

CAPÍTULO 2 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

Artículo 3. DEFINICIONES

3.1 Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

Comentario

En adelante, el subíndice “m” que se utiliza en los distintos parámetros empleados en el diseño estructural (f´m, v´m, etc.), proviene de la palabra inglesa “masonry” o mampostería.

La albañilería compuesta por unidades apilables, también se le denomina “Albañilería de Junta Seca” por carecer de mortero en las juntas. Estas unidades pueden ser hechas de sílice-cal o de concreto (Fig. 2.1).



Fig.2.1. Unidades apilables de sílice-cal (izquierda) y de concreto (derecha).

3.2 Albañilería Armada. Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.

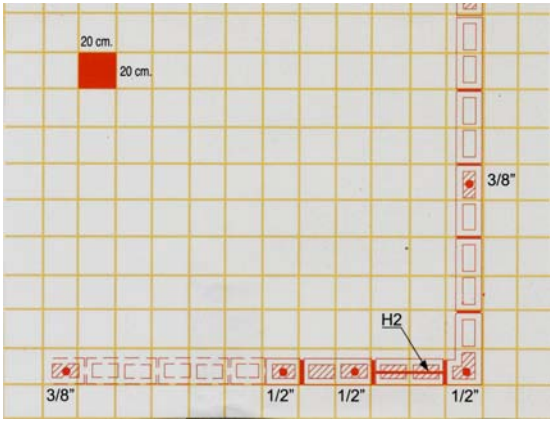
Comentario

Los muros armados pueden ser construidos con bloques de arcilla, de concreto o de sílice-cal (Fig.2.2). En estas edificaciones, es recomendable que los ambientes sean modulares, con dimensiones múltiplos de 15 cm para los bloques sílico-calcáreos y de 20 cm para los bloques de arcilla y de concreto (Fig.2.3), para de esta manera evitar el retaceo de bloques, en caso contrario, los bloques recortados deben emplearse en la zona central del muro.



Fig.2.2. Bloques nacionales de arcilla (izquierda), concreto (centro) y sílice-cal (derecha).

Fig.2.3
Ambientes
modulares.



3.3 Albañilería Confinada. Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

Comentario

Es necesario que los elementos de confinamiento sean vaciados después de construir la albañilería (Fig. 2.4), de esta manera se logrará integrar el material concreto con el material albañilería, a través de la adherencia que se genera entre ellos.

Fig.2.4
Secuencia en
la
construcción
de la
Albañilería
Confinada.



Cuando se construyeron primero las columnas y después la albañilería, la experiencia sísmica ha sido negativa, ya que ambos materiales se separaron como si existiese una junta vertical entre ellos, quedando la albañilería sin arriostres verticales, lo cual produjo su volcamiento

ante fuerzas sísmicas transversales al plano (Fig.2.5), especialmente en los pisos altos, donde la fuerza sísmica es máxima y la carga vertical que presiona a la albañilería es mínima.



Fig.2.5. Técnica constructiva inadecuada y consecuencias en el sismo de Pisco.

- 3.4** Albañilería No Reforzada. Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- 3.5** Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural. Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- 3.6** Altura Efectiva. Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 3.7** Arriostre. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

Comentario

Es indispensable arriostrear a los muros, como se indica en el Capítulo 9, para evitar su volcamiento por acciones transversales a su plano (Fig.2.6).



Fig.2.6. Colapso de parapetos y tabiques no arriostrados.



3.8 Borde Libre. Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.

Comentario

En la Fig.2.7 se muestra el borde libre horizontal de un cerco.



3.9 Concreto Líquido o Grout. Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.

Comentario

La consistencia del grout es la de una sopa espesa de sémola (Fig.2.8), que permite rellenar los intersticios internos de la albañilería armada. El objetivo de este concreto es integrar al refuerzo con la albañilería en una sola unidad, aparte de proporcionar resistencia al muro.

