

EVALUACIÓN DE CÓDIGO SÍSMICO

(Original: Ingles)

EL SALVADOR

Evaluación llevada a cabo por Guillermo Santana

NOMBRE DEL DOCUMENTO: "Norma Técnica para Diseño por Sismo"

AÑO: 1994

COMENTARIOS GENERALES: Documento elaborado por un comité técnico bajo la supervisión del Ministerio de Obras Públicas. Reemplaza a las Regulaciones de Emergencia de Diseño Sísmico de la República de El Salvador promulgada en 1989 y es parte de un documento más grande titulado Regulaciones para la Seguridad Estructural de Construcciones en El Salvador.

TEMAS ESPECÍFICOS:

NOTA: Los números entre corchetes se refieren a capítulos o artículos específicos del Código: [4.1.b]

Los números entre paréntesis se refieren a temas de este documento: (ver 2.2)

1. ALCANCE

1.1 Conceptos Explícitos. [1.2.1]

La norma aplica a todas las estructuras, edificaciones y estructuras que no son edificación, y sus partes. El diseño involucra la definición de una sismorresistencia base única a ser distribuida a través de la altura de la estructura. La sismorresistencia base es la demanda sísmica mínima especificada para la facilidad, que también debería cumplir con un desvío máximo permitido basado en respuesta inelástica. No se establecen restricciones explícitas para materiales de edificaciones estructurales a pesar de que documentos asociados en las Regulaciones para la Seguridad Estructural de Construcciones en El Salvador proveen lineamientos generales para el concreto y el acero estructurales.

1.2 Objetivos del Desempeño.

No se dan objetivos del desempeño específicos

2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y CARACTERIZACIÓN DE SITIO

2.1 Zonificación sísmica (Calidad de Datos). [3.2]

El país está dividido en dos zonas sísmicas a lo largo de una línea noroeste a sudeste paralela al litoral del Pacífico y aproximadamente 70 Km alejada de éste, que va de San Antonio Pajonal en la frontera con Guatemala al río Goascorán en la frontera con Honduras. Se asigna un factor de 0.40 a la Zona I y corre entre el litoral costero y la división interna. Se asigna un factor de 0.30 a la Zona II.



2.2 Niveles de Intensidad Sísmica. [3.4]

Se consideran tres niveles de intensidad sísmica. A pesar de que no está explícitamente establecido, a una ocupación normal se le asigna un nivel de intensidad sísmica, a una ocupación especial se le asigna un 20% de incremento sobre la dicha intensidad y a las facilidades esenciales y peligrosas se les asigna un 50% de incremento sobre la mencionada intensidad sísmica. Una fuente documental aparentemente importante, el Libro Azul SEAOO 1990, afirma que un factor 0.40 como el que se asigna a la Zona I es representativo de la aceleración pico efectiva esperada (APE) que tiene una probabilidad de 10 por ciento de exceder en 50 años. Esto representa un período de recurrencia de 475 años para la APE. A pesar de que el documento afirma en sus comentarios que en vez de incrementar la intensidad a tan altos niveles, los detalles del diseño y construcción a menudo dominan el desempeño sísmico, éste no permite explícitamente el uso de niveles más bajos cuando se provee una capacidad de disipación de energía adicional, redundancia en los sistemas de resistencia a fuerza lateral, detalles especiales para control de daños y seguridad de calidad en la construcción.

2.3 Consideraciones de Falla Cercana.

No se provee ninguna consideración sobre falla cercana en este documento.

2.4 Requerimientos de Sitio. [3.3]

Se establecen cuatro tipos de suelo a partir de datos geotécnicos apropiadamente sustentados. En lugares donde las propiedades del suelo no son conocidas con suficiente detalle para determinar el tipo de perfil de suelo, se utilizará el perfil de suelo S_3 . A mayores profundidades de los límites establecidos en cada una de las categorías, se utilizará el tipo de perfil de suelo $S_1(a)$. Los cuatro tipos de suelo ayudan a definir el valor máximo y el contenido de frecuencia del paquete del espectro de respuesta de aceleración efectiva.

