

PROGRAMA DE CURSO DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Diseño de estructuras de acero	Código	CI5122	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Structural Steel Design</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X	Electivo			
Requisitos	CI3211: Ingeniería estructural, CI4112: Ingeniería de materiales					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes verifiquen y diseñen elementos estructurales de acero sometidos a diversos esfuerzos y deformaciones obtenidas del análisis del modelo estructural, considerando las propiedades mecánicas del material y modelos de resistencia a cada esfuerzo.

Para ello, aplican las ecuaciones de diseño, utilizando factores de carga, seguridad y resistencia para representar la incertidumbre inherente a una obra de ingeniería.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

CEE6: Concebir, analizar, diseñar y construir infraestructura resiliente y sustentable, utilizando materiales tradicionales y nuevos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2, CEE6	RA1: Determina las propiedades del acero relevantes para el diseño de estructuras de este material, considerando las diferencias respecto de otros materiales, en términos de serviciabilidad, resistencia, durabilidad, estabilidad, constructibilidad y funcionalidad.
	RA2: Verifica y diseña elementos estructurales de acero sometidos a diversos esfuerzos y deformaciones obtenidas del análisis del modelo estructural, considerando las propiedades mecánicas del material y modelos de resistencia a cada esfuerzo.
CE4	RA3: Aplica las ecuaciones de diseño, utilizando factores de carga, seguridad y resistencia para representar la incertidumbre inherente a una obra de ingeniería.
CE2, CEE6	RA4: Verifica las conexiones de elementos estructurales de acero sometidas a diversos esfuerzos obtenidos del análisis de un modelo estructural.
CEE6	RA5: Identifica y analiza las principales tipologías de estructuras de acero considerando el comportamiento de sus miembros o elementos estructurales (flexión, esfuerzo axial, corte, torsión).

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6: Justifica por escrito las decisiones tomadas para resolver un problema de diseño o de verificación de este, considerando el uso de un lenguaje objetivo, claro y preciso que dé cuenta de los resultados, basándose en la técnica y la teoría, en el contexto de las evaluaciones.
CG1, CG2	RA7: Lee textos académicos, profesionales y normativos, en inglés y español, para extraer conceptos, y fórmulas, aplicables a la construcción y diseño de soluciones asociados al diseño de estructuras de acero.
CG3	RA8: Trabaja en sus actividades de manera responsable y honesta, para demostrar, por una parte, respeto por los acuerdos, entregas y plazos y, por otra, capacidad para reflexionar sobre las consecuencias de decisiones profesionales en el diseño de estructuras de acero.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA5	El acero estructural	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Proceso de fabricación del acero estructural. 1.2. Características generales del acero estructural. 1.3. Tipos de acero estructural. 1.4. Tipos de elementos de acero estructural y estructuras de acero. Importancia y características de un buen diseño de estructuras de acero. 1.5. Pernos y soldadura. Principales modos de falla.		El/la estudiante: 1. Identifica las propiedades principales del acero estructural, así como su proceso de fabricación. 2. Clasifica los tipos de acero estructural, según las normas de especificación (resistencia y deformación). 3. Identifica los tipos de elementos de acero estructural y los distintos sistemas estructurales. 4. Identifica las propiedades de materiales usados en conexiones y sus modos de falla.	
Bibliografía de la unidad		[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 2, 4 y 5]. [AISC360, Cap. A, B y J]. [NCh427/1, Cap. A, B y J].	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3, RA6, RA7	Fundamentos del diseño en acero	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Filosofías de diseño: 2.1.1. Método de diseño por tensiones admisibles (ASD). 2.1.2. Método de diseño por factores de carga y resistencia (LRFD). 2.2. Especificaciones y normas para el diseño de estructuras de acero.		El/la estudiante: 1. Utiliza los métodos de diseño por LRFD y ASD, comprendiendo el significado e importancia de los factores de carga, seguridad y reducción de resistencia. 2. Identifica especificaciones y normas para el diseño de estructuras de acero, considerando su aplicabilidad a tipos de elementos de acero.	
Bibliografía de la unidad		[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 1] [AISC, Cap. B] [NCh427/1, Cap. B]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4, RA6, RA7, RA8	Diseño para tracción	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Elementos en tracción: uso, tipos de secciones que se usan. 3.2. Modos de falla y resistencia nominal asociadas: fluencia del área bruta, fractura del área neta efectiva. 3.3. Conexiones para elementos en tracción y modos de falla: fractura, aplastamiento, desgarramiento y bloque de corte.		El/la estudiante: 1. Identifica modos de falla de elementos en tracción, considerando la geometría del elemento estructural. 2. Calcula la resistencia asociada a los modos de fallas en tracción, considerando las propiedades del material y modelos de resistencia. 3. Diseña elementos en tracción, considerando la resistencia calculada y los resultados del modelo de análisis estructural. 4. Verifica conexiones para elementos en tracción, considerando las propiedades del material y los elementos conectores y la geometría de la conexión. 5. Justifica por escrito el diseño propuesto, respaldando sus resultados en aspectos técnicos y teóricos, y usa para ello textos profesionales y normativos. 6. Actúa de manera responsable y honesta,	



