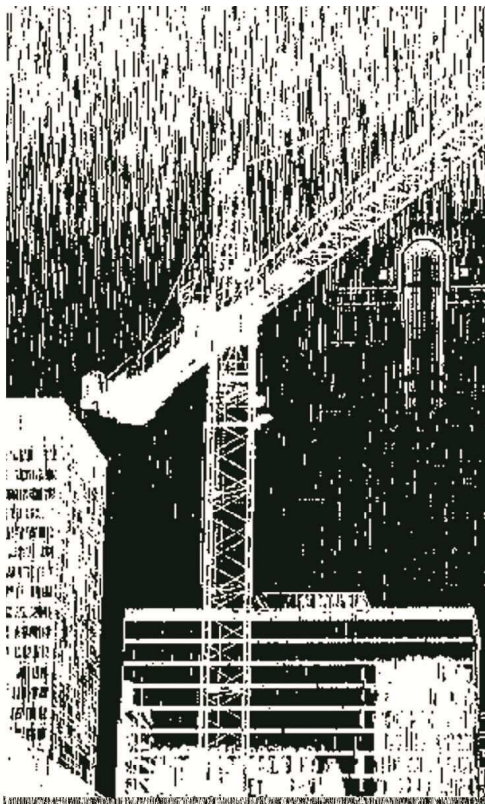
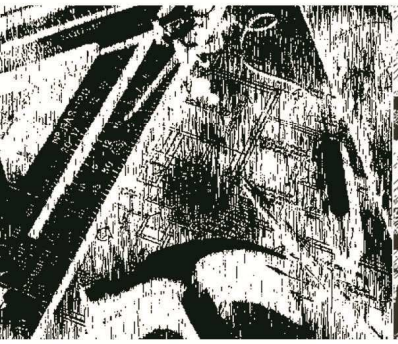
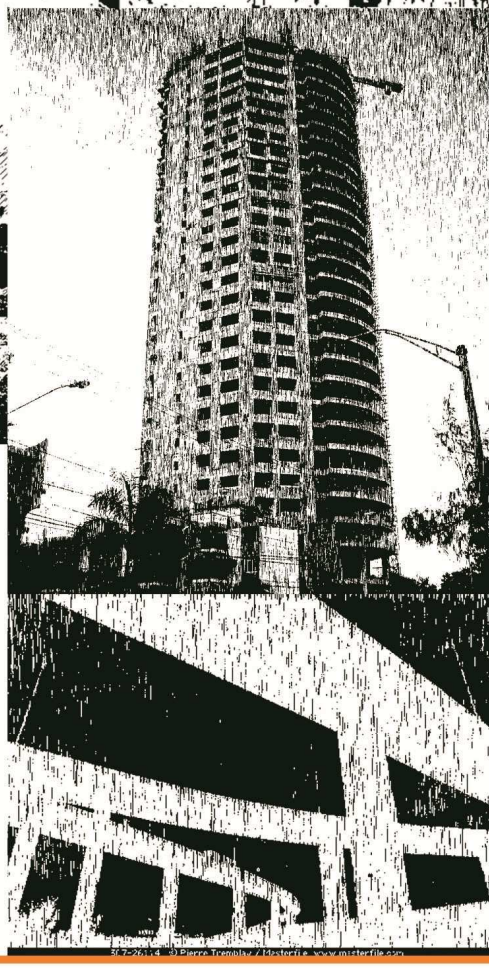
REGLAMENTO PARA
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL







R-027 Decreto No.280-07

DGRS Dirección General de Reglamentos y Sistemas

SEOPC Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones

REPÚBLICA DOMINICANA

Reglamento para Diseño y Construcción de Edificios en Mampostería Estructural

© Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones (SEOPC)
Santo Domingo, República Dominicana
2007

Art.1.- Consideraciones Generales 1
1.1 Objetivos 1
1.2 Campo de Aplicación 1
1.3 Unidades y Títulos del Reglamento General de Edificaciones 2
1.4 Sanciones 3
1.5 Definiciones 3
1.6 Requisitos Generales de Aplicación 7
1.7 Documentos del Proyecto Estructural 8
1.8 Clasificación de la Mampostería Estructural 9
1.9 Notación 9

Art.2.- Requisitos Generales de Diseño 12
2.1 Fundamentos de Diseño 12
2.2 Dimensiones Mínimas 12
2.3 Factor de Reducción de Resistencia 13
2.4 Factor de Amplificación de Cargas 13
2.5 Resistencia a la Compresión 14
2.6 Módulo de Elasticidad 16

Art.3.- Espesor Equivalente 17

Art.4.- Especificaciones sobre Refuerzo 18
4.1 Especificaciones Generales 18
4.2 Resistencia a la Fluencia de Refuerzo 18
4.3 Diámetro Mínimo de Refuerzo 18
4.4 Espaciamiento Máximo de Refuerzo Vertical 18
4.5 Solape de Refuerzo 19
4.6 Ganchos para el Refuerzo 19

Art.5.- Muros Armados en Dos Direcciones 20
5.1 Cuantía Mínima Vertical 20
5.2 Cuantía Mínima Horizontal 20
5.3 Cuantía Mínima Combinada 20
5.4 Espaciamiento Máximo 20

Art.6.- Elementos de Amarre 21
6.1 Especificaciones Generales 21
6.2 Columnas como Elementos de Amarre 21
6.3 Vigas como Elementos de Amarre 22

Art.7.- Mampostería a Carga Axial y Flexión 23
7.1 Suposiciones de Diseño 23
7.2 Consideraciones de Esbeltez 23
7.3 Resistencia a Carga Axial y de Flexión 24

Art.8.- Mampostería a Esfuerzo Cortante 27
Art.9.- Mampostería a Flexión Fuera del Plano 28
Art.10.- Consideraciones de Aplastamiento En Mampostería 29
Art.11.- Muros de Contención de Mampostería 30
Art.12.- Consideraciones de Huecos en Mampostería 31
Art.13.- Formato del Reglamento 31
Art.14.- Remisión del Reglamento 31

Comentarios y Ejemplos de Aplicación 33
Apéndice 71

DECRETO No. 280-07

CONSIDERANDO: Que es deber del Estado Dominicano garantizar la seguridad ciudadana mediante el establecimiento de requisitos mínimos para el diseño y construcción de las obras, acordes con nuestra realidad y avances tecnológicos.

CONSIDERANDO: La importancia de establecer medidas que garanticen el diseño y la construcción de edificaciones de mampostería, de acuerdo a lineamientos que respondan a una estabilidad y seguridad estructural acordes a nuestras condiciones geológicas y sísmicas.

CONSIDERANDO: Que de acuerdo a la Ley No.687, de fecha 27 de Julio del 1982, la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines es la única autoridad estatal encargada de definir la política de reglamentación técnica de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines, mediante el sistema establecido en dicha ley.

CONSIDERANDO: Que es deber ciudadano acatar las disposiciones emanadas de los poderes públicos de la Nación;

VISTA: La Ley número 687, del 27 de julio de 1982, que crea un sistema de reglamentación para la preparación y ejecución de proyectos y obras relativas a la ingeniería, la arquitectura y ramas afines;

En ejercicio de las atribuciones que me confiere el Artículo 55 de la Constitución de la República, dicto el siguiente:

REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

ART.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 OBJETIVOS

El presente Reglamento tiene por objeto regular el diseño y construcción de edificios de mampostería, con la finalidad de garantizar la estabilidad y seguridad adecuada a este tipo de estructuras. En particular este Reglamento fija:

a. Los conceptos básicos y requisitos mínimos para el diseño de estructuras de muros de mampostería.

b. Los requerimientos mínimos de calidad de los materiales de diseño.

c. Los conceptos fundamentales para el diseño de estructuras de mampostería armada.

PROHIBIDA LA VENTA

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

1.2.1 Este Reglamento contiene los requisitos mínimos a aplicarse en el diseño y construcción de estructuras de mampostería de edificios multipisos, no mayor de seis (6) pisos, donde los elementos estructurales principales lo conforman muros de mampostería armadas, dispuestos en las direcciones principales de la estructura.

1.2.2 DE APLICACIÓN GENERAL

Para el diseño y construcción de edificios de mampostería que no estén incluidos dentro del campo de aplicación de este Reglamento, deberán aplicarse en su totalidad los códigos, guías, reglamentos y especificaciones más recientes publicados por el Instituto Americano del Concreto ACI (American Concrete Institute), en especial los siguientes:

- **ACI 117.** Especificaciones Estándares de Tolerancias para Construcciones de Hormigón y Materiales (Standard Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials)
- **ACI 301.** Especificaciones para Hormigón Estructural (Specifications for Structural Concrete)
- **ACI 304.** Guía para la Dosificación, Mezclado. Transporte y Colocación del Hormigón (Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete)
- **ACI 315.** Detalles y Detallado del Refuerzo del Hormigón (Details and Detailing of Concrete Reinforcement)
- **ACI 318.** Reglamento de las Construcciones de Hormigón Armado (Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary)
- **ACI 530.** Reglamento y Especificaciones para la Construcciones de Estructuras de Mampostería (Building Code Requirements for Structural Masonry, Specifications and Commentary)
- **ASCE 5-02.** Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineer)

- **NRS 98.** Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Mampostería Estructural.

1.2.3 OTRAS NORMAS

Se permite el uso de métodos de análisis y diseño estructural diferentes a los prescritos por este Reglamento, siempre y cuando el diseñador estructural presente evidencia que demuestre que la alternativa propuesta cumple con sus propósitos en cuanto a seguridad, durabilidad y resistencia, especialmente sísmica, y además se sujete a los requisitos siguientes:

a. Se presente junto a las memorias de cálculo una copia de las normas que se estén usando.

b. Se cumpla con los requisitos del "Reglamento de Cargas Mínimas".

c. Se cumplan los requisitos de detallamiento de armaduras exigidos por el ACI para asegurar la ductilidad de la estructura frente a una solicitación sísmica.

1.3 UNIDADES Y TÍTULOS DEL REGLAMENTO GENERAL DE EDIFICACIONES

El Reglamento General de Edificaciones lo conforman las siguientes unidades y títulos, incluida esta unidad, las cuales serán de aplicación obligatoria para la debida concepción de los proyectos, así como para la ejecución, inspección y supervisión de las obras en cuestión; de igual modo, le serán aplicables los demás reglamentos vigentes necesarios para estos fines:

- **UNIDAD 1. REQUERIMIENTOS GENERALES DE APLICACIÓN Y TRAMITACIÓN DE PLANOS**
- **UNIDAD 2. DISPOSICIONES ARQUITECTÓNICAS**
- **UNIDAD 3. SISTEMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**
- **UNIDAD 4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS**
- **UNIDAD 5. ESTRUCTURAS**

o *TÍTULO 1: CARGAS MÍNIMAS*
o *TÍTULO 2: HORMIGÓN ARMADO*
o *TITULO 3: MAMPOSTERÍA*
o *TÍTULO 4: MADERA*
o *TÍTULO 5: ACERO*
o *TÍTULO 6: ANÁLISIS Y DISEÑO BÁSICO DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.*
o *TÍTULO 7: METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y*
o *REDISEÑO DE REFUERZO EN EDIFICACIONES*

- **UNIDAD 6. SISTEMAS ELÉCTRICOS EN EDIFICACIONES**

o *TÍTULO 1: INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES*

- **UNIDAD 7. SISTEMAS SANITARIOS**

PROHIBIDA LA VENTA

- *TÍTULO 1: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES Y PROYECTOS DE URBANIZACIÓN*

- **UNIDAD 8. SISTEMAS MECÁNICOS**

- *TÍTULO 1: VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO*
- *TÍTULO 2: SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN*
- *TÍTULO 3: SISTEMAS DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS.*

- **UNIDAD 9. ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN**

1.4 SANCIONES

El no cumplimiento a las disposiciones establecidas en este Reglamento, conllevará a la aplicación de las sanciones instituidas en los capítulos V y VI de la ley 687.

1.5 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones corresponden a los términos más usados en el presente Reglamento.

- **ACI**. Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute)

- **Agregado**. Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como arena, gravilla, grava, etc., que al mezclarse con el material cementante y el agua produce el hormigón.

- **Análisis**. Procedimiento mediante el cual se calculan las fuerzas interiores y deformaciones en los elementos de una estructura sometida a la acción de uno o más estados de carga.

- **Asentamiento**. Hundimiento o descenso del nivel de una estructura debido a la compresión y deformación del suelo o roca de fundación.

- **ASTM**. Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)

- **Barra Corrugada**. Barra con un núcleo de sección circular en cuya superficie existen resaltes que tienen por objeto aumentar la adherencia entre el hormigón y el acero, que cumple con las normas ASTM A 706 y ASTM A 615.

- **Barra Lisa**. Barra de sección transversal circular sin resaltes o nervios especiales, que cumple con la norma ASTM A 615.

- **Cámaras**. Huecos del block.

- **Cámaras Llenas**. Huecos del block llenos de hormigón.

- **Cargas Últimas o Factorizadas**. Cargas que han sido afectadas por un factor de carga de acuerdo con las ecuaciones de combinación.

- **Carga Muerta**. Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y

PROHIBIDA LA VENTA

tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo, incluyendo muros y particiones divisorias de espacio y el peso de equipos permanentes.

- **Cargas de Servicio**. Todas las cargas, permanentes o transitorias, que actúan sobre la estructura o parte de ésta, sin estar afectadas por ningún coeficiente de carga.

- **Carga Viva**. Carga debida al uso y ocupación del edificio, sin incluir viento, sismo o carga muerta.

- **Cemento**. Material que cumple con las especificaciones ASTM, que tiene propiedades cementantes cuando se utiliza en la fabricación del hormigón, ya sea por si mismo, como es el caso del cemento hidráulico (Pórtland), el cemento adicionado, y el cemento expansivo; o cuando estos últimos obran en combinación con cenizas volantes, puzolanas, escoria siderúrgica y humo de sílice.

- **Cimentación**. Conjunto de los elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo.

- **Columna**. Elemento estructural cuya solicitación principal es la carga axial de compresión, acompañada o no de momentos flexores, torsión o fuerzas cortantes y con una relación de longitud a su menor dimensión de la sección de 3 o más.

- **Columna de Amarre**. Es un elemento vertical que se considera unido íntegramente a la pared de mampostería y que debe cumplir con los requisitos del párrafo 6.2.

- **Concreto**. Anglicismo por hormigón.

- **Curado**. Proceso mediante el cual el concreto se mantiene a una temperatura estable y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después del vaciado.

- **Dado de Apoyo**. Elemento prismático de hormigón armado, que tiene como función, distribuir las cargas concentradas en el plano del muro.

- **Diseño a la Rotura**. Método de diseño que consiste en demostrar que las solicitaciones debidas a las cargas factorizadas son menores o iguales que las fuerzas nominales de rotura de la sección multiplicadas por el factor de reducción de resistencia Ø.

- **Efectos Sísmicos**. Las solicitaciones de flexión, torsión, fuerzas cortantes, cargas axiales y deformaciones ocasionadas a los elementos estructurales por la acción de un temblor en una estructura cualquiera.

- **Encofrado**. Estructura provisional de madera o elementos metálicos, de forma, dimensiones y seguridad adecuadas para la colocación del refuerzo y el hormigón de un elemento estructural, y sostenerlos mientras el hormigón adquiere la resistencia adecuada.

- **Esfuerzo**. Intensidad de fuerza por unidad de área.

- **Estado Límite de Rotura**. Cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualesquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

- **Estado Límite de Servicio.** La ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

PROHIBIDA LA VENTA

- **Estribos**. Elementos que corresponden a una forma de refuerzo transversal, utilizados para resistir fuerzas cortantes, torsión y para proveer confinamiento al núcleo del elemento, consistentes en barras corrugadas, barras lisas, alambres o malla electro-soldada, de una o varias ramas, doblados en forma de L, U, C o rectangulares y colocados perpendicularmente al refuerzo longitudinal o formando un ángulo con él.

- **Factores de Carga**. Son los factores por los que deben multiplicarse las cargas de servicio para obtener las cargas factorizadas para el diseño a la rotura.

- **Factor de Reducción de Resistencia Ø.** Coeficiente que multiplica la resistencia nominal para convertirla en resistencia de diseño.

- **Flexión Compuesta**. Fuerza axial (tracción o compresión) simultánea con flexión respecto a uno de los ejes principales de inercia de una sección.

- **Flexión**. Flexión respecto a uno de los ejes principales de inercia de una sección.

- **Fraguado**. Proceso químico por medio del cual el hormigón endurece y adquiere resistencia, una vez colocado en su posición final.

- **Fuerza Axial**. Fuerza (tracción o compresión) que actúa en el centro de gravedad de una sección, paralela al eje longitudinal del elemento.

- **Fuerza Cortante**. Fuerza que actúa en el centro de gravedad de una sección, perpendicular eje longitudinal del elemento, en un plano que contiene uno de los ejes principales de la sección.

- **Hormigón**. Material de construcción que se obtiene a partir de una mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

- **Hormigón Armado**. Material constituido por hormigón que tiene un refuerzo de barras de acero dispuestas convenientemente en su interior.

- **Junta de Construcción**. Interrupción de la colocación del hormigón, ya sea temporal, de construcción, o permanente.

- **Junta de Expansión**. Separación entre porciones adyacentes de la estructura, localizada en un lugar establecido durante el diseño de esta, de tal manera que no interfiera en su comportamiento y que al mismo tiempo permita movimientos en las direcciones apropiadas; y que impida la formación de fisuras y grietas en otras partes de la estructura.

- **Longitud de Desarrollo**. Es la longitud requerida que debe tener el refuerzo embebido en el hormigón requerida para desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

- **Losa**. Elemento estructural horizontal o aproximadamente horizontal, macizo o con nervaduras, que trabaja en una o dos direcciones, de espesor pequeño en relación con sus otras dos dimensiones, y que resiste cargas que actúan en una dirección perpendicular a su plano medio.

