

SALTA, 11 JUN 2020

**Nº 00082**

Expediente Nº 14.165/06

VISTO las actuaciones contenidas en el Expte. Nº 14.165/06, en el cual la Escuela de Ingeniería Civil gestiona la aprobación de las propuestas de programas y reglamentos internos correspondientes a las asignaturas del Plan de Estudios 1999 Modificado de la citada Carrera; y

**CONSIDERANDO:**

Que mediante Nota Nº 3207/19, el Mag. Ing. Mario Walter Efraín TOLEDO, en su carácter de Responsable de Cátedra, presenta el nuevo programa para la materia "Construcciones Metálicas y de Madera".

Que el docente informa que el Programa actualmente vigente data de 2011, por lo que se hace necesario actualizar varios aspectos, sobre todo los referidos al tema de madera.

Que, además, en el marco del desafío planteado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), para la revisión de los estándares de acreditación de las carreras de Ingeniería, basados en la Formación por Competencias, y considerando la necesidad de definir un modelo de formación de ingenieros con sustento en el aprendizaje centrado en el estudiante y comparable internacionalmente, resulta conveniente readecuar el actual programa de la materia.

Que el Mag. Ing. TOLEDO manifiesta que, en el proyecto presentado, se definieron resultados de aprendizaje esperados para la asignatura y se actualizó el contenido de la bibliografía.

Que la Escuela de Ingeniería Civil aconseja aceptar la presentación realizada.



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Expediente Nº 14.165/06

Que el Artículo 113 del Estatuto de la Universidad, al enumerar los deberes y atribuciones del Consejo Directivo, en su Inciso 8. incluye el de *"aprobar los programas analíticos y la reglamentación sobre régimen de regularidad y promoción propuesta por los módulos académicos"*.

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho Nº 16/2020,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

(en su I Sesión Ordinaria, celebrada el 4 de marzo 2020)

**RESUELVE:**

ARTÍCULO 1º.- Aprobar, con vigencia al Período Lectivo 2020, el Programa de la Asignatura "Construcciones Metálicas y de Madera" de Ingeniería Civil que, como Anexo, forma parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Hacer saber, comunicar a las Secretarías Académica y de Planeamiento y Gestión Institucional de la Facultad; a la Escuela de Ingeniería Civil; al Mag. Ing. Mario Walter Efraín TOLEDO, en su carácter de Responsable de Cátedra; a la Dirección de Alumnos; al Departamento Docencia y girar los obrados a la Dirección General Administrativa Académica para su toma de razón y demás efectos.

**RESOLUCIÓN FI Nº 00082 -CD- 2020**

**DR. CARLOS MARCELO ALBARRACIN**  
SECRETARIO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

**Ing. HECTOR RAUL CASADO**  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

**Materia: CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y DE MADERA**

**Código: C-25**

**Profesor: Mag. Ing. Mario Walter Efraín TOLEDO**

**Carrera: Ingeniería Civil**

**Plan de Estudios: 1999 mod.**

**Año: 2019**

**Ubicación en la currícula: Primer Cuatrimestre de Cuarto Año**

**Distribución Horaria: 6 horas Semanales – 90 horas totales.**

### **PROGRAMA ANALÍTICO**

#### **Contenidos mínimos de la materia (Res. R-CS-558-2005)**

Estructura de madera. Tecnología de la madera. Formas estructurales. Cálculo y dimensionamiento. Uniones y conectores. Andamios y encofrados. Construcción metálica: Materiales. Estabilidad estructural. Uniones. Barras traccionadas. Barras comprimidas. Elementos Flexionados. Uniones y empalmes. Vigas Compuestas. Estructuras tubulares. Fundaciones y apoyos. Estructuras metálicas livianas. Diseño estructural de estructuras de madera y metálicas.

