

ANÁLISIS SÍSMICO

1 Objetivos del curso

Proveer a los estudiantes y graduados de Ingeniería Civil con los conocimientos necesarios para:

- Comprender los distintos factores que influyen en la respuesta sísmica de las estructuras.
- Establecer criterios de diseño basados en la performance tanto para la respuesta en el rango elástico como inelástico de las construcciones.
- Comprender los métodos modernos para predecir y controlar la respuesta sísmica de las estructuras.
- Dimensionar y detallar las estructuras para alcanzar una performance sísmica satisfactoria con énfasis en los métodos innovadores de diseño sismorresistente.

2 Organización

2.1 Docentes

- Dr. Ing. Raul Bertero, Profesor Plenario de Mecánica del Sólido (rbertero@fi.uba.ar)
- Ing. Alejandro Lehmann Jefe de Trabajos Prácticos de Mecánica del Sólido II (alehmann@fi.uba.ar)

2.2 Carga horaria

- Clases: 16 clases de 4 horas en modalidad presencial y e-learning.
- La metodología de enseñanza consiste de clases teóricas donde se demuestran los fundamentos de disposiciones reglamentarias y se deducen las ecuaciones y las técnicas innovadoras de diseño sismorresistente a partir de los elementos aprendidos en Dinámica de Estructuras y Seguridad Estructural. Este aprendizaje teórico se combina con trabajos prácticos que incluyen el análisis del comportamiento sísmico de estructuras reales y todos los aspectos del diseño sísmico de un edificio ubicado en un sitio especificado.
- La formación práctica se desarrolla a través de trabajos prácticos realizados con el programa Mathcad. Se utiliza la capacidad del programa para la realización de análisis paramétricos evaluando distintas soluciones estructurales, Por cada clase se pide un trabajo práctico, en general relacionados entre sí a partir del análisis de la respuesta sísmica de una estructura real y el diseño sísmico de un edificio localizado en la ciudad de San Juan.

2.3 Evaluaciones

Se tomará una evaluación integradora al finalizar.

La nota estará formada en un 50% por los Trabajos Prácticos y un 50% por la nota de la evaluación integradora.

El curso termina con un examen integrador final oral en el que se presentan y defienden los resultados de los trabajos prácticos y las lecciones aprendidas.

3 Programa analítico

3.1 Aplicación de Dinámica de Estructuras de 1 GL al Análisis Sísmico en régimen lineal

- Conceptos fundamentales del diseño sísmico
- Dinámica de Estructuras de sistemas de 1 GL: espectros de desplazamientos, de pseudo-velocidades y de pseudo-aceleraciones.
- Obtención de la respuesta estructural lineal mediante diferencias finitas
- Sistemas de 1GL generalizado
- Método estático de diseño sísmico
- Ejemplo de comportamiento sísmico lineal de una estructura real de 1 GL (estacionamiento de ambulancias en California)

3.2 Aplicación de Dinámica de Estructuras de N GL al Análisis Sísmico en régimen elástico lineal

- Ecuaciones de equilibrio dinámico de sistemas de N GL
- Solución del sistema de ecuaciones diferenciales homogéneo: Frecuencias y modos naturales de vibración – amortiguamiento clásico
- Condiciones de ortogonalidad de los modos naturales
- Análisis Modal
- Análisis Modal Espectral – correlación entre máximos modales
- Ejemplos de estructuras de varios grados de libertad

3.3 Utilización de sistemas de 1 GL generalizado para el diseño preliminar de edificios para el control de daños no estructurales – Análisis Modal Espectral de edificios

- Presentación de un edificio de hormigón armado con estructura resistente de pórticos en una dirección y tabiques en la otra que será utilizado durante todo el curso como ejemplo para los distintos aspectos del diseño sísmico
- Utilización de una aproximación como 1 GL generalizado para el diseño preliminar del edificio en zona sísmica
- Análisis modal espectral del edificio considerado como un sistema de N GL
- Efecto de la torsión en edificios
- Efecto P-Delta en edificios

3.4 Aplicación de Dinámica de Estructuras de 1 GL al Análisis Sísmico en régimen no-lineal – Ductilidad – Ductilidad de estructuras de hormigón armado

- Ecuación de equilibrio dinámico de sistemas de 1 GL en régimen no lineal
- Definición de ductilidad

- Respuesta de sistemas de 1 GL en régimen no lineal usando diferencias finitas
- Ductilidad de estructuras de hormigón armado
- Reducción de las fuerzas de diseño sísmico por ductilidad
- Esfuerzos de corte. Efecto de columna corta
- Ejemplo de comportamiento sísmico no-lineal de una estructura real de 1 GL (estacionamiento de ambulancias en California)

3.5 Sismicidad y Espectro de diseño sísmico – Diseño sísmico basado en la performance – Selección del sismo de diseño

- Introducción a la sismología y la definición probabilística de sismicidad. Tipos de falla y teoría del rebote elástico. Intensidad de Mercalli y Magnitud de movimientos sísmicos. Riesgo sísmico y peligro sísmico
- Relaciones de atenuación en roca
- Efectos del tipo de suelo sobre la acción sísmica
- Definición de la probabilidad anual de superar un Parámetro de Diseño Ingenieril
- Definición de la forma del espectro de diseño
- Definición de los espectros de diseño para el edificio introducido en la Sección 3.3
- Diseño basado en la performance
- Selección de registros sísmicos reales para la verificación del comportamiento estructural

3.6 Diseño sísmico de pórticos de hormigón armado

- Comportamiento último de secciones de hormigón armado. Efectos del confinamiento y pandeo de barras en régimen no lineal. Efecto de los esfuerzos de compresión
- Deducción de los requisitos de armado por confinamiento de secciones de hormigón armado. Aplicación a vigas y columnas.
- Comportamiento al corte de secciones de hormigón armado antes cargas alternativas de gran intensidad
- Comportamiento de nudos de secciones de hormigón armado
- Diseño sísmico de una viga, una columna y un nudo de uno de los pórticos del edificio introducido en la Sección 3.3

3.7 Diseño sísmico de tabiques de hormigón armado

- Definición de tabiques de hormigón armado esbeltos y tabiques bajos
- Diseño de tabiques de hormigón armado esbeltos
- Diseño de tabiques de hormigón armado bajos
- Diseño sísmico de un tabique del edificio introducido en la Sección 3.3

3.8 Diseño de estructuras metálicas

- Factores de sobrerresistencia, amplificación de desplazamientos, reducción de fuerzas

- Pórticos, pórticos con arriostramiento diagonal, pórticos con arriostramiento excéntrico
- Modificación de las relaciones de compacidad de perfiles metálicos en zona sísmica.

3.9 Métodos innovadores de protección sísmica – Aislación de Base – Disipadores de energía

- Disipadores pasivos de energía. Viscodampers.
- Análisis del efecto de aislación de base como un sistema de varios GL
- Diseño de los aisladores
- Diseño de las instalaciones y fosa para asegurar el comportamiento aislado del edificio
- Ejemplos de estructuras reales
- Diseño basado en la performance con métodos innovadores

4 Material de estudio

4.1 Material de clase

El curso está organizado en clases desarrolladas en pantalla, las que serán grabadas y entregadas a los alumnos.

4.2 Bibliografía

Principal

- Chopra, A. Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering (2016) Fifth edition. Pearson
- Bozorgnia, Y. and Bertero, V. (2004) Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering. CRC Press

Adicional

- Publicaciones en Journals de estructuras sobre temas específicos que serán entregados según evolucione el curso y los requerimientos de los estudiantes.