NSE 7.5

Edición ßeta

DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ACERO

AGIES

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica

Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala

2018

AGIES

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica

NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA GUATEMALA

NSE 7.5

DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ACERO

Edición ßeta

Edición ßeta
Agosto 2018

Edición Beta

NSE 7.5

DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ACERO

Edición ßeta
Agosto 2018

Edición ßeta

La Edición 2018 ßeta es un tiraje limitado de ejemplares para que el documento se pueda empezar a utilizar y AGIES pueda recibir observaciones para mejoras o señalamientos de errores u omisiones. Las observaciones para esta edición se recibirán hasta el 31 de septiembre de 2018 en la dirección **asociados@agies.org**. La previsión es que la Edición 2018 αlfa se publique en noviembre de 2018.

Normas de Seguridad Estructural para Guatemala
Diseño de Edificaciones de Acero
NSE 7.5 Edición ßeta 2018
Derechos reservados --
© Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES
Proyecto desarrollado por AGIES por medio de la Dirección de Comités Técnicos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado para cubrir gastos de publicación y diseminación por Trocaire y por el Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea, el cual proporciona asistencia a las víctimas de catástrofes naturales y conflictos fuera de las fronteras de la Unión Europea. La ayuda se brinda a las víctimas de manera imparcial, directo a las personas con más necesidad con independencia de su nacionalidad, religión, sexo, origen étnico o afiliación política.

El contenido técnico y opiniones expresados en este documento no reflejan de ninguna manera tecnología en uso ni opiniones de la Unión Europea, por lo que ésta no se hace responsable de la información que contiene este documento. Tampoco las otras organizaciones mencionadas.

La redacción, actualización y discusión de la Edición 2018 de estas normas ha sido posible por los aportes ad-honorem de tiempo de los miembros de los comités técnicos de AGIES y grupos revisores.

Edición ßeta

Nota de AGIES

Los aportes directos de nuestros patrocinadores se utilizan para diseminación de tecnología por medio de seminarios, mesas técnicas de trabajo, conferencias, cursos cortos, publicaciones colaterales y otros medios de difusión. Los aportes para impresión y publicación se reciben frecuentemente en especie.

La redacción de los documentos, la investigación bibliográfica o de campo y actividades relacionadas con la actualización y/o generación de textos, son aportadas por los miembros de los comités técnicos en su propio tiempo disponible. Ningún directivo de AGIES y ningún miembro de comités técnicos reciben emolumentos por parte de AGIES.

AGIES
Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Edificio de los Colegios Profesionales de Guatemala
Cuarto Nivel
Zona 15, Ciudad de Guatemala 0115
Guatemala
Tel. (502) 5493-0807
www.agies.org

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) es una entidad privada no lucrativa, académica, gremial formativa, científica y cultural, que promueve la investigación y divulgación de conocimientos científicos y tecnológicos en el campo de las estructuras, la sismología y áreas afines, así como el mejoramiento de los niveles docentes y profesionales en dichos campos, para el mejor y mayor uso de los recursos materiales y humanos conexos con el mismo. Es una gremial adscrita al Colegio de Ingenieros de Guatemala.

Las Normas de Seguridad Estructural (NSE) están dirigidas a personas calificadas para comprender el significado y limitaciones de su contenido y sus recomendaciones, quedando bajo la responsabilidad de estas personas el uso de los criterios aquí establecidos. La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica no asume ninguna responsabilidad, ni total, ni parcial, por el uso que se haga del contenido del presente documento y no será responsable de ningún daño, falla o pérdida derivada de la aplicación del mismo.

Los comentarios y sugerencias al presente documento deberán ser dirigidos al Comité Técnico de AGIES. Todas las personas, miembros o no de AGIES, están invitadas a colaborar con el mejoramiento del contenido de este y el resto de documentos que conforma las Normas de Seguridad Estructural.

Edición Seca

Edición Beta

RECONOCIMIENTO

Este documento ha sido elaborado por un comité de ingenieros bajo la supervisión de la Dirección de Comités Técnicos de AGIES.

Director Comités Técnicos

- Dr. Héctor monzón Despang

Comité Redactor

- Ing. Erik Flores Aldana

Se agradece el aporte de comentarios

- Ing. Jorge Octavio Enrique Díaz
- Ing. Mario Adolfo Chavarría Peinado
- Ing. Gonzalo Arriaga Zamora

Coordinación

- Inga. Lucia Mercedes Borja Ortiz
- Ing. Fernando Szasdi Bardales

Créditos

- Organización y Diseño: AGIES
- Diagramación: Nydia Monroy
- Foto de portada: Ing. Fernando Szasdi Bardales

Edición Beta

Edición Beta

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPÍTULO 1
ALCANCE

CAPÍTULO 2
NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS

CAPÍTULO 3
TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 4
CARGAS APLICABLES

4.1 — Carga de viento
4.2 — Ceniza volcánica
4.3 — Carga sísmica
4.3.1 — Nivel de protección sísmica
4.3.2 — Sistemas estructurales
4.3.3 — Coeficientes y factores de respuesta sísmica
4.4 — Combinaciones de carga
4.4.1 — Combinaciones de carga por método de diseño por resistencia
4.4.2 — Combinaciones de carga por método de diseño por esfuerzos permisibles

CAPÍTULO 5
DISEÑO SISMO-RESISTENTE

CAPÍTULO 6
CONDICIONES DE SERVICIO

CAPÍTULO 7
ESTRUCTURAS COMPUESTAS DE ACERO Y CONCRETO

CAPÍTULO 8
ARRIOSTRAMIENTOS CON CABLES Y BARRAS

CAPÍTULO 9
COMPATIBILIDAD DE DEFLEXIONES LATERALES

Edición Beta

CAPÍTULO 10
EXCEPCIONES PARA ESTRUCTURAS DE ACERO DE PESO Y/O TAMAÑO LIMITADOS

10.1 — General
10.1.1 — Marcos livianos
10.1.2 — Marcos menores

CAPÍTULO 11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Edición Beta

PRÓLOGO

La presente norma corresponde a la versión revisada y ampliada de la norma NR 7.5, cuya edición surgió como parte de revisión de las Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala, publicada en junio de 2002.

