



**NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA
GUATEMALA
NSE 7.5**

**DISEÑO DE
EDIFICACIONES
DE ACERO**

Edición 2024
Versión Beta

**Normas de Seguridad Estructural para Guatemala
Diseño de Edificaciones de Acero
NSE 7.5 Edición 2024**

Derechos reservados --

**© Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES
Proyecto desarrollado por AGIES por medio de la Dirección de Comités Técnicos**

La redacción, actualización y discusión de la Edición 2024 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.

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**

Km 7.5 Carretera Antigua a El Salvador, 215-0 Colonia el Prado

Primer Nivel

Zona 4, Santa Catarina Pinula 01051

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 de este.

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 los documentos que conforma las Normas de Seguridad Estructural.

NSE 7.5

**DISEÑO DE
EDIFICACIONES
DE ACERO**

Edición 2024
Versión 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

- Ing. Byron Paiz

Subdirector de Comités Técnicos

- Ing. Daniel Cruz

Comité Redactor

- Ing. Mario Chavarría Peinado
- Ing. Carlos Galicia
- Ing. William Gonzales
- Ing. Gonzalo Arriaga Zamora
- Ing. Feliciano Leiva
- Ing. Gerardo Lobos
- Ing. Erick Quan

Coordinación

- Ing. Jossué Cuxum Choc
- Leslie Reynoso Ambrocio

Créditos

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

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

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 16

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRÓLOGO

La presente norma corresponde a la versión revisada y ampliada de la norma NSE 7.5 Ver. 2018, cuya edición surgió como parte de revisión de las Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala.

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 tamaños limitados y el Capítulo 11 presenta sugerencias para estructuras que no son edificios.

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 303-22 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 7-22 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.

Comentario 1.3

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

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 360-22. Specification for Structural Steel Buildings. August 1, 2022.
- (b) RCSC, Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts. June 02, 2020.
- (c) ANSI/AISC 303-22. Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. May 09, 2022.
- (d) ANSI/AISC 341-22. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. September 26, 2022.
- (e) ANSI/ AISC 358-22. Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications. August 18, 2022.
- (f) AWS D1.1/ D1.1M:2020 - Structural Welding Code – Steel.
- (g) AWS D1.8/D1.8M:2021 - Structural Welding Code - Seismic Supplement.

FIN DEL CAPÍTULO 2

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

CAPÍTULO 4 — CARGAS APLICABLES

4.1 — Carga de viento

4.1.1 Deberán aplicarse las provisiones de la norma AGIES NSE 2. A criterio del diseñador estructural, para la integración de la carga de viento, se podrá utilizar la norma ASCE/SEI 7-22 del capítulo 26 al capítulo 31.

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 7-22 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 Si el diseñador estructural utiliza la metodología del ASCE 7, deberá tomar en cuenta los siguientes lineamientos:

(a) 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 7-22. 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 7-22.

(b) 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 7-22. 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 29.7 de ASCE 7-22.

(c) 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 7-22.

(d) Para todos los casos, la información deberá complementarse con las provisiones del Capítulo 26 de ASCE 7-22.

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.

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.

(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 subcategorías: 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 — Los coeficientes y factores de respuesta sísmica podrán tomarse de la tabla 1.6.14-1 de NSE 3 o de la tabla A-1 en el anexo A de esta norma.

4.4 — Carga paneles solares

4.4.1 Carga de paneles solares en techos — Estructuras de techos que soporten sistemas de paneles solares, deberán ser diseñados para resistir cada una de las siguientes condiciones:

(a) La carga viva uniforme concentrada especificada en la tabla 3.7.1-1 de la NSE 2 con cargas muertas de sistemas de paneles solares.

(i) **Excepciones** — La carga viva en techo no necesita ser aplicada al área cubierta por paneles solares donde la distancia libre entre paneles y cubierta de techo sea 60 centímetros o menos.