	<p>considerando la elaboración de trabajos originales, sin incurrir en plagio, cumpliendo las condiciones y plazos.</p> <p>7. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta de diseño de estructuras de acero, considerando sus efectos sobre el medio construido y las personas.</p>
Bibliografía de la unidad	<p>[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 3 y 13] [AISC, Cap. B, D y J] [NCh427/1, Cap. B, D y J]</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4, RA6, RA7, RA8	Diseño para compresión	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Elementos en compresión: uso, tipos de secciones que se usan.</p> <p>4.2. Modos de falla y resistencia nominal asociadas: fluencia en compresión, pandeo global (flexural, torsional o flexotorsional) y local,</p> <p>4.3. Conexiones para elementos en compresión y modos de falla: pandeo, aplastamiento, desgarramiento.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifica modos de falla de elementos en compresión, considerando la geometría del elemento estructural. Calcula la resistencia asociada a los modos de fallas en compresión, considerando las propiedades del material y modelos de resistencia. Diseña elementos en compresión, considerando la resistencia calculada y los resultados del modelo de análisis estructural. Verifica conexiones para elementos en compresión, considerando las propiedades del material y los elementos conectores y la geometría de la conexión. Justifica por escrito el diseño propuesto, respaldando sus resultados en aspectos técnicos y teóricos, y usa para ello textos profesionales y normativos. Actúa de manera responsable y honesta, considerando la elaboración de trabajos originales, sin incurrir en plagio, cumpliendo las condiciones y plazos. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta de diseño de estructuras de acero, considerando sus efectos sobre el medio construido y las personas. 	
Bibliografía de la unidad		<p>[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 6 y 8] [AISC Cap. C y E] [NCh427/1 Cap. C y E] [NCh427/2 Cap. B y C]</p>	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA3, RA4, RA6, RA7, RA8	Diseño para flexión y corte	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1.Elementos en flexión y corte: uso, tipos de secciones que se usan.</p> <p>5.2. Modos de falla en flexión y resistencia nominal asociadas: plastificación, volcamiento, pandeo local, fallas bajo cargas concentradas.</p> <p>5.3.Modos de falla en corte y resistencia nominal asociadas: plastificación, pandeo del alma, campo de tracciones.</p> <p>5.4.Deformaciones por flexión: deformaciones admisibles bajo condiciones de servicio.</p> <p>5.5.Conexiones para elementos en flexión y corte y modos de falla: fluencia, fractura, aplastamiento, desgarramiento, bloque de corte.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica modos de falla de elementos en flexión y corte, considerando la geometría del elemento estructural. 2. Calcula la resistencia asociada a los modos de fallas en flexión y corte, considerando las propiedades del material y modelos de resistencia. 3. Diseña elementos en flexión y corte, considerando la resistencia calculada y los resultados del modelo de análisis estructural. 4. Verifica la rigidez requerida de elementos en flexión considerando las deformaciones admisibles. 5. Verifica conexiones para elementos en flexión y corte, considerando las propiedades del material y los elementos conectores y la geometría de la conexión. 6. Justifica por escrito el diseño propuesto, respaldando sus resultados en aspectos técnicos y teóricos, y usa para ello textos profesionales y normativos. 7. Actúa de manera responsable y honesta, considerando la elaboración de trabajos originales, sin incurrir en plagio, cumpliendo las condiciones y plazos. 8. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta de diseño de estructuras de acero, considerando sus efectos sobre el medio construido y las personas. 	
Bibliografía de la unidad		<p>[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 7, 8, 9, 10 y 11] [AISC Cap. F, G y J] [NCh427/1 Cap. F, G y J]</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA2, RA3, RA6, RA7, RA8	Diseño para esfuerzos combinados	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>6.1.Elementos bajo esfuerzos combinados: uso, tipos de secciones que se usan.</p> <p>6.2.Modos de falla y resistencia nominal bajo esfuerzos combinados: compresión y flexión, tracción y flexión. Flexión biaxial.</p> <p>6.3.Demanda sobre elementos bajo esfuerzos combinados, considerando efectos de segundo orden.</p>		<p>El/ la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica modos de falla de elementos bajo esfuerzos combinados, considerando la geometría del elemento estructural. 2. Calcula la resistencia de elementos bajo esfuerzos combinados, considerando la resistencia nominal para cada esfuerzo, por separado. 3. Calcula la demanda sobre elementos bajo esfuerzos combinados, considerando los resultados del análisis estructural y los efectos de segundo orden. 4. Diseña elementos bajo esfuerzos combinados, considerando la resistencia y demanda calculadas. 5. Justifica por escrito el diseño propuesto, respaldando sus resultados en aspectos técnicos y teóricos, y utiliza para ello textos profesionales y normativos. 6. Actúa de manera responsable y honesta, considerando la elaboración de trabajos originales, sin incurrir en plagio, cumpliendo las condiciones y plazos. 7. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta de diseño de estructuras de acero, considerando sus efectos sobre el medio construido y las personas. 	
Bibliografía de la unidad		<p>[Salmon, Johnson & Mahlas, Cap. 12] [AISC Cap. H] [NCh427/1 Cap. H]</p>	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clases expositivas:** se presentan en cada sesión de clases los contenidos y el propósito de aprendizaje para la clase; el estudiante analiza los conceptos fundamentales tratados y luego aplica dichos aprendizajes a ejemplos nuevos o problemas que se le presentan.
- **Resolución de problemas:** a partir de ejemplos de problemas que se le presentan a los y las estudiantes analizan aspectos conceptuales y prácticos asociados al diseño o verificación de estructuras de acero, proponiendo soluciones a los problemas que se le plantean.
- **Análisis de literatura especializada:** en el contexto de una participación activa de los y las estudiantes revisan y leen textos profesionales y normativos para extraer conceptos, y fórmulas, aplicables a la construcción y diseño de soluciones asociados al diseño de estructuras de acero.

Opcionalmente se podrán aplicar otras estrategias de enseñanza - aprendizaje entre las que se pueden mencionar:

- **Charlas:** donde especialistas en temas pueden presentar aspectos relacionados al diseño de estructuras de acero desde una perspectiva profesional.
- **Salidas a terreno:** donde los y las estudiantes podrán ver el proceso de producción del acero, y los procesos de fabricación o montaje de estructuras de acero.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre se presentarán al curso las estrategias de evaluación propuestas, indicando tipos, cantidad y ponderaciones de las evaluaciones.

Para esta propuesta se podrían considerar las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones parciales (controles): con este tipo de evaluaciones se busca evaluar si el estudiante a partir de problemas o ejercicios que se le presentan, es capaz de utilizar los conceptos teóricos y prácticos trabajados en las unidades y dar soluciones pertinentes. 	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5
<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios y/o tareas: con estas estrategias de evaluación se evalúa la resolución de problemas asociada al diseño y verificación de estructuras de acero, con sus 	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8

<p>respectivos cálculos, resultados y justificación por escrito de las decisiones técnicas y profesionales que los y las estudiantes deben alcanzar; esto incluye resolver problemas, el justificar por escrito con argumentos claros y precisos sobre las decisiones tomadas y la lectura de textos profesionales y normativos.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Examen: evalúa de manera integradora los aprendizajes alcanzados por los y las estudiantes en el curso, declarados como resultados de aprendizaje. 	<p>Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5</p>

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] [Salmon, Johnson & Malhas]
Charles G. Salmon, John E. Johnson & Faris A. Malhas. (2009) "Steel Structures: Design and Behavior, 5th Edition", Pearson.
- [2] [NCh427/1]
NCh427/1:2016 Estructuras de acero - Parte 1: Requisitos para el cálculo de estructuras de acero para edificios. Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [3] [NCh427/2]
NCh427/2:2019 - Estructuras de acero - Parte 2: Diseño de miembros estructurales de acero conformados en frío, Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.
- [4] [AISC 360]
ANSI/AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois.

Bibliografía complementaria:

- [5] [Bowles]
Bowles, J. E. (1996) "Diseño de Acero Estructural", Ed. Limusa
- [6] [Bresler, Lin & Scalzi]
Bresler, B., Lin, T. Y., & Scalzi, J. B. (1969) "Design of Steel Structures" Ed. John Wiley.
- [7] [McCormac]
McCormac, J. C. (1989) "Structural Steel Design: LRFD Method", Ed. Harper & Row.
- [8] [Tall]
Tall, L., editor (1974) "Structural Steel Design" Ed. Ronald.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde	Otoño 2021
Elaborado por:	Ricardo Herrera
Validado por:	Revisión académicos par: Alejandro Verdugo CTD Ingeniería Civil y académicos del área de EGC
Revisado por:	Área de Gestión Curricular