2.5 Clasificación de Sitio. [3.3]

Las definiciones de sitio y coeficientes asociados se dan en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Coeficientes de Sitio			
Tipo	Descripción	C_0	T_0
S_1	Un perfil de suelo con: (a) Un material similar a la roca caracterizado por una velocidad de onda de sismorresistencia mayor de 500 m/s, o (b) Condición de suelo rígido o denso donde la profundidad del suelo es menor de 30 m.	2.5	0.3
S_2	Un perfil de suelo con: (a) Condiciones de suelo rígido o denso, donde la profundidad del suelo excede 30 m, o (b) Condiciones de suelo rígido, muy rígido o medianamente denso, donde la profundidad del suelo es menor de 30 m.	2.75	0.5
S_3	Un perfil de suelo que contiene de 4 a 12 m de espesor o arcillas suaves a medianamente rígidas con o sin capas intermedias de suelos no cohesivos	3.0	0.6
S_4	Un perfil de suelo, caracterizado por una velocidad de onda de sismorresistencia menor de 150 m/s, que contiene más de 12 m de arcilla suave o suelo no cohesivo.	3.0	0.9

2.6 Aceleraciones Pico en Tierra (Horizontales y Verticales).

Según se afirma en (2.2) [3.2] la APE se usa en vez de aceleraciones pico en tierra. El componente vertical del movimiento de tierra se define mediante la medición a escala de las aceleraciones horizontales ajustadas correspondientes, por un factor de dos tercios. [5.2] El siguiente cuadro se presenta como una comparación de la variación del Coeficiente de Diseño $C_s R$ para todos los tipos de suelo incluidos en este documento. Es muy parecido al propuesto en la Edición de 1991 de la NEHRP de las Provisiones Recomendadas para el Desarrollo de Regulaciones Sísmicas para Edificaciones Nuevas que está listado como una de las fuentes.

Cuadro 2. Coeficiente de Diseño Máximo C_sR		
Tipo de Suelo	Zona I	Zona II
S_1	1	.75
S_2	1.1	.825
S_3	1.2	.9
S_4	1.2	.9

3. PARÁMETROS PARA LA CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL

3.1 Ocupación e Importancia. [3.4]

Se definen tres categorías:

I Facilidades Esenciales y de Alto Riesgo ($I = 1.5$);

II Estructuras de Ocupación Especial ($I = 1.2$);

III Estructuras de Ocupación Normal ($I = 1.0$) que incluyen lo siguiente:

Cuadro 3. Categorías de Ocupación		
Categorías de Ocupación		Tipo o Función de Estructura de Ocupación
I	Facilidades Esenciales y de Alto Riesgo	Hospitales y otras facilidades médicas que tienen áreas de cirugía y tratamientos de emergencia; estaciones de bomberos y policía; tanques u otras estructuras que contienen, alojan o sostienen agua u otros materiales para combatir fuegos o equipo requerido para la protección de facilidades esenciales o de alto riesgo, o estructuras de ocupación especial; garajes o albergues para vehículos de emergencia y equipo; estructuras y equipo en centros de preparación para emergencias; equipo generador de energía en espera para facilidades esenciales; estructuras y equipo en centros de comunicación y otras facilidades requeridas para respuesta a emergencias; alojamiento de estructuras, que sostienen o contienen cantidades suficientes de sustancias tóxicas o explosivas que son peligrosas para la seguridad del público general si se liberan.
II	Estructuras de Ocupación Especial	Estructuras cubiertas cuya ocupación primaria es asamblea pública — capacidad para más de 200 personas o más de 3000 m ² ; los edificios para escuelas (hasta secundaria) o centros de cuidado durante el día — capacidad para más de 200 estudiantes; edificios para colegios o escuelas de educación para adultos — capacidad para más de 200 estudiantes; facilidades médicas no incluidas anteriormente; edificaciones de más de 4 pisos o más de 1000 m ² por piso; museos; monumentos; terminales de transporte; todas las estructuras con ocupación de más de 2000 personas; estructuras que albergan equipo muy costoso; bodegas de más de 10 m en altura o 500 m ² por piso.
III	Estructuras de Ocupación Normal	Todas las estructuras que tienen ocupaciones o funciones no listadas anteriormente.

3.2 Sistemas Estructurales. [3.6]

Se definen cinco sistemas estructurales y un valor R se asigna a cada uno. Este valor R es un factor de calidad de sistema que identifica el nivel aceptable de demanda de deformación inelástica. También se asignan a

cada sistema, limitaciones de altura H y factores de desvío C_d . La diferencia en los valores de R y C_d refleja la presencia de sobre resistencia en los diferentes sistemas.