En el año 2010, con la publicación de las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala (NSE), la norma NR 7.5 quedó sin efecto y entraron temporalmente en vigencia los requerimientos de las normas ANSI/AISC 360-05 del AISC (American Institute of Steel Construction). La presente edición deja sin efecto lo dispuesto en 2010 y retoma un formato descriptivo, aunque se mantienen las referencias a documentos internacionales, algunos de los cuales forman parte integral de la norma.

La norma NSE 7.5, Diseño de Edificaciones de Acero, deberá aplicarse para el diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero y estructuras compuestas de acero y concreto reforzado que posean características similares a edificios, especialmente en lo referente a los sistemas de resistencia gravitacional y lateral.

El capítulo 1 presenta el alcance de la norma, el capítulo 2 enlista las normas y códigos internacionales referidos, el capítulo 3 presenta las tipologías estructurales, el capítulo 4 describe las cargas aplicables y el capítulo 5 trata el diseño sismo-resistente.

En el capítulo 6 se presentan las condiciones de servicio, en el capítulo 7 se tratan las estructuras compuestas de acero y concreto, en el capítulo 8 los arriostramientos con cables y barras y en el capítulo 9 la compatibilidad de deflexiones laterales.

Finalmente, el capítulo 10 presenta las excepciones para estructuras de acero de peso y/o tamaño limitados, las cuales reemplazan las disposiciones vigentes para este tipo de estructuras contenidas en la NSE 7.6-2010 (Acero Estructural de Tamaño y Altura Limitados).

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 1 — ALCANCE

1.1 La presente norma está desarrollada para edificios de acero y edificios compuestos de acero y concreto reforzado, diseñados, fabricados, montados y con sistema de resistencia lateral similar a edificios. No necesariamente son aplicables a algunas estructuras no similares a edificios. La extrapolación de su uso en tales estructuras debe ser hecha con consideración a las diferencias inherentes en las características de respuesta entre edificios y estructuras no similares a edificios.

Comentario 1.1
Estructuras similares a edificios son aquellas que poseen masas concentradas y diafragmas en niveles claramente definidos.
Estructuras que no son similares a edificios pueden ser por ejemplo, y sin limitarse a: vallas publicitarias, tanques elevados, torres de telefonía, tanques soportados sobre el suelo, parques de diversiones, pasarelas peatonales, y los enumerados en la Tabla 4.3.3, sistemas de resistencia lateral E7A.

1.2 Los elementos de acero cubiertos por esta norma se encuentran definidos en el código AISC 303-16 Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges, sección 2.

1.3 Cuando en esta especificación se haga referencia al código aplicable de construcción, las cargas, combinaciones, limitaciones de los sistemas y requisitos generales de diseño a utilizarse serán los indicados en las normas AGIES NSE 1 a NSE 7.5 según sean aplicables, pudiéndose complementar con el código ASCE/SEI 7-16 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.

Comentario 1.0
El diseño de elementos doblados en frío no forma parte de esta norma y se encuentra definido por ANSI/AISI 2015-2016. North American Specification for the Design of Cold-formed Steel Structural Members.

FIN DEL CAPÍTULO 1

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 2 — NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS

2.1 Forman parte integral de esta norma y, por lo tanto, deberán utilizarse en su totalidad los siguientes códigos de diseño:

(a) ANSI/AISC 360-16. Specification for Structural Steel Buildings. July 7, 2016.

(b) RCSC, Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts. August 01, 2014.

(c) ANSI/AISC 303-16. Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. June 15, 2016.

(d) ANSI/AISC 341-16. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. July 12, 2016.

(e) ANSI/ AISC 358-16. Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications. May 12 2016.

FIN DEL CAPÍTULO 2

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 3 — TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES

3.1 Las normas NSE consideran las siguientes tipologías estructurales en acero:

(a) ***Tipologías AD —*** Son tipologías que para poder ser utilizadas requieren desarrollar alta capacidad post elástica (alta ductilidad); estas tipologías están calificadas como “especiales” en los documentos de referencia.

(b) ***Tipologías DI —*** Son tipologías que únicamente desarrollan capacidad post elástica intermedia (ductilidad intermedia); estas tipologías están calificadas como “intermedias” en los documentos de referencia.

(c) ***Tipologías BD —*** Son tipologías que únicamente son capaces de desarrollar capacidades post-elásticas muy limitadas (Baja Ductilidad); estas tipologías están calificadas como “ordinarias” en los documentos de referencia.

FIN DEL CAPÍTULO 3

Edición beta

Edición Beta

CAPÍTULO 4 — CARGAS APLICABLES

4.1 — Carga de viento

4.1.1 Deberán aplicarse las provisiones de la norma AGIES NSE 2 con las modificaciones indicadas en este capítulo.

Comentario 4.1.1
A diferencia de lo que sucede con las estructuras de concreto o mampostería reforzada, las estructuras de acero son muy susceptibles a los efectos de la carga de viento, no únicamente en los elementos del sistema de resistencia lateral, sino también en los elementos de los forros y fachadas; por esta razón, para la integración de la carga de viento, se deberán usar cualquiera de los procedimientos detallados en ASCE 7-16 capítulos 26 a 31.