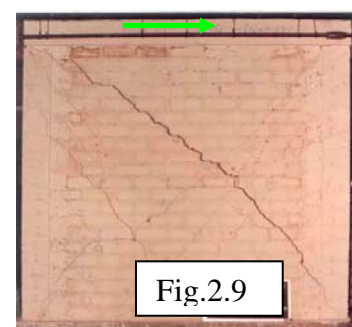


3.10 Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arrioste o como confinamiento.

3.11 Confinamiento. Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

Comentario

Las columnas constituyen la última línea resistente de los muros confinados, ellas se diseñan para soportar la carga que produce el agrietamiento diagonal de la albañilería (Fig. 2.9), con lo cual, su función es mantener la resistencia a fuerza cortante del muro en el rango inelástico. Para que las columnas funcionen como arriostres, debe haber una adecuada integración columna-albañilería, no como aparece en la Fig.2.5.



3.12 Construcciones de Albañilería. Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

Comentario

Es posible que en una construcción de albañilería existan placas de concreto armado (Fig.2.10) que ayuden a soportar la fuerza sísmica, sin embargo, el material predominante es la albañilería.

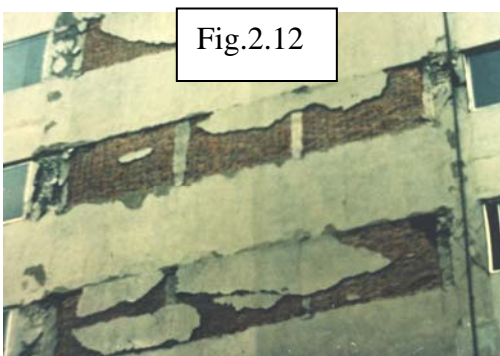
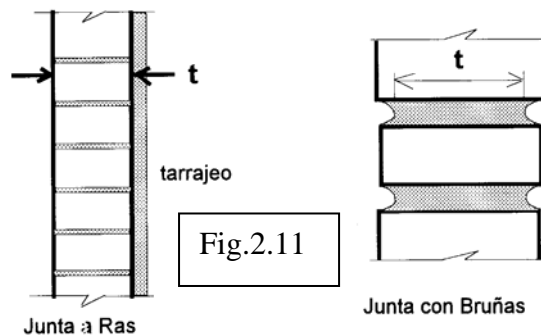
Fig.2.10
 Construcción mixta de albañilería armada, confinada y placas de concreto armado.



3.13 Espesor Efectivo. Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

Comentario

En el cálculo del espesor efectivo “t” (Fig. 2.11), no se contabiliza el tarrajeo porque este podría desprenderse (Fig.2.12) por la acción vibratoria del sismo. En el caso que el tarrajeo se aplique sobre una malla de acero (Fig.2.13) anclada a la albañilería, el grosor del tarrajeo puede incluirse en el cálculo de “t”.



Los muros armados parcialmente rellenos (Fig.2.14) son aquellos donde se ha vaciado concreto líquido solo en los alvéolos que contienen refuerzo vertical. En estos casos, los experimentos demuestran que la resistencia unitaria al esfuerzo cortante calculada sobre el área neta de la sección transversal es similar a la evaluada sobre el área bruta de un muro totalmente relleno, por ello, para determinar la resistencia al corte, puede trabajarse con un espesor efectivo $t = A_n / L$, donde A_n es el área neta y L es la longitud del muro.

Los muros de albañilería apilable son totalmente rellenos, al no existir mortero en las juntas. En estos casos el espesor efectivo debe calcularse como se indica en la Fig.2.15.

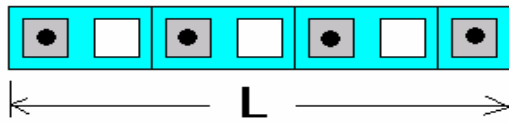
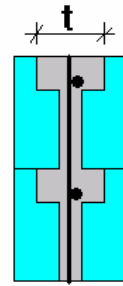


Fig.2.14. Vista en planta de un muro parcialmente relleno.

Fig. 2.15.

Corte vertical de un muro de junta seca.