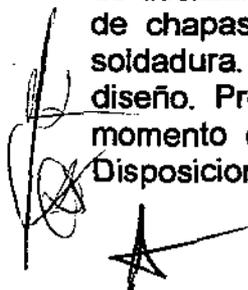
#### **A. Estructuras Metálicas**

##### **Unidad 1. Estructuras metálicas. Métodos de diseño.**

El acero estructural. Propiedades mecánicas. Formas seccionales y productos de acero estructural. La seguridad estructural. Bases de Proyecto. Métodos de diseño por factores de carga y resistencia: estados límites últimos y de servicio. Fabricación, montaje y protección de la estructura. Disposiciones reglamentarias.

##### **Unidad 2: Medios de Unión.**

Medios de unión en las estructuras metálicas. Clasificación. Ventajas y desventajas. Uniones abulonadas tipo aplastamiento. Resistencia de diseño a tracción y corte. Resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros. Uniones de deslizamiento crítico para cargas de servicio y para cargas mayoradas. Verificación de chapas y elementos auxiliares. Uniones soldadas. Tecnologías y procesos de soldadura. Tipo de uniones soldadas. Soldaduras a topes y de filete. Resistencia de diseño. Proyecto de uniones con soldadura de filete. Uniones sometidas a corte y momento en el plano. Uniones que transmiten corte y momento en plano normal. Disposiciones reglamentarias.



**Unidad 3: Elementos solicitados a tracción**

Área bruta. Área neta. Área efectiva. Estados límites: fluencia de la sección bruta, rotura de la sección neta y rotura de bloque de corte. Barras macizas de sección circular. Criterios de proyecto. Disposiciones reglamentarias.

**Unidad 4: Elementos simples y compuestos solicitados a compresión.**

Pandeo flexional elástico e inelástico de barras. Cargas críticas de Euler, Engesser, Shanley y Jazek. Tensiones residuales. Factores que influyen en la carga crítica de pandeo. Curvas de pandeo flexional. Estabilidad global de la estructura y sus componentes. Longitudes de pandeo de barras. Concepto y evaluación.

Dimensionado y verificación de barras simples comprimidas axialmente. Estados límites. Dimensionado y verificación de barras armadas sometidas a carga axial. Tipos de enlaces (celosías, presillas). Grupos estructurales I, II, III, IV y V. Pandeo global: esbeltez modificada. Pandeo local. Dimensionado de los elementos de conexión. Tratamiento específico Barras armadas del grupo IV y V. Disposiciones reglamentarias.

**Unidad 5: Placas solicitadas a compresión y corte**

Pandeo precrítico elástico. Tensiones Normales y tangenciales. Factores que influyen en el comportamiento. Pandeo poscrítico. Estados límites seccionales. Clasificación de secciones: compactas, no compactas y con elementos esbeltos. Pandeo local. Elementos rigidizados y no rigidizados. Factor de Reducción de pandeo local. Determinación y aplicación.

**Unidad 6: Elementos solicitados a flexión.**

Vigas de alma llena y abierta. Estados límites últimos: i) por acción del momento flector: Plastificación, Pandeo Lateral Torsional, Pandeo local del ala y alma; ii) por acción del esfuerzo de corte: Resistencia nominal con almas con y sin Rigidizadores. Acción del campo a tracción; iii) por acción de cargas concentradas.

Proyecto de vigas y vigas armadas. Vigas de perfiles laminados. Refuerzo con platabandas. Vigas Armadas soldadas. Empalmes. Deformaciones. Flexión disimétrica. Vigas reticuladas planas. Disposiciones reglamentarias.

**Unidad 7: Naves industriales.**

Naves de grandes luces: diseño y estabilidad. Acciones. Acción carga de lluvia. Acción del viento: procedimiento simplificado y analítico. Combinación de acciones. Proyecto de la cubierta y los cerramientos laterales. Descripción de planos y

especificaciones técnicas. Responsabilidades del Director de Obra, fabricante e Inspector. Disposiciones reglamentarias.