4.1.2 La velocidad básica del viento a utilizarse en el diseño deberá obtenerse del mapa presentado en el Capítulo 5 de la norma NSE 2.

4.1.3 Para el diseño de elementos que no forman parte del sistema de resistencia principal, tales como forros, fachadas, voladizos, parapetos o elementos adicionados a la edificación, deberá utilizarse cualquiera de los procedimientos indicados en el capítulo 30 de ASCE 7-16. La presión mínima de diseño para estas estructuras será de 80 kg/m2 (equivalente a 16 psf), tal y como se indica en la sección 30.2.2 de ASCE 7-16.

4.1.4 Para el diseño de estructuras colocadas sobre edificaciones y de otras estructuras diferentes a edificios, tales como chimeneas, señales y rótulos publicitarios, tanques elevados y estructuras abiertas, deberán utilizarse las provisiones del capítulo 29 de ASCE 7-16. La presión mínima de diseño para estas estructuras será de 80 kg/m^2 (equivalente a 16 psf), tal y como se indica en la Sección 29.7 de ASCE 7-16.

4.1.5 Para el diseño de los elementos que forman parte del sistema de resistencia principal deberán utilizarse las provisiones del Capítulo 27 y Capítulo 28 de ASCE 7-16.

4.1.6 Para todos los casos, la información deberá complementarse con las provisiones del Capítulo 26 de ASCE 7-16.

4.2 — Ceniza Volcánica

4.2.1 Se deberá utilizar la carga de ceniza volcánica indicada en el Capítulo 6 de la norma NSE 2. Las combinaciones de carga a utilizar, serán las indicadas en el Capítulo 8 de la misma norma.

Edición Be

Comentario 4.2
Al momento no existe un estudio probabilístico que permita determinar el espesor de ceniza a utilizar, en función de la ubicación de la obra a diseñar, por lo que queda a criterio del diseñador determinar este parámetro. Como una guía, el diseñador puede consultar los mapas de amenaza volcánica generados por el INSIVUMEH, los cuales contienen las áreas de influencia y los valores máximos de ceniza volcánica lanzada, para los volcanes más activos del país.

4.3 — Carga sísmica

4.3.1 Nivel de protección sísmica — Con base en la clasificación de obra (NSE 1- Capítulo 3) y el Índice de Sismicidad (NSE 2 – Anexo A o Figura 4.5.1) se determinará el Nivel de Protección Sísmica (NSE 2 - Sección 4.2.2). El Nivel de Protección Sísmica que se requiere podrá ser E, D, C, B o A (NSE 2 – Tabla 4.2.2).

Comentario 4.3.1
Los "Niveles de Protección" definidos en la NSE corresponden a las "Categorías de Diseño sísmico" en los documentos de referencia.

4.3.2 Sistemas estructurales — Para edificios y estructuras con configuraciones similares a edificios, y estructuras que no son edificios, se reconocen los siguientes sistemas estructurales:

(a) ***Sistema E1 —*** Marcos con uniones resistentes a momentos flectores; la estabilidad lateral no depende de configuraciones trianguladas ni debe haber algún arriostre o pared que interfiera con la acción lateral de marco.

(b) ***Sistema E3 —*** Marcos arriostrados; algunos o todos los marcos incorporan riostras diagonales que generan configuraciones trianguladas; la resistencia lateral proviene de las riostras diagonales funcionando en compresión-tracción; la resistencia lateral puede provenir también de muros de concreto, muros de cortante de mampostería, de concreto reforzado o de placa de acero.

(c) ***Sistema E4 —*** Sistemas duales; a diferencia del sistema E3, la resistencia lateral se encuentra proporcionada por marcos resistentes a momento y marcos arriostrados; siendo la acción de marco capaz de resistir el 25 por ciento de la carga lateral sin la ayuda de los marcos arriostrados.

Comentario 4.3.2 c
Esta condición se evalúa removiendo las riostras diagonales del modelo estructural y/o suprimiendo la rigidez cortante de muros.

Edición Beta

(d) ***Sistema E6 —*** Estructuras en voladizo vertical, también llamadas estructuras en péndulo invertido.

(e) ***Sistema E7 —*** Estructuras que, debido a su configuración estructural, distribución de la masa sísmica y a la ausencia de diafragmas rígidos, no pueden ser catalogadas como edificios. Esta categoría tiene a su vez dos sub categorías: Estructuras similares a edificios y estructuras no similares a edificios.

Comentario 4.3.2 e
La clasificación "Sistema E7" aplicará únicamente para estructuras de acero.

4.3.3 Coeficientes y factores de respuesta sísmica — La Tabla 1.6.12 de NSE 3 no aplicará en lo referente a estructuras de acero. En su lugar, debe aplicarse la Tabla 4.3.3 de la presente norma.

Edición Beta

Tabla 4.3.3-1 — Coeficientes de Respuesta Post-elástica y limitaciones para sistemas de resistencia lateral en acero

Sistema de resistencia lateral		Sección de referencia	Parámetros sísmicos			Limitaciones Estructurales del sistema, incluyendo altura (m)				
						Nivel de Protección Sísmica				
			R	Ω_o	C_d	B	C	D	E	F[1]
SISTEMA DE MARCOS E1										
E1-AD	Marcos AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	8	3	5.5	NL	NL	NL	NL	NL
E1-AD2	Marcos tipo armadura	AISC 341-16 CAPÍTULO E	7	3	5.5	NL	NL	50	30	NP
E1-DI	Marcos DI	AISC 341-16 CAPÍTULO E	4.5	3	4	NL	NL	12[a]	NP[a][b]	NP[a]
E1-BD	Marcos BD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	3.5	3	3	NL	NL	20[b]	NP[a][b]	NP[a][b]
E11-AD	Marcos compuestos acero-concreto, AD	AISC 341-16 CAPÍTULO G	8	5	5.5	NL	NL	NL	NL	NL
E11-DI	Marcos compuestos acero-concreto, DI	AISC 341-16 CAPÍTULO G	5	3	4.5	SL	50	NP	NP	NP
E11-BD	Marcos compuestos acero-concreto, BD	AISC 341-16 CAPÍTULO G	3	2.5	3	50	NP	NP	NP	NP
SISTEMA COMBINADO E3										
E3-RED	Riostras Excéntricas AD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	8	2	4	NL	NL	50	50	30
E3-RCD	Riostras Concéntricas AD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	6	2	5	NL	NL	50	50	30
E3-RO	Riostras Concéntricas BD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	3.25	2	3.25	NL	NL	12[c]	12[c]	NP
E3-RP	Marcos con breizas resistentes al pandeo	AISC 341-16 CAPÍTULO F	8	2.5	5	NL	NL	50	50	30
E3-PL	Muros de corte de placa de acero AD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	7	2	6	NL	NL	50	50	30
E30-RE	Riostras excéntricas AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO H	8	2.5	4	NL	NL	50	50	30
E30-RCA	Riostras concéntricas AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO H	5	2	4.5	NL	NL	50	50	30
E30-RCB	Riostras concéntricas BD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO H	3	2	3	NL	NL	NP	NP	NP
E30-PLC	Muros de corte de placa de acero AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO H	6	2.5	5	NL	NL	50	50	30
SISTEMA E4, CON MARCOS AD										
E40-RE	Marcos AD- Riostras Excéntricas	AISC 341-16 CAPÍTULO E y F	8	2.5	4	NL	NL	NL	NL	NL
E40-RC	Marcos AD- Riostras Concéntricas AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E y F	7	2.5	5.5	NL	NL	NL	NL	NL
E40-REC	Riostras excéntricas- sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO E y H	8	2.5	4	NL	NL	NL	NL	NL
E40-RCC	Riostras concéntricas AD- Sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO E y H	6	2.5	5	NL	NL	NL	NL	NL
E40-PLC	Muros de corte de placa de acero AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO E y H	7	2.5	6	NL	NL	NL	NL	NL
E40-PL	Muros de corte de placa de acero AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E y H	8	2.5	6.5	NL	NL	NL	NL	NL
SISTEMA E41, CON MARCOS DI										
E41-RC	Marcos DI- Riostras Concéntricas AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E y F	6	2.5	5	NL	NL	12	NP	NP
E41-RCC	Riostras concéntricas AD- Sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-16 CAPÍTULO E y F	5.5	2.5	4.5	NL	NL	50	30	NP
SISTEMA E6, VOLADIZOS VERTICALES										
E6-AD	Sistemas de columnas de acero, AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	2.5	1.25	2.5	12	12	12	12	12
E6-BD	Sistemas de columnas de acero, BD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	1.5	1.25	1.25	12	12	NP[b]	NP[b]	NP[b]

Tabla 4.3.3-1 — Coeficientes de Respuesta Post-elástica y limitaciones para sistemas de resistencia lateral en acero *-(continuación)-*

	Sistema de resistencia Lateral	SECCIÓN DE REFERENCIA	Parámetros sísmicos			Limitaciones Estructurales del sistema, incluyendo altura (m) Nivel de Protección Sísmica				
			R	Ω_o	C_d	B	C	D	E	F[1]
	SISTEMA E7, ESTRUCTURAS QUE NO SON EDIFICIOS (CONFIGURACIONES SIMILARES A EDIFICIOS)									
E7-1	Estanterías de almacenamiento	ASCE 7-16 15.5.3	4	2	3.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7-2	Riostras concéntricas AD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	6	2	5	NL	NL	50	50	30
E7-3	Riostras concéntricas BD	AISC 341-16 CAPÍTULO F	3.25	2	3.25	NL	NL	12	12	NP
E7-3A	Riostras concéntricas BD, Con incremento de altura	AISC 341-16 CAPÍTULO F	2.5	2	2.5	NL	NL	50	50	30
E7-3B	Riostras concéntricas BD, Con altura ilimitada	AISC 341-16 CAPÍTULO F	1.5	1	1.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7-4	Marcos resistentes a momento, AD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	8	3	5.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7-5	Marcos resistentes a momento, DI	AISC 341-16 CAPÍTULO E	4.5	3	4	NL	NL	12	NP[d][e]	NP[d][e]
E7-7	Marcos resistentes a momento, BD	AISC 341-16 CAPÍTULO E	3.5	3	3	NL	NL	NP[d][e]	NP[d][e]	NP[d][e]
	SISTEMA E7A, ESTRUCTURAS QUE NO SON EDIFICIOS (CONFIGURACIONES NO SIMILARES A EDIFICIOS)									
E7A-1	Tanques elevados, tanques a presión, sobre columnas arriostradas simétricamente	ASCE 7-16 15.7.10	3	2	2.5	NL	NL	50	30	30
E7A-2	Tanques elevados, tanques a presión, sobre columnas NO arriostradas simétricamente	ASCE 7-16 15.7.10	2	2	2.5	NL	NL	30	18	18
E7A-3	Tanques horizontales	ASCE 7-16 15.7.14	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-4	Tanques de base plana, apoyados en el suelo, anclados mecánicamente	ASCE 7-16 15.7	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-5	Tanques de base plana, apoyados en el suelo, sin anclaje macánico	ASCE 7-16 15.7	2.5	2	2	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-6	Estructuras con maso distribuída, en voladizo vertical	ASCE 7-16 15.7.10	2	2	2	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-7	Estructuras con maso distribuída, en voladizo vertical, con detalles especiales	ASCE 7-16 15.7.10	3	2	2	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-8	Torres con arriostramientos, o tensores al suelo y chimeneas	ASCE 7-16 15.6.2	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-9	Torres de enfriamiento	ASCE 7-16 15.6.2	3	1.75	3	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-10	Torres de telecomunicaciones	ASCE 7-16 15.6.6	3	1.5	3	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-11	Estructuras de parques de diversiones y monumentos	ASCE 7-16 15.6.3	2	2	2	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-12	Estructuras tipo pendulo invertido, exceptuando las anteriormente indicadas	ASCE 7-16 15.6.3	2	2	2	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-13	Rótulos y unipolares	ASCE 7-16 15.6.3	3	1.75	3	NL	NL	NL	NL	NL
E7A-14	Otras estructuras autoportantes, no cubiertas anteriormente		1.25	2	2.5	NL	NL	15	15	15