(b) La carga viva uniforme y concentrada especificada en el atabla 3.7.1-1 de la NSE 2 sin cargas muertas de sistema de paneles solares

Comentario 4.4

Cada vez es más frecuente el uso de energía solar y colocación de paneles solares en techos. En caso de incorporar paneles solares a techos existentes, se deberá tomar la consideración indicada a la presente norma inciso 4.4. Lo crítico muchas veces es que esta carga muerta, aunque se descuente el área de carga viva uniforme, es masa sísmica. Los efectos deberán tomarse en cuenta para techos existentes y nuevos.

4.5 — Combinaciones de carga

4.5.1 Las combinaciones de carga a utilizar serán las previstas en NSE2, capítulos 8, 9 y 10.

4.4.2 Como se indica en NSE2 8.3.4 de utilizar metodologías de carga de viento acorde a ASCE 7-22 se permitirá tomar en cuenta las combinaciones y excepciones de carga y/o factores acorde al mismo documento.

FIN DEL CAPÍTULO 4

CAPITULO 5 — DISEÑO SISMO-RESISTENTE

5.1 Para el diseño sísmico de estructuras de acero deberá utilizarse el código AISC 341-22 en forma.

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 341-22, por lo que se adopta en su totalidad.

Comentario 5.2

Para el diseño sísmico de estructuras de acero se puede consultar el documento de seguridad estructural de AGIES DSE ANSI/AISC 341-22

FIN DEL CAPÍTULO 5

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 360-22; 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 Para deformaciones por viento en estructuras industriales de un nivel que califiquen para ser categorizados como marcos ordinarios según el capítulo 10, será válido utilizar los valores dados en las guías de diseño de AISC y referencias bibliográficas de las mismas.

6.3 Las derivas laterales de la estructura deberán satisfacer NSE3 Capítulo 4.

FIN DEL CAPÍTULO 6

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 7-22 que a su vez requiere la aplicación conjunta de AISC 360–22, AISC 341–22 y ACI 318S-19, en sustitución del ACI 318S-19 se puede utilizar las disposiciones de la NSE 7.1.

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

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 el documento de referencia AISC 341-22.

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

FIN DEL CAPÍTULO 8

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 de que éstos últimos sean más rígidos en su plano que la estructura de acero deberá resolverse la incompatibilidad.