### **Unidad 8: Estructuras livianas de acero.**

Introducción a las estructuras livianas de acero: a) Tubos (con y sin costura); b) Secciones abiertas de chapa conformada en frío y c) Estructuras livianas de hierro redondo. Formas seccionales, consideraciones generales de diseño, usos y ventajas. Dimensionado y verificación de estructuras livianas de hierro redondo: correas y arcos. Disposiciones reglamentarias.

### **Unidad 9: Bases metálicas. Puentes Grúas.**

Apoyo de vigas. Articulaciones y uniones semirrígidas. Unión viga-columna. Bases metálicas. Dimensionado de placa base, cartelas y pernos de anclajes. Disposiciones reglamentarias.

Monorrieles y puentes grúas. Viga monorriel. Vigas carrileras. Acciones dinámicas. Impacto. Fatiga. Disposiciones reglamentarias.

## **B. Estructuras de madera.**

### **Unidad 10: Estructuras de madera.**

Introducción. Clasificación. Maderas aserradas, laminadas y otros productos estructurales. Introducción a los sistemas de encofrados. Propiedades físicas. Contenido de humedad. Propiedades mecánicas. Normas y estándares. Clases de resistencias. Ensayo de flexión. Introducción a la clasificación visual. Enfermedades y defectos. Recomendaciones para su preservación.

### **Unidad 11. Método de diseño. Elementos flexionados.**

Método de diseño por tensiones admisibles. Acciones de diseño. Combinaciones. Factores de ajustes. Valores de diseño de especies argentinas. Miembros flexionados. Inestabilidad lateral. Factor de esbeltez lateral. Longitud efectiva. Resistencia al corte paralelo a la dirección de las fibras. Condiciones de servicio. Control de deformaciones y vibraciones. Serviciabilidad vs. Resistencia.

### **Unidad 12. Miembros comprimidos y traccionados. Diseño de Uniones.**

Elementos simples y compuestos comprimidos. Elementos de conexión: separadores y presillas. Factor de estabilidad lateral de miembros comprimidos. Miembros traccionados. Sección neta. Diseño de uniones. Diseño de uniones tipo clavija. Modos de rotura. Resistencia lateral de diseño de referencia. Factores de ajustes. Resistencia a la extracción de referencia. Disposiciones reglamentarias.



## Bibliografía

### A. Libros

#### Estructuras de acero

1. Estructuras metálicas. Proyectos por estados límites. Parte I: Fundamentos, procedimientos y criterios de proyecto. Parte II: Ejemplos de aplicación. Gabriel R. Troglia. Editor Jorge Sarmiento Editor / Universitas Libros ISBN N° 987-97643-1-5. 2015.
2. Estructuras de acero con tubos y secciones abiertas conformadas en frío. Proyecto por Estados Límites. Parte I: Fundamentos, procedimientos y criterios de proyecto. Parte II: Ejemplos de aplicación. Ing. Gabriel R. Troglia. Jorge Sarmiento Editor / Universitas Libros (1ra Edición, 2015). ISBN N° 978-987-24343-4-2. 2015.
3. Diseño de Estructuras de Acero. Quinta Edición. Jack C. McCormac – Stephen F. Csemak. Editorial México Alfaomega. ISBN: 978 607 707 559 2. 2015.
4. Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings. American Institute of Steel Construction, Inc (AISC). 1986. Chicago, IL.
5. Estructuras de Acero Tomo 1 y 2. Ramón Argüelles Alvarez y otros. Editorial Técnicas científicas. Edición 2001.
6. Introducción al Sistema Steel Framing. Construyendo con perfiles de acero galvanizado liviano. Arq. Esteban Jáuregui. Editorial Nobuko. 2009. ISBN: 978-987-584-239-7

