

# CUADERNOS DE INVESTIGACION

NUMERO

# 13

AGOSTO, 1994

PRACTICA DE DISEÑO Y  
CONSTRUCCION EN EL JAPON

## NORMAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DEL INSTITUTO DE ARQUITECTURA DEL JAPON

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL  
DE MAMPOSTERIA REFORZADA DE PIEZAS HUECAS DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES DE  
MAMPOSTERIA DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO  
ESTRUCTURAL DE MAMPOSTERIA REFORZADA EN SU TOTALIDAD  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE BARDAS  
Y FACHADAS DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS



CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES

MEXICO

Secretario de Gobernación

Dr. Jorge Carpizo

Subsecretaria de Protección Civil, Prevención  
y Readaptación Social

Lic. Socorro Díaz

Director General del CENAPRED

Arq. Vicente Pérez Carabias

Jefe del Equipo Japonés en el CENAPRED

Dr. Tatsuo Murota

Coordinador de Investigación del CENAPRED

Dr. Roberto Meli

Coordinador de Difusión del CENAPRED

Lic. Ricardo Cícero Betancourt

Edición a cargo de: Violeta Ramos Radilla y  
Javier Lara Espinosa

PUBLICADO POR EL CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES DE LA  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Distribución en México: Coordinación de Enlace  
Nacional

Distribución en el Exterior: Coordinación de Asuntos  
Internacionales

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES  
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS  
AUTORES

Agosto - 1994, No. 13

## Sistema Nacional de Protección Civil

### DIRECTORIO DEL CENAPRED

DIRECCIÓN GENERAL Arq. Vicente Pérez Carabias; COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Dr. Roberto Meli Piralla; COORDINACIÓN DE CAPACITACIÓN Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel; COORDINACIÓN DE DIFUSIÓN Lic. Ricardo Cícero Betancourt; COORDINACIÓN DE ENLACE NACIONAL Lic. Alberto Ruiz de la Peña; COORDINACIÓN DE ASUNTOS INTERNACIONALES Lic. Enrique Solórzano Mier; COORDINACIÓN DE PROGRAMAS Y NORMAS Lic. Federico Miguel Vázquez Juárez; COORDINACIÓN ADMINISTRATIVA C. P. Alfonso Macías Flores.

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCION CIVIL  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES



PRACTICA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION EN EL JAPON

# NORMAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DEL INSTITUTO DE ARQUITECTURA DEL JAPON

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL  
DE MAMPOSTERIA REFORZADA DE PIEZAS HUECAS DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES DE  
MAMPOSTERIA DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO  
ESTRUCTURAL DE MAMPOSTERIA REFORZADA EN SU TOTALIDAD  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

REGLAMENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE BARDAS  
Y FACHADAS DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS

TRADUCCION  
Koji Hoshimura  
Kenji Kikuchi  
Tomás A. Sánchez

COORDINACION DE INVESTIGACION  
AREA DE ENSAYES SISMICOS

# CUADERNOS DE INVESTIGACION

Práctica de Diseño y Construcción en el Japón

## P R E S E N T A C I O N

---

Uno de los objetivos del Convenio de Cooperación Técnica entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres es la difusión en México de tecnologías y metodologías de diseño y construcción de estructuras en el Japón.

Estas prácticas y experiencias son descritas en conferencias o seminarios dictados, o bien mediante la traducción al castellano de los textos originales del japonés, por los expertos japoneses de corto y largo plazo que colaboran en las actividades de investigación del CENAPRED.

Para lograr una difusión más amplia de las tecnologías y metodologías del Japón, el CENAPRED ha emprendido la publicación de esta serie como parte de los Cuadernos de Investigación.

## CONTENIDO

Prólogo . . . . .	9
Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para el Diseño Estructural de Mampostería Reforzada de Piezas Huecas de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	15
Comentarios Sobre el Reglamento de AIJ para el Diseño Estructural de Mampostería Reforzada de Piezas Huecas de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	25
Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para Muros no Estructurales de Mampostería de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	61
Comentarios Sobre el Reglamento del AIJ para Muros no Estructurales de Mampostería de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	65
Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para el Diseño Estructural de Mampostería Reforzada en su Totalidad (Edición de 1989) . . . . .	77
Comentarios Sobre el Reglamento del AIJ para el Diseño Estructural de Mampostería Reforzada en su Totalidad (Edición de 1989) . . . . .	86
Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para el Diseño Estructural de Bardas y Fachadas de Mampostería de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	103
Comentarios Sobre el Reglamento del AIJ para el Diseño Estructural de Bardas y Fachadas de Mampostería de Concreto (Edición de 1989) . . . . .	117
Reglamento de Construcciones de Japón (Septiembre de 1990) - Normas en Vigor del Reglamento de Construcciones Capítulo III Resistencia Estructural Sección 4-2 Mampostería Reforzada de Piezas de Concreto . . . . .	129

## PROLOGO

Esta es la versión en español de algunas secciones del último Reglamento del Instituto de Arquitectura del Japón (AIJ) para el Diseño de Estructuras de Muros de Concreto y de Mampostería publicado en 1989. El manuscrito original en japonés, empleado en la versión en inglés de las normas de diseño para estructuras de mampostería, fue preparado por el grupo de trabajo del AIJ durante 1992-93. En la versión en inglés se incluyen cuatro normas para mampostería con sus comentarios respectivos. La traducción al inglés fue hecha por K. Yoshimura y K. Kikuchi durante sus estancias como expertos de corto plazo en el proyecto conjunto entre el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. El texto en inglés fue traducido al español por Tomás A. Sánchez, investigador del CENAPRED, y revisado por Roberto Meli, Coordinador de Investigación del CENAPRED.

La primera versión del Reglamento del AIJ para Diseño de Estructuras de Muros de Mampostería fue publicada en 1952 como una parte del "Reglamento del AIJ para Diseño de Estructuras Especiales de Concreto y Estructuras de Mampostería". Desde entonces, el reglamento ha sido revisado cuatro veces con base en los resultados de investigaciones, desarrollo de nuevos materiales y métodos de construcción, y en la experiencia adquirida. El presente Reglamento del AIJ para Diseño de Estructuras de Muros de Concreto y de Mampostería se compone de las siete normas siguientes para diseño y cálculo estructural con sus comentarios respectivos:

- 1) Estructuras de Mampostería Reforzada con Bloques Huecos de Concreto.
- 2) Estructuras de Mampostería Reforzada con Relleno Total de los Huecos.
- 3) Muros no Estructurales de Mampostería de Concreto.
- 4) Bardas y Muros de Fachada de Mampostería de Concreto.
- 5) Estructuras Tipo Cajón de Muros Reforzados de Concreto.
- 6) Estructuras de Mampostería no Reforzada.
- 7) Sistemas Precolados de Piso de Concreto Reforzado.

En el reglamento del AIJ también se consideran normas para el cálculo estructural de muros de concreto reforzado más complejos tipo cajón. La versión en español aquí presentada incluye las normas para los primeros cuatro tipos de estructuras señaladas arriba.

En Japón, las estructuras ordinarias de edificios, tales como construcciones de concreto reforzado, acero y acero con concreto reforzado, así como las estructuras de mampostería se diseñan con base en el Reglamento de Construcciones y el Reglamento del AIJ para dichos sistemas estructurales. En 1981, los métodos de diseño sísmico para estructuras de edificios fueron revisados drásticamente. Desde entonces, los edificios ordinarios menores que 60 m de altura total deben ser diseñados, tanto para sismos intermedios como para sismos severos, utilizando el diseño por esfuerzos permisibles y métodos de diseño por resistencia última respectivamente. A pesar de estos cambios drásticos en los métodos de diseño sísmico para estructuras de edificios, los métodos de diseño estructural para edificios de mampostería de hasta tres niveles no requieren ser diseñados contra sismos severos. Esto es por que no se ha observado durante sismos recientes y destructivos del Japón, un daño estructural significativo en edificios de mampostería correctamente diseñados y construidos.

En años recientes, se han construido en Japón edificios de mampostería con más de cuatro niveles. Entre ellos, el tipo más popular de edificios de mampostería reforzada fue desarrollado principalmente en el Instituto de Investigación en Edificios (BRI) del Ministerio de Construcción del Gobierno de Japón. Además, se está discutiendo ahora en el comité directivo para estructuras de a base de muros de concreto y de mampostería, un nuevo método de diseño para estructuras de mampostería de edificios de hasta cinco niveles como una revisión al reglamento actual del AIJ presentado en esta versión en español.

El Reglamento del AIJ para Diseño de Estructuras de Mampostería aquí presentado está basado en extensos trabajos de investigación y en muchos años de experiencia en el Japón y en otros países. Cada vez que ocurre un sismo intenso en países con alta sismicidad, se reporta un gran número de daños en edificios de mampostería. Las normas de diseño aquí presentadas, son útiles para diseñar estructuras de muros de mampostería más resistentes a sismos en dichos países. Como se mencionó anteriormente, esta versión en español incluye solamente comentarios breves haciendo énfasis en los aspectos más importantes del diseño. En la edición original en japonés se incluyen comentarios más detallados.

**Kazuo Kato**

Primer Presidente del Comité Directivo del AIJ para Estructuras de Muros de Concreto y Mampostería.

**Koji Yoshimura**

Secretario del Comité Directivo del AIJ para Estructuras de Muros de Concreto y Mampostería.

Experto de largo plazo de JICA en CENAPRED durante 1992-1993.

Profesor en la Universidad de Oita, Japón.

**Kenji Kikuchi**

Miembro del Comité Directivo del AIJ para Estructuras de Muros de Concreto y Mampostería.

Experto de largo plazo de JICA en CENAPRED durante 1993-1994.

Profesor Asociado en la Universidad de Oita, Japón.

Julio, 1994

**INSTITUTO DE ARQUITECTURA DE JAPON (AIJ) REGLAMENTO PARA  
EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA  
REFORZADA DE PIEZAS HUECAS DE CONCRETO  
(EDICION DE 1989) Y COMENTARIOS**

# **Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para el Diseño Estructural de Mampostería Reforzada de Piezas Huecas de Concreto (edición de 1989)**

## **Artículo 1. Alcance**

1.1. Este Reglamento proporciona los requerimientos para estructuras de mampostería reforzada compuesta de muros de cortante de mampostería de piezas huecas de concreto usando las piezas que se especifican en el Artículo 2. Aquí, "Muro de Cortante" se define como un muro diseñado para resistir en su plano fuerzas laterales de corte y momentos, así como cargas verticales.

1.2. En una construcción con uso diferente al de vivienda de mampostería reforzada de piezas de concreto cuya altura sea menor de 2.5 m y con un área total en planta menor de 20 m<sup>2</sup>, el espesor mínimo de un muro de mampostería puede tomarse como 12 cm independientemente de las especificaciones para espesor de muros del Artículo 6.2.

1.3. Las partes estructurales de estructuras de C/R no incluidas en estas Normas, se sujetarán a los requerimientos del AIJ para cálculos estructurales de Estructuras de Concreto Reforzado (que se denominará en adelante como Reglamento de C/R del AIJ).

1.4. Para construcciones que se hayan diseñado o basado en estudios o investigaciones especiales, y si las resistencias estructurales de la construcción prueban ser mayores o iguales que los requerimientos de este Reglamento, estas normas pueden dejar de aplicarse.

## **Artículo 2. Calidad de las piezas para mampostería, barras de refuerzo, mortero y concreto.**

2.1. Las piezas de concreto para mampostería se sujetarán a los requerimientos estipulados por el Reglamento Industrial Japonés (JIS) A 5406: "Piezas Huecas de Concreto", o en su defecto deberán tener mejor calidad que la que especifique dicha referencia.

2.2. Excepto en casos especiales, las barras de refuerzo tendrán mejores calidades que las barras corrugadas, SD295 A o SDR 295, que están especificadas en JIS G 3112: "Barras de Acero para C/R" y JIS G 3117: "Barras Producidas para C/R", respectivamente.

2.3. La resistencia de compresión a los 28 días del mortero para las juntas de mampostería y las resistencias de diseño del concreto para lechada y otros usos en la construcción, deberá ser mayor de 180 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Artículo 3. Clasificación de estructuras de mampostería de piezas huecas de concreto.**

Las estructuras de mampostería reforzada de piezas huecas de concreto, se clasifican en

3 tipos como se indica en la Tabla 1, de acuerdo a los grados de las piezas para mampostería usadas en muros de cortante.

**Tabla 1. Clasificación de estructuras de mampostería de piezas huecas de concreto.**

Tipo de Estructura	Grado de las Piezas para Mampostería Usada en Muros de Cortante
Mampostería Tipo A	Piezas Grado A especificadas por JIS A 5406, o piezas con mejores calidades que las especificadas por JIS
Mampostería Tipo B	Piezas Grado B descritas en JIS a 5406, o piezas con mejores calidades que las estipuladas por JIS
Mampostería Tipo C	Piezas Grado C descritas por JIS A 5406, o piezas cuyas calidades mejoren las estipuladas por JIS

**Artículo 4. Clasificación de estructuras de mampostería reforzada de piezas huecas de concreto.**

El número de pisos y la altura total no excederán de los valores especificados en la Tabla 2. Además, cada altura de entrepiso será menor de 3.5 m en general, y de 4 m en construcciones de un solo nivel.

**Tabla 2. Clasificación de estructuras de mampostería de piezas huecas de concreto**

Tipo de Estructura	Número Máximo de Niveles	Altura Máxima (m)
Mampostería Tipo A	2	7
Mampostería Tipo B	3	11
Mampostería Tipo C	3	11

Comentario: La altura de pretilos o parapetos será menor de 1.2 m y su altura no se considerará para calcular la altura máxima que especifica la Tabla 2.

**Artículo 5. Distribución de muros de cortante**

5.1. Los muros de cortante deberán distribuirse uniformemente en la planta del edificio de manera que no se produzcan rotaciones excesivas en el plano horizontal.

5.2. Los muros de cortante del último entrepiso deberán ubicarse sobre los del entrepiso de abajo a menos que los muros de cortante del último entrepiso sean diseñados de manera que la fuerza cortante en cada muro pueda transferirse eficientemente hacia muros inferiores a través de vigas rígidas o marcos resistentes a momentos.

5.3. Cada área en planta proyectada horizontalmente limitada por los centros de los muros de cortante y definida como "Área Dividida en Planta" será como se especifica en la Tabla 3.

**Tabla 3. Valores Máximos del Área Dividida en Planta**

Sistema Estructural de Piso y Techo	Área Máxima Dividida en Planta
Diafragmas rígidos de piso de C/R o pisos rígidos ensamblados de concreto precolado, y techos excepto losas de piso de menor calidad	60 m <sup>2</sup>
Otros sistemas de piso	45 m <sup>2</sup>

5.4. En las esquinas exteriores de la construcción, los muros de cortante deberán disponerse de manera que la proyección horizontal de éstos tenga forma de "L" o "T".

5.5. La distancia a centros entre "Muros Paralelos" no será menor de 50 veces el espesor del muro de carga que está en contacto con estos muros paralelos. Aquí, se define como "Muros Paralelos" a aquellos muros de carga dispuestos en forma paralela y unidos perpendicularmente a un muro de cortante o a un marco resistente a momento de C/R.

5.6. Para cada dirección de la construcción, la "Proporción de Muros" en cm/m<sup>2</sup> no será menor que los valores presentados en la Tabla 4, donde "Proporción de Muros" se define como la longitud total (o acumulada) de muros de cortante, dividida entre el área del nivel en el cual están ubicados dichos muros. Si hubiesen balcones en el último piso, el área de este nivel incluirá la mitad del área del balcón. Para el cálculo de la longitud de muros, todos los muros de cortante deberán cumplir con los requerimientos del Artículo 6.

En el cálculo de la longitud de un muro de cortante, si el espesor  $t$  del muro es mayor que  $t_0$  especificado en la Tabla 5, la longitud del muro podrá incrementarse en una cantidad igual a  $t/t_0$  veces. Sin embargo, en este caso, el valor de la proporción de muros calculado usando la longitud efectiva de los muros de carga (antes de incrementarse) no deberá ser menor que el valor dado en la Tabla 4 menos 3 cm/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4. Valores mínimos de la Proporción de Muros\***

Tipo de Estructura	Mínima Proporción de Muros (cm/m <sup>2</sup> )		
	Ubicación de los Muros		
	Construcción de un nivel o último entrepiso	Penúltimo entrepiso	Antepenúltimo entrepiso
Mampostería Tipo A	15	21	_____
Mampostería Tipo B	15	18	27
Mampostería Tipo C	15	18	21

\* En el cálculo de la proporción de muros, los muros de cortante con pequeñas aberturas para ventilación podrán considerarse como muros ordinarios de cortante sin abertura.

**5.7.** En el caso de una construcción sujeta a cargas vivas, muertas y/o de nieve mayores que las ordinarias, la proporción de muros indicada en la Tabla 4 deberá incrementarse adecuadamente.

**5.8.** Los muros de cortante con una longitud efectiva pequeña y que soporten altas cargas gravitacionales, deberán contar con una atención especial en cuanto a su seguridad estructural.

#### **Artículo 6. Detalles estructurales de muros de cortante**

**6.1.** La longitud de un muro de cortante deberá ser mayor de 55 cm y más de un 30% del promedio de las alturas de aberturas localizadas en ambos lados del muro de cortante. Si un muro estuviera rellenando una abertura y se espera que tenga un comportamiento estructural menor que el de los muros de cortante, la altura de este muro deberá sumarse a la altura de la abertura.

**6.2.** El espesor de un muro de cortante,  $t$ , deberá ser mayor que los valores de  $t_0$  dados en la Tabla 5. Si los muros poseen algún tipo de acabado, el espesor que ocupen los materiales de acabado deberán de excluirse del espesor del muro.

**Tabla 5. Espesor mínimo de muros de cortante**

Ubicación del Muro	Espesor mínimo del muro $t_0$ (cm)	Comentario
Construcción de un nivel o último entrepiso	15 y $h/20$	h = altura libre del muro (cm)
Penúltimo entrepiso	19 y $h/16$	
Antepenúltimo entrepiso	19 y $h/16$	

**6.3. Disposición de barras de refuerzo en muros de cortante:**

(1). El mínimo tamaño de barras y el espaciamiento de barras de refuerzo horizontal y vertical que tendrán los muros de cortante, se sujetarán a los requerimientos de la Tabla 6.

**Tabla 6. Refuerzo por cortante mínimo para muros de corte**

Ubicación del muro	Refuerzo Vertical		Refuerzo Horizontal	
	Tamaño mínimo de la barra	Espaciamiento máximo (cm)	Tamaño mínimo de la barra	Espaciamiento máximo (cm)
Construcción de un nivel o 2o. nivel en una construcción de 2 niveles	D10	80	D10	80 y $(3/4)l$
1er. nivel en una construcción de 2 niveles o 3er. nivel en una de 3 niveles	D10	40	D10	60 y $(3/4)l$
	D13	80	D13	80 y $(3/4)l$
2o. nivel en una construcción de 3 niveles	D10	40	D10	40 y $(3/4)l$
	D13	80	D13	60 y $(3/4)l$
1er. nivel en una construcción de 3 niveles	D13	40	D10	40 y $(3/4)l$
			D13	60 y $(3/4)l$

\*Si el valor de  $(3/4)l$  es menor que 60 cm, el máximo espaciamiento del refuerzo horizontal puede tomarse como 60 cm.

$l$ =Longitud efectiva del muro de cortante.

(2). La mínima cantidad de refuerzo con que se proveerán los extremos e intersecciones de muros de cortante, así como las aberturas en toda su longitud y altura, se sujetarán a los requerimientos de la Tabla 7.

**Tabla 7. Refuerzo mínimo en partes especiales de muros de cortante**

Ubicación del entrepiso	Refuerzo vertical en extremos e intersecciones* de muros de cortante			Refuerzo horizontal en toda la altura de la abertura
	$h_0 \leq 1.5m$	$1.5m < h_0 \leq 2.4m$	$2.4m < h_0$	
Construcción de un nivel o último entrepiso	1-D13	1-D13	1-D13**	1-D13
Penúltimo entrepiso	1-D16	1-D16	1-D19	1-D16
Antepenúltimo entrepiso	1-D16	1-D19	1-D19	1-D16

\* En el caso de formas cruciformes puede usarse 1-D13.

\*\* Para muros de cortante ubicados en el último entrepiso de una construcción de tres niveles, deberán proveerse con 1-D16.

[Comentarios] (1).  $h_0$  = altura de la abertura (referida en el Artículo 6.1)  
 (2). Alrededor de una abertura pequeña, deberá proveerse con el refuerzo mínimo mediante el uso de una barra D13.

**6.4.** A través de todas las juntas horizontales y verticales de muros de cortante, superficies de asiento y planos verticales entre piezas adyacentes de mampostería, deberá estar perfectamente junteado con mortero.

**6.5.** Mortero y Concreto puesto en Extremos de muros, Intersecciones de muros y Páneles de Mampostería:

(1). En toda la altura de los extremos e intersecciones de muros de cortante y a lo largo de todos los lados de aberturas dentro de muros de cortante, el concreto utilizado será colado in situ. En estos casos podrán utilizarse como cimbras, piezas de concreto con espesor de pared menor de 3 cm.

(2). El colado del concreto arriba descrito, deberá efectuarse después de construido el muro en toda la altura de entrepiso.

(3). En todas las piezas y núcleos alrededor del refuerzo del muro, así como en todas las áreas vacías a lo largo de las juntas verticales, deberá lechadearse con mortero o concreto.

## Artículo 7. Detalles estructurales de dinteles

7.1. A lo largo de la parte superior de toda abertura, se deberá contar con un dintel de concreto reforzado o un elemento estructural capaces de soportar las cargas muertas que actúen sobre dichas aberturas; a menos que sean provistas con dalas o traves de concreto reforzado.

7.2. La longitud de apoyo en ambos extremos del dintel deberá ser mayor de 20 cm y suficiente para soportar las cargas que actúen sobre el dintel.

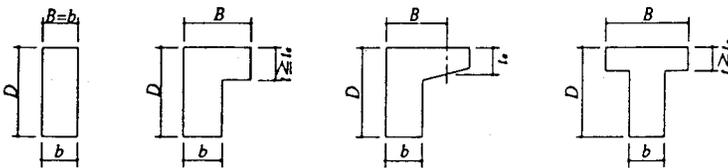
## Artículo 8. Detalles estructurales de dalas

8.1. A lo largo de toda la parte superior de un muro de cortante, deberá contarse con dalas continuas, excepto en construcciones de un nivel provistas con losas de techo de concreto reforzado.

8.2. El ancho de las dalas será de mayor de 1.5 veces el espesor de los muros de cortante, y mayor de 30 cm en casos generales excepto en construcciones de un nivel en donde será de 25 cm. Así también, el ancho de las dalas será mayor que el espesor de muros de cortante adyacentes que estén en contacto con esta viga. En suma, las dalas deberán contar con las resistencias adecuadas para soportar cargas verticales y laterales en su plano en condiciones seguras.

8.3. Las dalas que no hayan sido coladas monolíticamente con losas rígidas de piso o techo de C/R se sujetarán a los requerimientos siguientes: Estas especificaciones de diseño contribuyen a un desempeño seguro de las dalas cuando actúen cargas laterales fuera de su plano.

(1). El ancho efectivo de las dalas será mayor de 1/20 de la distancia a centros de los muros paralelos definidos en el Artículo 5.5 En el caso de que las dalas tengan sección transversal en forma de L o T como se indica en la Figura 1, el ancho del patín, cuyo espesor es mayor de 15 cm (o de 12 cm en construcciones de un nivel) puede tomarse como el ancho efectivo (Figura 1).



$B$ : Ancho efectivo de la dala

$b$ : Ancho de la dala

$D$ : Altura de la dala

$t_e$  es mayor de 15 cm o de 12 en construcciones de un nivel

Figura 1. Ancho efectivo de dalas

(2). Las dalas deberán tener un arreglo en planta tal que definan rectángulos cerrados.

(3). Las barras de refuerzo longitudinal tendrán un arreglo tal que el elemento resista de manera segura cargas laterales fuera de su plano.

8.4. Las estructuras de techo, incluyendo a las armaduras deberán ser soportadas por las dalas que deberán conectarse firmemente entre sí por medio de pernos o conectores. En caso de que sea aplicada una carga concentrada de consideración sobre un muro de cortante que no cuente con una dala en su parte superior, deberá distribuirse esta carga concentrada en toda la longitud del muro mediante una superficie o placa de carga de concreto reforzado.

#### **Artículo 9. Detalles estructurales de pisos y techos**

Las losas de piso y techo deberán ser construidas de C/R o de sistemas de piso rígidos precolados de C/R. En suma, estas losas deberán diseñarse y construirse para actuar monolíticamente con los muros de cortante y dalas para resistir las cargas de diseño.

Las losas de piso y techo en un terreno con suelo firme para construcciones de uno y dos niveles pueden ser excluidas de este Artículo.

#### **Artículo 10. Detalles estructurales de cimentaciones.**

10.1. A lo largo de la base de cada muro de cortante en el nivel de planta baja, deberán existir zapatas corridas de C/R y/o contratrabes de cimentación que sean continuas y soporten con seguridad a los muros de cortante, además de conectarlos entre sí.

10.2. el ancho de la zapata o de la contratabe debe ser mayor que el espesor de los muros de cortante.

Las 10.3. La profundidad de desplante de la zapata o contratabe deberá ser al menos de 60 cm (o de 45 cm en construcciones de un nivel), y no será menor de 1/12 de la altura total de la construcción.

10.4. Tanto las zapatas como las contratrabes deberán ser secciones doblemente reforzadas en su acero longitudinal y serán diseñadas para resistir la aplicación de fuerzas cortantes y flexión.

#### **Artículo 11. Desarrollo y traslapes del acero de refuerzo para muros de cortante**

11.1. Las longitudes de desarrollo y de traslapes para el refuerzo de los muros serán conforme a los requerimientos mínimos especificados en la Tabla 8.

**Tabla 8. Desarrollos y traslapes del acero de refuerzo en muros**

Concepto	Ubicación de los Desarrollos y Traslapes	Longitudes mínimas de Desarrollo y de Traslapes	
		Barras Corrugadas	
		Sin Gancho	Con Gancho
Desarrollo	(1) Refuerzo vertical dentro de vigas o losas de piso (2) Refuerzo horizontal dentro de muros perpendiculares (3) Refuerzo horizontal alrededor de aberturas dentro de los muros	40 <i>d</i>	30 <i>d</i>
Traslapes	Refuerzo horizontal en muros de cortante	45 <i>d</i>	35 <i>d</i>

[comentarios] (1). *d*=diámetro nominal de la barra corrugada en mm.

(2). En caso de utilizar barras de diferentes tamaños para los traslapes, el menor valor de *d* deberá usarse para determinar la longitud del traslape.

**11.2.** No se deberán usarse traslapes en el acero de refuerzo vertical ubicado en los extremos de los muros de cortante.

**11.3.** En caso de que la longitud de desarrollo del refuerzo horizontal sea insuficiente en los extremos del muro, las barras horizontales podrán fijarse a las barras verticales mediante ganchos en sus extremos.

## Artículo 12. Protección de concreto para el refuerzo

**12.1.** El recubrimiento mínimo de concreto para el refuerzo será conforme a lo especificado en la Tabla 9.

**Tabla 9. Recubrimiento mínimo de concreto**

Tipo de elemento	Recubrimiento Mínimo de Concreto
Losas de Piso y Techo	2*,**
Muro de Cortante	2 (excluyendo el espesor de las piezas de mampostería de concreto)
Trabe o dala	3*
Zapata o contratrabe de cimentación	4
Losa de Cimentación	6 (excluyendo el firme de concreto para nivelación)

[Comentarios]

\* Si no hubiera un acabado sobre la superficie de concreto que contribuya de manera efectiva a la durabilidad del mismo, deberá añadirse 1 cm mas de recubrimiento.

\*\* El recubrimiento de concreto para el extremo libre de volados de losas de C/R será de 3 cm.

12.2. Para la protección de muros de concreto expuestos a la intemperie (principalmente por el efecto de lluvias) y para contribuir a la durabilidad de la construcción, es necesario dar un tratamiento especial de impermeabilización a la superficie exterior de la construcción.

### Artículo 13. Construcción

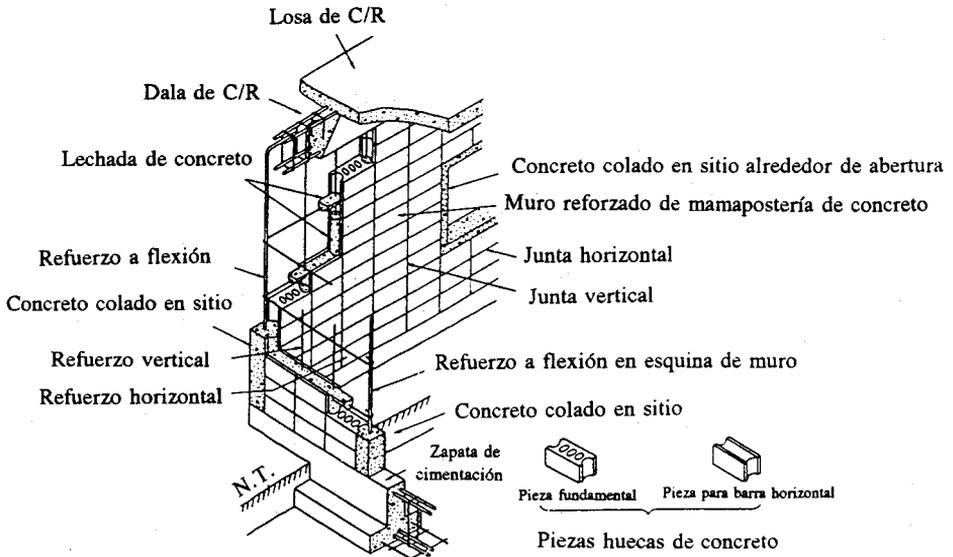
La construcción de edificios diseñados de acuerdo con este Reglamento, se basará en los requerimientos de el AIJ Especificaciones Reglamentarias Japonesas de Arquitectura para Trabajos de Concreto Reforzado (JASS5), Especificaciones Reglamentarias Japonesas de Arquitectura para Trabajos de Mampostería (JASS7) y la Guía para el Reforzamiento de Estructuras de Concreto y de Muros de Mampostería.

# Comentarios sobre las Normas del AIJ para el Diseño de Estructuras de Mampostería Reforzadas de Piezas Huecas de Concreto

## Introducción

Las estructuras de mampostería reforzada de piezas huecas son unas de las del tipo "muro", las cuales están compuestas de muros de mampostería reforzada con piezas de concreto huecas, dadas de concreto reforzado y cimentaciones como se muestra en la Figura. Las piezas de concreto de mampostería de estos muros están reforzadas con barras de acero y mortero, por lo tanto los muros de este tipo de estructura son básicamente diferentes a aquellas de mampostería sin refuerzo.

En Japón, existe otro sistema de muros de mampostería reforzados a base de piezas de mampostería de concreto totalmente lechadeadas en su interior, similar al descrito anteriormente. Sin embargo de acuerdo a este sistema estructural, las piezas de mampostería de concreto son utilizadas en lugar de piezas de mampostería huecas, las cuales se muestran en la parte inferior izquierda de la Figura, y todas las áreas huecas de las piezas de mampostería de concreto son inyectadas en su totalidad con concreto o mortero. Por el contrario, en los muros a base de piezas huecas de mampostería de concreto, presentados de aquí en adelante, se coloca mortero solo a lo largo de las celdas o en agujeros alrededor del refuerzo vertical y horizontal, por lo tanto las normas de diseño para estos dos tipos similares de sistemas de muros de mampostería se especifican por separado en el Reglamento del AIJ.



**Figura 0.** Ejemplo de una estructura de mampostería reforzada a base de piezas huecas de concreto.

Los muros de este tipo de estructura de mampostería son los llamados "muros de cortante" y se definen como aquellos muros que puede tomar tanto fuerzas verticales como horizontales. Se ha visto que adoptando este sistema de muro-mampostería, es posible obtener una mayor seguridad sísmica, si se provee a la construcción con un número adecuado de muros de cortante en planta y elevación, y un arreglo adecuado para evitar rotación en el plano.

Aun y cuando las especificaciones de diseño de estas Normas han sido establecidas para muros de mampostería con una alta resistencia sísmica, no es necesario llevar a cabo un análisis estructural complicado para el diseño y construcción de los muros.

La filosofía adoptada en estas Normas es la siguiente:

- (i) El número máximo de niveles y altura son tres y once metros respectivamente.
- (ii) Los diseños arquitectónicos y estructurales son realizados con base en modulaciones estándar de 20 cm., lo cual está determinado por el tamaño geométrico de las unidades de mampostería.
- (iii) Las fuerzas laterales consideradas son fuerzas sísmicas.
- (iv) La carga lateral tomada por el muro de cortante se asume que es proporcional a la sección transversal horizontal del muro.
- (v) Se asume que la seguridad sísmica de la estructura está garantizada por un número adecuado de muros.
- (vi) El requerimiento de refuerzo podrá hacerse sin necesidad de un cálculo, pero con base en los requerimientos mínimos.
- (vii) El análisis y diseño estructural de las vigas de cimentación, dallas y losas de piso son llevadas a cabo asumiendo que son miembros de concreto reforzado usando las Normas del AIJ para Estructuras de Concreto Reforzado.

En Japón un número grande de edificios han sido dañados durante recientes temblores destructivos, sin embargo, se ha reportado que no hubo daños sísmicos en edificios de muros de mampostería con un sistema tipo cajón como los presentados en estas normas.

El único daño observado en edificios de muros de mampostería, fue en aquellos que no fueron diseñados o construidos de acuerdo a las Normas y Especificaciones del AIJ.

### **Artículo 1. Alcance**

Todas las especificaciones de esta Norma se basan en la suposición de que las cargas gravitacionales debidas a las cargas vivas y muertas para determinar las fuerzas sísmicas de diseño son del orden de  $0.82 \text{ t/m}^2$  a  $1.35 \text{ t/m}^2$  para cada área en planta del edificio. Por esta razón los requerimientos mínimos presentados en esta Norma, tales como la mínima cantidad de muros y refuerzo, deberán ser investigados en caso de que las cargas de la construcción excedan las mencionadas.

### **Artículo 2. Calidad de las piezas de mampostería, acero de refuerzo, concreto y mortero.**

**2.1.** Con el propósito de garantizar la calidad y seguridad de las estructuras de muros de mampostería, es necesario el uso de unidades de mampostería de concreto de alta calidad, lo cual tiene que ver con su resistencia, impermeabilidad, durabilidad y precisión en el tamaño y forma de la pieza. El requerimiento mínimo de calidad para piezas huecas de concreto usadas en esta Norma se especifican en las Normas Industriales del Japón (JIS) A 5406. Algunos los requerimientos establecidos por la JIS en lo que se refiere a tamaño, forma y propiedades del material se resumen en las Tablas 2.1 a 2.3. Como se muestra en la Tabla 2.3, las piezas huecas

de concreto se clasifican en tres tipos (grado A, B y C) de acuerdo a la propiedad del material.

