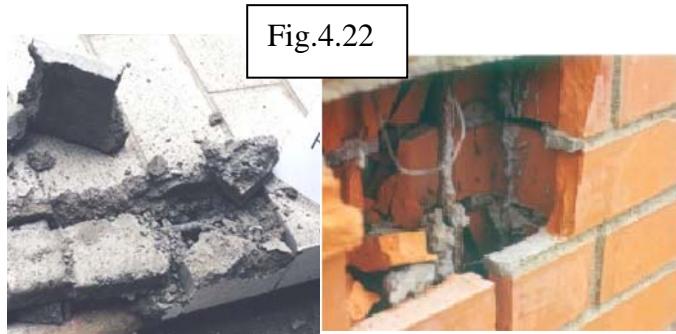


Fig.4.22



Fig.4.23

La compactación del concreto debe hacerse con vibradora (Fig.4.24) o con una varilla lisa de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro (Fig.4.25); las varillas verticales de refuerzo no deben sacudirse ni vibrarse (Fig.4.26) porque podrían formarse espacios vacíos a su alrededor que disminuirían la adherencia varilla-concreto.

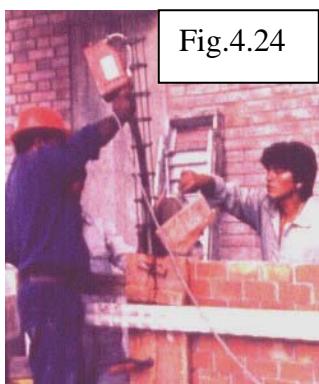


Fig.4.24

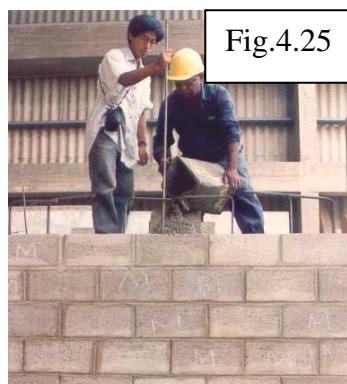


Fig.4.25



Fig.4.26

10.10 Las vigas peraltadas serán vaciadas de una sola vez en conjunto con la losa de techo.

Comentario

Muchas veces se acostumbra vaciar el concreto de las vigas peraltadas en dos etapas (Fig. 4.27), esto es incorrecto debido a que se forma una junta de construcción que crea un plano

potencial de falla por deslizamiento, ya que las fuerzas sísmicas se transmiten desde la losa de techo hacia los muros.



10.11 Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en 2.6 y 2.7.

Comentario

Ver las figuras 1.15 a 1.23 en el Capítulo 1.

Artículo 11. ALBAÑILERIA CONFINADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

11.1 Se utilizará unidades de albañilería de acuerdo a lo especificado en 5.3.

11.2 La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:

- a) En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 5 cm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.
- b) En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse “chicotes” o “mechas” de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12,5 cm al interior de la columna más un doblez vertical a 90° de 10 cm; la cuantía a utilizar será 0,001 (ver 2.8).

Comentario

Cuando la longitud de los dientes es excesiva, puede originarse 2 problemas (Fig.4.28): 1) que los dientes se fracturen durante la etapa vaciado o compactación del concreto de la columna; y, 2) que se formen cangrejeras bajo los dientes. Por ello se especifica que la longitud del diente no debe exceder de 5 cm, pero, aún así, será necesario limpiarlo de los desperdicios de mortero producto del asentado, antes de vaciar el concreto de la columna, para así evitar la formación de juntas frías que desintegrarían la conexión columna-albañilería.

Para evitar los problemas descritos, es recomendable emplear una conexión a ras columnal-albañilería, pero agregando mechas de anclaje (Fig.4.29). Estas mechas doblan verticalmente en la columna, porque de hacerlo horizontalmente podrían perder anclaje por las fisuras horizontales que suelen formarse en las columnas cuando están sujetas a tracción por flexión. En el caso que exista albañilería en ambos lados de la columna, las mechas atraviesan horizontalmente a la columna y se embuten 40cm en cada parte de la albañilería.

