CÓDIGO PARA LAS CONSTRUCCIONES EN EL ÁREA DEL DISTRITO NACIONAL

LEY N°. 90, aprobada el 15 de enero de 1973

Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 15 del 24 de enero de 1973

LA JUNTA NACIONAL DE GOBIERNO,

a los habitantes de la República,

SABED:

Que la Asamblea Nacional Constituyente ha ordenado lo siguiente:

LA ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA,

En uso de sus facultades,

DECRETA:

CAPÍTULO I

Objeto

Artículo 1.- El presente Código fija las normas de emergencia que deben cumplir las construcciones en el área del Distrito Nacional para que tengan una adecuada seguridad ante la ocurrencia de terremotos.

Estas normas se aplicarán al diseño y construcción de nuevas edificaciones, lo mismo que serán aplicables a la reparación y refuerzo de las construcciones existentes que lo requieran según el dictamen de las autoridades que este Código crea.

En este Código se hace referencia a otras especificaciones y reglamentaciones, que también deberán observarse, relacionadas con la calidad de los materiales y procedimientos constructivos y con el diseño y construcción de los distintos tipos de estructuras.

CAPÍTULO II

Requisitos Generales de Estructuración

Artículo 2.- Estructuración mínima

Todas las construcciones deberán poseer un sistema estructural capaz de resistir las

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

fuerzas sísmicas, calculadas según los requisitos especificados en los Capítulos VI, VII u VIII, cuando menos para dos direcciones horizontales ortogonales y sin exceder los esfuerzos permisibles especificados en el Capítulo IX de este Código.

Artículo 3.- Sistemas estructurales

1) Elementos para resistir cargas laterales.

Estos elementos serán de los siguientes tipos:

a) Marcos rígidos de acero o concreto reforzado formados por vigas y columnas con las uniones diseñadas y construidas de tal modo que se garantice la continuidad de acuerdo con el Artículo 4o.

b) Muros de mampostería de ladrillo sólido reforzados con vigas de amarre y columnetas como se especifica en el Artículo 26.

c) Muros de mampostería de piezas huecas que satisfagan los requisitos del Artículo 26 reforzados con vigas de amarre y columnetas como se especifica en el mismo Artículo.

d) Muros de concreto reforzado.

e)Combinaciones de muros de mampostería o concreto reforzado y columnas de acero o concreto reforzado, que satisfagan los requisitos para torsión especificados en el Artículo 5o.

f) Elementos de otros tipos o materiales, siempre que se demuestre que poseen la capacidad necesaria para resistir las fuerzas laterales que fijen las autoridades competentes de acuerdo con su ductilidad y otras características de su comportamiento ante cargas sísmicas.

Los elementos estructurales que proporcionen la resistencia lateral deberán tener la fundación adecuada para trasmitir al terreno las fuerzas a que se ven sometidos, de acuerdo con las hipótesis de sujeción hechas en el análisis, según se establece en el Artículo 29.

2) Sistemas estructurales de piso o techo.

Los sistemas estructurales de piso o techo serán de alguno de los siguientes tipos:

a) Losas sólidas de concreto reforzado.

b) Losas de concreto reforzado aligeradas con nervaduras en una o dos direcciones, con una capa de comprensión de cuando menos 3cm. de espesor.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

c) Techos de asbesto o metálicos con estructura metálica.

d) Techos de asbesto o metálicos con estructura de madera.

e) Sistemas estructurales de piso o techo de otro tipo que satisfagan los requisitos de estas normas en cuanto a rigidez, resistencia y uniones, y que sean aprobados por las autoridades competentes.

Los techos de cualquiera de los tipos anteriores podrán revestirse con tejas de barro siempre que las sujeciones sean capaces de resistir las aceleraciones sísmicas especificadas en el Capítulo VI para anclaje de revestimientos.

Las estructuras metálicas o de madera de los techos deberán estar arriostradas de tal manera que se asegure la resistencia del techo necesaria para trasmitir la fuerza sísmica a los elementos que proporcionan la resistencia lateral en la dirección de análisis.

Deberá garantizarse que los sistemas estructurales de piso y techo queden perfectamente unidos a los elementos resistentes en la dirección de análisis.

Artículo 4.- Unión entre elementos

Las uniones deben tener capacidad para trasmitir las fuerzas cortantes, momentos flexionantes y fuerzas axiales que puedan presentarse por efecto de la combinación de cargas que rija el diseño.

Artículo 5.- Simetría en la estructura de las construcciones

Es recomendable evitar excentricidades de diseño, calculadas como se indica en el Artículo 19, mayores que 10 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección normal a la de análisis con objeto de reducir los efectos de torsión debida a asimetría, deberá procurarse que haya simetría en rigideces, materiales y tipos de elementos resistentes.