3.14 Muro Arriestrado. Muro provisto de elementos de arriestre.

3.15 Muro de Arriestre. Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.

Comentario

Para que un muro sirva de arriestre a otro transversal, ambos deben estar debidamente conectados y haberse construido en simultáneo, no como se muestra en la Fig.2.16.



Fig.2.16

3.16 Muro No Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.

Comentario

Los tabiques de albañilería no aislados de la estructura principal (Fig.2.24), son portantes de carga sísmica al interactuar coplanarmente con el pórtico que lo enmarca, según se indica en el Capítulo 10 de esta Norma.

3.17 Muro Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

Comentario

Es necesario que los muros portantes tengan continuidad vertical (Fig.2.17), con el objeto de que los esfuerzos producidos por la carga vertical y por los sismos, puedan transmitirse de un piso al inmediato inferior, hasta la cimentación. En la Fig.2.18 se aprecia muros que carecen de continuidad vertical, por lo que son simples tabiques.

Fig.2.17

Muros
portantes
continuos
verticalmente.



Fig.2.18

Muros
discontinuos
verticalmente
(tabiques).



3.18 Mortero. Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

Comentario

En nuestro medio hay dos tipos de mortero: artesanal e industrial, el artesanal se prepara en el lugar de la obra revolviendo la mezcla en seco hasta que adopte un color uniforme (Fig.2.19), mientras que el industrial se expende en bolsas (Fig.2.20), listo para echarle agua, o premezclado (“larga vida”). El cuidado que debe dársele al mortero embolsado, es el mismo que se le da al cemento embolsado: debe protegerse de la lluvia y de la humedad, colocar las bolsas sobre una tarima en rumas de hasta 10 bolsas, y verificar la fecha de caducidad.

Fig.2.19



Fig.2.20



3.19 Placa. Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

Comentario

Las placas de concreto armado, al igual que todos los elementos estructurales que se especifican en esta Norma, deben llevar refuerzo dúctil. Estas placas, pueden transformarse en

sus niveles altos en muros de albañilería reforzada (Fig.2.21), siempre y cuando el cambio de rigidez y resistencia sea contemplado en el diseño estructural. Adicionalmente, es preferible evitar la unión en la misma sección transversal entre una placa y un muro de albañilería (Fig. 2.22), debido a que ambos elementos tienen distintas propiedades, lo que podría originar una fisura vertical en la zona de conexión quedando la albañilería sin arrioste vertical; en estos casos es recomendable crear una junta vertical entre ambos materiales, sin que atraviese el techo, o hacer que el muro sea de un solo material.

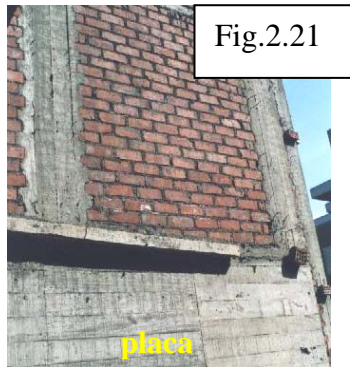


Fig.2.21



Fig.2.22

3.20 Plancha. Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.

Comentario

En la Fig.2.23 se muestra la forma que tienen las planchas metálicas, a utilizar en los bordes libres de un muro armado que presente esfuerzos de compresión por flexión excesivos. En estos casos, primero debe aplicarse una capa delgada de mortero, luego se coloca la plancha de tal forma que el mortero penetre por los orificios de la plancha y luego se aplica otra capa de mortero para asentar la unidad inmediata superior.



Fig.2.23

3.21 Tabique. Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

Comentario

Por las buenas propiedades térmicas, acústicas, incombustibles y resistentes que tiene la albañilería, los tabiques son hechos con ese material. Puesto que estos elementos no portan

carga vertical, deben ser construidos después de desencofrar a la estructura principal (Fig.2.24). Los tabiques pueden conectarse o aislarse de la estructura principal, dependiendo si se busca o no, respectivamente, la interacción sísmica entre ambos sistemas (Capítulo 10).