- **Mampostería**. Pared o muro hecho a base de elementos prefabricados con medidas definidas (bloques) unidos mediante mortero de pega.

- **Memoria de Cálculos**. Justificación técnica de las dimensiones, refuerzos y especificaciones de una estructura, tal como se presentan en los planos de construcción.

PROHIBIDA LA VENTA

- **Módulo de Elasticidad**. Relación entre el esfuerzo de tracción o de compresión y la deformación unitaria producida por aquel, para esfuerzos inferiores al límite proporcional del material.
- **Momento Positivo**. El que produce esfuerzos de tracción en la cara inferior de vigas y losas.
- **Momento Negativo**. El que produce esfuerzos de tracción en la cara superior de vigas y losas.
- **Muro**. Elemento cuyo espesor es mucho menor en relación con sus otras dos dimensiones, usualmente vertical y que resiste cargas que actúan en una dirección paralela a su plano.
- **Nudo**. Intersección perpendicular entre muros.
- **Recubrimiento**. La menor distancia entre la superficie del refuerzo longitudinal o transversal y la superficie exterior de la sección de hormigón.
- **Refuerzo.** Barras de acero colocadas en el hormigón para en conjunto con él resistir fuerzas de tracción, de compresión, de corte o de torsión.
- **Refuerzo Longitudinal**. Refuerzo que se coloca paralelo a la longitud mayor del elemento. Se destina para resistir fuerzas axiales y momentos flexores.
- **Refuerzo Negativo**. El refuerzo destinado a resistir los efectos del momento negativo.
- **Refuerzo Positivo**. El refuerzo destinado a resistir los efectos del momento positivo.
- **Refuerzo Transversal**. El refuerzo destinado a resistir los efectos de la fuerza cortante y torsión. Incluye, igualmente, el destinado a impedir el pandeo del refuerzo longitudinal en las columnas o en los elementos sometidos a fuerzas de compresión, y el que produce confinamiento.
- **Refuerzo de Retracción y Temperatura**. En losas armadas en una dirección, es el refuerzo perpendicular al refuerzo principal, destinado a resistir los esfuerzos causados por variación de temperatura o por retracción de fraguado.
- **Resistencia a la Fluencia (fy).** Valor de la resistencia nominal a la fluencia del acero de refuerzo que se utiliza en el diseño para determinar la resistencia nominal de los elementos de hormigón armado.
- **Resistencia del Hormigón a la Compresión (f'c**). Resistencia nominal especificada a los 28 días, que se utiliza en el diseño para determinar la resistencia nominal de los elementos de hormigón armado.
- **Resistencia de Diseño o Resistencia Última**. Resistencia nominal de un elemento, o sección de él, multiplicada por un factor de reducción de resistencia Ø.
- **Resistencia Nominal**. Resistencia de un elemento, o sección de él, calculada analíticamente de acuerdo con los requisitos y suposiciones del método de diseño a la rotura y sin incluir ningún coeficiente de reducción de resistencia.
- **SEOPC**. Secretaria de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana.
- **Solicitaciones**. Cargas a las que se encuentra sometido un miembro estructural.

PROHIBIDA LA VENTA

- **Viga**. Elemento estructural, horizontal o aproximadamente horizontal, cuya dimensión longitudinal es mayor que las otras dos y su solicitación principal es el momento de flexión, acompañado o no de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones.

- **Viga de Amarre**. Es un elemento horizontal que se considera unido íntegramente a la pared de mampostería y que debe cumplir con los requisitos del párrafo 6.3.

1.6 REQUISITOS GENERALES DE APLICACIÓN

Se aplicará este Reglamento cuando se cumplan los siguientes requisitos:

1.6.1 USO

Estructuras en general en las que sus elementos resistentes a cargas gravitacionales y laterales sean muros de mampostería estructural armada.

1.6.2 NÚMERO DE PISOS

Estructuras multipisos de no más de seis (6) niveles.

1.6.3 SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros de mampostería armada unidos por un diafragma de losa.

1.6.4 ESBELTEZ MÁXIMA

La relación de esbeltez de muros (H/tb) no será mayor de 30. Este límite puede no cumplirse, si se justifica por medio de un análisis de segundo orden.

1.6.5 APLICACIÓN TRANSITORIA

El presente Reglamento se ajustará a los requisitos del Reglamento M-001 sobre Análisis Sísmico de Estructuras vigente, hasta tanto sea sustituido por el título 1 de la unidad 5: Cargas Mínimas.

1.6.6 COMENTARIOS

Los acápites que contengan el símbolo (►) previo al número del acápite, tienen un comentario aclaratorio en el anexo de este Reglamento. En el anexo, el comentario tendrá el número del acápite al que corresponda en el Reglamento, y estará precedido por la letra C.

PROHIBIDA LA VENTA

1.7 DOCUMENTOS DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

1.7.1 MEMORIA DE CÁLCULOS

En la memoria de cálculos se describirán, con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser evaluados por un especialista externo al proyecto, los criterios de configuración de análisis y diseño estructurales adoptados y los principales resultados del análisis y el dimensionado de las secciones de hormigón armado. Se incluirá una justificación del diseño de la cimentación.

Debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

a. Configuración estructural.

b. Descripción del sistema estructural.

c. Cargas usadas.

d. Características y resistencias de todos los materiales estructurales.

e. Resultados de los análisis y diseños de los elementos estructurales.

1.7.2 INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS

El Informe de Mecánica de Suelos debe incluir por lo menos:

a. El tipo de investigación realizada.

b. El esfuerzo admisible del terreno.

c. Las características físicas del terreno, necesarias para calcular los empujes sobre muros de contención si fuese necesario.

1.7.3 PLANOS ESTRUCTURALES

Los planos estructurales deben incluir todos los detalles necesarios para construir la edificación. Además se debe incluir la siguiente información:

a. Especificación de resistencia a compresión del block (f'b).

b. Resistencia del mortero de pega (f'_j).

c. Resistencia a compresión a los 28 días del hormigón en cámara (f'cm).

d. Esfuerzo de fluencia (fy) del refuerzo a utilizar.

e. Cargas vivas y muertas usadas para el análisis y diseño de los elementos estructurales.

f. Esfuerzo admisible del terreno usado para el diseño de las cimentaciones.

g. Detalles de refuerzo de todos los elementos que conforman el sistema estructural.

PROHIBIDA LA VENTA

1.7.4 SISTEMAS DE UNIDADES

Todos los documentos del proyecto estructural deberán ser preparados usando las unidades del Sistema Métrico Decimal (MKS).

1.8 CLASIFICACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

1.8.1 MAMPOSTERÍA REFORZADA

Es la construcción con base de piezas y/o bloques mampuestos, de perforación vertical (cámara), unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras de refuerzo que cumple con los requisitos del Artículo 4 de este Reglamento.

1.8.2 MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

Es la construcción con base de piezas y/o bloques mampuestos de perforación vertical o sin perforación vertical, unidas por medio de mortero, que no cumple con los requisitos de cuantía mínima de este código. Para el diseño y construcción de este tipo de elementos deben aplicarse los requisitos del capitulo 3.3 del "Building Code Requierements for Masonry Structures" (ACI 530-02/ASCE 5-02/TMS 402-02), Ref. 22.

PROHIBIDA LA VENTA

1.9 NOTACIÓN

- **A** Altura del bloque comprimido (cm).
- **A_b** Área bruta evaluada con la longitud del muro y el espesor nominal (cm^2).
- **A_e** Área efectiva evaluada con la longitud del muro y el espesor equivalente (t_e) reducido por efectos de esbeltez (cm^2).
- **A_C** Área de la sección transversal en columnas de amarre (cm^2).
- **A_p** Área en planta de la estructura (cm^2).
- **A_{sh}** Área del refuerzo horizontal distribuido uniformemente (cm^2).
- **A_{sI}** Refuerzo concentrado en el extremo I del muro (cm^2).
- **A_{sJ}** Refuerzo concentrado en el extremo J del muro (cm^2).
- **A_{sT}** Refuerzo total vertical en el muro (cm^2).
- **A_{sv}** Área del refuerzo vertical distribuido uniformemente (cm^2).
- **A_V** Área de la sección transversal de vigas de amarre (cm^2).
- **b_w** Ancho de apoyo de viga y/o dintel (cm).
- **C** Distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión (cm).

- **D** Carga Muerta.
- **d_b** Diámetro de barra de refuerzo (cm).
- **E** Carga Sísmica.
- **E_m** Modulo de elasticidad longitudinal de la mampostería (kg/cm^2).
- **E_V** Modulo de elasticidad transversal de la mampostería (kg/cm^2).
- **f'_b** Resistencia característica a la compresión del block a los 28 días (kg/cm^2).
- **f'_{cm}** Resistencia característica a la compresión del hormigón en cámara a los 28 días (kg/cm^2).
- **f'_j** Resistencia característica a la compresión del mortero de junta a los 28 días (kg/cm^2).
- **f'_m** Resistencia equivalente a la compresión de la mampostería (kg/cm^2).
- **F** Carga debido al peso de Fluidos.
- **F_e** Factor de reducción del espesor equivalente por efectos de esbeltez.
- **f_{sI}** Esfuerzo del refuerzo concentrado en el extremo I del muro compatible con el régimen de deformación (kg/cm^2).
- **f_{sJ}** Esfuerzo del refuerzo concentrado en el extremo J del muro compatible con el régimen de deformación (kg/cm^2).
- **f_{sv}** Esfuerzo en el refuerzo vertical uniformemente distribuido en el muro compatible con el régimen de deformación (kg/cm^2).
- **f_y** Esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo (kg/cm^2).
- **H** Altura libre del muro para un entrepiso (cm).
- **He** Cargas debidas a empuje de suelo o Presión Hidrostática.
- **H_T** Altura total del muro desde la fundación al techo (cm).
- **K_P** Coeficiente de Pandeo.
- **L_D** Longitud de dado de apoyo (cm).
- **L** Longitud del muro en planta (cm).
- **LL** Carga Viva.
- **Lr** Carga Viva sobre la cubierta.
- **M_u** Momento factorizado en la combinación considerada (kg·cm).
- **P_a** Resistencia nominal al aplastamiento de la mampostería y/o dado de apoyo (kg).

PROHIBIDA LA VENTA

- **P_u** Carga axial factorizada en la combinación considerada (kg).
- **Q_m** Cuantía de muros estructurales en la dirección de análisis considerada.
- **R** Carga debido a Lluvias.
- **R_N** Resistencia nominal interna a carga axial, flexión o cortante.
- **t_b** Espesor nominal del block (cm).
- **t_e** Espesor efectivo del block (cm).
- **T** Fuerzas causadas por Expansión o Contracción de Temperatura, Retracción de Fraguado, Flujo Plástico, Cambio de Humedad y/o Asentamientos Diferenciales.
- **U** Solicitación externa factorizada según el Reglamento de Cargas Mínimas.
- **V_m** Resistencia al cortante proporcionada por la mampostería (kg).
- **V_n** Resistencia nominal al cortante (kg).
- **V_s** Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo (kg).
- **V_u** Fuerza cortante factorizada en la combinación considerada.
- **y_{sI}** Distancia desde el centroide plástico del muro al centroide del refuerzo concentrado en el extremo I (cm).
- **y_{sJ}** Distancia desde el centroide plástico del muro al centroide del refuerzo concentrado en el extremo J (cm).
- **y_{sv}** Distancia desde el centroide plástico del muro al centro de las barras de refuerzo uniformemente distribuida en el muro (cm).
- **W** Cargas debido a Viento.
- **ε_s** Deformación del refuerzo.

  ϕ Factor de reducción de resistencia

  ν Poisson.

- **ρ_h** Cuantía horizontal del refuerzo uniformemente distribuido en el muro.
- **ρ_v** Cuantía vertical del refuerzo uniformemente distribuido en el muro.

PROHIBIDA LA VENTA

ART.2.- REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO

►2.1 FUNDAMENTOS DE DISEÑO

Los muros de bloques de hormigón deberán ser diseñados en todas las secciones, para que las acciones mínimas factorizadas sean menores o iguales que la resistencia nominal instalada en el elemento, disminuida por un factor de reducción de resistencia Ø.

$U \leq \emptyset R_N$

►2.2 DIMENSIONES MÍNIMAS

2.2.1 El espesor en los muros de bloques de hormigón, usados como elementos estructurales sismo resistentes, no deberá ser menor de 0.20 m (8").

2.2.2 El requisito de la sección 2.2.1 no necesita aplicarse si se demuestra que la cuantía de muros (Qm) en la dirección considerada no es menor de 2%. El espesor del muro no deberá ser menor de 0.15 m (6").

►**2.2.3** La cuantía de muros se calculará de acuerdo a las ecuaciones 2.1 y 2.2:

$$Q_{mx} = \frac{\Sigma L_x \cdot t_b}{A_P} \qquad (2.1)$$

$$Q_{my} = \frac{\Sigma L_y \cdot t_b}{A_P} \qquad (2.2)$$

PROHIBIDA LA VENTA

►2.3 FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA

2.3.1 Factor de Reducción de Resistencia a Flexión	**Ø = 0.80**
2.3.2 Factor de Reducción de Resistencia a Compresión	**Ø = 0.65**
2.3.3 Factor de Reducción de Resistencia a Flexo-Compresión	**Ø =** $0.80 - \left(\frac{0.15 \cdot P_U}{0.10 \cdot f'_m \cdot A_b} \right)$ este valor no será menor de 0.65, donde $A_b = L \cdot t_b$
2.3.4 Factor de Reducción de Resistencia a Cortante	**Ø = 0.60**
2.3.5 Factor de Reducción de Resistencia al Aplastamiento	**Ø = 0.65**

2.4 FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DE CARGAS

2.4.1 Se debe determinar para cada elemento estructural la combinación de cargas factorizadas que produce los efectos mas desfavorables, usando los factores de carga especificados en el “Reglamento de Cargas Mínimas en Edificaciones” y reproducidos en esta sección.

Carga Muerta y Carga Viva:

U = 1.4D
U = 1.2D + 1.6LL

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Cargas de Lluvias en Techos y/o Cubierta:

U = 1.2D + 1.6LL + 0.5(R ó Lr)
U = 1.2D + 1.0LL + 1.6(R ó Lr)

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Cargas de Viento:

U = 1.2D + 1.0LL ± 1.6W + 0.5(R ó Lr)
U = 1.2D ± 0.8W + 1.6(R ó Lr)
U = 0.9D ± 1.6W

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Cargas Sísmicas:

U = 1.2D + 1.0LL ± 1.0E
U = 0.9D ± 1.0E

PROHIBIDA LA VENTA

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Empuje de Tierra:

U = 1.2D + 1.6LL + 1.6He

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Peso y Presión de Fluidos:

U = 1.4D + 1.4F
U = 1.2D + 1.6LL + 1.2F

Cuando en el Análisis se tome en cuenta Asentamientos Diferenciales, Retracción, Fluencia y Cambios de Temperatura:

U = 0.75 (1.4D + 1.4T + 1.7LL)
U = 1.4 (D + T)

►2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

►2.5.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOCK (f'_b)

Este valor corresponde a la resistencia característica a la compresión a los 28 días de la unidad básica con relación al área *bruta*, y se determinará sobre la de base de la información estadística existente sobre el producto. La determinación de la resistencia a la compresión de la unidad podrá hacerse sobre la base de los valores promedios indicados en la tabla siguiente:

TABLA 2.1
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOCK (f'_b)
(Sobre la base de área bruta)

TIPO	USO	OBSERVACIÓN	f'_b (Kg/cm^2)
I	Edificaciones que no excedan 4 niveles.	Bloques industrializados **con** control de calidad.	50 60
II	Edificaciones mayores a 4 niveles.	Bloques industrializados **con** control de calidad, y que por lo menos el 90% de las piezas ensayadas cumpla con el valor mínimo de este intervalo.	≥ 70

PROHIBIDA LA VENTA

2.5.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN HORMIGÓN EN CÁMARA (f'_{cm})

La resistencia característica a compresión a los 28 días del hormigón en las cámaras, no deberá ser menor de 120 Kg/cm^2. El agregado máximo de este hormigón no deberá ser mayor de 1.27 cm (1/2").

2.5.3 REVENIMIENTO DEL HORMIGÓN EN CÁMARA

El hormigón en las cámaras de los muros deberá ser de alto revenimiento (≥ 8"), que no requiera de equipos especializados de vibración para lograr la compacidad.

►2.5.4 RESISTENCIA A COMPRESIÓN MORTERO DE LA JUNTA (f'_j)

La resistencia característica a compresión a los 28 días del mortero de las juntas verticales y horizontales, no deberá ser menor de 80 Kg/cm^2 ni requiere ser mayor de 120 Kg/cm^2. Los morteros de juntas deben tener una buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de bloques en la mampostería para desarrollar su acción íntegra. La dosificación en el diseño de mezcla recomendada deberá basarse en: una parte de cemento y tres partes de arena (1:3).

►2.5.5 ESPESOR DE JUNTAS

El mortero de las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de las piezas. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de los bloques. El espesor de las juntas no deberá ser mayor 2 cm.

►2.5.6 RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA (f'_m)

La resistencia a compresión calculada de la mampostería será definida en conformidad a la tabla siguiente.

TABLA 2.2
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA (f'_m)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOCK f'_b (Kg/cm^2)	RESISTENCIA DEL MORTERO (f'j) = 80 Kg/cm^2			
	VALORES DE f'_m (en Kg/cm^2)			
	ÁREA BRUTA (A_b)		ÁREA EFECTIVA (A_e)	
	15 cm (6")	20 cm (8")	15 cm (6")	20 cm (8")
50	20	20	35	42
60	24	24	42	50
70	28	28	49	58

En los valores intermedios se permitirá la interpolación lineal.