Artículo 6.- Sistemas estructurales con modos dúctiles y frágiles de falla

Todos los sistemas o elementos estructurales que puedan fallar tanto en modos dúctiles como frágiles, deberán diseñarse de tal manera que, además de resistir cuando menos las acciones laterales especificadas en los Capítulos VI, VII u VIII, su factor de seguridad contra los modos frágiles de falla sea cuando menos igual a 1.3 veces el que corresponde al modo dúctil de falla que rija el diseño.

Artículo 7.- Muros desligados a la estructura.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Cuando sea necesario desligar algún muro de la estructura deberán tomarse precauciones para evitar su volteamiento durante algún temblor. Dichas precauciones consistirán, por ejemplo, en empotrar el elemento en el nivel inferior dejándolo libre en el nivel superior o ligarlo a un piso, guiándolo en el otro mediante un canal o ranura.

La holgura entre el muro y la estructura no será menor del doble del desplazamiento relativo calculado suponiendo, comportamiento elástico de la estructura podrá rellenarse con algún material compresible.

La estabilidad del muro se revisará como se indica en el Capítulo Vl para elementos que no forman parte integrante de la estructura.

CAPÍTULO III

Clasificación de las estructuras

Artículo 8.- Tomando en cuenta su destino, las estructuras se clasifican en tres grupos:

Grupo "A" - Edificios gubernamentales, municipales y de servicio público (como plantas de bombeo, centrales eléctricas y telefónicas, estaciones de bomberos etc.), aquellos cuyo funcionamiento es especialmente importante a raíz de un temblor (como hospitales); aquellos cuyo contenido es de gran valor (como museos) y aquéllos con área total construida superior a 100 mt2, donde existe frecuente aglomeración de personas (como escuelas, estadios, salas de espectáculos, estaciones terminales de comunicación y similares).

Grupo "B" - Construcciones destinadas la habitación privada o al uso público donde no existe frecuente aglomeración de personas (como hoteles, viviendas, edificios de departamentos o despachos, plantas industriales, bodegas, gasolineras, restaurantes y similares); construcciones con área total no mayor de 100 mt2, aunque exista frecuente aglomeración de personas; tapias cuya altura exceda de 2m; construcciones para guardar materiales y/o equipos costosos y aquellos cuya falla pueda poner en peligro otras construcciones de este grupo o del grupo “A”.

Grupo “C” - Construcciones cuya falla por temblor no pueda normalmente causar daños a estructuras de los dos primeros grupos, a seres humanos o a materiales o equipos costosos, por ejemplo postes y tapias con altura menor de 2mt.

Artículo 9.- Por su estructuración.

Tomando en cuenta las características estructurales se hace la siguiente clasificación:

Tipo 1- Edificios capaces de resistir la totalidad de la fuerza lateral exclusivamente por medio de pórticos dúctiles de acero estructural o de concreto reforzado. Los Pisos y

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

techos de estas estructuras serán suficientemente rígidos y resistentes para distribuir las fuerzas sísmicas entre los elementos de diversa flexibilidad. Cada pórtico deberá diseñarse para la condición más desfavorable que resulte de considerar la fuerza cortante que le toca distribuir la fuerza cortante de piso en forma proporcional a la rigidez de cada elemento resistente y el 50 por ciento de la que le tocaría si trabajara aislado soportando su carga tributaria.

Tipo 2.- Son los edificios constituidos por pórticos, muros de corte y/o diagonales de arriostramiento, y en los que los pórticos son capaces de resistir cuando menos el 50 por ciento de la fuerza cortante especificada en la dirección de análisis, debiendo tomarse el resto por los muros de corte y los arriostramientos.

Los pisos y techos deberán satisfacer los requisitos indicados para estructuras Tipo 1. Asimismo, los pórticos se diseñarán como se indica para dicho tipo de estructura.

Tipo 3.- Estructuras cuyas deformaciones ante la acción de cargas sísmicas en la dirección que se analiza, sean debidas esencialmente a esfuerzo cortante o a fuerza axial en los miembros estructurales. Se consideran en esta clase los edificios soportados únicamente por muros de carga y aquellos cuyos marcos estén arriostrados o sean incapaces de resistir por sí mismos en cada piso el 50 por ciento de la fuerza cortante de diseño. Este tipo se subdividirá como sigue:

a) Estructuras con marcos arriostrados, muros de concreto o de ladrillo, sólido reforzados como indica el Capítulo IX.

b) Estructuras con muros de piezas huecas que cumplan con los requisitos indicados en el Capítulo IX y reforzados como ahí se indica.

Tipo 4.- Tanques elevados, chimeneas y todas aquellas construcciones que se hallen soportadas por una sola columna o una hilera de columnas orientada perpendicularmente a la dirección que se analiza, o cuyas columnas y muros no estén ligados en la cubierta y en los pisos por elementos de suficiente rigidez y resistencia para distribuir las fuerzas horizontales entre las columnas y muros de diversa flexibilidad.

Se entiende que las estructuras podrán tener diferentes tipos de estructuración en direcciones diferentes.