#### Estructuras de Madera:

7. Manual de Aplicación de los Criterios de Diseño Adoptados en el Reglamento Argentino de Estructuras de Madera. Con ejemplos desarrollados y comentados y Tablas Auxiliares para el cálculo. Ing. Juan Carlos Piter y otros. INTI-CIRSOC. Julio 2016.
8. Timber Engineering. Step 1, 2 y 3: Basis of design, material properties, structural components and joints. Normas Europeas de Estructuras de Madera. Nederland. 1995. Versión pdf.
9. Estructura de Madera: Diseño, cálculo y construcción. Ing. Julio César Pacini, Gustavo Waittein y Agustin Iriso. Fac. Ing. UBA.
10. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. 1ra y 2da parte. Dr. Ing. Ftal. Eduardo O. Coronel. Instituto de Tecnología de la Madera (ITM). Fac. Cs. Forestales. Universidad Nac. De Santiago del Estero. ISBN: 950-43-7191-4. Editorial El liberal. 1996.
11. Cubiertas con estructura de Madera. Scerbo, Héctor. ISBN: 987-98021-0-1. S&C Editorial, Buenos Aires. 2005.

10. Estructuras de Madera. AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación. Normas UNE para estructuras de madera. ISBN 84-8143-284-9. Aenor N.A. 2001.
12. Diseño simplificado de Estructuras de Madera. Harry Parker. México Limusa. 2004.

## **B. Reglamentos y Normas**

### **SERIE 300 Estructuras de Acero**

1. Reglamento CIRSOC 301-EL: Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios. INTI-CIRSOC. Julio 2005. Comentarios al reglamento argentino de estructuras de acero para edificios. CIRSOC 301. Versión en discusión Julio 2016.
2. Comentarios al Reglamento CIRSOC 301-EL: Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios. INTI-CIRSOC. Julio 2005. Comentarios al reglamento argentino de estructuras de acero para edificios. CIRSOC 301. Versión en discusión Julio 2016.
3. Ejemplos de aplicación del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios. INTI-CIRSOC. Julio 2016.
4. Reglamento CIRSOC 302: Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios. INTI CIRSOC. Julio 2005.
5. Ejemplos de aplicación Reglamento CIRSOC 302: Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios. INTI CIRSOC. Julio 2005.
6. Proyecto de Reglamento CIRSOC 303: Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de acero de sección abierta conformados en frío. En Discusión pública. Noviembre 2007.
7. Guía para la Construcción de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 307. INTI-CIRSOC. Julio 2018.
8. Comentarios a la Guía para la Construcción de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 307. INTI-CIRSOC. Julio 2018.
9. Proyecto de Reglamento CIRSOC 308: Estructuras con barras de acero de Sección circular. En Discusión pública. Noviembre 2007.
10. Comentarios al Proyecto de Reglamento CIRSOC 308: Estructuras con barras de acero de Sección circular. En Discusión pública. Noviembre 2007.

### **SERIE 600 Estructuras de Madera**

11. Reglamento Argentino de Estructuras de Madera. CIRSOC 601. INTI-CIRSOC, Julio 2016.
12. Manual de Aplicación de los criterios de diseño adoptados en el Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601. INTI CIRSOC. Julio 2016.

### **SERIE 100 Acciones**

13. Reglamento CIRSOC 101. Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras. Julio 2005.
14. Comentarios al Reglamento CIRSOC 101. Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras. Julio 2005.

15. Reglamento CIRSOC 102. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones. INTI CIRSOC. Julio 2005.
16. Comentarios al Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones. INTI CIRSOC. Julio 2005.
17. Guía para el uso del Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones. INTI CIRSOC. Julio 2005.
18. Reglamento CIRSOC 103 Parte IV. Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes Parte IV Construcciones de acero. INTI CIRSOC. Julio 2005.
19. Reglamento CIRSOC 103 Parte V. Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes Parte V Soldaduras de estructuras de acero sismorresistentes. INTI CIRSOC. Julio 2005.
20. Reglamento CIRSOC 104. Reglamento Argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones. INTI CIRSOC. Julio 2005.
21. Reglamento CIRSOC 108. Reglamento Argentino de cargas de diseño para estructuras durante su construcción. INTI CIRSOC. Julio 2005.