[1] El nivel de protección sísmica F corresponde a la Categoría de Diseño sísmico F, tal y como se define en ASCE 7-16 sección 11.6
[a] Puede aplicarse la Sección 10.1.1 de esta norma
[b] Puede aplicarse la Sección 10.1.2 de esta norma
[c] Puede aplicarse la Sección 10.1.1 de esta norma, en especial 10.1.1.d.
[d] Marcos DI y BD son permitidos en estanterías de almacenamiento hasta una altura de 20 m, cuando las juntas a realizarse en campo son con placa de remate pernada
[e] Marcos DI y BD son permitidos en estanterías de almacenamiento, hasta una altura de 12 m.

Nomenclatura Tabla 4.3.3:

- **NP:** Sistema estructural no permitido en la categoría de diseño sísmico indicada.
- **NL:** Sistema estructural permitido sin limitaciones en su altura, para la categoría de diseño sísmico indicada.
- **160:** O cualquier otro número en la casilla, indica la elevación máxima permitida para el sistema estructural en metros.

4.3.3.2 El diseño de los diafragmas y sus elementos colectores deberá ser realizado utilizando las provisiones de la Sección 12.10 de ASCE 7-16.

4.3.3.3 Para el diseño de componentes no estructurales, elementos arquitectónicos, parapetos, elementos eléctricos, tabicaciones, etc., se deberán utilizar las provisiones del capítulo 13 de ASCE 7-16.

4.3.3.4 En el caso de estructuras que no sean similares a edificios, deberán utilizarse las provisiones del capítulo 15 de ASCE 7-16.

4.4 — Combinaciones de carga

Tabla 4.4-1 — Notación tipo de carga

Tipo de carga	Símbolo de la combinación
Cargas muertas	**M**
Cargas vivas	**V**
Cargas vivas de techo	**V_t**
Carga sísmica horizontal	**S_{hd}**
Carga sísmica vertical	**S_{vd}**
Cargas de viento	**W**
Cargas de tefra volcánica	**A_R**
Presión de fluidos	**F**
Presiones de material a granel	**G**
Empujes de suelos	**G**
Sub-presiones hidrostáticas	**G**
Cargas de lluvia	**P_L**

Edición Beta

4.4.1 — *Combinaciones de carga por método de diseño por resistencia*

(a) Combinaciones básicas — Las estructuras, los componentes y los cimientos se diseñarán de modo que su resistencia de diseño sea igual o superior a los efectos de las cargas factorizadas en las siguientes combinaciones. Se considerarán los efectos de una o más cargas que no actúen. No es necesario considerar que las cargas sísmicas y de viento actúan de forma simultánea. Se deberá investigar cada estado límite de resistencia relevante.

$$\mathbf{1.4}\boldsymbol{M} \qquad \text{(CRA-1)}$$

$$\mathbf{1.2}\boldsymbol{M} + \mathbf{1.6}\boldsymbol{V} + \mathbf{0.5}(\boldsymbol{V_t}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{P_L}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{A_R}) \qquad \text{(CRA-2)}$$

$$\mathbf{1.2}\boldsymbol{M} + \mathbf{1.6}(\boldsymbol{V_t}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{P_L}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{A_R}) + (\boldsymbol{V}\ \boldsymbol{o}\ \mathbf{0.5}\boldsymbol{W}) \qquad \text{(CRA-3)}$$

$$\mathbf{1.2}\boldsymbol{M} + \mathbf{1.0}\boldsymbol{W} + \boldsymbol{L} + \mathbf{0.5}(\boldsymbol{V_t}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{P_L}\ \boldsymbol{o}\ \boldsymbol{A_R}) \qquad \text{(CRA-4)}$$

$$\mathbf{0.9}\boldsymbol{M} + \mathbf{1.0}\boldsymbol{W} \qquad \text{(CRA-5)}$$

(b) Combinaciones básicas con efectos de carga sísmica — Cuando una estructura es sujeta a efectos de carga sísmica, las siguientes combinaciones de carga tienen que ser considerados en adición a las combinaciones mostradas en la sección 4.4.1.a. Los efectos más desfavorables de las cargas sísmicas, deben ser investigados, cuando sea apropiado, pero no es necesario considerarlas en simultáneo con las cargas de viento.