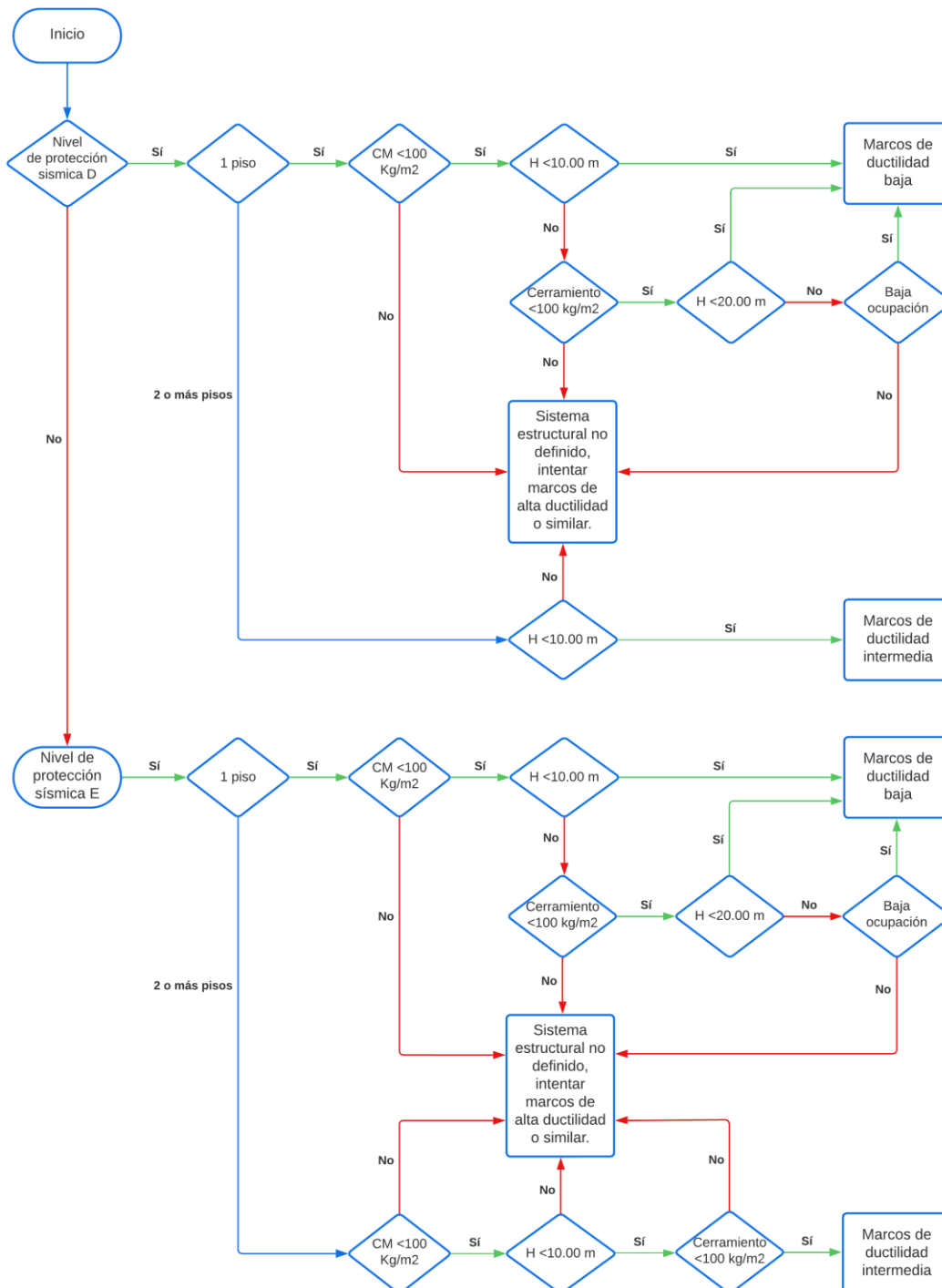
Comentario 9.1

Para resolver la incompatibilidad habría que reducir la rigidez del cerramiento, o bien recurrir a otro de los sistemas estructurales listados en la Tabla 4.3.3-1 que tenga mayor rigidez lateral.

FIN DEL CAPÍTULO 9

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

10.1 General — 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/m². Las paredes de cerramiento perimetral sujetas lateralmente a la estructura encima de 9 metros sobre el suelo tampoco deben exceder 100 Kg por m² 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 autosoportantes; 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 m² 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 341-22, capítulo F. Cuando se utilice la configuración de riostras “Multi-Tiered” descrita en el capítulo F de ANSI/AISC 341-22, y decida utilizarse la opción de riostras trabajando únicamente a tensión, deberán de cumplirse todos los requisitos de riostras, conexiones, y demás elementos descritos en este capítulo. 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.

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

Comentario 10.1.1 e

Los elementos que conformen la acción de diafragma en el techo, ya sea una combinación de esfuerzos tensión/compresión, o bien únicamente esfuerzo a tensión. Deberán de ser diseñados como elementos “colectores” de fuerzas sísmicas. La sección B5 en ANSI / AISC 341-22 especifica que estos elementos deberán de diseñarse tomando en cuentas las combinaciones de carga que incluyan el factor omega en las cargas sísmicas. (Combinaciones de carga con sismo amplificado). Esto para buscar que el comportamiento de estos elementos colectores permanezca en el rango elástico.

- (f) Se permitirá instalar hasta un entrepiso parcial (mezanine). Los marcos que lo soportan podrán clasificarse como marcos ordinarios. El peso del entrepiso, excluyendo estructura metálica, no excederá 250 Kg/m². El área de este mezanine no podrá ser superior al 10 % del área de la bodega a la que está adosada y no podrá ser en ningún caso superior a 150 m² por bodega.