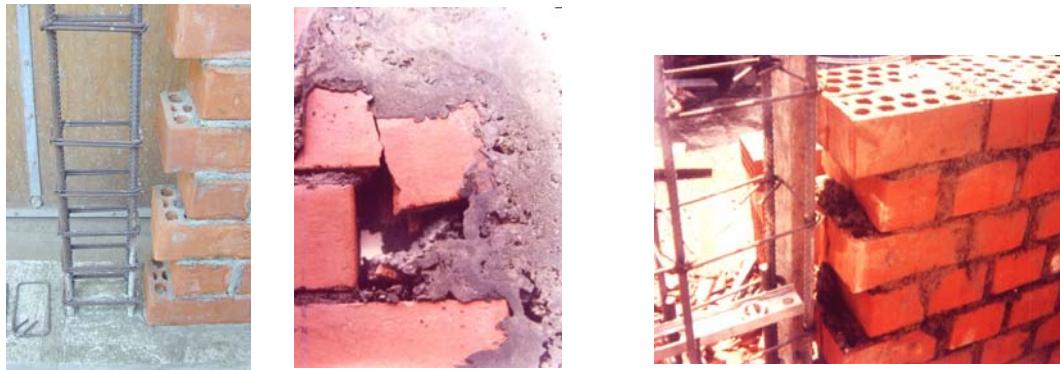
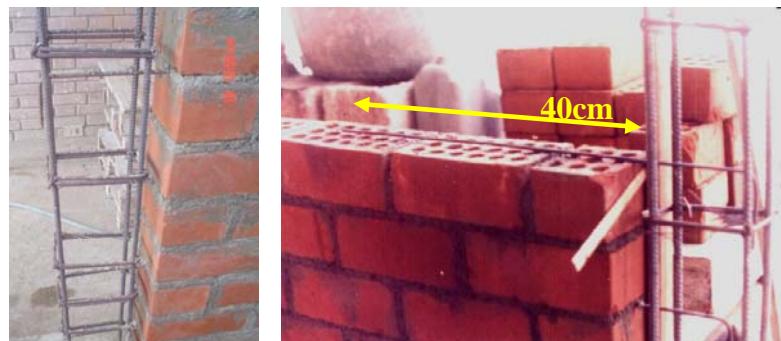


Fig.4.28. Dientes adecuados, dientes muy largos y desperdicios sobre el diente.

Fig.4.29.

Junta a ras albañilería-columna y mechas de anclaje. Nótese que el concreto se vaciará después de haberse construido la albañilería.



11.3 El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 12,5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm.

Comentario

En la Fig.4.30 se muestra el refuerzo horizontal continuo anclado en las columnas de confinamiento. En este caso, cuando la conexión albañilería-columna es a ras, no se requiere añadir mechas.



11.4 Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con $\frac{3}{4}$ de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

Comentario

En las columnas de confinamiento de poca dimensión, como las que se emplean en los muros con aparejo de soga, es recomendable emplear estribos con $\frac{3}{4}$ de vuelta adicional (Fig.4.31), ya que los estribos convencionales con ganchos a 135° podrían estorbar el paso de las piedras del concreto formando cangrejeras. Para estos casos, otra alternativa de solución es el empleo de zunchos (Fig.4.32), que permiten confinar en mayor grado al núcleo de las columnas.

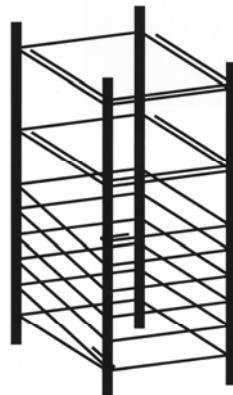
Fig.4.31. []1 y $\frac{3}{4}$ de vuelta.

Fig.4.32



De ninguna manera deberá emplearse estribos abiertos con ganchos a 90° , porque no confinan al concreto (Fig.4.33) ante las cargas axiales que se desarrollan en las columnas durante los terremotos. Estas cargas generan una expansión lateral en el concreto que debe ser controlada por los estribos.



Fig.4.33



- 11.5** Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada. No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.

Comentario

Una ventaja que tienen los muros confinados sobre los armados es que al menos en el primer piso, donde los esfuerzos por carga sísmica son máximos, se utiliza refuerzo vertical continuo (Fig.4.34) a diferencia de los muros armados, donde para facilitar la construcción de la albañilería, se utilizan espigas ancladas en la cimentación, ubicadas con gran precisión a fin de que encajen en las celdas de los bloques.

En los pisos superiores al primero, el refuerzo vertical de los muros confinados puede traslaparse como se indica en la Fig.4.35, pero no en la forma como se muestra en la Fig.4.36, donde el traslape se ha efectuado en el extremo inferior congestionando al núcleo, al 100% en la misma sección transversal y en pequeña longitud.



Fig.4.34. Refuerzo vertical en albañilería confinada (izquierda) y armada (derecha).



Fig.4.35

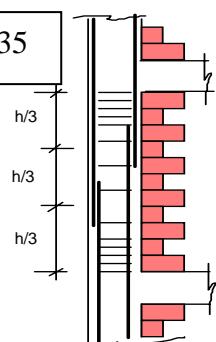


Fig.4.36

11.6 El concreto deberá tener una resistencia a compresión (f'_c) mayor o igual a $17,15 MPa$ ($175 kg / cm^2$). La mezcla deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de $12,7$ cm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de poca dimensión, utilizadas como confinamiento de los muros en aparejo de soga, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de $1,27$ cm ($\frac{1}{2}$ pulgada).

Comentario

La finalidad de que el concreto tenga gran revenimiento y que el tamaño de la piedra no sea excesivo, es evitar la formación de cangrejeras. Ver además el comentario al Artículo 9.1.

11.7 El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimiento, no del sobrecimiento.

Comentario

Es necesario que los elementos de confinamiento se vacíen después de haberse construido la albañilería (Fig.4.37), con el objetivo que ambos materiales queden integrados a través de la adherencia que se desarrolla entre ellos.

Experimentos realizados en muros donde las columnas fueron hechas antes de construir la albañilería (Fig.2.5), indicaron la formación de grietas verticales en la interfase columna-albañilería ante sismos moderados, pese a la presencia de mechas de anclaje. Esto hizo que las columnas trabajasen a flexión por el espacio generado entre ambos materiales, por lo que no

es recomendable el proceso constructivo descrito. En adición, tal como se indicó en el comentario al Artículo 3.3 del Capítulo 2, una vez que se separa la albañilería de la columna, se pierde el arriostramiento vertical, pudiendo colapsar la albañilería ante cargas sísmicas transversales a su plano (ver la Fig. 2.5 correspondiente al sismo de Pisco del 2007).

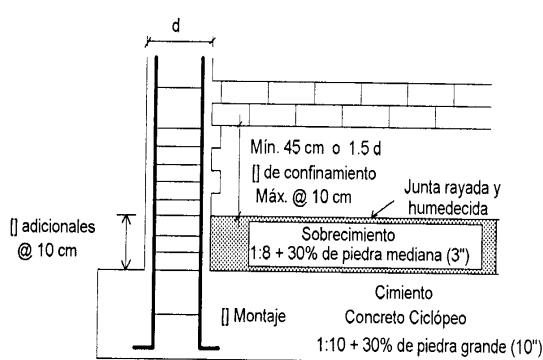


Fig.4.37. Secuencias de la construcción de las columnas.

Puesto que el concreto de las columnas es de mayor calidad que el del sobrecimiento, y porque a través de las columnas baja una carga axial importante (“P” en la Fig.4.38), producida principalmente por los sismos, se especifica que el concreto de la columna debe circular a través del sobrecimiento hasta llegar al cimiento, agregando estribos de confinamiento en esa zona. Esta disposición tiene la finalidad de evitar durante los terremotos la posible trituración del sobrecimiento, carente de refuerzo y con espesor similar al del muro, lo que haría que la columna se quede sin base contra la cual reaccionar. La especificación mencionada no se aplica cuando el concreto del sobrecimiento presenta la misma calidad que el de las columnas, o cuando el sobrecimiento es reforzado, pero, aún así, debe agregarse los estribos de confinamiento que aparecen en la Fig.4.38.

Fig.4.38

Disposición reglamentaria para evitar la trituración del sobrecimiento durante los sismos.



Incorrecto



Correcto

11.8 Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.