TABLA 2.3
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA (f'_m)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOCK f'_b (Kg/cm^2)	RESISTENCIA DEL MORTERO (f'j) = 120 Kg/cm^2			
	VALORES DE f'_m (en Kg/cm^2)			
	ÁREA BRUTA (A_b)		ÁREA EFECTIVA (A_e)	
	15 cm (6")	20 cm (8")	15 cm (6")	20 cm (8")
50	28	28	49	58
60	34	34	59	70
70	39	39	69	81

En los valores intermedios se permitirá la interpolación lineal.

PROHIBIDA LA VENTA

2.6 MÓDULO DE ELASTICIDAD

2.6.2 MÓDULO ELÁSTICO DE LA MAMPOSTERÍA

$E_m = 900 \cdot f'm$ (2.3)

2.6.3 MÓDULO DE CORTANTE DE LA MAMPOSTERÍA

Se determinará según la ec. 2.4, en la cual el módulo de elasticidad se tomará igual al indicado en la ec. 2.3, y el módulo de Poisson se fijará en 0.25.

$$E_v = \frac{E_m}{2(1+\nu)} \quad (2.4)$$

PROHIBIDA LA VENTA

►ART. 3.- ESPESOR EQUIVALENTE

Para fines de la evaluación de la resistencia y el cálculo de las armaduras, se utilizará un espesor equivalente del muro por peso, el cual permitirá el análisis basado en un elemento macizo con un espesor reducido y de la misma longitud del muro. El espesor equivalente se tomará de conformidad a la Tabla 2.4.

TABLA 2.4
ESPESOR EQUIVALENTE (t_e) PARA BLOQUES DE HORMIGÓN

ESPACIAMIENTO DE CÁMARAS LLENAS DE CONCRETO	ESPESORES EQUIVALENTES	
	Bloques de Hormigón 8" = 20 cm	**Bloques de Hormigón 6" = 15 cm**
@ **0.20 m**	7.60" = 19.30 cm	5.60" = 14.22 cm
@ **0.40 m**	5.80" = 14.73 cm	4.50" = 11.43 cm
@ **0.60 m**	5.20" = 13.21 cm	4.10" = 10.42 cm
@ **0.80 m**	4.90" = 12.45 cm	4.00" = 7.87 cm

PROHIBIDA LA VENTA

ART.4.- ESPECIFICACIONES SOBRE REFUERZO

4.1 ESPECIFICACIONES GENERALES

4.1.1 El refuerzo vertical a utilizarse en el diseño de muros de mampostería consistirá en barras redondas corrugadas, y deberá estar embebida en el hormigón de la cámara.

4.1.2 El refuerzo horizontal a utilizarse en el diseño de muros de mampostería consistirá en barras redondas corrugadas; éstas deberán colocarse en la mitad del espesor del muro y amarradas al refuerzo vertical uniformemente distribuido.

4.1.3 La armadura utilizada como refuerzo de muros deberá cumplir con las especificaciones de dobleces, solapes y cuantía mínima especificadas en este Reglamento.

►**4.1.4** El armado vertical deberá estar anclado con gancho estándar de 90˚ en su fundación.

4.1.5 El refuerzo horizontal deberá estar anclado con gancho estándar de 90˚ en las intersecciones perpendiculares de muros, y con gancho estándar de 180˚ en los extremos libre de muros.

►**4.1.6** Las intersecciones de muros y los extremos libres de los mismos deberán estar provistos de por lo menos una barra de diámetro de 0.95 cm (3/8”).

►**4.1.7** Se permitirá una desviación horizontal del refuerzo siempre que no sea mayor de 1” a cada 6” vertical.

4.2 RESISTENCIA A LA FLUENCIA DE REFUERZO

4.2.1 El esfuerzo de fluencia del refuerzo (fy), no se deberá usar menor a 2,800 Kg/cm^2 (40 ksi), ni mayor de 4,200 Kg/cm^2 (60 ksi).

4.3 DIÁMETRO MÍNIMO DE REFUERZO

►**4.3.1** El diámetro del refuerzo vertical uniformemente distribuido no será menor de 3/8” ni mayor de 3/4”. Sin embargo no se permitirá diámetros mayores de 1/2” para muros de mampostería con espesores nominales menores de 20 cm (8”).

4.3.2 El diámetro de refuerzo horizontal uniformemente distribuido no será menor de 3/8” ni mayor de 1/2”.

4.3.3 Para la evaluación de la resistencia fuera del plano, según el Artículo diez (10), el refuerzo uniformemente distribuido, no será mayor de 1/2”.

4.4 ESPACIAMIENTO MÁXIMO DE REFUERZO VERTICAL

4.4.1 El refuerzo a disponer en las cámaras de los muros nunca tendrá un espaciamiento mayor de 80 cm.

PROHIBIDA LA VENTA

4.5 SOLAPE DE REFUERZO

►**4.5.1** La longitud de solape de las barras de refuerzos se tomará igual a $30d_b$, pero nunca deberá ser menor de 30 cm.

4.6 GANCHOS PARA EL REFUERZO

►4.6.1 BARRAS LONGITUDINALES:

a. Un doblez de 90º más una extensión recta de longitud mayor o igual a $12d_b$ en el extremo de la barra, con un diámetro de doblado de $6d_b$

b. Un doblez de 180º más una extensión recta de longitud mayor o igual a $4d_b$, pero no menor de 6.0 cm en el extremo de la barra, con un diámetro de doblado de $6d_b$.

►4.6.2 ESTRIBOS EN ELEMENTOS DE AMARRE:

a. Un doblez a 90º con una extensión recta de longitud mayor o igual a $6d_b$ en el extremo libre de la barra, con un diámetro de doblado de $4d_b$.

b. Un doblez a 135º con una extensión recta de longitud mayor o igual a $6d_b$, pero no menor de 7.5 cm en el extremo libre de la barra, con un diámetro de doblado de $4d_b$.

PROHIBIDA LA VENTA

►ART. 5.- MUROS ARMADOS EN DOS DIRECCIONES

Los muros diseñados como elementos resistentes a fuerzas laterales deberán ser armados vertical y horizontalmente y además cumplir con las especificaciones de las secciones 5.1 a 5.4.

Los requisitos de las secciones 5.1 a 5.4 se pueden ignorar, si se demuestra que el cortante factorizado (VU) no es mayor de $0.25 \cdot \sqrt{f'_m} \cdot 0.8L \cdot t_e$ (5.1)

5.1 CUANTÍA MÍNIMA VERTICAL

Relación mínima del área de acero de refuerzo vertical uniformemente distribuido y referido al área bruta del muro.

$$\rho_v = \frac{\sum A_{SV}}{t_b \cdot L} \geq 0.0006 \qquad (5.2)$$

5.2 CUANTÍA MÍNIMA HORIZONTAL

Relación mínima del área de acero de refuerzo horizontal uniformemente distribuido y referido al área bruta del muro.

$$\rho_h = \frac{\sum A_{Sh}}{t_b \cdot H} \geq 0.0006 \qquad (5.3)$$

5.3 CUANTÍA MÍNIMA COMBINADA

$$\rho_v + \rho_h \geq 0.0012 \qquad (5.4)$$

5.4 ESPACIAMIENTO MÁXIMO

5.4.1 El espaciamiento máximo para el refuerzo vertical no deberá ser mayor a 60 cm.

5.4.2 El espaciamiento máximo para el refuerzo horizontal no deberá ser mayor a 60 cm.

PROHIBIDA LA VENTA

ART.6.- ELEMENTOS DE AMARRE

►6.1 ESPECIFICACIONES GENERALES

6.1.1 Se clasificarán como muros con elementos de amarre aquellos que se construyan rodeados de vigas y columnas, con el objetivo de aumentar su resistencia a carga axial, flexión y cortante cuando las solicitaciones externas lo ameriten. La resistencia de muros con elementos de amarre debe ser evaluada con acción íntegra y monolítica entre los elementos de columnas, vigas y mampostería.

6.1.2 Los muros con elementos de amare no deberán tener un espesor menor de 15 cm (6").

6.1.3 La resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días en los elementos de amarre no será menor de 180 Kg/cm^2.

6.1.4 Las vigas y columnas de amarre deberán cumplir con los requisitos del "Reglamento para Construcciones de Hormigón Armado en Edificios".

PROHIBIDA LA VENTA

►6.2 COLUMNAS COMO ELEMENTOS DE AMARRE

6.2.1 Las columnas de amarre deberán ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro y deben ser vaciadas directamente contra éste. Para fines de diseño se podrá considerar como columna de amarre, todo refuerzo concentrado en las intersecciones extremas de los muros (nudos), siempre y cuando tengan mas de tres barras en igual número de cámaras.

6.2.2 La dimensión mínima para las columnas de amarre no será menor que el espesor bruto del muro.

6.2.3 El área mínima de las columnas de amarre no deberá ser menor de 400 cm^2

6.2.4 Se recomienda colocar columnas de amarre en los siguientes lugares:

a. En los extremos de los muros estructurales.

b. En las intersecciones con otros muros estructurales.

c. En puntos intermedios de los muros a una separación no mayor de dos (2) veces su altura, ni de 5 m.

6.2.5 REFUERZO MÍNIMO

6.2.5.1 REFUERZO LONGITUDINAL

El refuerzo mínimo en toda la longitud del eje de la columna será el valor mayor de las condiciones siguientes:

a. $0.01 \cdot A_C$ (6.1)

b. El área asociada a 3 barras de diámetros mayores o iguales a 1/2".

6.2.5.2 REFUERZO TRANSVERSAL

Para este tipo de refuerzo se utilizarán estribos cerrados con las siguientes especificaciones:

a. El diámetro del estribo será mayor o igual a 1/4".

b. El espaciamiento del estribo no será mayor que 20 cm.

►6.3 VIGAS COMO ELEMENTOS DE AMARRE

6.3.1 Las vigas de amarre deben ser vaciadas directamente sobre el muro en toda su longitud, y deberán anclarse en las columnas de amarre colocadas en los extremos del muro.

6.3.2 La dimensión mínima para las vigas de amarre nunca será menor que el espesor bruto del muro.

6.3.3 El área mínima de las vigas de amarre no podrá ser menor de 300 cm^2.

6.3.4 La separación entre vigas de amarre no será mayor de 1.50 m medida centro a centro.

6.3.5 REFUERZO MÍNIMO

6.3.5.1 REFUERZO LONGITUDINAL

El refuerzo mínimo en toda la longitud del eje de la viga será el valor mayor de las condiciones siguientes:

a. $\frac{14A_V}{f_y}$ (6.2)

b. El área asociada a 4 barras de diámetros mayores o iguales a 3/8".

6.3.5.2 REFUERZO TRANSVERSAL.

Para este tipo de refuerzo se utilizarán estribos cerrados con las siguientes especificaciones:

a. El diámetro del estribo será mayor o igual a 1/4".

b. El espaciamiento del estribo no será mayor a 20 cm.

PROHIBIDA LA VENTA

ART.7.- MAMPOSTERÍA A CARGA AXIAL Y FLEXIÓN

Las disposiciones del Artículo siete (7) se deben aplicar al diseño de muros de mampostería sujetos a cargas axiales o de flexión o a una combinación de ambas contenidas en el plano del muro.

►7.1 SUPOSICIONES DE DISEÑO

Para el diseño por resistencia de muros de mampostería sujetos a cargas axiales, de flexión, o una combinación de ambas deben satisfacerse las condiciones de equilibrio y compatibilidad de las deformaciones.

7.1.1 Para los fines de diseño y evaluación de resistencia, se debe considerar la unión del block y el mortero monolítico, con un espesor equivalente al especificado en el Artículo 3 y reducido para tomar en cuenta los efectos de esbeltez según párrafo 7.2.

7.1.2 Las deformaciones en el acero de refuerzo y la mampostería se deben suponer directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

7.1.3 La deformación de la mampostería de hormigón en la fibra extrema en compresión no será mayor que 0.0025.

7.1.4 El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse E_s veces la deformación (ε_s) del acero, pero el esfuerzo no podrá ser usado mayor al esfuerzo de fluencia especificado (f_y).

7.1.5 La resistencia a la tracción en muros de mampostería no será considerada en los cálculos de las armaduras.

7.1.6 El esfuerzo de compresión en la mampostería será tomado como un bloque rectangular de base igual a **0.85f'm** y de altura **a=0.85C** medido desde la fibra extrema en compresión del elemento.

PROHIBIDA LA VENTA

7.2 CONSIDERACIONES DE ESBELTEZ

►**7.2.1** En los muros cuya relación de esbeltez (H/t_b) sea mayor a 28, se proveerán elementos rigidizantes perpendiculares al diafragma del muro, que actuarán como contrafuertes estabilizadores del pandeo, donde la separación de estos no puede ser mayor de 2 veces la altura libre del muro y su longitud no será menor de 4 veces el espesor bruto (t_b) del muro considerado.

►**7.2.2** El diseño de muros a compresión-flexión o una combinación de ambos, se deberá realizar tomando en cuenta los efectos de esbeltez en la dirección menor del elemento, por medio de factores de reducción para el área efectiva, evaluada de conformidad al espesor equivalente, descrito en el Artículo 3 de este Reglamento:

$$A_e = L \cdot \mathbf{t_e} \cdot \mathbf{F_e} \qquad (7.1)$$

$$\frac{K_p \cdot H}{t_b} \le 28 \quad \rightarrow \quad F_e = 1 - \left(\frac{K_p \cdot H}{40 \cdot t_b} \right)^2 \qquad (7.2)$$

$$\frac{K_p \cdot H}{t_b} > 28 \quad \rightarrow \quad F_e = \left[\frac{20 \cdot t_b}{K_p \cdot H}\right]^2 \qquad (7.3)$$

7.2.3 Para la evaluación del coeficiente de pandeo (K_p) en las formulas 7.2 y 7.3, se empleará el criterio establecido a continuación:

a) Para muros en edificios con losas de hormigón vaciadas sobre estos y donde el refuerzo vertical del muro cruza la entrecara de apoyo entre la mampostería y el hormigón, **K_p = 0.85**.

b) Para muros en edificios con losas prefabricadas, con entrepisos o techos de maderas o sistema de metal, etc., **K_p = 1.0**.

►7.3 RESISTENCIA A CARGA AXIAL Y DE FLEXIÓN

7.3.1 La resistencia nominal a carga axial, flexión, o una combinación de ambos en muros de mampostería estructural, se debe determinar aplicando las secciones 7.3.2 y 7.3.3.

7.3.2 La resistencia a compresión máxima de muros de mampostería sometidos a carga axial céntrica será de acuerdo a la ecuación 7.4:

$$\varphi P_{nMAX} = 0.80 \cdot \varphi[0.85f'_m (A_e - A_{st}) + (A_{st} \cdot fy)] \qquad (7.4)$$

➔ **Donde**

$$A_{st} = \Sigma A_{SV} + A_{SI} + A_{SJ}$$

7.3.3 La resistencia a carga axial y de flexión combinadas en muros de mampostería se tomará según las ecuaciones 7.5 y 7.6, donde $ØP_n$ y $ØM_n$ se obtienen tomando en cuenta la interacción entre momento y carga axial, de acuerdo a las hipótesis mencionadas en la sección 7.1, las cuales permiten desarrollar un diagrama de interacción del muro, empleando el coeficiente de reducción de resistencia y de esbeltez según los párrafo 2.3 y 7.2.

$$\varphi P_n = \varphi[0.85f'_m \cdot a \cdot \mathbf{t_e} \cdot \mathbf{F_e} \pm (A_{SI} f_{SI}) \pm (A_{SJ} f_{SJ}) \pm \Sigma(A_{SV} f_{SV})] \leq \varphi P_{nMAX} \qquad (7.5)$$

$$\varphi M_n = \varphi\left[0.85f'_m \cdot a \cdot \mathbf{t_e} \cdot \mathbf{F_e}\left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2}\right) \pm (A_{SI} f_{SI} \cdot Y_{SI}) \pm (A_{SJ} f_{SJ} \cdot Y_{SJ}) \pm \Sigma(A_{SV} f_{SV} \cdot Y_{SV})\right] \qquad (7.6)$$

►**7.3.4** Se podrá emplear un método simplificado alternativo para la determinación de la resistencia a la flexión:

a) Para **$Pu \leq 0.10 \cdot f'_m \cdot A_b$**

$$\varphi M_n = \varphi\left[0.85f'_m \cdot a \cdot \mathbf{t_e} \cdot \mathbf{F_e} \cdot \left(0.8L - \frac{a}{2}\right)\right] \qquad (7.7)$$

PROHIBIDA LA VENTA

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_m \cdot t_e \cdot F_e} \qquad (7.8)$$

➔ **Donde**
A_s = Min(A_{SI} , A_{SJ}) y no necesita ser mayor que la ecuación 7.9.

$$As \leq \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot 0.8 \cdot L} \qquad (7.9)$$

b) Para **Pu > 0.10·f'$_m$· A$_b$** la resistencia a flexión será evaluada de acuerdo al párrafo 7.3.3.

7.3.5 El término **t_e·F_e** expresado en las ecuaciones 7.1, 7.5, 7.6 al 7.8, corresponden al espesor equivalente por esbeltez y pueden ser tomados en conformidad a los valores indicados en las tablas 7.1 y 7.2.