### **IRAM**

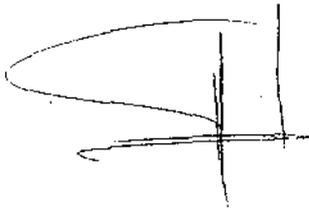
22. IRAM-IAS U 500-503/2003 Aceros para uso estructural.
23. IRAM-IAS U 500-42/2003 Chapas de hacer al carbono.
24. IRAM IAS U 500-218:2004 Tubos de acero sin costura para uso estructural
25. IRAM 9670 Clasificación Visual de Maderas aserradas.
26. IRAM 9660-1 y -2 Madera Laminada Encolada Estructural.
27. IRAM 9661 Requisitos de empalmes por unión dentada en Madera laminada.
28. IRAM 9662-1, -2 y -3 Clasificación Visual de Madera Laminada
29. IRAM 9663 Determinación de propiedades físicas y Mecánicas de madera aserrada y laminada.
30. IRAM 9664 Determinación de valores característicos de las propiedades mecánicas y de densidad de madera estructural.

### **C. Apuntes de cátedra, publicaciones, direcciones electrónicas**

1. Apuntes de Cátedra: Clases teóricas-prácticas. Mario W. E. Toledo. Presentaciones 1 a 18. Plataforma Moodle: Cátedra Construcciones Metálicas y de Madera. <http://www.ing.unsa.edu.ar/>.
2. Recursos Inicio del Cursado: Calendario 2019, Cronograma, Horario y fechas de parciales 4año 2019 y Programa y Reglamento de la materia Vigente. Plataforma Moodle: Cátedra Construcciones Metálicas y de Madera. <https://moodle3.ing.unsa.edu.ar/moodle/mod/folder/view.php?id=1445>.
3. Tablas Perfiles Laminados y Tubos Estructurales para aplicación de los reglamentos CIRSOC 301/2005 y CIRSOC 302/2005. Septiembre 2005. Versión digital disponible para alumnos en plataforma Moodle.
3. Manual de Ingeniería de Steel Framing. Ing. Roberto G. C. Dannemann. Asociación Latinoamericana del Acero. Alacero. Versión pdf.
4. Mario W. E. Toledo, Liz. G. Nallim, Ezequiel D. Sánchez. "Evaluación de las Características dinámicas y serviciabilidad vibratoria de entresijos de madera".

Revista Sul-Americana de Engenharia Estrutural, Passo Fundo, v. 15, n.3, pag. 27-47, set/dez.2018. Associação Sul-Americana de Engenharia Estrutural ASSAEE. ISSN 2316-2457. Url: <http://seer.upf.br/index.php/rsaeer/article/view/8086>.

5. Mario W. E. Toledo, Liz G. Nallim, Marcelo Cruz. Evaluación experimental de los estados límites de servicios de entresijos de madera. XXXVIII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. Código .XXXVIIIJSIE-05-046. Lima, Perú. Noviembre 2018.
6. Mario W. E. Toledo, Liz G. Nallim, Facundo J. Bellomo, Cruz, Marcelo. Evaluación de la serviciabilidad vibratoria de entresijos de madera. II Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera – II Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción. CLEM+CIMAD 2017. Código T6-43. Junín, Buenos Aires Argentina. Mayo 2017.
7. Página web de la materia Construcciones Metálicas y de Madera de la Facultad de ingeniería de la UNSa/Plataforma Moodle <http://www.ing.unsa.edu.ar/>

DR. CARLOS MARCELO ALBARRACIN  
SECRETARIO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa




---

Ing. Mario Toledo  
Prof. Responsable



Ing. HECTOR RAUL CASADO  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa