

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño Estructural de Cimentaciones
Clave de la asignatura:	ICC-1012
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Civil

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura es importante dentro del perfil del ingeniero civil ya que le permite aplicar los conocimientos previos de las asignaturas de análisis estructural avanzado, diseño de elementos de acero y diseño de elementos de concreto reforzado, además de la normatividad vigente para el cálculo de diferentes estructuras de cimentación según las características de los suelos de desplante, las cargas aplicadas sobre ellos y de los diversos tipos de edificaciones que se presenten en su vida profesional. Permite conocer los distintos tipos de cimentaciones que puede utilizar un ingeniero civil, dependiendo de las características del terreno y la carga que se transmitirá a éste, lo que indicará el tipo de cimentación a utilizar.

También es importante la relación que tiene con la mecánica de suelos ya que es indispensable conocer la capacidad de carga del terreno, así como los esfuerzos y deformaciones a que se someterá por las cargas transmitidas por la superestructura

Intención didáctica

El temario consta de cuatro temas, el tema 1 corresponde a la introducción y definiciones, en donde se trata lo referente al objetivo e importancia que tiene la estructura de cimentación en una edificación sea esta una vivienda o un edificio de varios niveles. Se aborda también los tipos de cimentaciones que se tienen para resolver este tipo de problema, sean del tipo superficial o profundo indicando las características de cada uno y sobre todo cuando utilizar un tipo y cuando utilizar otro. Se trata también el aspecto de la interacción suelo-estructura para tomar en cuenta el aspecto de la deformación de los suelos demasiado flexibles en el diseño de la cimentación, por último se trata la forma en que se deben obtener las cargas a las que estaría sometida la estructura de cimentación para obtener los esfuerzos que se le transmitirán al terreno de cimentación.

En el tema 2 se aborda el diseño estructural de zapatas aisladas cuadradas y rectangulares, cabe aclarar que al decir diseño estructural se refiere a que el aspecto de la geotecnia ya es conocido por medio de la capacidad de carga y de la deformación esperada del suelo y la zapata aislada se calculará de acuerdo como lo indica la normatividad vigente, además se incluye el diseño de dados de cimentación, Por último se tratan aspectos relacionados con los detalles constructivos que servirán de base para la elaboración de los planos ejecutivos.

El tema 3 comprende el diseño estructural de zapatas corridas y combinadas, las que permiten soportar columnas, muros de concreto o de mampostería.

Por último, el tema 4 se aborda el diseño de losas de cimentación, en donde se tratan los métodos rígido convencional y el método flexible, en esta unidad se hace énfasis en la importancia que tiene la utilización de software de aplicación.

Es importante la motivación del estudiante, para lo cual se recomienda el uso de documentos escritos (informes técnicos, ponencias, informe de investigaciones, etc.) en donde se vea la importancia que

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

tiene esta asignatura en la carrera de ingeniería civil. La elaboración de mapas conceptuales para representar el procedimiento a seguir en el diseño de un determinado tipo de cimentación y la utilización de esquemas permite desarrollar las competencias de capacidad de análisis y síntesis, así como la organización y planificación.

La solución de problemas en clase, formando grupos pequeños, así como la discusión de la solución de estos en una plenaria ayudará a que el estudiante desarrolle competencias como la resolución de problemas y la toma de decisiones y la capacidad de análisis que le permitirán una transferencia adecuada con las asignaturas posteriores.

Para las prácticas, se resuelven problemas en clase y se utiliza como apoyo software educativo, el cual puede obtenerse de algunos textos de diseño estructural de cimentaciones o se pueden obtener de sitios en Internet los cuales, sería recomendable; que el docente indicará para estar seguros que la información contenida en ellos es confiable. La utilización y el manejo del software le ayudarán a la comprensión de los temas y comprobación de los resultados, permitiendo en el estudiante la familiarización con el software que se utiliza en esta área. Es altamente recomendable que el estudiante programe el procedimiento de cálculo de los diferentes tipos de cimentaciones en hojas de cálculo, lo que le permitirá agilizar la solución para estudiar y comprender el comportamiento con diferentes alternativas al cambiar datos básicos del cálculo, como la capacidad de carga, resistencia de los materiales, excentricidad de la carga, etc.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los

noviembre de 2013.	Apizaco, Cd. Victoria, Chetumal, Chilpancingo, Durango, Huixquilucan, La Paz, Matamoros, Nogales, Oaxaca, Oriente del Estado de Hidalgo, Tapachula, Tehuacán, Tepic, Tuxtepec.	Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chilpancingo, Durango y Tuxtepec.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Aplica los métodos de diseño de estructuras de concreto reforzado en el diseño de zapatas aisladas, corridas y losas de cimentación para diferentes tipos de edificaciones.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los procedimientos de las pruebas de granulometría y límites de consistencia a muestras de suelos gruesos y finos para la clasificación de suelos. • Aplica los métodos de distribución de momentos y deflexión pendiente para el análisis de vigas estáticamente indeterminados cuando se encuentra el sistema sometido a fuerzas en equilibrio estático • Aplica el método matricial de las rigideces o desplazamientos en vigas, marcos y armaduras planas para determinar las fuerzas de los elementos, cuando el sistema se encuentra sometido a fuerzas en equilibrio estático. • Aplica software profesional o versión estudiantil existente para la obtención de los elementos mecánicos de un sistema estructural.

6. Temario

No.	Nombre detemas	Subtemas
1	Introducción y definiciones	1.1 Objetivo de una cimentación 1.2 Tipos de cimentación 1.3 Interacción suelo-estructura 1.4 Obtención de cargas
2	Diseño de zapatas aisladas	2.1 Diseño estructural de una zapata cuadrada aislada. 2.2 Diseño estructural de una zapata rectangular aislada 2.3 Diseño de zapatas aisladas con contratrabe. 2.4 Diseño de zapatas aisladas de lindero con contratrabe. 2.5 Diseño de dados de cimentación 2.6 Detalles constructivos.
3	Diseño de zapatas corridas	3.1 Diseño estructural de zapatas que soportan muros de concreto y de mampostería. 3.2 Diseño estructural de zapatas corridas para dos columnas y para más de dos columnas. 3.3 Diseño de zapatas corrida con contratrabes 3.4 Detalles constructivos.
4	Diseño de losas de cimentación	4.1 Diseño estructural de losas de cimentación 4.2 Detalles constructivos.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.-Introducción y definiciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Comprende el objetivo y clasificación de las cimentaciones, su importancia, tipos de fallas que se presentan bajo ellas y los esfuerzos a los que están sometidas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>1- Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. Toma de decisiones. <p>2-Competencias interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica Trabajo en equipo <p>3-Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Habilidades de investigación Capacidad de aprender 	<p>Construir un mapa conceptual para indicar el objetivo y la importancia que tiene una cimentación en una edificación.</p> <p>Utilizar esquemas gráficos para explicar cómo se clasifican las cimentaciones de acuerdo con su profundidad de desplante.</p> <p>A través de un esquema gráfico indicar las hipótesis fundamentales para la obtención de los esfuerzos generados bajo las cimentaciones.</p> <p>Resolver problemas propuestos en el aula en equipos formados grupos pequeños.</p> <p>Discutir la solución de problemas propuestos en clase.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	
2.- Diseño de cimentaciones aisladas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña zapatas aisladas aplicando los criterios de diseño estructural conforme a los reglamentos de construcción vigentes.</p> <p>Genéricas:</p> <p>1- Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. <p>2-Competencias interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Capacidad de trabajar en equipo • Compromiso ético <p>3-Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones 	<p>Construir un diagrama de flujo utilizando la técnica de secuencia de tareas para organizar y planificar los pasos a seguir de acuerdo con la reglamentación vigente en el dimensionamiento de zapatas aisladas cuadradas y rectangulares.</p> <p>Resolver problemas de dimensionamiento (dimensionamiento en planta, peralte efectivo, armado por flexión, longitud de desarrollo y anclaje del armado, revisión por aplastamiento, etc.) de zapatas cuadradas y rectangulares propuestos en el aula en equipos formados por grupos pequeños.</p> <p>Discutir en clase, la solución de problemas propuestos en clase.</p> <p>Dibujar detalles constructivos donde se indiquen las dimensiones de la zapata, peralte, armado por flexión, longitud de desarrollo del acero, anclaje, etc.</p>
3.-Diseño de cimentaciones continuas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña zapatas corridas aplicando los criterios de diseño estructural conforme al reglamento de construcción vigente.</p> <p>Genéricas:</p> <p>1- Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. <p>2-Competencias interpersonales:</p>	<p>Construir un diagrama de flujo utilizando la técnica de secuencia de tareas para organizar y planificar los pasos a seguir de acuerdo con la reglamentación vigente en el dimensionamiento de zapatas corridas.</p> <p>Resolver problemas de dimensionamiento (dimensionamiento en planta, peralte efectivo, armado por flexión, longitud de desarrollo y anclaje del armado, revisión por aplastamiento, etc.) de zapatas que soportan muros tanto de concreto como de mampostería, de zapatas corridas, que soportan dos o más columnas, zapatas con contratraves propuestos en el aula en equipos formados grupos pequeños.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo <p>3-Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones 	<p>Discutir la solución de problemas propuestos en clase.</p> <p>Dibujar detalles constructivos donde se indiquen las dimensiones de la zapata, peralte, armado por flexión, longitud de desarrollo del acero, anclaje, etc.</p>
<p>4.- Diseño de losas de cimentación.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Diseña losas de cimentación aplicando los criterios de diseño estructural conforme a los reglamentos de construcción vigentes.</p> <p>Genéricas:</p> <p>1- Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. <p>2-Competencias interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Compromiso ético <p>3-Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender 	<p>Construir un diagrama de flujo utilizando la técnica de secuencia de tareas para organizar y planificar los pasos a seguir de acuerdo con la reglamentación vigente en el dimensionamiento de losas de cimentación.</p> <p>Resolver problemas de dimensionamiento (dimensionamiento en planta, peralte efectivo, armado por flexión, longitud de desarrollo y anclaje del armado, revisión por aplastamiento, etc.) de losas de cimentación en un medio rígido y flexible, propuestos en el aula en equipos formados grupos pequeños</p> <p>Discutir la solución de problemas propuestos en clase.</p> <p>Dibujar detalles constructivos donde se indiquen las dimensiones de la losa de cimentación, peralte, armado por flexión, longitud de desarrollo del acero, anclaje, etc.</p> <p>Construir un diagrama de flujo utilizando la técnica de secuencia de tareas para organizar y planificar los pasos a seguir de acuerdo con la reglamentación vigente en el dimensionamiento de losas de cimentación.</p> <p>Construir una tabla en donde indique los criterios de dimensionamiento de los diferentes tipos de losas.</p> <p>Discutir la solución de problemas propuestos en clase.</p> <p>Dibujar detalles constructivos donde se indiquen las dimensiones de la losa de cimentación, peralte, armado por flexión, longitud de desarrollo del acero, anclaje, etc.</p>

8. Prácticas

- Realizar visitas a obras en proceso de construcción de la cimentación.
- Realización de prácticas utilizando “software” (didáctico o profesional).

- Realizar programas computacionales para el diseño de cimentaciones.
- Utilizar o realizar modelos didácticos.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias.

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Autoevaluación.
- Coevaluación.

11. Fuentes de información

- Coduto, Donald P. Foundation Design: Principles and practices. Prentice Hall. 2^{da} edición, 2001.
- Crespo – Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones, Limusa.
- Bowles, Joseph E. Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill, 4^{ta} edición, 1988.
- Braja, M. Das. Shallow Foundations: Bearing capacity and settlement. CRC Press, 1999.
- Braja, M. Das. Principios de ingeniería de cimentaciones. Thompson, 2001.
- Braja, M. Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Thompson, 2001.
- Nilson, Arthur H., Winter, George. Diseño de estructuras de concreto McGraw-Hill, 11^a edición
- Meli Piralla, Roberto. Diseño estructural. Limusa.
- Macgregor, James G. & Wight, James K. Reinforced Concrete: Mechanics & Design. Prentice-Hall 4^{ta} Edición.

- Manual de Obras Civiles de la C.F.E. Diseño estructural de cimenciones. Capítulo C.2.2. México, 1981.
- Manual de Obras Civiles de la C.F.E. Cimentaciones. Capitulo B.2.4. México, 1981.
- Reglamento de Construcciones y sus respectivas Normas Técnicas del Estado.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, NTC del RCDF. UNAM instituto de Ingeniería, 2002.
- Reglamento de Construcciones del D.F./2004. Gaceta Oficial del Distrito Federal (29/Enero/2004).
- Notas Técnicas Complementarias (NTC) del Reglamento de Construcciones del D.F. Gaceta Oficial del Distrito Federal (06/Octubre/2004).
- Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural y Comentarios. ACI 318-2002. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A,C.