

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño de Elementos de Concreto Reforzado
Clave de la asignatura:	ICF-1011
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Civil

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En esta asignatura el estudiante desarrolla los criterios de diseño de elementos de concreto reforzado que intervienen en obras civiles.

El egresado será un profesional competente, con capacidad de análisis, iniciativa y creatividad para el diseño de obras de concreto reforzado en general, y estará en condiciones de desarrollar investigación.

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de ingeniería civil, la capacidad para diseñar y/o revisar elementos de concreto reforzado.

En esta asignatura se combina, la creatividad, la iniciativa y la toma de decisiones para el diseño de un elemento estructural de concreto reforzado, proporcionando las bases para asignaturas posteriores afines.

Intención didáctica

El temario consta de cinco temas; en el tema 1 se estudian las propiedades físicas y mecánicas del concreto y acero de refuerzo, criterios de diseño por esfuerzos de trabajo y resistencia última de acuerdo a los códigos de construcción vigentes.

El tema 2 comprende el estudio de vigas rectangulares simples y doblemente armadas, sección tipo T y L, considerando el rectángulo equivalente de esfuerzos de Whitney para la obtención de las ecuaciones de diseño, también se evalúan los efectos por fuerza cortante, longitudes de desarrollo y el cálculo de deflexiones.

En el tema 3 se trata el diseño de losas de concreto reforzado utilizando los métodos de Grashof-Marcus, así como los métodos por coeficientes utilizados por los reglamentos de construcción vigentes, estos métodos permiten determinar los momentos flexionantes máximos que son la base para el diseño por los métodos de esfuerzos de trabajo y resistencia última.

En el tema 4 a partir de los diagramas esfuerzo-deformación del concreto y acero de refuerzo se construyen diagramas de interacción carga-momento (P-M), los cuales definen el comportamiento de una columna sujeta a cualquier combinación P-M, estos diagramas definen la curva o superficie de falla de las columnas y a partir de éstas se realiza la revisión de las columnas, tomando en cuenta el efecto de esbeltez.

Por último, el tema 5 comprende la elaboración de un proyecto de asignatura siendo este tema la parte fundamental de la competencia específica de la asignatura.

En esta asignatura se recomienda para motivar al estudiante de Ingeniería Civil, el uso de materiales

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

escritos en donde se enfatiza la importancia de la asignatura en el desarrollo de los diferentes dominios o campos de la Ingeniería, la elaboración de ensayos o esquemas gráficos de los escritos es una muy buena herramienta que le permitirá al estudiante el desarrollo de las competencias genéricas y el aprendizaje de las competencias específicas.

Para la solución de problemas en clase, se recomienda formar grupos pequeños de estudiantes, así como la discusión en la solución de éstos en una plenaria, ayudará a que el estudiante desarrolle habilidades que le permita una transferencia adecuada en las diversas áreas de la Ingeniería Civil.

Para las prácticas se resuelven problemas y se utilizan como apoyo software educativo, los cuales pueden ser los que se incluyen en algunos textos de Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado así como la elaboración de software desarrollado por los estudiantes. La utilización y el manejo del software ayudarán a la comprensión de los temas y comprobación de los resultados, permitiendo en el estudiante la familiarización con software en esta área.

El orden de las actividades de aprendizaje como parte fundamental en el diseño de la Estrategia didáctica diseñada por el docente, ayudará a fomentar aprendizajes significativos, para esto, se sugiere que las actividades comprendan problemas que estén relacionados con las áreas de la Ingeniería Civil, ya que con esto el estudiante se encontrará motivado para desarrollar nuevos aprendizajes que le permitan involucrarse en la solución de los problemas relacionados con su profesión.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo, y entienda que está construyendo su futuro y en consecuencia debe actuar de manera profesional y ética; de igual manera debe apreciar la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo, desarrollar la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.</p>	<p>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</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Civil, Licenciatura en Biología y Arquitectura.</p>

	Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Cd. Victoria, Chetumal, Chilpancingo, Durango, Huixquilucan, La Paz, Matamoros, Nogales, Oaxaca, Oriente del Estado de Hidalgo, Tapachula, Tehuacán, Tepic, Tuxtepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los 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
Diseña y/o revisa elementos de concreto, sujetos a diferentes tipos de solicitaciones mecánicas y deformaciones, generadas por las cargas a las que va a estar sometida durante su vida útil, de acuerdo a los reglamentos y especificaciones vigentes.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica el método de distribución de momentos para el análisis de vigas. • Aplica el método de las rigideces matricial para el análisis estructural. • Conoce e interpreta los elementos mecánicos y desplazamientos lineales y angulares en estructuras

estáticamente determinadas e indeterminadas, utilizando software educativo y profesional para el análisis estructural.

- Interpreta y construye diagramas de los elementos mecánicos.

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1.	Conceptos generales	1.1. Concreto reforzado 1.2. Criterios de diseño 1.3. Análisis de cargas por gravedad
2.	Diseño de vigas	2.1. Secciones simplemente armadas 2.2. Secciones doblemente armadas 2.3. Secciones T y L 2.4. Adherencia y anclaje 2.5. Tensión diagonal 2.6. Deflexiones
3.	Diseño de losas	3.1. Clasificación y tipo de análisis 3.2. Losas en una dirección 3.3. Losas en dos direcciones
4.	Diseño de columnas	4.1. Tipos de columnas 4.2. Cuantía máxima y mínima de acero 4.3. Construcción del diagrama de interacción carga-momento 4.4. Efectos de esbeltez
5.	Aplicación a proyectos	5.1. Responsiva estructural 5.2. Memoria de diseño estructural 5.3. Especificaciones y detalles constructivos estructurales

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Conceptos generales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce las propiedades mecánicas para el concreto y acero de refuerzo. • Reconoce los criterios de diseño estructural conforme a los reglamentos vigentes. • Realiza el análisis y bajada de cargas de sistemas estructurales para el análisis estructural. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Habilidades en el uso de las tecnologías de 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir un mapa conceptual de las propiedades mecánicas de los materiales que intervienen en el concreto reforzado. • En equipos de trabajo analizar en el aula los reglamentos vigentes de diseño de estructuras de concreto y sus adecuaciones a la región. • Elaborar un esquema donde se indiquen las características de los métodos de diseño por esfuerzos de trabajo y diseño por resistencia última.

<p>la información y de la comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación • Capacidad de trabajo en equipo 	
2. Diseño de vigas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña y/o revisa vigas por flexión y cortante conforme a los reglamentos de construcción vigentes.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar un informe de las ecuaciones para la obtención del momento de agrietamiento, momento de fluencia y momento nominal, utilizando los diagramas idealizados esfuerzo-deformación del concreto y acero de refuerzo. • Realizar un problemario en donde aplique las ecuaciones de diseño por flexión de acuerdo al reglamento de construcción para el diseño de vigas rectangulares simplemente armadas y doblemente armadas. • Presentar un informe para la obtención de las ecuaciones de diseño de vigas T, L, utilizando el rectángulo equivalente de esfuerzos de Whitney • Realizar un problemario para el diseño de elementos sujetos a fuerza cortante. • Realizar un problemario para el cálculo de las longitudes de desarrollo y deflexiones conforme a los criterios de reglamentos de construcción.
3. Diseño de losas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña losas macizas en una y en dos direcciones conforme a lo establecido en los reglamentos de construcción vigentes.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar cuadro sinóptico de los diferentes tipos de losas. • Realizar un problemario de diversos tipos de losas utilizando el método de Grashof-Marcus, • Resolver problemas en el aula de sistemas de losas en una dirección. • Resolver problemas en el aula de sistemas de losas en dos direcciones indicando los criterios de diseño.
4. Diseño de columnas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construir un mapa conceptual de los

<p>Diseña columnas de acuerdo a los reglamentos de construcción vigentes. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad de investigación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas 	<p>diferentes tipos de columnas, así como su clasificación de acuerdo a los reglamentos de construcción vigentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir un mapa de conceptos sobre las especificaciones de los esfuerzos utilizados en el diseño. • Construir diagramas de interacción carga-momento, para utilizarlas en el diseño y revisión. • Realizar un problemario de columnas sujetas a flexión biaxial aplicando las ayudas de diseño de los reglamentos de construcción (PCA, ASCE y otros)
<p>5. Aplicación a proyectos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Elabora la memoria de diseño estructural que incluya: vigas, columnas y losas; así como interpreta y dibuja los planos constructivos y de detalle Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar a partir de un proyecto arquitectónico la estructuración para el análisis estructural • Utilizar los reglamentos de construcción para el pre-dimensionamiento del sistema estructural (vigas, columnas, losas) • Elaborar la memoria de diseño estructural y los planos constructivos y de detalle.

8. Prácticas

- A partir de las ecuaciones de diseño, elaborar programas de computadora.
- Manejo de software de diseño de elementos de concreto reforzado.

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; debe incluir autoevaluación, coevaluación y evaluación. El desempeño del estudiante en cada una de las actividades de aprendizaje, puede considerarse a partir de los instrumentos como:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de las mismas.
- 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.
- Problemario correspondiente a cada una de los temas.
- El proyecto de diseño estructural.

Se sugiere como herramientas para la evaluación:

- Portafolio de evidencias.
- Lista de cotejo.
- Rúbricas.

11. Fuentes de información

- American Concrete Institute. Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural y Comentarios. ACI 318-99, IMCYC.
- Arroyo Matus Roberto e Isidro Alvarado Román M.. *Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado. Jaguar*. Ed. IMCYC 2008.
- González Cuevas, Oscar M. y Robles Fernández-Villegas Francisco. Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado. Limusa, 3ra. edición, 1995.
- Mc Cormac, Jack C., James K. Nelson. Design of Reinforced Concrete. Addison – Wesley.
- Nawy, Edward G. Reinforced Concrete: A Fundamental Approach. USA, Prentice Hall, third edition, 1996.
- Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. México, 2004.
- Park y Gamble. Losas de Concreto Reforzado. Limusa.
- Portland Cement Association. Diseño de Edificios de Concreto de poca Altura, México: LIMUSA, 1990.
- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. 2004.
- Wang, Chu-Kia, Wayne – Anderson. Reinforced Concrete Design. Wiley, 6ta. edición.