CAPÍTULO VI

COEFICIENTES PARA DISEÑO SÍSMICO

Artículo 10.- Valuación de los efectos del sismo.

Deberán calcularse los efectos de las aceleraciones verticales y. los de las

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

aceleraciones horizontales, para dos planos ortogonales según los Artículos 11 y 12. Se revisará la seguridad de cada elemento estructural para la condición más desfavorable que resulte de considerar la acción de cada una de las componentes por separado o la combinación del efecto de cada componente horizontal con 0.7 veces el efecto de la componente vertical.

Artículo 11.- Aceleraciones verticales

El efecto de las aceleraciones verticales se considerará equivalente a un sistema de fuerzas verticales obtenido multiplicando por 0.4 las cargas muertas y las vivas. Alternativamente, puede efectuarse un análisis dinámico que tome en cuenta los modos de vibración vertical de la estructura y que considere un espectro del diseño igual al propuesto para aceleraciones horizontales en el Capítulo VII.

Artículo 12.- Aceleraciones horizontales

El efecto de las aceleraciones horizontales se tomará en cuenta suponiendo un sistema de fuerzas laterales obtenido de acuerdo con lo especificado en los Capítulos VI, VII y VIII, con los coeficientes de diseño sísmico que aquí se indican. El sistema de fuerzas laterales se determinará de tal manera que la relación C, entre la fuerza cortante V en la base del edificio y el peso W del mismo sobre dicho nivel sea cuando menos igual al valor correspondiente obtenido de la Tabla de Valores C, siguiente:

Tipo de estructuras Clasificación según su destino
(Arto. 9o.) (Arto. 8º.)
Grupo A Grupo B Grupo C

---
1 0.13 0.10 0.05
2 0.17 0.12 0.06
3.a) 0.33 0.25 0.12
3.b) 0.50 0.33 0.17
4 0.50 0.33 0.17

Los coeficientes de cortante en la base obtenidos de los párrafos anteriores, pueden reducirse multiplicándolos por el factor D, que es función de la rigidez de la estructura, e igual a 1.5/Vx, donde Xc es el desplazamiento del centro de gravedad del edificio, en cm. calculado para la acción de un sistema de fuerzas laterales iguales en magnitud a las cargas muertas y vivas. El valor D no debe tomarse mayor que 1 ni menor que 0.4

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Esta Ley de variación de D es aceptable para estructuras construidas en suelo rígido Para estructuras construidas sobre suelo poco rígido el valor de D deberá determinarse teniendo en cuenta las propiedades del terreno local.

CAPÍTULO V

CRITERIOS GENERALES PARA ANÁLISIS SISMICOS

Artículo 13.- Métodos de análisis

El análisis sísmico podrá efectuarse empleando el método de análisis estático descrito en el Capítulo VI, los métodos de análisis dinámico especificados en el Capítulo VII, o en aquellos casos en que sea aplicable, el método simplificado de análisis del Capítulo VIII.

Artículo 14.- Requisitos para análisis estructural en métodos estático y dinámico

Para los métodos estático y dinámico deberán satisfacerse al efectuar el análisis estructural los requisitos siguientes:

a) La influencia de fuerzas sísmicas se analizará tomando en cuenta los desplazamientos horizontales y giros de todos los elementos integrantes de la estructura, así como la continuidad y rigidez de los mismos.

b) Se tomarán en cuenta las deformaciones por flexión en muros y por carga axial de columnas cuando dichas deformaciones afecten apreciablemente los desplazamientos y esfuerzos de diseño.

c) Si el cálculo indica la aparición de tensiones entre la cimentación y el terreno, se admitirá que en una zona de la cimentación no existen esfuerzos de contacto, debiéndose satisfacer con el resto del área el equilibrio de las fuerzas y momentos totales calculados, siempre que no se sobrepasen los esfuerzos permisibles en el terreno. Se revisará la estabilidad de la cimentación y superestructura trabajando en estas condiciones.

d) Los signos de las fuerzas horizontales y verticales debidas al sismo se tomarán de manera de obtener los efectos más desfavorables al superponerlas con las fuerzas gravitacionales.

e) En el análisis de todo edificio se verificará que los desplazamientos de los sistemas de piso y techo sean compatibles con los de los demás elementos que integran la estructura, debiéndose verificar que los diafragmas o arriostramientos de los techos sean capaces de resistir los esfuerzos inducidos. Como simplificación, en el diseño sísmico de construcciones de altura menor o igual que dos pisos ó 6m., con sistemas de piso o techo arriostrados mediante sistemas cuya rigidez en su plano sea pequeña

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

en comparación con la rigidez de los elementos que proporcionan la resistencia lateral, podrá considerarse que cada uno de estos elementos resistentes se ve sometido a la parte de fuerza sísmica que corresponde a su área tributaria en cada nivel.

f) En el diseño de marcos que contengan muros será admisible suponer que las fuerzas cortantes que obran en éstos son equilibradas por fuerzas axiales en los miembros que constituyen el marco, despreciando la tensión diagonal que pudiera resistir el muro.

g) Para analizar la forma en que se distribuyen las fuerzas laterales entre los distintos elementos resistentes se tomarán en cuenta las rigideces de todos los elementos que pueden influir significativamente en el comportamiento del conjunto.

