



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
Y ENERGÍAS LIMPIAS

Capítulo de diseño por sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE versión 2015

**Créditos: 6
40 horas**

Objetivo

Identificar y aplicar los procedimientos y criterios para la construcción de espectros de diseño para el territorio mexicano para obtener las fuerzas sísmicas para las estructuras contempladas en el Capítulo de diseño por sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE versión 2015.

Dirigido

Dirigido a ingenieros (as), arquitectos (as) así como personal técnico especializado relacionados (as) con el diseño y cálculo de espectros de diseño sísmico, así como con el cálculo de las fuerzas sísmicas para estructuras tipo edificios y/o que estén relacionadas al sector energético de México.

Nota: Los instructores que imparten este curso formaron parte de la actualización del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE versión 2015

Temario

1. Espectros de diseño sísmico para el territorio mexicano

- 1.1 Introducción
- 1.2 Clasificación de las construcciones
- 1.3 Tipos de espectros de diseño sísmico
- 1.4 Temblores de diseño e importancia estructural
- 1.5 Caracterización del terreno de cimentación
- 1.6 Espectros de diseño sísmico transparente

2. Introducción a la dinámica estructural

- 1.1 Introducción
- 1.2 Ecuación del movimiento
- 1.3 Sistemas de varios grados de libertad
- 1.4 Temas avanzados

3. Caracterización de la respuesta estructural

- 3.1 Introducción
- 3.2 Clasificación de construcciones según su estructuración
- 3.3 Factor de amortiguamiento
- 3.4 Factor reductor por ductilidad
- 3.5 Factor reductor por sobrerresistencia

4. Estructuras tipo 1. Edificios

- 4.1 Espectros para diseño de estructuras tipo Edificio
- 4.2 Condiciones de regularidad
- 4.3 Elección del tipo de análisis
- 4.4 Método de análisis
- 4.5 Método simplificado
- 4.6 Método estático
- 4.7 Método dinámico
- 4.8 Revisión de estados límites



5. Estructuras tipo 2. Estructuras industriales

- 5.1 Clasificación de estructuras industriales
- 5.2 Modificación del espectro de diseño por amortiguamiento
- 5.3 Factor de comportamiento sísmico
- 5.4 Factor reductor por sobrerresistencia
- 5.5 Factor por redundancia
- 5.6 Criterios de análisis
- 5.7 Elección del tipo de análisis
- 5.8 Método estático
- 5.9 Método dinámico
- 5.10 Revisión de estados límites

6. Estructuras tipo 3. Péndulos invertidos y apéndices

- 6.1 Consideraciones generales
- 6.2 Péndulos invertidos
- 6.3 Apéndices

7. Estructuras tipo 4. Muros de retención

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Muros con desplazamiento activo
- 7.3 Muros con desplazamiento restringido
- 7.4 Presiones hidrodinámicas
- 7.5 Revisión por estabilidad

8. Estructuras tipo 5. Chimeneas, silos y similares

- 8.1 Consideraciones generales
- 8.2 Espectro de aceleración de rotación
- 8.3 Modificación del espectro de diseño por amortiguamiento
- 8.4 Factor de comportamiento sísmico
- 8.5 Factor de sobrerresistencia
- 8.6 Elección del tipo de análisis
- 8.7 Método estático
- 8.8 Método dinámico
- 8.9 Efecto del grano almacenado
- 8.10 Interacción suelo-estructura

9. Estructuras tipo 6. Tanques, depósitos y similares

- 9.1 Consideraciones generales
- 9.2 Factor de comportamiento sísmico
- 9.3 Factor de sobrerresistencia
- 9.4 Depósitos superficiales
- 9.5 Tanques elevados
- 9.6 Altura de onda
- 9.7 Interacción suelo-estructura

10. Estructuras tipo 10. Tuberías

- 10.1 Criterios generales
- 10.2 Clasificación de las tuberías
- 10.3 Elección del tipo de análisis
- 10.4 Tuberías sobre la superficie
- 10.5 Tuberías enterradas

11. Estructuras tipo 11. Torres de comunicación

- 11.1 Consideraciones generales
- 11.2 Modificación del espectro de diseño por amortiguamiento
- 11.3 Factor de comportamiento sísmico
- 11.4 Factor de sobrerresistencia
- 11.5 Torres de celosía autosoportadas
- 11.6 Mástiles de celosía con retenidas
- 11.7 Estructuras habilitadas sobre otras estructuras
- 11.8 Efectos de masas concentradas

12. Estructuras tipo 13. Aerogeneradores

- 12.1 Criterios generales
- 12.2 Espectro de aceleración rotacional
- 12.3 Amortiguamiento estructural
- 12.4 Factor de comportamiento sísmico
- 12.5 Factor de sobrerresistencia
- 12.6 Elección del tipo de análisis
- 12.7 Método estático
- 12.8 Método dinámico



Instructores



**M.I. Nicolás A. Melchor
García**

Ingeniero Civil, egresado del Instituto Tecnológico de Oaxaca (ITOX) en 1989. Maestro en Ingeniería Civil, con la especialidad en Geotecnia, por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Experiencia profesional: Desde 1992 colabora en la Gerencia de Ingeniería Civil del Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Ha escrito los siguientes artículos: "Desarrollo de un sistema para el diseño normalizado de cimentaciones superficiales de torres de transmisión".

Publicación para el XII Congreso Ingeniería Estructural, León Guanajuato, noviembre de 2000 (autor).

"Solución estructural al problema de hundimientos diferenciales en las tuberías superficiales de Venta de Carpio".