Comentario 10.1.1 f

Los autores del documento “Seismic design guide for metal building systems based on the 2015 IBC, ASCE/SEI 7-22, and AISC 360-22/341-22 (with notes on the 2018 IBC, ASCE/SEI 7-22, and AISC 360-22/341-22) presentan diferentes aproximaciones para analizar y categorizar pequeños entrepisos combinados con naves industriales de gran tamaño.

Una de estas aproximaciones consiste en extender las columnas del entrepiso hasta las vigas principales de la estructura de bodega, para definir una ruta de carga (masa) del entrepiso hacia estos marcos. De esta forma, la carga muerta del entrepiso estaría distribuyéndose en un área mucho mayor. Y de esta forma diseñar dicho marco, capaz de resistir la carga (masa) del entrepiso cumpliendo con las limitaciones de carga de los marcos de baja ductilidad.

En todas las aproximaciones se debe de definir claramente la ruta de cargas gravitacionales y laterales, el sistema resistente a fuerzas sísmicas, y cumplir con todos los requisitos listados en este capítulo.

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/m², incluidas las cargas muertas superpuestas. Las paredes de cerramiento perimetral sujetas lateralmente a la estructura tampoco deberán exceder 200 Kg por m² 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 autosoportantes.

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

FIN DEL CAPÍTULO 10

CAPITULO 11 — ESTRUCTURAS QUE NO SON EDIFICIOS

11.1 General — Aunque se ha aclarado que la presente norma no aplica directamente a estructuras que NO SON EDIFICIOS, se presentan ejemplos de estas estructuras y documentos referencia para su respectivo diseño.

Comentario 11.1

La diferencia primaria entre edificios y estructuras que no son edificios radica en su nivel de ocupación y el sistema estructural utilizado. La limitada ocupación de una de estas estructuras que no son edificios reduce el riesgo asociado con el desempeño en eventos sísmicos. Estructuras que no son edificios son diseñados para cargas sísmicas más grandes porque estructuras que no son edificios no incorporan elementos que incrementen amortiguamiento o ductilidad típica encontrada en edificios (diafragmas de piso, por ejemplo).

11.2 Tipo de estructuras que no son edificios — Estructuras que no son edificios están divididas en dos diferentes categorías para su diseño sísmico; Estructuras similares a edificios y Estructuras no similares a edificios. Para su referencia y diseño, se utilizará ASCE 7-22 capítulo 15.

11.2.1 Estructuras que no son edificios similares a edificios — Son diseñadas y construidas con sistemas estructurales de edificios. Estructuras que no son edificios similares a edificios también tienen una respuesta dinámica similar a edificios.

Comentario 11.2.1

Algunos ejemplos (pero no se limitan a esto) de estructuras que no son edificios similares a edificios tenemos: Racks para tuberías, Racks de almacenaje, Instalaciones eléctricas, Torres de tanque almacenamiento de agua).

11.2.2 Estructuras que no son edificios no similares a edificios — Son diseñadas y construidas con sistemas estructurales muy distintos a los utilizados en edificios. Estructuras que no son edificios no similares a edificios también tienen una respuesta dinámica no similar a edificios.

Comentario 11.2.2

Algunos ejemplos (pero no se limitan a esto) de estructuras que no son edificios no similares a edificios tenemos: Estructuras de retención de suelo, chimeneas, monumentos, torres de telecomunicación, tanques).

FIN DEL CAPÍTULO 11

CAPÍTULO 12 — REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 12.1** 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.
- 12.2** 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.
- 12.3** American Institute of Steel Construction (2022) Specification for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 360-22. Estados Unidos de América, 1 de Agosto de 2022.
- 12.4** American Institute of Steel Construction (2022) Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges. ANSI/AISC 303-22. Estados Unidos de América, 9 de mayo de 2022.
- 12.5** American Institute of Steel Construction (2022) Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. ANSI/AISC 341-22. Estados Unidos de América, 26 de Septiembre de 2022.
- 12.6** American Institute of Steel Construction (2022) Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, ANSI/AISC 358-22. Estados Unidos de América, 18 de Agosto de 2022.
- 12.7** Research Council on Structural Connections (2020) Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts. Estados Unidos de América, 2 de junio de 2020.