**Tabla 2.1. Longitud altura y ancho de las piezas huecas de concreto en JIS A 5406**

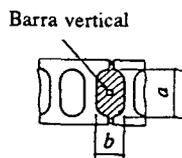
	Dimensiones			Error Permisible
	Longitud	Altura	Ancho	Longitud, Altura y Ancho
Pieza Fundamental	390	190	190 150 120 100	±2
Otras piezas	Igual que las piezas anteriores para mampostería pero con refuerzo horizontal y terminación de muros con el mismo tamaño que la pieza fundamental.			

**Tabla 2.2. Tamaño y forma en la parte hueca de las piezas de concreto en la JIS A 5406**

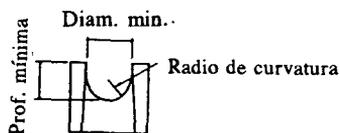
Ancho de piezas	Celdas o Area hueca					Espesor Mínimo	
	Area hueca alrededor de Barras Verticales <sup>(2)</sup>		Area hueca alrededor de barras Horizontales			Pared	Otras Partes
	Sección transversal mín. <sup>(2)</sup> (cm <sup>2</sup> )	Dimensión mín. <sup>(3)</sup> (cm)	Diámetro mín. <sup>(4)</sup> (cm)	Profundidad mín. <sup>(4)</sup> (cm)	Radio de curv. mín. <sup>(4)</sup> (cm)		
190 150	60	7	8.5	7	4.2	25	20
120	42	6	6	5	-	25	20
100	30	5	5	4	-	20	20

[Comentarios]

- (1) Area hueca formada por dos piezas adyacentes incluyendo el espesor de la junta vertical de mortero.
- (2) Area determinada como  $(a \times b)$  mostrada en la figura inferior.
- (3) El menor de los valores  $(a)$  o  $(b)$ .
- (4) Los métodos para medir se muestran en las figuras.



Pieza fundamental



Pieza de mampostería para barras horizontales

Tabla 2.3. Propiedades de piezas huecas de concreto en la JIS A 5406

Tipo	Máximo Valor de la Masa de Aire al Volumen Neto	Esfuerzo de Compresión Mínimo por Area de Sección Transversal Gruesa <sup>(1)</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> {N/cm <sup>2</sup> })
Tipo A	1.7	40 (392)
Tipo B	1.9	60 (588)
Tipo C	-	80 (785)

[Comentario] (1) El area de la sección transversal gruesa de una pieza de mampostería se define como (*longitud*) x (*ancho*), la cual es la sección transversal horizontal de una pieza incluyendo celdas y áreas huecas.

2.2. Las barras de refuerzo se limitan a barras corrugadas, y por lo tanto las barras lisas no se permiten en esta Norma. Esto es debido a las siguientes razones:

- (i) Las barras corrugadas son mas disponibles que las lisas en Japón.
- (ii) Las barras corrugadas tienen menor variación en su calidad que las lisas.
- (iii) La adherencia de las barras corrugadas es mejor que el de las lisas cuando son ahogadas en el concreto o mortero.
- (iv) Usando barras corrugadas se pueden omitir los ganchos a 180 grados.

La calidad requerida para las barras corrugadas se especifican en la JIS G 3112 y 3117. La Tabla 2.4 da un ejemplo de las propiedades mecánicas requeridas para barras corrugadas, SD295A, SD295B y SD345, las cuales se especifican en la JIS G 3112.

**Tabla 2.4. Propiedades mecánicas requeridas para barras corrugadas en la JIS G 3112**

Barra Tipo	Fuerza de Fluencia o 0.2% de Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )	Fuerza de Tensión
SD 295A	mas de 295	440-600
SD 295B	295-390	mas de 440
SD 345	345-440	mas de 490

2.3. En general, las resistencias requeridas para juntas de mortero y concreto colado se pueden obtener de manera satisfactoria si la mezcla se lleva acabo de acuerdo a las especificaciones de las Normas de Arquitectura Japonesa para Mampostería (JASS7). Por lo tanto no es necesario hacer un diseño especial de la mezcla ni ensayos de laboratorio, si el mortero y el concreto se elaboran de acuerdo a las especificaciones de la JASS7.

**Tabla 2.5 Norma para el proporcionamiento de mortero en las juntas según JASS7**

	Construcciones de Uno o Dos niveles		Construcciones de Tres niveles	
	Cemento	Agregado Fino (Arena)	Cemento	Agregado Fino (Arena)
Relación en Volumen	1	3.0	1	2.5

[Comentario] La condición normal del cemento considerada es que el peso de volumen sólido sea de 1.2 kg/l, y que el agregado fino este superficialmente seco.

**Tabla 2.6. Norma para el proporcionamiento de mortero de inyección según JASS7**

	Construcciones de Uno o Dos niveles		Construcciones de Tres niveles	
	Cemento	Agregado Fino	Cemento	Agregado Fino
Relación de Volumen	1	3.0	1	2.5

[Comentario] La condición normal del cemento considerada es que el peso de volumen sólido sea de 1.2 kg/l, y que el agregado fino este superficialmente seco.

**Tabla 2.7. Norma para el proporcionamiento de concreto de inyección según JASS7**

	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso
Relación de Volumen	1	2	2

Cabe mencionar que en las Normas de proporcionamiento presentadas en las Tablas anteriores, el esfuerzo de compresión considerado para el cemento es de 300-400 kg/cm<sup>2</sup>.

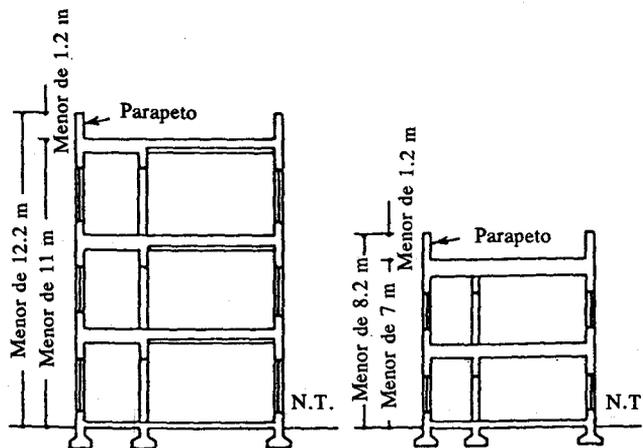
**Artículo 3. Clasificación de las estructuras de mampostería huecas de concreto**

Como se muestra en la Tabla 2.3, las piezas de mampostería huecas de concreto disponibles en el Japón se clasifican en tres tipos dependiendo de su peso y su esfuerzo a la compresión. Como resultado, el comportamiento estructural de las estructuras a base de muros de mampostería dependen, a su vez, de la diferencia en las piezas que lo componen.

En la presente Norma, las estructuras de muros de mampostería se clasifican en tres tipos como se muestra en la Tabla 1 del Artículo 3, las cuales dependen de las piezas usadas para su construcción. No está permitido usar piezas de diferente tipo en una misma construcción.

**Artículo 4. Medidas de estructuras de mampostería a base de piezas de concreto huecas reforzadas**

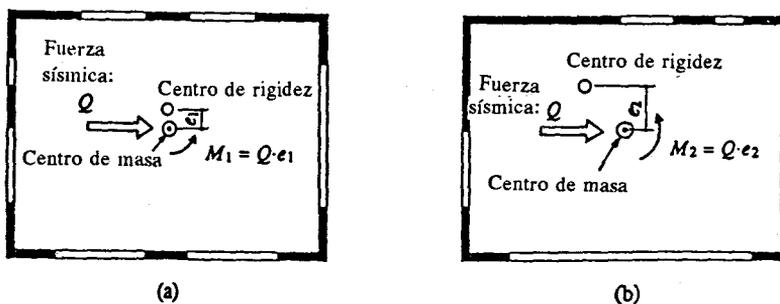
Los tamaños de las construcciones de mampostería especificados en esta Norma dependen de las piezas usadas para su construcción. La Figura 4.1 muestra un ejemplo de los tamaños de una construcción especificada en la presente Norma.



**Figura 4.1 Ejemplos ilustrativos del tamaño de construcciones de mampostería**

## Artículo 5. Disposición de muros de cortante

5.1. Aunque en una construcción de mampostería tipo cajón exista una gran cantidad de muros de cortante, es de esperarse que por una rotación excesiva en planta causada por una distribución o arreglo excéntrico de muros de cortante, algunos muros en particular fallen antes que otros. En las Figuras 5.1(a) y 5.1(b) se muestran dos ejemplos de distribución de muros de cortante en planta. En la Figura 5.1(a) todos los muros de cortante son sensiblemente simétricos en ambas direcciones de la construcción. De acuerdo con esto, la excentricidad entre el centro de masa y el de rigidez llega a ser muy pequeña, de esta manera, no se espera que se genere una rotación significativa del edificio durante un sismo. Por el contrario, si los muros carecen de un arreglo bien balanceado como se muestra en la Figura 5.1(b), entonces la excentricidad llega a ser prominente y se induce en el edificio un movimiento de torsión grande por las fuerzas sísmicas que actúan en cada nivel, lo cual es desfavorable para las estructuras tipo muro.

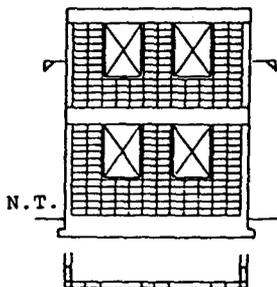


$$M_1 < M_2$$

Figura 5.1. Momento torsional debido a excentricidades en planta

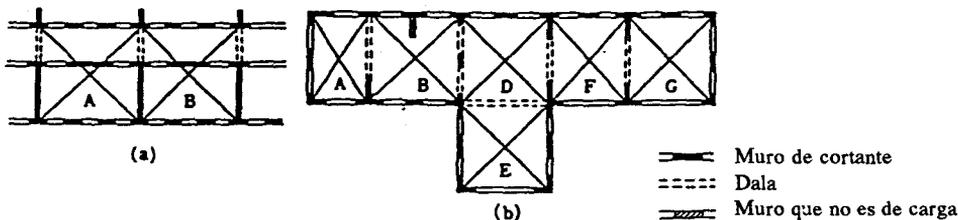
5.2. Cuando un muro ubicado en el último entrepiso está sujeto a fuerzas cortantes laterales en su plano durante un sismo, en la parte inferior se induce generalmente un momento flexionante. Este momento flector es tomado generalmente por la resistencia a tensión del refuerzo ubicado en un extremo del muro y la resistencia a compresión de las piezas de mampostería en el otro extremo del muro. En el caso en que una dala esbelta soporte la parte inferior de un muro del entrepiso siguiente, y si no hubiera ningún muro debajo de esta dala, el muro no podrá desarrollar su capacidad de flexión ni de cortante. Para que se desarrolle la capacidad de carga de un muro de entrepisos superiores, y para transmitir el momento flexionante sísmico en el plano hacia la cimentación de la construcción, es necesario que los muros de cortante de entrepisos superiores estén alineados verticalmente con respecto al muro

de cortante del primer entrepiso que será continuo a lo largo de toda la cimentación como se muestra en la Figura 5.2.



**Figura 5.2. Ejemplo de una distribución recomendada en elevación de muros de cortante**

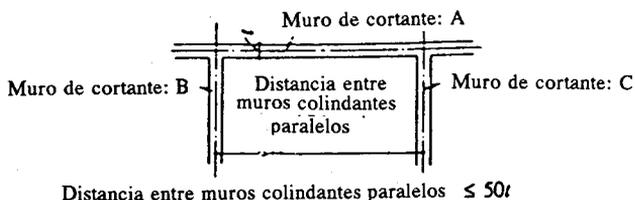
5.3. El objetivo de las especificaciones del "Area Dividida en Planta" es distribuir a los muros de cortante uniformemente en toda la planta y garantizar la seguridad sísmica de toda la construcción. Con la limitación del área dividida en planta, la excentricidad de los muros puede prevenirse y las fuerzas cortantes inducidas en los muros pueden ser equilibradas aún y cuando se proyecte una construcción con una elevada área total en planta. La definición y el método de cálculo para el área dividida en planta se ilustran brevemente en la Figura 5.3.



**Figura 5.3. Definición y método de cálculo del "Area Dividida en Planta"**

5.4. En sistemas estructurales a base de muros tipo cajón como los presentados en esta Norma, es favorable proveer de un arreglo de muros tipo L ó T en las esquinas exteriores de la construcción, debido a que se incrementa considerablemente la resistencia a movimientos por torsión. Si no es posible llevar acabo lo anterior debido a la presencia de ventanas, es necesario diseñar la construcción de tal forma que la excentricidad entre el centro de masa y el de rigideces sea la menor posible.

5.5. La definición de la distancia entre "Muros Colindantes Paralelos" se ilustra en la Figura 5.4. Esta condición es para prevenir que el muro quede fuera del plano de deformación cuando es sujeto a fuerzas laterales en esa dirección.



**Figura 5.4. Definición de la distancia entre "Muros Colindantes Paralelos"**

5.6. Para determinar los requerimientos de los valores mínimos de "Proporción de muros", deberán de tomarse en cuenta las siguientes condiciones.

- (i) Los edificios considerados son residenciales o departamentos, los cuales tienen un arreglo adecuado de muros.
- (ii) La "Proporción de muros" está dada para cada piso y tipo de edificio.
- (iii) Los requerimientos mínimos de "Proporción de muros" están determinados de tal manera que el esfuerzo medio en muros no exceda el permisible.
- (iv) Las fuerzas laterales de diseño consideradas son solo aquellas generadas por temblores.

### ANTECEDENTES PARA LA CONDICION DE PROPORCION DE MUROS REQUERIDA

En seguida se presentan los antecedentes de la Proporción de muros y como obtenerla

**Principios usados para determinar la relación de muros:**

- (i) La relación de muros se determina de tal forma que el esfuerzo cortante medio que actúa en el muro de cortante es menor al permisible en muros de mampostería.
- (ii) La fuerza lateral soportada por un muro de cortante se supone proporcional al área de la sección transversal del muro.

#### Procedimiento de cálculo de la relación de muros

(1).Esfuerzo cortante permisible en el muro de cortante:

Los esfuerzos de compresión permisibles en muros de mampostería están dados por la siguiente ecuación;

$$f_{cw} = f_{cb} \times (\text{factor de mampostería}) / FS \quad (5.1)$$

donde

$f_{cw}$  = esfuerzo permisible en un muro de mampostería en kg/cm<sup>2</sup>

$f_{cb}$  = fuerza de compresión de piezas huecas de concreto, dadas en la tabla 5.1, las cuales son valores mínimos especificados en JIS A 5406.

factor de mampostería = factor de reducción de resistencia debido a la presencia de juntas de mortero, se toma un valor de 0.5 para todo tipo de piezas de mampostería.

FS = factor de seguridad de diseño.

= 3.0 para cargas de larga duración.

= 1.5 para cargas de poca duración, por ejemplo una fuerza sísmica.

El esfuerzo cortante permisible en un muro de mampostería se determina como:

$$f_{sw} = f_{cw} / 10 \quad (5.2)$$

en donde  $f_{sw}$  representa el esfuerzo cortante permisible del muro de mampostería en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Todas las fuerzas y esfuerzos de compresión para muros de mampostería se muestran en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Resistencia a compresión para piezas y esfuerzos permisibles en muros de cortante**

Tipo de Pieza	Fuerza de Compresión de Piezas de Mampostería por Area Gruesa de Sección Transversal $f_c$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )		Esfuerzo Permisible (Para Cargas de Larga Duración) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )		Esfuerzo Permisible (Para Cargas de Corta Duración) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	
	En condición Húmeda (Valor mínimo)	En condición Seca (Valor prom.)	Compresión $f_{cw}$	Cortante $f_{sw}$	Compresión $f_{cw}$	Cortante $f_{sw}$
Tipo A	40	50	8.5	0.85	17	1.7
Tipo B	60	70	11.5	1.15	23	2.3
Tipo C	80	90	15.0	1.50	30	3.0

(2). Fuerzas gravitacionales consideradas para calcular fuerzas sísmicas de diseño:

En la determinación de la proporción de muros, las cargas gravitacionales usadas para calcular las fuerzas sísmicas de diseño consideran el tipo de piezas de mampostería, el espesor y proporción de muros de mampostería, número de pisos y uso del edificio. Algunos de los resultados de cálculo se dan en la Tabla 5.2, los cuales son el peso total de la Construcción por unidad de area del primer nivel tomada para el cálculo de fuerzas sísmicas.

Tabla 5.2. Peso total del edificio supuesto por unidad de area del primer nivel (kg/cm<sup>2</sup>)

Tipo de Construcción	Construcción de Un nivel	Construcción de Dos niveles	Construcción de Tres niveles
Tipo A	820-1100	1830-2500	-
Tipo B	840-1150	1890-2590	2870-4030
Tipo C	840-1160	1900-2610	2917-4050

(3). Los cortantes laterales de piso causados por las fuerzas sísmicas de diseño se determinan de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Japón (BSL). De acuerdo al BSL, el cortante lateral en el *i*-ésimo piso está dado por;

$$Q_i = W_i C_i = W_i Z R_t A_i C_o \quad (5.3)$$

donde

$Q_i$  = fuerza de corte lateral en el *i*-ésimo piso en kg.

$W_i$  = fuerza de gravedad total para el cálculo de la fuerza de diseño sísmico, la cual es soportada los muros de cortante en el *i*-ésimo piso (en kg).

$C_i = Z R_t A_i C_o$

= coeficiente sísmico de corte en el *i*-ésimo piso.

$Z$  = factor de zonificación, de aquí en adelante se asume  $Z = 1.0$ ,

$R_t$  = factor determinado por las características de vibración del edificio, se supone  $R_t = 1.0$

$A_i$  = factor de distribución de los cortantes sísmicos a lo largo de la altura del edificio

dado por  $A_i = 1 + (1/\sqrt{\alpha_i} - \alpha_i) \cdot 2T/(1 + 3T)$

$\alpha_i = W_i/W_1$

$T$  = periodo fundamental del edificio

$C_o$  = coeficiente de cortante normalizado,  $C_o = 0.2$  para diseño por esfuerzos permisibles.

(4). Los esfuerzos cortantes de diseño en el muro de cortante generados por las fuerzas sísmicas están dados por;

$$\tau_D = \frac{Q_i}{L_i(\text{area del } i\text{-ésimo piso})t} \alpha$$

donde

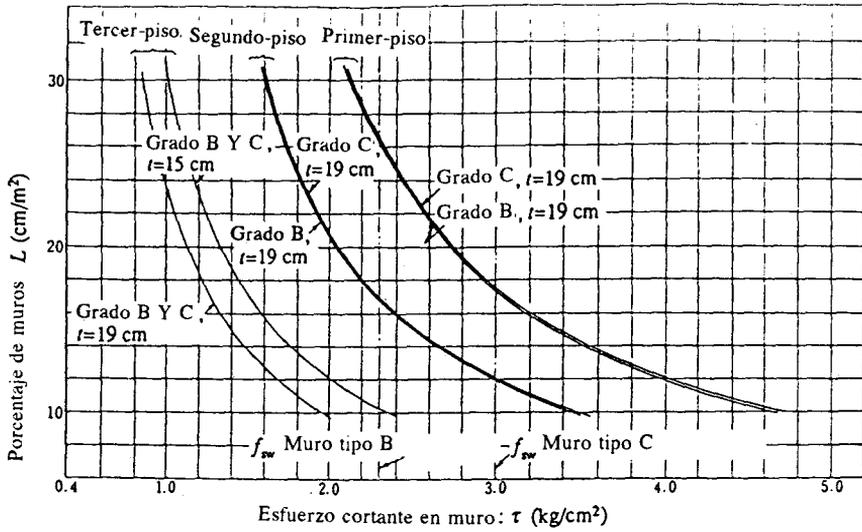
$\tau_D$  = esfuerzo cortante sísmico de diseño tomado por el muro de cortante del *i*-ésimo piso en kg/cm<sup>2</sup>

$L_i$  = porcentaje de muros en el i-ésimo piso en  $\text{cm/m}^2$   
 $t$  = espesor del muro de cortante en el i-ésimo piso en cm  
= factor de concentración, se toma = 1.5

(5). La proporción de muros se puede calcular como:

$$\tau_D \leq f_{sw} \text{ (para cargas de corta duración señaladas en la Tabla 5.1)}$$

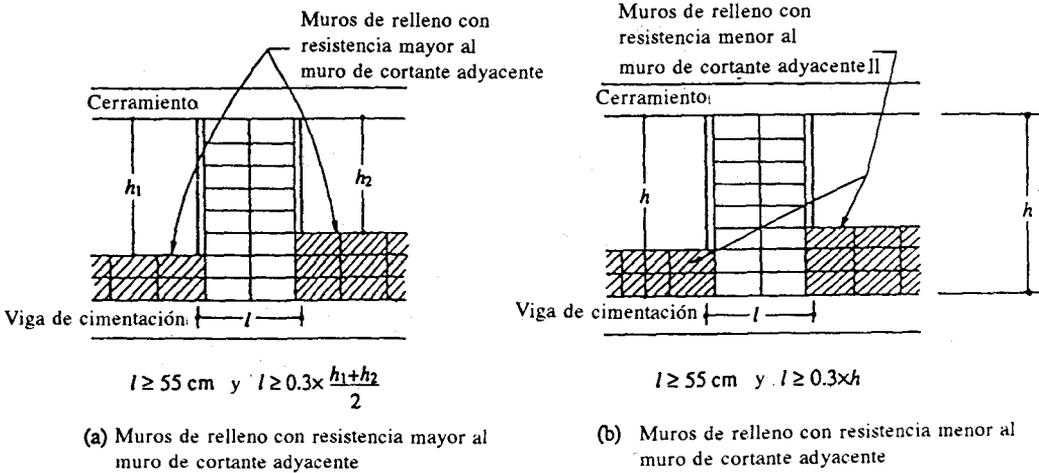
La Figura 5.5 representa una relación entre la proporción de muros requeridos y el esfuerzo cortante promedio que ocurre en el primero, segundo y tercer piso de una construcción de muros de mampostería de tres niveles.



**Figura 5.5. Relación entre porcentaje de muros y esfuerzo cortante promedio en muro de corte (para el caso de construcciones de tres niveles).**

**Artículo 6. Detalles estructurales para muros de cortante**

**6.1. Definición de la longitud de muro de cortante,  $l$ , la cual es determinante para resistir fuerzas sísmicas como se muestra en la figura 5.5.**



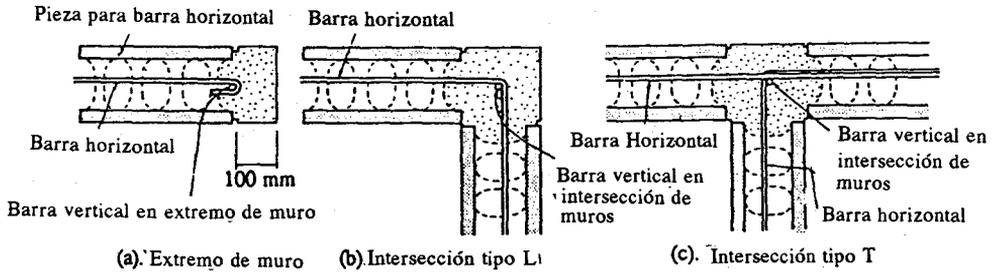
**Figura 6.1. Longitud efectiva mínima requerida para muros de cortante.**

Se sabe de daños debidos a sismos, que los muros de mampostería sin refuerzo de acero no tienen la suficiente resistencia sísmica y se espera una falla frágil durante un sismo. Con el propósito de diseñar los muros de mampostería con una resistencia y deformación suficiente ante

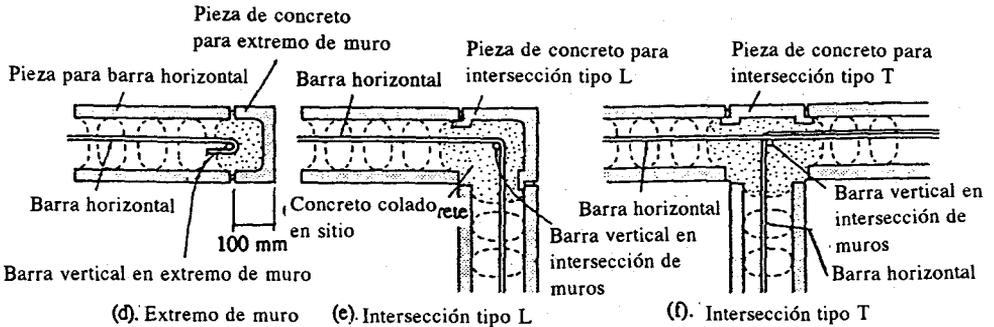
temblores, las piezas de mampostería alojadas en los muros deberán ser reforzadas con una cantidad adecuada de acero y coladas en sitio con concreto.

6.3. Dado que los muros de cortante deben ser diseñados para resistir en plano fuerzas de corte y momento a la vez que fuerzas de compresión verticales, tanto el refuerzo por flexión como por cortante deberán ser provistos en los muros. En lo que se refiere a refuerzo por flexión, un cantidad aparentemente alta se requiere como se establece en este artículo en el extremo de cada muro de cortante. En adición una cantidad suficiente de concreto deberá ser colada a lo largo de este refuerzo de orilla, de tal forma que estas barras de refuerzo a flexión actúen monolíticamente con las piezas de mampostería localizadas en las orillas del muro.

6.5. Si en las intersecciones de muros se construyen formas L o T de manera cuatrapeada, es de esperarse que ocurra agrietamiento a lo largo de la junta vertical no solo debido a un sismo sino a la vibración generada por tráfico y a deformaciones causadas por contracciones y expansiones. Con el propósito de prevenir que la intersección de muros se agriete, las juntas tipo L y T al igual que cualquier extremo de muro deben ser construídas colándolas en sitio como se muestra en la Figura 6.2 en la cual piezas de concreto de forma apropiada son empleadas en lugar de las ordinarias en construcciones reforzadas.



Caso: Concreto colado en sitio



In Caso: Uso de piezas de concreto units

Figura 6.2. Detalles recomendados en intersecciones de muros

## ANTECEDENTES SOBRE LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS DE REFUERZO PARA CORTANTE Y FLEXION

### Papel del refuerzo en un muro de cortante:

La Figura 6.3 muestra una ilustración esquemática de fuerza cortante contra desplazamiento de muros de mampostería con y sin refuerzo. En la figura, (a) y (b) representan el caso de muros que fallaron por flexión, y (c) y (d) el de falla por cortante.

En el caso de muros de mampostería sin refuerzo, los muros de cortante generalmente presentan una falla frágil después de que se ha iniciado el agrietamiento por cortante en el muro como se muestra en las Figuras 6.3(a) y (c). Por el contrario, si se tiene refuerzo, tanto la propagación de grietas como su apertura son restringidas por el refuerzo, dando lugar a que el muro desarrolle una mayor resistencia y deformabilidad como se muestra en las Figuras 6.3(b) y (d). Dado que las áreas sombreadas en las curvas fuerza-desplazamiento de la Figura 6.3(a) a la (d) representan la capacidad de absorción de energía de cada muro, se infiere que la cantidad de refuerzo en los muros magnifica el comportamiento sísmico de los muros de cortante de mampostería. Ello implica que los muros de mampostería pueden ser diseñados y construidos de tal forma que se vuelvan sistemas estructurales resistentes a sismos, si un adecuado refuerzo es proporcionado en el muro.

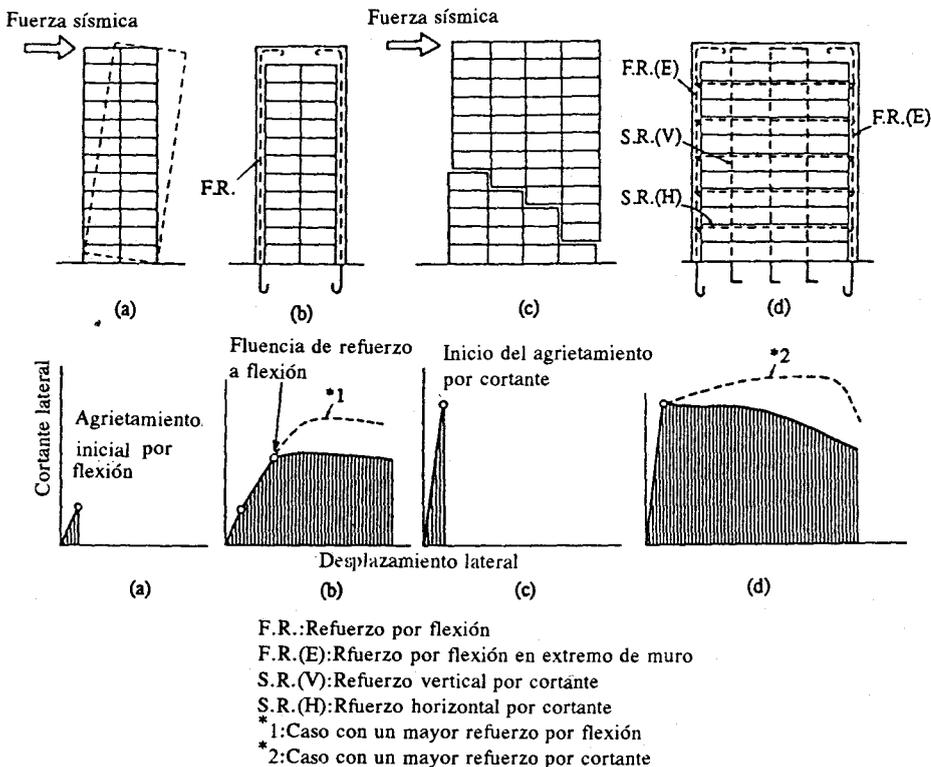
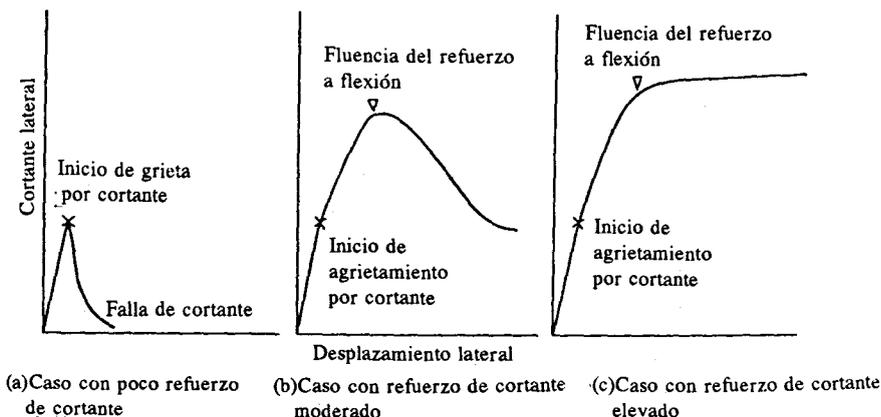


Figura 6.3. Resistencia y deformación de muros de mampostería con y sin refuerzo

La Figura 6.4 muestra otra ilustración esquemática de fuerza cortante contra desplazamiento de muros de cortante, en los cuales el refuerzo (vertical y horizontal) en muros es (a) bajo, (b) moderado, (c) alto, respectivamente. De estas tres figuras se nota, que los cortantes laterales ocurridos al inicio del agrietamiento por corte no son afectados considerablemente por la cantidad de refuerzo en el muro, sin embargo, la resistencia última y la capacidad de deformación del muro de cortante si es modificada grandemente con la cuantía de refuerzo en el muro. Esto implica que aunque dos construcciones diferentes tengan el mismo porcentaje de muros, un comportamiento sísmico diferente se espera de ellos de acuerdo a la cuantía de refuerzo de sus muros. De los resultados se puede diseñar muros de mampostería de cortante con una alta resistencia sísmica y deformabilidad, si es suministrado un adecuado refuerzo en los extremos del muro y además el refuerzo a cortante es mayor que el correspondiente al requerido a flexión.



**Figura 6.4. Efecto de la cuantía de refuerzo para cortante sobre la resistencia y deformabilidad de un muro de cortante**

### Principios para determinar el refuerzo de cortante requerido

Los siguientes dos principios son usados para determinar los requerimientos mínimos para refuerzo por cortante;

(i) No se permite que ocurra ninguna grieta por cortante en el muro de mampostería. Esto se puede lograr satisfaciendo la Ec.(5.5).

(ii) La cantidad mínima de refuerzo por cortante se determina para resistir por lo menos la fuerza lateral de cortante, la cual es causada por el efecto de la fuerza sísmica de diseño con el coeficiente de cortante basal,  $C_o=0.2$ .

### Procedimiento para determinar el refuerzo por cortante en muros

- (1) El esfuerzo promedio por cortante, que ocurre en un muro está dado por la Ec.(5.4).
- (2) Dado que el esfuerzo por cortante dado por la Ec(5.4) debe ser resistido por el refuerzo a corte del muro, la cantidad de varillas de refuerzo pueden determinarse como sigue;

$$p_s f_t > \tau_D \quad (6.1)$$

$$\text{donde } p_s = a_h / (x t) \quad (6.2)$$

$a_h$  = area de la sección transversal de una varilla de refuerzo en  $\text{cm}^2$ ,

$x$  = espaciamiento del refuerzo horizontal en cm,

$f_t$  = esfuerzo de tensión permisible en el refuerzo de cortante para cargas de corta duración en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; el valor mas bajo de la fuerza de fluencia requerida dada en la Tabla 2.4 puede ser usada.

$\tau_D$  = esfuerzo de corte promedio de diseño en muro de cortante dado por la Ec.(5.4)

Sustituyendo las Ecs.(5.4) y (6.2) en la Ec. (6.1), se puede obtener el espaciamiento máximo requerido para refuerzo por cortante. El resultado se da a continuación:

$$x = \frac{a_h f_t}{\frac{Q^i \alpha}{L_i (\text{area en planta del } i\text{-ésimo piso})}} \quad (6.3)$$

(3). La figura 6.5 muestra la relación entre el espaciamiento máximo de varillas de refuerzo para cortante y esfuerzo cortante en muros de cortante.

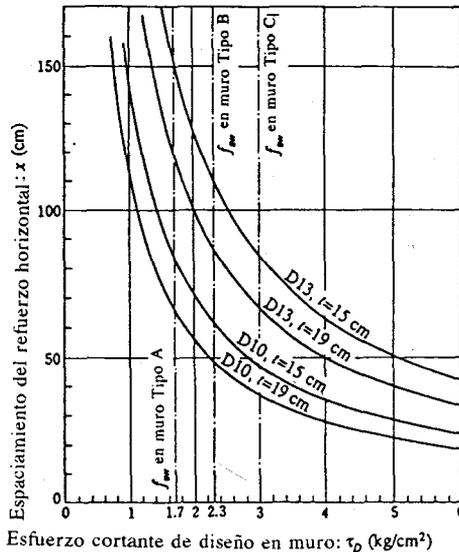


Figura 6.5. Espaciamiento máximo del refuerzo a cortante contra esfuerzo cortante de diseño en muros

(4). La cantidad de refuerzo horizontal se puede determinar usando la Figura 6.5 o la Ec.(6.3). En la Tabla 6.1 se especifica el espaciamiento máximo de las varillas horizontales en caso de que se utilicen dos varillas de diferente tamaño.

**Tabla 6.1. Cantidad de refuerzo horizontal requerido y esfuerzos cortantes en muros debidos a porcentajes de muros especificados**

Tipo de Pieza	Espesor de Muro (cm)	Construcción de Un Piso	Construcción de Dos Pisos		Construcción de Tres Pisos		
			1 <sup>er</sup> Piso	2 <sup>o</sup> Piso	1 <sup>er</sup> Piso	2 <sup>o</sup> Piso	3 <sup>er</sup> Piso
Tipo A	15	1.16 122(D10)	-	1.39 102(D10)	-	-	-
	19	0.98 114(D10)	1.64 68(D10) 122(D10)	1.17 95(D10)	-	-	-
Tipo B	15	1.20 118(D10)	-	1.44 98(D10)	-	-	1.68 84(D10)
	19	1.01 110(D10)	1.90 59(D10)	1.20 93(D10)	2.26 49(D10) 88(D13)	2.21 50(D10) 90(D13)	1.40 80(D10) 143(D13)
Tipo C	15	1.22 116(D10)	-	1.45 97(D10)	-	-	1.69 84(D10)
	19	1.01 110(D10)	1.92 58(D10) 104(D13)	1.23 91(D10)	2.66 42(D10) 75(D13)	2.22 50(D10) 90(D13)	1.42 78(D10) 141(D13)

Comentarios:

(1). Los números góticos representan el cortante promedio que se genera en los muros de cortante cuando cada piso con su porcentaje de muros especificado es sujeto a la fuerza sísmica de diseño.

(2). Los números Romanos son el espaciamiento máximo requerido para cada barra horizontal de refuerzo con su diámetro mostrado en paréntesis.

(5). Considerando el módulo estándar (20cm) de piezas de mampostería huecas, se determinó la cantidad requerida de refuerzo horizontal.

(6). El refuerzo vertical resiste además de acciones de cortante en los muros de flexión, debido a momentos tanto fuera como dentro del plano del muro. Además el refuerzo vertical es muy importante para integrar muros y los miembros horizontales reforzados. En principio se recomienda que las varillas de refuerzo vertical cada 40 cm. Sin embargo en la presente Norma, el refuerzo vertical requerido se especifica en igual cantidad que el horizontal.

### Requerimiento mínimo de refuerzo para flexión:

El requerimiento mínimo de refuerzo para flexión en muros se determina con base en los siguientes principios:

(i). La cantidad de refuerzo a flexión requerida en extremos de muros se basa en el diseño por resistencia para cargas sísmicas.

(ii). Los momentos flexionantes de diseño (o momentos resistentes) que ocurren en la parte superior e inferior de muros de cortante, pueden calcularse remplazando el muro por una columna.

(iii). En esta etapa, el punto de inflexión de la deformación debida a flexión se supone localizado a la altura media del muro de cortante.

(iv). La cantidad requerida de refuerzo a flexión se determina de tal forma que el esfuerzo de tensión que se produce en el refuerzo sea menor que el permitido.

### Procedimiento para determinar el refuerzo a flexión en muros de cortante:

(1). La fuerza lateral de cortante a la que está sujeto un muro de cortante está dada por:

$$Q_w = \tau_D t l \quad (6.4)$$

donde  $Q_w$  = fuerza cortante de diseño en el muro,

$\tau_D$  = esfuerzo cortante promedio de diseño en el muro dado por Ec. (5.4),

$t$  = espesor de muro de cortante,

$l$  = longitud efectiva de muro de cortante.

(2). El momento flexionante de diseño en el muro,  $M_w$ , puede estar dado por;

$$M_w = Q_w h/2 \quad (6.5)$$

donde  $h$  representa la altura del muro de cortante.

(3). La capacidad a momento flexionante del muro de cortante,  $M_{al}$ ; el cual se determina através del refuerzo de flexión a tensión, está dado por;

$$M_{al} = a_t f_t j \quad (6.6)$$

donde

$a_t$  = área de la sección transversal del refuerzo a flexión de un extremo del muro,

$f_t$  = esfuerzo permisible de tensión en varilla de refuerzo,

$j = (7/8)d$

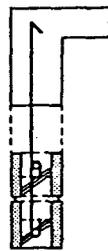
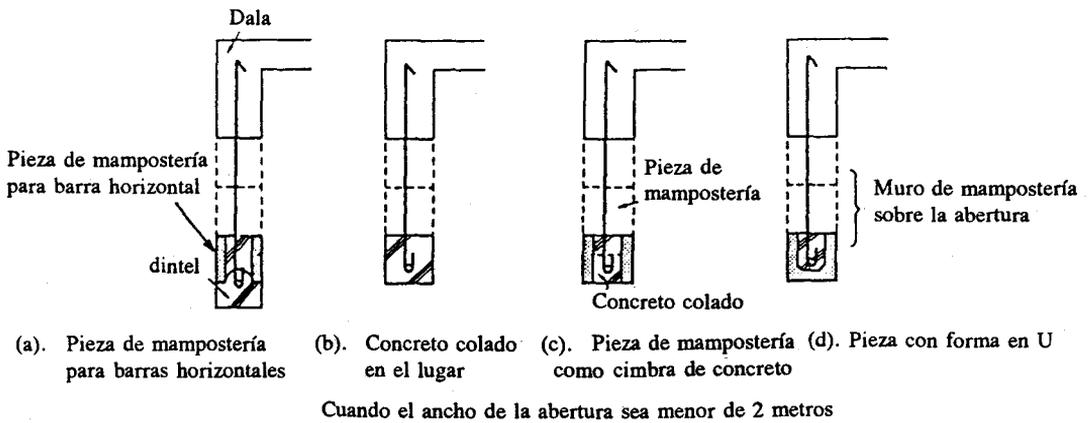
$d$  = longitud efectiva (o profundidad) del muro de cortante, la cual es la distancia entre el extremo de la fibra a compresión y a tensión de la varilla de refuerzo en el muro de cortante.

(4). La cantidad de refuerzo requerido para flexión se determinó de;

$$M_w \text{ en Ec. (6.5)} < M_{al} \text{ en Ec. (6.6)} \quad (6.7)$$

### Artículo 7. Detalles estructurales de cerramientos

Para casos en que una abertura es menor a 2 metros, los métodos de diseño mostrados en la Figura 7.1 son recomendables para cerramientos localizados en la parte superior de la abertura. Para anchos mayores, la profundidad del cerramiento debe ser incrementada como se muestra en la Figura 7.2. En cualquier caso, el refuerzo debe ser determinado a través de cálculos estructurales considerando el cerramiento simplemente apoyado.



(e). Pieza de mampostería como cimbra de concreto

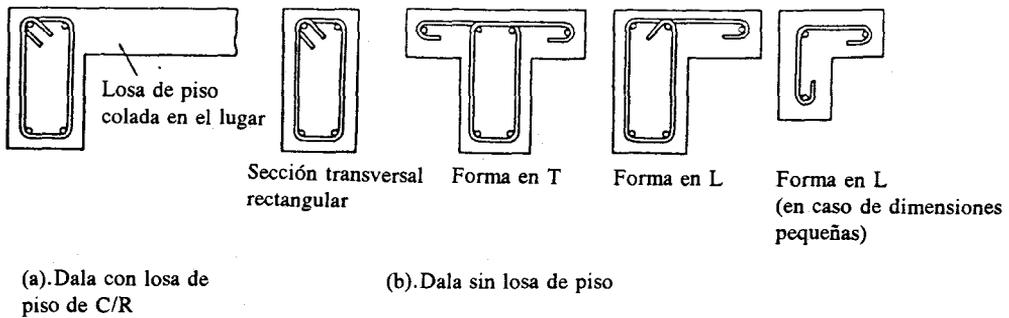
Quando el ancho de la abertura sea mayor de 2 metros

Figura 7.1. Secciones recomendadas para cerramientos

## Artículo 8. Detalles estructurales de dalas

**8.1.** Para la integración de los muros de mampostería y para garantizar su seguridad estructural como un sistema de muros del tipo cajón, es necesario proveerlos de dalas de C/R a lo largo de la parte superior de cada muro de cortante así como de vigas de cimentación de C/R ubicadas a lo largo de la parte inferior de los muros de cortante de la planta baja. Esas dalas y vigas de cimentación de C/R se deben proporcionar en forma continua a lo largo de la parte superior e inferior de todos los muros de cortante de tal manera que se creen formas rectangulares en elevación.

**8.2.** Las dalas serán diseñadas para cargas gravitatorias y fuerzas laterales. El peralte de cada dala debe ser determinado por el análisis estructural considerando la condición de apoyo de los extremos de la viga. Ya que las dalas localizadas en la parte superior de las aberturas están sujetas a fuerzas en el plano del muro considerablemente grandes, el refuerzo longitudinal y transversal requerido en esta zona debe ser determinado en base a los conceptos fundamentales del concreto reforzado. Algunos ejemplos de dalas recomendadas se muestran en la figura 8.1.



**Figura 8.1.** Ejemplos de detalles en secciones transversales de dalas

El cálculo estructural de las dalas deberá ser realizado para las siguientes combinaciones de cargas:

- (i). Cargas gravitatorias debido a carga muerta más carga viva.
- (ii). Cargas gravitatorias más fuerza sísmica en el plano del muro.
- (iii). Fuerza sísmica fuera del plano del muro.

**8.3.** En el caso en que no existan losas de C/R que funcionen como diafragmas rígidos en los niveles de piso o techo, debido a que las estructuras de piso son construidas a base de miembros de madera o de concreto prefabricado, las dalas deben formar rectángulos cerrados en el plano horizontal. Estos marcos horizontales deberán ser conectados firmemente con los muros de cortante adyacentes, y deben estar diseñados para resistir las fuerzas sísmicas laterales fuera del plano del muro. Además de los anterior, estos marcos horizontales deberán ser diseñados con conexiones rígidas en la zona correspondiente a la intercección de muros.

## METODO DE DISEÑO DE DALAS

Debido a que las dalas de C/R y las vigas de zapatas deben ser diseñadas basándose en el análisis estructural, el método de diseño para dalas se presenta brevemente aquí. Las dalas usualmente están sujetas a flexión y cortante causados por las cargas gravitatorias. Sumado a esto, deben ser diseñadas para resistir flexión y cortante en el plano del muro durante un sismo. Cuando no hay un diafragma rígido de piso en el plano horizontal de la parte superior de los muros de cortante, entonces se deben diseñar también para resistir fuerzas sísmicas fuera del plano del muro, actuando perpendicularmente a él.

### (1). Método de diseño para cargas gravitatorias:

El diseño para cargas gravitatorias deberá calcularse con base en el Reglamento de Construcciones (BSL). En las cargas a largo plazo se incluye el peso propio de las dalas, muros de cortante, muros divisorios y losas de piso. Se agregarán las cargas vivas especificadas en el BSL que deberán ser tomadas en consideración. Las condiciones de apoyo en los extremos de cada dala deben ser determinadas considerando la ubicación de las mismas y los detalles de conexión entre éstas y el (o los) muro(s) adyacente(s). En el caso de las vigas mostradas en la Figura 8.2(a), se tiene una longitud adecuada entre dala y muro o muros de cortante para considerar las condiciones de apoyo como empotramientos. En el caso de que la longitud de la conexión entre muro de cortante y dala sea pequeña, se adoptará una unión articulada o semirígida. Aun cuando se adopte un apoyo empotrado en el análisis estructural, la longitud del claro de la dala debe determinarse considerando la presencia de una zona rígida localizada en la conexión. Uno de los ejemplos de cómo determinar la longitud del claro de la dala se muestra en la Figura 8.2(b), donde la longitud del claro es calculada como  $(l+D/2)$ . Además, los diagramas de momentos de las dalas ubicadas en niveles de piso o techo ordinarios están ilustrados en la Figura 8.2(c).

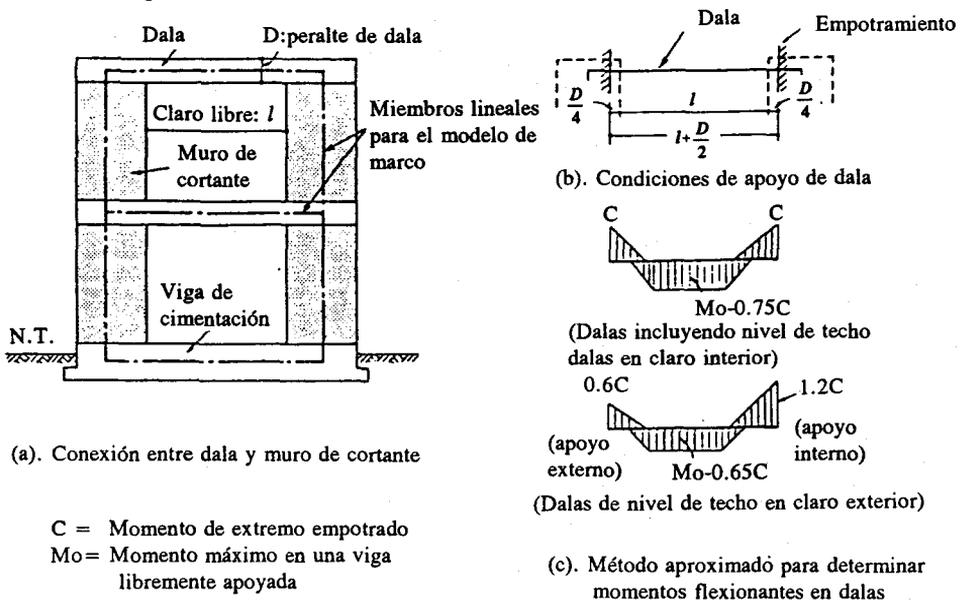
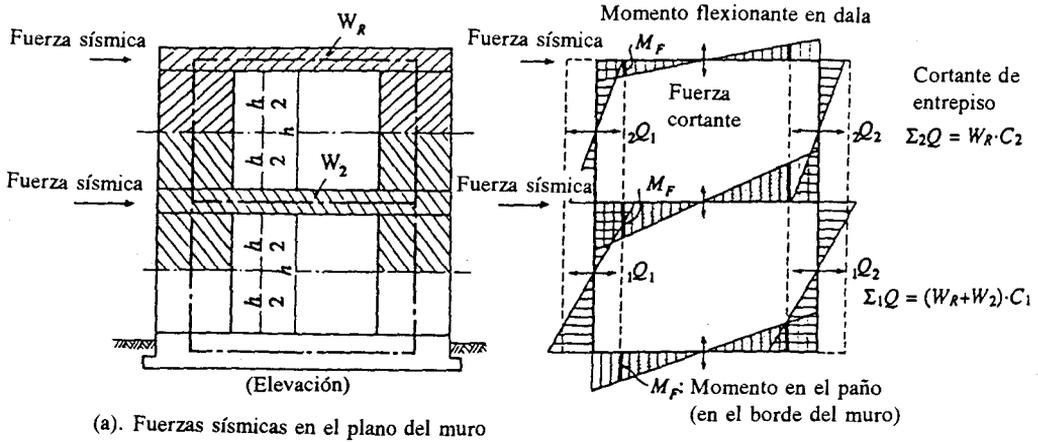


Figura 8.2. Condiciones de apoyo y momentos flexionantes debidos a cargas gravitatorias

(2). Método de diseño para fuerzas sísmicas:

Cuando el muro de cortante está sujeto a fuerzas laterales en su plano, los momentos de flexión que se presentan en la parte superior e inferior del muro de cortante deben ser resistidos por las dalas con las que se conecta. En la Figura 8.3 se muestra uno de los ejemplos de flexión en el plano del muro y fuerzas de cortante en dalas y muros, que son causadas por fuerzas sísmicas. Nuevamente los muros de cortante y dalas son reemplazados por miembros lineales como se muestra en la Figura 8.3(a).



(b). Momento flexionante y fuerza cortante en dala

Figura 8.3. Fuerzas sísmicas en el plano del muro y fuerzas resultantes en dalas y muros de cortante

Cuando en los niveles de piso o techo no existe una losa de C/R como diafragma rígido, las dalas deben ser diseñadas para resistir fuerzas sísmicas fuera del plano del muro así como las fuerzas antes mencionadas. En este caso, es necesario calcular las fuerzas de diseño requeridas considerando los pesos propios de las dalas, muros conectados y estructuras de piso. Un ejemplo de dalas sujetas a fuerza sísmica fuera del plano del muro está dado en la Figura 8.4, en la cual las dalas están soportadas firmemente por los muros perpendiculares.

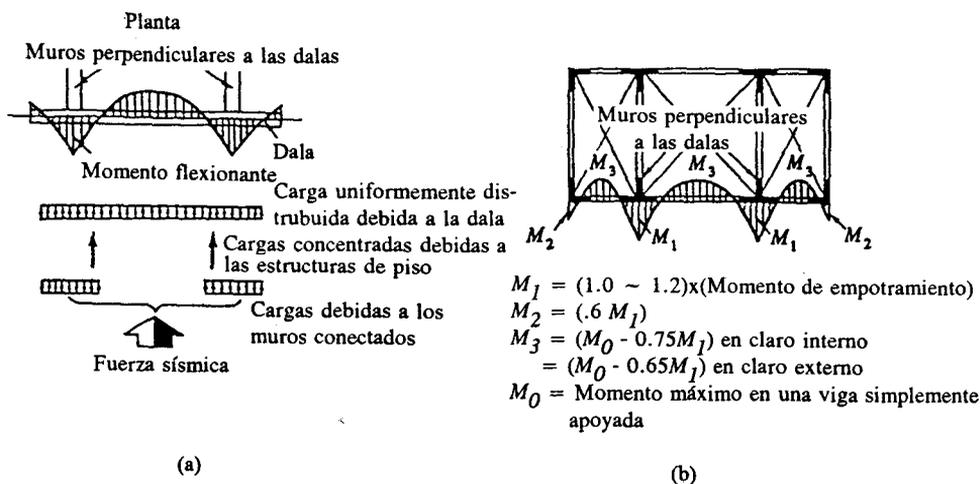


Figura 8.4. Fuerzas sísmicas fuera del plano del muro y momentos flexionantes inducidos en las dala

Los detalles requeridos de la sección transversal en la dala serán determinados para las fuerzas obtenidas por superposición de aquellas causadas por cargas gravitatorias y fuerzas sísmicas como se presentó antes. Es también recomendado el uso del Reglamento AIJ para C/R en el diseño de las dala.

### Artículo 9. Detalles estructurales de pisos y techos

A fin de garantizar la seguridad estructural del sistema de mampostería tipo cajón, es recomendable que cada nivel de piso y techo esté compuesto de diafragmas rígidos como losas de C/R. Dada la presencia de estos diafragmas rígidos de piso, todos los muros localizados en el mismo entrepiso actúan como muros de cortante efectivos. Especialmente en construcciones de tres niveles, todas las losas de piso y techo deben ser diseñadas y construidas como diafragmas rígidos de C/R.

### Artículo 10. Detalles estructurales de las cimentaciones

Las cimentaciones, que son usadas normalmente para estructuras de muros tipo cajón, son contratraves continuas con losa de cimentación como se muestra en la Figura 10.1. En el caso en que se tengan aberturas grandes ubicadas sobre una viga de cimentación, ésta se encuentra algunas veces sujeta a presiones del terreno hacia arriba. En tal caso, se adopta la contratraves sin considerar la losa de cimentación.

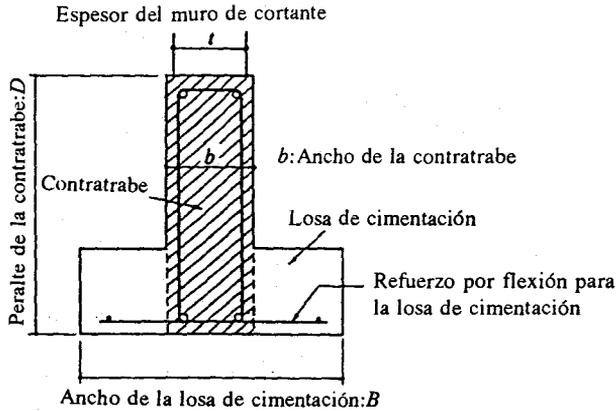
El papel de las contratraves y vigas de cimentación es:

- (i). Mantener la parte inferior de los muros de cortante fija.
- (ii). Prevenir el daño estructural a los muros de cortante, el cual es causado por asentamientos diferenciales del suelo y reacciones locales del mismo.

(iii). Transmitir las cargas uniformemente al suelo.

Por lo tanto, el peralte de la contratrabe será diseñado tan grande como sea posible, y estas vigas serán proporcionadas continuamente a lo largo de la parte inferior de los muros de cortante a fin de constituir una forma rectangular en el plano horizontal.

El diseño de las contratraves y vigas de cimentación estará dado por la consideración de las cargas gravitatorias y las fuerzas sísmicas.

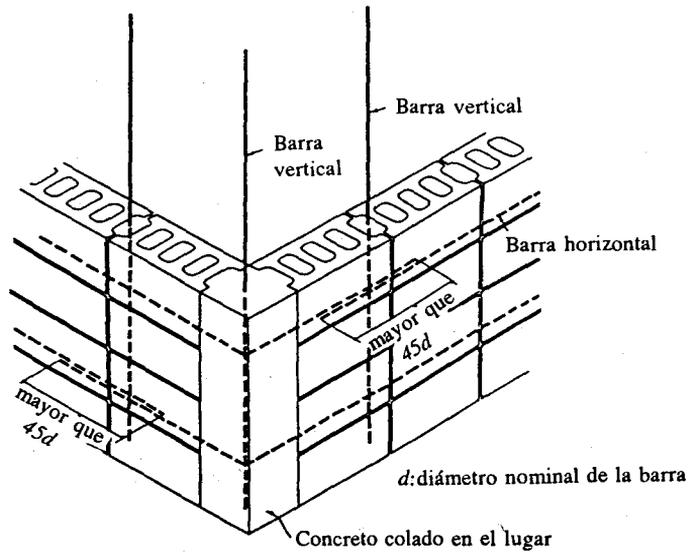


**Figura 10.1. Contratrabe con losa de cimentación**

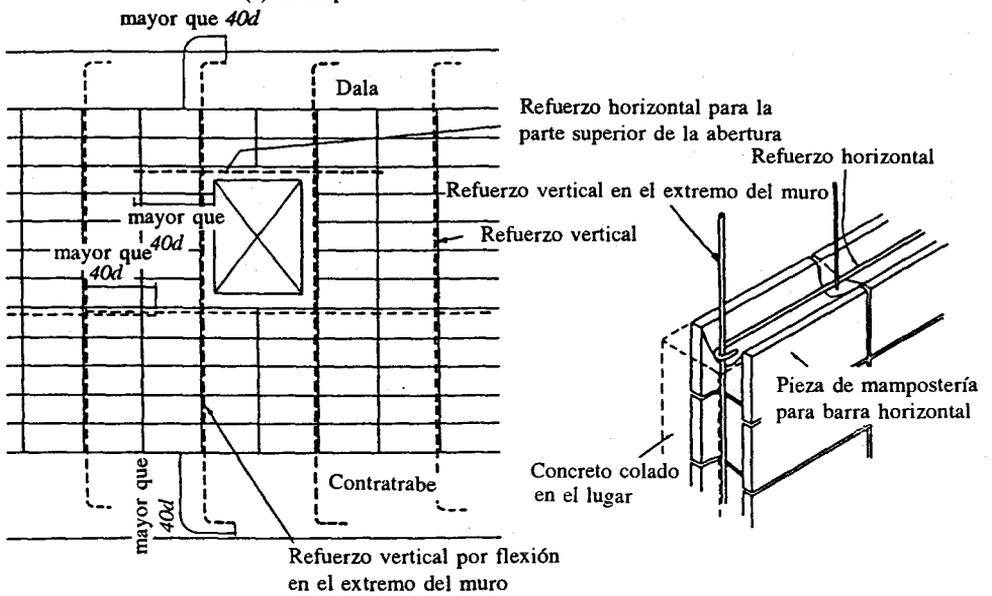
### Artículo 11. Anclaje y traslapes del refuerzo del muro

Todo el refuerzo de los muros de mampostería deberá estar anclado en miembros extremos de C/R ubicados en la parte superior e inferior del muro. Esto es para integrar los muros de mampostería firmemente con los miembros extremos, y para diseñar la construcción de mampostería como una estructura de muros tipo cajón.

Las dimensiones interiores de los huecos en los cuales se tendrán las barras de refuerzo vertical son usualmente muy pequeñas (7 a 8 cm). Si el traslape está ubicado en un espacio angosto, entonces el mortero o concreto no puede ser colado correctamente. Como resultado la transferencia de esfuerzos de una a otra barra de refuerzo se vuelve insuficiente. Debido a estas razones, los traslapes para las barras de refuerzo vertical no son permitidos dentro del muro excepto cuando dos barras se sueldan para transmitir los esfuerzos. Algunos ejemplos de anclajes y traslapes se muestran en la figura 11.1.



(a). Traslapes en forma de L en la intersección de muros



(b). Anclajes y traslapes

(c). Anclaje del refuerzo horizontal en el extremo del muro

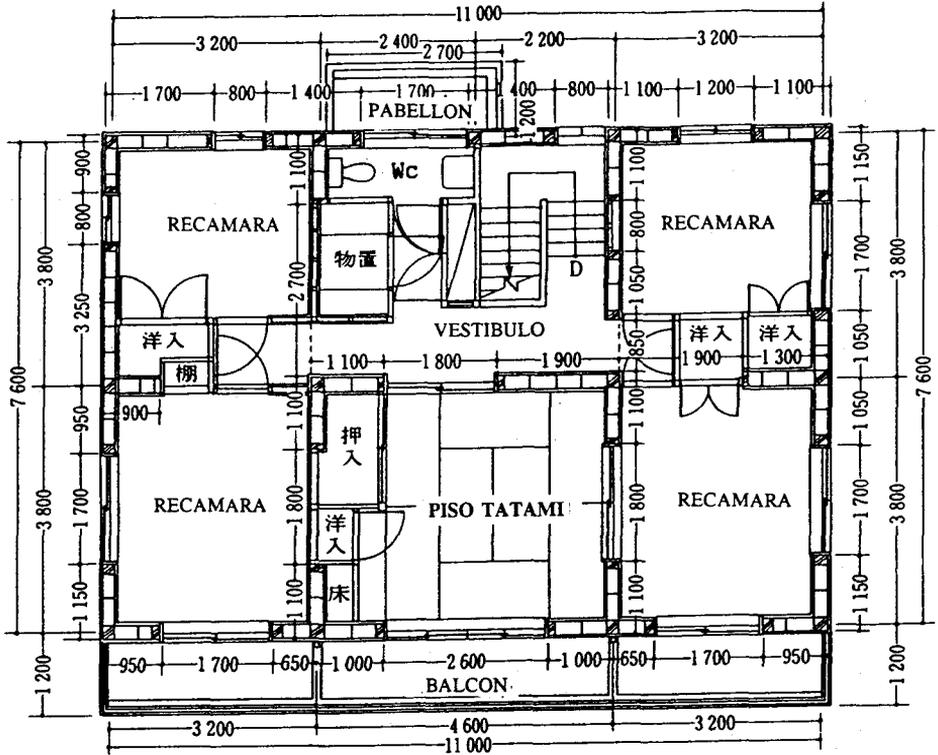
Figura 11.1. Anclaje y traslapes del refuerzo del muro

### **Artículo 12. Protección de concreto para el refuerzo**

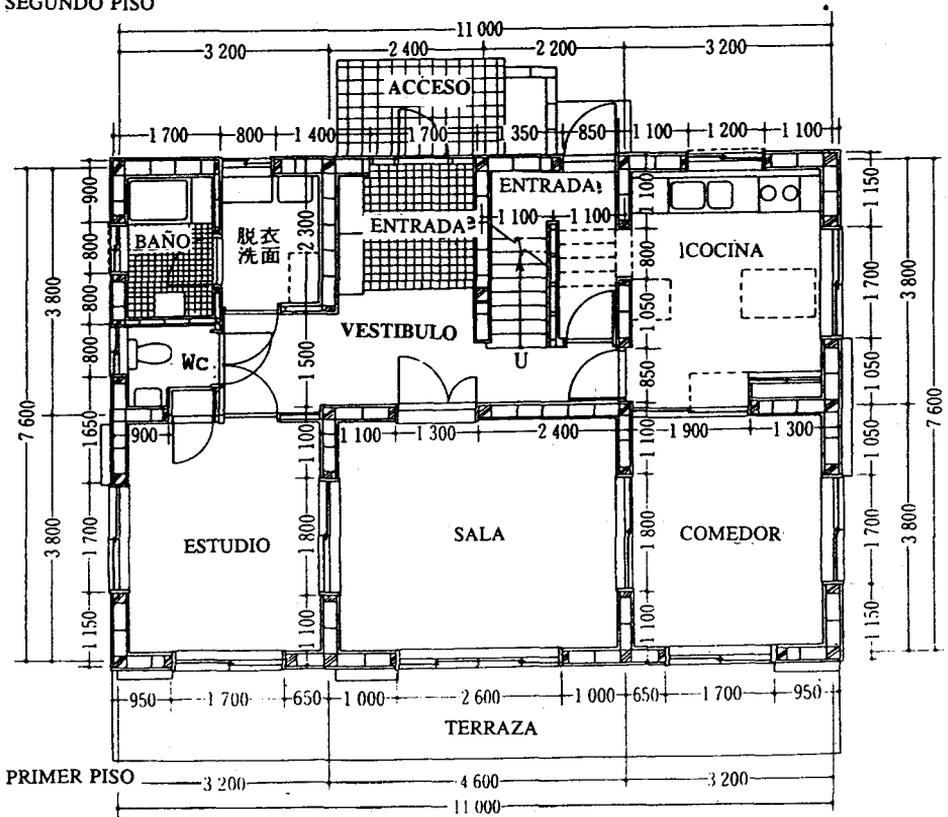
La durabilidad de la estructura de muros de mampostería está determinada por el concreto o mortero que cubre las barras de refuerzo. Ya que las caras de los tabiques de concreto son muy porosas, y todas las juntas se unen con mortero, es de esperarse la penetración del agua de lluvia. A fin de proteger las barras de refuerzo de la corrosión, es necesaria una cuidadosa construcción para garantizar que el concreto cubra el acero en la forma especificada.

### **Artículo 13. Construcción**

Ya que la seguridad sísmica de la estructura de muros de mampostería está determinada principalmente por el método constructivo adoptado, la construcción se debe llevar a cabo muy cuidadosamente.



SEGUNDO PISO

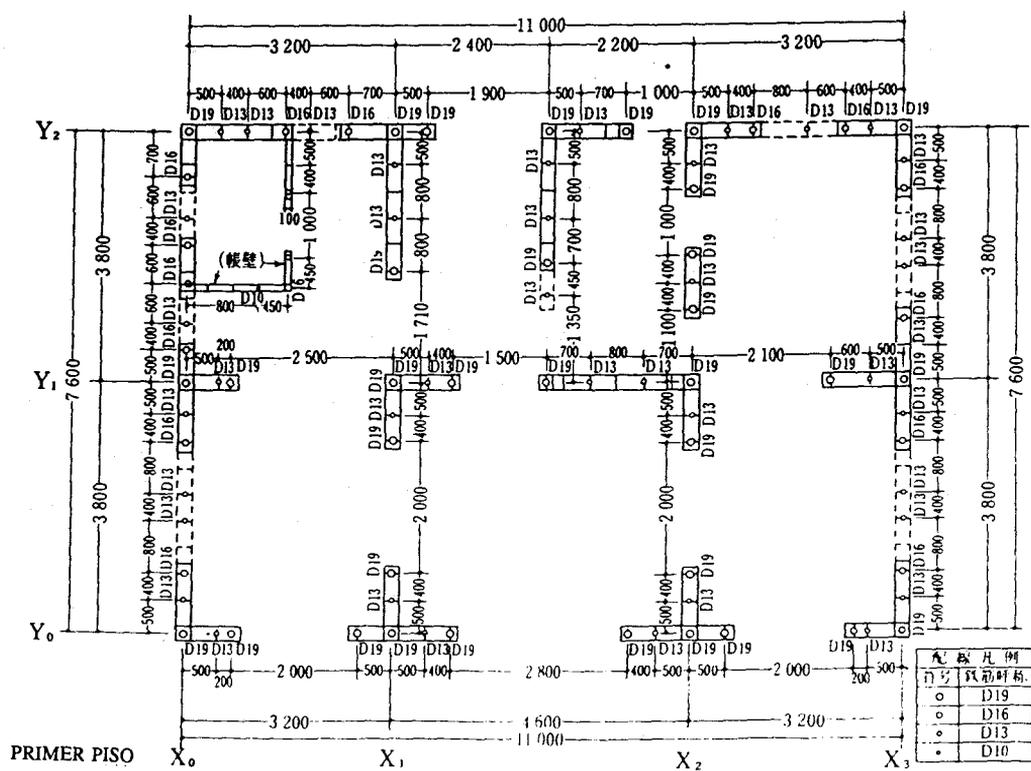
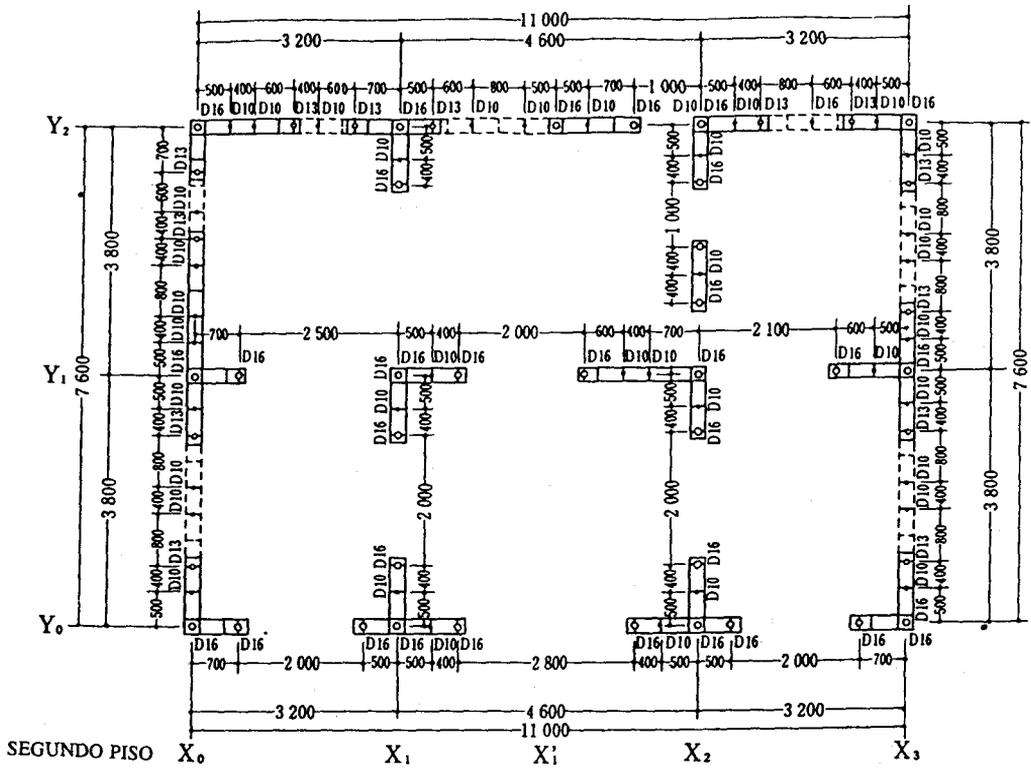


PRIMER PISO

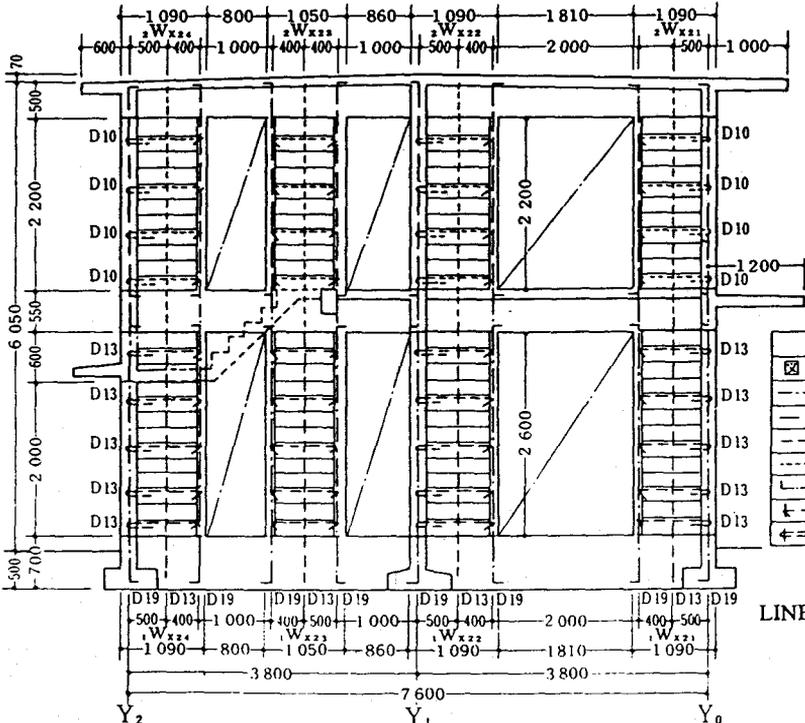
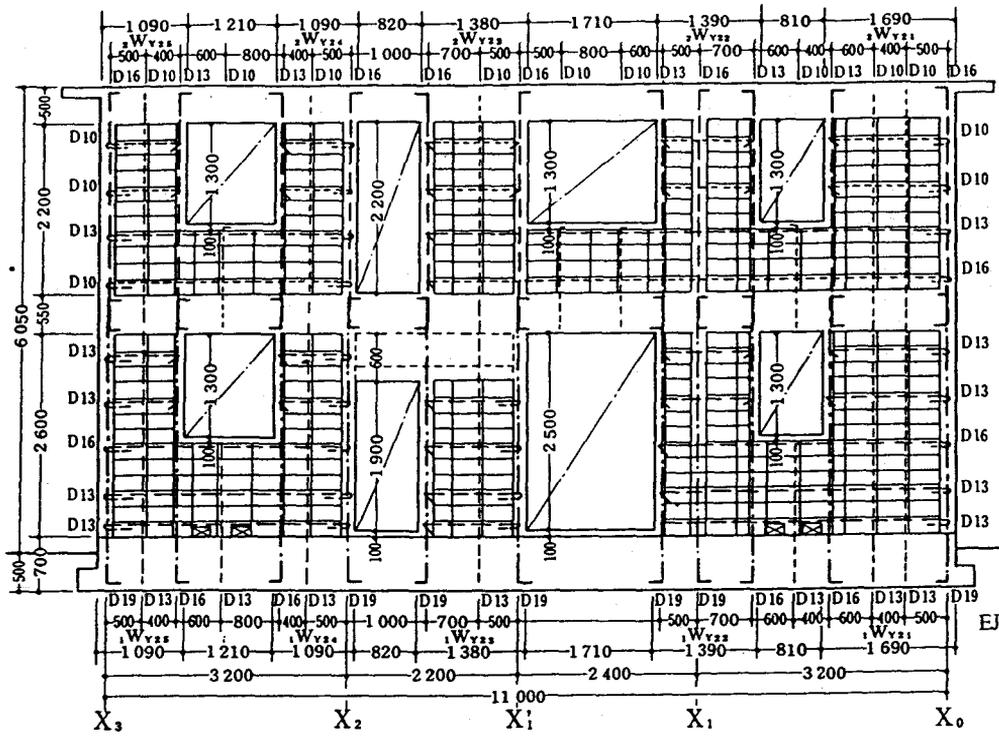
PLANTA







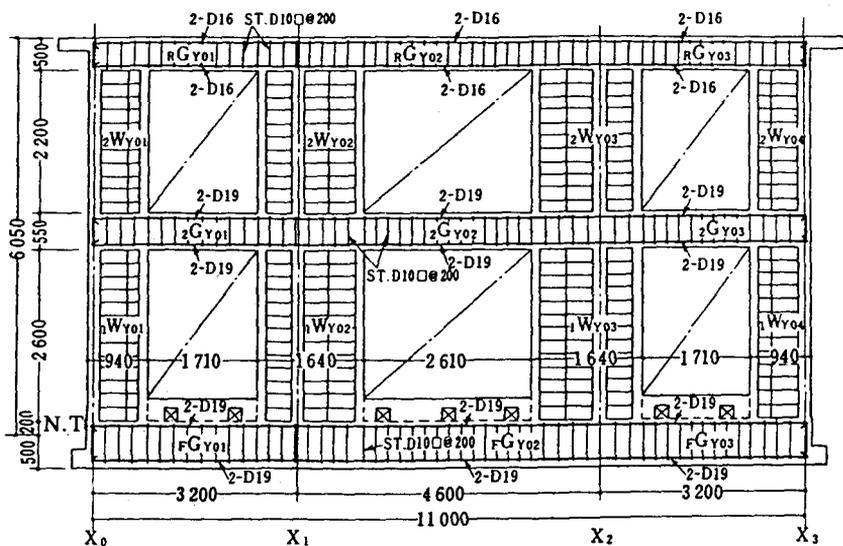
LOCALIZACION DE REFUERZO VERTICAL



TAMAÑO DE LA BARRA  
 D10 ----- #3  
 D13 ----- #4  
 D16 ----- #5  
 D19 ----- #6

壁配筋図凡例	
図符号	鉄筋呼称および端部曲げ
-----	D19
-----	D16
-----	D13
-----	D10
-----	鉄筋端部折り曲げ(配線指針図参照)
←-----	” ” 主要筋にかき掛け(同上)
←-----	” ” L形壁部水平折り曲げ(同上)

DETALLES DE REFUERZO EN MUROS DE CORTANTE



REFUERZO EN DALAS Y ZAPATAS O VIGAS DE CIMENTACION



**INSTITUTO DE ARQUITECTURA DE JAPON (AIJ)  
REGLAMENTO PARA MUROS NO ESTRUCTURALES DE MAMPOSTERIA DE  
CONCRETO (EDICION 1989) Y COMENTARIOS**

# **Instituto de Arquitectura de Japón (AIJ) Reglamento para Muros no Estructurales de Mampostería de Concreto (Edición 1989)**

## **Artículo 1. Alcance**

Este reglamento proporciona los requisitos para muros de mampostería reforzada con piezas de concreto que no trabajan como muros de carga (en adelante "Muros no Estructurales de Mampostería") los cuales están compuestos de mortero o concreto colado dentro del muro (lechada), acero de refuerzo y piezas de mampostería de concreto que se especifican en el Artículo 2.

Lo dispuesto en este Reglamento no será aplicable si es demostrado por cálculos estructurales, estudios especiales o investigaciones que los muros están diseñados para ser seguros ante las cargas externas de diseño.

## **Artículo 2. Calidad de las piezas de mampostería, barras de refuerzo, mortero y concreto**

**2.1.** Las piezas de concreto usadas para los muros no estructurales de mampostería cumplirán los requisitos del Reglamento Industrial Japonés (JIS) A 5406: "Bloques de Concreto Huecos", o tendrán mejores calidades que las especificadas en JIS.

**2.2.** Salvo casos especiales, las barras de refuerzo tendrán mejores calidades que las barras corrugadas, SD30A o SDR30A, que están especificadas en (JIS) G 3112: "Barras de acero para Concreto Reforzado" y JIS G 3117: "Producción de Barras de Acero para Concreto Reforzado" respectivamente.

**2.3.** El esfuerzo resistente a la compresión a los veintiocho días del mortero y el esfuerzo de diseño (o esfuerzo especificado de compresión) del concreto que se use en las juntas de mortero de la mampostería y/o en el colado de elementos no deberá ser menor que 180 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Artículo 3. Dimensión de muros no estructurales**

**3.1.** Los muros no estructurales no serán usados como muros exteriores si se encuentran a más de 31 metros sobre el nivel del terreno.

**3.2.** Para los muros no estructurales que estén apoyados por dos o más soportes en su parte superior e inferior, y/o extremos izquierdo y derecho, la distancia mínima entre soportes será menor que 3.5 m. Aquí, el muro no estructural con dos o más soportes que estén fijos a los miembros o elementos estructurales principales está definido como "Muro Regular", y la distancia mínima entre las dos caras de los soportes está definida como "Distancia principal de soporte".

**3.3.** Para muros no estructurales que estén soportados en su extremo mayor por miembros o elementos estructurales, la distancia entre el soporte fijo y el lado libre (o extremo libre) será menor que 1.6 m. Para el presente Reglamento el muro no estructural con sólo un soporte fijo es designado como "Muro en Cantiliver".

## **Artículo 4. Espesor mínimo de muros**

El espesor mínimo de los muros divisorios y bardas, sin incluir el acabado, se tomará conforme a los requerimientos de la Tabla 1.

**Tabla 1. Espesor mínimo de muros no estructurales**

Clasificación del muro	Posición del muro sobre el nivel del terreno	Espesor mínimo de muros	
		Muro Regular	Muro en Cantiliver
Muro Divisorio		12* y $l_1/25$	12 y $l_2/11$
Muro Exterior	$h_w \leq 10$ m	12 y $l_1/25$	12 y $l_2/11$
	$10 \text{ m} < h_w \leq 31$ m	15 y $l_1/25$	15 y $l_2/9^{**}$

\* Para muros en construcciones de uno, dos o tres niveles, se puede usar un valor mínimo de 10 cm para el espesor del muro, si el muro se encuentra a una altura no mayor que 10 m sobre el nivel del terreno.

\*\* En el caso de construcciones situadas donde la presión de diseño del viento pueda ser reducida a 0.8 veces lo especificado en el Reglamento de Construcción, el valor de espesor mínimo de muro puede ser reducido a 11 cm.

[Nota]  $h_w$  = distancia entre la posición del muro y el nivel del terreno.

### Artículo 5. Refuerzo del muro

5.1. El refuerzo para los muros regulares y en cantiliver deberá sujetarse a los requisitos mínimos dados en la Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.

**Tabla 2. Refuerzo mínimo de muros no estructurales regulares**

Clasificación del muro	Posición del muro sobre el nivel del terreno	Refuerzo Longitudinal				Refuerzo Transversal	
		$l_1 \leq 2.4$ m		$2.4 \text{ m} < l_1 \leq 3.5$ m		Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima
		Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima	Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima		
Muro Divisorio		10	80 cm	10	40 cm	10	80 cm
Muro Exterior	$h_w \leq 10$ m	10	80 cm	10	40 cm	10	80 cm
	$10 \text{ m} < h_w \leq 31 \text{ m}$	10	40 cm	13	40 cm	10	60 cm

[Nota] (1). El Refuerzo longitudinal está definido como las barras de refuerzo principal entre los soportes principales del muro no estructural regular.

(2). El refuerzo transversal está definido como las barras de refuerzo dispuestas

**Tabla 3. Refuerzo mínimo de muros no estructurales en cantiliver**

Clasificación del muro	Posición del muro sobre el nivel del terreno	Refuerzo Longitudinal				Refuerzo Transversal	
		$l_2 \leq 1.2 \text{ m}$		$1.2 \text{ m} < l_2 \leq 1.6 \text{ m}$		Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima
		Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima	Diámetro mínimo (mm)	Separación máxima		
Muro Divisorio		10	40 cm	13	40 cm	10	60 cm
Muro Exterior	$h_w \leq 10 \text{ m}$	10	40 cm	13	40 cm	10	60 cm
	$10 \text{ m} < h_w \leq 31 \text{ m}$	13*	40 cm	13	40 cm	10	60 cm

\* Para muros que no necesiten transmitir las cargas de viento de los marcos en ventanas, se puede usar 10 mm como diámetro mínimo.

- [Notas]
- (1). El Refuerzo longitudinal está definido como las barras de refuerzo principal entre el soporte fijo y el extremo libre del muro no estructural en cantiliver.
  - (2). El refuerzo transversal está definido como las barras de refuerzo dispuestas perpendicularmente al refuerzo longitudinal.
  - (3).  $l_2$  representa la longitud del muro en cantiliver definido en el Artículo 3.3.

**5.2.** El extremo libre del muro no estructural y el perímetro alrededor de las aberturas que tenga el muro se reforzará con barras de diámetro mayor o igual a 13 mm.

**Artículo 6. Conexión de muros no estructurales**

Mediante el uso de barras de refuerzo o por medio de otros métodos apropiados, los muros no estructurales de mampostería deberán estar fijados firmemente a los miembros o elementos estructurales principales.

**Artículo 7. Longitud de desarrollo y traslapes del refuerzo**

**7.1.** Los traslapes no deben ser usados en el refuerzo longitudinal (el cual está definido en las notas de las Tablas 2 y 3) ni en las barras de refuerzo alrededor de las aberturas.

**7.2.** La longitud de desarrollo de todas las barras de refuerzo y los traslapes de las barras transversales se sujetarán a los requerimientos dados en la Tabla 4.

**Tabla 4. Longitud mínima de desarrollo y traslapes**

	Ubicación del anclaje o traslape	Clasificación del Refuerzo		Barras Corrugadas	
				Sin Gancho	Con Gancho
Anclajes	En el muro	Alrededor de aberturas		40d	30d
	En los elementos estructurales principales	Barras longitudinales, transversales o en las aberturas	$F_c < 210$	40d	30d
			$F_c \geq 210$	35d	25d
Traslapes	En el muro	Barras Transversales		45d	35d

\*  $F_c$  = resistencia de diseño del concreto en los miembros o elementos estructurales principales en kg/cm<sup>2</sup>.

\*\*  $d$  = diámetro nominal de la barra doblada en mm.

**7.3.** Cada extremo de las barras de refuerzo que se suministre perpendicularmente al refuerzo del borde libre o de una abertura tendrá ganchos de 180 grados, los cuales se deben enganchar en dichas barras de refuerzo, o estar anclados por un método que de igual o mayor resistencia que el anclaje con gancho.

### Artículo 8. Construcción

**8.1.** En la construcción de muros no estructurales exteriores de mampostería, todas las superficies de las juntas verticales y horizontales entre las piezas de la mampostería estarán completamente en contacto con el mortero.

**8.2.** El área libre alrededor de las barras de refuerzo y celdas a lo largo de las juntas de mortero verticales estarán coladas completamente con mortero o concreto con consistencia de lechada.

**8.3.** El recubrimiento mínimo de mortero o concreto contra las barras de refuerzo no será menor que 2 cm desde la superficie interior de las piezas. En el caso de muros divisorios interiores en los cuales se use mortero o concreto en el refuerzo interior, se puede usar un recubrimiento mínimo de 1 cm.

# **Comentario del Reglamento AIJ para Diseño de Muros no Estructurales de Mampostería de Concreto (Edición 1989)**

## **Introducción**

En edificaciones con estructuras de concreto reforzado (C/R) o marcos espaciales de acero resistentes a momentos, es frecuente la construcción de muros no estructurales de relleno, los cuales están compuestos por piezas huecas de mampostería de concreto, barras de acero de refuerzo y colados de mortero los cuales se usan como muros exteriores o divisorios en Japón. Sin embargo, estos muros de mampostería parcialmente reforzados normalmente no se diseñan como elementos estructurales principales de la construcción. Es necesario proporcionar un refuerzo adecuado para prevenir su separación o caída de la estructura principal, lo cual es causado por fuerzas de sismo o presiones de viento fuera del plano del muro (o algunas veces en el plano del muro). Para prevenir estos daños secundarios en los muros no estructurales se presentan en este Reglamento los requisitos mínimos para los muros incluyendo tamaño, forma, espesor y métodos de refuerzo.

## **Artículo 1. Alcance**

Este Reglamento es aplicable a estructuras de muros de mampostería de concreto que no sean de carga, reforzados con concreto colado en algunos huecos interiores, y cuyos extremos estén conectados a los elementos estructurales principales tales como vigas, columnas y losas de piso. Estos muros usados como muros exteriores y/o divisorios usualmente están compuestos de piezas de concreto reforzadas con barras de acero. Los métodos de diseño y construcción para muros no estructurales que estén compuestos por piezas de mampostería completamente reforzados en todos sus huecos están fuera del alcance de este Reglamento.

## **Artículo 2. Calidad de las piezas de mampostería, barras de refuerzo, mortero y concreto**

2.1. De acuerdo con JIS A 5406, existen tres diferentes grados de piezas huecas de concreto dependiendo de las propiedades de sus materiales tales como resistencia y densidad. En este Reglamento, todas las piezas con grados A, B y C en JIS A 5406 pueden ser usados.

2.2. El esfuerzo de fluencia especificado de las barras de acero de refuerzo de SD295 y SDR295 en JIS G 3112 y JIS G 3117 será mayor que  $3000 \text{ kg/cm}^2$ .

## **Artículo 3. Dimensiones de los muros no estructurales**

3.1. De acuerdo con las provisiones del presente Reglamento de Construcción de Japón, las presiones de viento de diseño actuando en los muros exteriores que estén localizados a más de 31 metros sobre el nivel del terreno son mayores que  $240 \text{ kg/cm}^2$ , y estas fuerzas laterales exceden a las fuerzas de diseño por sismo de dichos muros. Por otro lado, la carga lateral última de los muros de mampostería que están sujetos a momentos flexionantes fuera de su plano depende del espesor de los muros, resistencia a la compresión de las piezas y de su refuerzo. De lo anterior, es imposible diseñar estos muros para que puedan resistir fuerzas mayores de  $240 \text{ kg/cm}^2$ . Adicionalmente, si se tiene algún daño en la mampostería tal como el colapso, se esperarían un daño adicional o secundario. Basados en estos hechos y condiciones, se restringe

la altura para el uso de muros no estructurales de mampostería.

3.2. Aquí, los muros no estructurales de mampostería de concreto están clasificados en dos tipos de acuerdo a sus condiciones de apoyo a lo largo de los extremos; uno, designado como "Muro Regular" y el otro como "Muro en Cantiléver". Aunque el valor máximo de la "Distancia Principal de Soporte" en los muros regulares está determinada por la altura de entrepiso de las estructuras comunes en Japón, este valor también corresponde al límite de la máxima longitud de claro de los muros regulares que puedan soportar las máximas fuerzas laterales de diseño.

3.3. La limitación de la longitud de los muros en cantiléver también se basa en la capacidad última de flexión de los muros de mampostería considerando espesores de muros y métodos de refuerzo ordinarios. Las fuerzas laterales de diseño para determinar estos claros máximos para muros regulares y en cantiléver se presentan en el comentario del Artículo 5.

#### **Artículo 4. Espesor mínimo de muros**

El espesor mínimo de los muros no estructurales está determinado de acuerdo a la localización del muro en planta y elevación, y está dado por una constante que relaciona al claro del muro junto con el espesor mínimo de 12 cm. Aquí, los valores de la relación con la longitud del claro son  $l_1/25$  para muros regulares y de  $l_2/11$  a  $l_2/9$  para muros en cantiléver, donde  $l_1$  representa la distancia principal de soporte del muro no estructural, y  $l_2$  es la longitud mínima en volado de los muros en cantiléver, respectivamente. En el caso de una construcción ubicada en un lugar donde la presión del viento de diseño puede ser reducida, la restricción de estos espesores puede ser menos rígida para los muros en cantiléver.

#### **Artículo 5. Refuerzo del muro**

Este Artículo presenta los requerimientos mínimos para el acero de refuerzo de los muros no estructurales regulares y en cantiléver. La cantidad de refuerzo requerida puede ser calculada fácilmente si se conoce el tamaño y forma, condiciones de soporte, localización en planta y elevación del muro y las propiedades de los materiales. Por lo tanto, los requisitos de refuerzo que aquí se especifican se dan en forma de tablas por conveniencia y simplicidad.

En general, las fuerzas externas tales como fuerzas sísmicas y presiones del viento que actúan en los muros no estructurales pueden variar continuamente a lo largo de la altura de la construcción. Por lo tanto, estas fuerzas laterales de diseño están simplificadas adoptando una forma discontinua con el valor máximo en un rango limitado de la altura como se muestra en la Figura 5.1. Las consideraciones para determinar las cantidades requeridas de refuerzo se presentan a continuación:

#### **[Fuerzas Externas de Diseño]**

##### **(1). Fuerza Sísmica:**

Los cortantes laterales de diseño fuera del plano del muro causados por sismos han sido determinados por el producto de los siguientes coeficientes sísmicos con la carga muerta del muro.

Coefficiente Sísmico = 0.5 en Muros Regulares  
= 1.0 en Muros en Cantiléver

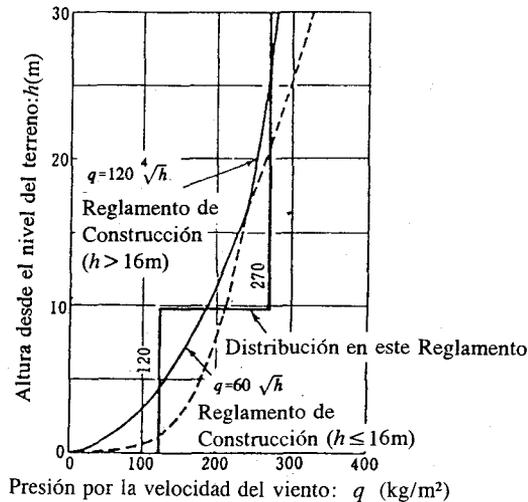
Carga Muerta (kg/m<sup>2</sup>) = 245 para espesor de muro de 10 cm  
 = 280 para espesor de muro de 12 cm  
 = 330 para espesor de muro de 15 cm  
 = 380 para espesor de muro de 19 cm

(2). Carga de Viento:

La presión del viento de diseño ha sido calculada por la multiplicación de la presión debida a la velocidad del viento ( $q$ ) mostrada en la Figura 5.1 por el coeficiente de fuerza del viento ( $C$ ) presentado abajo. Los resultados de los cálculos se dan a continuación:

Carga de Viento (kg/m<sup>2</sup>) = 108 con  $0 < h \leq 16$  m ( $q=120$  kg/m<sup>2</sup>,  $C=0.9$ )  
 = 243 con  $16 < h \leq 31$  m ( $q=270$  kg/m<sup>2</sup>,  $C=0.9$ )

La Figura 5.1 muestra la distribución de la presión de velocidad adoptada para determinar la carga de viento que actúa en los muros considerados en este Reglamento. Adicionalmente, la distribución de la presión del viento especificada en el Reglamento de Construcción se muestra en la Figura 5.1.

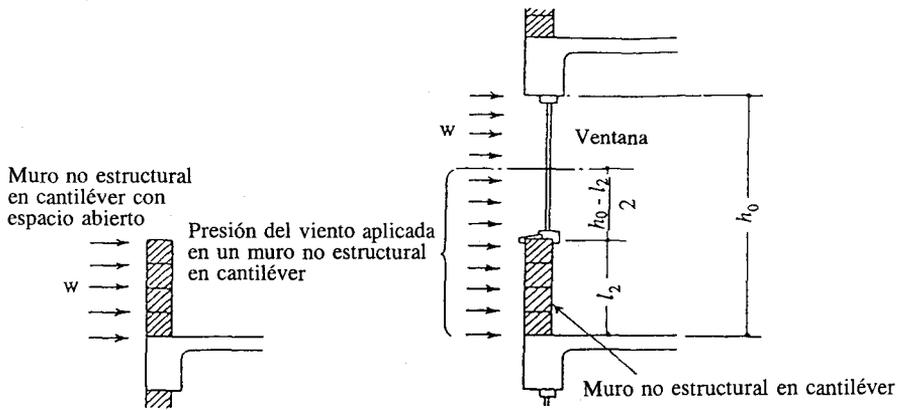


[Nota]  $h$  = altura desde el nivel del terreno en metros  
 $q$  = presión por la velocidad del viento en kg/cm<sup>2</sup>  
 $C$  = coeficiente de fuerza de viento

Figura 5.1. Distribución de la presión debida a la velocidad del viento

En el caso de los muros en cantiléver como se muestra a la izquierda en la Figura 5.2 donde no hay muros o ventanas fijas a lo largo de su parte superior, las presiones del viento de diseño han sido calculadas usando el valor de los coeficientes de fuerza de viento  $C=1.2$  como se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Carga de Viento (kg/m}^2\text{)} &= 144 \text{ con } 0 < h \leq 16 \text{ m } (q=120 \text{ kg/m}^2, C=1.2) \\ &= 324 \text{ con } 16 < h \leq 31 \text{ m } (q=270 \text{ kg/m}^2, C=1.2) \end{aligned}$$



**Figura 5.2. Presiones de viento actuando en un muro no estructural en cantiléver**

**[Fuerzas de Diseño]**

El momento flexionante máximo, fuera del plano del muro, usado para diseñar los muros regulares, los cuales están sujetos a fuerzas sísmicas y de viento simultáneas, está dado por la siguiente ecuación:

$$M_1 = \frac{w \cdot l_1^2}{8} \quad (\text{t} \cdot \text{m/m})$$

donde  $w$  = fuerzas sísmicas y de viento de diseño actuando sobre el muro regular (kg/m<sup>2</sup>)  
 $l_1$  = longitud de soporte del muro regular (m)

El momento flexionante máximo, fuera del plano del muro, usado para diseñar los muros en cantiléver, los cuales están sujetos a la presión del viento, está dado por la siguiente ecuación:

$$M_2 = \frac{w_2 \cdot l_2 \cdot h_0}{2} \quad (\text{t} \cdot \text{m/m})$$

donde  $w_2$  = fuerzas de viento de diseño actuando en el muro en cantiléver (kg/m<sup>2</sup>)  
 $l_2$  = longitud entre el apoyo fijo y el extremo libre del muro en cantiléver (m)  
 $h_0$  = altura desde el nivel del piso a la parte superior de la ventana ubicada en el muro en cantiléver en metros (Parte derecha de la Figura 5.2)

En el caso de que no haya ventana a lo largo de la parte superior del muro en cantiléver tal como aparece en la parte izquierda de la Figura 5.2, el momento flexionante máximo de

diseño del muro sujeto a fuerzas sísmicas y presiones de viento simultáneos, está dado por la siguiente ecuación:

$$M_2 = \frac{w \cdot l_2^2}{2} \quad (\text{t} \cdot \text{m/m})$$

### [Método de Cálculo para Detallado del Refuerzo]

La cantidad de acero de refuerzo requerido en los muros no estructurales ha sido calculada de acuerdo con las siguientes suposiciones:

- (1). El método de cálculo está basado en el diseño por esfuerzos permisibles.
- (2). El peralte efectivo del muro es la mitad del espesor del mismo.
- (3). El espesor del muro es tomado como 0.9 veces el espesor de las piezas debido a la consideración de las depresiones en la superficie por las juntas de mortero.
- (4). Se usan materiales con propiedades Grados B y C para muros exteriores, y Grado A para muros divisorios interiores.
- (5). Los esfuerzos permisibles y la relación de módulos de elasticidad de la mampostería y del acero de refuerzo,  $n$ , son los siguientes:

Esfuerzo de tensión permisible para el acero de refuerzo en cargas de corta duración ( $f_t$ ) es

$$f_t = 3000 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de compresión permisible del muro de mampostería en cargas de corta duración ( $f_c$ ) es

$$\begin{aligned} f_c &= 50 \text{ kg/cm}^2, n=45 \text{ para mampostería Grado A} \\ &= 70 \text{ kg/cm}^2, n=30 \text{ para mampostería Grado B} \\ &= 100 \text{ kg/cm}^2, n=20 \text{ para mampostería Grado C} \end{aligned}$$

### Artículo 6. Conexión de muros no estructurales

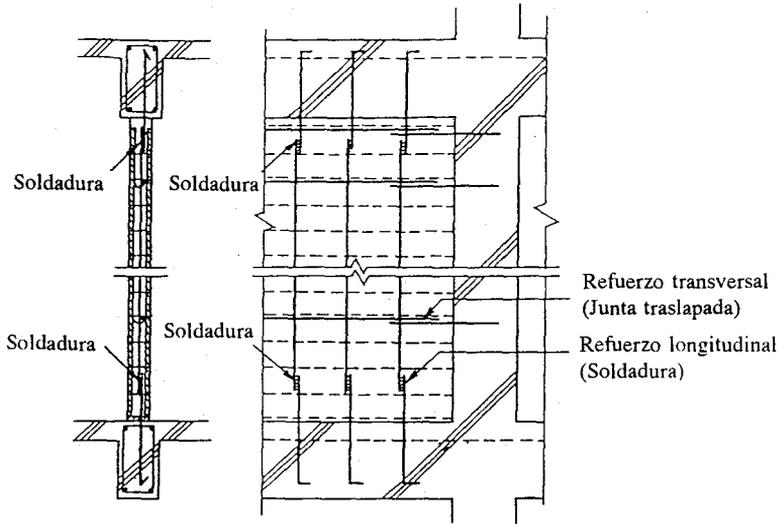
Si los muros no estructurales se separan de los elementos estructurales principales y llegan a colapsarse durante un sismo, es de esperarse un gran daño y pérdidas humanas. Especialmente en el caso de muros exteriores, el daño estructural en los muros es muy peligroso por la caída de una parte elevada de la construcción. Para prevenir este tipo de daño no estructural, se establecen las especificaciones de este Artículo.

Ya que han sido propuestos varios métodos de conexiones de los muros no estructurales a la estructura principal como vigas, columnas y losas de piso, es imposible introducir todos esos detalles de conexiones en los Comentarios de este Reglamento. Sin embargo, esos detalles de conexiones pueden ser clasificados generalmente en dos tipos; uno es conocido como "Método de Conexiones Fijas" y el otro como "Método de conexiones Flexibles (o Móviles)". El primero es útil para estructuras con rigidez lateral relativamente alta como estructuras de C/R, mientras que el segundo es para marcos dúctiles teniendo baja rigidez lateral tales como estructuras de acero. En caso de construcciones con alta rigidez lateral contra sismos, los muros no estructurales pueden ser conectados rígidamente a los elementos estructurales principales. Sin embargo en estructuras con baja rigidez lateral, los muros no estructurales deben ser conectados a los miembros estructurales principales con la posibilidad de permitir durante un sismo las deformaciones esperadas debidas a la distorsión de entrepiso.

El método de construcción, en el cual se construyen muros no estructurales de

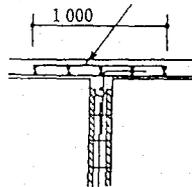
mampostería antes de colar el concreto de los miembros estructurales principales, es llamado generalmente "Trabajo de Mampostería Previo al Colado", y de acuerdo con este método, la conexión entre el muro y los miembros estructurales debe ser tomada como conexión rígida. Por lo contrario, en el "Trabajo de Mampostería Posterior al Colado", en el cual la construcción de los muros no estructurales se realiza después de terminada la estructura principal, cualquiera de los métodos de conexión, ya sea flexible o rígida, puede ser usado de acuerdo con los detalles de conexión adoptados.

Algunos ejemplos prácticos de los métodos de conexión flexible y rígida son presentados en las Figuras 6.1 y 6.2 respectivamente.



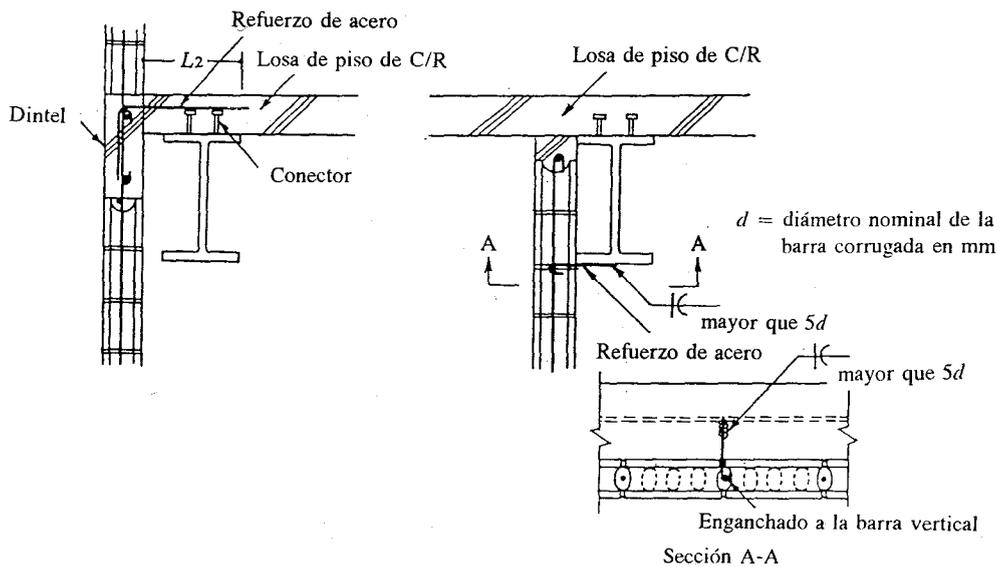
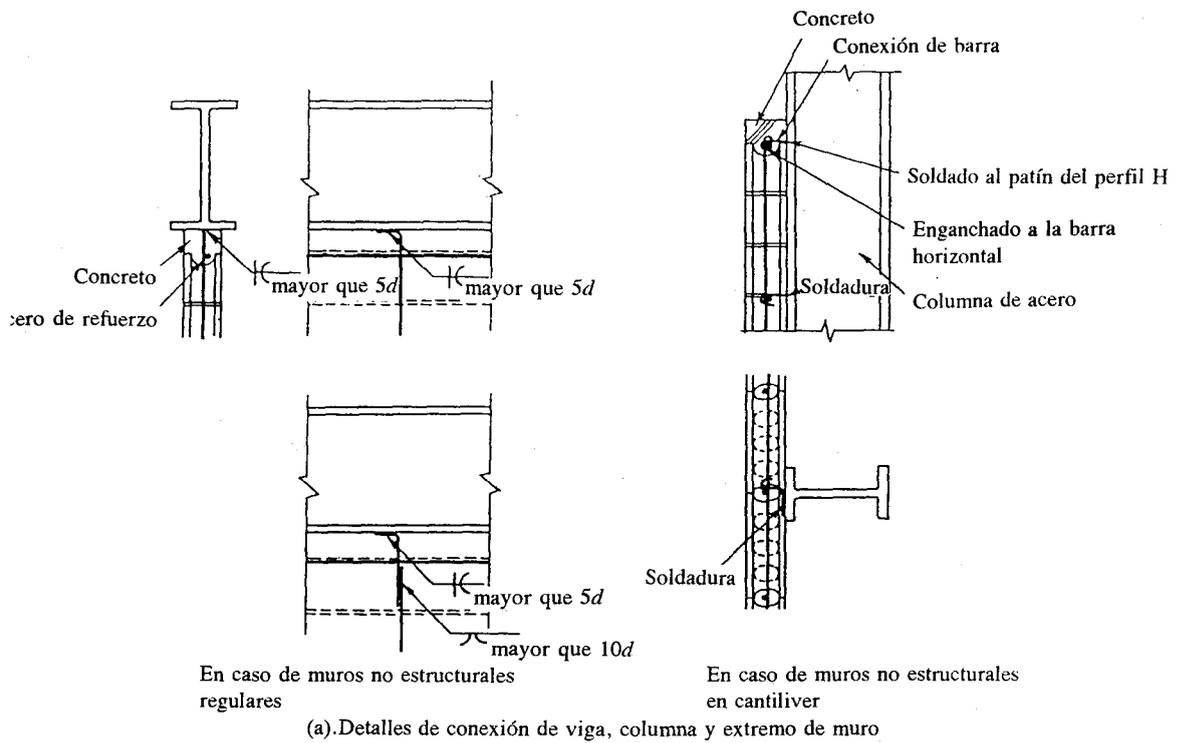
(a). En caso de mampostería construida después de la estructura

Cuando no haya algun elemento reforzado sobre la losa de piso, se deben colocar barras de refuerzo de 10 mm de diámetro. El espaciamiento debe ser el mismo que el de las barras principales de la losa de piso.



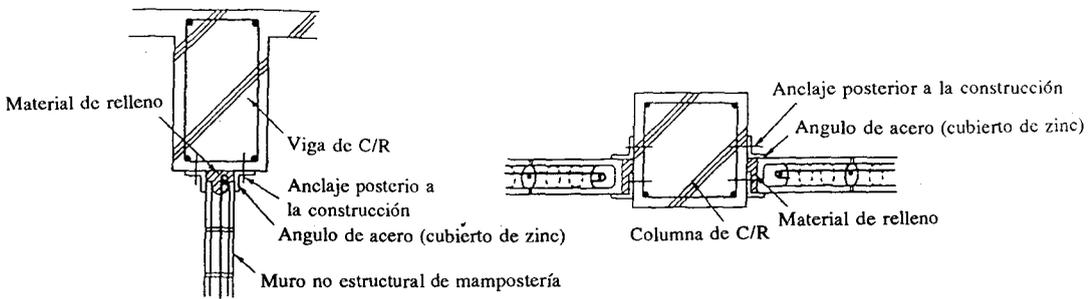
(b). En el caso de que la parte superior del muro se conecte a una losa de piso

**Figura 6.1. Ejemplos del método de conexión rígida (En caso de estructura de C/R)**

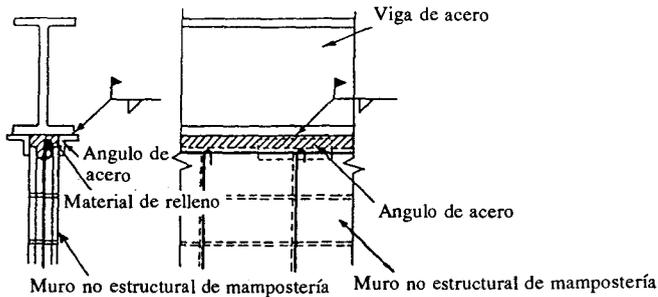


(b). Detalles de conexión entre losa de piso y muro

Figura 6.1. Ejemplos del método de conexión rígida (continuación)  
(En caso de estructura de acero)

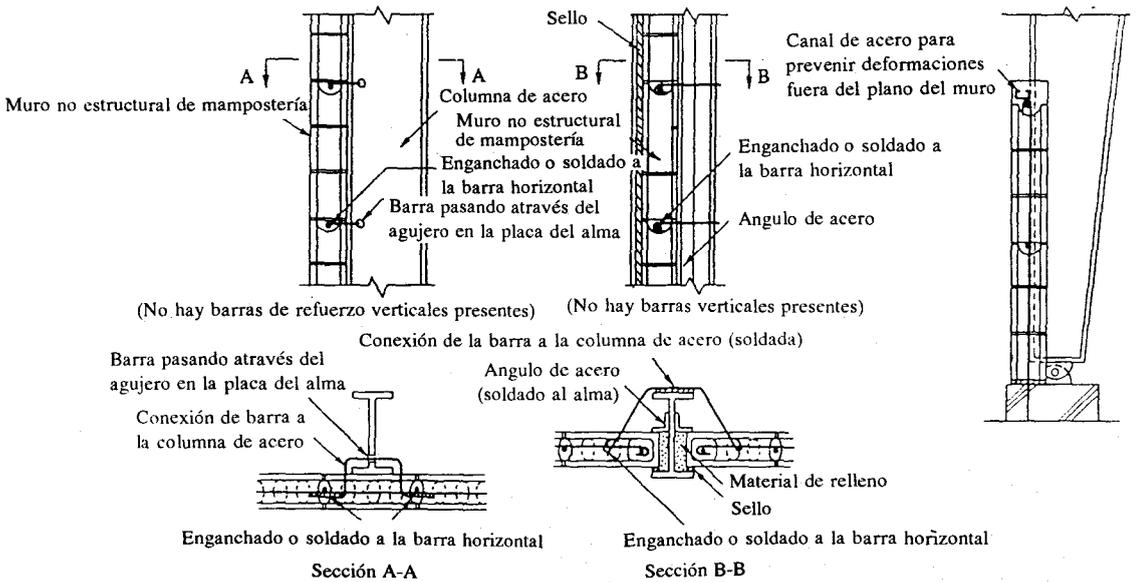


[En caso de miembros estructurales de C/R]



[En caso de miembros estructurales de acero]

(a). Conexiones flexibles en la dirección del plano del muro



[En caso de posibles deformaciones en el plano del muro]

[En caso de posibles deformaciones fuera del plano del muro]

(b). Conexiones flexibles en las direcciones del plano y fuera del plano del muro

Figura 6.2. Ejemplos del método de conexión flexible

### **Artículo 7. Longitudes de desarrollo y anclajes del refuerzo**

Los traslapes están prohibidos para las barras de acero de refuerzo en la dirección longitudinal y alrededor de las aberturas. La razón de esto es que, en muros no estructurales de mampostería, el área alrededor de las barras de refuerzo por lo general es estrecha debido a que el espesor de las piezas para estos muros es más delgado que el usado en muros de carga. Como resultado no se puede esperar suficiente seguridad en la transferencia de esfuerzos. No obstante, en las barras de refuerzo transversal se pueden usar los traslapes debido al bajo nivel de esfuerzo que se presentan en estas barras. Aquí, la longitud mínima de desarrollo y de los traslapes está dado en función del diámetro diagonal,  $d$ , de las barras de refuerzo el cual es aproximadamente igual al diámetro de la barra corrugada correspondiente.

Las juntas soldadas se pueden usar en conexiones en cualquier parte. Como las barras de acero de refuerzo usadas para los muros no estructurales de mampostería son usualmente de pequeño diámetro, es imposible usar soldadura a presión de oxiacetileno. Por lo tanto, se recomienda la soldadura de arco eléctrico. En este caso la longitud mínima de los cordones de soldadura es cinco veces el diámetro de la barra cuando se suelda a ambos lados de la conexión, y diez diámetros si sólo se suelda de un lado.

### **Artículo 8. Construcción**

**8.1.** Es necesario construir las juntas de la mampostería de tal forma que todas las superficies de las juntas horizontales y verticales estén en contacto con el mortero completamente, especialmente en los muros exteriores. En las juntas horizontales de los muros interiores, no obstante, es permisible que sólo las caras internas de las piezas estén en contacto con el mortero.

**8.2.** Por medio del colado de mortero, con consistencia de lechada, se conectan todas las barras de acero de refuerzo a las piezas de concreto a lo largo de los huecos. El recubrimiento requerido de mortero alrededor de estas barras es de 2 cm. No obstante, en el caso de muros interiores con espesores más delgados, puede ser adoptado un recubrimiento mínimo de 1 cm si el tamaño máximo de agregado del concreto es de 10 mm.

**INSTITUTO DE ARQUITECTURA DE JAPON (AIJ) NORMA PARA  
EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE CONSTRUCCIONES TOTALMENTE  
REFORZADAS (EDICION 1989) Y COMENTARIOS**

# Instituto Japonés de Arquitectura (AIJ) Norma para el Diseño Estructural de Estructuras de Mampostería Reforzadas en su Totalidad (Edición 1989)

## Artículo 1. Sinópsis

1.1. Esta Norma provee los requerimientos para elementos estructurales y/o elementos de concreto reforzado de estructuras de mampostería para los siguientes sistemas:

(1). Sistema Estructural TIPO-1 de Mampostería Totalmente Reforzada:

Este tipo de sistema estructural (de aquí en adelante llamado sistema TIPO-1 SGM) consiste de muros de cortante reforzados y muros de mampostería usando "Piezas que Funcionan Cimbra de Concreto" como se muestra en la Figura 1 en la cual el muro es reforzado con concreto en su totalidad. En este sistema de muro, tanto los muros a base de piezas de concreto, como los muros de concreto se consideran que actúan como elementos estructurales para resistir fuerzas gravitacionales y laterales (Figura 2):

(2). Sistema Estructural TIPO-2 Mampostería Totalmente reforzada:

Este sistema estructural (de aquí en adelante llamado sistema TIPO-2 SGM) está compuesto de muros de cortante reforzado, vigas y/o marcos en los cuales el concreto de estos elementos es colado in situ usando piezas de concreto como las mostradas en la Figura 1. En este sistema estructural, la sección transversal de las piezas de concreto no se considera que actúan como elemento estructural sino como ayuda en el colado del concreto (como cimbra) (Figura 3):

(3). Sistemas estructurales combinados como el anterior y otros sistemas estructurales:

De aquí en adelante llamado "Muro de Cortante" se define como un muro estructural que resiste tanto carga vertical como lateral.

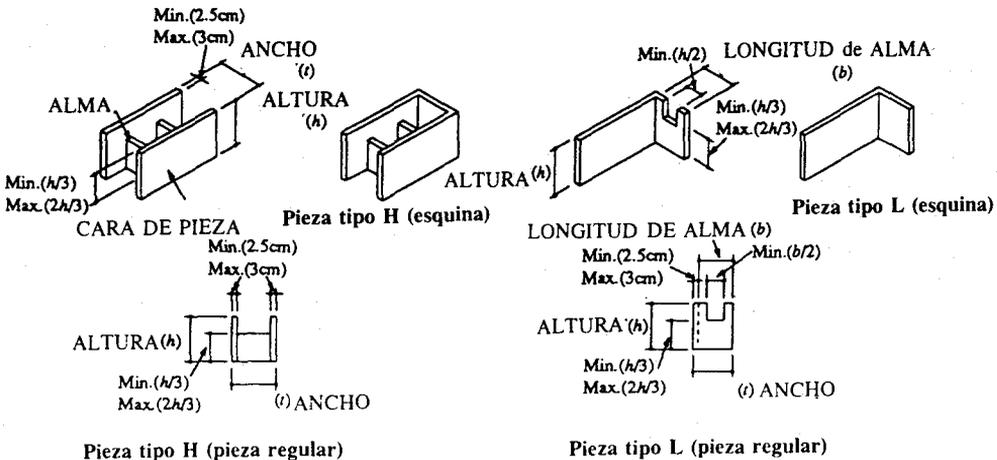


Figura 1. Ejemplo de piezas de concreto

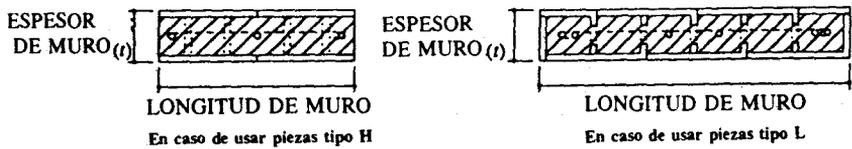


Figure 2. Examples of shear wall in TYPE-1 SGM system

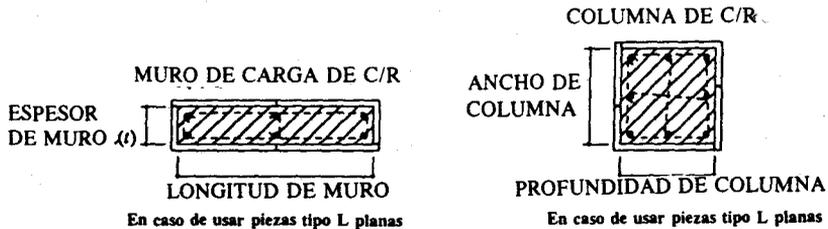


Figura 3. Ejemplo del sistema TIPO-2 SGM

1.2. En un edificio no residencial con sistema TIPO-1 SGM cuya altura sea menor a 2.5m, y si el area total en planta es menor a 20m<sup>2</sup>, las disposiciones para cerramiento del Artículo 6 no se aplicarán cuando una o mas barras de refuerzo horizontal se suministran a lo largo de la parte superior del muro de cortante. En este caso, las partes superiores de los muros, deberán conectarse entre si cuando el techo no sea rígido en su plano.

1.3. Elementos o partes estructurales de construcciones de concreto reforzado que no están incluidas en esta Norma, deberán cumplir con los requerimientos de las Normas Para Cálculo de Estructuras de Concreto Reforzado de la AIJ (de aquí en adelante Norma R/C AIJ) y las Normas Para el Diseño Estructural de Estructuras de Concreto Reforzado Tipo Cajón (Norma Para Muros R/C AIJ).

1.4. Para construcciones diseñadas de acuerdo a un estudio especial de investigación, y si además las resistencias estructurales del edificio resultan ser iguales o mayores a las de estas Normas, algunas de las disposiciones no se aplicarán.

## Artículo 2. Calidad de las piezas de concreto, barras de refuerzo, mortero y concreto

2.1. Las piezas cimbra de concreto deben apegarse a los requerimientos establecidos por la Norma Industrial Japonesa (JIS) A 5408: "Piezas de Concreto para Mampostería Totalmente Reforzada", o deberán tener mejor calidad que la especificada.

2.2. A excepción de casos especiales, las barras de refuerzo deberán tener mejor calidad que las barras lisas, SD30A o SDR30A, las cuales se especifican en JIS G 3112: "Barras de Acero para Concreto Reforzado" y JIS G 3117: "Barras de Acero Producidas para Concreto Reforzado", respectivamente.

2.3. El mortero de 28 días para juntas de muros y el concreto usado para reforzar deberá tener una resistencia mayor que 180kgf/cm<sup>2</sup>.

## Artículo 3. Dimensiones de estructuras de mampostería totalmente reforzadas

El número total de pisos y altura total no deberán ser mayores a los especificados en la

Tabla 1. Cada altura de entrepiso de los sistemas Tipo-1 SGM y TIPO-2 SGM no deberán exceder 3.5m y 4.0m respectivamente.

**Tabla 1. Dimensiones de estructuras de mampostería de concreto totalmente reforzadas**

Tipo de Sistema Estructural y Número de Pisos	Altura Total (m)		
	Construcciones de un nivel	Construcciones de dos niveles	Construcciones de tres niveles
Sistema TIPO-1 SGM	4	7.5	11
Sistema TIPO-2 SGM	4.5	8.5	12.5

[Comentarios] (1). La altura de parapetos deberá ser menor que 1.2m y su altura no se tomará en cuenta para la altura del entrepiso.

(2). En la losa de azotea el pretil será menor que 1.5m

#### Artículo 4. Arreglo de muros de cortante en sistemas TIPO-1 SGM

4.1. Los muros de cortante deben tener un arreglo con un buen balance en planta.

4.2. Los muros de cortante en el piso superior deberán ser arreglados justo arriba de los muros de cortante adyacentes del piso inferior, a menos que los muros del piso superior hayan sido diseñados de tal forma que las cargas laterales que soporten sean transmitidas a los muros inferiores de manera eficiente a través de cerramientos o vigas reforzadas.

4.3. Cada área de piso proyectada horizontalmente rodeada por el centro de líneas de los muros de cortante; definida como "Área Dividida", no será mayor que 60m<sup>2</sup>. En caso de edificios de uno o más pisos sin losas reforzadas o pisos prefabricados rígidos el área no será mayor que 45m<sup>2</sup>.

4.4. En la parte exterior de las esquinas de construcciones, los muros de cortante deben tener arreglos de tal forma que la proyección horizontal de los muros sea en forma de L ó T.

4.5. En cada una de las direcciones transversal y longitudinal de la construcción, los valores de "Porcentaje de Muros" dada en cm/m<sup>2</sup> no deberá ser menor que los valores presentados en la Tabla 2, donde "Porcentaje de Muros" se define como el valor de la longitud total (o valor acumulativo) de los muros de cortante entre el área del piso donde se localizan los muros. Si hay balcones que se localizan en el piso superior, el área del piso incluye la mitad del área del balcón. En el cálculo de la longitud de muros, los mismos deben cumplir con los requerimientos especificados en el Artículo 5.

En el cálculo de porcentaje de muros de cortante, si el espesor del muro,  $t$ , es mayor que  $t_0$ , especificado en la Tabla 3, la longitud del muro puede ser incrementado  $t/t_0$  veces. En este caso sin embargo, el valor de la longitud de muros no incrementada no debe ser menor que el que se da en la Tabla 2 menos 3cm/m<sup>2</sup>.

**Tabla 2. Valores mínimos de porcentajes de muros**

Localización del Muro	Porcentaje de Muros (cm/m <sup>2</sup> )	* En el cálculo del porcentaje de muros, aquellos con pequeñas abertura(s) para ventilación pueden tomarse en consideración como muros ordinarios.
Piso Superior	15	
Penúltimo Piso Superior	15	
Antepenúltimo Piso Superior	18	

4.6. En el caso de construcciones sujetas a cargas gravitacionales, vivas y/o de nieve mayores que las ordinarias, el porcentaje de muros indicado en la Tabla 2 deberá ser incrementado apropiadamente.

4.7. Para muros de cortante cuya longitud es corta y soportan carga gravitacional alta, se dará una atención especial a su seguridad estructural.

4.8. La distancia entre centros de línea de "Muros Paralelos" no deberá ser mayor a 50 veces el espesor del muro de cortante conectado a los muros paralelos. De aquí en adelante "muros paralelos" se definen como dos muros de cortante que se encuentran paralelos y están conectados perpendicularmente por un muro de cortante o marco de concreto reforzado resistente a momentos.

**Artículo 5. Detalles estructurales de un sistema de muro de cortante TIPO-1 SGM**

5.1. La longitud de un muro de cortante deberá ser mayor a 55 cm. o más del 30% de la altura promedio de las aberturas localizadas a ambos lados del muro de cortante. Si se dispone de un pequeño muro(s) alrededor de la parte superior y/o inferior de la abertura, y su desempeño estructural se espera que sea menor que los muros de cortante, entonces la altura de este pequeño muro no deberá ser agregada a la altura de la abertura.

5.2. El espesor del muro de cortante,  $t$ , y el espesor del concreto colado entre las piezas de concreto,  $t_c$ , deberá ser mayor a los valores  $t_o$  y  $t_c$  dados en la Tabla 3 respectivamente.

**Tabla 3. Espesor mínimo de muro de cortante y muro de concreto**

Localización del muro	Espesor de muro $t_o$ (cm)	Espesor de muro de concreto $t_{co}$ (cm)	Observación
Piso Superior	15 y $h/24$	9	$h$ = Altura libre del muro (cm).
Penúltimo Piso Superior	18 y $h/20$	12	
Antepenúltimo Piso Superior	20 y $h/18$	14	

### 5.3. Arreglo del acero de refuerzo en los muros de cortante:

(1). El diámetro mínimo de las barras de refuerzo así como el espaciamiento máximo tanto vertical como horizontal en los muros de cortante deben cumplir con los requerimientos de la Tabla 4.

**Tabla 4. Refuerzo mínimo para muros de cortante**

Localización del Muro	Refuerzo Vertical y Horizontal	
	Diámetro Mínimo	Espaciamiento Máximo (cm)
Piso Superior	D10	40
Penúltimo Piso Superior	D13	40
Antepenúltimo Piso Superior	D13, D16 alternativamente	40

(2). La cantidad mínima de refuerzo que se suministra en los extremos e intersecciones de muros de cortante así como a largo de las aberturas superiores e inferiores deberán cumplir con los requerimientos de la Tabla 5.

**Tabla 5. Refuerzo mínimo en partes especiales de muros de cortante**

Localización del Muro	Refuerzo vertical en los extremos y alrededor de aberturas			Refuerzo vertical en la intersección de muros	Refuerzo horizontal alrededor de abertura	
	$h_o \leq 1.0m$	$1.0m < h_o \leq 2.0m$	$2.0m < h_o \leq 3.0m$		$l_o \leq 1.0m$	$l_o > 1.0m$
Piso Superior	1-D13	1-D16	2-D13	1-D13	1-D13	1-D16
Penúltimo Piso Superior	1-D16	2-D13	2-D16	1-D16	1-D16	2-D13
Antepenúltimo Piso Superior	1-D16	2-D16	2-D16	1-D16	1-D16	2-D13

[Observaciones] (1).  $h_o$  = altura de abertura (refiérase a Artículo 5.1).

(2).  $l_o$  = distancia horizontal de abertura.

(3). Alrededor de una pequeña abertura, se deberá proveer un refuerzo mínimo de una barra D13.

5.4. Las conexiones entre muros de cortante y vigas, deberán tener detalles estructurales de tal forma que las cargas se puedan transmitir de vigas a muros de una manera segura.

### Artículo 6. Detalles estructurales de cerramientos de muros en sistemas TIPO-1 SGM

6.1. Los cerramientos deberán ser continuos a lo largo de la parte superior de cada muro, excepto en las construcciones de un piso con losas de concreto reforzado.

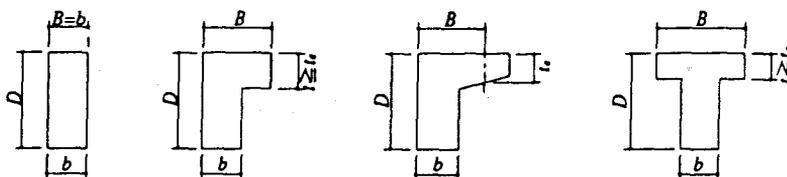
6.2. El peralte de los cerramientos deberá ser mayor a 40 cm en general y 30 cm en construcciones de un piso.

El ancho de los cerramientos será mayor que el espesor de los muros de cortantes adyacentes que hacen contacto con el cerramiento. Además, los cerramientos de los muros deberán tener resistencias adecuadas para sportar cargas vetricales, y en el plano de una manera segura.

En caso de usar de usar piezas de concreto para los cerramientos, el espesor del concreto colado en el interior deberá ser mayor que  $(t_{co} + 3)$  cm en donde  $t_{co}$  está dado en la Tabla 3.

6.3. Los cerramientos de muros cuyo concreto no es colado monolíticamente con las losas de concreto reforzado o pisos de otro tipo, deberán cumplir los siguientes requerimientos (Esto es para diseñar los cerramientos de tal forma que actuen de una manera segura ante cargas laterales):

(1). El ancho efectivo de los cerramientos deberá ser mayor que 20 cm y que  $1/20$  de la distancia entre centro de líneas de muros paralelos, como se define en el Artículo 4.8. En caso de que los cerramientos tengan secciones transversales L o T como se muestra en la Figura 4, si el espesor del patín es mayor a 15 cm (12 en construcciones de un piso) este se puede tomar como el ancho efectivo.



$B$  : ANCHO EFECTIVO DEL CERRAMIENTO

$b$  : ANCHO DEL CERRAMIENTO

$D$  : PROFUNDIDAD DEL CERRAMIENTO

$t$  : ESPESOR DEL PATÍN

$t_c$  es mayor que 15 cm (12 cm para contrucciones de un piso)

Figura 4. Espesor efectivo de cerramientos

(2). El arreglo de los cerramientos deberá ser tal que en planta se tenga un rectángulo cerrado.

(3). El arreglo del refuerzo longitudinal deberá ser de tal forma que los cerramientos actúen de manera segura para resistir cargas laterales fuera de plano.

6.4. Estructuras de techo y armaduras de techo deberán ser sosportadas por los cerramientos, y deberán ser conectadas firmemente entre si usando tornillos.

#### **Artículo 7. Detalles estructurales de piso y techo en sistemas TIPO-1 SGM**

Las losas de piso y techo deberán ser construídas de concreto reforzado o sistemas prefabricados rígidos. Además, estas losas deberán ser diseñadas y construídas para actuar monolíticamente con los muros de cortante y cerramientos para resistir cargas laterales.

Para losas de piso en suelo firme y losas de techo en construcciones de uno o dos pisos, los requerimientos de este Artículo pueden ser excluídos.

#### **Artículo 8. Detalles estructurales para la cimentación de sistemas TIPO-1 SGM**

8.1. A lo largo de la parte inferior de cada muro de cortante en el piso mas bajo, las zapatas con vigas de cimentación y/o las trabes de cimentación de concreto reforzado deberán construirse de una manera continua para soportar los muros de cortante y conectarlos entre si.

8.2. El ancho de la cimentación debe ser mayor al de los muros de cortante.

8.3. La profundidad de la cimentación será de 60 cm (45 cm para construcciones de un piso) o mas, no siendo menor que 1/12 de la altura de entresijos.

8.4. Las cimentaciones deben ser doblemente armadas en el sentido longitudinal, y deberán ser diseñadas para resistir fuerzas de flexión y de cortante.

#### **Artículo 9. Longitudes de desarrollo y traslapes del refuerzo en muros de cortante en sistemas TIPO-1 SGM**

9.1. Para el refuerzo vertical en los extremos de los muros de cortante, no es permitido el traslape.

9.2. Las longitudes de desarrollo y traslapes del refuerzo de muros deben cumplir con los requerimientos mínimos de la Tabla 6.

**Tabla 6. Longitudes de desarrollo y traslapes del refuerzo en muros**

	Localización de Desarrollos y Traslapes	Resistencia de Diseño del Concreto $F_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Longitudes Mínimas de Desarrollo y Traslapes	
			Barras Corrugadas	
			Sin Gancho	Con Gancho
Desarrollo	(1) Refuerzo vertical en vigas o losas	$210 \leq F_c \leq 240$	$35d$	$25d$
	(2) Refuerzo horizontal en muros perpendiculares	$180 \leq F_c \leq 210$	$40d$	$30d$
	(3) Refuerzo horizontal alrededor de aberturas en muros			
Traslapes	Otros	-	$25d$	$15d$
	Refuerzo vertical y horizontal en muro de cortante	$210 \leq F_c \leq 240$	$40d$	$30d$
		$180 \leq F_c < 210$	$45d$	$45d$

[Comentarios] (1).  $d$  = diámetro nominal de la barra en mm.

(2). En caso de usar barras de diferente diámetro, se toma el menor valor de  $d$  para determinar la longitud del traslape.

(3). Cuando la longitud de desarrollo del refuerzo horizontal es insuficiente al final del muro de cortante, se pueden amarrar ganchos de las barras horizontales a las barras verticales.

**Artículo 10. Protección de concreto para el refuerzo en sistemas TIPO-1 SGM**

**10.1.** Un recubrimiento mínimo de concreto para el refuerzo deberá cumplir con los requerimientos dados en la Tabla 7.

**Tabla 7. Recubrimiento mínimo de concreto**

Elementos	Recubrimiento Mínimo
Piso y losas de Azotea	2**
Muro de Cortante	2(excluyendo el espesor de las piezas de concreto)
Cerramiento	3*(En caso de usar piezas de concreto, el espesor de las piezas se excluye y el mínimo recubrimiento deberá ser de 2 cm)
Zapatas y Vigas de Cimentación	4
Losa de Cimentación	6(excluyendo el concreto para nivelar)

[comentarios] \* Si no hay un recubrimiento en la superficie del concreto , se le agregará uno de 1 cm.

\*\* El recubrimiento para una losa en cantiliver será de 3 cm.

**10.2.** Con el fin de proteger a un muro exterior de la lluvia y con ello la durabilidad de la construcción, se da un tratamiento especial a la superficie exterior de la misma.

### **Artículo 11. Construcción**

La construcción de un edificio diseñado de acuerdo con estas Normas, deberá cumplir los requerimientos de las Especificaciones de las Normas de Arquitectura Japonesas para la Elaboración de Concreto Reforzado AIJ (JASS5), así como aquellas para Trabajos con Mampostería (JASS7) y la Guía para el Refuerzo de Construcciones de Concreto y de Muros de Mampostería.

El agregado máximo usado para colar concreto dentro de las piezas de concreto deberá ser menor que 20 mm.

### **Artículo 12. Detalles estructurales en el sistema TIPO-2 SGM**

En el sistema TIPO-2 SGM, los marcos resistentes a momentos, los muros de cortante reforzados y los cerramientos localizados en las piezas de concreto deberán ser diseñados de acuerdo a las disposiciones de las Normas AIJ para Concreto y Muros Reforzados.

# Comentarios a las Normas de la AIJ para el Diseño Estructural de Construcciones de Mampostería Reforzadas Totalmente con Concreto (Edición de 1989)

## Introducción

Las estructuras de mampostería reforzadas totalmente con concreto (SGM), se clasifican en los sistemas estructurales TIPO-1 y TIPO-2 SGM, como se presentó en el Artículo 1 de estas Normas.

El sistema TIPO-1 SGM es una estructura tipo cajón que está compuesta de muros de carga, cerramientos y zapatas de cimentación. Los muros de carga de este tipo de sistema se componen consiste de piezas de concreto, refuerzo de muros y concreto colado en las partes huecas de las piezas. En el sistema TIPO-1 SGM, los muros de carga son diseñados para que tanto los muros de mampostería reforzados como las paredes de concreto dentro de las piezas de mampostería resistan las fuerzas externas. La Figura 1.1 muestra una ilustración de un sistema estructural TIPO-1 típico.

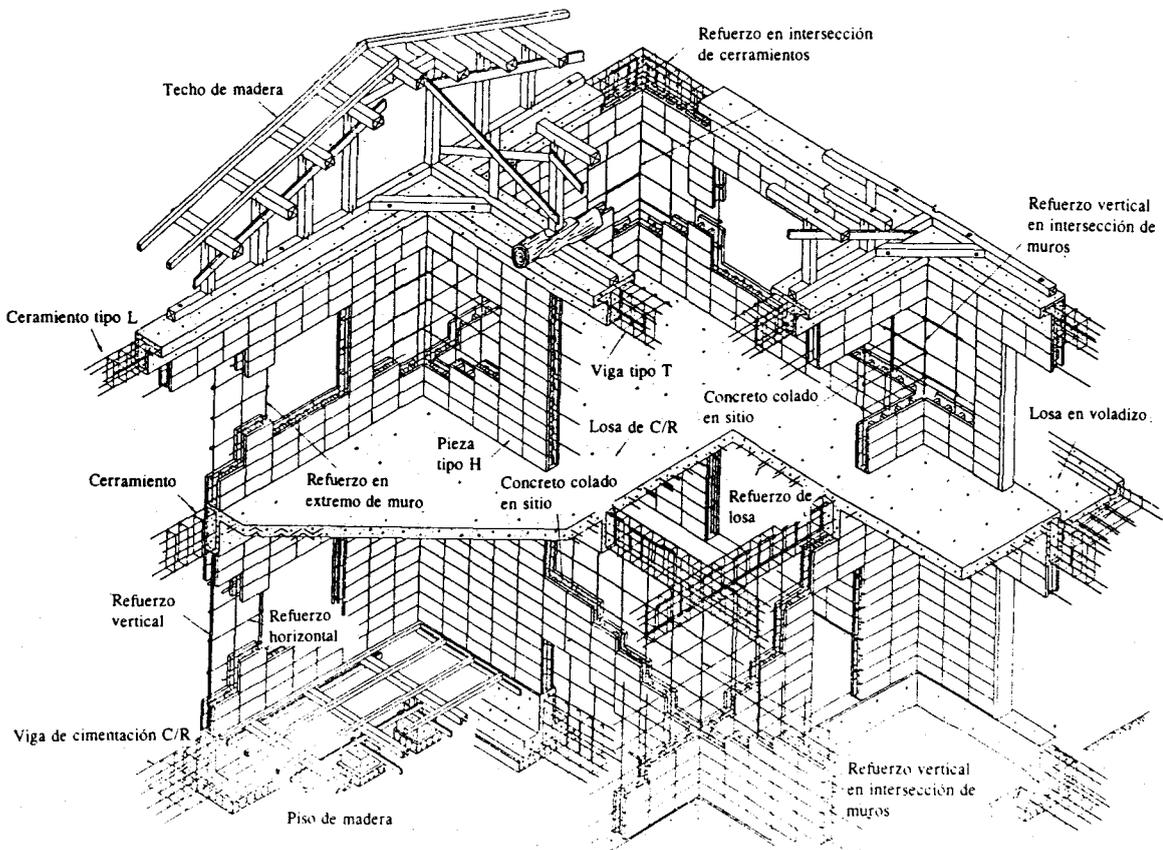


Figura 1.1 Ejemplo típico de un sistema estructural TIPO-1 SGM

El sistema TIPO-2 SGM es un marco espacial de concreto reforzado resistente a momentos o una estructura de muros tipo cajón en donde solo los miembros reforzados de concreto dentro de las piezas del mismo material resisten las fuerzas externas.

En esta norma se presenta básicamente el método de diseño para el sistema estructural TIPO-1 SGM. El diseño estructural del TIPO-2 SGM debe ser llevado a cabo considerando al sistema dentro de las piezas de concreto usadas como cimbra, la calidad de las mismas y sus dimensiones. Además como el concepto de diseño para el sistema TIPO-1 SGM es casi el mismo que para el de piezas huecas de concreto, en esta Norma solo y comentario solo se presentan puntos y antecedentes importantes para el diseño del mismo. Si se requiere de más información consulte las Normas y Comentarios para el Diseño de Estructuras de Mampostería a Base de Piezas Huecas de Concreto.

**Artículo 1. Sinópsis**

Para determinar cantidades de refuerzo y longitud de muros por unidad de area de piso, se suponen pesos de 1.03 a 1.32 t/m<sup>2</sup>. De aquí en adelante la unidad de peso se define como el valor promedio de carga viva mas muerta de la construcción por unidad de area de piso para cada nivel. En caso de construcciones con pesos mayores de los que se presentan o bién con habitaciones largas como salones de clase en escuelas, algunas partes de las disposiciones de esta Norma no son aplicables. En estos casos es necesario revisar y reexaminar los requerimientos de refuerzo y longitud de muros.

**Artículo 2. Calidad de las piezas de mampostería, varillas de refuerzo, mortero y concreto**

Los requerimientos mínimos para la calidad de las piezas de concreto se especifican en las Normas Industriales Japonesas: JIS A 5408. La Tabla 1.1 muestra el tamaño y forma de las piezas de concreto , y los requerimientos de calidad están dados en la Tabla 1.2.

**Tabla 1.1. Tamaño y forma de las piezas-cimbra de concreto (tomado de JIS A 5408: unidades en mm)**

Longitud	300 400 450
Altura	150 200
Espesor	140 150 180 190 215

- [comentarios] (1). La Tabla 1.1 representa dimensiones modulares de longitud y altura. El espesor de juntas de mortero es de 10 mm
- (2). La tolerancia en altura y espesor en piezas de mampostería es de +- 2mm
- (3). El ancho mínimo del area hueca de las piezas de mampostería en las que se provee acero de refuerzo debe ser mayor a 8 cm. Ello es para garantizar un arreglo y recubrimiento adecuado de las varillas.
- (4). El espesor de paredes debe ser mayor que 25 mm pero menor que 30 mm, y la distancia cara que cara entre almas adyacentes debe ser mayor que 7 cm.

Tabla 1.2. Calidad de piezas-cimbra  
(tomado del JIS A 5408)

Resistencia Mínima a Compresión por Area Neta kgf/cm <sup>2</sup> (N/cm <sup>2</sup> )	Absorción (por ciento)	Impermeabilidad (por ciento)
180 (1765)	menor al 10%	menos al 5%

Las calidades para barras de refuerzo, mortero y concreto se presentan en los Comentarios sobre el Diseño de piezas Huecas de Concreto para Construcciones de Mampostería.

### Artículo 3. Dimensiones de construcciones totalmente reforzadas

En lo que se refiere a las limitaciones en las dimensiones de estructuras de mampostería totalmente reforzadas, en esta Norma solo están reguladas las alturas de libres totales, y las de los entrepisos. De aquí en adelante altura libre total se refiere a la distancia medida del nivel de terreno al cerramiento del último nivel. Por el contrario altura de entrepiso es la distancia medida entre pisos adyacentes. Cuando se tiene una losa de techo con pendiente, la altura de entrepiso se medirá del nivel de piso al cerramiento del muro. La figura 3.1 muestra métodos de medición para alturas de entrepiso y libre total en sistemas TIPO-1 SGM con diferente tamaño y forma de sistemas de piso.

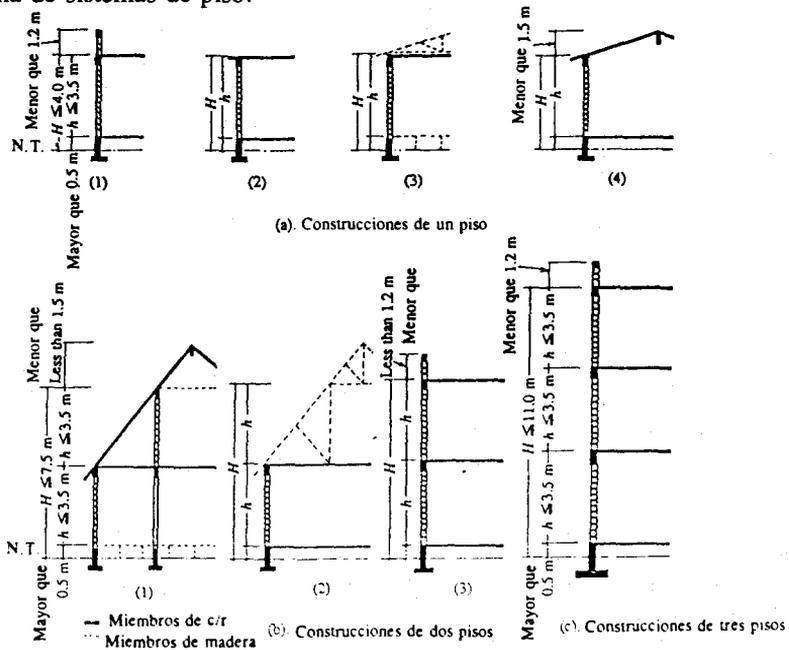


Figura 3.1. Métodos de medición para alturas de entrepiso ( $h$ ) y libres totales ( $H$ )

**Artículo 4. Arreglo de muros de cortante en sistemas TIPO-1 SGM**

En la Tabla 4.1 se presentan los esfuerzos permisibles en los muros de cortante, con base en los cuales se determinaron valores mínimos de las longitudes de muros por unidad de area de piso de 15 a 18 cm/m<sup>2</sup> dados en la Tabla 2 de la presente Norma, tanto en el sentido longitudinal como transversal, en sistemas TIPO-1.

**Tabla 4.1. Esfuerzos permisibles supuestos en muros de cortante (kg/cm<sup>2</sup>)**

Resistencia a compresión especificada de Mampostería, Mortero y Concreto	Para cargas a largo plazo		Para cargas a corto plazo	
	Compresión	Cortante	Compresión	Cortante
180	180x0.8x1/3 = 48	48x1/10 = 4.8	48x2 = 96	48x1.5 = 7.2

La cantidad de muros de cortante requerida se basa en la ecuación (4.1)

$$Q_i \frac{\alpha}{L_{oi} t} k \leq f_s$$

- donde  $Q_i$  = cortante sísmico lateral en el i-ésimo piso por unidad de area (kg/m<sup>2</sup>),
- $L_{oi}$  = cantidad de muros requeridos en el i-ésimo piso (cm/m<sup>2</sup>),
- $t$  = espesor del muro de cortante (cm),
- $\alpha$  = factor de concentración de esfuerzo, de aquí en adelante se toma igual a 1.5,
- $k$  = factor de forma para la distribución de cortante, se toma igual a 1.5,
- $f_s$  = esfuerzo cortante permisible en muros de cortante para cargas de corta duración.

Dado que el esfuerzo cortante tomado por los muros no está distribuido de manera uniforme en todos los muros, se introduce el factor de concentración de esfuerzo de la Ec. (4.1). En el cálculo de los valores de  $Q_i$ , se usa la siguiente ecuación;

$$Q_i = C_i A_i W_i$$

en donde:

- $C_i$  = coeficiente sísmico en el i-ésimo piso, se toma como 0.2 para todos los pisos,

$A_i$  = factor de distribución de los cortantes sísmicos a lo largo de altura de la construcción, definición que está dada en el Comentario de la Norma del AIJ para el Diseño Estructural de Construcciones de Mampostería con Piezas Huecas de Concreto,

$W_i$  = carga gravitacional total para el cálculo de la fuerza sísmica de diseño, la cual es soportada por todos los muros de cortante del  $i$ -ésimo piso y se obtiene dividiendo entre el área del  $i$ -ésimo piso. En esta Norma, se toman  $W_1 = 3600 \text{ kg/m}^2$ ,  $W_2 = 2280 \text{ kg/m}^2$  y  $W_3 = 1030 \text{ kg/m}^2$ .

Los resultados de cálculos para el porcentaje de muros requeridos se presentan en la Tabla 4.2.

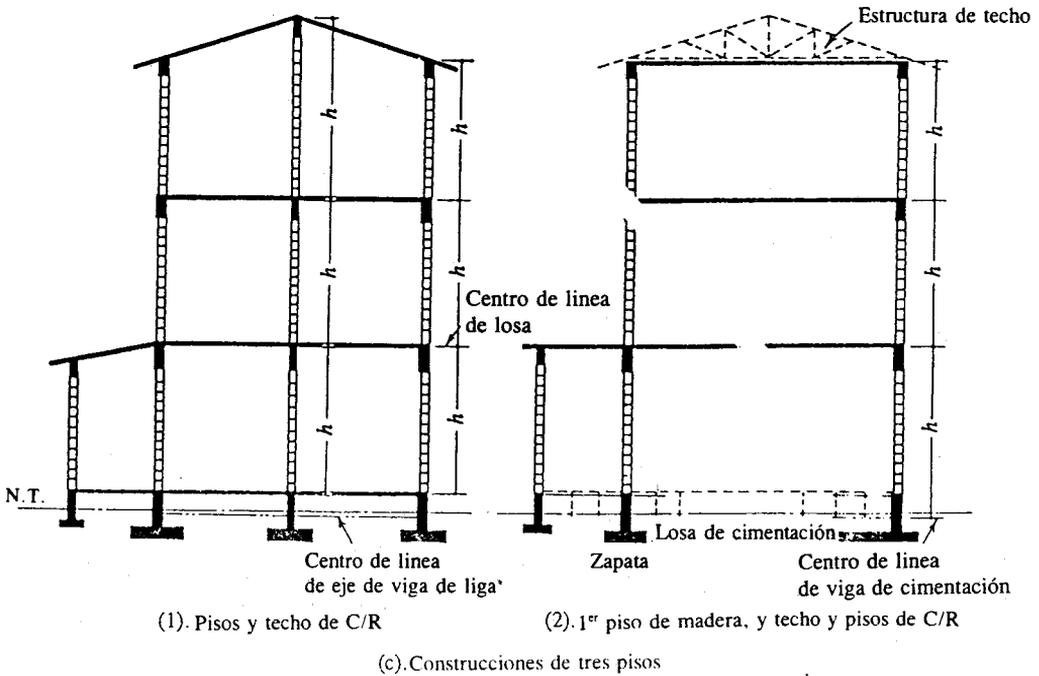
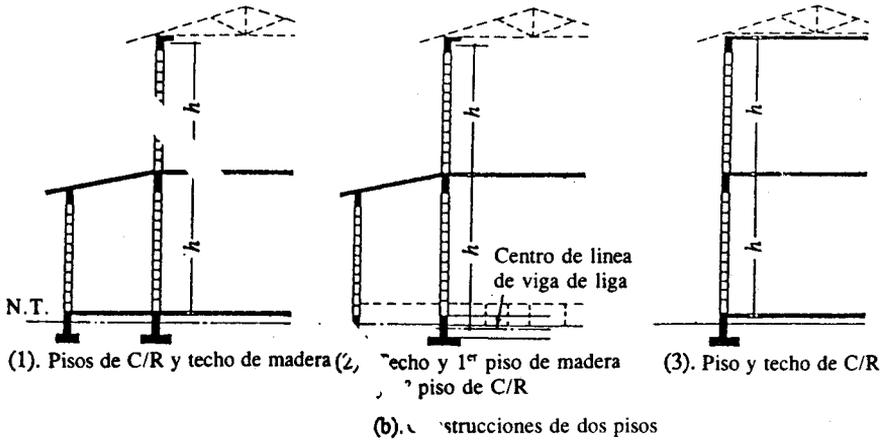
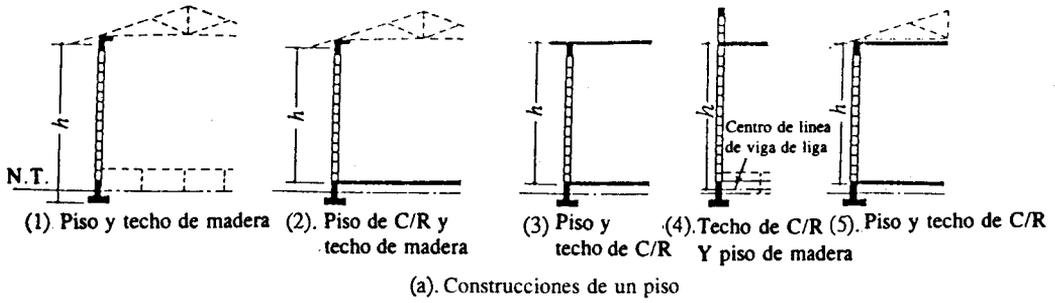
**Tabla 4.2. Resultados de cálculos para porcentajes de muros requeridos**

Localización del Muro	Esfuerzo Cortante Permisible $f_i(\text{kg/cm}^2)$	Espesor de Muro $t(\text{cm})$	$Q_i \times a$ ( $\text{kg/m}^2$ )	Porcentaje de Muros Requerido $L_{oi}(\text{cm/m}^2)$
Construcción de un piso o piso superior	7.2	15	445	6.2 —> 15
2° piso inmediato superior	7.2	18	808	9.4 —> 15
3er piso inmediato superior	7.2	20	1080	11.3 —> 18

Todo lo relacionado con los métodos de arreglos de muros, división máxima de áreas de piso, distancia máxima entre centros de línea de muros paralelos y otros requerimientos relacionados con aspectos de muros de cortante, se presentan en el Artículo 5 de las Normas para el Diseño Estructural de Construcciones de Mampostería a Base de Piezas Huecas de Concreto.

#### **Artículo 5. Detalles estructurales para muros de cortante en sistemas TIPO-1 SGM**

Los requerimientos mínimos de espesor de muros de cortante, así como del espesor del concreto de relleno en las piezas de concreto se presentan en la Tabla 3 del Artículo 5. En esta Tabla, se proporciona el ancho requerido del muro en función de la altura libre ( $h$ ) del muro de cortante. Esto es para prevenir el pandeo fuera del plano de los muros. De aquí en adelante la altura libre ( $h$ ) se define como la distancia libre entre los soportes del muro. La Figura 5.1 muestra algunos ejemplos de cómo medir esta altura.



[Comentarios]  $h$  = altura libre de muro de cortante

— miembros de c/r

--- miembros de madera

Figura 5.1. Métodos de medición de altura libre en muros de cortante

La cantidad de refuerzo requerido en cada muro de cortante, puede ser calculado si las fuerzas de corte de diseño y las propiedades de los materiales son conocidos. En esta Norma sin embargo, para evitar el cálculo individual de cada muro de cortante, se sugieren cantidades requeridas de refuerzo vertical y horizontal en la Tabla 4 del Artículo 5. Este refuerzo mínimo dado en la Tabla 4 ha sido calculado suponiendo que el arreglo de los muros en planta es adecuado de tal forma que no ocurran rotaciones excesivas en planta. En adición a este refuerzo de cortante, la presente Norma requiere que se provea acero de flexión a lo largo de la orilla de intersección de todos los muros de cortante como se muestra en la Tabla 5 del Artículo 5. Ello es para evitar que ocurran agrietamientos en los muros además de dar una seguridad a este tipo de construcciones.

**(Antecedentes para determinar el refuerzo mínimo de coratante en muros)**

La cantidad de refuerzo a cortante requerido en muros dado en la Tabla 4 se determina de acuerdo con los mismos métodos de cálculo usados en la Norma para Diseño de Construcciones de Mampostería a base de Piezas Huecas de Concreto del AIJ, las cuales son presentadas brevemente a continuación:

El esfuerzo cortante medio soportado por un muro de cortante está dado por

$$\bar{\tau}_i = p_s \cdot f_t = \frac{Q_i \alpha}{L_{oi} t} = \frac{\bar{Q}}{t}$$

donde

$\tau_i$  = esfuerzo cortante medio en el muro (kg/cm<sup>2</sup>)

$p_s$  = porcentaje de refuerzo a cortante (%)  
 =  $a_s / xt$

$a_s$  = área de la sección transversal de la barra de refuerzo (cm<sup>2</sup>)

= 0.71 cm<sup>2</sup> barra D10 (#3)

= 1.27 cm<sup>2</sup> en barra D13 (#4)

= 1.99 cm<sup>2</sup> en barra D16 (#5)

$x$  = espaciamiento de barras en cm

$t$  = espesor de muro en cm

$f_t$  = esfuerzo permisible a tensión del refuerzo a cortante para cargas de corta duración  
 = 3000 kg/cm<sup>2</sup>

$Q_i$  = fuerza sísmica de diseño por unidad de área de piso en el i-ésimo piso (kg/m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = factor de concentración de esfuerzo como se presenta en la Ec. (4.1)

$L_{oi}$  = porcentaje de muros requeridos en la Tabla 2

$\bar{Q}$  = fuerza sísmica en muro de cortante por unidad de longitud de muro (kg/m<sup>2</sup>/cm)

Usando las Ecs. (5.1) y (5.2), se puede determinar las cantidades de refuerzo a cortante requeridas. Los resultados de los cálculos para una construcción de tres niveles se resumen en la Tabla 5.1

**Tabla 5.1 Resultados sobre refuerzo de cortante requerido en muros de cortante (construcción de tres niveles)**

Piso	$L_{oi}$ (cm/m <sup>2</sup> )	$\tau$ (cm)	$Q_i \alpha$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\bar{Q}$ (kg/m <sup>2</sup> /cm)	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$x$ requerida (diam. de barra, espaciamiento)	Diseño (diam. de barra, espaciamiento)	$p_s$ (%)
3 <sup>er</sup> nivel	15	15	445	29.7	1.98	D10 (#3) 72	D10 (#3) 40	0.1 2
2 <sup>o</sup> nivel	15	18	808	53.9	3.00	D13 (#4) 70	D13 (#4) 40	0.1 8
1 <sup>er</sup> nivel	18	20	1080	60.0	3.00	D13 y D16 (#5) 40	D13 y D16 (#5) 40	0.2 0

Todas las vigas deben ser sustentadas por los cerramientos de muros. En el caso de que los extremos de vigas estén conectadas directamente a los muros de cortante, estas conexiones deberán ser diseñadas cuidadosamente de tal forma que no ocurra una falla local y que la carga de la viga sea transmitida de una manera suave.

#### **Artículo 6. Detalles estructurales de cerramiento de muros en sistemas TIPO-1 SGM**

Los cerramientos de muros deberán ser diseñados y construidos usando miembros de concreto reforzados. Si son provistos de manera adecuada los cerramientos a lo largo de la parte superior de los muros, entonces estos podrán resistir fuerzas sísmicas de manera efectiva, además de prevenir deformaciones fuera del plano del muro. Por otra parte la presencia de cerramientos hace que el refuerzo vertical trabaje de manera efectiva al estar anclado en los ellos. Si se proveen los cerramientos de manera continua en los muros, de tal forma de que se generen rectángulos cerrados en planta, se asegura una función estructural adecuada de los mismos.

En el caso en que haya aberturas grandes justo debajo de los cerramientos, o que éstos estén sujetos a grandes cargas concentradas en su parte superior, el ancho del mismo debe determinarse con base a cálculos estructurales. Dado que los cerramientos deben resistir tanto cargas verticales como horizontales, y transferir las mismas de una manera uniforme a los muros de cortante adyacentes, el ancho de los cerramientos debe ser diseñado para que sea más gruesos que los muros adyacentes. Cuando los cerramientos están compuestos de piezas-cimbra de concreto, el espesor del concreto colado en sitio debe ser mayor que los valores dados en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1. Espesor mínimo de cerramientos de concreto encajonados en piezas-cimbra de concreto**

Piso	Espesor mínimo de cerramiento encajonado (cm)
Piso superior	12
Penúltimo piso superior	15
Antepenúltimo piso superior	17

En caso de construcciones con sistema de piso no rígido en su plano horizontal; como los de madera, el ancho efectivo del cerramiento (B) debe ser mayor a 20 cm y 1/20 de la distancia entre los centros de línea de los muros paralelos, lo cual se basa en el Artículo 62-5 del Reglamento de Construcción.

**Artículo 7. Detalles estructurales de piso y techo en sistema TIPO-1 SGM**

Con el propósito de diseñar de una manera efectiva los muros de cortante contra fuerzas sísmicas, las siguientes condiciones son esenciales:

- (1). Los pisos incluyendo los techos deben estar compuestos de diafragmas rígidos tales como losas de concreto reforzado.
- (2). Los muros de cortante deben estar conectados monolíticamente a los pisos y cerramientos para formar un sistema estructural tipo cajón.
- (3). Todos los pisos deben ser diafragmas rígidos, en especial las construcciones de tres niveles.
- (4). En el caso de construcciones de uno o dos niveles, no es necesario diseñar y construir pisos rígidos dado que las fuerzas laterales de los niveles superiores son menores que aquellas para una construcción de tres niveles. Sin embargo, se recomiendan losas para construcciones de uno o dos niveles.
- (5). En el piso de la planta baja se puede adoptar un sistema flexible solo si el suelo es firme, dado que la estructura está ligada a las vigas de cimentación.
- (6). En caso de adoptar sistemas de piso prefabricados, es necesario diseñar las losas de acuerdo a las disposiciones de las Normas para el Diseño Estructural de Pisos Prefabricados del AIJ.

**Artículo 8. Detalles estructurales de la cimentación de un sistema TIPO-1 SGM**

En construcciones TIPO-1 SGM, es necesario suministrar vigas de cimentación con losas a lo largo de la parte inferior de los muros de cortante. Si no existen muros de cortante se provee solo una viga de liga. Estas vigas de cimentación y de liga se deben suministrar de tal manera que se formen rectángulos cerrados en planta. A continuación se mencionan las funciones de las vigas de cimentación y de liga en la seguridad estructural:

- (1). Para mantener la base de la construcción en condiciones de empotramiento.
- (2). Para prevenir asentamientos diferenciales, volteo o tralación de la construcción durante un temblor.
- (3). Para evitar agrietamientos en muros debido a reacciones locales.
- (4). Para evitar desplazamientos ascendentes y rotaciones de muros de cortante.
- (5). Para transmitir la carga de la superestructura de manera uniforme al suelo.

En general, las vigas de cimentación y de liga deben ser diseñadas para resistir momentos y fuerzas de cortante que ocurran en sus secciones transversales.

### Artículo 9. Desarrollo y traslapes de refuerzo en muros de cortante en sistema TIPO-1 SGM

El acero de refuerzo que se provee en muros de cortante se clasifica en los siguientes tres grupos;

- (1). El refuerzo vertical a flexión que se suministran en los extremos de los muros.
- (2). El refuerzo a cortante vertical y horizontal dentro del muro.
- (3). El refuerzo a flexión a lo largo de la parte superior e inferior rodeando las aberturas.

De entre este acero de refuerzo, los traslapes en el muro se prohíben en el refuerzo vertical en el los extremos del muro, y el refuerzo debe ser desarrollado en la parte superior e inferior del muro dentro de los cerramientos y/o vigas de cimentación. En otro tipo de refuerzo los traslapes se aceptan en esta Norma.

En los detalles del refuerzo se debe prestar atención a no concentrar los traslapes en un area limitada del muro como se muestra en la Figura 9.2

En general el refuerzo vertical debe ser anclado en llas vigas de cimentación, cerramientos y losas de piso o techo. El refuerzo horizontal de la parte superior e inferior de las aberturas de los muros, debe ser desarrollado dentro de los mismos tanto por el lado derecho e izquierdo de las aberturas. El refuerzo horizontal en los muros de cortante debe ser anclado en muros ortogonales através de traslapes o desarrollos normales. El refuerzo horizontal alrededor de una abertura debe ser anclado al refuerzo vertical con un gancho de 180 grados.

En caso de usar soldadura para conectar barras, se recomienda de penetración. En este, caso, la longitud mínima del cordón debe ser cinco veces el diámetro de la varilla cuando es soldada por ambas caras o diez veces el diámetro cuando es de una sola cara.

Algunas de las Normas de refuerzo y detalles se presentan en la Figuras 9.1 y 9.2

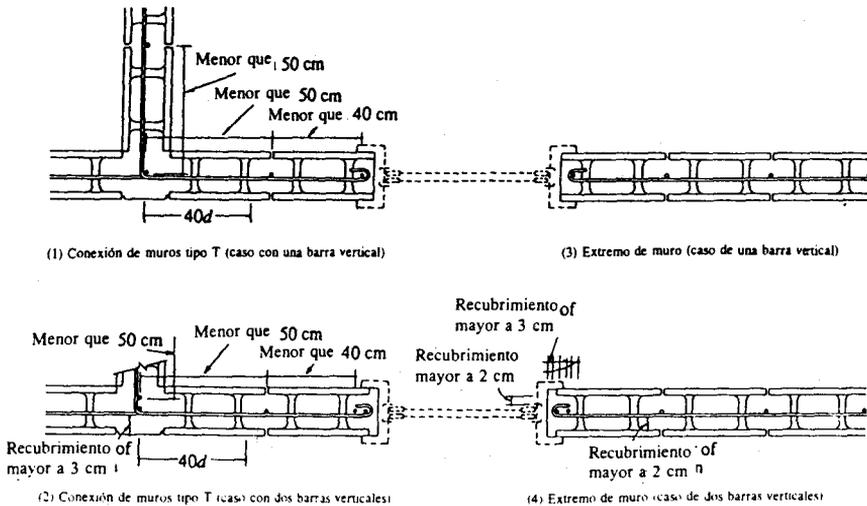
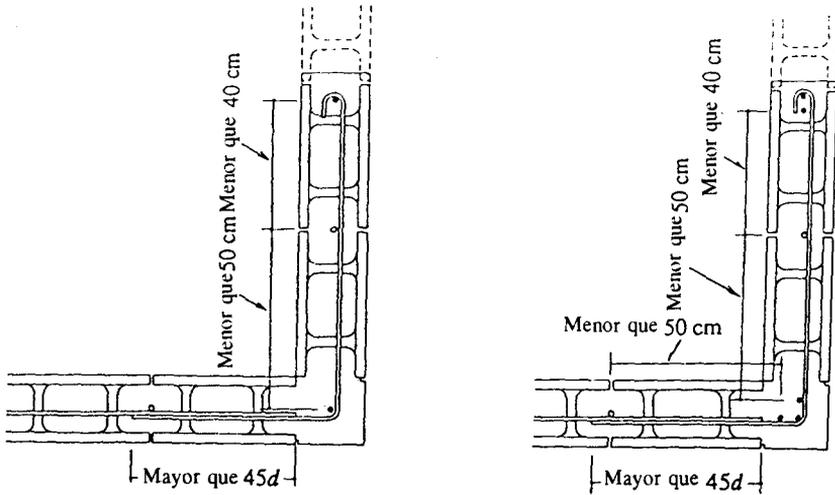
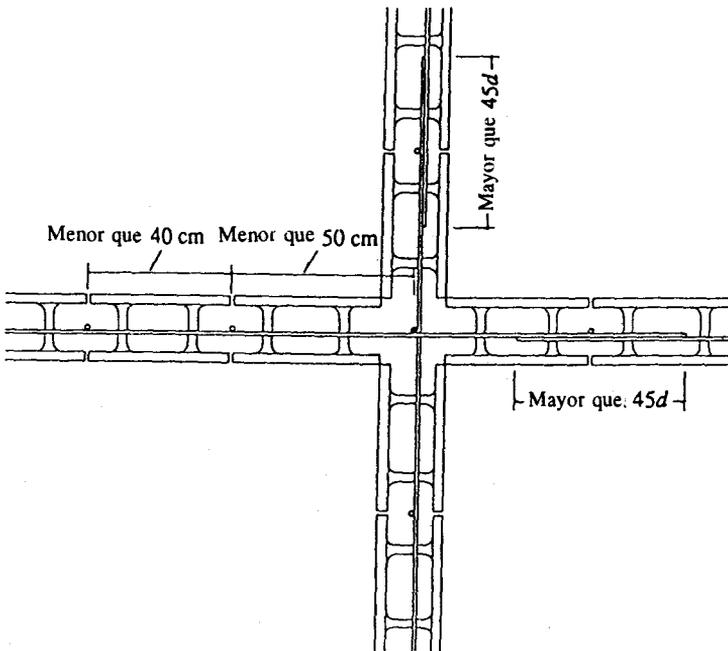


Figura 9.1.(a). Detalles de la Norma de refuerzo en una sección transversal horizontal de muros de cortante

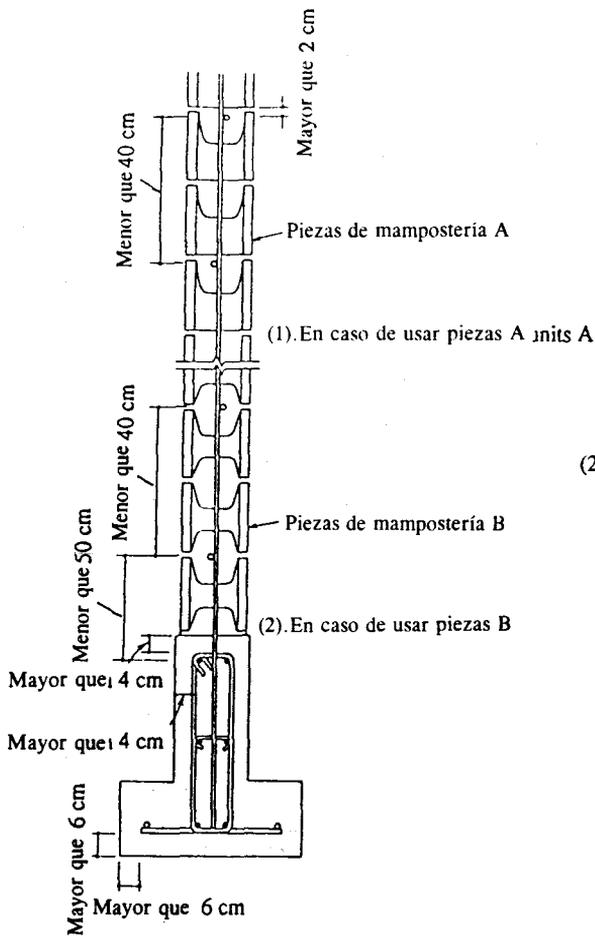


(5). Conexión tipo L en muros (caso con una barra vertical) (6). Conexión tipo L en muros (caso con dos barras verticales)

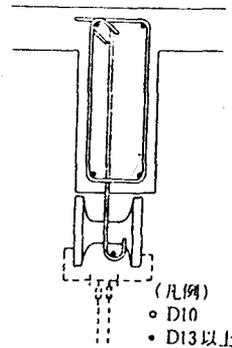


(7). Conexión tipo cruz en muros

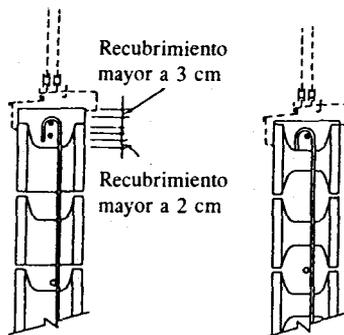
**Figura 9.1.(a). Detalles de la Norma de refuerzo en una sección transversal horizontal de un muro de cortante.(continuación)**



**Figura 9.1.(b).**  
**Detalles de refuerzo en sección transversal**  
**vertical de muro de cortante**



(2) Detalles de sección transversal alrededor de abertura

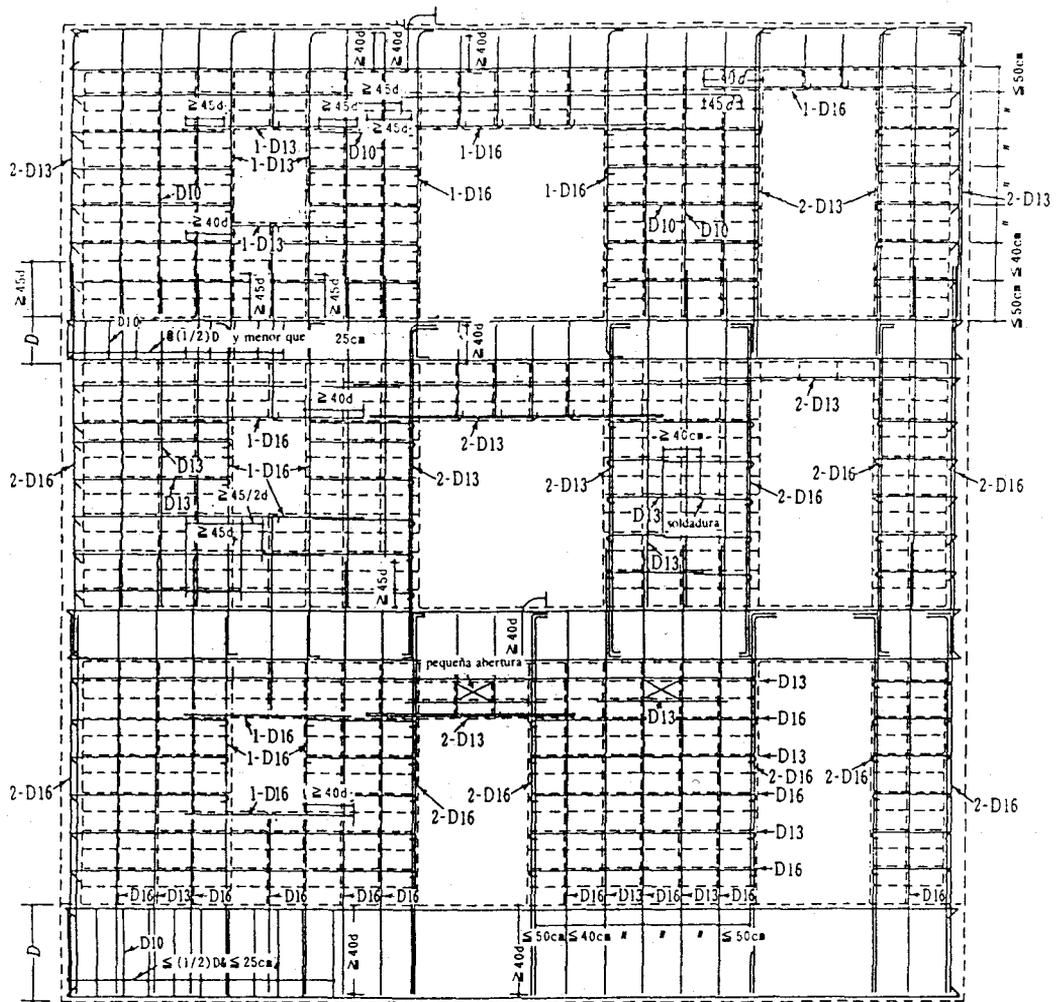


En caso de usar piezas A

En caso de usar piezas B

(1) Detalles de sección transversal alrededor de parte inferior de abertura

**Figura 9.1.(c).**  
**Detalles de refuerzo alrededor**  
**de abertura de muro de cortante**



**Figura 9.2. Método de refuerzo de la Norma en un sistema típico TIPO-1 SGM**

**Artículo 10. Protección con concreto del refuerzo en sistema TIPO-1 SGM**

El recubrimiento mínimo para cada elemento estructural está dado en la Tabla 7 del Artículo 10 de la presente Norma.

La calidad de las piezas-cimbra de concreto de los muros de cortante es mejor que la de las piezas huecas de concreto, debido a que los coeficientes de absorción de agua y de permeabilidad de los primeros son menores. En los sistemas TIPO-1 SGM sin embargo se espera que la lluvia penetre de las juntas de mortero debido a la composición de los muros con piezas

de concreto y el concreto alojado en las mismas. Por esta razón las varillas deben ser arregladas de tal forma que no tengan contacto directo con las caras de las piezas de concreto.

Dado que el arreglo de las varillas en el muro es unitario para este tipo de sistema estructural, se recomienda que la varilla vertical esté al centro de la sección del muro. El movimiento de estas barras debe evitarse durante el colado.

De acuerdo con las disposiciones de esta Norma, un recubrimiento mínimo de 2 cm de concreto se requiere dentro de la superficie de las piezas de mampostería.

#### **Artículo 11. Construcción**

Dado que el método de construcción de las piezas de mampostería para este sistema de es similar al de las piezas huecas de concreto, su construcción se puede llevar a cabo de acuerdo a las Especificaciones de la Norma Japonesa para el Trabajo en Mampostería (JASS7). Los trabajos de construcción y detalles de refuerzo se deben basar en las Especificaciones de la Norma Japonesa para Concreto Reforzado (JASS5) y la Guía para Concreto Reforzado y Estructuras de Mampostería.

#### **Artículo 12. Detalles estructurales en sistema TIPO-2 SGM**

Con excepción de las disposiciones de los Artículos 1 a 3 y 11, los métodos de diseño y construcción para una construcción TIPO-2 SGM se pueden basar en las disposiciones correspondientes a la Norma para el Cálculo Estructural de Concreto Reforzado del AIJ y la Norma para el Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado tipo Cajón.

**INSTITUTO DE ARQUITECTURA DE JAPON (AIJ) REGLAMENTO PARA  
EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE BARDAS Y FACHADAS DE MAMPOSTERIA  
DE CONCRETO (EDICION 1989) Y COMENTARIOS**

**Instituto De Arquitectura de Japón (AIJ).**  
**Reglamento Para el Diseño Estructural**  
**de Bardas y Fachadas de Mampostería (Edición de 1989).**

**Artículo 1. Alcance.**

1.1. Estas normas contienen los requerimientos para bardas a base de muros de mampostería reforzada, que utilicen en la mampostería las piezas de concreto especificadas en el artículo 2.

1.2. De acuerdo con el tamaño y forma de las piezas, las bardas de mampostería reforzada que utilicen piezas de concreto se pueden clasificar en alguno de los siguientes tipos:

(1) "Muro Regular". Definido como una barda de mampostería reforzada compuesta de concreto, mortero o lechada, barras de refuerzo, y piezas de concreto huecas o decoradas que se especifican en el Artículo 2.

(2) "Muro Completamente Lechadeado". Muro o barda de mampostería que se compone de piezas de concreto en las cuales se ha inyectado una lechada de concreto generando un colado sólido, barras de refuerzo y piezas que sirven como cimbra y que se especifican en el Artículo 2.

1.3. Los elementos de los muros de mampostería de concreto no incluidos en estas Normas, se sujetarán a los requerimientos del AIJ en sus "Normas para el Diseño Estructural de Estructuras de Mampostería Reforzada de Concreto Completamente Lechadeadas".

1.4. Algunas de las especificaciones de estas Normas no serán aplicables si se llega a demostrar por medio de cálculos estructurales, estudios especiales o experimentales, que las bardas de mampostería pueden ser diseñadas con alta seguridad para resistir cargas externas tales como sismos y presiones del viento.

**Artículo 2. Calidad de los Materiales.**

2.1. Las piezas de concreto para mampostería utilizadas en bardas, se sujetarán a los requerimientos estipulados por las Normas Industriales del Japón (JIS) A 5406: "Bloques de Concreto Huecos", JIS A 5407: "Bloques de Concreto Decorados" y JIS A 5408: "Bloques de Concreto para Mampostería Completamente Lechadeada".

2.2. Excepto en casos especiales, las barras de refuerzo serán de mejor calidad que las barras corrugadas SD30A ó SDR30A que están especificadas en las Normas JIS G 3112: "Barras de Acero para Concreto Reforzado" y JIS G 3117: "Producción de Barras de Acero para Concreto Reforzado", respectivamente.

2.3. La resistencia a la compresión a los 28 días del mortero y la resistencia estándar de diseño (o resistencia de compresión especificada) del concreto no será menor que 180 Kg/cm<sup>2</sup>.

2.4. Las divisiones metálicas (como barandales) usadas con muros de mampostería, se sujetarán a las especificaciones de las Normas JIS A 6513: "Divisiones Metálicas y Bardas"; a menos que cuenten con calidades superiores a las especificadas por JIS.

**Artículo 3. Altura y espesor de bardas de mampostería, tamaño y forma de zapatas.**

### 3.1. Altura de muros:

(1) La máxima altura de una barda no excederá de 2.2m sobre el nivel del terreno. Si a lo largo del muro hay variaciones del nivel del terreno por la topografía del lugar, la altura del muro deberá medirse respecto a la parte más baja del terreno.

(2) El espesor del muro en bardas con altura menor de 2m, será mayor de 12cm. Si la altura del muro excede de 2.0m, el mínimo espesor deberá ser de 15cm.

(3) Si hubiera una cuneta de calle ubicada a lo largo de una barda de mampostería, la altura del muro y la profundidad de desplante de su zapata de cimentación será medida desde la parte más baja de la cuneta. En el caso de que las cunetas de calle sean desagües con forma de U como las que se especifican en JIS A 5303 o con mejores calidades, la altura y profundidad de desplante podrán medirse desde la parte superior de la cuneta.

### 3.2. Altura máxima de muros, tamaño y forma de zapatas de cimentación.

(1) Con base en la forma de la sección transversal de las zapatas que se mencionan en la Tabla 3, las máximas alturas de muros de mampostería en bardas deberán determinarse como lo especifican las Tablas 1 y 2, las cuales dependen de la profundidad de desplante de las zapatas, muros o columnas contrafuertes, y condiciones del terreno.

**Tabla 1. Altura máxima de bardas de mampostería en zapatas de cimentación estándar.**  
(Unidades en centímetros)

Forma de la sección transversal de zapatas de cimentación		Sección transversal con forma de "I"		Sección transversal con forma de "L" o "T"	
		Sin ellos	Con ellos	Sin ellos	Con ellos
Condición del terreno	Normal	120	140	160	180
	Firme	160	180	160	220

[Comentarios] El tamaño y forma de vigas de cimentación se presentan en la Tabla 3 y Figura 1.

**Tabla 2. Altura máxima de bardas de mampostería con 10 cm o más de profundidad de empotramiento en zapatas de cimentación estándar.**

(Unidades en cm)

Forma de la sección transversal de zapatas de cimentación		Sección transversal con forma de "I"		Sección transversal con forma de "L" ó "T"	
		Sin ellos	Con ellos	Ninguno	Provistos de ellos
Condición del terreno	Normal	160	180	160	210
	Firme	160	220	160	220

(2) En los casos en que el lugar donde se construya la barda se ubique en suelos blandos con alto contenido de agua y la compactación del suelo sea difícil de llevar a cabo, la altura máxima del muro deberá ser reducida al menos en 20cm respecto de los valores dados para condiciones normales de terreno de las Tablas 1 y 2.

(3) En el caso en que se esperen efectos de licuefacción en el lugar en que se construya el muro debido a sismos, la zapata de cimentación de la barda de mampostería deberá tener una sección transversal en forma de "T" y la altura máxima del muro se sujetará a los valores dados en las Tablas 1 y 2 para terrenos en condiciones normales.

### 3.3. Detalles estructurales de zapatas de cimentación.

(1) A lo largo de la parte inferior de bardas de mampostería se deberá contar con zapatas (con una dala de cimentación continua que forma parte de la misma zapata) de C/R para asegurar la estabilidad del muro.

(2) Las zapatas de muros y columnas contrafuertes y columnas de fachada<sup>1</sup>, deberán construirse monolíticamente con las zapatas de las bardas de mampostería. Si las zapatas de columnas de fachada y las de las bardas no pueden conectarse entre sí, las columnas de fachada deberán diseñarse y construirse para resistir con seguridad y estabilidad cargas sísmicas.

(3) Para las zapatas de bardas de mampostería, el tamaño, forma y profundidad de desplante, deberá sujetarse a las especificaciones mínimas de la Tabla 3 y Figura 1.

---

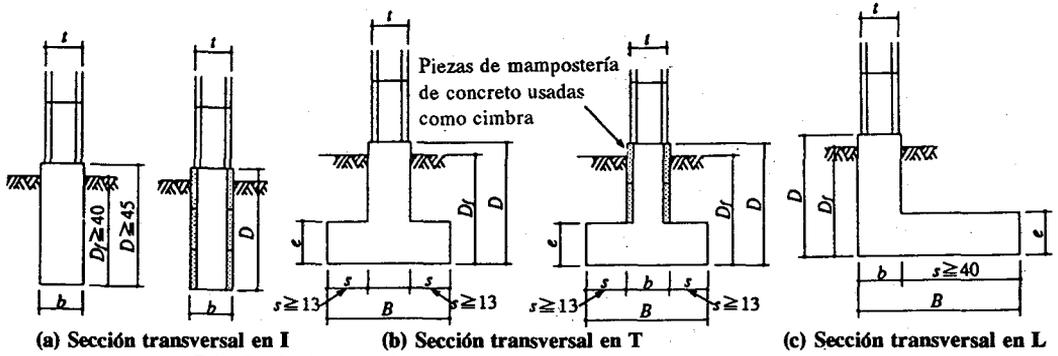
<sup>1</sup>El término "Columna de Fachada" se refiere a un tipo especial de columna muy utilizada en Japón, que se ubica cerca de los accesos. Se construye generalmente de mampostería de concreto, estas columnas han mostrado un comportamiento inadecuado ante acciones sísmicas por falta de estabilidad al no contar en la mayoría de los casos con una cimentación adecuada.

**Tabla 3. Forma y tamaño estándar de zapatas de cimentación en bardas de mampostería.**  
(Unidades en cm)

Forma de las zapatas de cimentación	Profundidad de empotramiento (Df)	Peralte de la viga de cimentación (D)	Ancho de la viga sobre el N.T. (b)	Longitud en voladizo de la zapata (S)	Ancho de la zapata (B)	Espesor de la zapata (e)
Sección transversal en "I"				----	b	----
Sección transversal en "T"	40 (50)	45 (55)	t+2	13	b+26	15
Sección transversal en "L"				40	b+40	

[Comentarios]

- (1) Los valores entre paréntesis corresponden a bardas construidas con piezas completamente rellenas de mortero.
- (2) En el caso en que las zapatas de cimentación con forma de "I" sean provistas de columnas contrafuerte, la profundidad de desplante deberá incrementarse en 15 cm o más.
- (3) t = espesor de la barda de mampostería (figura 1).



(a) Sección transversal en I

(b) Sección transversal en T

(c) Sección transversal en L

- Df = Profundidad de desplante
- D = Peralte de la dala de cimentación
- b = Ancho de la dala de cimentación sobre el nivel del terreno
- s = Longitud en voladizo de la zapata
- B = Ancho de la zapata
- e = Espesor de la zapata
- t = Espesor de la barda de mampostería

**Figura 1. Tamaño y forma estándar de zapatas en bardas de mampostería.**

(4) La proyección horizontal de la sección transversal de zapatas y cimentaciones de muros y columnas contrafuertes deberá ser mayor que la correspondiente a la superestructura, además los recubrimientos de concreto de la zapata, se sujetarán a los requerimientos del Artículo 8.

(5) Las piezas de la mampostería de concreto usadas como cimbra podrán ser usadas en la construcción de las dalas de cimentación de la zapata. Sin embargo, en este caso, las piezas de la mampostería que se usen deberán poseer calidades superiores de impermeabilidad que las piezas comunes. Además, el espesor de la lechada de concreto dentro de la pieza deberá ser mayor que el espesor del muro menos 3cm.

**3.4. Altura de columnas de fachada y zapatas de las mismas.**

(1) Excluyendo casos especiales, en toda la parte inferior de columnas de fachada, se deberán usar zapatas de cimentación.

El espesor mínimo, la longitud de voladizo y la profundidad de desplante de la zapata serán de 15cm, 13cm y 40cm respectivamente. Sin embargo, si la altura de la columna de fachada excede de 1.4m, la profundidad de desplante se sujetará a los requerimientos mínimos de la Tabla 4.

En los casos en que no sea posible incorporar los voladizos de la zapata alrededor de la base de la columna de fachada, la profundidad de desplante se determinará conforme a los requerimientos mínimos especificados en la Tabla 5.

**Tabla 4. Profundidad mínima de desplante para columnas de fachada con zapatas.**  
(Unidades en cm)

Altura de columna de fachada: $H_p$		$1.4m < H_p \leq 1.6m$		$1.6m < H_p \leq 1.8m$		$1.8m < H_p \leq 2.2m$	
Forma de la zapata de cimentación		Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"	Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"	Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"
Profundidad de desplante	Terreno normal	45	40	55	45	70	65
	Terreno firme	40	40	40	40	55	50

**Tabla 5. Profundidad mínima de desplante para columnas de fachada sin zapatas.**  
(Unidades en cm)

Altura de columna de fachada: $H_p$		$H_p \leq 1.4m$		$1.4m < H_p \leq 1.6m$		$1.6m < H_p \leq 1.8m$		$1.8m < H_p \leq 2.2m$	
Forma de la zapata de cimentación		Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"	Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"	Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"	Forma de "I"	Forma de "T" ó "L"
Profundidad de desplante	Terreno normal	55	40	60	50	70	60	---	---
	Terreno firme	40	40	45	40	50	45	60	55

(2) Para columnas de fachada compuestas de mampostería de piezas de concreto usadas como cimbra, la profundidad de desplante de la zapata deberá ser mayor de 50cm. En resumen, cada valor de las Tablas 4 y 5, deberá incrementarse al menos en 10 y 5cm cuando se usen formas de L ó T de la sección transversal de la zapata de cimentación respectivamente.

#### Artículo 4. Sistema estructural de bardas de mampostería.

##### 4.1. Bardas de mampostería.

(1) Para muros divisorios o bardas de mampostería con altura mayor de 1.2m (o mayores de 1.6m en muros que cumplan con los requisitos de los Artículos 3 y 5), deberán contar con contrafuertes (del tipo muro ó columna) en intervalos no mayores de 3.4m a lo largo de la barda. Estos muros contrafuertes o columnas contrafuertes deberán ser monolíticos con la barda o muro y su zapata de cimentación.

(2) Sin excepción, deberán existir juntas de expansión en longitudes no mayores de 50m a lo largo de las bardas.

(3) En los 80cm extremos de una barda, se deberá contar con contrafuertes tipo columna o tipo muro que sirvan como refuerzo de la barda.

(4) En el caso de que 2 bardas se intersecten en ángulos comprendidos entre  $45^\circ$  y  $135^\circ$  y si uno de los muros tuviera una longitud mayor que 60cm, entonces este muro que intersecta podrá funcionar como muro contrafuerte para el otro muro o barda.

(5) Si la altura de la barda es variable en toda su longitud, los requerimientos para la parte mas alta del muro serán aplicados al resto del muro siempre que la altura de la parte más alta sea mayor que la mitad de la longitud de la barda. En este caso, la interconexión de partes superiores o inferiores de la barda, se realizará con refuerzo horizontal y vertical mediante el uso de barras D13 o mayores.

(6) En caso de que se usen piezas con figuras, el tamaño y forma de estas piezas se seleccionará para que puedan ser reforzadas con barras de acero, además de que no se podrán usar estas piezas en la parte superior, inferior y extremos de bardas. En suma, 2 o más de estas piezas no podrán disponerse en arreglos continuos horizontales, verticales o en patrones diagonales.

(7) Las piezas de block de concreto que se ubiquen en la parte superior de la barda de mampostería (de aquí en adelante llamadas "Piezas Superiores") tendrán en su sección transversal formas que permitan un buen anclaje de las barras de refuerzo vertical del muro.

(8) Las bardas de mampostería serán diseñadas para que no estén sujetas a la presencia de presiones laterales del suelo. Excepto la parte del muro que esté en contacto con el suelo y que tenga menos de 40cm de altura para que sea considerada como una parte segura y durable.

#### 4.2. Muros contrafuertes, columnas contrafuertes y columnas de fachada

##### (1) Detalles estructurales de muros contrafuertes

(a) En caso de que los muros contrafuertes se ubiquen sólo de un lado de la barda, su longitud mínima será de 40cm, y en el caso de que una barda cuente con muros contrafuertes en ambos lados, la longitud de éstos será mayor de 20cm. La altura de los muros contrafuertes será mayor que la altura de la barda menos 45cm.

(b) El espesor de los muros contrafuertes de C/R colado in situ nunca debe ser menor que el de la barda de mampostería. En el caso de muros contrafuertes construidos de mampostería con piezas para contrafuertes, el ancho del muro contrafuerte será mayor de 15cm y mayor que el espesor de la barda. El espesor de pared de las piezas para contrafuertes, será mayor o igual a 3cm y los huecos deberán llenarse completamente con mortero o concreto con consistencia de lechada.

##### (2) Detalles estructurales de columnas contrafuertes.

(a) Las columnas contrafuertes serán estructuras de C/R colado in situ.

(b) El ancho mínimo de las columnas contrafuertes será de 25cm.

##### (3) Detalles estructurales de columnas de fachada.

(a) Las columnas de fachada para bardas serán construidas utilizando piezas a las que se denominará en adelante como "piezas para fachada".

(b) Las columnas de fachada podrán clasificarse en 2 tipos: "columnas cuadradas" y "columnas rectangulares". Las primeras se definen como aquellas columnas que tienen una relación ancho a largo de su sección transversal mayor de 75%. Los casos restantes se clasificarán como columnas rectangulares.

(c) La altura de las columnas de fachada no excederá de 2.2m.

(d) El ancho mínimo de una columna cuadrada de fachada es de 26cm y el espesor de pared de las piezas usadas no será menor de 2.5cm. El número de huecos dentro de la pieza será mayor de cuatro y el ancho mínimo del hueco será de 9cm.

(e) El ancho mínimo de columnas de fachada rectangulares es de 18cm y el espesor de pared de las piezas usadas no será menor de 2.5cm. El mínimo de huecos dentro de la pieza de mampostería será mayor de tres y el ancho mínimo del hueco de 9cm.

(f) El concreto (con consistencia de lechada) deberá llenar completamente todos los huecos de las piezas.

(4) Los muros contrafuertes, columnas contrafuertes y columnas de fachada deberán ser diseñados y construidos de manera que sean monolíticos con las bardas de mampostería.

#### 4.3. Otros requerimientos para bardas de mampostería

(1) No podrán construirse nuevos muros de mampostería sobre una barda ya existente excepto en los casos en que dicha ampliación se hubiera considerado desde el diseño original de la barda.

(2) En todas las uniones verticales que se generen entre las construcciones de bardas nuevas con bardas ya existentes, deberán existir juntas de expansión.

(3) En el caso de que una barda de mampostería sea construida sobre un muro de

retención de C/R, la altura de la barda debe ser menor de 1.2m y los extremos inferiores de las barras de refuerzo vertical de la barda deberán estar suficientemente ancladas dentro del muro de concreto.

(4) Las bardas de mampostería no deberán tener aberturas, excepto en entradas angostas alrededor de las cuales se deberá tener un refuerzo suficiente.

(5) No deberá construirse ninguna estructura sobre una barda de mampostería.

### Artículo 5. Requerimientos de refuerzo para bardas de mampostería

5.1. El tamaño de barras para refuerzo horizontal y vertical del muro será mayor o igual al tipo D10. El espaciamiento máximo de barras de refuerzo horizontal será de 80cm y los requerimientos mínimos para las barras de refuerzo vertical se sujetarán a las especificaciones de la Tabla 6.

Tabla 6. Espaciamiento máximo de barras de refuerzo vertical en bardas de mampostería. (Unidades en cm)

Presencia de contra-fuerzas	Altura de bardas de mampostería: H (cm)	Piezas de concreto usadas en los muros			
		Piezas huecas	Piezas decorativas		Piezas-cimbra de concreto
			Espaciamiento máximo	Longitud de las piezas	
Con ellos	$H \leq 1.6m$	80	50 ó 60	60	40
			90	45 (90)	
	$1.6m < H$	40	50 ó 60	60	40
			90	45 (90)	
Sin ellos	$H \leq 1.2m$	80	50 ó 60	60	40
			90	45 (90)	
	$1.2m < H \leq 1.6m$	40 (80)	50 ó 60	30 (60)	40
			90	(45)	

[Comentarios] En caso de que se usen barras D13, podrán usarse los valores entre paréntesis.

5.2. En lo que corresponde al refuerzo vertical, no se deberán usar traslapes en el interior del muro.

5.3. La parte inferior de barras de refuerzo vertical deberá anclarse dentro de las dalas

o traves de cimentación. La parte superior de las barras de refuerzo también deberán anclarse utilizando para ello los huecos de las piezas de la última hilada de la barda o enganchándolas a las "Barras Horizontales Superiores", que se definen como aquellas barras de refuerzo suministradas en la parte superior de la barda.

5.4. Se suministrarán barras de refuerzo horizontal a través de toda la longitud de las piezas de mampostería destinadas para refuerzo horizontal. Los extremos de cada barra de refuerzo horizontal se deben anclar dentro de los muros contrafuertes, columnas contrafuertes o columnas de fachada.

5.5. El diámetro del refuerzo horizontal y vertical para muros contrafuertes será mayor que el tipo D10. El espaciamiento de barras horizontales será menor de 80cm, y los extremos de estas barras se anclarán con ganchos a las barras de refuerzo vertical. Las barras de refuerzo vertical que se ubican en los extremos de los muros contrafuertes se sujetarán a los requerimientos de la Tabla 7.

**Tabla 7. Tamaño máximo de barras en muros contrafuertes.**

Tipo de barda de mampostería	Altura de la barda de mampostería: H (cm)	Mínimo tamaño de la barra
Muro regular	$H \leq 180$	D10
	$H > 180$	D13
Muro completamente lechadeado	$H \leq 180$	D13
	$H > 180$	D16

5.6. Los extremos inferiores de las barras de refuerzo vertical de los extremos de muros contrafuertes se anclarán dentro de las zapatas de cimentación. Uno de los extremos de la barra horizontal superior de un muro contrafuerte se enganchará con las barras de refuerzo vertical de la barda, mientras que el otro extremo se sujetará del refuerzo vertical extremo del muro por medio de traslapes.

5.7. El refuerzo longitudinal de columnas contrafuertes y columnas de fachada que se especifican en el inciso 4.2. se sujetarán a los requerimientos mínimos de las Tablas 8 y 9 respectivamente. Se deberá suministrar refuerzo por cortante (estribos) de diámetro mayor que el tipo D10 con un espaciamiento o separación menor de 30cm; además deberán engancharse todos los extremos superiores de las barras de refuerzo vertical.

**Tabla 8. Refuerzo mínimo para columnas contrafuertes.**

Altura de la barda de mampostería: H (cm)	Número mínimo y tamaño de la barra
$H \leq 180$	4-D13
$H > 180$	4-D16

**Tabla 9. Tamaño y número mínimo de barras de refuerzo para columnas de fachada.**

Tipo de barda de mampostería	Altura de la barda de mampostería H(cm)	Columna de fachada cuadrada	Columna de fachada rectangular		
			Espesor de la columna (cm)	Dimensión larga de la columna (cm)	Refuerzo mínimo
Muro regular	$H \leq 180$	4-D13	Mayor de 18	60	3-D13
				80 o 90	4-D13
	$H > 180$	4-D13	Mayor de 20	60 o 80	3-D16
				90	4-D16
Muro completamente lechadeado	$H \leq 180$	4-D13	Mayor de 18	60, 80 o 90	4-D13
	$H > 180$	4-D16	Mayor de 20	80 o 90	4-D16

[Comentarios] El espesor de la columna en esta tabla no representa el espesor nominal de la columna de fachada, aunque el espesor libre deberá ser capaz de resistir las cargas externas.

5.8. En la intersección de dos bardas de mampostería se debe suministrar una barra de refuerzo vertical de diámetro D13 o mayor. Así también, todos los extremos de barras horizontales del muro que intersecta, deberán anclarse dentro del otro muro.

5.9. Las longitudes de desarrollo y traslapes del refuerzo se sujetarán a los requerimientos mínimos de la Tabla 10.

**Tabla 10. Longitudes mínimas de desarrollo y traslapes.**

	Ubicación de los traslapes y desarrollos	Longitud Mínima	
		Sin bastón	Con bastón
Desarrollo	Barras de refuerzo horizontal dentro de los muros contrafuertes, columnas contrafuerte ó columnas de fachada. Barras de refuerzo dentro de la zapata de cimentación	40d	30d
	Barras para refuerzo vertical dentro de áreas vacías en la parte superior de bardas de mampostería	25d	----
Traslapes	Barras horizontales con horizontales	40d	35d
	Barras horizontales con verticales	25d	----

[Comentarios] d= diámetro nominal de la barra corrugada en mm.

**Artículo 6. Sistema estructural y detalles de bardas de mampostería con partes metálicas (barandales)**

**6.1.** Las bardas de mampostería de concreto con divisiones metálicas o barandales (que se denominarán como "Muros o Bardas Compuestos") a los que se refiere este Artículo se clasifican en los tipos siguientes:

(1) Bardas de mampostería con divisiones metálicas intermitentes (que se denominarán como "Divisiones Discretas").

(2) Bardas de mampostería con divisiones metálicas continuas (llamadas posteriormente "Divisiones Continuas").

La calidad de las divisiones metálicas se sujetarán a las especificaciones presentadas en el Artículo 2.

**6.2.** Las bardas de mampostería y partes estructurales donde se soporten y anclen las divisiones metálicas, deben ser diseñadas para ser seguras contra cargas externas como las presiones del viento.

**6.3.** Las varillas de soporte de barandales o bardas metálicas no deben anclarse en donde estén ubicadas las barras de refuerzo vertical del muro. Además, el anclaje de estos soportes no debe interferir a las barras horizontales continuas ubicadas en la parte superior de la barda de mampostería. Sin embargo, en caso de que se dificulte ubicar este refuerzo horizontal de manera continua por la presencia de varillas de soporte de los barandales, las barras serán suministradas intermitentemente en toda la parte superior del muro previniendo los lugares de anclaje de los soportes. En este caso se suministrarán barras adicionales horizontales que serán continuas a lo largo de la última junta de mortero.

**6.4. Divisiones Discretas**

(1) La altura de las bardas discretas será menor que 1.6m y podrán omitirse muros

contrafuertes.

(2) El tamaño mínimo de las barras de refuerzo suministradas en bardas discretas será del tipo D10 para ambas direcciones (horizontal y vertical). Las barras de refuerzo vertical suministradas dentro de los muros de mampostería, no excederán la distancia máxima que marca la Tabla 11. Esta limitación se aplicará tanto para muros que lleguen hasta la altura máxima de la barda compuesta como para los muros ubicados bajo las bardas metálicas (llamados en adelante como muros de relleno). Además el espaciamiento del refuerzo horizontal será menor que 80cm.

**Tabla 11. Distancia máxima de barras de refuerzo vertical**

Altura de la barda de mampostería con división metálica H(cm)	Piezas de mampostería de concreto usadas en bardas			
	Piezas Huecas	Piezas Decoradas		Piezas de concreto que se usan como cimbra
	Distancia Máxima	Longitud de las Piezas	Distancia Máxima	Distancia Máxima
$H \leq 120$	80	50 o 60	80	80
		90	80(90)	
$120 < H \leq 140$	80	50 o 60	70(80)	50 (80)
		90	70(90)	
$140 < H \leq 160$	60 (80)	50 o 60	50(80)	40 (70)
		90	50(90)	

[Comentarios] Unidades en cm.

Los valores entre paréntesis pueden usarse cuando se usen barras tipo D13.

(3) Las barras de refuerzo horizontal ubicadas en la parte superior de los muros que cubren toda la altura de la barda compuesta deben traslaparse con las bardas verticales provistas en los extremos de estos muros. Así también, la intersección entre muros de relleno y muros que cubren toda la altura, debe contar con barras de refuerzo vertical y horizontal del diámetro no menor que el tipo D10.

#### 6.5. Divisiones Continuas

(1) La altura total de una división continua será menor de 2.2m, la altura de la porción del muro de mampostería será menor que 1.2m, y la altura de la porción de la división metálica también será menor que 1.2m. Así también, la "altura equivalente" del muro será menor que 1.6m. Esta altura equivalente puede determinarse sumando a la altura del muro ubicado bajo la división metálica, el valor correspondiente de la Tabla 12, que se determina al considerar fuerzas

sísmicas y/o fuerzas de viento actuantes en la división metálica. En resumen, la altura equivalente debe satisfacer los requerimientos del Artículo 3.

**Tabla 12. Altura adicional a la altura del muro de block**  
(unidades en cm)

Piezas de concreto en bardas de mampostería	Altura de la división metálica: $H_f$ (cm)	$\gamma \leq 0.4$	$0.4 < \gamma \leq 0.7$	$0.7 < \gamma \leq 1.0$
Block hueco Block decorado	$H_f \leq 60$	20	20	20
	$60 < H_f \leq 90$	20	40	60
	$90 < H_f \leq 120$	40	60	80
Block usado como cimbra de concreto	$H_f \leq 60$	20	20	20
	$60 < H_f \leq 90$	20	20	40
	$90 < H_f \leq 120$	20	40	60

[Comentarios]  $\gamma = \frac{\text{Superficie de la división metálica sujeta a presión del viento}}{\text{Producto del ancho por la altura de la división metálica}}$

(2) El tamaño mínimo de barras de refuerzo vertical y horizontal suministradas dentro de bardas continuas será del tipo D10. El espaciamiento de barras verticales adyacentes no excederá a los valores obtenidos de la aplicación de la altura equivalente y los requerimientos de la Tabla 6 en el Artículo 5. El máximo espaciamiento de barras horizontales será de 80cm.

**Artículo 7. Requerimientos de refuerzo para zapatas de cimentación**

7.1. Las vigas de cimentación de bardas de mampostería, muros contrafuertes y columnas de fachada, serán doblemente reforzadas en su acero longitudinal y utilizarán al menos barras del tipo D10.

7.2. Debe suministrarse refuerzo por cortante (o estribos) en las vigas de cimentación de bardas de mampostería. El espaciamiento de estribos será menor de 50cm y sus extremos deberán doblarse y anclarse a las barras de refuerzo longitudinal.

7.3. En zapatas, el refuerzo de las dalas de cimentación será del tipo D10 o mayor, y el espaciamiento será menor que 50cm. En los extremos de las barras de refuerzo, se usarán barras de refuerzo transversal del tipo D10 o mayores.

7.4. Para zapatas y dalas en forma de L, podrán usarse estribos en forma de L.

7.5. Todos los extremos de las barras de refuerzo longitudinal de muros contrafuertes, columnas contrafuertes y columnas de fachada deberán anclarse a las zapatas de cimentación.

7.6. Las barras de refuerzo longitudinal de las vigas de cimentación de bardas deben correrse o continuarse en la cimentación de muros contrafuertes, columnas contrafuertes y columnas de fachada y deben en lo posible anclarse dentro de estas cimentaciones.

**Artículo 8. Requerimientos de construcción**

8.1. La construcción de bardas de mampostería se sujetará a las especificaciones del AIJ

en sus Normas Japonesas de Arquitectura para Trabajos de Mampostería (JASS 7) y en su Guía para Reforzamiento de Estructuras de Muros de Mampostería y de concreto.

8.2. durante el proceso constructivo de una cimentación para una barda de mampostería, el ancho de la excavación deberá ser lo más estrecho posible. Posteriormente, para el llenado de la zanja se usará como material de relleno suelo de alta calidad que se apisonará y compactará finalmente.

8.3. En caso de que se utilicen en la construcción de bardas piezas con alta capacidad de absorción de agua será necesario aplicarles un tratamiento de impermeabilización adecuado.

8.4. El recubrimiento de concreto y/o mortero para el refuerzo se sujetará a los requerimientos mínimos especificados en la Tabla 13.

**Tabla 13. Recubrimiento mínimo de concreto**

Ubicación de los Elementos	Recubrimiento mínimo de concreto (cm)
Barda, muro contrafuerte o columna de fachada	2 (excluyendo el espesor de pared de la pieza)
Muro contrafuerte o columna contrafuerte de C/R	3
Cimentaciones de columnas y muros contrafuertes y columnas de fachada en contacto directo con el suelo y vigas de cimentación sobre el nivel de terreno	4
Zapatas (o losa de cimentación)	6 (excluyendo el espesor de la capa de nivelación del concreto)
Vigas de cimentación sobre el nivel de terreno construidas con piezas completamente lechadeadas que funcionan como cimbra del concreto	4 (incluyendo la mitad del espesor de pared de las piezas)

# Comentarios de las Normas del AIJ para el Diseño Estructural de Bardas de Mampostería de Concreto y Fachadas (edición de 1989)

## Introducción

En Japón, las bardas de mampostería se construyen en las colindancias o límites entre un terreno construido incluyendo jardines y patios y sus terrenos o calles adyacentes. Por ello se requiere para su diseño y construcción una resistencia y seguridad sísmica adecuadas así como resistencia y seguridad contra viento.

Durante el sismo de Miyagiken-oki en 1978, más de 15000 bardas de mampostería y columnas de fachada colapsaron en la ciudad de Sendai arrojando un saldo de 18 muertos debido al volteo y colapso de estas estructuras de mampostería.

Es importante mencionar que el número total de pérdidas humanas en este sismo fue de 27, lo anterior significa que dos terceras partes de las pérdidas humanas en este sismo fueron causadas por el colapso de bardas de mampostería. En años recientes se ha reportado un cierto número de daños humanos debido a colapsos de bardas de mampostería causados por tifones, tornados y juegos de niños en que trepaban por las bardas.

De acuerdo con resultados de investigaciones la mayoría de las bardas de mampostería colapsadas no fueron diseñadas o construidas para satisfacer los requerimientos del Reglamento de Construcciones (BSL) y de las Normas para Estructuras de Mampostería del AIJ.

Las Normas presentes han sido establecidas con base en los siguientes conceptos fundamentales de diseño:

(1) Las bardas de mampostería y columnas de fachada (que se denominarán como estructuras de bardas de mampostería) son diseñadas y construidas de acuerdo con los tamaños y formas modulares de piezas especificadas en las Normas Industriales del Japón (JIS).

(2) En todo diseño de estructuras de bardas de mampostería se consideran como fuerzas laterales externas, las fuerzas sísmicas y las generadas por presiones del viento.

(3) Los elementos de las estructuras de bardas que resistan las cargas externas arriba descritas, se diseñan considerando flexiones fuera del plano, capacidades de carga y resistencia ante presiones laterales del suelo de cimentación.

(4) Las estructuras de bardas de mampostería son diseñadas y construidas para que se evite el colapso y volteo generados por las fuerzas laterales arriba descritas.

(5) El cálculo estructural se basa en el método de diseño por esfuerzos permisibles.

## Artículo 1. Alcance

En Japón, muchos tipos de materiales están disponibles para la construcción de bardas de mampostería. Sin embargo estas Normas solo son aplicables al diseño y construcción de estructuras de bardas que utilicen mampostería con piezas huecas de concreto que sean reforzadas con barras de acero en su interior. Los métodos de diseño y construcción para bardas de mampostería de tabique o de piedra están fuera del alcance de estas Normas.

## Artículo 2. Calidad de los materiales

Las bardas de mampostería generalmente están bajo condiciones más severas del ambiente que otras estructuras, ya que se ven expuestas a lluvia, presiones del viento, y radiaciones solares. Para garantizar la durabilidad y seguridad estructural se requiere del uso de mampostería de piezas huecas de concreto especificadas en las Normas Industriales de Japón.

### **Artículo 3. Altura y espesor de bardas de mampostería, tamaño y forma de zapatas**

En el diseño de bardas de mampostería es muy importante seleccionar detalles estructurales para que los muros puedan tener suficiente resistencia lateral fuera del plano contra sismos y presiones del viento. Dado que la resistencia por flexión de los muros de mampostería es proporcional al espesor del muro, se recomienda el uso de mampostería con piezas del mayor espesor posible.

Las fuerzas laterales inducidas por movimientos de terrenos y presiones del viento dependen de la altura y peso de las bardas de mampostería. Así, los muros mas altos y pesados inducirán las mayores fuerzas laterales. De acuerdo con una investigación de daños sobre el colapso de bardas de mampostería, hay dos modos de falla esperados durante sismos y vientos intensos: El primero es un "Modo de falla por flexión" y el segundo un "Modo de falla por rotación de la cimentación" en el cual el muro experimenta un volcamiento junto con su cimentación. Si la parte inferior de la barda tiene una capacidad insuficiente para resistir momentos flexionantes, entonces se espera que se desarrolle un modo de falla por flexión aunque el muro sea construido sobre una cimentación excelente. Por el contrario si la profundidad de la cimentación del muro es muy pequeña o la construcción es deficiente, entonces es de esperarse una falla por rotación de la cimentación sin ningún daño de la superestructura. Para evitar y prevenir la ocurrencia de estos dos modos de falla, es necesario diseñar y construir el muro de manera que posea una capacidad suficiente por flexión fuera del plano así como una adecuada profundidad de su cimentación.

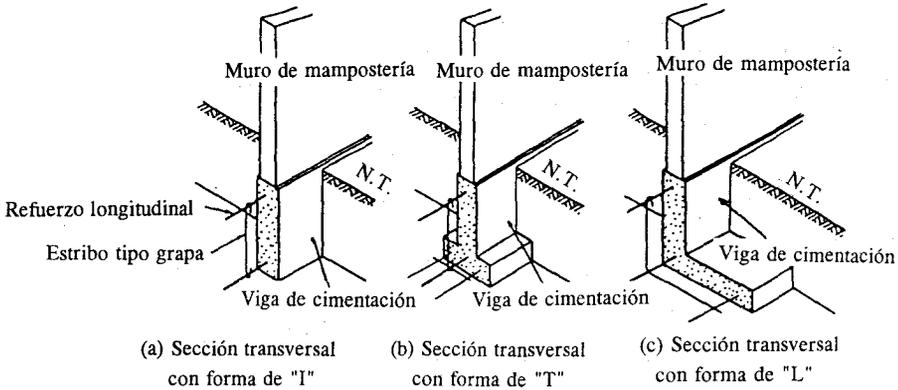
Dado que la resistencia de la cimentación contra la rotación depende de la profundidad de desplante, tamaño y forma de la cimentación, capacidad de carga del terreno de cimentación y presencia de muros contrafuertes, las especificaciones que se refieren a la altura límite de bardas se han establecido como función de estos parámetros.

Generalmente es muy difícil examinar cuantitativamente las características del subsuelo, sin embargo, en la Tabla 3.1 se proporciona un criterio general para definir las características del subsuelo. Además de las características del subsuelo en donde se localiza la cimentación, la resistencia a la rotación de la barda es afectada considerablemente por el tipo de relleno sobre la cimentación; por ello, en caso de tener condiciones de suelo blando, se recomienda el uso de agregados gruesos o concreto colado en sitio como materiales de relleno.

**Tabla 3.1. Criterio general para definir las características del subsuelo**

Tipo de suelo	Condiciones del suelo	Resistencia uniaxial de compresión ( $t/m^2$ )
Normal	Arcilla con arena incluyendo lodo con un tratamiento de compactación como relleno, arcilla endurecida naturalmente en un periodo de al menos 10 años, o arena compactada en la que no se espera que ocurra licuefacción.	4 a 6
Firme	Arcilla con gravas y arenas bien compactadas, arcilla endurecida naturalmente en un periodo de 20 a 30 años, arcilla bien compactada después de haberse mezclado con grava y arena o suelo con un firme de concreto en su parte superior.	7 a 10

En lo correspondiente al tamaño y forma de zapatas y vigas de cimentación, se recomienda el uso de secciones transversales con forma de T invertida ya que la resistencia a la rotación del muro se incrementa notablemente. En la Figura 3.1 se ilustran cimentaciones típicas de bardas de mampostería de concreto usadas en Japón.



**Figura 3.1. Tamaño y forma de cimentaciones en bardas**

**[Fuerzas externas de diseño y presiones laterales del terreno]**

Los factores primarios que dominan la seguridad ante viento y sismo de bardas de mampostería son la capacidad fuera del plano ante momento flexionante de la base de la barda y la resistencia a la rotación del muro completo, la cual depende de las presiones laterales del

suelo sobre la cimentación.

En estas Normas, tanto las fuerzas sísmicas como las presiones debidas al viento se consideran como fuerzas laterales externas. La limitación de la altura del muro ha sido determinada considerando los efectos mas desfavorables de estas dos fuerzas externas. Las presiones del viento están dadas por la ecuación siguiente.

$$w = C \cdot q \tag{3.1}$$

En donde  $w$  = presión del viento en Kg/m<sup>2</sup>,

$C$  = coeficiente de fuerzas de viento igual a 1.2,

$q$  = presión debida a la velocidad del viento, tomada como  $q = 60 \sqrt{h}$

$h$  = altura de la barda medida desde el nivel del terreno en metros.

Las fuerzas sísmicas a lo largo de la altura del muro tienen una distribución triangular invertida para muros que carecen de muros contrafuertes, y una distribución rectangular para muros que sí los tienen. Se supone que las fuerzas sísmicas de diseño pueden calcularse como el producto del peso del muro por el coeficiente sísmico. Los pesos unitarios para bardas de mampostería se especifican en la Tabla 3.2. Los coeficientes sísmicos son 0.3 para investigar la capacidad ante momento flexionante fuera del plano de la base del muro, y 0.5 para la capacidad de rotación del muro completo.

**Tabla 3.2 Pesos unitarios de bardas (kg/cm<sup>2</sup>)**

Tipo de pieza	Espesor de la pieza		
	12	15	19
Grado A	160	200	250
Grado B	190	240	290
Grado C	200	250	300

Como la profundidad de desplante de zapatas ordinarias es muy reducida, es imposible determinar una distribución precisa de las presiones laterales del suelo a las que están sujetas las vigas de cimentación durante sismos o vientos intensos. Se asume que las propiedades mecánicas del subsuelo son similares a aquellas de la /// arcilla ///; se adopta entonces, la distribución de presiones laterales del suelo mostrada en la parte derecha de la Figura 3.2. que es una simplificación idealizada del estado último mostrado en la parte izquierda de la misma Figura 3.2.

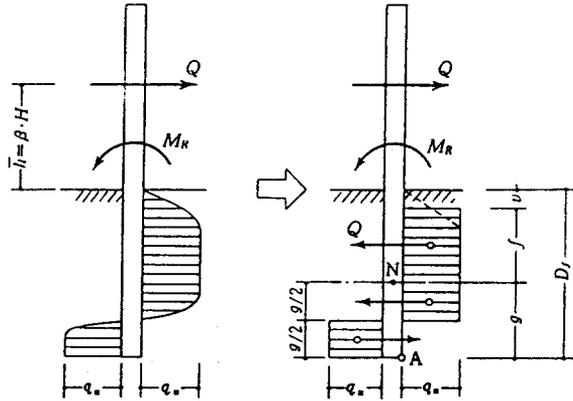


Figura 3.2. Distribución de presiones laterales del suelo

#### Artículo 4. Sistema estructural de bardas de mampostería

Se presentan en este Artículo los detalles estructurales concernientes a la superestructura de bardas de mampostería. Como se ha mencionado, para construir una barda de mampostería con alta resistencia a la rotación ante la acción de fuerzas laterales externas, es necesario diseñar al muro y a su cimentación considerando los siguientes factores:

- (1) Mayor espesor del muro.
- (2) Mayor cantidad de refuerzo vertical.
- (3) Cantidad suficiente de muros y columnas contrafuertes.

#### Artículo 5. Requerimientos de refuerzo para bardas de mampostería [fuerzas laterales de diseño]

La capacidad de una barda de mampostería ante momento flexionante puede determinarse si se conocen las propiedades de los materiales del muro y las fuerzas laterales externas. Las fuerzas laterales de diseño (viento y/o sismo) que se utilicen para determinar las cantidades necesarias de refuerzo se determinarán como lo describe el Artículo 3 de estos comentarios.

En la Tabla 5.1. se muestran los valores de diseño de las fuerzas sísmicas y presiones del viento para determinar el acero de refuerzo necesario en una barda de mampostería. Se observa de esta Tabla que las fuerzas sísmicas rigen el diseño por ser mayores que las presiones del viento, de donde el acero de refuerzo necesario se calculará considerando sólo los efectos debidos a sismo.

**Tabla 5.1. Fuerzas laterales externas que actúan en una barda de mampostería (para determinar el acero de refuerzo necesario en el muro)**

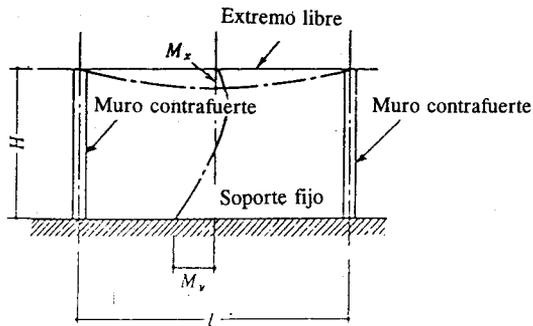
Tipo de muro	Espesor del muro (cm)	Peso unitario del muro (Kg/m <sup>2</sup> )	Fuerza sísmica (Kg/m <sup>2</sup> )	Presión del viento (Kg/m <sup>2</sup> )	Fuerza lateral de diseño
Muro de mampostería de concreto con piezas huecas	12	200	100	85	100
	15	250	125	85	125
Muro de mampostería con sus huecos completamente colados	15	360	180	85	180

**[Refuerzo vertical en bardas de mampostería con muros contrafuertes]**

Para la determinación de los momentos flexionantes inducidos en bardas de mampostería que cuentan con muros contrafuertes, se deben hacer las siguientes consideraciones:

- (1) Las fuerzas laterales de diseño de la Tabla 5.1. se actúan uniformemente en dirección perpendicular del muro.
- (2) El muro está simplemente apoyado en toda la longitud de los muros contrafuertes.
- (3) La condición de soporte de la parte superior del muro se considera libre.
- (4) La base del muro se considera como un soporte fijo.

De acuerdo con estas suposiciones se han calculado los momentos de diseño del muro. Los resultados se muestran en la Figura 5.1. y en la Tabla 5.2.



**Figura 5.1. Momentos flexionantes inducidos en el muro**

**Tabla 5.2. Momentos flexionantes inducidos en el muro**

H/l	Mx	My
0	0	-0.500wH <sup>2</sup>
1/3	0.0078wl <sup>2</sup>	-0.428wH <sup>2</sup>
1/2	0.0293wl <sup>2</sup>	-0.319wH <sup>2</sup>
2/3	0.0558wl <sup>2</sup>	-0.227wH <sup>2</sup>
1	0.0972wl <sup>2</sup>	-0.119wH <sup>2</sup>

Usando los valores de los momentos mostrados en la Figura 5.1. y en la Tabla 5.2., y con base en la Ecuación (5.1.), se calcula el refuerzo vertical necesario en el muro.

$$M_a = a_s f_t j \quad (5.1.)$$

En donde  $j = (5/7)d$

$M_a$  = Momento flexionante permisible en Kg m/m

$a_s$  = Area de sección transversal de las barras de acero de refuerzo

$f_t$  = Esfuerzo de tensión permisible de corta duración del acero de refuerzo, y que puede tomarse como 3000 Kg/cm<sup>2</sup>

$d$  = Peralte efectivo del muro de mampostería, se toma como la mitad del espesor del muro

En caso de que una barda de mampostería utilice piezas decorativas, se harán las siguientes suposiciones referentes al peso, tamaño y forma de las piezas:

- (1) El peso de las piezas es el mismo que el especificado por piezas Grado C.
- (2) El peralte efectivo del muro no se considera como la mitad del espesor del muro por las irregularidades de las piezas decorativas. De lo anterior, el peralte efectivo del muro ha sido determinado tomando en cuenta la sección transversal más delgada de las piezas decorativas.

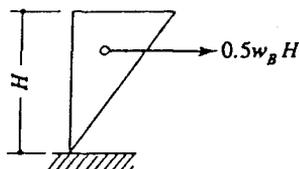
En el caso de una barda de mampostería completamente lechadeada, el peso volumétrico se supone igual a 2.4 t/m<sup>3</sup>, que es el mismo valor para miembros ordinarios de C/R. La cantidad necesaria de refuerzo en el muro ha sido determinada con base en los mismos métodos de cálculo utilizados en muros de mampostería de concreto con piezas huecas.

#### **[Refuerzo vertical en bardas de mampostería sin muros contrafuertes]**

Para bardas de mampostería que no cuenten con muros contrafuertes, se utilizan las siguientes suposiciones para determinar el refuerzo necesario en el muro:

- (1) La parte inferior del muro tiene un apoyo fijo y actúa como un muro en cantiléver bajo la acción de fuerzas laterales.
- (2) El coeficiente sísmico utilizado es de 0.5, que es el mismo valor usado para el caso de muros con contrafuertes.
- (3) La distribución de la fuerza sísmica en la altura del muro no tiene forma rectangular como en el caso de muros con contrafuertes, sino que en este caso se asume una distribución triangular invertida como se muestra en la Figura 5.2. Este criterio se debe a que el muro como voladizo

tiene una rigidez lateral menor en comparación con un muro con contrafuertes.



**Figura 5.2. Fuerzas sísmicas de diseño que actúan en un muro en voladizo.**

De acuerdo con las suposiciones anteriores, el momento flexionante en la base del muro se puede determinar como:

$$M = 0.5 \cdot w_B \cdot H \cdot \frac{2}{3} H = \frac{1}{3} w_B \cdot H^2 \quad (5.2)$$

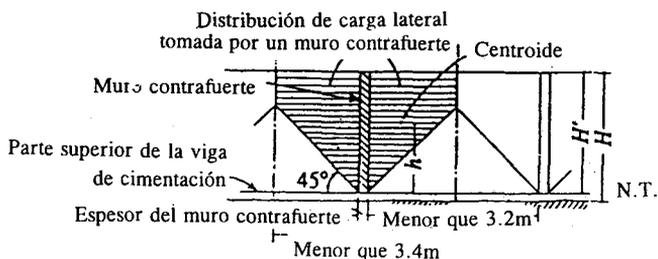
En donde  $M$  = momento flexionante en la parte inferior del muro en voladizo  
 $w_B$  = peso unitario del muro  
 $H$  = altura del muro medida desde el nivel de terreno en metros

**[Refuerzo horizontal de bardas de mampostería]**

El refuerzo horizontal necesario se ha determinado usando los valores de los momentos flexionantes que actúan en la parte superior del muro y que se especifican en la Tabla 5.2.

**[Diseño de muros contrafuertes y columnas]**

La finalidad de utilizar muros contrafuertes es prevenir a la barda de mampostería del volteo y de deformaciones fuera del plano de aquí que sus detalles estructurales deben ser realizados y diseñados muy cuidadosamente. Especialmente las bardas de mampostería que tienen la colindancia a la vía pública y que cuentan con muros contrafuertes ubicados en la parte interior de la barda, tienden a colapsar o fallar por volteo hacia la vía pública. Debido a esto, los muros contrafuertes deben contar con los detalles estructurales necesarios para que eviten este tipo de colapsos. En la figura 5.3. se muestra la distribución de carga lateral que es, tomada por un muro contrafuerte durante la acción de un sismo. Usando esta distribución de carga, se determina el acero de refuerzo necesario dentro del muro contrafuerte.



**Figura 5.3. Distribución de carga lateral tomada por un muro contrafuerte**

Como las columnas contrafuertes tendrán las mismas funciones estructurales para los muros contrafuertes, los requerimientos de refuerzo para columnas se han establecido utilizando los mismos conceptos de diseño antes descritos.

### Artículo 6. Sistema estructural y detalles de muros de mampostería con divisiones metálicas

Se presentan en este Artículo los métodos de diseño para bardas de mampostería compuestas que tengan divisiones metálicas o barandales. En las Figuras 6.1. y 6.2. se muestran elevaciones típicas de bardas compuestas que comúnmente se construyen en Japón. En la Figura 6.1. se muestra una "División Discreta" en donde la división metálica se distribuye en forma intermitente dentro del muro. Por el contrario, en la Figura 6.2. se muestra una "División continua" en la que las divisiones metálicas se distribuyen continuamente a lo largo de la parte superior de la barda.

#### [Diseño de bardas o divisiones discretas]

En la Figura 6.1. se muestran las limitaciones para el tamaño y forma de bardas discretas. Todas estas limitaciones, excepto la de la altura máxima, se determinaron con base en resultados de investigaciones de muros existentes que contaban con divisiones metálicas y con base en las Normas JIS para los tamaños y formas de las piezas de concreto y de las divisiones metálicas. Si toda la estructura de cimentación cumple con los requerimientos del Artículo 3, la barda puede diseñarse sin ningún contrafuerte.

Las fuerzas sísmicas de diseño, necesarias para determinar el refuerzo, se obtiene considerando un coeficiente sísmico de 0.5 y asumiendo una distribución triangular de fuerzas laterales. Para este caso de muros compuestos, las fuerzas sísmicas son mayores que aquellas generadas por el viento que estipula el Reglamento de Construcción de Japón. El refuerzo vertical mínimo fue determinado para que el momento en la base del muro, generado por las fuerzas sísmicas, se encontrara dentro de la capacidad permisible de momento del muro.

El refuerzo vertical total dentro de muros que lleguen hasta la altura máxima de una barda compuesta se determinó considerando que estos muros se comportan en forma independiente durante un sismo. Sin embargo, para el caso de muros de relleno (bajo la división metálica), la cuantía de refuerzo vertical fué determinada suponiendo que este muro tiene un comportamiento sísmico dependiente del de los muros de altura completa descritos anteriormente.

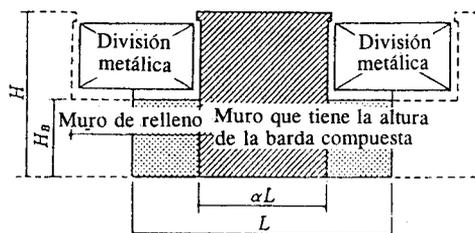
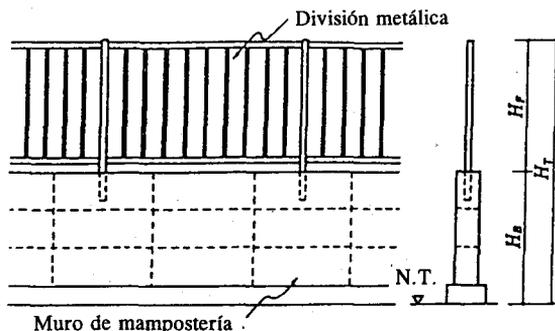


Figura 6.1. Elevación de una barda o división discreta

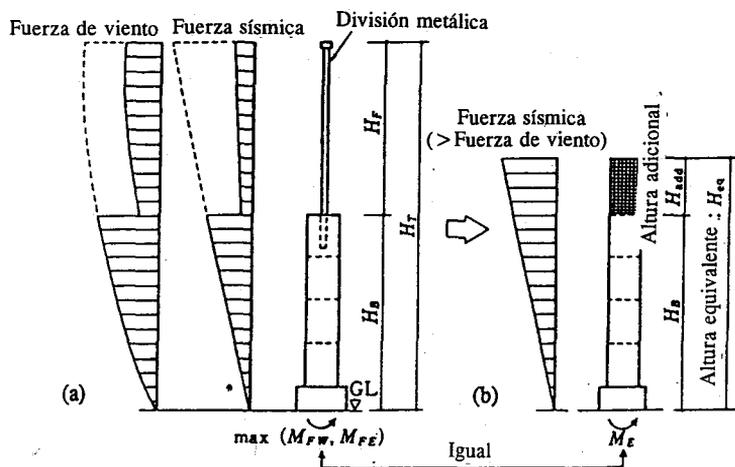
**[Diseño de bardas o divisiones continuas]**

Para el cálculo de la cantidad total de refuerzo vertical requerido en muros o divisiones continuas, se utilizó el concepto de "altura equivalente". Para ello, la división continua es reemplazada por muros ordinarios equivalentes que no tienen divisiones metálicas. El proceso de diseño que se sigue, de acuerdo con este concepto, se enlista a continuación:

- (1) Calcular el momento flexionante máximo,  $\max(M_{FW}, M_{FE})$ , que sucede en la base del muro cuando éste se ve sujeto a las fuerzas de diseño de viento a de sismo (ver Figura 6.3.).
- (2) Determinar la altura equivalente de un muro ordinario sin división metálica, en donde el momento flexionante ( $M_E$ ) debido a las fuerzas sísmicas de diseño, sea igual o  $\max(M_{FW}, M_{FE})$ .
- (3) Determinar la cantidad requerida de refuerzo vertical aplicado a la altura equivalente, las disposiciones para muros ordinarios sin divisiones metálicas.



**Figura 6.2. Elevación de una división continua**



**Figura 6.3. Definición del concepto de altura equivalente**

**Artículo 7. Requerimientos de refuerzo para zapatas**

Las fuerzas laterales externas a las que está sujeta la superestructura de una barda, se

trasmite a la cimentación vía traveses de cimentación sin acero de refuerzo para bardas de mampostería, es de esperarse que ocurran agrietamientos estructurales significativos debido a asentamientos diferenciales. Para prevenir estos agrietamientos en dichos elementos, se ha establecido una cuantía mínima de acero de refuerzo en ellos.

#### **Artículo 8. Requerimientos de construcción**

Durante los trabajos de construcción de la cimentación, deberán atenderse los siguientes aspectos que influyen significativamente en la resistencia del suelo alrededor de las vigas de cimentación:

- (1) Excavar el terreno de la manera más estrecha posible, a lo largo de la viga de cimentación para evitar que se dañe al terreno adyacente.
- (2) Usar como material de relleno, suelo de buena calidad.
- (3) Es necesario apisonar o compactar el relleno a todo lo largo de la viga de cimentación.

Generalmente, las bardas de mampostería están expuestas a muy severas condiciones del ambiente (lluvia y radiaciones solares). A causa de las repeticiones de humedecimiento y secado se generan repetidas deformaciones de expansión y contracción, que causan ciertos niveles de agrupamiento en los muros. Entonces, se inicia un proceso de corrosión en el acero de refuerzo interior. Debido a esto, se recomienda suministrar al muro para su seguridad, un tratamiento adecuado de impermeabilización.

Respecto a los recubrimientos mínimos de concreto, éstos son indispensables por que protegen al acero de refuerzo de la corrosión y garantizan una suficiente resistencia a la flexión. Sin embargo, los muros ordinarios de mampostería, los huecos de las piezas, destinados para llenarse con mortero o concreto para alojar barras de refuerzo, son generalmente estrechas. Lo anterior genera un inadecuado vaciado o colado de los huecos, y demanda un trabajo constructivo muy cuidadoso para lograr una barda de mampostería segura con elevada resistencia ante cargas laterales.

**REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE JAPON (SEPTIEMBRE 1990)  
-NORMAS EN VIGOR DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES-**

**Capítulo III Resistencia Estructural**

**Sección 4-2 Mampostería Reforzada de Piezas de Concreto**

Artículo 62-2. (Alcance)

Artículo 62-3. (Cimentaciones)

Artículo 62-4. (Muros de Carga)

Artículo 62-5. (Dadas)

Artículo 62-6. (Juntas de Mampostería y Partes Huecas)

Artículo 62-7. (Muros de Relleno)

Artículo 62-8. (Bardas)

## Sección 4-2 Mampostería Reforzada de Piezas de Concreto

### (Alcance)

**Artículo 62-2.** Las especificaciones de esta sección serán aplicables a edificaciones de mampostería reforzada de piezas de concreto y a las partes estructurales con este tipo de mampostería en edificios en que se combine la mampostería reforzada de piezas de concreto con el concreto reforzado u otro sistema constructivo.

2. Las construcciones cuya altura sea menor o igual a 4 m y un área total en planta menor o igual a 20 m<sup>2</sup> se sujetarán sólo a los Artículos 62-6 y 62-7 al aplicar las especificaciones de esta Sección.

### (Cimentaciones)

**Artículo 62-3.** Las cimentaciones de muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto deberán ser monolíticas y continuas con la cimentación que será construida de concreto reforzado. Excepto en los casos en que el sistema de vigas de cimentación sea empleado efectivamente.

### (Muros de Carga)

**Artículo 62-4.** El área proyectada horizontalmente de la parte limitada por los centros de línea de los muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberá ser menor o igual a 60 m<sup>2</sup>.

2. La longitud total de muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto en cada dirección de cada piso no deberá ser menor de 15 cm por m<sup>2</sup> del área de piso del nivel en estudio.

3. El espesor de muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberá ser de 15 cm o más, y mayor o igual a 1/50 de la distancia horizontal entre apoyos necesarios para la resistencia estructural ante cualquier fuerza horizontal perpendicular a los muros de carga (la "distancia entre apoyos o puntos de soporte que reciben fuerza horizontal en el muro de carga" es la misma a la que se refiere el Artículo 62-5 párrafo 2 de estas Normas).

4. Los muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberán proveerse verticalmente con barras de refuerzo de 12 mm de diámetro en los extremos y esquinas, además deberán ser provistos con barras de refuerzo de 9 mm de diámetro vertical y horizontalmente en intervalos de 80 cm o con barras de refuerzo también dispuestas horizontal y verticalmente de manera que proporcionen una resistencia mayor o igual a la que darían las cuantías antes señaladas.

5. Los muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberán construirse

de manera que se puedan transmitir los esfuerzos existentes entre otros elementos estructurales y dichos muros. Para ello se requieren ganchos de anclaje en los extremos del refuerzo vertical especificados en el párrafo anterior a la cimentación, o a vigas de cimentación, así como a las dalas y losas de techo en una longitud de al menos 40 diámetros de dicha barra de refuerzo vertical.

**6.** Las barras de refuerzo horizontal, especificadas en el párrafo 4, deberán cumplir con los puntos siguientes:

- (1) Los extremos deberán tener forma de ganchos, con tal de que no se aplique a barras corrugadas excepto en los extremos de muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto;
- (2) La longitud de traslape deberá ser de al menos 25 veces el diámetro de la barra, excepto en el caso en que se use soldadura;
- (3) Cuando el extremo de un muro de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto esté en contacto con otros muros de carga o columnas que constituyan partes esenciales para la resistencia de la estructura, los extremos de las barras de refuerzo horizontal, deberán tener una longitud de desarrollo dentro de estos elementos de 25 o más veces el diámetro de la barra, excepto en los casos en que los extremos de dichas barras de refuerzo horizontal sean soldadas.

#### **(Dalas)**

**Artículo 62-5.** En cada nivel, los muros de carga de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberán contar en su parte superior con dalas de concreto reforzado. No será aplicable este apartado a casos en donde la construcción sea de un solo nivel y conste de losas de techo de concreto reforzado que descarguen en la parte superior de los muros de carga.

**2.** El ancho efectivo de las dalas deberá ser de al menos 20 cm y de al menos 1/20 de la distancia entre apoyos que reciban fuerza horizontal en dicho muro de carga.

#### **(Juntas de Mampostería y Partes Huecas)**

**Artículo 62.6.** Los bloques de concreto deberán disponerse de manera que el mortero pueda esparcirse uniformemente sobre la junta; además, las partes huecas que contengan barras de refuerzo así como las juntas verticales deberán llenarse con mortero o concreto.

**2.** Las barras de refuerzo vertical de muros de carga, aberturas de puerta o bardas de mampostería reforzada de piezas de concreto, no deberán traslaparse en las partes huecas de las piezas. No se aplicará esta disposición al caso de conexiones soldadas en lugar del empalme o de otros métodos que garanticen una resistencia mayor o igual a la de la soldadura.

## **(Muros de Relleno)**

**Artículo 62-7.** Los muros de relleno de mampostería reforzada de piezas de concreto, deberán fijarse firmemente por medio de barras de refuerzo a los elementos principales necesarios para la resistencia estructural, cuidando de no hacerlo con estructuras de madera o de mampostería no reforzada.

## **(Bardas)**

**Artículo 62-8.** Las bardas de mampostería reforzada de piezas de concreto deberán de cumplir con puntos que se describen a continuación quedando excluidos el (5) y el (7) para aquellas bardas con una altura menor de 1.2 m. Así mismo, estas provisiones no se aplicarán en los casos en que la seguridad estructural esté respaldada por cálculos estructurales o experimentalmente:

- (1) La altura será menor de 2.2 m;
- (2) El espesor de los muros no será menor de 15 cm (o de 10 cm para bardas con altura menor o igual de 2 m);
- (3) Los muros deberán contar con barras de refuerzo de 9 mm de diámetro como mínimo, el cual se dispondrá horizontalmente en la parte superior y en la cimentación del muro, y verticalmente en los extremos y esquinas del mismo;
- (4) Los muros deberán ser provistos con barras de refuerzo cuyo diámetro no sea menor a los 9 mm, dichas barras tendrán un arreglo interior horizontal y vertical de manera que se formen intervalos menores o iguales de 80 cm entre ellas en ambos sentidos;
- (5) Por cada 3.4 m de longitud del muro o menos, deberán existir muros de apoyo o contrafuertes provistos de barras de refuerzo con un diámetro mínimo de 9 mm y proyectadas fuera de la cara del muro por lo menos una quinta parte de su altura medida desde la cimentación;
- (6) Cada extremo de las barras de refuerzo de alguno de los arreglos descritos en los puntos (3) y (4), deberán doblarse en ganchos para anclarse con las barras horizontales de la parte superior y de la cimentación del muro en el caso del refuerzo vertical y hasta las barras verticales extremas en el caso del refuerzo horizontal. Podrá omitirse el anclaje con ganchos de los extremos de las barras de refuerzo vertical con las barras de refuerzo de la cimentación, si la primeras tienen una longitud de desarrollo dentro de la cimentación de al menos 40 veces el diámetro de la barra;
- (7) El espesor de la cimentación no será menor que 35 cm y la profundidad de desplante no será menor de 30 cm.

NORMAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS  
DE MAMPOSTERIA DEL INSTITUTO  
DE ARQUITECTURA DEL JAPON

se terminó de imprimir  
en octubre de 1994  
en los talleres de

*impretei*

Almería 17, Col. Postal  
C.P. 03410, México, D.F.

Se imprimieron 400 ejemplares  
más sobrantes para reposición.

## TITULOS PUBLICADOS

BASES DE DATOS PARA LA ESTIMACION DE RIESGO SISMICO EN LA CIUDAD DE MEXICO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; M. Ordaz, R. Meli, C. Montoya-Dulché, L. Sánchez y L.E. Pérez-Rocha.

TRANSPORTE, DESTINO Y TOXICIDAD DE CONSTITUYENTES QUE HACEN PELIGROSO A UN RESIDUO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Químicos; Ma. E. Arcos, J. Becerril, M. Espíndola, G. Fernández y Ma. E. Navarrete.

PROCESOS FISICOQUIMICOS PARA ESTABILIZACION DE RESIDUOS PELIGROSOS; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Químicos; M. Y. Espíndola y G. Fernández.

REFLEXIONES SOBRE LAS INUNDACIONES EN MEXICO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Hidrometeorológicos; R. Domínguez, M. Jiménez, F. García y M.A. Salas.

MODELO LLUVIA-ESCURRIMIENTO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Hidrometeorológicos; R. Domínguez, M. Jiménez, F. García y M.A. Salas

REPORT ON THE JANUARY 17, 1994 NORTHRIDGE EARTHQUAKE. SEISMOLOGICAL AND ENGINEERING ASPECTS; Coordinación de Investigación; Areas de Riesgos Geológicos y de Ensayes Sísmicos; T. Mikumo, C. Gutiérrez, K. Kikuchi, S. M. Alcocer y T. A. Sánchez.

APPLICATION OF FEM (FINITE ELEMENT METHOD) TO RC (REINFORCED CONCRETE) STRUCTURES; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos, H. Noguchi.

DEVELOPMENT OF ADVANCED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS USING HIGH-STRENGTH CONCRETE AND REINFORCEMENT -NEW CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN JAPAN-; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; S. Otani.

A STUDY ON NONLINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CONFINED MASONRY WALLS; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; K. Ishibashi; H. Kastumata; K. Naganuma; M. Ohkubo.

SEGURIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA ECONOMICA; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; R. Meli; S.M. Alcocer; L.A. Díaz Infante; T.A. Sánchez; L.E. Flores; R. Vázquez del Mercado; R.R. Díaz.

DETERMINISTIC INVERSE APPROACHES FOR NEAR-SOURCE HIGH-FREQUENCY STRONG MOTION; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; M. Iida.

SISMICIDAD Y MOVIMIENTOS FUERTES EN MEXICO: UNA VISION ACTUAL; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; S. K. Singh, M. Ordaz.

JAPANESE PRESS DESIGN GUIDELINES FOR REINFORCED CONCRETE BUILDINGS; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos, S. Otani.

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA EL CONCRETO; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; M. Saito, H. Kitajima, K. Suzuki, S. M. Alcocer.

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS DE LA CALIDAD DEL CONCRETO; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; M. Saito, H. Kitajima, K. Suzuki, S. M. Alcocer.

NORMAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DEL INSTITUTO DE ARQUITECTURA DEL JAPON; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; K. Yoshimura, K. Kikuchi, T. A. Sánchez.

**CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES**

AV. DELFIN MADRIGAL N° 665, COL. PEDREGAL SANTO DOMINGO  
DELEGACION COYOACAN, MEXICO D.F., C.P. 04360

TELEFONOS: 606-98-37, 606-97-39, 606-99-82  
FAX: 606-16-08