**Miguel Ángel Guzmán
Barriga**

Ingeniero Civil por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1988). Maestría en estructuras por la Universidad Nacional Autónoma de México, con la tesis "Solución de Problemas de Inelasticidad

Computacional con Elementos Finitos" (2003).

Experiencia profesional: Durante el primer semestre de 1991 se desempeñó como calculista de estructuras en la empresa MAC Ingeniería, ubicada en la Ciudad de México. De 1991 a 1996 laboró en el Departamento de Coordinación de Obras del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Desde 1996 labora en la Gerencia de Ingeniería Civil del Instituto de Investigaciones Eléctricas, en donde ha participado en la ejecución y dirección de proyectos diversos, entre los que se pueden citar los relacionados con la normalización del catálogo de torres de transmisión de la CFE, el análisis de integridad mecánica de ductos ubicados en suelos inestables, la simulación del comportamiento no lineal de estructuras, el desarrollo de aplicaciones estructurales de interés en el sector eléctrico incorporando el uso de nuevos materiales, la elaboración de guías para el diseño antisísmico de estructuras no convencionales, el manejo de deterioro por envejecimiento en infraestructura de obra civil, el desarrollo de proyectos de ingeniería para PEMEX, CFE y organismos privados, además de planear y coordinar diversos programas de capacitación para personal de la CFE, incluido el programa de maestría en ingeniería de obras civiles para transmisión y transformación, entre otros proyectos.

Ha publicado nueve artículos técnicos en congresos nacionales e internacionales.



**M.I.E. Jesús Salvador García
Carrera**

Ingeniero Civil del Instituto Tecnológico de Chilpancingo y Maestro en Ingeniería Estructural en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Experiencia profesional: Ingreso a la Gerencia de Ingeniería Civil en 2004 como becario del programa de Adiestramiento de Investigación Tecnológica. De 2004 a 2009 trabajo en distintas gerencias en el IIE dentro de los proyectos ingeniería de detalle para el diseño de una familia de subestaciones eléctricas, generación de modelos electrónicos en 3D y 2D de plataformas marinas par PEMEX y modelos electrónicos en 3D y 2D de obras civiles para la elaboración de bases técnico-económicas para PEMEX. En 2009, ingresa como investigador a la Gerencia de Ingeniería Civil participando en los siguientes proyectos: Actualización del Capítulo de Diseño por Sismo del MDOC-CFE, elaboración de una metodología para la evaluación de estructuras mayores y menores de subestaciones eléctricas de transmisión en el territorio mexicano, desarrollo de metodologías simplificadas para obtener el daño estimado en el sector eléctrico de CFE ante el impacto de ciclones tropicales y participación en diversos proyectos realizando ingeniería de detalle. Ha impartido cursos en el IMP, IPN e IIE relacionados con el Capítulo de Diseño por Sismo del MDOC-CFE en su versión 2008. Es autor y coautor de más de 10 artículos presentados en congresos nacionales, así como coautor de artículos internacionales.



**Dr. Luis Eduardo Pérez
Rocha**

Obtuvo el grado de licenciatura en Ingeniería Geofísica, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en 1986. Posteriormente, Maestría en Mecánica de Suelos, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Experiencia profesional: Actualmente es Investigador Nacional Vigente Nivel I. Ha sido profesor de asignatura en la Facultad de Ingeniería de la UNAM por más de 12 años (1986-1999). Ingresó al IIE en el 2004. Ha participado en 13 publicaciones técnicas relevantes, entre las que destacan "Predicción de intensidades sísmicas para el área metropolitana del valle de México". Cuadernos FICA, No 13, que recibió el Premio "José A. Cuevas" que otorga el Colegio de Ingenieros Civiles de México al mejor artículo técnico de Ingeniería Civil de 1997, y en el Capítulo de Diseño por Sismo. Manual de Obras Civiles, elaborado en Instituto el Instituto de Investigaciones Eléctricas para Comisión Federal de Electricidad, que será publicado en 2008.



**M.I. Juan Carlos Corona
Fortunio**

Ingeniero Civil de la Universidad Autónoma de Puebla con Maestría en Ingeniería Civil, en la especialidad de Estructuras por la Universidad Nacional Autónoma de México.



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL
CECSE**
CENTRO ESPECIALIZADO
DE CAPACITACIÓN PARA
EL SECTOR ENERGÍA

Experiencia profesional: Ingreso a la Gerencia de Ingeniería Civil en abril de 2005, desde entonces ha colaborado en proyectos relacionados con PEMEX y CFE. Las principales actividades en las que colabora son: revisión, análisis y diseño de estructuras especiales; estudios de vulnerabilidad estructural, diseño de subestaciones eléctricas, análisis de flexibilidades de tuberías y supervisión de obras, así como desarrollo de metodologías para interpolación de variables para la eficiencia energética de CENACE.

Actualmente, dirige el proyecto relacionado con las evaluaciones estructurales de diversos edificios del INEEL.



**M.I.E. Gualberto
Hernández Juárez**

Maestro en Ingeniería Estructural por la Universidad Autónoma Metropolitana. En el 2007 ingresó a la Gerencia de Ingeniería Civil (GIC) del Instituto Nacional de Electricidad y Energía Limpia (INEEL), donde ha participado en proyectos que se han desarrollado para CFE, relacionados con el análisis y diseño de estructuras de acero, concreto reforzado y concreto presforzado, diseño de subestaciones eléctricas, diseño de cimentaciones, diseño de estructuras de retención, evaluación de la integridad y reparación estructural y modelos numéricos para obtener trayectorias de ciclones tropicales. Es coautor del Capítulo de diseño por sismo del "Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE versión 2015", el cual es de aplicación nacional.