Fig.2.24
Tabiques de albañilería en una estructura aporticada.



- 3.22** Unidad de Albañilería. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.
- 3.23** Unidad de Albañilería Alveolar. Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.

Comentario

En la Fig.2.25 se muestran unidades alveolares nacionales.



Fig.2.25. Bloques de concreto (izquierda), arcilla (centro) y sílice-cal (derecha).

- 3.24** Unidad de Albañilería Apilable: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

Comentario

En la Fig.26, se muestra unidades apilables nacionales (también llamadas “mecano”). Su interconexión se hace a través del grout.

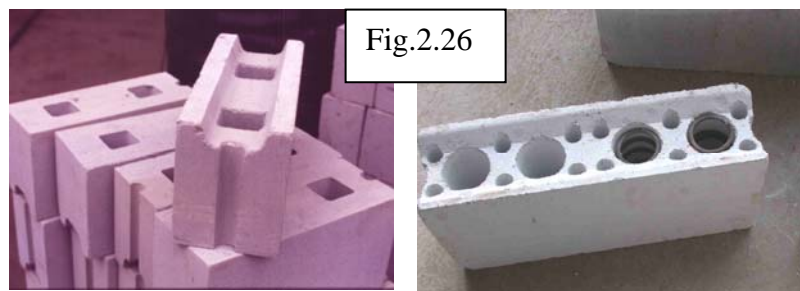


Fig.2.26

- 3.25** Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

Comentario

Las unidades huecas han demostrado tener una falla muy frágil (trituration, Figs. 1.12 y 2.27) por carga vertical y por fuerza cortante, cuando se les ha empleado en muros portantes confinados, por lo que se prohíbe su uso en la zona sísmica 3, a no ser que el ingeniero estructural demuestre que la estructura se comportará elásticamente (sin fisuras) ante los sismos severos, según se indica en el Capítulo 8.



- 3.26** Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

Comentario

Las unidades sólidas son las que deben emplearse en la construcción de muros confinados en la zona sísmica 3. Pueden ser de arcilla, concreto o de sílice-cal (Fig.2.28), y su fabricación puede ser artesanal o industrial.

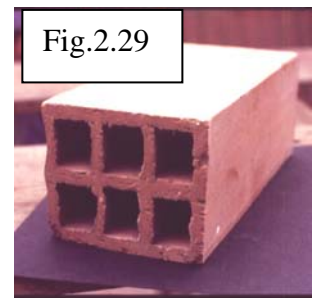


Fig.2.28. Ladrillos de arcilla (izquierda), sílice-cal (centro) y de concreto (derecha).

- 3.27** Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

Comentario

Estas unidades (Fig.2.29) deben emplearse en los muros no portantes, salvo que la edificación, de hasta 2 pisos, se encuentre ubicada en la zona sísmica 1, según se indica en la Tabla 2.



3.28 Viga Solera. Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arrioste y confinamiento.

Comentario

La viga solera tiene la función de transmitir la carga sísmica desde la losa del techo hacia los muros. En el caso que el diafragma (losa de techo) sea rígido (Fig.2.30), la solera no trabaja como arrioste horizontal, ya que no se deforma ante acciones sísmicas transversales al plano del muro al ser solidaria con la losa, entendiéndose que la losa y la solera son vaciadas en simultáneo (Fig.2.31). En el caso que el diafragma sea flexible (techo metálico o de madera), la solera es indispensable para arriostar horizontalmente a los muros (Fig. 2.32).

