

### 1. Datos Generales de la asignatura

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Nombre de la asignatura:</b> | <b>Diseño de elementos de acero</b> |
| <b>Clave de la asignatura:</b>  | <b>ICF-1010</b>                     |
| <b>SATCA<sup>1</sup>:</b>       | <b>3-2-5</b>                        |
| <b>Carrera:</b>                 | <b>Ingeniería Civil</b>             |

### 2. Presentación

#### Caracterización de la asignatura

En esta asignatura se desarrollan los criterios de diseño de elementos de acero, proporcionando las bases para participar en proyectos estructurales integradores, aportando al perfil del ingeniero civil la capacidad de diseñar estructuras de acero.

#### Intención didáctica

El contenido está organizado en seis temas, el primero trata sobre el comportamiento y propiedades mecánicas del acero estructural, así como de los reglamentos y criterios de diseño. Se estudia la gráfica esfuerzo-deformación del acero para conocer las propiedades mecánicas utilizadas en el diseño estructural.

Los temas dos, tres y cuatro tratan sobre el diseño de elementos en forma individual: tensión, compresión, flexión, flexo tensión y flexo compresión. Se sugiere que al tratar cada uno de estos temas primero se vean los fundamentos de cada caso, así como las ecuaciones establecidas para comentar y analizar las especificaciones reglamentarias concluyendo con el diseño de los elementos.

En el tema cinco se estudia el diseño de las conexiones y sus detalles constructivos.

En el tema seis se considera una actividad integradora de las unidades anteriores donde el estudiante desarrolla un proyecto de una estructura de acero.

Se sugiere usar el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), así como sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, También, especificaciones del IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción del Acero), especificaciones del AISC (American Institute of Steel Construction), LRFD (Load and Resistance Factor Design ), ASD (Allowable Stress Design) y otros.

Se recomienda que para cada tema, el estudiante lea e interprete el reglamento para que lo comente y discuta con el docente, relacionando en todos los casos la teoría general y especificaciones de reglamento. Finalmente, el estudiante realizará problemas de diseño.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| <b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>                     | <b>Participantes</b>  | <b>Evento</b>   |
|--|---|---|
| Instituto Tecnológico de Chetumal del 19 al 23 de octubre de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, | 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 |

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.   | Arquitectura.   |
| Instituto Tecnológico de Oaxaca del 8 al 12 de marzo de 2010.           | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>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 noviembre de 2013. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>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:<br>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:<br>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.<br>Representantes de Petróleos | Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.   |

|  |                    |  |
|--|--------------------|--|
|  | Mexicanos (PEMEX). |  |
|--|--------------------|--|

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia específica de la asignatura

Diseña los elementos estructurales de acero, sujetos a diferentes solicitaciones utilizando los criterios de diseño conforme a la normatividad vigente.

#### 5. Competencias previas

- Resuelve problemas de deflexiones en vigas con métodos geométricos para diferentes condiciones de carga y apoyo.
- Resuelve problemas de deflexiones en vigas, marcos, armaduras y arcos de tres articulaciones utilizando métodos energéticos que le permitan conocer las deflexiones en cualquier punto del sistema estructural.
- Construye diagramas de líneas de influencia en vigas simples para determinar el efecto máximo producido por un tren de cargas móviles.
- Utiliza software de ingeniería estructural para determinar e interpretar las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flexionantes en un sistema estructural.

#### 6. Temario

| No. | Nombre de temas                   | Subtemas   |
|-----|-----------------------------------|--|
| 1   | Conceptos generales               | 1.1 El acero estructural<br>1.2 Reglamentos y especificaciones de diseño<br>1.3 Criterios de diseño<br>1.4 Análisis de cargas por gravedad<br>1.5 Combinaciones de acciones  |
| 2   | Elementos en tensión y compresión | 2.1 Área neta efectiva<br>2.2 Diseño de elementos a tensión<br>2.3 Longitud efectiva de pandeo<br>2.4 Diseño de elementos en compresión  |
| 3   | Diseño de vigas                   | 3.1 Método de esfuerzos de trabajo<br>3.2 Método de factores de carga y resistencia<br>3.3 Método plástico<br>3.3 Aplicaciones a vigas   |
| 4   | Diseño de columnas                | 4.1 Diagramas de interacción<br>4.2 Efecto de esbeltez y amplificación de momentos<br>4.3 Comportamiento de elementos flexo comprimidos en marcos restringidos y no restringidos lateralmente.<br>4.4 Diseño de vigas-columnas<br>4.5 Diseño de placas de base para columnas |
| 5   | Diseño de conexiones              | 5.1 Conexiones atornilladas<br>5.2 Conexiones soldadas   |
| 6   | Aplicación a proyectos            | 6.1 Responsiva estructural<br>6.2 Memoria descriptiva del diseño de los  |

|  |  |
|--|--|
|  | elementos y conexiones.<br>6.3 Especificaciones y detalles constructivos estructurales |
|--|--|

