

REGLAMENTO INPRES - CIRSOC 103

Parte III

NORMAS ARGENTINAS PARA CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES

Parte I

Ver también: [Diseño sismorresistente de estructuras
aportricadas de hormigón armado](#)

CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERIA

EDICION AGOSTO 1991
APROBADO POR RESOLUCION
S.S.O Y S.P N° 18/91

SIREA - Esta publicación integra el Sistema Reglamentario Argentino para las Obras Civiles

"EI INTI-CIRSOC y ERREPAR S.A no se hacen responsables de la utilización que el usuario haga de la información contenida en el presente archivo y/o página INTERNET.

A efectos legales, tiene validez como Reglamento Nacional el texto impreso editado por INTI-CIRSOC"

Ver también: [Diseño sismorresistente de estructuras
aportricadas de hormigón armado](#)

- INDICE -

Capítulo 1

GENERALIDADES

- [1.1. Introducción](#)
- [1.2. Campo de validez](#)

Capítulo 2

SIMBOLOGIA

- [2.1. Simbología](#)

Capítulo 3

ACCIONES A CONSIDERAR

- [3.1. Acciones sísmicas de diseño](#)
 - [3.1.1. Direcciones de análisis](#)
 - [3.1.2. Consideraciones de las cargas gravitatorias](#)
 - [3.1.3. Superposición de efectos traslacionales y torsionales](#)
 - [3.1.4. Fuerzas sísmicas horizontales](#)
 - [3.1.5. Efectos torsionales](#)
 - [3.1.6. Fuerzas sísmicas verticales](#)
- [3.2. Estados de carga](#)

Capítulo 4

CRITERIOS GENERALES PARA ANALISIS Y DISEÑO

- [4.1. Distribución de solicitaciones](#)
- [4.1.1. Criterios de distribución de solicitaciones](#)
- [4.2. Determinación de rigideces de muros](#)
- [4.3. Limitación de efectos torsionales](#)
- [4.4. Capacidad de redistribución. Elementos críticos](#)

Capítulo 5

CALIDAD DE LOS COMPONENTES DE LA MAMPOSTERIA

- [5.1. Mampuestos](#)
- [5.1.1. Resistencia a compresión de los mampuestos](#)
- [5.1.2. Condiciones de resistencia y utilización de los mampuestos](#)
- [5.2. Morteros](#)
- [5.2.1. Tipificación de los morteros para juntas](#)
- [5.2.2. Condiciones de utilización de los morteros](#)
- [5.2.3. Proporciones de los componentes de los morteros](#)

Capítulo 6

CALIDAD DE LA MAMPOSTERIA

- [6.1. Resistencia de la mampostería](#)
- [6.1.1. Resistencia básica a la compresión de la mampostería](#)
- [6.1.2. Resistencia básica al corte de la mampostería](#)
- [6.2. Deformabilidad de la mampostería](#)
- [6.2.1. Módulo de elasticidad longitudinal](#)
- [6.2.2. Módulo de corte](#)

Capítulo 7

ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA. MUROS

- [7.1. Clasificación de los muros](#)
- [7.1.1. Muros no resistentes](#)
- [7.1.2. Muros resistentes](#)
- [7.2. Clases de mamposterías para muros resistentes](#)
- [7.2.1. Mampostería encadenada](#)
- [7.2.2. Mampostería reforzada con armadura distribuida](#)
- [7.3. Clasificación de los muros resistentes](#)
- [7.4. Condiciones que deben cumplir los muros resistentes](#)
- [7.4.1. Materiales](#)
- [7.4.2. Espesores mínimos de muros resistentes](#)
- [7.4.3. Longitudes mínimas de muros resistentes](#)
- [7.5. Tipos de mampostería a utilizar en construcciones de los grupos \$A_0\$ y A](#)
- [7.6. Altura máxima y número máximo de pisos en las construcciones de mampostería](#)
- [7.7. Combinaciones de diferentes clases de mampostería](#)
- [7.8. Armadura horizontal en muros encadenados armados](#)