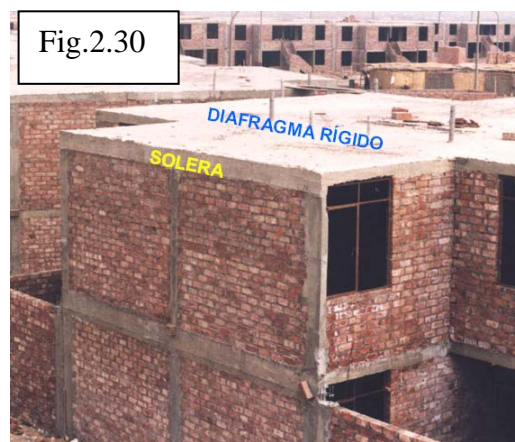
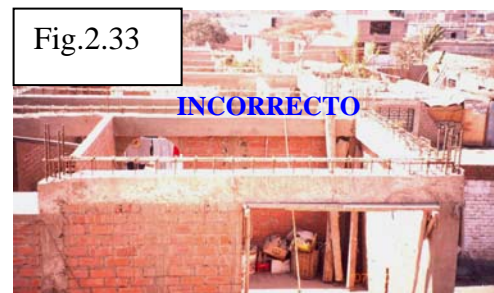


Fig. 2.32. Techo metálico y muros no arriostados.

Cabe señalar que muchas veces se comete el error de vaciar el concreto de la solera en 2 etapas (Fig.2.33), lo cual hará que se forme una junta de construcción entre la losa del techo y la parte intermedia de la viga y un plano potencial de falla por deslizamiento entre estos elementos, dado que las fuerzas sísmicas horizontales se transmiten desde la losa hacia las vigas y de allí a los muros.



Artículo 4 NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_c = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_{cf} = área de una columna de confinamiento por corte-fricción.
- A_n = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- A_s = área del acero vertical u horizontal.
- A_{sf} = área del acero vertical por corte-fricción en una columna de confinamiento.
- A_{st} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_v = área de estribos cerrados.
- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_b = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.

Comentario

En la Fig.2.34 se muestra parte de la nomenclatura para el caso de un muro confinado.

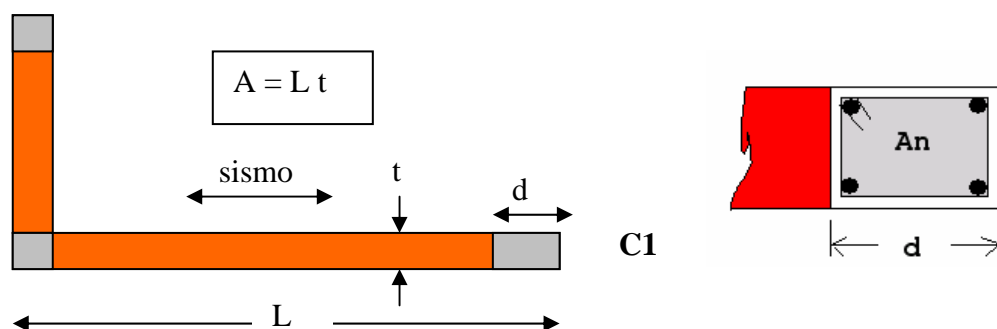


Fig.2.34. Sección transversal de un muro confinado.

- E_c = módulo de elasticidad del concreto.
- E_m = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f'_b = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f'_c = resistencia a compresión axial del concreto o del "grout" a los 28 días de edad.
- f'_m = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f'_t = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.

- f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_m = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó $0,5 L$; lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_u = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_g = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_c = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_e = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- P_m = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.
- P_u = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_t = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_c = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_e = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{Ei} = fuerza cortante en el entrepiso "i" del edificio producida por el sismo severo.
- V_{ui} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso "i" de uno de los muros.

- V_m = resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros.
 v_m = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
 Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
 δ = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
 $\delta = 1$, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
 $\delta = 0,8$, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
 ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
 $\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).
 $\phi = 0,85$ (corte-fricción o tracción combinada con corte-fricción).
 $\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).
 $\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
 ρ = cuantía del acero de refuerzo = $A_s / (s.t)$.
 σ = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_g / (t.L)$.
 $\sigma_m = P_m / (t.L)$ = esfuerzo axial máximo en un muro.
 μ = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L$

Nota 2: El factor " ϕ " para los muros armados se proporciona en 8.7.3

Comentario

La nomenclatura utilizada se comenta y detalla en los acápites correspondientes.