TABLA 7.1
ESPESORES EQUIVALENTES POR ESBELTEZ
EN MUROS de t_b = 20cm (8")

ALTURA EFECTIVA DEL MURO K_p·H (m)	Valores de Espesores Equivalentes por Esbeltez (t_e·F_e) Espaciamiento de Cámaras Llenas de Concreto			
	@ 0.20 m	@ 0.40 m	@ 0.60 m	@ 0.80 m
2.00	18.09	13.81	12.38	11.67
2.10	17.97	13.72	12.30	11.59
2.20	17.84	13.62	12.21	11.51
2.30	17.70	13.51	12.12	11.42
2.40	17.56	13.40	12.02	11.33
2.50	17.42	13.29	11.92	11.23
2.60	17.26	13.17	11.81	11.13
2.70	17.10	13.05	11.71	11.03
2.80	16.94	12.93	11.59	10.92
2.90	16.76	12.79	11.47	10.81
3.00	16.59	12.66	11.35	10.70
3.10	16.40	12.52	11.23	10.58
3.20	16.21	12.37	11.10	10.46
3.30	16.02	12.22	10.96	10.33
3.40	15.81	12.07	10.82	10.20
3.50	15.61	11.91	10.68	10.07
3.60	15.39	11.75	10.53	9.93
3.70	15.17	11.58	10.38	9.79
3.80	14.95	11.41	10.23	9.64

PROHIBIDA LA VENTA

TABLA 7.2
ESPESORES EQUIVALENTES POR ESBELTEZ
EN MUROS de t_b = 15cm (6")

ALTURA EFECTIVA DEL MURO $K_p \cdot H$ (m)	Valores de Espesores Equivalentes por Esbeltez ($t_e \cdot F_e$)			
	Espaciamiento de Cámaras Llenas de Concreto			
	@ 0.20 m	@ 0.40 m	@ 0.60 m	@ 0.80 m
2.00	12.64	10.16	9.26	9.03
2.10	12.48	10.03	9.14	8.92
2.20	12.31	9.89	9.02	8.79
2.30	12.13	9.75	8.89	8.67
2.40	11.94	9.60	8.75	8.53
2.50	11.75	9.45	8.61	8.40
2.60	11.55	9.28	8.46	8.25
2.70	11.34	9.12	8.31	8.10
2.80	11.12	8.94	8.15	7.95
2.90	10.90	8.76	7.99	7.79
3.00	10.67	8.57	7.82	7.62
3.10	10.42	8.38	7.64	7.45
3.20	10.18	8.18	7.46	7.27
3.30	9.92	7.97	7.27	7.09
3.40	9.65	7.76	7.07	6.90
3.50	9.38	7.54	6.87	6.70
3.60	9.10	7.32	6.67	6.50
3.70	8.81	7.08	6.46	6.30
3.80	8.52	6.85	6.24	6.08

PROHIBIDA LA VENTA

►ART. 8.- MAMPOSTERÍA A ESFUERZO CORTANTE

8.1 La resistencia nominal a fuerzas cortantes en muros de mampostería estructural, se debe determinar aplicando las secciones 8.2 a 8.4.

8.2 La resistencia nominal al cortante, V_n, de muros estructurales, no debe exceder el valor calculado mediante:

$$V_n = V_m + V_S \qquad (8.1)$$

8.3 La resistencia al cortante proporcionada por la mampostería, $V_{m,}$ se debe calcular por medio de:

$$\frac{H_T}{L} \geq 2 \quad \rightarrow \quad V_m = 0.60\sqrt{f'_m} \cdot 0.8L \cdot t_e \qquad (8.2)$$

$$1.5 < \frac{H_T}{L} < 2 \quad \rightarrow \quad V_m = 0.725\sqrt{f'_m} \cdot 0.8L \cdot t_e \qquad (8.3)$$

$$\frac{H_T}{L} \leq 1.5 \quad \rightarrow \quad V_m = 0.85\sqrt{f'_m} \cdot 0.8L \cdot t_e \qquad (8.4)$$

8.4 La resistencia al cortante proporcionada por el acero de refuerzo, $V_{s,}$ se debe calcular por medio de:

$$V_S = \frac{A_{sh} \cdot f_y \cdot 0.8L}{S}$$

➔ **Donde**

$$V_S \leq 2\sqrt{f'_m} \cdot 0.8L \cdot t_e \qquad (8.5)$$

PROHIBIDA LA VENTA

►ART. 9.- MAMPOSTERÍA A FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

Las disposiciones del Artículo 9 se deben aplicar al diseño de muros de mampostería sujetos a cargas axiales o de flexión o a una combinación de ambas contenidas fuera del plano del muro. Estas disposiciones deben cumplir con las suposiciones de diseño de la sección 7.1 y las consideraciones de esbeltez de la sección 7.2.

9.1 La resistencia a compresión máxima de muros de mampostería sometidos a carga axial céntrica será de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\varphi P_{nMAX} = 0.80 \cdot \varphi[0.85f'_m (A_e - A_{st}) + (A_{st} \cdot fy)] \quad (9.1)$$

➔ **Donde**

$A_{st} = \Sigma A_{SV}$

9.2 La resistencia a carga axial y de flexión combinadas fuera del plano en muros de mampostería se tomará según las condiciones siguientes:

a) Para **Pu ≤ 0.10· f'$_m$· A$_b$**

$$\varphi M_n = \varphi \cdot 0.85f'_m \cdot a \cdot L \cdot F_e \left(\frac{t_b}{2} - \frac{a}{2} \right) \quad (9.2)$$

$$a = \frac{\sum A_{sv} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_m \cdot L \cdot F_e} \quad (9.3)$$

b) Para **Pu > 0.10· f'$_m$· A$_b$**

La resistencia a carga axial y de flexión combinadas en muros de mampostería se tomará según las ecuaciones 9.4 y 9.5, donde ØP$_n$ y ØM$_n$ se obtienen tomando en cuenta la interacción entre momento y carga axial, de acuerdo a las hipótesis mencionadas en la sección 7.1, las cuales permiten desarrollar un diagrama de interacción del muro, empleando el coeficiente de reducción de resistencia y de esbeltez según los párrafos 2.3 y 7.2.

$$\varphi P_n = \varphi[0.85f'_m \cdot a \cdot L \cdot F_e \pm \Sigma(A_{SV} f_{SV})] \leq \varphi P_{nMAX} \quad (9.4)$$

$$\varphi M_n = \varphi \left[0.85f'_m \cdot a \cdot L \cdot F_e \left(\frac{t_b}{4} - \frac{a}{2} \right) \pm \Sigma(A_{sv} f_{sv} \cdot Y_{sv}) \right] \quad (9.5)$$

PROHIBIDA LA VENTA

ART. 10.- CONSIDERACIONES DE APLASTAMIENTO EN MAMPOSTERÍA

10.1 Los apoyos de vigas y/o dinteles, directamente sobre la mampostería, requieren la verificación de la resistencia al aplastamiento según el párrafo 10.2. Cuando los apoyos de vigas y/o dinteles no satisfacen los requisitos de resistencia de aplastamiento, se podrá usar dados de apoyo, con el objeto de disminuir las presiones de aplastamiento entre el ancho apoyado (b_w) y la mampostería, donde las especificaciones mínimas de los dados de apoyo será según las especificaciones de los párrafos 10.3 y 10.4. Las cámaras que coincidan con el ancho apoyado de la viga y/o dintel, deben estar llenas de hormigón, según las especificaciones 2.5.3 y provistas de por los menos una varilla de 3/8".

10.2 Resistencia al aplastamiento de la mampostería se evaluará según la fórmula (10.1):

$$\varphi P_a = \varphi \cdot 0.85 \cdot f'_m \cdot t_b \cdot b_w \qquad (10.1)$$

10.3 Resistencia al aplastamiento del dado de apoyo se evaluará según la fórmula (10.2):

$$\varphi P_a = \varphi \cdot 0.85 \cdot f'_m \cdot t_b \cdot L_D \qquad (10.2)$$

➔ **Donde**
L_D debe ser por lo menos dos veces el ancho de apoyo ($2b_w$), pero no menor de 40 cm. Y su altura debe ser no menor de 20 cm.

10.4 El dado de apoyo debe cumplir con las especificaciones mínimas de refuerzo de vigas de amarre, especificado en el acápite 6.3.5.

10.5 El valor de la resistencia calculada de la mampostería (f'_m), en las ecuaciones 10.1 y 10.2, deben ser tomadas con relación al área bruta de la pared. (Véase tablas 2.2 y 2.3).

PROHIBIDA LA VENTA

ART. 11.- MUROS DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERÍA

11.1 Los muros de mampostería usados como muros contención y/o retención deberán cumplir con los requisitos mínimo especificados en los párrafos 11.2 al 11.8.

11.2 La evaluación de la resistencia a carga axial, a flexión o una combinación de ambos, se deberá calcular de acuerdo a las especificaciones del Artículo 9.

11.3 El espesor bruto de muro no será menor de 8" (20 cm).

11.4 La altura libre del muro de retención no será mayor de 1.5 m.

11.5 El muro de contención y/o retención deberá tener todas sus cámaras llenas y provistas de por lo menos una varilla de 3/8".

11.6 Se dispondrán de columnas de amarre a una separación no mayor de 3 m. en toda la longitud del muro, que cumplan con los requisitos de la sección 6.2.

11.7 Se deberá proveer de una viga de amarre en el extremo libre del muro, que cumpla con los requisitos de la sección 6.3.

11.8 La sobre cargas sobre el relleno del muro no podrá ser mayor de 500 kg/m^2.

11.9 Las especificaciones 11.1 a 11.8 podrán no ser tomada en cuenta si se demuestra analíticamente que las secciones críticas del muro poseen suficiente resistencia para cumplir con el fundamento de diseño, especificado en el párrafo 2.1.

PROHIBIDA LA VENTA

►ART. 12.- CONSIDERACIONES DE HUECOS EN MAMPOSTERÍA

12.1 Se deben colocar en todo el perímetro de las aberturas de puertas y ventanas, por lo menos, dos barras de 1/2" tanto vertical como horizontalmente, y cuya longitud debe ser tal que sobrepase la dimensión de la abertura, por lo menos, 30 cm a ambos lados.

ART. 13.- FORMATO DEL REGLAMENTO

El presente Reglamento será publicado en el formato que disponga la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines, CONARTIA.

ART. 14.- REMISIÓN DEL REGLAMENTO

Envíese a la Secretaría de Estado de Obras Públicas y Telecomunicaciones, para los fines correspondientes.

DADO en la ciudad de Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, capital de la República Dominicana, a los veintidós (22) días del mes de mayo del año dos mil siete (2007), año 164 de la Independencia y 145 de la Restauración.

LEONEL FERNÁNDEZ

PROHIBIDA LA VENTA

PROHIBIDA LA VENTA

Comentarios y Ejemplos de Aplicación

C2 REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO

C2.1 FUNDAMENTOS DE DISEÑO

El Artículo 2 define la resistencia básica y las condiciones de servicio que deben ser instaladas en los elementos de mampostería armada, donde la Carga Requerida (**U**) se obtiene multiplicando las cargas de servicios por los factores de cargas establecidos en la "Unidad de Cargas Mínimas", del Reglamento General de Edificaciones y la Resistencia de Diseño ($\mathbf{R_N}$) se calcula evaluando la resistencia nominal interna (R_N) multiplicada por un factor de reducción ϕ menor que la unidad (1).

Si algunas circunstancias especiales requieren mayor confianza en la resistencia de algún elemento en particular, distintas de aquella que se encuentra en la práctica acostumbrada, una disminución en los factores estipulados de reducción de la resistencia (**ϕ**) o un aumento en los factores estipulados de carga (**U**), puede resultar apropiado para dichos elementos.

C2.2 DIMENSIONES MÍNIMAS

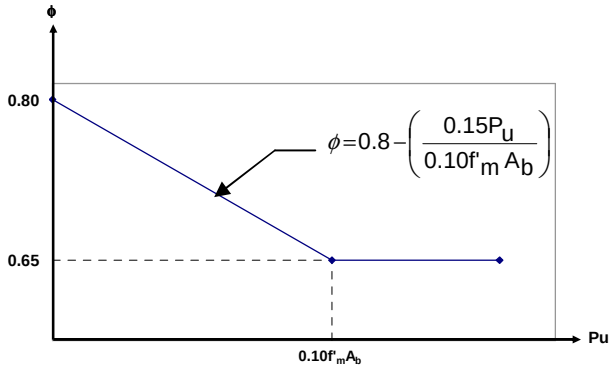
La fijación del espesor mínimo en mampostería está profundamente influenciada por los niveles de cortante que debe transmitir el muro. Los cortantes máximos en los edificios de mampostería son directamente proporcionales a la cuantía de muros en la dirección considerada. Los terremotos recientes, como el de Chile del año 1985, han demostrado que los edificios de mampostería con cuantías del orden del 2% o mayores, en ambas direcciones, han demostrado un buen desempeño.

C2.2.3 CUANTÍA DE MUROS

Cuando la configuración estructural del edificio muestre muros inclinados, el término ΣL de las ecuaciones 2.1 y 2.2, deberá ser evaluado como las proyecciones sobre los ejes ortogonales de referencia global de la estructura.

C2.3 FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA

El factor de reducción de resistencia se considerará constante a flexión pura (ϕ = 0.8), a compresión (ϕ = 0.65), a cortante (ϕ = 0.6), aplastamiento (ϕ = 0.65); en la flexo-compresión el valor ϕ puede ser aumentado linealmente de 0.65 a 0.8 para valores de P_U menores de $0.10f`_mA_b$, según el gráfico siguiente.



PROHIBIDA LA VENTA

C2.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

C2.5.1 La resistencia a la compresión del block (f'b), fue determinado sobre la base del documento "Control de Calidad y Ensayos del Reglamento de Mampostería y Concreto Armado" , la información suministrada por la tabla I fue obtenida en base a la información estadística del referido documento, en donde se establecieron rangos de resistencia para unidades de block, entre 10 kg/cm2 y 65 kg/cm2.

C2.5.4 Los ensayos establecidos en la referencia (21) indican que valores de resistencia del mortero por debajo de 80 kg/cm2, produce valores muy bajos en la resistencia final de la mampostería (f'm), por lo cual en este código no se recomienda mortero con calidad a la compresión inferiores a este límite.

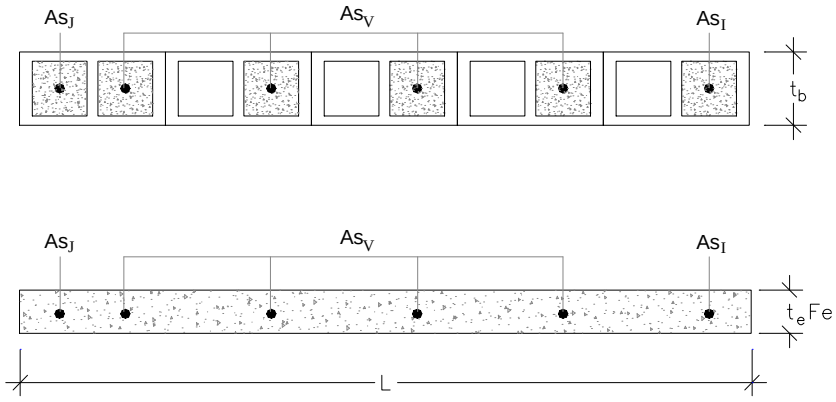
C2.5.5 Se encontró que espesores de juntas mayores a los 2 cm. producen una pérdida de resistencia del orden de 15% por cada un 1/8" (0.3 cm) por encima de los 2 cm máximos recomendados. Ver Ref. 20.

C2.5.6 La determinación de la resistencia a la compresión de la mampostería fue basada en conformidad a la referencia (3) y la referencia (21), donde se establecieron aproximadamente, porcentaje de sólidos del 56.9% para bloques de 6" y de 47.9% para bloques de 8"; además, se estableció que la relación entre la resistencia de la mampostería y la resistencia de la unidad de block nunca pasó de 0.56 para una resistencia del mortero (f'j) de 120 kg/cm2 y de 0.40 para una resistencia de mortero de 80 kg/cm2.

C3 ESPESOR EQUIVALENTE

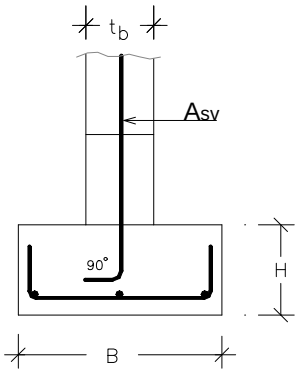
El espesor equivalente es una medida de equivalencia por peso, o sea, el peso de una pared hueca se le encuentra el equivalente en peso de un muro sólido de un determinado espesor. De esta manera resulta la reducción del espesor nominal de un muro hueco de mampostería al cual se le coloca en dichos huecos acero de refuerzo vertical espaciado uniformemente, pudiéndose de esta forma realizar el análisis de un muro de igual longitud y de un espesor uniforme equivalente, para el cual se podrá utilizar las teorías de muros macizos.

No se toma en cuenta la diferencia en peso volumétrico entre el hormigón de los bloques y el de los huecos, ni tampoco diferencia de peso volumétrico entre los hormigones de bloques y cámaras, y el acero de refuerzo.

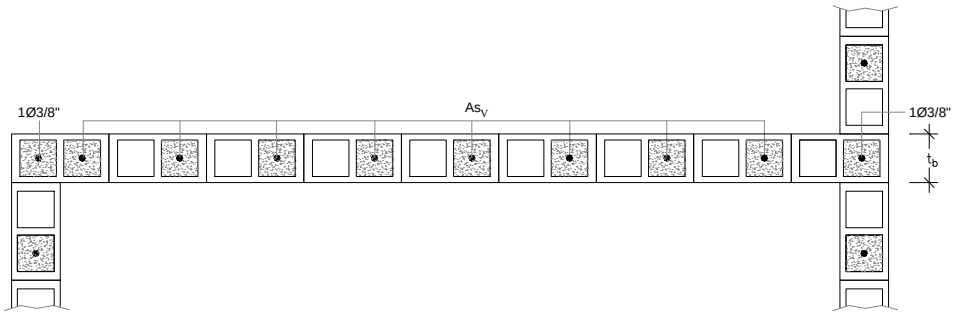


PROHIBIDA LA VENTA

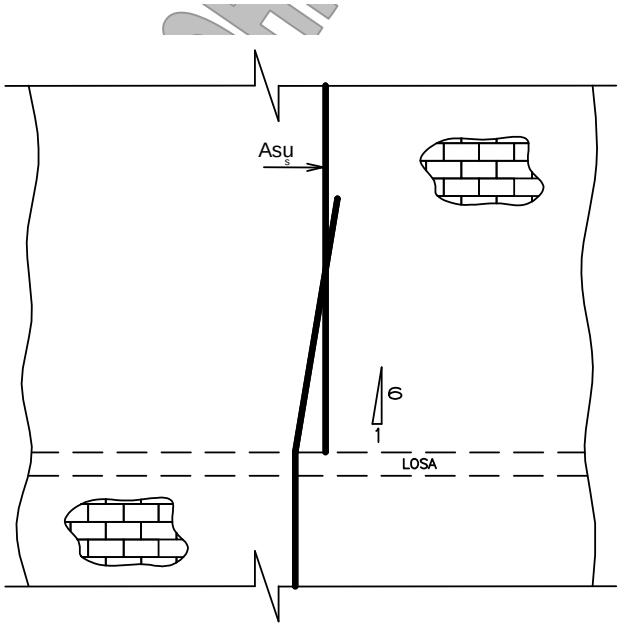
C4.1.4 ANCLAJE DE REFUERZO EN FUNDACIÓN



C4.1.6 DETALLE DE REFUERZO EN INTERSECCIONES DE MUROS



C4.1.7 DESVIACIÓN HORIZONTAL DEL REFUERZO VERTICAL



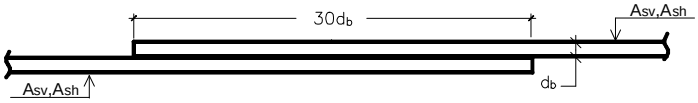
C4.3 DIÁMETRO MÍNIMO DE REFUERZO

C4.3.1 Se han observado falla por adherencia entre el hormigón en cámara y el refuerzo, cuando este es más de 3/4" para muros de 8" y cuando es mayor de 1/2" para muros de 6".

C4.3.3 Diámetros mayores o iguales a 3/4" en cámaras, producen resultados incompatibles de resistencia a flexión fuera del plano con los esfuerzos de compresión de la mampostería, por lo que se hace necesario recomendar diámetros menores que éste cuando evaluamos la resistencia fuera del plano.

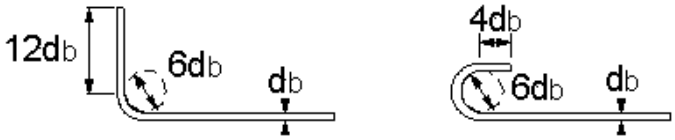
C4.5 SOLAPE DE REFUERZO

C4.5.1 SOLAPE DE BARRAS VERTICALES Y HORIZONTALES



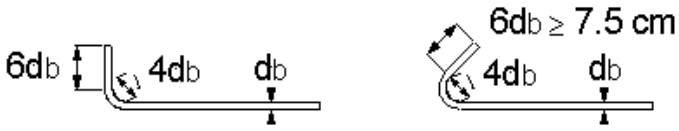
C4.6 GANCHOS PARA EL REFUERZO

C4.6.1 BARRAS LONGITUDINALES



Doblez a 90º **Doblez a 180º**

C4.6.2 ESTRIBOS EN ELEMENTOS CONFINANTES



Doblez a 90º **Doblez a 135º**

C5 MUROS ARMADOS EN DOS DIRECCIONES

La consideración de cuantías mínimas y espaciamiento máximo en muros de mampostería, es para garantizar la integridad del panel y de proporcionar cierta resistencia a la tracción. Además debe colocarse cuantía mínima para evitar el uso de mampostería no reforzada, ya que, no está contemplado como opción de diseño en este código.

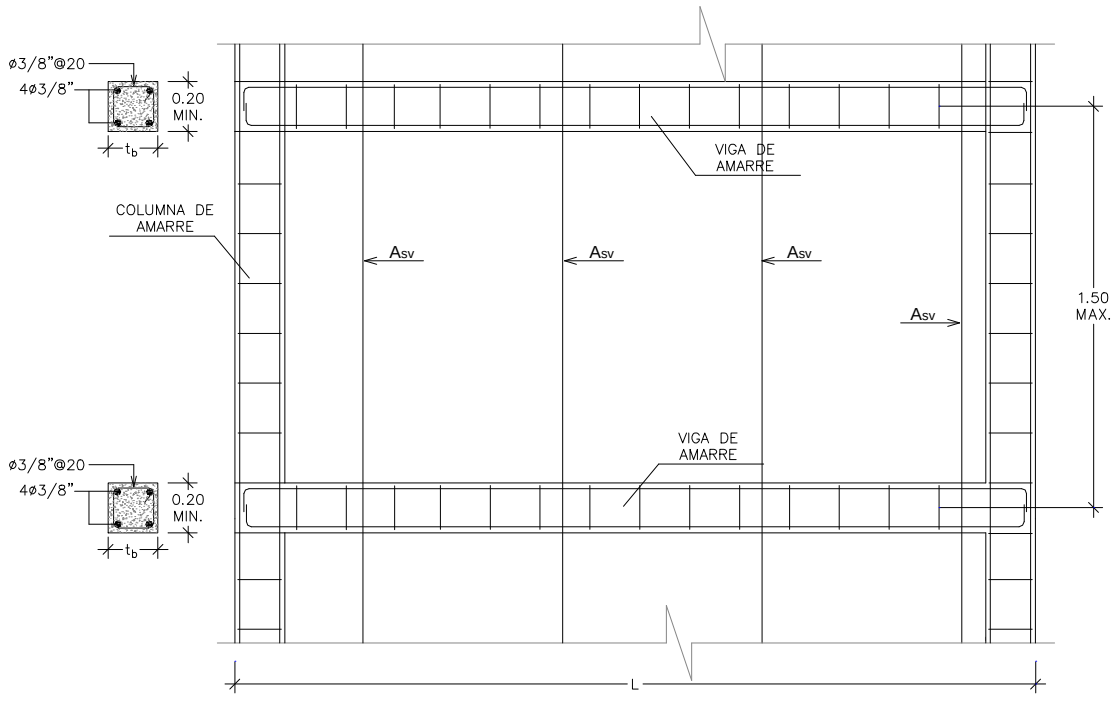
La ecuación 5.1 que evalúa el cortante a partir del cual se requiere armadura en dos direcciones, fue establecida tomando en cuenta el aporte a la resistencia por cortante proporcionada por el refuerzo vertical mínimo, conjuntamente con la resistencia proporcionada por la mampostería.

C6 ELEMENTOS DE AMARRE

C6.1 ESPECIFICACIONES GENERALES

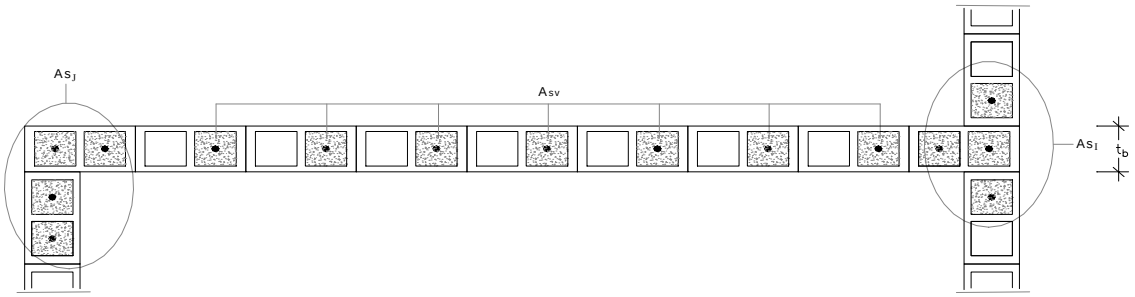
El refuerzo de muros con vigas y columnas de amarre como elementos limítrofes, es práctica común en República Dominicana, ya que ha demostrado un comportamiento sísmico aceptable para construcciones multi-niveles a base de muros de carga. Los requisitos de refuerzo especificados tienden a proporcionar mayor integridad entre los distintos muros y los sistemas de pisos, además de un aumento considerable en la resistencia a flexión contenida en el plano del muro y un incremento importante en la ductilidad del elemento.

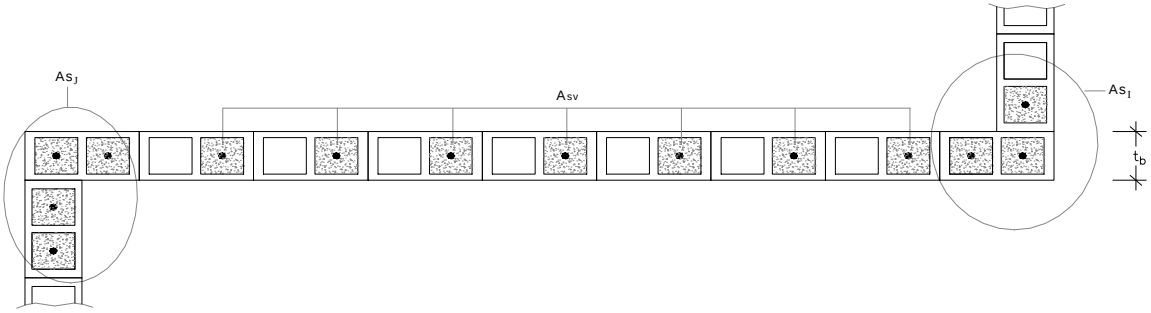
PROHIBIDA LA VENTA

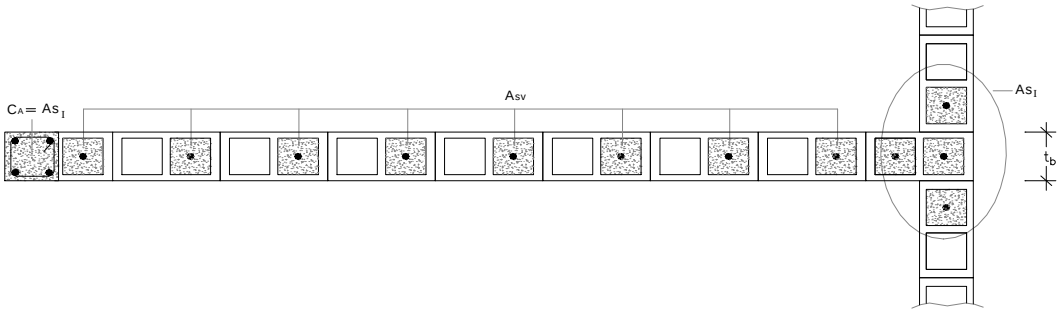


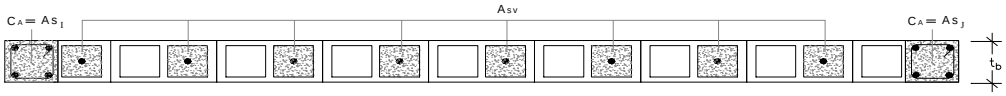
C6.2 COLUMNAS DE AMARRE

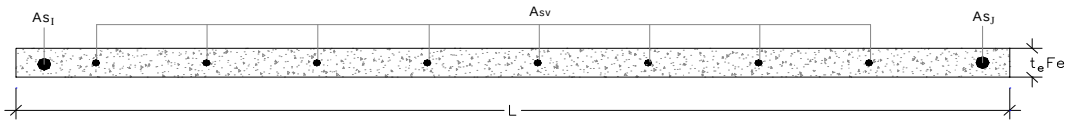
El párrafo 6.2.6, Provee el refuerzo mínimo en las columnas de amarre para garantizar la resistencia suficiente a flexo-compresión en el plano del muro y reconoce que esta resistencia crece más rápidamente con el refuerzo de amarre en los extremos que con el refuerzo uniformemente distribuido.





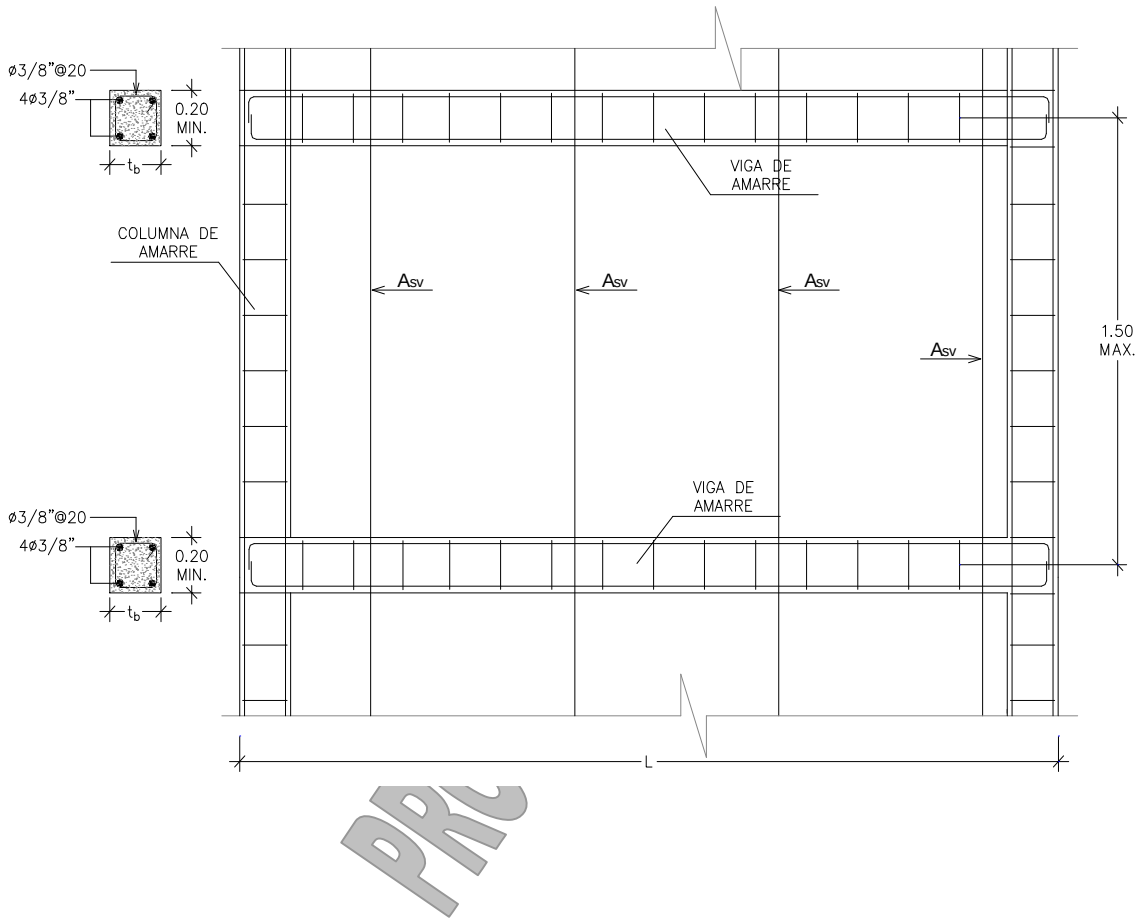

CA = AsI
Asv
AsI
tb

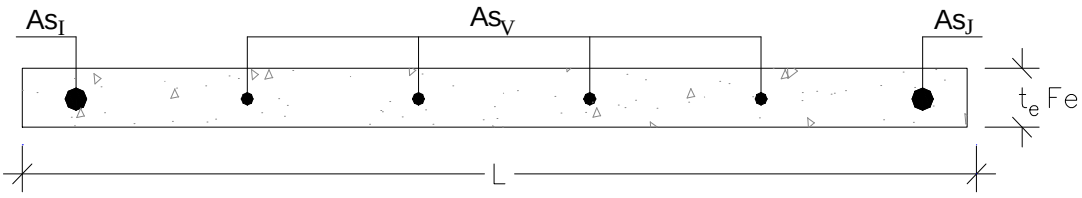

CA = AsI
Asv
CA = AsJ
tb


AsI
Asv
AsJ
te Fe
L

C6.3 VIGAS DE AMARRE

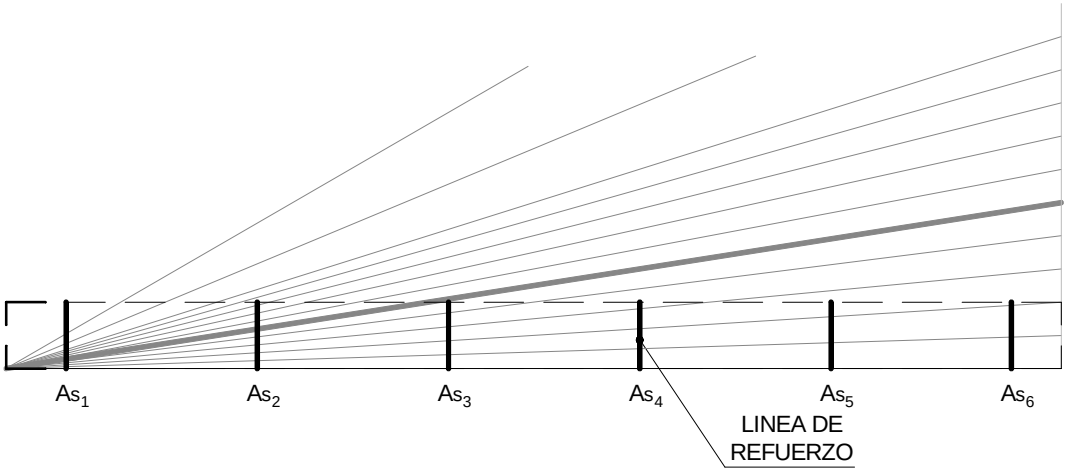
Las vigas de confinamiento además de proveer integridad a la pared, proporcionan alta resistencia al cortante, que puede sustituir el armado horizontal uniformemente distribuido en toda la altura del muro, en aquellos casos en donde hay demanda muy alta de este tipo de refuerzo.

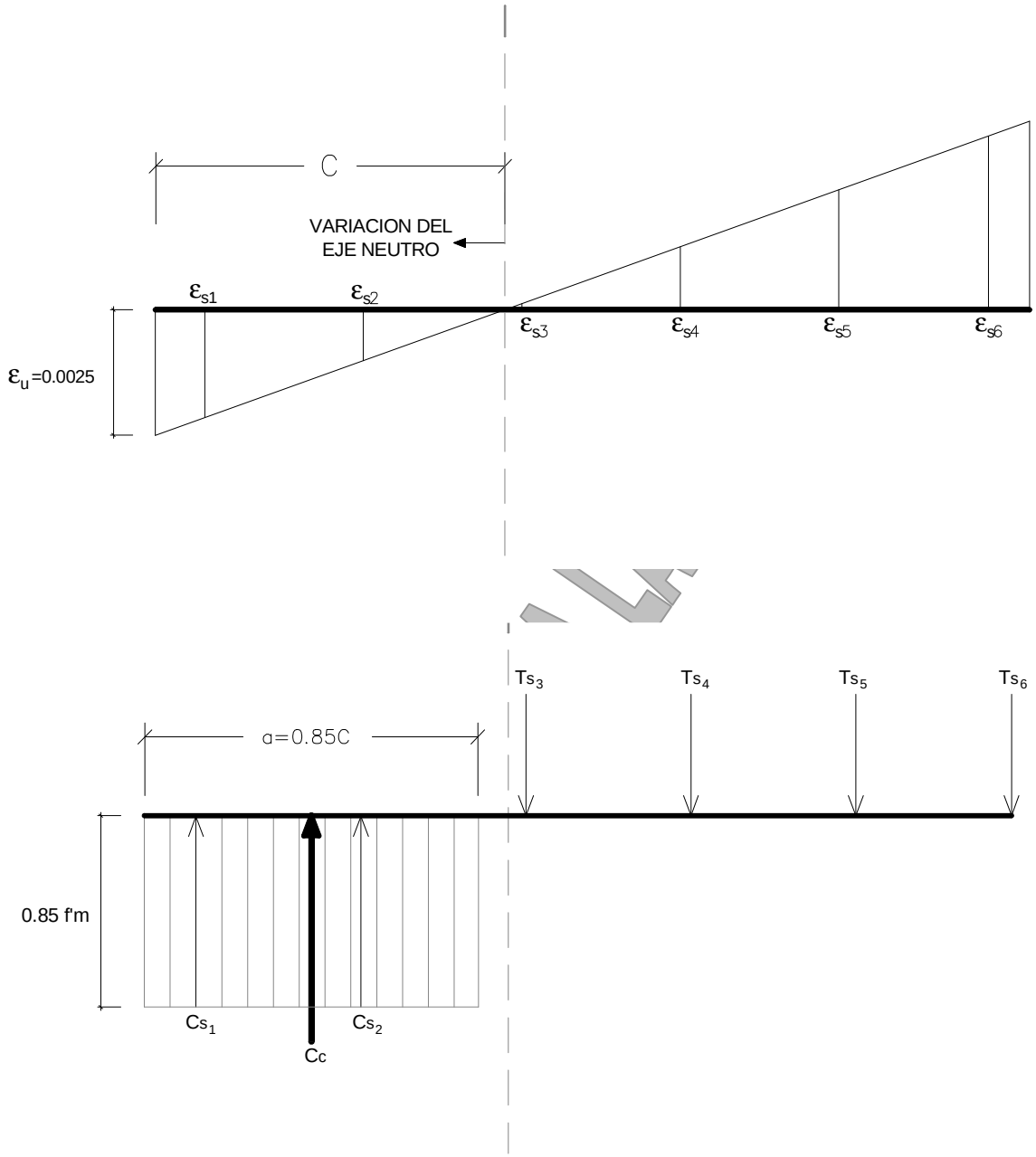




C7 MAMPOSTERÍA A CARGA AXIAL Y FLEXIÓN

C7.1 SUPOSICIONES DE DISEÑO

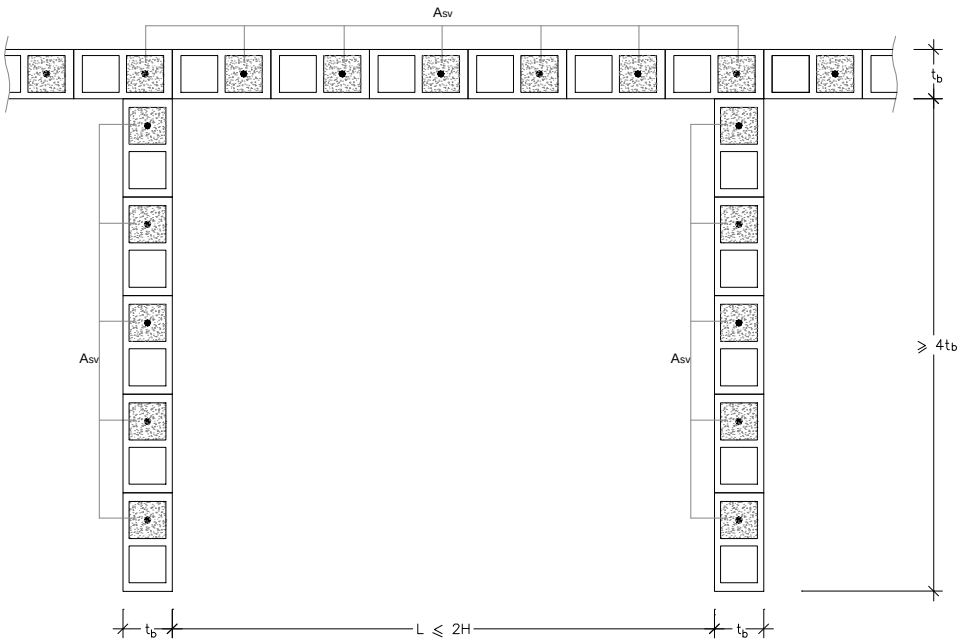



C
VARIACION DEL
EJE NEUTRO
εs1
εs2
εs3
εs4
εs5
εs6
εu=0.0025
Ts3
Ts4
Ts5
Ts6
a=0.85C
0.85 f'm
Cs1
Cs2
Cc

C7.2 CONSIDERACIONES DE ESBELTEZ

C7.2.1 ELEMENTOS RIGIDIZANTES

Cuando la configuración estructural no cumpla para un elemento especifico con los requisitos del párrafo 7.2.1, se podrá emplear un espesor nominal, cuya rigidez sea equivalente a la proporcionada por los requerimientos de contrafuertes especificados.



C7.2.2 El límite de 28 en la relación H/t_b en las ecuaciones 7.2 y 7.3, es el resultado de sustituir el radio de giro (r) por la expresión $0.28t_b$. En estas ecuaciones el límite 28 en la relación H/t_b, se tomó del estudio de ensayos efectuados en elementos de mampostería de concreto que muestran los factores de reducción en la resistencia a miembros cargados axialmente (Ref. 22).

➔ **Para H/r ≤ 99**

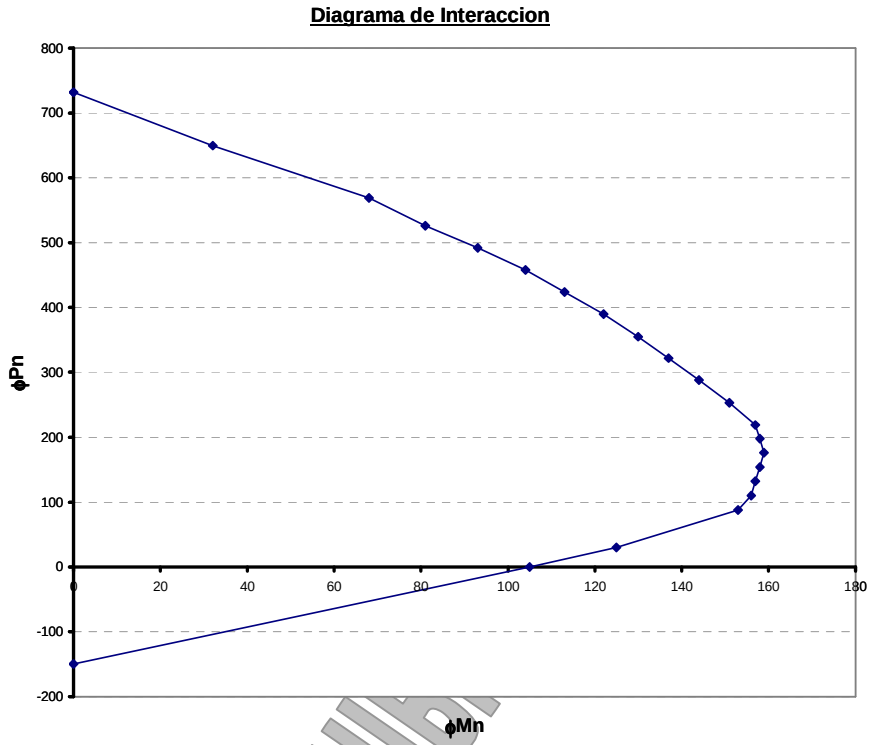
$$F_e = 1 - \left(\frac{K_p \cdot H}{140 \cdot r}\right)^2 \rightarrow \frac{K_p \cdot H}{r} \leq 99 = \frac{K_p \cdot H}{0.28 t_b} \leq 99 = \frac{K_p \cdot H}{t_b} \leq 28$$

$$F_e = 1 - \left(\frac{K_p \cdot H}{140 \cdot 0.28 \cdot t_b}\right)^2 = 1 - \left(\frac{K_p \cdot H}{40 \cdot t_b}\right)^2$$

➔ **Para H/r > 99**

$$F_e = \left(\frac{70 \cdot r}{K_p \cdot H}\right)^2 = \left(\frac{70 \cdot 0.28 t_b}{K_p \cdot H}\right)^2 = \left(\frac{20 t_b}{K_p \cdot H}\right)^2 > 28$$

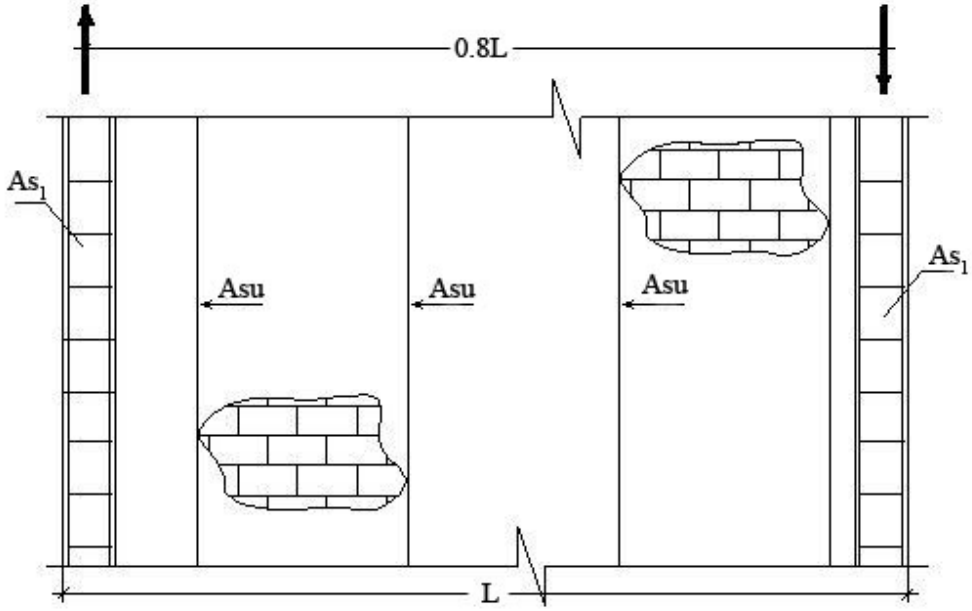
C7.3 RESISTENCIA A CARGA AXIAL Y DE FLEXIÓN



La curva de Interacción entre momento y carga axial utilizada para la evaluación de la resistencia de muros de mampostería, se obtiene en conformidad a las suposiciones de diseño establecidos en el párrafo 7.1 y reducidos por los efectos de esbeltez de acuerdo a las ecuaciones 7.2 y 7.3, dando como resultado en gráfico siguiente.

PROHIBIDA

C7.3.4 La ecuación 7.9 se obtiene utilizando un brazo de palanca aproximado de 0.8L, sin la intervención del refuerzo uniformemente distribuido, en donde la resistencia a flexión es proporcionada únicamente por el refuerzo de amarre extremo. Si el refuerzo calculado por esta ecuación da valores de refuerzo menores a 1/2", este muro no requiere un amarre especial.

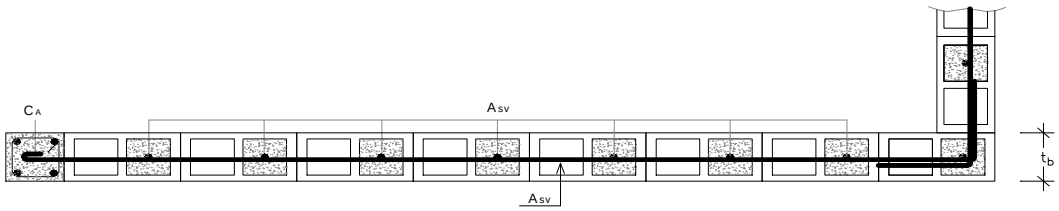


C8 MAMPOSTERÍA A ESFUERZO CORTANTE

La resistencia al cortante proporcionada por las ecuaciones 8.2, 8.3 y 8.4, reconoce que muros de mampostería con valores de H_T/L bajos, presentan mayor rigurosidad al cortante, predominando en estos casos la rigidez asociada a este tipo de esfuerzo.

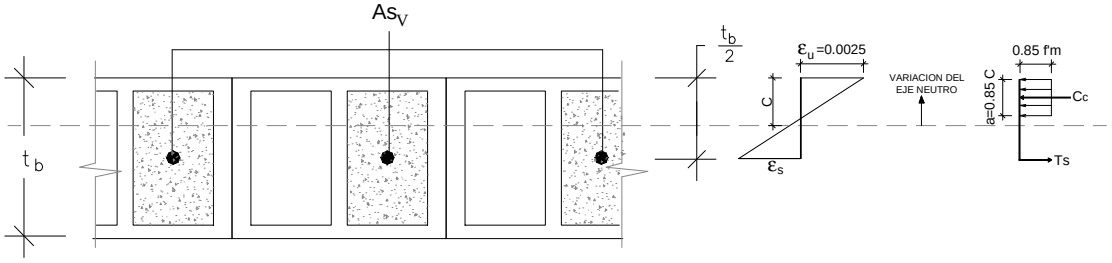
Los valores de 0.60, 0.725 y 0.85 de las ecuaciones 8.2, 8.3 y 8.4, respectivamente, toman en cuenta el refuerzo vertical distribuido, el peso propio del muro y la presencia de la carga axial en compresión, que son acciones estabilizadoras al esfuerzo cortante.

PROHIBIDA LA VENTA



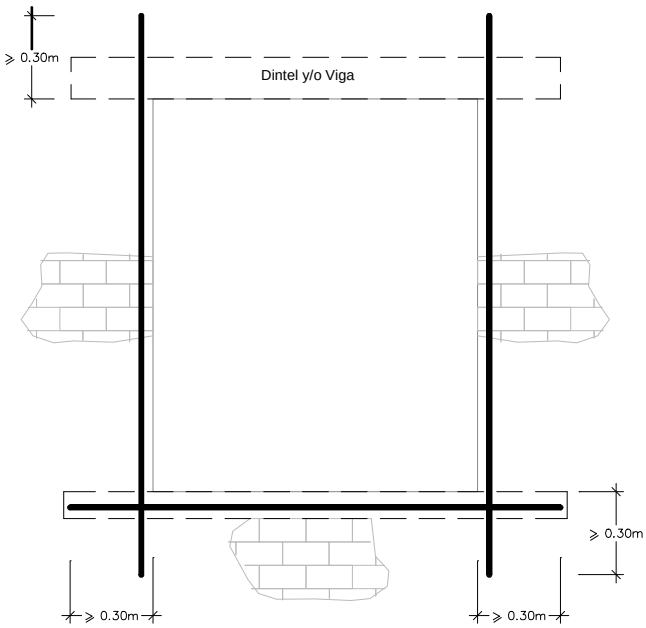
C9 MAMPOSTERÍA A FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

Los muros de mampostería localizados en el perímetro exterior de edificios, deberán ser diseñados para tomar en cuenta los efectos laterales del viento u otro tipo de fuerza normal al plano medio del diafragma del muro, evaluado con las ecuaciones 9.1, 9.2, 9.4 y 9.5, de resistencia fuera del plano de la pared y compatibles con los valores de cargas axiales mínimos. En las ecuaciones citadas anteriormente, no se tomó en cuenta el aporte del refuerzo concentrado como columna de amarre en los extremos del muro, por considerar que este refuerzo no aumenta la resistencia fuera del plano de la pared.

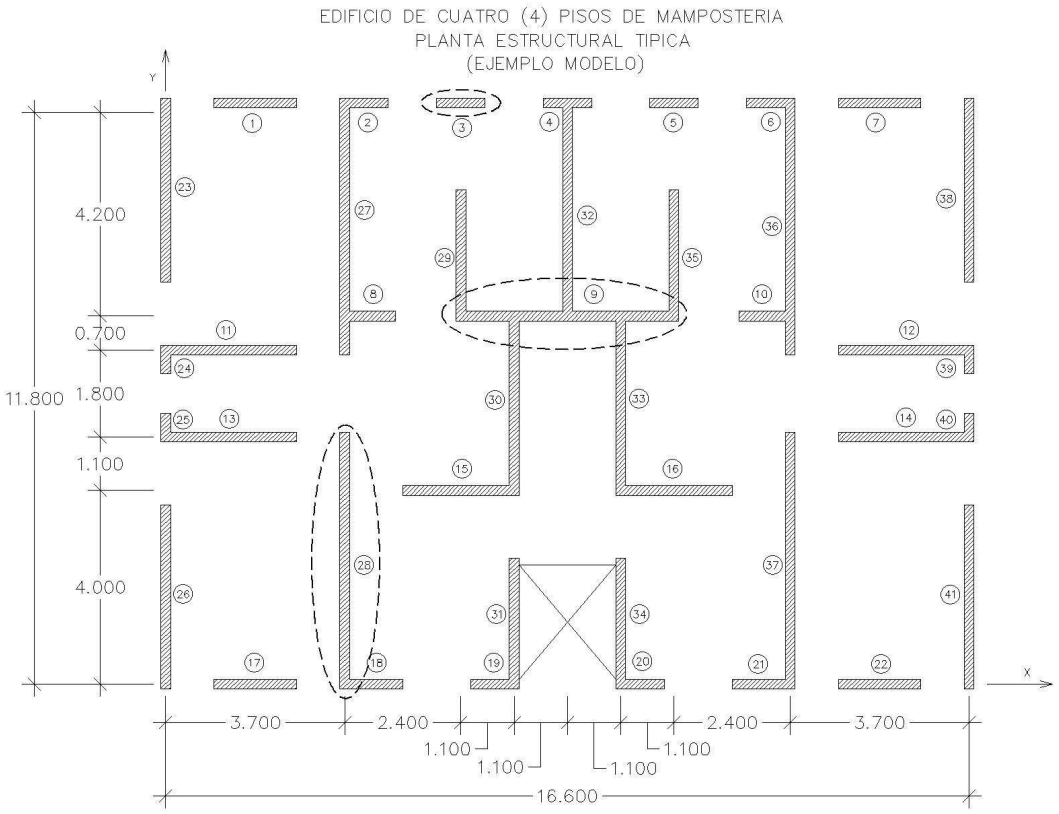


PROHIBIDA LA VENTA

C12 CONSIDERACIONES DE HUECOS EN MAMPOSTERÍA



PROHIBIDA



PROHIBIDA

Datos:

a) Uso: Apartamentos Familiares.

b) Ubicación: Santo Domingo, D. N.

c) Número de pisos: Cuatro (4).

d) Altura entrepisos: 2.62 m.

e) Altura Total del edificio: 10.48 m.

f) Tipo de suelo: Suelo no definido.

g) Módulo de elasticidad de los muros: E = 900 x f'm

h) Módulo de Elasticidad cortante de los muros: $E_v = E_m / [2(1+\nu)]$

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

NO. 1: MURO NO.9 DEL EDIFICIO MODELO

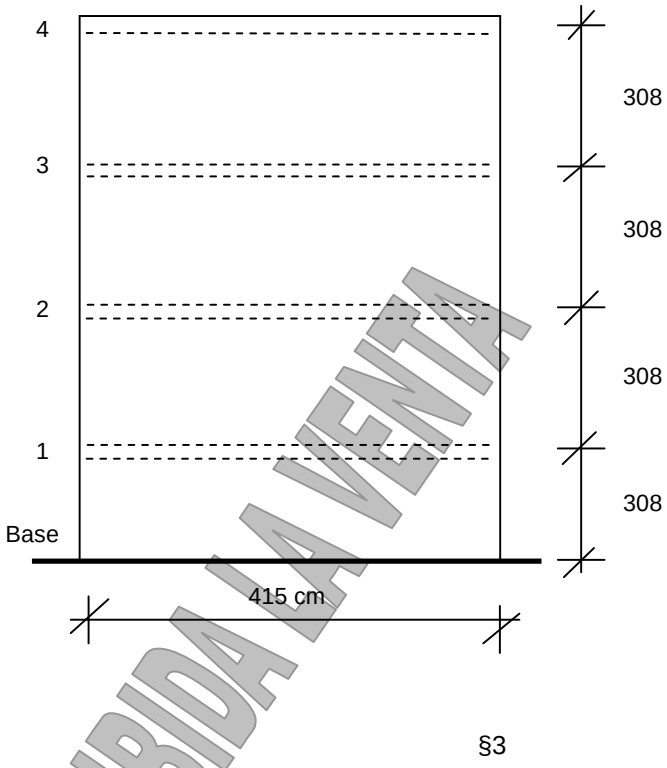
DATOS

γ_m = 1800 kg/m^3
E_m = 630230 ton/m^2
E_v = 252092 ton/m^2
ν = 0.25
f'_m = 70 kg/cm^2 (Tabla III)
f_y = 4200 kg/cm^2

CARGAS DE DISEÑO

P_u = 22.2 ton
V_u = 26.3 ton
M_u = 239.7 ton·m

➔ **Armado Existente:**
A_{sV} = Ø1/2" @ 20
A_{sH} = -
$A_{sI} = A_{sJ}$ = 6 Ø 1/2" (7.62 cm^2)
t_e = 19.3 cm



PROHIBIDA LA VENTA

1. REVISIÓN DE REFUERZO MÍNIMO VERTICAL Y HORIZONTAL

$V_u = 26{,}300\,\text{Kg} > 0.25\sqrt{70}\cdot 0.80\cdot 415\cdot 19.30 = 13{,}402\,\text{kg}$ §5.4.2

El muro requiere por lo menos ρ_{min} vertical y horizontal.

- Columna de Amarre (A_{sI},A_{sJ})

$A_{smin} \geq \begin{cases} 0.01\cdot(0.20\text{x}0.20) = \underline{4.00\ \text{cm}^2} \\ 3\cdot(1.27) = 3.81\ \text{cm}^2 \end{cases}$ §6.2.6

- Refuerzo Vertical Distribuido (A_{sV})

A_{sV} = Ø 1/2" @ 20 → 1.27/0.2 = 6.35 cm^2/m

$\rho_V = \dfrac{6.350}{100\text{x}20} = 0.0032 > \rho_{Vmin} = 0.0006$ *ok* §5.1

- Refuerzo Horizontal Distribuido (A_{sH})

A_{sH} = Ø 3/8" @ 60 §5.4.1

$A_{sH} = 0.71 / 0.60 = 1.183\ \text{cm}^2/\text{m}$

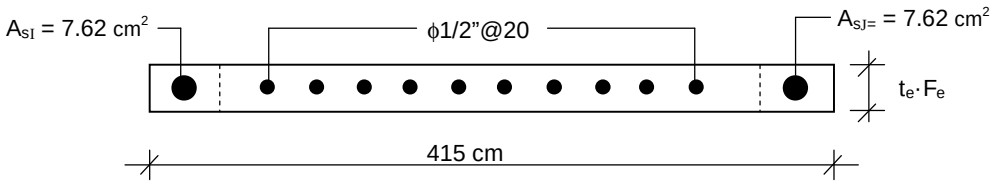
$\rho_H = \dfrac{1.183}{100\text{x}20} = 0.0006$ *ok* §5.1

- Cuantía Mínima Combinada.

$\rho_V + \rho_H = 0.0032 + 0.0006 = 0.0038 > 0.0012$ *ok* §5.3

PROHIBIDA LA VENTA

2. COMPROBACIÓN A CARGA AXIAL



$$A_{SV} = \frac{1.27}{0.20} x \left(4.15 - 0.40\right) = 23.81 \text{ cm}^2$$

A_{sT} = 23.81 + 2·(7.62) = 39.05 cm²

- Esbeltez.

  K_pH = 0.85x308 = 262 cm t_e = 19.30 cm §3
  L = 415 cm
  t_b = 8" = 20 cm §7.2.2
  K_pH / t_b = 262 / 20 = 13.1 < 28

  $$F_e = 1 - \left(\frac{262}{40x20}\right)^2 = 0.893$$

  A_e = 415 x (19.30 x 0.893) = 415 x 17.23 = 7152.48 cm² §7.3.5

- Resistencia Axial

  φ = 0.65 §2.3.2

  $$\varphi P_{nmax} = 0.80x0.65\left[0.85x70x\left(7152.48 - 39.05\right) + \left(39.05x4200\right)\right]$$

  φP_{nmax} = 305,375 kg > P_u *ok*

PROHIBIDA LA VENTA

3. DISEÑO A CORTANTE

H_T = 308x4 = 1232 cm , Ø = 0.60 §2.3.4

L = 415 cm

H_T/ L = 1232 / 415 = 2.969 > 2 §8.2

$Vu = Ø\ V_n = Ø\ (V_m + V_s)$

$$V_m = 0.60\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 415 \cdot 19.30 = 32{,}166\ \text{Kg}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi} - V_m = \frac{26{,}300}{0.60} - 32{,}166 = 11{,}667\ \text{Kg}$$

$$V_s = 11{,}667\ \text{Kg} < 2\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 415 \cdot 19.3 = 107{,}220\ \text{Kg}$$ *ok* §8.4

$$V_s = \frac{A_{sH} \cdot f_y \cdot 0.80L}{s}$$

$$V_s = a_H \cdot f_y \cdot 0.80L$$

$$a_H = \frac{V_s}{f_y \cdot 0.80 \cdot L} = \frac{11{,}667}{4200 \cdot 0.80 \cdot 415} = 0.008367\ \text{cm}^2/\text{cm}$$

a_H = 0.8367 cm^2/m

S = 0.71 / 0.8367 = 0.85 > S_{max} = 60 cm §5.4.1

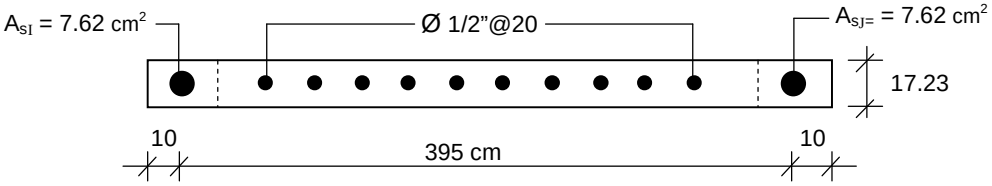
Disponer Ø 3/8” @ 60 horizontal.

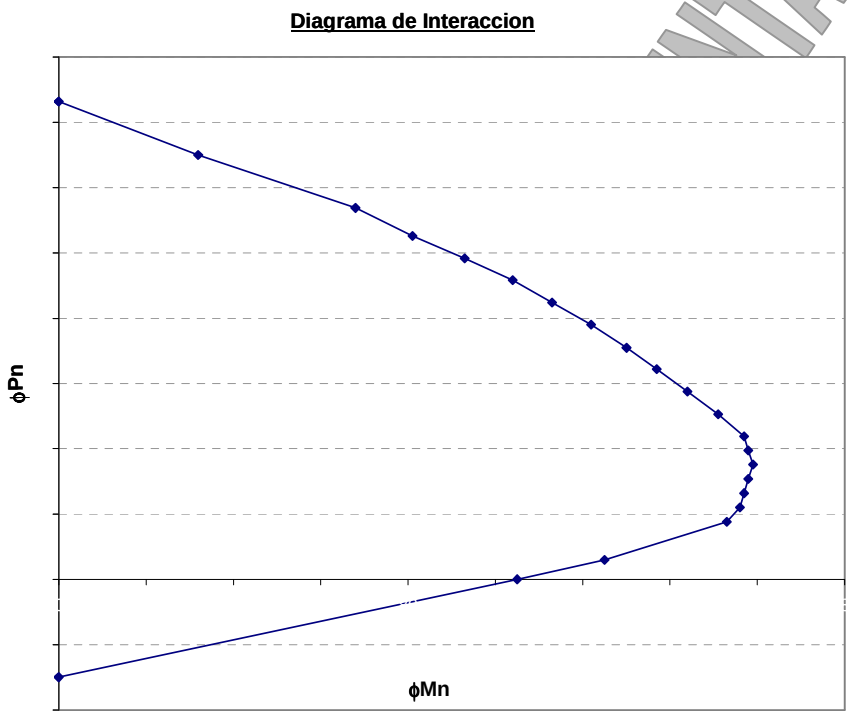
PROHIBIDA LA VENTA

4. DISEÑO A FLEXO-COMPRESIÓN

$A_{sI} = A_{sJ} = 6$ Ø 1/2" (7.62 cm^2)

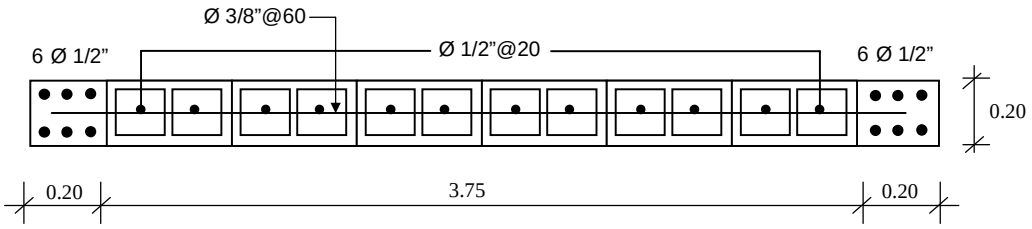
A_{sV} = Ø 1/2" @ 20





PROHIBIDA LA VENTA

5. DETALLADO FINAL



PROHIBIDA LA VENTA

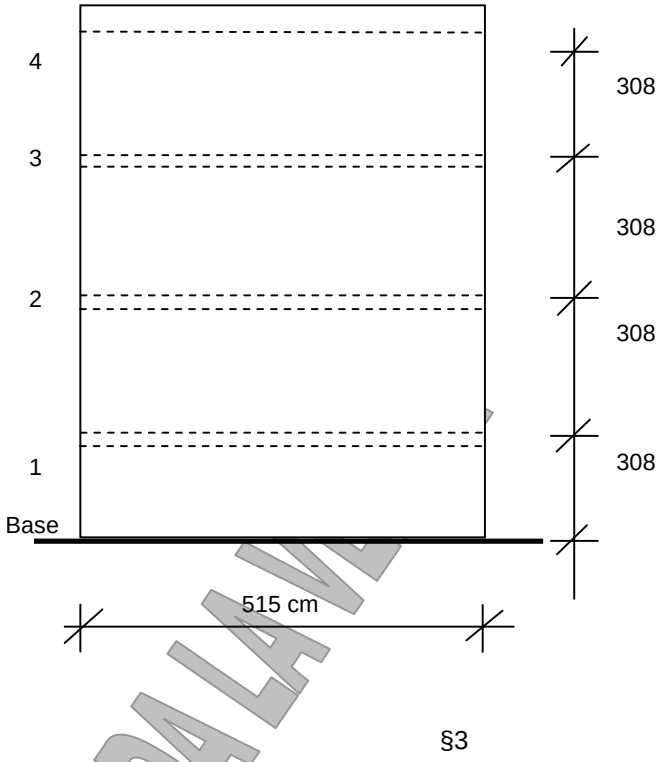
NO. 2: MURO NO.28 DEL EDIFICIO MODELO

DATOS

γ_m = 1800 kg/m^3
E_m = 630230 ton/m^2
E_v = 252092 ton/m^2
ν = 0.25
f'$_m$ = 70 kg/cm^2 (Tabla III)
f_y = 4200 kg/cm^2
t_b = 20 cm

CARGAS DE DISEÑO

P_u = 45.7 ton
V_u = 13.5 ton
M_u = 110.5 ton·m



- **Armado en 1er Nivel:**

A_{sV} = Ø 3/8"@ 40
t_e = 14.73 cm

§3

PROHIBIDA LA VENTA

1. REVISIÓN DE REFUERZO MÍNIMO VERTICAL Y HORIZONTAL

$V_u = 13{,}500\,\text{kg} > 0.25\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 515 \cdot 14.73 = 12{,}690\,\text{kg}$ §5.4.2

El muro requiere por lo menos ρ_{min} vertical y horizontal.

- Refuerzo Mínimo Vertical Distribuido (A_{sV})

A_{sV} = Ø 3/8" @ 40

$A_{sV} = 0.71 / 0.40 = 1.775\ \text{cm}^2/\text{m}$

$$\rho_V = \frac{1.775}{100x20} = 0.00088 > \rho_{Vmin} = 0.0006$$ *ok* §5.1

- Refuerzo Horizontal Distribuido (A_{sH})

  A_{sH} = ϕ3/8" @ 60

  $A_{sH} = 0.71 / 0.60 = 1.183\ \text{cm}^2/\text{m}$

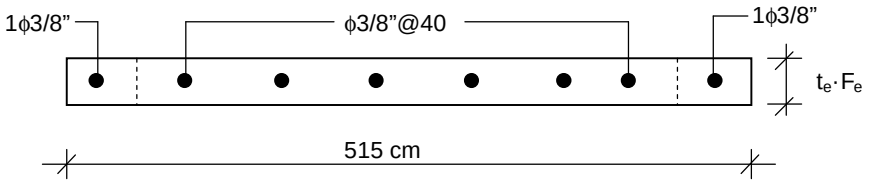
  $$\rho_H = \frac{1.183}{100x20} = 0.0006$$ *ok* §5.1

- Cuantía Mínima Combinada.

  $\rho_V + \rho_H = 0.00088 + 0.00148 > 0.0012$ *ok* §5.3

PROHIBIDA LA VENTA

2. COMPROBACIÓN A CARGA AXIAL



$$A_{SV} = A_{ST} = \frac{0.71}{0.40} \text{ x } 5.15 = 9.14 \text{ cm}^2$$

- Esbeltez.