(i) Cuando el efecto de carga sísmica prescrito, $S = f(S_{vd}, S_{hd})$ se combine con los efectos de otras cargas, se deben usar las siguientes combinaciones de carga sísmica.

$$\mathbf{1.2}\boldsymbol{M} + \boldsymbol{V} + \boldsymbol{S_{vd}} + \boldsymbol{S_{hd}} \qquad \text{(CRA-6)}$$

$$\mathbf{0.9}\boldsymbol{M} - \boldsymbol{S_{vd}} + \boldsymbol{S_{hd}} \qquad \text{(CRA-7)}$$

(ii) Cuando el efecto de sobre resistencia (carga sísmica amplificada), $S_m = f(S_{vd}, S_{mhd})$, se combine con los efectos de otras cargas, se utilizará la siguiente combinación de carga sísmica para las estructuras:

$$\mathbf{1.2}\boldsymbol{M} + \boldsymbol{S_{vd}} + \boldsymbol{S_{mhd}} + \boldsymbol{V} \qquad \text{(CRA-6.1)}$$

$$\mathbf{0.9}\boldsymbol{M} - \boldsymbol{S_{vd}} + \boldsymbol{S_{mhd}} \qquad \text{(CRA-7.1)}$$

Edición Beta

EXCEPCIÓN:

- Se permite que el factor de carga viva en la combinación CRA-6 y CRA-6.1 sea igual a 0.5 para todas las ocupaciones en que V_o sea igual o menor a 100 lb/ft^2 (4.78 kN/m^2), con la excepción de garajes o áreas de reunión pública.
- Cuando estén presentes las cargas de fluido F, se incluirán con el mismo factor de carga que la carga muerta en las combinaciones CRA-6 y CRA-7.
- Donde el efecto de G agrega al efecto de carga variable principal, incluya G con un factor de carga de 1.6
- Donde el efecto de G resiste el efecto de carga variable primaria, incluya G con un factor de carga de 0.9 donde la carga es permanente o un factor de carga de 0 para todas las demás condiciones.

4.4.2 — *Combinaciones de carga por el método de diseño por esfuerzos permisibles*

(a) Combinaciones básicas — Las cargas deben considerarse para actuar en las combinaciones listadas a continuación; se deben considerar las que produzcan el efecto más desfavorable en el edificio, cimiento o miembro estructural. Se considerarán los efectos de una o más cargas que no actúen. Los efectos de carga sísmica se combinarán con otras cargas de acuerdo con la Sección 4.4.2.d.

$$\boldsymbol{M} \qquad \text{(CSA-1)}$$

$$\boldsymbol{M + V} \qquad \text{(CSA-2)}$$

$$\boldsymbol{M + (V_t \ o \ P_L \ o \ A_R)} \qquad \text{(CSA-3)}$$

$$\boldsymbol{M + 0.75V + 0.75\,(V_t \ o \ P_L \ o \ A_R)} \qquad \text{(CSA -4)}$$

$$\boldsymbol{M + (0.6W)} \qquad \text{(CSA -5)}$$

$$\boldsymbol{M + 0.75V + 0.75(0.6W) + 0.75(V_t \ o \ P_L \ o \ A_R)} \qquad \text{(CSA -6)}$$

$$\boldsymbol{0.6M + 0.6W} \qquad \text{(CSA -7)}$$

Edición Beta

EXCEPCIÓN:

- Para las estructuras que no son edificios en las que la carga de viento se determina a partir de coeficientes de fuerza, *Cf* y el área proyectada que contribuye la fuerza del viento a un elemento de cimentación supera los 1000 ft^2 (93 m^2) en un plano vertical u horizontal, se permitirá reemplazar W con 0.9W en la combinación CSA-7 para el diseño de los cimientos, excluyendo el anclaje de la estructura con los mismos.
- Donde cargas de flujo F estén presentes, deben de ser incluidas en las combinaciones CSA-1 hasta la CSA-6 con el mismo factor que se use para carga muerta D.
- Donde el efecto de H agrega al efecto de carga variable principal, incluya H con un factor de carga de 1.0
- Donde el efecto de H resiste el efecto de carga variable primaria, incluya H con un factor de carga de 0.6 donde la carga es permanente o un factor de carga de 0 para todas las demás condiciones.

(b) Se considerará el efecto más desfavorable entre las cargas de viento y sismo, según corresponda, pero no es necesario suponer que actúen de forma simultánea.

(c) Los aumentos en el esfuerzo permisible no se deben usar con las cargas o combinaciones de carga dadas en este estándar a menos que se pueda demostrar que dicho aumento se justifica por el comportamiento estructural causado por la velocidad o la duración de la carga.

(d) Combinaciones básicas con efectos de carga sísmica — Cuando una estructura es sujeta a efectos de carga sísmica, las siguientes combinaciones de carga tienen que ser considerados en adición a las combinaciones mostradas en la sección 4.4.2.a

(i) Cuando el efecto de carga sísmica prescrito, $S = f(S_{vd}, S_{hd})$, se combine con los efectos de otras cargas, se deben usar las siguientes combinaciones de carga sísmica.

$$\mathbf{1.0}\boldsymbol{M} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{hd}} \qquad \text{(CSA-8)}$$

$$\mathbf{1.0}\boldsymbol{M} + \mathbf{0.525}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.525}\boldsymbol{S_{hd}} + \mathbf{0.75}\boldsymbol{V} \qquad \text{(CSA-9)}$$

$$\mathbf{0.6}\boldsymbol{M} - \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{hd}} \qquad \text{(CSA-10)}$$