11.9 La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.

Comentario

A fin de evitar fallas por cizalle en la conexión solera-columna (Fig.4.39), es necesario incrementar la resistencia a corte-fricción creando juntas rugosas y con un refuerzo vertical que sea capaz de soportar la fuerza cortante respectiva, por ello, este refuerzo debe penetrar al interior de la solera (Fig.4.40) y no debe doblarse sobre la última hilada de la albañilería.

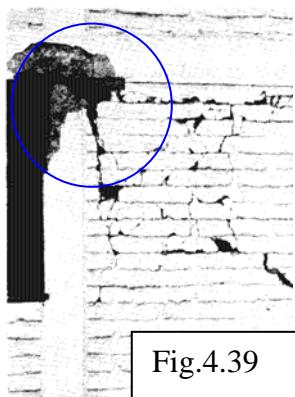


Fig.4.39



Fig.4.40

11.10 El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 2 cm cuando los muros son tarrajeados y 3 cm cuando son caravista.

Comentario

El objetivo de esta especificación es proteger al acero de refuerzo de la acción de la intemperie, evitando su corrosión (Fig.4.41).



Fig.4.41



Artículo 12. ALBAÑILERIA ARMADA

Aparte de los requisitos especificados en el Artículo 10, se deberá cumplir lo siguiente:

12.1 Los empalmes del refuerzo vertical podrán ser por traslape, por soldadura o por medios mecánicos.

- Los empalmes por traslape serán de 60 veces el diámetro de la barra.
- Los empalmes por soldadura sólo se permitirán en barras de acero ASTM A706 (soldables), en este caso la soldadura seguirá las especificaciones dadas por AWS.
- Los empalmes por medios mecánicos se harán con dispositivos que hayan demostrado mediante ensayos que la resistencia a tracción del empalme es por lo menos 125% de la resistencia de la barra.
- En muros cuyo diseño contempla la formación de rótulas plásticas, las barras verticales deben ser preferentemente continuas en el primer piso empalmándose recién en el segundo piso (*). Cuando no sea posible evitar el empalme, éste podrá hacerse por soldadura, por medios mecánicos o por traslape; en el último caso, la longitud de empalme será de 60 veces el diámetro de la barra y 90 veces el diámetro de la barra en forma alternada.

(*) Una técnica que permite facilitar la construcción empleando refuerzo vertical continuo en el primer piso, consiste en utilizar unidades de albañilería recortadas en forma de H, con lo cual además, las juntas verticales quedan completamente llenas con grout.

Comentario

Las espigas verticales que anclan en la cimentación, se utilizan para facilitar la construcción de la albañilería (Fig.4.42), de otro modo, si se emplease refuerzo vertical continuo, habría que insertar los bloques desde el extremo superior de las barras (Fig.4.43), retardándose el proceso constructivo en la primera jornada de trabajo. Sin embargo, el empleo de espigas traslapadas con las barras principales genera congestión de las celdas (Fig.4.44), que podría causar cangrejeras en el grout; asimismo, ha podido notarse fallas horizontales (deslizamiento o cizalle) en los muros en las zonas donde terminan las espigas (Fig.4.45), que causan una fuerte degradación de resistencia sísmica.



Fig.4.42



Fig.4.43

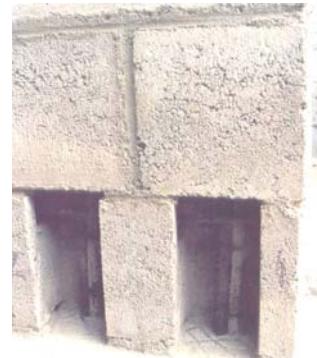


Fig.4.44

Por las razones indicadas, es recomendable emplear al menos en el primer piso, zona donde se formará la rótula plástica, barras verticales continuas y para facilitar el proceso constructivo, puede recortarse las tapas extremas de los bloques para formar bloques en forma de H (Fig.4.46), cabe destacar que en otros países los bloques H se fabrican industrialmente (Fig.4.47). Otra alternativa para evitar la falla por deslizamiento consiste en utilizar traslapes con distintas longitudes (60 y 90 veces el diámetro de la barra) en forma alternada (Fig.4.48).