Cuadro 4. Sistemas Estructurales				
Sistema Estructural Básico	Sistema de Resistencia de Fuerza Lateral-Descripción	C_d	R	H
A (Marco de Resistencia de Momento)	Marcos de Resistencia de Momento Especiales de Acero (SMRF)	8	12	N.L.
	Marcos de Resistencia de Momento Intermedios de Concreto (IMRF)	5	5	15
	Marcos de Resistencia de Momento Ordinarios de Acero (OMRF)	6	7	30
B (Marco de Construcción)	Muros Sismorresistentes			
	a. Concreto	7	8	50
	b. Mampostería	6	7	35
	Marcos Reforzados (acero)			
	a. Reforzados Excéntricamente (EBF)	6	10	50
b. Reforzados Concéntricamente (CBF)	7	8	50	
C (Doble) Los Marcos de Resistencia de Momento serán diseñados para resistir independientemente un mínimo de 25% de la Sismorresistencia Base	Muros Sismorresistentes (concreto)			
	a. Con SMRF (acero o concreto)	9	12	N.L.
	b. Con IMRF (concreto) o con OMRF (acero)	7	8	N.L.
	Muros Sismorresistentes (mampostería)			
	a. Con SMRF (acero o concreto)	6	7	50
	b. Con IMRF (concreto) o con OMRF (acero)	5	6	30
	Marcos Reforzados			
	a. EBF con SMRF (acero o concreto)	6	12	N.L.
b. CBF con SMRF (acero o concreto)	7	10	N.L.	
D (Muro de Carga)	Muros Sismorresistentes			
	a. Concreto	6	7	35
	b. Mampostería	5	6	25
	Marcos reforzados de acero	5	6	50
E (Indefinido)	Péndulo Invertido	3	3	
	Masa Distribuida	4	4	

3.3 Regularidad Estructural: [3.5]

Plana y Vertical. Define estructuras regulares como las que no tienen discontinuidades físicas significativas en la configuración plana o vertical o en sus sistemas de resistencia de fuerza lateral. Los criterios para determinar irregularidades Verticales o Planas se resume en los 2 cuadros siguientes:

Cuadro 5. Irregularidades Estructurales Verticales	
Tipo y Definición de Irregularidad	
A	Irregularidad de Rigidez — Piso Suave
	Un piso suave es aquel en el cual la rigidez lateral es menor al 70% de la del piso inmediato superior o menos del 80% de la rigidez promedio de los tres pisos superiores.
B	Irregularidad de Peso (masa)
	Se considerará que existe irregularidad de masa donde la masa efectiva de cualquier piso es más de 150% de la masa efectiva de un piso adyacente. Un techo que es menos pesado que el piso de abajo no necesita ser considerado una irregularidad de masa.
C	Irregularidad Geométrica Vertical
	Se considerará que existe irregularidad geométrica vertical donde la dimensión horizontal del sistema de resistencia de fuerza lateral en cualquier piso es más del 130% que la del piso adyacente. Los penthouses de un nivel no necesitan ser considerados.
D	Discontinuidad dentro de Plano en Elemento de Resistencia de Fuerza Lateral Vertical
	Una compensación dentro de Plano de los elementos de resistencia de carga lateral mayor que la longitud de dichos elementos.

E	Discontinuidad en Capacidad — Piso Débil
	Un piso débil es aquel en el cual la resistencia del piso es menos del 80% de la del piso superior. La resistencia del piso es la resistencia total de todos los elementos de resistencia sísmica que compartan las sismorresistencia del piso para la dirección bajo consideración.
Cuadro 6. Irregularidades Estructurales Planas	
Tipo y Definición de Irregularidad	
A	Se considerará Irregularidad Torsional, cuando los diafragmas no son flexibles.
	Se considerará que existe Irregularidad Torsional cuando el desvío de piso máximo, calculado con la inclusión de torsión accidental, en un extremo del transverso de la estructura a un eje es más de 1.2 veces el promedio de los desvíos del piso de los dos extremos de la estructura.
B	Esquinas Reentrantes
	Las configuraciones planas de una estructura y su sistema de resistencia de fuerza lateral contienen esquinas reentrantes, donde ambas proyecciones de la estructura más allá de una esquina reentrante son mayores que el 15% de la dimensión plana de la estructura en la dirección dada.
C	Discontinuidad de Diafragma
	Los Diafragmas con discontinuidades abruptas o variaciones de rigidez, incluyendo las que tienen áreas cortables o abiertas mayores que el 50% del área cerrada bruta del diafragma.
D	Compensaciones fuera de Plano
	Discontinuidades en una trayectoria de fuerza lateral, tales como compensaciones fuera de plano de los elementos verticales.
E	Sistemas no Paralelos
	Los elementos de resistencia de carga lateral verticales no son ni paralelos ni simétricos a los ejes ortogonales principales del sistema de resistencia de fuerza lateral.

3.4 Redundancia Estructural.

No está explícitamente considerada.

3.5 Ductilidad de Elementos y Componentes. [3.6]

Se prescriben los Marcos de Resistencia de Momento Especiales (**SMRF**), Intermedios (**IMRF**) y Ordinarios (**OMRF**). Los Especiales e Intermedios tienen requisitos de ductilidad que aparecen en los capítulos específicos para cada material de construcción. Los Marcos de Resistencia de Momento Especiales son aquellos que proveen la más alta ductilidad debido a los estrictos detalles durante la construcción.

4. ACCIONES SÍSMICAS

4.1 Espectros de Respuesta Elásticos (Horizontales y Verticales). [4.2]

Las acciones sísmicas están definidas en términos de la masa y rigidez de la estructura. Se dan dos métodos para los cálculos numéricos. En el primer método se define un espectro de respuesta elástico y se prescribe un procedimiento de Fuerza Lateral Estática. En el segundo método, se da un procedimiento para un análisis dinámico. El espectro de respuesta definido en el primer procedimiento está supuesto a representar un requerimiento mínimo para estructuras que satisfacen las condiciones siguientes:

- 1) Estructuras regulares por debajo de 70 m de altura con resistencia de fuerza lateral provista por sistemas listados en el cuadro de la sección (3.2) excepto para estructuras ubicadas en sitios de suelo S_4 los cuales tienen un período mayor a 0.7 segundos.
- 2) Estructuras irregulares de no más de 5 pisos ni 20 m en altura.

- 3) Estructuras que tienen una rigidez, peso o irregularidad vertical geométrica de Tipo A, B, o C según se define en el cuadro 5, sección (3.3) o estructuras que tienen características irregulares no descritas en el cuadro 5 o 6 que cumplan con la sección [3.8.1].

La fuerza Lateral Estática consiste en la definición de una Sismorresistencia Base de Diseño que es posteriormente distribuida a través de la altura de la estructura. La Sismorresistencia Base de Diseño está definida como $V = C_s W$, donde W es la carga muerta sísmica total más la carga viva instantánea, y C_s es el coeficiente sísmico que debe ser determinado por la siguiente ecuación

$$C_s = \frac{AIC_0}{R} \left(\frac{T_0}{T} \right)^{2/3}$$

Donde $T_0 < T < 6T_0$, C_0 está definido en la sección (2.5) y A corresponde a 0.4 para la Zona I y 0.3 para la Zona II, e I es el factor de importancia asociado con las categorías de ocupación. El factor R fue mencionado anteriormente, ver sección (3.2), y el mismo identifica el nivel aceptable de demanda de deformación inelástica. Para el espectro de respuesta elástico, $R=1$ y entonces el valor máximo es igual a C_0 según lo que se muestra en el cuadro presentado en la sección (2.5) anteriormente. Por lo tanto obsérvese que el coeficiente sísmico máximo permitido depende de las características del sitio. El coeficiente sísmico mínimo permitido es 0.303 del máximo.

El espectro de respuesta elástico vertical esta definido por la medición a escala del correspondiente espectro de respuesta horizontal ajustado por un factor de dos tercios. Se pueden utilizar factores alternativos si están sustentados por datos específicos de sitio.

4.2 Espectros de Diseño. [4.2]

Los Espectros de Diseño son definidos en términos de los coeficientes R asignados para cada sistema estructural según se presenta en el cuadro 4, sección (3.2).

4.3 Representación de historias de tiempo de aceleración. [5.2]

Las historias de tiempo de movimiento en tierra desarrolladas para el sitio específico son aceptadas como una representación de movimiento en tierra para el análisis dinámico (segundo método, sección (4.1) anterior), si éste tiene un 10% de probabilidad de ser excedido en 50 años y está basado en las características geológicas, tectónicas, sismológicas, y de suelo asociadas con el sitio.