Capítulo 8

PRINCIPIOS GENERALES DE COMPOSICION ESTRUCTURAL

Capítulo 9

MAMPOSTERIA ENCADENADA

- [9.1. Encadenados. Conceptos fundamentales](#)
- [9.2. Areas y dimensiones máximas de paneles](#)
- [9.3. Ubicación de los encadenados verticales](#)
- [9.3.1. Prescripciones generales](#)
- [9.3.2. Exención de ejecución de encadenados verticales](#)
- [9.4. Ubicación de los encadenados horizontales](#)
- [9.4.1. Prescripciones generales](#)
- [9.4.2. Prescripciones particulares](#)
- [9.5. Esfuerzo de corte en paneles](#)
- [9.6. Características de los encadenados de hormigón armado](#)
- [9.6.1. Alcance de las prescripciones](#)
- [9.6.2. Requerimientos sobre calidad de los materiales](#)
- [9.7. Dimensiones transversales de los encadenados de hormigón armado](#)
- [9.7.1. Sección transversal de las columnas de encadenado](#)
- [9.7.2. Sección transversal de las vigas de encadenado](#)
- [9.8. Procedimiento general para la valoración de los esfuerzos axiales en encadenados](#)
- [9.9. Procedimiento aproximado para la determinación de armaduras longitudinales de columnas y vigas de encadenado](#)
- [9.10. Secciones mínimas de armaduras longitudinales de encadenados](#)
- [9.11. Prescripciones sobre armaduras longitudinales de encadenados](#)
- [9.11.1. Separación entre armaduras longitudinales](#)
- [9.11.2. Anclajes de armaduras longitudinales](#)

- [9.11.3. Empalmes de armaduras longitudinales](#)
- [9.12. Prescripciones sobre estribos para columnas de encadenado](#)
 - [9.12.1. Zonas a considerar en columnas de encadenado](#)
 - [9.12.2. Dimensionamiento de estribos en zonas normales](#)
 - [9.12.3. Dimensionamiento de estribos en zonas críticas](#)
- [9.13. Prescripciones sobre estribos para vigas de encadenado](#)
 - [9.13.1. Zonas a considerar en vigas de encadenado](#)
 - [9.13.2. Dimensionamiento de estribos en zonas normales](#)
 - [9.13.3. Dimensionamiento de estribos en zonas críticas](#)
- [9.14. Estribos en zona de nudos entre encadenados](#)
- [9.15. Encadenados equivalentes](#)
- [9.16. Armadura de antepecho](#)
- [9.17. Dinteles de aberturas](#)

Capítulo 10

VERIFICACION DE RESISTENCIAS

- [10.1. Aspectos generales](#)
- [10.2. Verificaciones de resistencias para solicitaciones contenidas en él](#)
 - [10.2.1. Esfuerzo de corte resistido por los muros](#)
 - [10.2.2. Resistencia a la flexo-compresión de los muros de mampostería](#)
- [10.3. Prescripciones sobre armaduras para muros reforzados con armadura distribuida](#)
 - [10.3.1. Prescripciones generales](#)
 - [10.3.2. Armaduras mínimas](#)
- [10.4. Análisis de muros solicitados por cargas verticales](#)
 - [10.4.1. Excentricidad de la carga vertical transmitida por el entrepiso o techo](#)
 - [10.4.2. Excentricidad complementaria por efecto de esbeltez](#)
 - [10.4.3. Excentricidad accidental en el borde superior de los muros](#)
 - [10.4.4. Resistencia a cargas verticales de muros encadenados](#)
 - [10.4.5. Resistencia última a cargas verticales de muros sin columnas de encadenado](#)
 - [10.4.6. Resistencia última a cargas verticales de muros reforzados con armadura distribuida.](#)
- [10.5. Acciones sísmicas perpendiculares al plano del muro](#)
 - [10.5.1. Determinación de las cargas perpendiculares al plano del muro](#)
 - [10.5.2. Determinación de los momentos flexores originados por la acción sísmica perpendicular al plano del muro](#)
 - [10.5.3. Verificación de resistencia frente a solicitaciones perpendiculares al plano del muro incluyendo la acción sísmica](#)

Capítulo 11

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA VERIFICACION DE CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERIA

- [11.1. Finalidad y descripción](#)
- [11.2. Condiciones de aplicabilidad](#)
 - [11.2.1. Agrupamiento según destino y funciones](#)
 - [11.2.2. Estructuración](#)
 - [11.2.3. Altura de la construcción](#)
 - [11.2.4. Esbeltez de la construcción](#)
 - [11.2.5. Dimensiones en planta](#)
 - [11.2.6. Rigidez en su plano de entresijos y techos](#)
 - [11.2.7. Continuidad de muros resistentes](#)
 - [11.2.8. Disposición en planta de los muros resistentes](#)
 - [11.2.9. Mampuestos y morteros](#)
 - [11.2.10. Encadenados](#)
 - [11.2.11. Muros resistentes de mampostería reforzada con armadura distribuida](#)
- [11.3. Verificación de la densidad de muros](#)

Capítulo 12

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

- [12.1. Materiales componentes de la mampostería](#)
 - [12.1.1. Mampuestos](#)
 - [12.1.2. Morteros](#)
 - [12.1.3. Especificación de los materiales](#)
- [12.2. Ejecución de los muros de mampostería](#)
 - [12.2.1. Juntas](#)
 - [12.2.2. Disposición de los mampuestos](#)
 - [12.2.3. Colocación del hormigón](#)
 - [12.2.4. Disposición de las armaduras](#)
 - [12.2.5. Estabilidad de los muros durante su construcción](#)
 - [12.2.6. Curado de los morteros](#)
 - [12.2.7. Verticalidad de los muros](#)
 - [12.2.8. Canalizaciones](#)