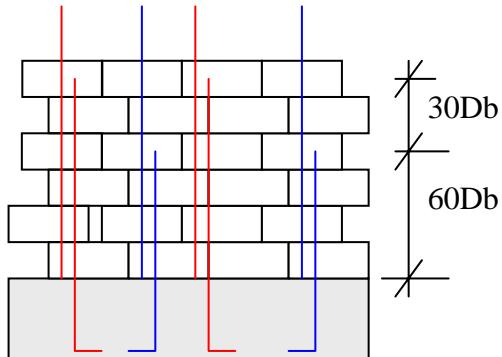


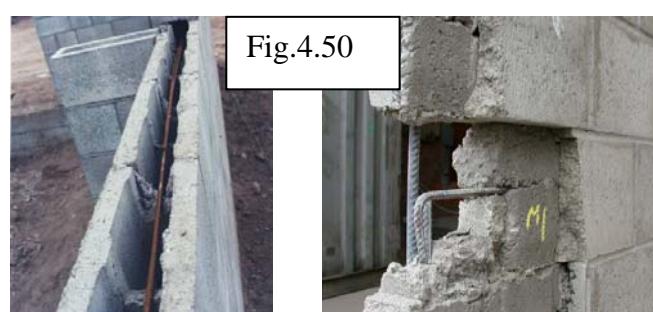
Fig.4.47

Fig.4.48. Traslapes.

12.2 El refuerzo horizontal debe ser continuo y anclado en los extremos con doblez vertical de 10 cm en la celda extrema.

Comentario

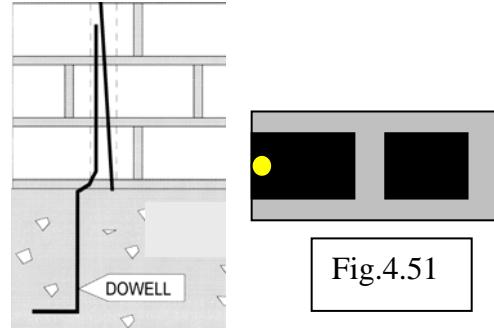
En la Fig.4.49 se muestra la instalación del refuerzo horizontal. Cabe destacar que el refuerzo horizontal puede amarrarse con el vertical cuando este último es continuo; en cambio, cuando se utiliza espigas, el refuerzo horizontal queda suelto ya que el vertical se coloca recién después haberse terminado de construir la albañilería, en este caso, las varillas horizontales podrían desplazarse durante la operación de vaciado y compactación del grout (Fig.4.50).



12.3 Las varillas verticales deberán penetrar, sin doblarlas, en el interior de los alvéolos de las unidades correspondientes.

Comentario

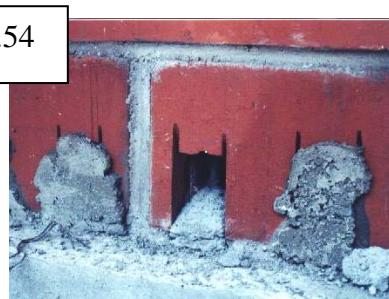
En caso la barra vertical no encaje en las celdas del bloque, no se le debe doblar (Fig.4.51), ya que perdería efectividad en tracción por flexión y en cizalle por fuerza cortante, sino mas bien puede recortarse una de las tapas del bloque para facilitar su inserción.



12.4 Para asegurar buena adhesión entre el concreto líquido y el concreto de asiento de la primera hilada, las celdas deben quedar totalmente libres de polvo o restos de mortero proveniente del proceso de asentado; para el efecto los bloques de la primera hilada tendrán ventanas de limpieza. Para el caso de muros totalmente llenos, las ventanas se abrirán en todas las celdas de la primera hilada; en el caso de muros parcialmente llenos, las ventanas se abrirán solo en las celdas que alojen refuerzo vertical. En el interior de estas ventanas se colocará algún elemento no absorbente que permita la limpieza final.

Comentario

Muchas veces se utiliza los retazos provenientes del bloque recortado para taponar las ventanas de limpieza (Fig.4.52), esto no es adecuado puesto que por el efecto cíclico de la carga sísmica, estas zonas se destapan fácilmente (Fig.4.53), perdiéndose área de compresión. Es mas conveniente que el grout tapone la ventana de limpieza (Fig.4.54) y cubrir esa zona con un zócalo; es mas, así es posible observar la existencia de cangrejeras en la base.