(ii) Cuando el efecto de sobre resistencia (carga sísmica amplificada), $S_m = f(S_{vd}, S_{mhd})$, se combine con los efectos de otras cargas, se utilizará la siguiente combinación de carga sísmica para las estructuras:

Edición Beta

$$\mathbf{1.0}\boldsymbol{M} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{hd}} \quad \text{(CSA-8.1)}$$

$$\mathbf{1.0}\boldsymbol{M} + \mathbf{0.525}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.525}\boldsymbol{S_{mhd}} + \mathbf{0.75}\boldsymbol{V} \quad \text{(CSA-9.1)}$$

$$\mathbf{0.6}\boldsymbol{M} - \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{vd}} + \mathbf{0.7}\boldsymbol{S_{mhd}} \quad \text{(CSA-10.1)}$$

FIN DEL CAPÍTULO 4

Edición Beta

CAPITULO 5 — DISEÑO SISMO-RESISTENTE

5.1 Para el diseño sísmico de estructuras de acero deberá utilizarse el código AISC 341-16 en forma íntegra.

Comentario 5.1
Es importante hacer notar que el diseño sísmico de estructuras de acero sufrió cambios significativos a raíz de los sismos de Northridge en 1994 y Kobe en 1995; encontrándose básicamente que el comportamiento dúctil de las estructuras de acero no depende únicamente de esta propiedad inherente al material, sino que el diseño de conexiones, elementos y los detalles son fundamentales para la supervivencia de una estructura ante un evento extremo. De esta cuenta, la filosofía de diseño actualmente plasmada en los códigos ya mencionados considera ampliamente el comportamiento inelástico y la ductilidad de los sistemas de resistencia lateral, lo cual puede ser logrado a través del diseño por capacidad. Estos principios se encuentran en la norma AISC 341-16, por lo que se adopta en su totalidad.

FIN DEL CAPÍTULO 5

Edición Se

Edición Beta

CAPITULO 6 — CONDICIONES DE SERVICIO

6.1 Se deberán utilizar los parámetros indicados en la guía de diseño AISC No. 11 “Vibrations of Steel-Framed Structural Systems due to Human Activity” 2nd edition, la cual posee información detallada sobre los parámetros a utilizar y los procedimientos de revisión para determinar si las vibraciones de la estructura se encuentran dentro del rango aceptable según los estados límite de servicio.

Comentario 6.1
Las consideraciones de servicio, tales como deflexiones, derivas, vibraciones y efectos térmicos se encuentran indicadas en el capítulo L del código AISC 360-16; sin embargo el procedimiento que corresponde, específicamente desde la perspectiva de diseño, debe respaldarse por la guía anteriormente mencionada. Se puede utilizar la Guía de Diseño de AISC No. 3 “Serviceability Design Considerations for Steel Buildings”, 2ª. Edición.

6.2 Las derivas laterales de la estructura deberán están conforme a la Tabla 6.2-1.

Tabla 6.2-1 — Derivas laterales permitidas [1] [2]

Estructura	Categoría		
	I o II	III	IV
Estructuras, que no sean muros de corte de mampostería, cuatro pisos o menos por encima de la base, con paredes interiores, divisiones, techos y sistemas de muros exteriores que han sido diseñados para acomodar las derivas de piso	$0.025h_{sx}$ [a]	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$
Estructuras de muros de corte de mampostería en voladizo[b]	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$
Otras estructuras de muros de corte de mampostería	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$
Todas las demás estructuras	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.010h_{sx}$

[1]: h_{sx} es la altura del nivel bajo el nivel x.
[2[: Para sistemas de resistencia a la fuerza sísmica que solo comprenden los marcos a momento en las Categorías de Diseño Sísmico D, E y F, la deriva permitida de piso debe cumplir con los requisitos de la Sección 4.3 de la NSE 2-18.
[a] No habrá límite de deriva para estructuras de un solo nivel con paredes interiores, divisiones, techos y sistemas de paredes exteriores que hayan sido diseñadas para acomodar las derivas de nivel. No se renuncia a los requerimientos de separación de la estructura de la Sección 4.3 de la NSE 2-18.

Edición

[b] Estructuras en las que el sistema estructural básico consiste en muros de corte de mampostería diseñados como elementos verticales en voladizo desde su base o soporte de cimentación, construidos de manera que la transferencia de momento entre las paredes de corte (acoplamiento) es despreciable

FIN DEL CAPÍTULO 6

Edición Beta

CAPÍTULO 7 — ESTRUCTURAS COMPUESTAS DE ACERO Y CONCRETO

7.1 Se incluyen dentro de esta calificación las piezas hechas de acero y concreto combinados, en cuyo caso aplica la Sección 14.3 de ASCE/SEI 7-16 que a su vez requiere la aplicación conjunta de AISC 360–16, AISC 341–16 y ACI 318 S.

7.2 Se incluyen también dentro de esta calificación a los marcos de acero estructural y de concreto reforzado y/o muros de concreto reforzado formando parte de un mismo conjunto estructural. Todos estos casos están contemplados en la Tabla 4.3.3.

7.3 En ningún caso puede usarse concreto sin refuerzo interno aunque esté completamente embebido en un cascarón de metal.

FIN DEL CAPÍTULO 7

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 8 — ARRIOSTRAMIENTOS CON CABLES Y BARRAS

8.1 Como parte del sistema de resistencia lateral para resistir cargas sísmicas, no se permiten arriostrados diagonales con cables o barras. Las riostras diagonales apropiadas están definidas en los documentos de referencia AISC 341-16.