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

| 1. Conceptos generales   |  |
|--|--|
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s): Reconoce el comportamiento mecánico del acero estructural y sus propiedades mecánicas, así como los criterios de diseño basados en la normatividad vigente para el diseño de elementos de acero.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación sobre las estructuras de acero generando una tabla comparativa entre las estructuras de acero y las de concreto.</li> <li>• Analizar la gráfica esfuerzo-deformación del comportamiento mecánico a tensión para diferentes grados de acero, así como los diferentes parámetros que definen su comportamiento.</li> <li>• Presentar una tabla comparativa de los diferentes criterios de diseño estableciendo sus diferencias.</li> <li>• Presentar una tabla de las especificaciones de los diferentes códigos vigentes en el diseño de estructuras de acero.</li> <li>• Identificar los perfiles comerciales generando una tabla.</li> <li>• Resolver un problemario que comprenda el diseño de elementos utilizando el método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD).</li> </ul> |
| 2. Elementos en tensión y compresión   |  |
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s): Diseña elementos sometidos a tensión y compresión axial aplicando la normatividad vigente, generando los croquis estructurales de detalle.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A través de la elaboración de un esquema gráfico (mapa de conceptos, mapa mental, cuadro sinóptico) explica las diferencias entre elementos a tensión y compresión.</li> <li>• Elaborar una memoria de cálculo de secciones netas y efectivas.</li> <li>• Resolver un problemario para el diseño de elementos a tensión y compresión.</li> <li>• Elaborar una tabla en donde represente la longitud efectiva de columnas con diferentes tipos de apoyos.</li> <li>• Diseñar elementos a compresión.</li> <li>• Resolver un problemario para el diseño de placas base.</li> </ul>  |
| 3. Diseño de vigas   |  |
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s): Diseña elementos sometidos a flexión y cortante aplicando la normatividad</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir un mapa conceptual del comportamiento elástico y plástico utilizando</li> </ul>   |

|  |  |
|--|--|
| <p>vigente, generando los planos estructurales de detalle.<br/>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> </ul>   | <p>la gráfica esfuerzo-deformación del acero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y elaborar una tabla de las propiedades geométricas de las secciones de los perfiles comerciales.</li> <li>• Resolver un problemario para el diseño de vigas por flexión y cortante utilizando la normatividad vigente.</li> </ul>   |
| <p>4. Diseño de columnas</p>   |  |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>  |
| <p>Específica(s): Construye y aplica los diagramas de interacción carga-momento para su diseño o revisión considerando los criterios de diseño vigentes.<br/>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diagramas de interacción generando un diagrama para discutirlo en clase.</li> <li>• Investigar el comportamiento de elementos sujeto a flexocompresión para su discusión en clase.</li> <li>• Investigar y elaborar un informe del efecto de esbeltez y factores de amplificación de momentos debido a efectos de segundo.</li> <li>• Realizar un problemario de elementos sujetos a flexocompresión utilizando los diagramas de interacción.</li> </ul>   |
| <p>5. Diseño de conexiones</p>   |  |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>  |
| <p>Específica(s): Diseña conexiones atornillas y soldadas de acuerdo con la normatividad vigente para generar la memoria estructural y planos de detalle.<br/>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diferentes tipos de conexiones generando un cuadro comparativo para discutirlo en clase.</li> <li>• Construir una tabla de características geométricas y mecánicas de los tornillos para su discusión en clase.</li> <li>• Construir una tabla que especifique las características mecánicas de la soldadura, y las normas a utilizar.</li> <li>• Realizar un problemario para el diseño de conexiones viga-columna, atornilladas y/o soldadas.</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| • Capacidad de aprender   |  |
| <b>6. Aplicación a proyectos</b>  |  |
| <b>Competencias</b>   | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |
| <p>Específica(s): Elabora el proyecto y memoria de cálculo de vigas, columnas y conexiones, para su interpretación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar un proyecto arquitectónico para su estructuración y diseño.</li> <li>• Elaborar la memoria de cálculo y los planos de detalles estructurales.</li> <li>• Investigar y elaborar un reporte de la figura del Director Responsable de Obra y el corresponsable estructural indicando sus responsabilidades de acuerdo al reglamento de construcción vigente.</li> </ul> |

### 8. Prácticas

- Probar los esfuerzos por inestabilidad en un elemento a compresión.
- Comprobar con un modelo de viga a escala, el comportamiento de la misma, sujeta a diferentes tipos de carga.

### 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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

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:

- Actividades académicas dirigidas que incluyan (documentos escritos (ensayos, mapas de conceptos, mapas mentales, cuadros sinópticos).
- Entrega de problemario (Problemas propuestos en el aula y problemas resueltos por equipo en clase)

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de conceptos teóricos y declarativos.
- Autoevaluación y coevaluación

### 11. Fuentes de información

- Galambos & Lin & Johnston, *Diseño de estructuras de acero con LRFD*, Ed. Prentice Hall
- Jack C. McCormac, *Diseño de estructuras de acero LRFD*, Ed. Alfaomega
- *Manual de Construcción en Acero*. Tomos I y II. IMCA (Instituto Mexicano de la Construcción en acero).
- Oscar de Buen López de Heredia, *Estructuras de acero. Comportamiento y diseño*. Ed. Limusa
- Reglamentos: AISC, LRFD, AREA, AASHTO, RCDF, AWS Manual de Obras Civiles de la CFE
- Willian T. Seguí, *Diseño de estructuras de acero con LRFD*, Thomson editores