Anexo

FIGURA I Cargas gravitatorias
FIGURA II Determinación de los cortes y momentos torsores por piso
FIGURA III Constantes elásticas
FIGURA IV Rigideces de muros
FIGURA V Corte total de diseño en cada muro del piso considerado
FIGURA VI Momento Flector de diseño en cada muro del piso considerado
FIGURA VII Verificación de resistencia al corte
FIGURA VIII Verificación de resistencia a cargas verticales
FIGURA IX Dimensiones transversales y armaduras. Vigas de encadenado
FIGURA X Dimensiones transversales y armaduras. Columnas de encadenado
FIGURA XI Verificación de resistencia a flexocompresión
FIGURA XII Dimensiones transversales y armaduras. Vigas de encadenado
FIGURA XIII Dimensiones transversales y armaduras. Columnas de encadenado
FIGURA XIV Verificación de resistencia a flexocompresión

**Ver también: Diseño sismorresistente de estructuras
aporticadas de hormigón armado**

**COMISION TECNICA QUE ELABORO Y REDACTO ESTA EDICION 1991 DEL REGLAMENTO INPRES-
CIRSOC 103:**

Ing. Alejandro P. Giuliano
Ing. Jorge A. Amado
Ing. Edgar A. Barros

Todos profesionales del Instituto Nacional de Prevención Sísmica

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Las prescripciones contenidas en esta PARTE III, "Construcciones de mampostería", establecen los requisitos mínimos que deben observarse para proyectar y ejecutar construcciones tradicionales de mampostería in situ, a fin de dotarlas de un grado de seguridad suficiente ante las acciones sísmicas.

1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Estas prescripciones se aplican a las construcciones cuya estructura resistente esté constituida por muros de mampostería de ladrillos macizos o bloques huecos cerámicos o de hormigón.

CAPITULO 2. SIMBOLOGIA

2.1. SIMBOLOGIA

A_c sección total de la armadura longitudinal de una columna de encadenado;

A_e sección de estribos en una capa;

A_{min} sección mínima de armadura longitudinal de encadenados;

A_v sección total de la armadura longitudinal de una viga de encadenado;

A_{hd} sección de armadura horizontal distribuida en muros de mampostería reforzada (cm^2/m);

A_{vd} sección de armadura vertical distribuida en muros de mampostería reforzada (cm^2/m);

B_c área total de la sección de una columna de encadenado;

B_M área bruta de la sección horizontal de un muro de mampostería, sin considerar los revoques;

B_{MT} área bruta total sin considerar los revoques, de la sección horizontal de los muros resistentes dispuestos en cada nivel de la construcción según la dirección de análisis considerada;

C coeficiente sísmico de diseño;

C_{nm} coeficiente sísmico normalizado para construcciones de mampostería;

C.M. centro de masas correspondiente a un nivel determinado de la construcción;

C.R. centro de rigidez de un nivel determinado de la construcción;

C_v coeficiente sísmico vertical;

E_m módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería;

E_S efectos originados por las acciones sísmicas de diseño;

E_W efectos originados por las cargas gravitatorias;

F_i fuerza sísmica horizontal operante en el nivel i de la construcción;

F_k fuerza sísmica horizontal operante en el nivel k de la construcción;

F_v fuerza sísmica vertical asociada a la carga gravitatoria;

F_{vn} fuerza sísmica vertical ascendente no superpuesta a la carga gravitatoria;

G_m módulo de corte de la mampostería;

H altura de un muro de mampostería, medida entre los centros de apoyos horizontales (entrepisos, techos, borde superior de la fundación, etc.);

H_0 distancia entre los ejes de las vigas de encadenado superior e inferior del panel de mampostería considerado;

H_t altura total de un muro de mampostería, medida desde el borde superior de la fundación hasta el nivel extremo superior;

K coeficiente que depende de las condiciones de apoyo del muro considerado;

L longitud de un muro de mampostería, medida entre sus bordes extremos;

L_e distancia entre ejes de las columnas de encadenado de borde de un muro resistente;

L_o longitud del panel de mampostería, medida entre los ejes de las columnas de encadenado que confinan el panel;

M_{tk} momento torsor acumulado en el nivel k de la construcción;

M_{UR} momento resistente último a flexo-compresión de un muro de mampostería encadenado;

M^o_{UR} momento resistente último a flexión simple de un muro de mampostería encadenado;

M_{UV} momento flexor último en dirección vertical por unidad de longitud de un muro, ante cargas perpendiculares a su plano;

N_U esfuerzo normal sobre un muro, derivado de los estados de carga indicados en el artículo 3.2.;

N_{UO} capacidad resistente de un muro a compresión axil;

N_{UR} resistencia última a carga vertical de un muro encadenado;

S_U sollicitación externa derivada de los estados de carga indicados en el artículo 3.2.;

S_{UR} sollicitación resistida por un muro de mampostería en estado límite último;

V_k esfuerzo de corte sísmico en el nivel k de la construcción;

V_p esfuerzo de corte actuante en un panel de mampostería;

V_{UR} esfuerzo de corte resistido por un muro de mampostería encadenado, en estado límite último;

V_o resultante de las fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica o esfuerzo de corte en la base de la construcción;

W carga gravitatoria total operante sobre el nivel de base de la construcción;

W_i carga gravitatoria supuesta concentrada en el nivel i de la construcción;

W_k carga gravitatoria supuesta concentrada en el nivel k de la construcción;

d densidad mínima requerida de muros resistentes;

d_c dimensión transversal de una columna de encadenado, medida según el plano del panel considerado;

d_{c1} dimensión transversal según el plano considerado, del encadenado al que pertenece la barra que se ancla;

d_{c2} dimensión transversal según el plano considerado, del encadenado en el cual se ancla la barra;

d_s diámetro de las barras de armadura;

e_a excentricidad accidental de la carga vertical actuante sobre muros de mampostería;

e_c excentricidad complementaria de la carga vertical actuante sobre muros de mampostería;

e_t excentricidad calculada en el borde superior de los muros de mampostería;

e^* excentricidad de diseño de muros a cargas verticales;

e_3 excentricidad estática en un nivel determinado de la construcción;

f_m factor de correlación entre σ'_{mo} y σ'_{PK} ;

h_i altura del nivel i medida desde el nivel de base de la construcción;

h_k altura del nivel k medida desde el nivel de base de la construcción;

k cantidad de pisos ubicados por encima del piso considerado;

l máxima dimensión en planta, medida perpendicularmente a la dirección de V_k

l_e longitud de empalme de barras de armadura;

l_f longitud de la rama recta final del anclaje de barras de armadura;

l_l longitud requerida de anclaje de barras de armadura;

q peso propio de un muro por unidad de superficie lateral;

q_s carga sísmica por unidad de superficie del muro, aplicada en dirección perpendicular a su plano;

s_e separación entre estribos cerrados o paso de la hélice;

t espesor del muro de mampostería sin revoques;

α_e coeficiente que depende del porcentaje de barras empalmadas;

β coeficiente para determinar la longitud de pandeo de los muros resistentes de mampostería;

β_s tensión de fluencia del acero;

γ_d factor de riesgo según el artículo 5.2. de la PARTE I de este Reglamento;

δ coeficiente de variación para determinar las resistencias características a compresión y corte de la mampostería;

λ_g esbeltez geométrica de un muro de mampostería;

μ_{hd} cuantía de armadura horizontal de muros de mampostería reforzada con armadura distribuida;

μ_{vd} cuantía de armadura vertical de muros de mampostería reforzada con armadura distribuida;

σ_o tensión media de compresión originada por las cargas verticales que actúan sobre un muro;

σ'_{mk} resistencia característica a la compresión de la mampostería;

σ'_{mm} promedio de las resistencias a compresión de pilas de mampostería, determinadas mediante ensayos;

σ'_{mo} resistencia básica a la compresión de la mampostería;

σ'_{PK} resistencia característica del mampuesto considerado;

σ'_{PKm} promedio de las resistencias a la compresión de los mampuestos, determinadas mediante ensayos;

τ_{mk} resistencia característica al corte de la mampostería;

τ_{mm} promedio de las resistencias al corte de muretes de mampostería, determinadas mediante ensayos;

τ_{mo} resistencia básica al corte de la mampostería;

ψ factor de reducción por excentricidad de carga vertical y esbeltez de muros encadenados;

Ω superficie cubierta total de la construcción, disponible por encima del nivel considerado.

CAPITULO 3. ACCIONES A CONSIDERAR

3.1. ACCIONES SISMICAS DE DISEÑO

Las acciones sísmicas de diseño se esquematizarán convencionalmente como sistemas de fuerzas horizontales estáticas equivalentes.

3.1.1. Direcciones de análisis

Se admitirá que las fuerzas horizontales estáticas equivalentes a la acción sísmica actúan independientemente (no simultáneamente), según dos direcciones ortogonales de la construcción. Dichas direcciones de análisis se establecerán de la siguiente forma:

a) Si la estructura de la construcción está constituida por muros dispuestos según dos direcciones ortogonales, éstas deberán considerarse como direcciones de análisis.

b) Si la planta de la construcción es aproximadamente simétrica con respecto a un eje, una de las direcciones de análisis deberá coincidir con dicho eje.

c) Si no se cumplen las condiciones a) y b) anteriores, se elegirán en forma arbitraria dos direcciones ortogonales de análisis, aplicando según cada una de ellas, la acción sísmica prescrita correspondiente, incrementada en un 15%.

3.1.2. Consideración de las cargas gravitatorias.

Las cargas gravitatorias que se deberán considerar para la determinación de las acciones sísmicas, estarán compuestas por las cargas permanentes y una fracción de la sobrecarga de servicio, según se establece en el Capítulo 9 de la **PARTE I, "Construcciones en general"**.

Dichas cargas gravitatorias podrán ser reemplazadas por un conjunto de cargas concentradas que, en general, se podrán suponer aplicadas a nivel de los entrepisos y techo de la construcción.

La carga gravitatoria W_k que se supone concentrada en un determinado nivel k de la construcción se obtendrá sumando a las cargas correspondientes a dicho nivel (peso propio de vigas, losas, pisos, contrapisos, capas aislantes, cielo rasos, etc., y la fracción correspondiente de las sobrecargas de servicio), el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales (muros, tabiques, columnas, etc.) que resulten comprendidos dentro del sector determinado por dos planos horizontales ubicados a la mitad de la altura de los dos pisos contiguos al nivel k considerado, según se indica en la Figura 1.

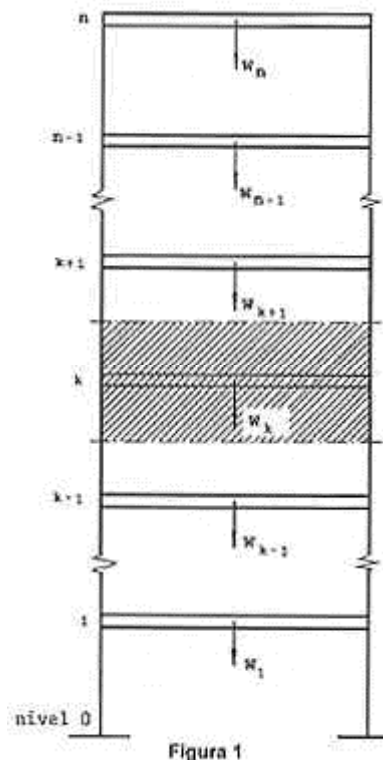


Figura 1

Los pesos de los tanques, apéndices y otros elementos emergentes del nivel n (techo) se supondrán concentrados en dicho nivel, siempre que, en total, no superen el 25% de la carga gravitatoria correspondiente al mismo nivel.

3.1.3. Superposición de efectos traslacionales y torsionales

Los efectos traslacionales y torsionales originados por la acción sísmica actuante según la dirección de análisis considerada, se superpondrán, aplicando según dicha dirección un sistema de fuerzas horizontales determinado de acuerdo con el artículo 3.1.4. y un momento torsor acumulado, establecido como se indica en el artículo [3.1.5.](#)

3.1.4. Fuerzas sísmicas horizontales

El sistema de fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica, que se aplica según la dirección de análisis considerada, se establece determinando primero el valor de la fuerza sísmica horizontal resultante (esfuerzo de corte en la base de la construcción), a partir de la cual se determinan luego las fuerzas componentes del sistema, las cuales, a su vez, se suponen concentradas a nivel de los entrepisos y techo de la construcción, en los que se han supuesto concentradas las cargas gravitatorias.

3.1.4.1. Resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base de la construcción

La resultante de las fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica (o esfuerzo de corte en la base de la construcción) actuante según la dirección de análisis considerada, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V_0 = C \cdot W$$

donde:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i$$

siendo:

V_0 la resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base de la construcción;

C el coeficiente sísmico de diseño, determinado según se indica en el artículo 3.1.4.2.;

W la carga gravitatoria total sobre el nivel de base de la construcción;

W_i la carga gravitatoria supuesta concentrada en el nivel i, determinada según el [Capítulo 9 de la PARTE I](#), "Construcciones en general".

3.1.4.2. Coeficiente sísmico de diseño

El coeficiente sísmico de diseño C se determinará según se establece en el artículo 14.1.1.2. de la PARTE I. Alternativamente, el coeficiente sísmico de diseño C podrá determinarse en forma simplificada, mediante la siguiente expresión:

$$C = C_{nm} \cdot \gamma_d$$

siendo:

C el coeficiente sísmico de diseño;

C_{nm} el coeficiente sísmico normalizado para construcciones de mampostería, el cual depende de la zona sísmica y del tipo de mampostería, y cuyos valores se indican en la Tabla 1.;

γ_d el factor de riesgo que se establece según el artículo 5.2. de la PARTE I.

Tabla 1. Coeficiente sísmico normalizado C_{nm} en función de la zona sísmica y del tipo de mampostería

Zona sísmica	C_{nm}	
	Mampostería de ladrillos Macizos	Mampostería de bloques huecos portantes
1	0,10	0,15
2	0,18	0,27
3	0,25	0,38
4	0,35	0,53

Para determinar el tipo de mampostería deberán tenerse en cuenta las definiciones establecidas en el artículo 5.1.

3.1.4.3. Distribución de la resultante de las fuerzas horizontales equivalentes, en función de la altura de la construcción.

La resultante V_0 de las fuerzas sísmicas horizontales equivalentes se distribuye en función de la altura de la construcción, según fuerzas horizontales que se suponen concentradas a nivel de los entrepisos y techo.

Para un entrepiso o nivel k determinado, la fuerza sísmica horizontal correspondiente se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$F_k = \frac{W_k \cdot h_k}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i} V_0$$

siendo:

F_k la fuerza sísmica horizontal operante en el nivel k ;

W_i ; W_k las cargas gravitatorias supuestas concentradas en los niveles i o k ;

h_i ; h_k las alturas de los niveles i o k medidas a partir del nivel de base de la construcción;

V_0 la resultante de las fuerzas sísmicas horizontales equivalentes.

3.1.4.4. Esfuerzo de corte en el nivel k

El esfuerzo de corte en un determinado nivel k de la construcción, se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$V_k = \sum_{i=k}^n F_i$$

siendo:

V_k el esfuerzo de corte sísmico en el nivel k;

F_i la fuerza sísmica horizontal operante en el nivel genérico i de la construcción.

3.1.5. Efectos torsionales

Los efectos torsionales se establecerán considerando la no coincidencia entre el centro de rigidez C.R. de un nivel determinado y la recta de acción del esfuerzo de corte en dicho nivel. Dicha excentricidad estática se modificará como luego se indica, con el propósito de tener en cuenta la amplificación dinámica correspondiente y las incertidumbres sobre la distribución real de las cargas gravitatorias y la posición efectiva del centro de rigidez C.R.

En cada nivel de la construcción, a los esfuerzos de corte traslacionales originados por las fuerzas sísmicas horizontales equivalentes definidas en el artículo 3.1.4.3., se superpondrán los esfuerzos de corte rotacionales originados por el momento torsor acumulado hasta dicho nivel. Se admitirá que en cada nivel, la fuerza sísmica horizontal F_k actúa aplicada en el centro de masas C.M. correspondiente a dicho nivel.

El momento torsor acumulado en el nivel k, se determinará mediante las siguientes expresiones:

$$M_{tk} = (2 e_3 + 0,10 l) V_k$$

$$M_{tk} = (e_3 - 0,10 l) V_k$$

siendo:

M_{tk} el momento torsor acumulado en el nivel k;

V_k el esfuerzo de corte en el nivel k, determinado según el artículo 3.1.4.4.;

e_3 la excentricidad estática. Distancia entre el centro de rigidez C.R. del nivel k y la recta de acción del esfuerzo de corte V_k , medida perpendicularmente a la dirección de análisis considerada;

l la máxima dimensión en planta medida perpendicularmente a la dirección de V_k .

Para determinar el esfuerzo de corte rotacional producido por los efectos torsionales en cada muro, se empleará la fórmula de M_{tk} que origine solicitaciones más desfavorables.

Se considerarán solamente los aumentos de esfuerzo de corte originados por efecto de la torsión. Las disminuciones no deberán tenerse en cuenta.

3.1.5.1. Limitación de los efectos torsionales

Los muros sismorresistentes se dispondrán en forma tal que, en todos los niveles, el esfuerzo de corte rotacional sobre cada muro no sea mayor que el correspondiente esfuerzo de corte traslacional originado por las fuerzas sísmicas horizontales.

3.1.6. Fuerzas sísmicas verticales

Generalmente no es necesario considerar la componente vertical de la excitación sísmica, excepto en el caso de voladizos, balcones y aleros. En tal caso, la estructura o elemento estructural se supondrá sometido a fuerzas verticales proporcionales a sus pesos, determinadas según la siguiente expresión:

$$F_v = \pm C_v \cdot \gamma_d \cdot W$$

siendo:

F_v la fuerza sísmica vertical asociada a la carga gravitatoria W ;

W la carga gravitatoria operante en la estructura o componente estructural considerada;

C_v el coeficiente sísmico vertical, cuyos valores se indican en la Tabla 2, en función de la zona sísmica;

γ_d el factor de riesgo, según el artículo 5.2. de la PARTE I.

Tabla 2. Coeficiente sísmico vertical C_v en función de la zona sísmica.

Zona sísmica	C_v
1	0,25
2	0,50
3	0,90
4	1,20

La fuerza vertical resultante en sentido ascendente (calculada superponiendo el valor dado por la expresión anterior con la carga gravitatoria) no deberá ser menor que la determinada mediante la siguiente fórmula:

$$F_{vn} = -0,25 C_v \cdot W$$

siendo:

F_{vn} la fuerza vertical ascendente no superpuesta a la carga gravitatoria;

C_v el coeficiente sísmico vertical, cuyos valores se indican en la Tabla 2;

W la carga gravitatoria operante en la estructura o componente estructural considerada.

3.2. ESTADOS DE CARGA

Para el análisis, diseño y verificaciones de resistencia de las construcciones sismorresistentes de mampostería, se deberán considerar los estados de carga y correspondientes combinaciones de efectos que se indican a continuación. Se adoptará la combinación más desfavorable de efectos según las siguientes alternativas:

$$1,3 E_W \pm E_S$$

$$0,85 E_W \pm E_S$$

siendo:

E_W los efectos provocados por las cargas gravitatorias definidas en el Capítulo 9 de la PARTE I;

E_S los efectos provocados por las acciones sísmicas de diseño especificadas en el artículo 3.1.

La construcción deberá, además, verificarse con los estados de carga pertinentes que no incluyen el sismo.

No se considera necesaria la verificación bajo la acción simultánea de viento y sismo.

CAPITULO 4. CRITERIOS GENERALES PARA ANALISIS Y DISEÑO

4.1. DISTRIBUCION DE SOLICITACIONES

La distribución en planta de las solicitaciones globales actuantes en cada nivel, entre los muros resistentes, deberá efectuarse teniendo en cuenta la rigidez de dichos muros con relación a la deformabilidad del entrepiso o techo de la construcción solicitado por las fuerzas sísmicas actuantes en su plano. La mencionada distribución se realizará de acuerdo con los criterios que se indican en el artículo 4.1.1.

4.1.1. Criterios de distribución de solicitaciones

Los entrepisos y el techo de la construcción podrán considerarse como diafragmas resistentes e indeformables siempre que sean capaces de resistir y transmitir las fuerzas sísmicas actuantes en su plano, con deformaciones menores que las deformaciones horizontales de los muros resistentes dispuestos según la dirección de análisis considerada. En este caso, la distribución de las solicitaciones globales actuantes en cada nivel se realizará proporcionalmente a las rigideces relativas de dichos muros.

Si por el contrario, los entrepisos y el techo de la construcción constituyen diafragmas muy deformables con relación a los muros resistentes dispuestos según la dirección de análisis considerada, la distribución de las solicitaciones globales actuantes en cada nivel se realizará según el criterio de zonas de influencia.

En situaciones intermedias, la distribución deberá efectuarse mediante un análisis en el que se consideren las deformaciones en su plano de los entrepisos y techos, y de los muros resistentes dispuestos según la dirección de análisis considerada, estableciendo las correspondientes condiciones de equilibrio y de congruencia de deformaciones. O bien, en forma aproximada, dicha distribución podrá realizarse de modo que las fuerzas sísmicas que correspondan a los muros dispuestos según la dirección de análisis considerada, se obtengan como la envolvente de los valores máximos de los dos sistemas de fuerzas resultantes de considerar ambas hipótesis extremas con respecto a la deformabilidad en su plano de los entrepisos y techo de la construcción:

- Indeformables
- Muy deformables

4.1.1.1. Losas macizas de hormigón armado colocado in situ

Los entrepisos y techos constituidos por losas macizas de hormigón armado colocado in situ podrán considerarse

indeformables y resistentes a fuerzas contenidas en su plano, siempre que en su configuración en planta no presenten entrantes, salientes o aberturas de dimensiones considerables, relaciones excesivas de luz mayor a luz menor ni soluciones de continuidad.

4.1.1.2. Losas de conformación diferente a las losas macizas de hormigón armado colocado in situ.

Los entresijos y techos constituidos por losas de conformación diferente a las losas macizas de hormigón armado colocado in situ podrán considerarse indeformables y resistentes a fuerzas contenidas en su plano, siempre que, además de las condiciones establecidas en el artículo 4.1.1.1. para losas macizas de hormigón, satisfagan los requisitos que se detallan a continuación según los diferentes tipos de losas:

a) Losas nervuradas en una sola dirección de hormigón armado integralmente colocado in situ

En este tipo de losas deberán tenerse en cuenta, en general las especificaciones correspondientes indicadas en el Reglamento CIRSOC 201 "Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado".

En particular, en la capa de compresión de este tipo de losas, se dispondrá una armadura mínima en forma de malla, la cual se indica en la Tabla 3 en función de los diferentes tipos de acero y de la luz de cálculo l de la losa.

La separación máxima entre las barras que conforman la malla mínima será de 33 cm.

En caso que los nervios de este tipo de losas posean una armadura longitudinal superior ubicada en la capa de compresión, dicha armadura podrá ser considerada como parte integrante de la malla mínima indicada en la Tabla 3.

Si la separación de estas barras excede de 33 cm se deberá disponer barras intermedias cuyos diámetros mínimos serán los indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Malla mínima en la capa de compresión

Tipo de acero	Luz de cálculo l de la losa	
	$l \leq 4,50$ m	$l > 4,50$ m
AL-220 (I)	3 barras $d_s = 6$ mm por metro	3 barras $d_s = 8$ mm por metro
ADM-420 (III) ADN-420	3 barras $d_s = 4,2$ mm por metro	3 barras $d_s = 6$ mm por metro
AM-500 (IV)	3 barras $d_s = 4,2$ mm por metro	3 barras $d_s = 4,2$ mm por metro

b) Losas conformadas por viguetas premoldeadas con capa de compresión de hormigón colocado in situ y estáticamente colaborante para cargas gravitatorias

En este tipo de losas, los espesores de la capa de compresión serán, como mínimo, de 3 cm en la zona sísmica 1, 4 cm en la zona 2 y 5 cm en las zonas 3 y 4.

Además, en la capa de compresión se dispondrá una armadura mínima en forma de malla que satisfaga los valores indicados en la Tabla 3.

La separación máxima entre las barras que conforman la malla mínima será de 33 cm.

En el caso que las viguetas premoldeadas de este tipo de losas posean una armadura longitudinal superior ubicada en la capa de compresión, dicha armadura podrá considerarse como parte integrante de la malla mínima indicada en la Tabla 3. Si la separación de estas barras excede de 33 cm se deberán disponer barras intermedias cuyos diámetros mínimos serán los indicados en la Tabla 3.

c) Losas conformadas por losetas premoldeadas con capa de compresión de hormigón colocado in situ y estáticamente colaborante para cargas gravitatorias.

Para este tipo de losas deberán satisfacerse las prescripciones del Reglamento CIRSOC 201 en lo relativo a su función como diafragma (chapa según dicho reglamento), dimensionamiento y disposiciones constructivas.

d) Losas conformadas por losetas premoldeadas sin capa de compresión estáticamente colaborante para cargas gravitatorias.

Para este tipo de losas deberán satisfacerse los requisitos establecidos para el tipo c) anterior.

4.2. DETERMINACION DE RIGIDECES DE MUROS

Las rigideces de los muros deberán determinarse según los siguientes lineamientos:

- La determinación de las rigideces relativas de los muros podrá efectuarse admitiendo un comportamiento elástico lineal.
- Deberán considerarse las deformaciones originadas por las solicitaciones de flexión y corte.
- Las áreas y los momentos de inercia se determinarán considerando la sección horizontal íntegra de los muros (sección no fisurada).
- El cálculo de los momentos de inercia de la sección horizontal de los muros para determinar su rigidez a flexión, se realizará considerando la colaboración de los muros transversales. El ancho efectivo del ala hacia cada lado del muro considerado no excederá de 4 veces el espesor de dicho muro, ni de 1/16 de su altura, medida desde el nivel considerado hasta el nivel extremo superior.
- Para la determinación de rigideces se admitirá la hipótesis de empotramiento perfecto de los muros en su fundación (rotación nula), siempre que se verifique alguna de las siguientes condiciones:
 - a) Muros fundados sobre suelos Tipo I (ver Tabla 3, PARTE I de este Reglamento).
 - b) Muros fundados sobre suelos Tipo II, cuyas fundaciones sean continuas entre los distintos paños.

Para muros fundados sobre suelos Tipo III, con fundaciones continuas, la hipótesis de empotramiento perfecto queda condicionada a la rigidez y resistencia de la estructura de fundación.

- La modelación de la estructura para análisis de las solicitaciones, se realizará de manera tal que considere las condiciones de rigidez y resistencia de los distintos elementos que intervienen en el mecanismo sismorresistente, bajo los niveles de deformación derivados de las acciones sísmicas de proyecto.

4.3. LIMITACION DE EFECTOS TORSIONALES

Toda construcción de mampostería deberá estructurarse de modo tal que, en cada uno de sus niveles, el esfuerzo de corte torsional actuante sobre cada muro no supere el esfuerzo de corte traslacional correspondiente a dicho muro.

4.4. CAPACIDAD DE REDISTRIBUCION. ELEMENTOS CRITICOS

La estructuración y el dimensionamiento de las construcciones de mampostería deberá tender a evitar que la falla prematura de algún muro comprometa la estabilidad del conjunto.

Si un muro resiste más del 30% del esfuerzo de corte correspondiente a un nivel determinado, dicho muro se dimensionará para soportar un esfuerzo de corte igual a 1,2 veces el que originalmente le corresponda.