Artículo 15.- Requisitos para que sea aplicable el método simplificado.

El método simplificado de análisis que se describe en el Capítulo VIII, es aplicable cuando se cumplen simultáneamente los siguientes requisitos:

a) En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales es soportado por muros, ligados entre sí mediante losas corridas o sistemas de techo con la rigidez necesaria para trasmitir las fuerzas sísmicas a los distintos elementos resistentes como se especifica en el Capítulo II.

b) En dos direcciones ortogonales, existen al menos dos muros perimetrales de carga, paralelos o que forman entre sí un ángulo no mayor de 20 grados, estando cada muro ligado por las losas o techo antes citados en una longitud de por lo menos 50 por ciento de la dimensión del edificio, medida en las direcciones de dichos muros.

c) La relación de altura a dimensión mínima de la base del edificio no excede a 1.5.

d) La relación de largo a ancho de la planta del edificio no es mayor que 2, a menos que, para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dicha planta dividida en tramos independientes cuya relación de largo a ancho satisfaga esta restricción y cada tramo resista según el criterio del Capítulo VIII.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS ESTÁTICO

Artículo 16.- Fuerzas cortantes de diseño.

Para calcular las fuerzas cortantes de diseño a diferentes niveles de un edificio, se supondrá una fuerza concentrada en el último nivel y una distribución lineal de aceleración horizontales con valor nulo en la base de la estructura (es decir, en el nivel a partir del cual las deformaciones de ésta pueden ser aprovechables) y máximo en el

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

extremo superior de la misma, de modo que la relación V/W en la base sea igual al valor CD indicado en el Capítulo 4. De acuerdo con este párrafo, la fuerza horizontal que obra en el piso i se obtiene de la fórmula,

$$F_i = 0.95CD\, W_i \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

En el último nivel se adicionará a la fuerza calculada con la fórmula anterior, una fuerza igual a 0.05CDWi. Las fuerzas cortantes se calcularán como la suma acumulativa de las fuerzas antes calculadas empezando por el último nivel.

En la ecuación anterior:

Hi = elevación del piso i medida desde la base de la estructura.

Wi = peso del piso i, calculado con la carga viva especificada en el Artículo 23 para efectos sísmicos.

n = número de pisos.

Artículo 17.- Apéndice y cambios bruscos de estructuración:

La estabilidad de tanques que se hallen sobre los edificios, así como de todo otro elemento cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto de la construcción se verificará suponiendo que pueden estar sometidos a una aceleración horizontal no menor que el doble de la que resulta de aplicar la especificación anterior, ni menor que 0.50 veces la gravedad, y a una aceleración vertical de 0.50 veces la gravedad. Se incluyen en este requisito los parapetos, pretiles, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos y sus correspondientes anclajes. Se incluyen así mismo los elementos sujetos a esfuerzos que dependen principalmente de su propia aceleración (no de la fuerza cortante ni del momento de volteo) como las losas que trasmiten fuerzas de inercia de las masas que soportan.

Artículo 18.- Momentos de volteo

Para fines de diseño se permitirá reducir el momento de volteo calculado para cada marco y grupo de elementos resistentes, pero en ningún nivel se tomará menor que el producto de la fuerza cortante que allí obra por la distancia de dicho nivel al centro de gravedad de las masas ubicadas arriba de él.

Artículo 19.- Torsión en planta

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Para cada dirección de análisis la excentricidad torsional calculada en cada piso se tomará como la distancia entre el centro de rigidez del piso correspondiente y la fuerza cortante en dicho piso. Para el diseño de cada miembro estructural se supondrá que la excentricidad tiene el valor más desfavorable de los siguientes:

a) 1.5 veces el valor calculado más 0.05 veces la máxima dimensión del piso que se analiza (excentricidad accidental) medida en la dirección normal a la fuerza cortante.

b) El valor calculado menos la excentricidad accidental.

CAPÍTULO VII

Análisis Dinámico

Artículo 20.- Es admisible el empleo de cualquier procedimiento de análisis dinámico, tales como el modal o el paso a paso, compatible con la naturaleza de los temblores y el comportamiento del subsuelo y de las estructuras, siempre que se satisfagan las restricciones del presente Capítulo. Si se usa el análisis modal, podrán despreciarse aquellos modos naturales de vibración cuyo efecto combinado no modifique significativamente los esfuerzos de diseño sísmico. En esta fase del análisis, puede también despreciarse el efecto dinámico torsional que resulte de excentricidades calculadas estáticamente no mayores que el 5 por ciento de la dimensión del piso medida en la misma dirección que la excentricidad. El efecto de dichas excentricidades y de la excentricidad accidental se tomará en cuenta como lo especifica el Capítulo correspondiente al análisis estático.