Otras veces se utiliza arena seca en el interior de las ventanas (Fig.4.55) para evitar que los desperdicios del mortero de asentado se adhieran a la base (cimentación o losa de techo), esta arena absorbe el agua y el material cementante del mortero correspondiente a la primera hilada, por lo que es preferible utilizar retazos de plásticos en reemplazo de la arena.

- 12.5** Para el caso de la albañilería parcialmente rellena, los bloques vacíos correspondientes a la última hilada serán taponados a media altura antes de asentarlos, de tal manera que por la parte vacía del alvéolo penetre el concreto de la viga solera o de la losa del techo formando llaves de corte que permitan transferir las fuerzas sísmicas desde la losa hacia los muros. En estos muros, el refuerzo horizontal no atravesará los alvéolos vacíos, sino que se colocará en el mortero correspondiente a las juntas horizontales.

Comentario

El objetivo de taponar a media altura aquellos bloques de la última hilada (días antes de asentarlos) por donde no atraviesa refuerzo vertical (Fig.4.56), es evitar la pérdida de concreto de la solera o de la losa de techo en el interior de las celdas vacías, así como formar llaves de corte entre el techo y el muro que permitan integrar a estos elementos. En estos muros no puede emplearse refuerzo horizontal en el eje, ya que atravesaría celdas vacías quedando desprotegido y sin adherencia, a no ser que en esa hilada se vacíe grout, en cuyo caso los bloques correspondientes deberían ser previamente taponados a media altura. Por ello, es recomendable emplear refuerzo alojado en las juntas (Fig.4.57) para este caso.



Fig.4.56



Fig.4.57

- 12.6** Para el caso de unidades apilables no son necesarias las ventanas de limpieza; la limpieza de la superficie de asiento se realizará antes de asentar la primera hilada.

Comentario

En este caso, al no existir mortero de asentado en las hiladas superiores a la primera, no habrá desperdicios que limpiar en la base de los muros, sólo deberá tenerse el cuidado que la primera capa de mortero (empleada para nivelar a la primera hilada por las protuberancias que tiene la losa de techo o el sobrecimiento), no penetre al interior de las celdas respectivas, para ello puede emplearse dispositivos como el que se muestra en la Fig.4.58.



Fig.4.58

12.7 Antes de encofrar las ventanas de limpieza, los alvéolos se limpiarán preferentemente con aire comprimido y las celdas serán humedecidas interiormente regándolas con agua, evitando que esta quede empozada en la base del muro.

Comentario

Es necesario limpiar las celdas interiormente con una varilla, sin tocar al muro, al terminar cada jornada de trabajo (Fig.4.59), con la finalidad de que las rebabas internas del mortero de asentado no estorben el paso del grout. Asimismo, es recomendable limpiar la base de los muros empleando un tortol a través de las ventanas de limpieza (Fig.4.60). Una vez que la albañilería haya sido construida, puede ser regada al día siguiente ya que los bloques (de concreto, Fig.4.61) se encuentran integrados a través del mortero. Cabe remarcar que el propósito del regado interno es evitar que el grout se contraiga rápidamente al secar (ver el comentario al Artículo 7.1 del Capítulo 3 y la Fig.3.20).

Fig.4.59

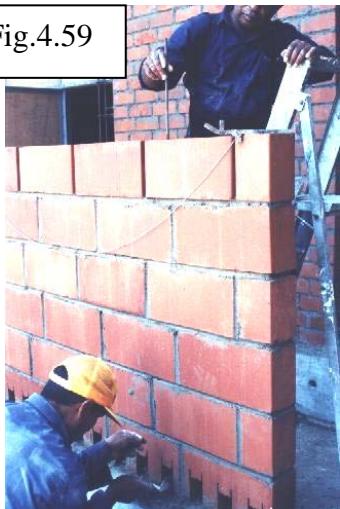


Fig.4.61



Fig.4.60



Para el caso que se haya empleado espigas, o que exista traslapes en la parte inferior de los pisos superiores, una vez terminada de construir la albañilería, se inserta la barra vertical (Fig.4.62) sin amarrarla contra la espiga, para que no se congestione la celda. Para evitar que la barra insertada se mueva durante el vaciado del grout, se le amarra a una barra horizontal temporal, que se retira después que el grout haya endurecido.