4.4 Desplazamiento en Tierra del Diseño.

El desplazamiento en tierra del diseño no está explícitamente considerado.

5. FUERZAS DE DISEÑO, MÉTODOS DE ANÁLISIS Y LIMITACIONES DE DESVÍO

5.1 Combinaciones de carga incluyendo Efectos de Carga Sísmica Ortogonal.

Ni las previsiones de 1994 ni las de 1989 dan explícitamente las combinaciones de carga que deben utilizarse para el diseño sísmico resistente de estructuras para El Salvador. Las previsiones se refieren solamente a la determinación de las acciones sísmicas por medio de la determinación de fuerzas laterales en el diseño simplificado y de fuerzas horizontales y verticales para el análisis dinámico. Las combinaciones de carga se dejan para las previsiones particulares de los diferentes materiales de construcción a ser utilizados. No se establecen modificaciones a ninguna de las previsiones referidas (ACI 318, etc.). Los efectos ortogonales son tratados en la sección [6.1.4]. En esa sección, se hacen previsiones para la consideración de los efectos de movimientos de terremoto actuando en direcciones que no son paralelas a la dirección de resistencia bajo consideración cuando a) la estructura tiene irregularidad plana Tipo E como la presentada en el cuadro 6, b) la estructura tiene irregularidad plana Tipo A según se presenta en el cuadro 6 para ambos ejes principales o c) una columna de una estructura forma parte de dos o más sistemas de resistencia de fuerza lateral que se interceptan. El requisito de que los efectos ortogonales sean considerados es satisfecho si los elementos estructurales están diseñados para el 100% de las fuerzas sísmicas prescritas en una dirección más 30% de las fuerzas prescritas en la dirección perpendicular. La combinación que requiere la mayor resistencia de componente es en este caso, utilizado para el diseño. Alternativamente, las dos direcciones ortogonales pueden ser combinadas basándose en la Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados, SRSS o en la Combinación Cuadrática Completa, CQC.

5.2 Procedimientos de Análisis Simplificado y Diseño.

El análisis simplificado y los procedimientos de diseño no están establecidos explícitamente. Se dan procedimientos de diseño algo simplificados para estructuras no utilizadas en construcción y para elementos de estructuras y componentes no estructurales sostenidos por estructuras.

5.3 Procedimientos de Método Estático.

Un procedimiento de Fuerza Lateral Estática se explica en la sección (4.1) [4.2] anterior. La fuerza total es distribuida sobre la altura de la estructura de conformidad con las relaciones siguientes

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

$$F_t = 0.07TV$$

$$F_x = \frac{(V - F_t)w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

Donde F_t es una fuerza concentrada en la parte superior, la cual es adicional a F_n . El valor de T utilizado aquí puede aproximarse por $T = C_t (h_n)^{3/4}$, donde C_t está definido por diferentes materiales de construcción y h_n es la altura por encima de la base en el nivel n .

5.4 Métodos de Superposición Modal. [5.4]

Se requiere siempre que el procedimiento de la Fuerza Lateral Estática no es permitido. El número de modos debería incluir como mínimo 90% de la masa participante de la estructura. La combinación Modal debe ser hecha utilizando procedimientos establecidos para estimar los valores máximos resultantes. No se menciona ninguna regulación de combinación específica. Para el análisis 3D, los efectos de interacción modal serán considerados cuando se combine los máximos modales. De nuevo, no se mencionan regulaciones específicas.

5.5 Métodos No lineales. [5.4.2]

Paso por paso el análisis dinámico de historia del tiempo inelástico está permitido. Cuando la sismorresistencia base resultante de la aplicación de este método es menor que la obtenida de la sección [4.2] (ver sección (4.1) anterior) deberá ser incrementada a 100% de este valor para estructuras irregulares y a 90% para estructuras regulares.

5.6 Consideraciones Torsionales. [4.4.4] y [5.4.1]

Requiere la consideración de torsión accidental proveniente de incertidumbres en la ubicación de cargas (5% de la dimensión de la edificación). Se recomienda la consideración de sismorresistencias incrementadas resultantes de torsión horizontal donde los diafragmas no son flexibles. Donde existe irregularidad torsional (irregularidad plana tipo A según lo definido en el cuadro 6 anterior) los efectos son tomados en cuenta mediante el incremento de la torsión accidental en cada nivel por un factor de amplificación, A_x , que depende del desplazamiento máximo en el nivel x relativo al promedio de los desplazamientos en posiciones extremas del edificio en ese nivel pero no se toma como más de un factor de tres.