Para diseñar estructuras construidas en suelos rígidos empleando el método dinámico de análisis modal se usará un espectro cuyas ordenadas se tomarán iguales cuando menos a los siguientes valores:

$$A(T) = C, \text{ si } T < 0.3 \text{ seg.}$$
$$= 0.3\,C/T \text{ si } T > 0.3 \text{ seg.}$$

Aquí T es el período de cada modo natural de vibración de la estructura en segundos y C es el valor obtenido de la tabla del Artículo 12. Para estructuras construidas en terreno poco rígido el espectro de diseño se determinará con base en las características de ese terreno; deberá ser aprobado por las autoridades competentes.

En los valores especificados de A (T), se encuentra implícito el amortiguamiento estructural, no permitiéndose reducciones adicionales por ese concepto.

Cuando se emplee este método, se diseñará para la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las fuerzas internas correspondientes a los diversos modos en la

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

dirección analizada.

En ningún nivel se tomará una fuerza cortante de diseño menor que el 40 por ciento de la que resulte del análisis estático, basado en el valor de D=1.

Los requisitos del método estático de. análisis, en cuanto a muros, ornamentos, anuncios, etc., se deben satisfacer en el diseño, aunque no es menester duplicar las aceleraciones calculadas dinámicamente como en la aplicación del procedimiento estático.

CAPÍTULO VIII

MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS

Artículo 21.- Se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, de las torsiones y de los momentos de volteo y se verificará únicamente que las fuerzas cortantes totales, que obran en cada piso, calculadas como se indicó antes, no excedan a la suma de las resistencias al corte de los muros de carga proyectados en la dirección en la que se considera la aceleración, debiéndose verificar en dos direcciones ortogonales.

En este cálculo, tratándose de muros cuya relación de altura entre pisos consecutivos h, a longitud, L, exceda 1.33, el esfuerzo admisible se reducirá afectándolo del coeficiente (1.33 L/h)2.

Para los fines de este Artículo, la resistencia al esfuerzo cortante de los muros de carga, ya incrementada por tratarse de carga accidental, será la que se indica en el Artículo 26.

CAPÍTULO IX

REQUISITOS DE DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Artículo 22.- Alcance

Se consideran como elementos estructurales no sólo los elementos de la estructura principal que recibe y trasmite las cargas verticales sino todo elemento ligado a ésta y que tenga una rigidez que pueda modificar en forma significativa la del conjunto. Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para que resistan las fuerzas sísmicas especificadas y para que trasmitan adecuadamente.

Artículo 23.- Cargas de diseño

En el diseño sísmico deberán considerarse, adicionalmente a las fuerzas sísmicas especificadas en el Capítulo lV, la carga muerta y las otras cargas que actúen con

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

carácter permanente sobre la estructura y además una carga viva, reducida igual a la especificada en la tabla de cargas vivas que a continuación se detalla:

TABLA DE CARGAS VIVAS, en kg/m2

DESTINO DEL PISO	Reducida para diseño por cargas sísmicas	Para diseño por cargas gravitacionales
Habitación (casas-habitación, apartamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	90	200
Oficinas, despachos y laboratorios	110	250
Comunicación de uso público para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público); estadios y lugares para espectáculos provistos de gradas (desprovistos de bancas o butacas)	250	500
Lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	200	400
Comercios y fábricas de mercancía ligera	250	400
Comercios y fábricas con mercancías de peso Intermedio	400	600
Comercios y fábricas de mercancía pesada	600	800
Azoteas con pendiente no mayor que 5 por ciento	40	100
Azoteas con pendiente superior a 5 por ciento	20	50
Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	200	400
Garages y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	150	200

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Artículo 24.- Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles para los distintos materiales serán los directamente especificados en estas normas. En caso de que no exista tal especificación, se usarán los requeridos para la sola acción de las cargas gravitacionales en los reglamentos aplicables a cada tipo de material y especificados en este Capítulo, incrementados en un 33 por ciento.

Artículo 25.- Deformaciones admisibles

Para estructuras que contengan muros de mampostería como elementos estructurales o como elementos de separación ligados a la estructura principal, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos será de 0.002 veces la diferencia de elevaciones correspondientes.

Para estructuras cuyos desplazamientos lo puedan dañar muros de mampostería u otros elementos frágiles el desplazamiento relativo admisible será el doble del anterior.

Artículo 26.- Diseño de muros de mampostería

Serán admisibles muros de piezas sólidas o huecas para los que deberán emplease los coeficientes sísmicos respectivos especificados en el Capítulo IV.

Se considerarán como piezas sólidas aquellas que tengan en su sección horizontal más desfavorable un área neta por lo menos del 75 por ciento del área bruta.