Fig.4.62. Inserción de barra vertical, traslape y fijación a barra horizontal temporal.

12.8 El concreto líquido o grout se vaciará en dos etapas. En la primera etapa se vaciará hasta alcanzar una altura igual a la mitad del entrepiso, compactándolo en diversas capas, transcurrido 5 minutos desde la compactación de la última capa, la mezcla será recompactada. Transcurrida media hora, se vaciará la segunda mitad del entrepiso, compactándolo hasta que su borde superior esté por debajo de la mitad de la altura correspondiente a la última hilada, de manera que el concreto de la losa del techo, o de la viga solera, forme llaves de corte con el muro. Esta segunda mitad también se deberá recompactar. Debe evitarse el vibrado de las armaduras para no destruir la adherencia con el grout de relleno.

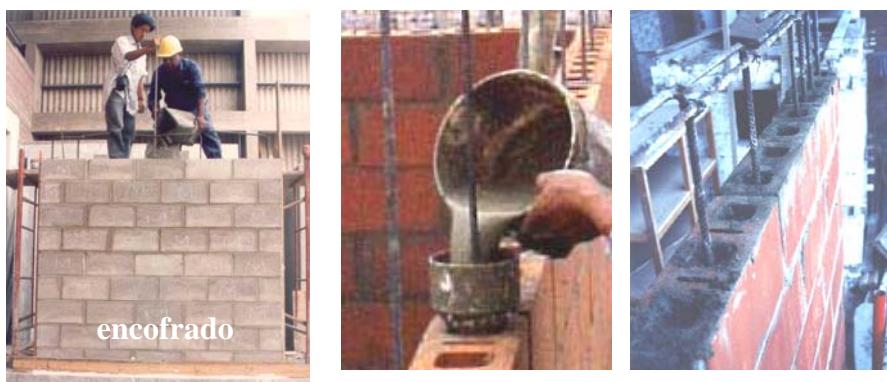
Comentario

De vaciarse el grout (Fig.4.63) en una sola etapa, se corre el riesgo que los bloques de la hilada inferior, debilitados por las ventanas de limpieza, se fracturen por la presión hidrostática ejercida por el grout. En el caso de la albañilería de junta seca, donde no existen ventanas de limpieza, sí es posible vaciar el grout en toda la altura del muro.

La operación de recompactado es necesaria para expandir lateralmente al grout, ya que éste trata de contraerse al secar separándose de la albañilería y del refuerzo.

Fig.4.63

Vaciado y compactación del grout. A la derecha se observa el espacio libre a dejar en la última hilada.



12.9 Los alvéolos de la unidad de albañilería tendrán un diámetro o dimensión mínima igual a 5 cm por cada barra vertical que contengan, o 4 veces el mayor diámetro de la barra por el número de barras alojadas en el alvéolo, lo que sea mayor.

Comentario

El objetivo de esta especificación es evitar la congestión de las celdas, que podría causar cangrejeras internas en el grout, así como permitir una adecuada transferencia de esfuerzos entre la barra y la albañilería a través del grout. En la medida que sea posible, debe tratarse de descongestionar a las celdas, por ejemplo, el gancho horizontal a 180° que se muestra en la Fig.4.64 es preferible reemplazarlo por un gancho vertical a 90° (Fig.4.49).

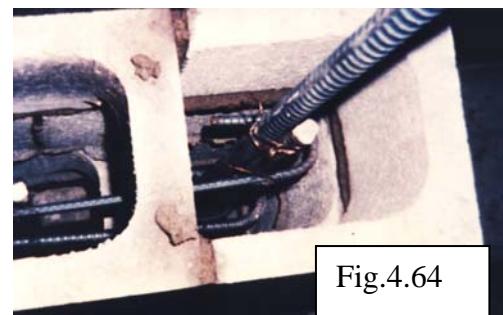


Fig.4.64

12.10 El espesor del grout que rodea las armaduras será $1\frac{1}{2}$ veces el diámetro de la barra y no deberá ser menor de 1 cm a fin de proporcionarle un recubrimiento adecuado a la barra.

Comentario

A parte que las barras verticales deben quedar protegidas por el grout, es necesario que exista un espacio entre el borde interno del bloque y la cara externa de la barra, que permita compactar adecuadamente al grout. Esta especificación también se aplica a las barras horizontales colocadas en las juntas (Fig.4.57), las que deben quedar recubiertas por mortero.