FIN DEL CAPÍTULO 12

ANEXO A — COEFICIENTES DE RESPUESTA POST-ELÁSTICA Y LIMITACIONES PARA SISTEMAS DE RESISTENCIA LATERAL EN ACERO

Tabla A-1— Tabla complementaria de 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 Nivel de Protección Sísmica			
			R	Ω_o	C_d	B	C	D	E
SISTEMA DE MARCOS E1									
E1-AD	Marcos AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	8	3	5.5	NL	NL	NL	NL
E1-AD2	Marcos tipo armadura	AISC 341-22 CAPÍTULO E	7	3	5.5	NL	NL	50	30
E1-DI	Marcos DI	AISC 341-22 CAPÍTULO E	4.5	3	4	NL	NL	12 ^[a]	NP ^{[a][b]}
E1-BD	Marcos BD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	3.5	3	3	NL	NL	20 ^[b]	NP ^{[a][b]}
E11-AD	Marcos compuestos acero-concreto, AD	AISC 341-22 CAPÍTULO G	8	5	5.5	NL	NL	NL	NL
E11-DI	Marcos compuestos acero-concreto, DI	AISC 341-22 CAPÍTULO G	5	3	4.5	SL	50	NP	NP
E11-BD	Marcos compuestos acero-concreto, BD	AISC 341-22 CAPÍTULO G	3	2.5	3	50	NP	NP	NP
SISTEMA COMBINADO E3									
E3-RED	Riostras Excéntricas AD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	8	2	4	NL	NL	50	50
E3-RCD	Riostras Concéntricas AD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	6	2	5	NL	NL	50	50
E3-RO	Riostras Concéntricas BD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	3.25	2	3.25	NL	NL	12 ^[c]	12 ^[c]
E3-RP	Marcos con breizas resistentes al pandeo	AISC 341-22 CAPÍTULO F	8	2.5	5	NL	NL	50	50
E3-PL	Muros de corte de placa de acero AD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	7	2	6	NL	NL	50	50
E30-RE	Riostras excéntricas AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO H	8	2.5	4	NL	NL	50	50
E30-RCA	Riostras concéntricas AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO H	5	2	4.5	NL	NL	50	50
E30-RCB	Riostras concéntricas BD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO H	3	2	3	NL	NL	NP	NP
E30-PLC	Muros de corte de placa de acero AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO H	6	2.5	5	NL	NL	50	50
SISTEMA E4, CON MARCOS AD									
E40-RE	Marcos AD- Riostras Excéntricas	AISC 341-22 CAPÍTULO E y F	8	2.5	4	NL	NL	NL	NL
E40-RC	Marcos AD- Riostras Concéntricas AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E y F	7	2.5	5.5	NL	NL	NL	NL
E40-REC	Riostras excéntricas- sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO E y H	8	2.5	4	NL	NL	NL	NL
E40-RCC	Riostras concéntricas AD- Sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO E y H	6	2.5	5	NL	NL	NL	NL
E40-PLC	Muros de corte de placa de acero AD, sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO E y H	7	2.5	6	NL	NL	NL	NL
E40-PL	Muros de corte de placa de acero AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E y H	8	2.5	6.5	NL	NL	NL	NL

Tabla A-1—Tabla complementaria de 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 Nivel de Protección Sísmica			
			R	Ω_o	C_d	B	C	D	E
SISTEMA E41, CON MARCOS DI									
E41-RC	Marcos DI- Riostras Concéntricas AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E y F	6	2.5	5	NL	NL	12	NP
E41-RCC	Riostras concéntricas AD- Sistema compuesto concreto-acero	AISC 341-22 CAPÍTULO E y F	5.5	2.5	4.5	NL	NL	50	30
SISTEMA E6, VOLADIZOS VERTICALES									
E6-AD	Sistemas de columnas de acero, AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	2.5	1.25	2.5	12	12	12	12
E6-BD	Sistemas de columnas de acero, BD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	1.5	1.25	1.25	12	12	NP ^[b]	NP ^[b]
SISTEMA E7, ESTRUCTURAS QUE NO SON EDIFICIOS (CONFIGURACIONES SIMILARES A EDIFICIOS)									
E7-1	Estanterías de almacenamiento	ASCE 7-22 15.5.3	4	2	3.5	NL	NL	NL	NL
E7-2	Riostras concéntricas AD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	6	2	5	NL	NL	50	50
E7-3	Riostras concéntricas BD	AISC 341-22 CAPÍTULO F	3.25	2	3.25	NL	NL	12	12
E7-3A	Riostras concéntricas BD, Con incremento de altura	AISC 341-22 CAPÍTULO F	2.5	2	2.5	NL	NL	50	50
E7-3B	Riostras concéntricas BD, Con altura ilimitada	AISC 341-22 CAPÍTULO F	1.5	1	1.5	NL	NL	NL	NL
E7-4	Marcos resistentes a momento, AD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	8	3	5.5	NL	NL	NL	NL
E7-5	Marcos resistentes a momento, DI	AISC 341-22 CAPÍTULO E	4.5	3	4	NL	NL	12	NP ^{[d][e]}
E7-7	Marcos resistentes a momento, BD	AISC 341-22 CAPÍTULO E	3.5	3	3	NL	NL	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 7-22 15.7.10	3	2	2.5	NL	NL	50	30
E7A-2	Tanques elevados, tanques a presión, sobre columnas NO arriostradas simétricamente	ASCE 7-22 15.7.10	2	2	2.5	NL	NL	30	18
E7A-3	Tanques horizontales	ASCE 7-22 15.7.14	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL
E7A-4	Tanques de base plana, apoyados en el suelo, anclados mecánicamente	ASCE 7-22 15.7	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL
E7A-5	Tanques de base plana, apoyados en el suelo, sin anclaje mecánico	ASCE 7-22 15.7	2.5	2	2	NL	NL	NL	NL
E7A-6	Estructuras con maso distribuida, en voladizo vertical	ASCE 7-22 15.7.10	2	2	2	NL	NL	NL	NL
E7A-7	Estructuras con maso distribuida, en voladizo vertical, con detalles especiales	ASCE 7-22 15.7.10	3	2	2	NL	NL	NL	NL
E7A-8	Torres con arriostramientos, o tensores al suelo y chimeneas	ASCE 7-22 15.6.2	3	2	2.5	NL	NL	NL	NL
E7A-9	Torres de enfriamiento	ASCE 7-22 15.6.2	3	1.75	3	NL	NL	NL	NL
E7A-10	Torres de telecomunicaciones (Armadura)	ASCE 7-22 15.6.6	3	1.5	3	NL	NL	NL	NL
E7A-11	Estructuras de parques de diversiones y monumentos	ASCE 7-22 15.6.3	2	2	2	NL	NL	NL	NL
E7A-12	Estructuras tipo pendulo invertido, exceptuando las anteriormente indicadas	ASCE 7-22 12.2.5.3	2	2	2	NL	NL	NL	NL
E7A-13	Rótulos y unipolares	ASCE 7-22 15.6.10	1.5	1.5	1.5	NL	NL	NL	NL
E7A-14	Otras estructuras autoportantes, no cubiertas anteriormente		1.25	2	2.5	NL	NL	15	15

Notas tabla A-1:

- a: Puede aplicarse la sección 7.5.11.2 de esta Nota Aclaratoria
- b: Puede aplicarse la sección 7.5.11.3 de esta nota aclaratoria
- c: Puede aplicarse la sección 7.5.11.2, en especial el inciso "C", de esta nota aclaratoria
- d: marcos DI y BD son permitidos en estanterías de almacenamiento hasta una altura de 20m, 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 12m.

Nomenclatura tabla A-1:

- 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.

FIN DEL ANEXO A