Serán admisibles piezas huecas siempre que en su sección más desfavorable tengan un área neta por lo menos del 50 por ciento del área bruta y que el espesor de sus paredes sea cuando menos igual a 2.5 cm. Las piezas huecas que no cumplan los requisitos anteriores sólo podrán emplearse en muros que no tengan funciones estructurales.

Para que un muro de mampostería pueda considerarse efectivo para resistir fuerzas sísmicas deberá estar confinado por elementos de refuerzo formado por columnetas y vigas de amarre que tengan las características que se fijan a continuación:

Deberá existir un elemento de refuerzo por lo menos en los siguientes lugares:

En la intersección de muros
En ambos extremos de todo muro aislado.
En los bordes libres de todo muro exterior.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Alrededor de los boquetes de puertas y ventanas.

Deberá existir una viga de amarre con separación no mayor de 2.5 m. y en todo extremo horizontal libre de un muro. Deberán existir columnetas con separación no mayor de 3m. Las columnetas y vigas de amarre tendrán el mismo espesor del muro que están reforzando y su otra dimensión no será menor de 15 cm.

El concreto de las columnetas y vigas de amarre tendrá una resistencia a compresión, fc, no menor de 140 kg/cm2. Su refuerzo longitudinal estará constituido por lo menos por cuatro varillas y su área no será menor que 0.006 del área de concreto. Este refuerzo estará anclado a otro elemento de concreto reforzado o soldado a una estructura metálica. Las uniones entre columnetas y vigas de amarre deberán detallarse de acuerdo con lo establecido en el Artículo 27. Los aros o estribos tendrán un diámetro mínimo de 6mm. y una separación máxima de 20 cm. En los primeros 50 cm. a partir de cada extremo la separación máxima será de 10 cm. El espesor mínimo de los muros reforzados con columnetas y vigas de amarre será de 12cm. y su relación altura o espesor no será mayor que 20. Los muros con relaciones altura a espesor mayores que 20 deberán tener elementos rigidizantes diseñados de manera que impidan la posibilidad de pandeo del muro.

Los muros se desplantarán sobre una viga de fundación de espesor no menor de 20 cm. El refuerzo longitudinal constará de un mínimo de cuatro varillas No. 3. Los estribos tendrán un diámetro mínimo de 6mm. y estarán espaciados a no más de 15 cm.

En muros aislados sin apoyo transversal los elementos verticales de refuerzo deberán diseñarse para resistir las cargas sísmicas en dirección perpendicular al plano del muro y deberán desplantarse en zapatas de fundación diseñadas para el momento flexionante que puede ser causado por el sismo.

Los morteros tendrán una resistencia a compresión no menor de 15 kg/cm2 y llenarán completamente las juntas horizontales y verticales. Se considerarán los siguientes esfuerzos cortantes permisibles. para fuerzas sísmicas:

Ladrillo sólido de barro con resistencia a compresión no menor de 40 kg/cm2 1.5 kg/cm2

Bloque hueco de concreto con resistencia a compresión no menor de 40 kg/cm2 0.8 kg/cm2
(sobre área bruta)

Para otros materiales los esfuerzos admisibles serán fijados para cada caso particular por la autoridad competente.

Para flexocompresión en el plano del muro y perpendicular a él se considerará que la

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

mampostería no soporta tensiones y que su resistencia a compresión es igual a 0.2 de la resistencia a compresión de la pieza, siempre que la resistencia del mortero sea por lo menos del 40 por ciento de la resistencia de la pieza.

Artículo 27.- Estructuras de concreto

Las estructuras de concreto se diseñarán y detallarán siguiendo el Reglamento del Instituto Americano del Concreto (ACI 318-71), incluyendo los requisitos para pórticos dúctiles en zonas sísmicas, entre los cuales se destacan los siguientes:

Las columnas y vigas deberán diseñarse y detallarse de tal manera que las articulaciones plásticas se produzcan en las vigas y no en las columnas. El refuerzo vertical mínimo de las columnas deberá ser 1 por ciento de la sección bruta del concreto de la columna y el refuerzo máximo no deberá exceder del 6 por ciento de la sección bruta del concreto de la columna.

Debajo y encima de la unión con una viga, se deberá proveer el siguiente refuerzo mínimo trasversal en las columnas que forman marcos:

Los primeros cuatro estribos estarán espaciados 5 cm. y los siguientes a 10 cm., hasta llegar a una distancia h de la cara de la viga, siendo h la dimensión mayor de la sección de la columna.

Dentro de la unión de la viga con la columna se deberán colocar estribos espaciados a 10 cm.

Los estribos mencionados deberán ser de varillas No. 3 ó mayores. En ninguna parte de la columna los estribos se espaciarán a una distancia mayor de t/2, siendo t la dimensión menor de la sección de la columna.

Los detalles antes mencionados son requerimientos mínimos. Si el diseño de la columna exige diámetros mayores para el refuerzo o separaciones menores se deberá detallar éstas de acuerdo al diseño.

En las vigas de concreto que forman marcos deberá seguirse el siguiente criterio para el detalle del refuerzo longitudinal y de los estribos:

El refuerzo longitudinal superior deberá consistir de un mínimo de dos varillas. Un mínimo del 25 por ciento del refuerzo requerido para los momentos negativos de los extremos deberá ser continuo a través viga.

El refuerzo longitudinal inferior sobre los apoyos de la viga deberá ser capaz de desarrollar un momento positivo y cuando menos igual al 50 por ciento del momento negativo calculado para ese apoyo y el refuerzo deberá tener una adecuada longitud de anclaje.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Los primeros cuatro estribos estarán espaciados 5cm. y el resto 10cm. hasta llegar a una distancia 4d (siendo d el peralte efectivo de la viga).

En ningún, caso los estribos comprendidos entre una columna y una distancia 4d de la misma deberán espaciarse a más de d/4. En ningún caso los estribos antes mencionados deberán tener un diámetro inferior al de una varilla No. 3. En el resto de la viga, el espaciamiento máximo entre estribos será de d/2.

Si el diseño para esfuerzo cortante exige un espaciamiento menos y un mayor diámetro para los estribos, se deberá usar resultado del diseño.

El refuerzo de vigas que terminan en columnas deberá rematarse en escuadra, luego de atravesar toda la columna, para proporcionar una longitud de anclaje adecuada. Este anclaje se medirá a partir de la cara de la columna en que se empotra la viga.

En columnas y vigas el traslape de refuerzo deberá efectuarse en forma escalonada. En ningún caso se deberá traslapar más del 50 por ciento del refuerzo dentro de la longitud del traslape. Las longitudes de anclaje y traslape a usarse en las diferentes varillas son las siguientes:

No. 2 30 cm.
3 30 cm.
4 40 cm.
5 50 cm.
6 60 cm.
8 85 cm.

En esta tabla se supone que todas las varillas son corrugadas, con excepción de las # 2. Las varillas de diámetro mayor deberán soldarse.

Para asegurar la acción de diafragma el espesor total de las losas de concreto no deberá ser menor que:

a) Losas planas: L/25 ó 20 cm.;

b) Losas apoyadas sobre vigas: L/40 u 8cm., donde L es el claro menor de dicho elemento.

Cuando se usen elementos de concreto precolados en forma estructural, se deberá detallar la conexión de estos elementos entre sí y con el resto de la estructura de tal manera de trasmitir adecuadamente las fuerzas debidas a sismo y a carga permanente.

Deberá evitarse, entre otras formas de estructuración, la presencia de muros u otros

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

elementos que confinen a las columnas lateralmente en parte de su altura y que ocasionen que su longitud libre resulte menor que 3 veces su peralte. En estos casos será preferible desligar los muros de la estructura, cumpliendo con lo indicado en el Artículo 7o.

Podrán sustituirse los requisitos del Instituto Americano del Concreto referentes a dimensiones mínimas de columnas por la condición de que la dimensión mínima de columnas aisladas, sea cuando menos 20 cm.

Estructuras de acero

Artículo 28.- Estructuras de acero se diseñarán de acuerdo con las normas del Instituto Americano para Construcción de Acero (AISC-69). Deberán cuidarse en particular los detalles que eviten fallas locales o por inestabilidad y que permitan el comportamiento dúctil de los elementos.

Artículo 29.- Fundaciones.

Las cargas permanentes y los efectos de sismo deberán trasmitirse al terreno por medio de una fundación que impida hundimiento excesivo y falla del suelo.

El anclaje de las columnas deberá efectuarse doblando en escuadra el refuerzo de la misma. La longitud de las escuadras será igual a la longitud de traslape especificada.

En estructuras de muros de mampostería apoyados sobre piedra cantera, las columnetas deberán atravesar la viga de cimentación y prolongarse dentro de la piedra cantera la longitud necesaria para proporcionar el empotramiento requerido según el Articulo 4o.

CAPÍTULO X

REQUISITOS PARA ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Artículo 30.- Se considerarán como elementos que no forman parte integrante de la estructura y no contribuyen a su resistencia y rigidez, aquellos elementos desligados adecuadamente de ella, y los constituidos por materiales frágiles como el vidrio y yeso y las particiones con espesor menor de 10 cm. Las particiones metálicas, las de madera y las de materiales sumamente deformables como los plásticos reforzados con fibra de vidrio, siempre que no posean paneles de materiales frágiles, no requieren precauciones especiales en su liga con la estructura por lo que se refiere a desplazamientos horizontales en la dirección paralela al plano de la partición. Estos elementos y todos los demás que no forman parte de la estructura incluyendo plafones, instalaciones y equipo, deberán colocarse tomando precauciones para que no se dañen ni se desprendan al deformarse ésta. Dichas precauciones consistirán por ejemplo en empotrar el elemento en un nivel dejándolo libre en el opuesto, o

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

ligarlo en un piso guiándolo en el otro mediante una canal o ranura, pero en todo caso existirán holguras congruentes con los desplazamientos de la estructura y se revisará la estabilidad del elemento de acuerdo con las aceleraciones horizontales y verticales indicadas en el Capítulo VI.

En fachadas tanto interiores como exteriores los vidrios de ventanas se colocarán en los marcos de éstas, de manera que permitan un juego por lo menos igual al doble del desplazamiento relativo entre sus extremos. Sólo podrá omitirse esta precaución cuando los marcos de las ventanas estén ligados a la estructura de tal manera que las deformaciones de ésta no las afecten.

Los edificios de altura mayor de 10 m. que tengan en su fachada materiales frágiles o vidrios montados en marcos sujetos a la estructura de manera incapaz de evitar daños por deformaciones estructurales, estarán provistos de una marquesina en voladizo proyectándose cuando menos 1.50 m. a lo largo de toda la fachada. Esta protección, no es necesaria si la fachada se remete 1.50 m. o más del límite del predio y se impide el paso de peatones en esta área.

CAPÍTULO XI

REFUERZOS Y MODIFICACIONES DE ESTRUCTURAS

Artículo 31.- La autoridad competente dictaminará sobre el estado de las construcciones que han sufrido daños a raíz de los sismos de Diciembre de 1972. Las construcciones cuyos daños no hayan afectado en forma importante la resistencia estructural, a juicio de dicha autoridad podrán ser reparadas para restituir, por lo menos, la resistencia original.

Las construcciones que hayan sufrido daños mayores que hayan afectado la resistencia de la estructura, deberán ser reforzadas de manera que la estructura que resulte tenga una seguridad adecuada contra temblores a juicio de las autoridades competentes y tomando como base las presentes normas. El refuerzo será proyectado por un profesional autorizado y deberá ser aprobado por la autoridad competente. En dicho proyecto deberá verificarse el comportamiento de la estructura en conjunto.

Cualquier modificación o adición a una construcción existente deberá verificarse para demostrar que la estructura modificada cumplirá con los requisitos cumplirá con los requisitos indicados en estas normas. Toda reparación y toda modificación de una estructura requerirá licencia previa de las autoridades competentes.

En caso de reparaciones o modificaciones no autorizadas, las autoridades competentes podrán obligar la demolición de las partes de la obra que no cumplan estas normas.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

CAPITULO XII

SEPARACIÓN DE COLINDANCIAS

Artículo 32.- Toda nueva construcción debe separarse de sus linderos con los predios vecinos un mínimo de 3 cm. Pero no menos de 0.006 de la altura de la construcción medida a partir del nivel de la acera.

CAPÍTULO XIII

CONTROL

Artículo 33.- Se deberá ejercer un estricto control para que las calidades de los materiales y los procedimientos de construcción se ajusten a los planos y a las estipulaciones de estas normas.

CAPÍTULO XIV

NORMAS ALTERNATIVAS

Artículo 34.- Se podrán emplear las recomendaciones de otros Códigos (tales como el Uniforme Building Code) siempre que la seguridad de la estructura que resulte sea cuando menos igual a la obtenida con estas normas.

CAPÍTULO XV

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 35.- Corresponde a la Oficina Nacional de Urbanismo la aplicación de las normas y reglamentaciones establecidas en la presente ley, y se faculta al Poder Ejecutivo para proveer lo necesario a fin de cubrir el aumento que en el Presupuesto de esta Oficina ocasione tal disposición, pudiendo hacer traslado de partidas si lo considera necesario. Asimismo podrá reglamentar esta ley cuando lo juzgue conveniente.

Artículo 36.- Esta Ley deroga el Decreto Ejecutivo No. 319 de 6 de Abril de 1972, publicado en el Diario Oficial "La Gaceta" No. 75 del día 7 del mismo mes y año y toda Ley que se le oponga.

Artículo 37.- La presente Ley comenzará a regir desde la fecha en que sea sancionada por el Poder Ejecutivo, y deberá ser dada a conocer en cualquier Diario escrito de la República y a través de la Radiodifusora Nacional.

Dado en el Salón de Sesiones de la Asamblea Nacional Constituyente. Managua, DN., "quince de Enero de mil novecientos setenta y tres. **- PABLO RENER,** Presidente. **- RAMIRO GRANERA PADILLA,** Secretario. **- A. LACAYO M.,** Secretario.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437

Por Tanto: Ejecútese. Casa Presidencial, Managua, D. N., dieciséis de Enero de mil novecientos setenta y tres. **- JUNTA NACIONAL DE GOBIERNO. - (f) R MARTÍNEZ L. - (f) F. AGUERO. – (f) A. LOVO CORDERO.** - Doy fe: **(f) CORNELIO H. HÜECK,** Secretario Junta Nacional de Gobierno. **- (f) CRISTÓBAL RUGAMA NÚÑEZ,** Ministro de Obras Públicas.

Fuente: http://www.leybook.com/doc/1437