12.11 En el caso que se utilice planchas perforadas de acero estructural en los talones libres del muro, primero se colocarán las planchas sobre una capa delgada de mortero presionándolas de manera que el mortero penetre por los orificios de la plancha; posteriormente, se aplicará la siguiente capa de mortero sobre la cual se asentará la unidad inmediata superior. Para el caso de la albañilería con unidades apilables, las planchas se colocarán adheridas con epóxico a la superficie inferior de la unidad.

Comentario

En la Fig.4.65 se ilustra la manera de cómo colocar las planchas sobre los bloques asentados con mortero. Para el caso de la albañilería apilable donde no hay juntas de mortero, la plancha debe adherirse a los bloques mediante resina epólica como se muestra en la Fig.4.66.



Fig.4.65

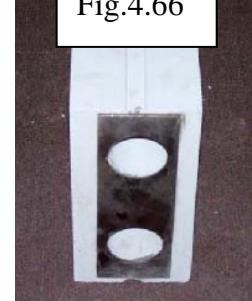


Fig.4.66

12.12 En el caso que se utilice como refuerzo horizontal una malla electrosoldada con forma de escalerilla, el espaciamiento de los escalones deberá estar modulado de manera que coincidan con la junta vertical o con la pared transversal intermedia del bloque, de manera que siempre queden protegidas por mortero. Las escalerillas podrán usarse como confinamiento del muro sólo cuando el espaciamiento de los escalones coincide con la mitad de la longitud nominal de la unidad.

Comentario

Además de las planchas metálicas (figuras 4.65 y 4.66), existen diversas maneras de confinar a los talones libres de los muros armados: 1) mediante la malla electrosoldada funcionando como estribos cerrados (Fig.4.67); 2) con columnas estribadas a corto espaciamiento sirviendo los bloques con tapas recortadas como elementos de encofrado del grout (Fig.4.68); 3) con espirales continuas insertadas en las celdas (Fig.4.69); 4) con espirales discretas colocadas en cada bloque (Fig.4.70); y, 5) con columnas (Fig.4.71).

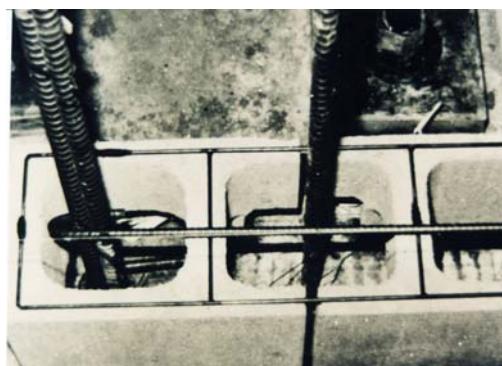


Fig.4.67



Fig.4.68

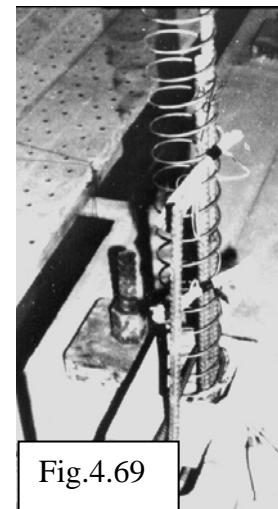


Fig.4.69



Fig.4.70



Fig.4.71

Tal como se verá en el Artículo 28.4 del Capítulo 8, los confinamientos indicados se utilizan cuando los esfuerzos de compresión por flexión en los talones libres (sin paredes transversales) de los muros armados son excesivos, tanto que podrían triturarlos pandeando el refuerzo vertical (Fig.4.72).

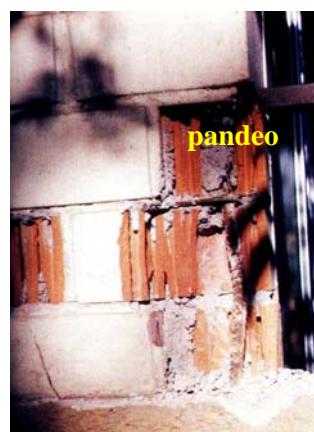


Fig.4.72. Trituración de talones de bordes libres.