8.2 No se permite generar acción de diafragma horizontal exclusivamente con cables y/o barras tensoras, pudiéndose incorporar estos elementos solamente como parte del diafragma en las cubiertas flexibles.

FIN DEL CAPÍTULO 8

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 9 — COMPATIBILIDAD DE DEFLEXIONES LATERALES

9.1 Deberá examinarse la compatibilidad de rigideces entre los marcos de acero y el cerramiento perimetral (o particiones internas). En caso que éstos últimos sean más rígidos en su plano que la estructura de acero deberá resolverse la incompatibilidad.

Comentario 9.1
Para resolver la incompatibilidad habría que reducir la rigidez del cerramiento, o bien recurrir a otro de los sistemas estructurales listados en la Tabla 4.3.3 que tenga mayor rigidez lateral.

FIN DEL CAPÍTULO 9

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 10 — EXCEPCIONES PARA ESTRUCTURAS DE ACERO DE PESO Y/O TAMAÑO LIMITADOS

10.1 En el caso que las estructuras de acero no excedan cierto peso o su tamaño sea limitado, podrán aplicarse las excepciones listadas en el presente capítulo a los requerimientos de diseño.

10.1.1 — *Marcos livianos*

(a) Para Niveles de Protección Sísmica D y E, se permite utilizar marcos E1-BD de baja ductilidad o E1-DI siempre y cuando la estructura de acero tenga un solo nivel estructural con una altura menor a 20 metros. La carga muerta del techo, más otras cargas muertas que tributen al techo, no deben exceder 100 Kg/m^2. Las paredes de cerramiento perimetral sujetas lateralmente a la estructura encima de 9 metros sobre el suelo tampoco deben exceder 100 Kg por m^2 de cerramiento.

(b) Cuando el uso de la estructura sea para contener equipo o maquinaria de producción y los ocupantes estén relacionados con el uso de este equipo, su mantenimiento, monitoreo o el proceso de manufactura asociado, se permitirá una altura ilimitada, siempre que la carga estructural no supere lo indicado en la Sección 10.1.1.a.

Comentario 10.1.1 b
En general todo el cerramiento perimetral de estas estructuras se sujetará a la estructura metálica para su estabilidad lateral aunque se supone que los cerramientos son gravitacionalmente auto-soportantes; lo mismo aplica a divisiones intermedias; los primeros 9 metros de altura de los cerramientos pueden exceder los 100 Kg por metro cuadrado de pared de pared.

(c) Podrán instalarse rieles de grúas u otros equipos siempre que su peso muerto sumado al peso muerto de la edificación en un área de 60 m^2 alrededor del punto de aplicación de la carga del equipo queden incluidos dentro del límite de peso muerto indicado en la Sección 10.1.1.a.

(d) Las cargas laterales deberán resistirse con acción de marco en ambas direcciones principales de la estructura; o bien con acción de marco en una dirección y cualquier sistema E3 en la dirección ortogonal. Se permite instalar armaduras trianguladas entre marcos en el plano de las paredes, o bien riostras concéntricas ordinarias, las cuales deberán cumplir con los requisitos establecidos en ANSI / AISC 341-16, capítulo F, pero no se permite instalar tensores diagonales. La franja inferior de paredes de cerramiento que no tiene limitación de peso puede utilizarse para proveer capacidad sismo-resistente en su propio plano si es de material estructural apto.

Edición Beta

(e) Deberá proveerse acción de diafragma en el plano del techo. Se permitirá instalar armaduras trianguladas entre marcos.

Comentario 10.1.1 e
No se permite tratar de generar capacidad lateral con cables o tensores diagonales; la experiencia sísmica es mala dado que se revientan.

(f) Se permitirá instalar hasta un entrepiso parcial (mezzanine). Los marcos que lo soportan deberán ser E1-D1. El peso del entrepiso no excederá 175 Kg/m^2.

10.1.2 — *Marcos menores*

(a) Para Niveles de Protección Sísmica E se permitirá utilizar marcos E1-DI si la estructura de acero tiene 3 niveles o menos con una altura total que no exceda 10 metros. La carga muerta del techo y las de cualquier entrepiso, no deberá exceder 200 Kg/m^2, incluidas las cargas muertas superpuestas. Las paredes de cerramiento perimetral sujetas lateralmente a la estructura tampoco deberán exceder 200 Kg por m^2 de cerramiento.

Comentario 10.1.2 a
En general todo el cerramiento perimetral de estas estructuras se sujetará a la estructura metálica para su estabilidad lateral, aunque se supone que estos cerramientos serán gravitacionalmente auto-soportantes.

(b) Las cargas laterales deberán resistirse con acción de marco en ambas direcciones principales de la estructura.

FIN DEL CAPÍTULO 10

Edición Beta

CAPÍTULO 11 — REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1 Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES (2002) Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala. AGIES. Guatemala, junio de 2002.

11.2 Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES (2010) Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala. AGIES. Guatemala, agosto de 2010.

11.3 American Institute of Steel Construction (2016) Specification for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 360-16. Estados Unidos de América, 7 de julio de 2016.

11.4 American Institute of Steel Construction (2016) Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. ANSI/AISC 303-16. Estados Unidos de América, 15 de junio de 2016.

11.5 American Institute of Steel Construction (2016) Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 341-16. Estados Unidos de América, 12 de julio de 2016.

11.6 American Institute of Steel Construction (2016) Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, ANSI/AISC 358-16. Estados Unidos de América, 12 de mayo de 2016.

11.7 Research Council on Structural Connections (2014) Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts. Estados Unidos de América, agosto de 2014.

Edición Beta

FIN DEL CAPÍTULO 11