$K_pH = 0.85\text{x}308 = 262$ cm $t_e = 14.73$ cm §3

L = 515 cm

t_b = 8" = 20 cm §7.2.2

$K_pH / t_b = 262 / 20 = 13.1 < 28$

$$F_e = 1 - \left(\frac{262}{40\text{x}20} \right)^2 = 0.893$$

$A_e = 515 \text{ x } (14.73 \text{ x } 0.893) = 515 \text{ x } 13.15 = 6774 \text{ cm}^2$ §7.3.5

- Resistencia Axial

$\varphi = 0.65$ §2.3.2

$$\varphi P_{nmax} = 0.80\text{x}0.65 \left[0.85\text{x}70\text{x}(6774 - 9.14) + (9.14\text{x}4200) \right]$$

φP_{nmax} = 229,266 kg > P_u *ok*

PROHIBIDA LA VENTA

3. DISEÑO A CORTANTE

H_T = 308x4 = 1232 cm, ø = 0.60 §2.3.4

L = 515 cm

H_T/ L = 1232 / 515 = 2.03 §8.2

$Vu = ø\ V_n = ø\ (V_m + V_s)$

$$V_m = 0.60\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 515 \cdot 14.73 = 30{,}465\,Kg$$

$$V_S = \frac{V_u}{\varphi} - V_m = \frac{13{,}500}{0.60} - 30{,}465 = -\,7{,}965\,Kg$$

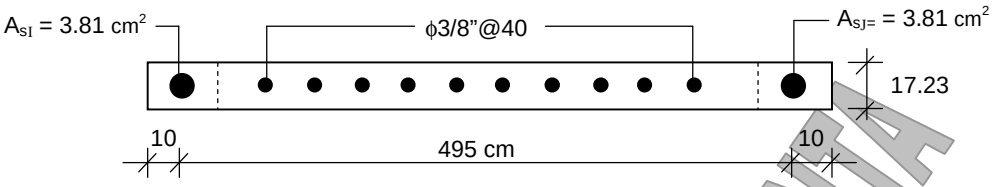
Colocar ρ_{min} Horizontal = Ø 3/8" @ 60

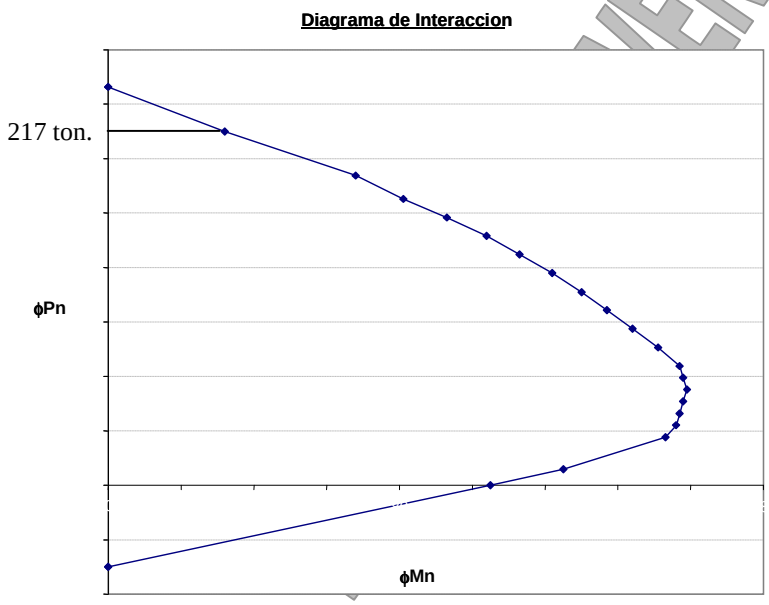
PROHIBIDA LA VENTA

4. DISEÑO A FLEXO-COMPRESIÓN

$A_{sI} = A_{sJ} = 3\phi 1/2"$ (3.81 cm^2)

$A_{sV} = \text{ø } 3/8"$ @ 40





R < 1 → ok

5. ALTERNATIVA DE DISEÑO SIN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO Y SIN ARMADURA HORIZONTAL

Usar ø 3/8"@ 20 en primer piso.

t_e = 19.30 cm §3

F_e = 0.893

$V_u = 13{,}500\,\text{kg} < 0.25\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 515 \cdot 19.3 = 16{,}632\,\text{kg}$ §5.4.2

ρ_{min} *Horizontal = 0*

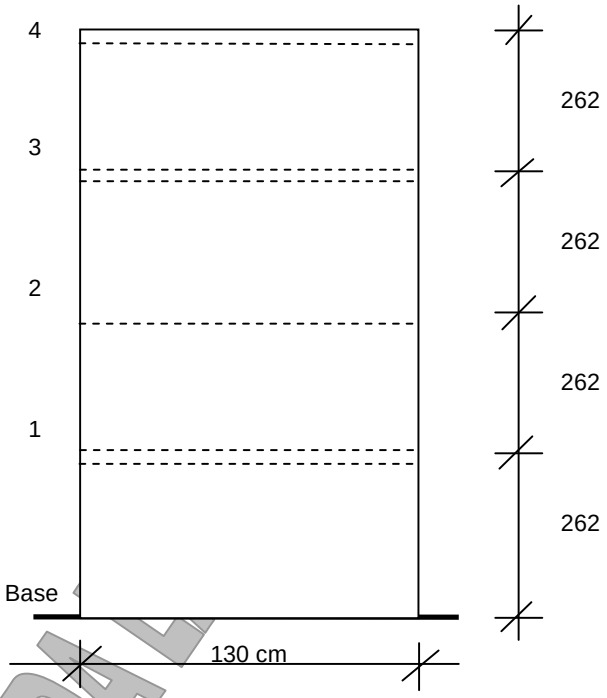
"De esta forma puede usarse armado vertical solamente."

PROHIBIDA LA VENTA

MURO NO.3 DEL EDIFICIO MODELO

DATOS

γ_m = 1800 kg/m^3
E_m = 630230 ton/m^2
E_v = 252092 ton/m^2
ν = 0.25
f'$_m$ = 70 kg/cm^2 (Tabla III)
f_y = 4200 kg/cm^2



CARGAS DE DISEÑO

P_u = 6.0 ton
V_u = 2.0 ton
M_u = 9.8 ton·m

- Armado Existente:

A_{sV} = ø 3/8" @ 80 → t_e = 12.45 cm
A_{sH} = 0
A_{sI} = A_{sJ} = 1 ø 3/8" (0.71 cm^2)
t_e = 12.45 cm

PROHIBIDA LA VENTA

1. REVISIÓN DE REFUERZO MÍNIMO VERTICAL Y HORIZONTAL

$$\mathbf{V_u = 2{,}000\,kg < 0.25\sqrt{70}\cdot 0.80\cdot 130\cdot 12.45 = 2{,}708\,kg}$$ §5.4.2

El muro no requiere ρ_{min} horizontal.

- Refuerzo Vertical Distribuido (A_{sV})

  A_{sV} = ø 3/8" @ 80 §4.4

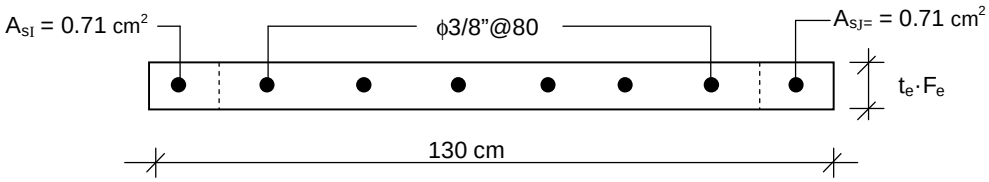
  $A_{sV} = 0.71 / 0.80 = 0.888$ cm^2/m

- Refuerzo Horizontal Distribuido (A_{sH})

  $A_{sH} = 0$ §5.4.2

PROHIBIDA LA VENTA

2. COMPROBACIÓN A CARGA AXIAL



$$A_{sv} = A_{st} = \frac{0.71}{0.80} x\,(1.30) = 1.154\,cm^2$$

- Esbeltez.

  K_pH = 0.85x308 = 262 cm t_e = 12.45 cm §3

  L = 130 cm

  t_b = 8" = 20 cm §7.2.2

  K_pH / t_b = 262 / 20 = 13.1 < 28

  $$F_e = 1 - \left(\frac{262}{40x20}\right)^2 = 0.893$$

  A_e = 130 x (12.45 x 0.893) = 415 x 11.12 = 1445.32 cm² §7.3.5

- Resistencia Axial

  φ = 0.65 §2.3.2

  $$\varphi P_{nmax} = 0.80x0.65\,[0.85x70x(1445.32 - 1.154) + (1.154x4200)]$$

  φP_{nmax} = 47,203 kg > P_u *ok*

PROHIBIDA LA VENTA

3. DISEÑO A CORTANTE

H_T = 308x4 = 1232 cm, Ø = 0.60 §2.3.4

L = 130 cm

H_T/ L = 1232 / 130 = 8.06 > 2 §8.3

$Vu = Ø\ V_n = Ø\ (V_m + V_s)$

$$V_m = 0.60\sqrt{70} \cdot 0.80 \cdot 130 \cdot 12.45 = 6{,}500 Kg$$

$$V_s = \frac{V_u}{\varphi} - V_m = \frac{2{,}000}{0.60} - 6{,}500 = -3{,}167\ Kg$$

No es necesario Colocar A_{sH}

PROHIBIDA LA VENTA

4. MÉTODO SIMPLIFICADO DE DISEÑO A FLEXIÓN.

Pu = 6,000 ton < 0.10x70x130x20 = 18,200 Kg.

$$A_S = \frac{9{,}800 \cdot 100}{0.8 \cdot 4200 \cdot 0.80 \cdot 130} = 2.80\,cm^2 = A_{S_I} = A_{S_J} \rightarrow 3\ Ø\ 1/2" = 3.81\ cm^2$$

$$a = \frac{3.81 \cdot 4200}{0.8 \cdot 70 \cdot (12.45X0.893)} = 25.70\,cm$$

$$\varphi = 0.80 - \left(\frac{0.15 \cdot 6{,}000}{0.10 \cdot 70 \cdot (130X20)} \right) = 0.751$$

$$\varphi Mn = 0.751 \left[0.8 \cdot 70 \cdot 25.70 \cdot (12.45x0.893) \cdot \left(0.8 \cdot 130 - \frac{25.75}{2} \right) \right] = 10.95\,ton \cdot m$$

$\phi M_n > M_u$ *ok*

PROHIBIDA LA VENTA

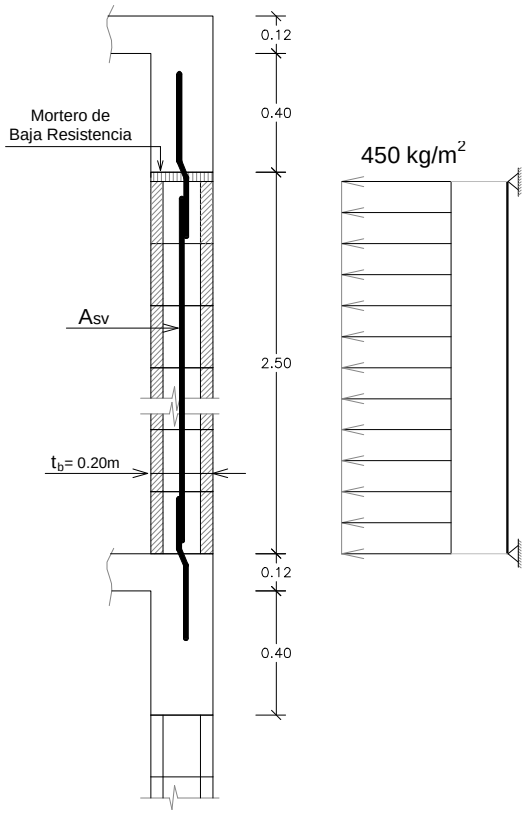
MURO NO.4 DETERMINACIÓN DEL REFUERZO VERTICAL PARA MURO DE CIERRE PERIMETRAL SOMETIDA A PRESIÓN LATERAL POR VIENTO.

DATOS

γ_m = 1800 kg/m^3
E_m = 630230 ton/m^2
E_v = 252092 ton/m^2
ν = 0.25
f'$_m$ = 70 kg/cm^2 (Tabla III)
f_y = 2800 kg/cm^2
t_b = 20 cm

CARGAS DE DISEÑO

P_u = 0 kg
W = 450 kg/m^2



- Cálculo Momento Máximo Lateral Factorizado:

W_U = 1.6 x 450. x 1.00 = 720. kg/m §2.4.1

$M_U = 720. \times (2.50)^2 / 8 = 562.5\ kg \cdot m$

- Cálculo Resistencia Nominal a Flexión Fuera del Plano:
Asumiendo un Armado Vertical de: Ø3/8" @ 20

A_{sv} = 0.71/0.20 = 3.55 cm^2/m

K_p = 0.85 $\frac{0.85x250}{20} = 10.625 \leq 28$ §7.2.3a

$$F_e = 1 - \left(\frac{0.85x250}{40x20}\right)^2 = 0.929 \quad (7.2)$$

$$a = \frac{3.55x2{,}800}{0.85 \cdot 70 \cdot 100 \cdot 0.929} = 1.798\ cm \quad (9.3)$$

Ø = 0.80 §2.3.1

$$\varphi M_n = 0.80x0.85x70x1.798x100x0.929\left(\frac{20}{2} - \frac{1.798}{2}\right) = 72{,}360.48\ kg \cdot cm \quad \varphi M_n = 723.6\ kg \cdot m$$

(9.2)

R = 562.5 / 723.6 = 0.78 < 1.0 ok

Armado Adecuado, Disponer: **Ø 3/8"** @ **0.20**

PROHIBIDA LA VENTA

PROHIBIDA LA VENTA

APÉNDICE

REGLAMENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

En virtud de la ley No.687, promulgada el día 27 de julio de 1982, el Estado creó un Sistema de Reglamentación de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines para garantizar la seguridad de las estructuras, la habitabilidad, la preservación de la ecología y demás normas relativas a las obras de transporte y edificios, así como para definir una política de reglamentación acorde con la tecnología actual de estas disciplinas. Para estos fines se crearon los siguientes organismos:

a) La Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines, adscrita a la Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones, investida como la única autoridad estatal encargada de definir la política de Reglamentación de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines.

b) La Dirección General de Reglamentos y Sistemas, organismo ejecutivo de la Comisión Nacional y encargado de la elaboración, de la coordinación y del control de la aplicación de los reglamentos técnicos.

De conformidad con la Ley antes citada, presentamos este **Reglamento para la Construcción de Edificios de Mampostería Estructural**, cuyo objetivo es regular el Diseño Estructural y Construcción de Edificios de Mampostería, para garantizar la estabilidad y seguridad adecuada a este tipo de estructuras.

Este proyecto de Reglamento fue preparado por el consultor externo Ing. Luis Abbott Z., M.S., y aprobado por el Comité Técnico convocado por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas, DGRS, en Octubre del 2004. Dicho comité técnico estuvo integrado por los siguientes representantes del sector público y privado:

INSTITUCIÓN	REPRESENTANTE
ACI-DOMINICANO	Ing. Alfredo Ricart
CODIA	Ing. José Méndez Cabral
CONSTRUCCIONES CIVILES	Ing. Federico Penzo
ING. B. HERNÁNDEZ	Ing. Bienvenido Hernández
LABORATORIO DE INGENIERÍA	Ing. Enrique Penson
MARTÍNEZ GARCÍA Y ASOC.	Ing. Rubén Martínez
REQUENA	Ing. Misael Requena
RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, ING. Y ARQ.	Ing. José A. Hernández
SEOPC	Ing. Rosa Ana Ortiz Ing. Francisco Jiménez Ing. Nelson Tolentino Ing. Luis A. Mota Ing. Sulís Peña

PROHIBIDA LA VENTA

SODOSÍSMICA CONSULTORES	Ing. Rafael Taveras M. Ing. Benito Antonio Núñez Ing. Cesar Madera
COORDINADOR	Ing. Luis Abbott Z.

El anteproyecto de Reglamento fue aprobado por la Directora General de Reglamentos y Sistemas, Ing. Jaquelín Medrano, y convertido en Proyecto de Reglamento. Posteriormente fue sometido a la consideración de la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines (CONARTIA), para su estudio y opinión, el cual fue aprobado con representación de los siguientes profesionales de las instituciones miembro de esta Comisión:

REPRESENTANTE	**INSTITUCIÓN**
Ing. Claudia F. de los Santos Sub-secretaria de Estado	Presidente ex oficio de CONARTIA
Arq. Héctor T. Lockhart Director Gral. Infraestructura Escolar	Secretaría de Estado de Educación
Arq. Rafael Vázquez Asesor Técnico	Instituto Nacional de la Vivienda
Arq. Marcos Martínez Presidente ISES-CODIA	CODIA
Ing. Cristian Ciccone Vicepresidente	Cámara Dominicana de la Construcción
Arq. Marcos Blonda Inspector de la Gerencia FHA	Banco Nacional de la Vivienda
Ing. Ramón Chahede Sub-secretario Técnico	Liga Municipal Dominicana
Ing. Francisco De León Gerente de Proyectos	INDRHI
Ing. José Morató Director Depto. Planes y Proyectos	Secretaría de Estado de Turismo
Sr. Carlos Barrientos Enc. Progr. Y Asistencia Técnica	INAPA
Ing. Leonardo Reyes Madera Miembro del Consejo	SODOSISMICA
Ing. Caonabo Ortega Director de Ingeniería Emp. Elect. Transm.	CDEEE

PROHIBIDA LA VENTA

Ing. Andrés Pichardo Director Ingeniería	SESPAS
Ing. Héctor Martínez Director Técnico de Digenor	SEIC
Ing. Jaquelín Medrano Directora General de Reglamentos y Sistemas	Secretaria de la CONARTIA

El Secretario de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones, Ing. Manuel de Jesús Pérez Gómez, en representación de la Comisión Nacional, luego de conocido y aprobado el proyecto de Reglamento, lo remite a la Consultoría Jurídica del Poder Ejecutivo, para fines de oficialización.

Este proyecto fue oficializado mediante el decreto No.280-07 a los veintidós (22) días del mes de mayo del año 2007.

Los Reglamentos serán publicados y se editará una cantidad suficiente de ejemplares para ser puestos a disposición de los interesados en la forma establecida por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas.

ING. MANUEL DE JESÚS PÉREZ GÓMEZ
Secretario de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones

PROHIBIDA LA VENTA

PROHIBIDA LA VENTA

PROHIBIDA LA VENTA