5.7 Limitaciones de Desvío. [4.6]

El desvío de piso es calculado como $\delta_x = C_d \delta_{xe}$ utilizando el coeficiente C_d asignado para cada sistema estructural en el cuadro 4 y donde δ_{xe} es el desplazamiento horizontal del centro de masa obtenido por análisis elástico.

El desvío de piso calculado no debe exceder los valores dados en el cuadro 7. El desvío es incrementado por el efecto $P-\Delta$ cuando sea necesario.

Cuadro 7. Desvío de Piso Δ_a * Permissible			
Tipo de Edificación	Categorías de Ocupación		
	I	II	III
Edificación de acero Estructural sin ningún equipo acoplado a éste ni de acabados frágiles	$0.015h_{sx}$	$0.020h_{sx}$	N.L.**
Edificaciones de cuatro pisos o menos y sin acabados frágiles	$0.010h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.020h_{sx}$
Todas las demás edificaciones	$0.010h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.015h_{sx}$

* h_{sx} altura de piso por debajo del nivel x

**N.L. =ningún límite

5.8 Consideraciones de Interacción Suelo-Estructura.

Ninguna consideración se hace de la interacción suelo-estructura.

6. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD

6.1 Separación de Edificaciones.

Todas las estructuras deberán estar separadas de estructuras adjuntas por una distancia suficiente para evitar contacto bajo la desviación proveniente de movimiento sísmico. La separación deberá permitir C_d veces el desplazamiento debido a las fuerzas sísmicas de diseño según lo especificado en [6.2.6].

6.2 Requerimientos para Diafragmas Horizontales.

Se requiere el diseño de diafragmas de piso y techo para resistir las fuerzas determinadas por

$$F_{px} = \left(\frac{F_t + \sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n w_i} \right) w_{px}$$

Donde la fuerza F_{px} no necesita exceder $0.75 A/w_{px}$ ni ser menor de $0.35 A/w_{px}$. Cuando se requiere que el diafragma transfiera fuerzas laterales de los elementos de resistencia verticales que están por encima del diafragma a otros elementos de resistencia verticales por debajo del diafragma debido a la compensación en la colocación de los elementos o a cambios en la rigidez en los elementos verticales, estas fuerzas deberán ser añadidas a las determinadas anteriormente para F_{px} . [6.2.4].

6.3 Requerimientos para Cimientos.

Está recomendado en [6.2.5] que la resistencia y la rigidez del conjunto de marcos entre la base y los cimientos no sea menor que la de la superestructura. Los requisitos especiales que se detallan en el documento acompañante Normas Técnicas de Diseño y Construcción (que rige las especificaciones de los materiales para concreto y acero estructural) se aplican a las columnas que sostienen los elementos de resistencia de fuerza

lateral discontinua y a los elementos del sistema de marcos por debajo de la base. La cimentación deberá ser capaz de transmitir la sismorresistencia base del diseño y las fuerzas de volcamiento definidas como Fuerzas Laterales Estáticas Mínimas en la sección (4.1) de la estructura al suelo de soporte, pero la naturaleza dinámica de corto plazo de las cargas pueden ser tomadas en cuenta para establecer las propiedades del suelo.

6.4 Consideraciones P-Δ.

Los efectos P-Δ [4.7] sobre las sismorresistencias y momentos de piso, los miembros y momentos resultantes, y los desvíos de piso causados por estos efectos no requieren ser considerados cuando el coeficiente de estabilidad (θ) como se determina mediante la siguiente ecuación es igual o menor que 0.10:

$$\theta = \frac{P_x \Delta}{V_x h_{sx} C_d}$$

Donde P_x es la carga de diseño vertical total en el nivel x y por encima de este, Δ es el desvío de piso del diseño ocurriendo simultáneamente con V_x , V_x es la fuerza de corte sísmico actuando entre el nivel x y $x-1$, y h_{sx} , es la altura de piso por debajo del nivel x , y C_d es el factor de amplificación de la desviación definida en el cuadro 4. Un límite superior para el criterio de estabilidad está dado como $\theta_{\max} = 0.5/\beta C_d \leq 0.25$ por encima del cual la estructura es potencialmente inestable y deberá ser rediseñada.

6.5 Componentes no Estructurales.

Se dan requerimientos [Capítulo 7] en la forma de una fuerza sísmica de diseño simplificado para partes y porciones de estructuras y sus accesorios, componentes no estructurales permanentes y sus accesorios y los accesorios para el equipo permanente sostenidos por una estructura. La fuerza sísmica de diseño lateral total, $F_p = AIC_p W_p$ donde C_p esta definida en el cuadro 8, A e I están definidos de acuerdo a la sección (4.1).

Cuadro 8 Factor C_p de Fuerza Horizontal				
Elementos de Estructuras y Componentes no Estructurales			C_p	Nota
I	Parte o Porción de la Estructura			
	1. Muros, incluyendo lo siguiente:			
	a.	Parapetos no reforzados (con vigas voladizas)	2.00	
	b.	Otros muros exteriores por encima de la planta baja	0.75	
	2.	Penthouses (excepto cuando están enmarcados por una extensión del marco de la edificación)	0.75	
II	Componentes No Estructurales			0.75
	1. Tapiales			
	2. Adornos y añadiduras exteriores e interiores			2.00
	3. Chimeneas, cañones de chimenea, torres apuntaladas y tanques sobre patas:			
	a.	Sostenidos sobre o proyectados como una viga voladiza no reforzada por encima del techo a más de la mitad de su altura total	2.00	
	b.	Todos los otros incluyendo los que están sostenidos por debajo del techo con proyección no reforzada arriba del techo a menos de la mitad de su altura, o reforzados o amarrados al marco estructural en o por encima de sus centros de masa	0.75	
	4. Señales y vallas			2.00

	5. Estantes de almacenamiento (incluye el contenido)	0.75	
	6. Anclaje para gabinetes apoyados en piso permanente y estanterías de libros con más de 1.5 m de altura (incluye el contenido)	0.75	
	7. Anclaje para techos suspendidos y accesorios de luz	0.75	*
	8. Sistemas de piso para acceso	0.75	
III	Equipo		
	1. Tanques y recipientes (incluye el contenido), incluyendo sistemas de sostenimiento y anclaje	0.75	
	2. Equipo eléctrico, mecánico y de plomería, y conductos asociados, trabajo de ductos y tuberías, y maquinaria	0.75	

*Para determinar la fuerza sísmica el peso debería tomarse como no menos de 20 kg/m².

6.6 Previsiones para el Aislamiento de la Base.

No se han hecho provisiones para el Aislamiento de la Base.

7. EDIFICIOS RESIDENCIALES PEQUEÑOS

A pesar de que el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de 1989 de la República de El Salvador tenía un capítulo para diseño prescriptivo simplificado de edificios residenciales pequeños, éste fue omitido en las Previsiones de 1994 que se evalúan.

8. PREVISIONES PARA EDIFICACIONES EXISTENTES

No se dan provisiones para edificaciones existentes.

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL CÓDIGO

La presente evaluación ha revelado la increíble cantidad de esfuerzo por parte del comité de redacción del Código salvadoreño para actualizar sus normas a lo más moderno y sofisticado en 1994. Se consultaron fuentes importantes de México y de los Estados Unidos y se ajustaron al ambiente centroamericano. Aunque más fuentes podrían haber sido incluidas en la versión final, es comprensible que el área natural de influencia tanto de México como de los Estados Unidos jugó un papel en la redacción final de la norma. Algunas de las limitaciones del Libro Azul de 1990 de SEAOC se reproducen en este documento. Ninguna ecuación de combinación de carga fue establecida en el documento lo cual es una posible causa de problemas mayores en la aplicación de la norma.

Se recomienda que la norma sea actualizada a lo más moderno. También se recomienda que dos adiciones importantes se hagan al documento actual: a) regulaciones de diseño simplificadas para viviendas de una o dos familias y b) provisiones para edificaciones existentes. Finalmente, a pesar de que está fuera del alcance del presente análisis, se recomienda que se encuentre o funde una agencia que haga cumplir las regulaciones para que no se repita la pérdida de vidas e infraestructura como sucedió en Enero y 13 de Febrero de 2001.