

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

SALTA, 01 AGO. 2017

**Nº 00283**

Expediente Nº 14.219/17

VISTO las actuaciones contenidas en el Expte. Nº 14.219/17, particularmente la Nota Nº 1151/17, mediante la cual la Dra. Liz Graciela NALLIM solicita autorización para el dictado del Curso de Posgrado denominado "Mecánica de los Sólidos", y

**CONSIDERANDO:**

Que la docente adjunta a su presentación la Planilla para la Solicitud de Autorización de Cursos de Posgrado, aprobada por Resolución Nº 166-HCD-2012.

Que la Dra. NALLIM será la directora responsable del Curso, lo coordinará y formará parte del cuerpo docente que lo tendrá a su cargo, conjuntamente con el Dr. Facundo Javier BELLOMO.

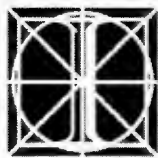
Que se incorporan en autos los curriculum vitae de ambos docentes.

Que la Dra. NALLIM presenta una propuesta de arancelamiento y aclara que en el Curso no serán aceptados alumnos avanzados de carreras de grado.

Que de conformidad con lo prescripto por el Artículo 4º de la normativa aprobada por Resolución CS Nº 640/08, la Escuela de Posgrado aconseja autorizar el dictado del Curso, sugiriendo algunos ajustes en el proyecto, los que fueron realizados por la Dra. NALLIM.

Que la Comisión de Hacienda se ha expedido con relación a la propuesta de arancelamiento.

Que del Artículo 1º del Reglamento de Cursos de Posgrado surge que la autorización para el dictado de los Cursos de Posgrado constituye una atribución de los Consejos Directivos correspondientes.



00283

Expediente N° 14.219/17

Por ello y de acuerdo con lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 134/2017,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su IX Sesión Ordinaria, celebrada el 26 de julio de 2017)

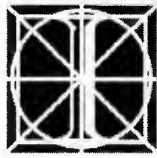
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Autorizar el dictado del Curso de Posgrado arancelado denominado "Mecánica de los Sólidos", bajo la dirección, responsabilidad y coordinación de la Dra. Liz Graciela NALLIM, a llevarse a cabo en fecha a determinar durante 2017, con las especificaciones que -como Anexo- forman parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Determinar los aranceles que a continuación se especifican, a aplicarse en el Curso de Postgrado cuya autorización se otorga por el artículo que antecede:

- Docentes y alumnos de las carreras de posgrado y de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Exactas de la UNSa: PESOS QUINIENTOS (\$ 500)
- Graduados de la Facultad de Ingeniería de la UNSa: PESOS SETECIENTOS (\$ 700)
- Docentes y estudiantes de posgrado de otras Facultades de la UNSa: PESOS OCHOCIENTOS (\$ 800)
- Otros Profesionales: PESOS MIL DOSCIENTOS (\$ 1.200)

ARTÍCULO 3º.- Dejar expresamente aclarado que el Curso de Posgrado denominado "Mecánica de los Sólidos", en virtud del arancel aprobado por el artículo que antecede, constituye una actividad académica autofinanciada, quedando sujeto a las disposiciones



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

Expediente N° 14.219/17

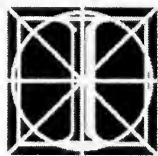
contenidas en la Resolución CS N° 128/99 y sus modificatorias, en lo relativo a la distribución, rendición y destino de los fondos recaudados.

ARTÍCULO 4°.- Hacer saber, comunicar a Secretaría Académica de la Facultad; a la Dra. Liz Graciela NALLIM; al Dr. Facundo Javier BELLOMO; a la Escuela de Posgrado; a la Dirección Administrativa Económica Financiera; al Departamento Presupuesto y Rendición de Cuentas; a las Direcciones Generales Administrativas Económica y Académica y girar, por esta última, al Departamento Posgrado para su toma de razón y demás efectos.

RESOLUCIÓN FI **00283** -CD- **2017**

DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa



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

**Nº 00283**

Expediente Nº 14.219/17

**ANEXO**

**ANEXO I Res. Nº 166-HCD-12  
Expte. Nº 14.170/09**

**Planilla para la Solicitud de Autorización de Cursos de Postgrado**

(Elaborada de acuerdo con la reglamentación vigente para cursos de postgrado de la Universidad Nacional de Salta - Res. CS Nº 640-08)

**Año: 2017**

**Cantidad de Horas: 60 horas de clases teóricas y prácticas.**

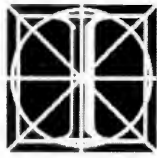
**Nombre del Curso: Mecánica de los Sólidos**

**Fines y objetivos que desea alcanzar:** Estudio, análisis y solución de problemas de Mecánica de los Sólidos. En distintas áreas de la Ingeniería especialmente en el área estructural es básico el conocimiento y manejo de conceptos, leyes y métodos de la mecánica de los sólidos para abordar cursos de modelación constitutiva, comportamiento no lineal, mecánica de materiales compuestos y dinámica estructural. Las preguntas fundamentales a responder en el análisis de cualquier tipo de estructura es cómo un material se comporta bajo tensión, y cómo (y cuándo) se produce la falla. En última instancia, son las respuestas a estas dos preguntas las que dirigirán el desarrollo de nuevos materiales y estructuras, y determinarán su supervivencia en diversas condiciones ambientales y físicas.

Por ello es necesario el conocimiento profundo de los fundamentos de la Mecánica en el nivel cualitativo, y ser capaz de obtener una solución analítica (en los pocos casos que esta exista), realizar la simulación numérica (la mayoría de las veces por Método de Elementos Finitos) y extraer información cuantitativa para problemas específicos. Para lograr esto, es necesario, primero, conocer los principios básicos de la Mecánica de los Sólidos. Es necesaria la cobertura detallada de las tensiones, deformaciones, los principios generales y las relaciones constitutivas. Luego, la teoría de la elasticidad (junto con las teorías de vigas) permitirá apreciar que un problema bien planteado puede, de hecho, tener una solución analítica. Sin embargo, esto sólo es cierto para problemas con numerosas suposiciones simplificadoras (tales como elasticidad lineal, deformación pequeña, tensión / deformación plana o simetría, y resultante de tensiones). Por lo tanto, la última etapa consiste en un estudio profundo de los métodos de solución de la mecánica, y más precisamente a los Métodos Variacionales. A través del Principio de los Trabajos Virtuales, el Método de los residuos ponderados y el Método Rayleigh-Ritz. Así se sentarán las bases para estudios posteriores, como el método de los Elementos Finitos.

**Programa del Curso:**

**CAPÍTULO I : Análisis tensorial**



00283

Expediente N° 14.219/17

Notación tensorial y convención de suma. Ejemplos de aplicación.

Transformación de coordenadas cartesianas. Interpretación de los índices libres. Delta de Kronecker – Tensor Permutación. Operaciones con índices: producto interno – producto externo, operadores de campo. Transformación general de coordenadas. Escalares, vectores y tensores. Tensores cartesianos. Significado de las características tensoriales. Tensores simétricos y antisimétricos. Interpretación geométrica de las componentes de un tensor.

### **CAPÍTULO II : Cinética: Tensiones**

Introducción. Vector tensión. Componentes de tensión. Tensión de tensiones de Cauchy. Fórmula de Cauchy. Transformación de tensiones. Tensiones principales. Invariantes de tensión. Sistemas de representación de estados tensionales. Tensores de tensión esférico y desviador. Componentes físicas de tensión

### **CAPÍTULO III : Cinemática: Deformaciones**

Introducción. Tipos de descripción. Definición de deformación: deformaciones pequeñas y finitas en 1D, deformaciones pequeñas en 2D. Tensor de deformaciones. Gradientes, cambios de volumen y área. Tensor de deformaciones de Cauchy, tensor de deformaciones de Green. Tensor de deformaciones finitas. Tensor de deformaciones infinitesimales. Interpretación física del tensor de deformaciones. Tensores de deformación lineal y rotación. Deformación finita: descomposición polar. Ecuaciones de compatibilidad. Deformaciones hidrostáticas y desviadoras. Deformaciones principales. Invariantes de deformación.

### **CAPITULO IV : Leyes de conservación**

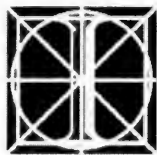
Introducción. Teorema de Gauss. Teorema de Stoke. Fórmula de Green. Leyes de conservación y Flujos. Ecuación de continuidad: forma espacial y material. Ecuación de movimiento. Conservación de la energía (primera ley de la termodinámica). Ecuación de estado (segunda ley de la termodinámica).

### **CAPITULO V: Elasticidad lineal**

Enfoque termodinámico. Variables de estado. Potencial elástico. Relación elástica tensión-deformación generalizada. Material anisótropo, ortótropo e isótropo. Ecuaciones básicas de la elasticidad para materiales isótropos y transversalmente isótropos. Casos especiales 2D: deformación plana y tensión plana. Termo-elasticidad lineal.

### **CAPITULO VI: Problemas de valores de contorno en elasticidad**

Consideraciones preliminares. Condiciones de contorno. Formulación de problemas de contorno: ecuaciones de Navier-Cauchy, ecuaciones de Beltrami-Mitchell. Unicidad del campo de tensión y deformación elasto-estática. Principio de Saint – Venant. Algunos problemas de elasticidad.



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

Nº 00283

Expediente Nº 14.219/17

**CAPITULO VII: Cálculo variacional**

Cálculo variacional. Máximos y mínimos de funciones de una o más variables. Ecuación de Euler. Lema fundamental del Cálculo Variacional. Extremos y funciones estacionarias del problema variacional. Condiciones naturales de contorno y condiciones de transición. Expresión variacional del problema de Dirichlet. Restricciones y multiplicadores de Lagrange. Puntos extremos variables. Métodos directos en los problemas variacionales.

**CAPITULO VIII: Métodos energéticos**

Trabajo y energía. Principio de Deformaciones Virtuales. Principios de Fuerzas Virtuales. Potencial Total. Teorema de Castigliano. Potencial Total Complementario. Teoremas de Engesser y Castigliano II. Leyes de Betti y Maxwell. Principio de Hamilton. Funcionales cuadráticos. Métodos aproximados de Ritz y Galerkin.

**Distribución Horaria:** 30 horas de teoría y 30 horas de práctica

**Metodología:** Se dictarán clases expositivas con pizarrón y diapositivas. Se desarrollarán aplicaciones generales y específicas. Para las clases prácticas se planteará el desarrollo de ejercicios analíticos y numéricos.

**Sistema de Evaluación:** Realización de trabajos prácticos y evaluación final escrita. Se extenderá **Certificado de aprobación** a quienes cumplan con el 100% de los trabajos prácticos y aprueben la evaluación escrita al final del curso.

**Lugar y Fecha de Realización:** Se realizará en la Facultad de Ingeniería de la UNSa durante los meses de junio, julio y agosto de 2016, en horarios a acordar con los interesados.

**Conocimientos previos necesarios:** Se requieren conocimientos previos de estática, resistencia de materiales y estructuras.

**Profesionales a los que está dirigido el curso:** Ingenieros Civiles, Mecánicos y afines.

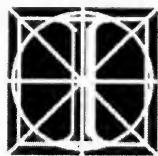
**Cuando corresponda indicar las carreras de postgrado a las que está dirigido el curso:** Doctorados en Ingeniería y Maestrías en Ingeniería. En especial está dirigido a los alumnos de la carrera de Doctorado en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería con orientación en estructuras.

**Director Responsable del curso:** Dra. Liz G. Nallim

**Cuerpo Docente:** Dra. Liz G. Nallim, Dr. Facundo J. Bellomo

**Colaboradores:** -





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

00283

Expediente N° 14.219/17

**Coordinador:** Dra. Liz G. Nallim

**Detalle analítico de erogaciones y eventual propuesta de arancelamiento:** Propuesta de arancelamiento:

Alumnos de la carrera de doctorado de la Facultad de Ingeniería (UNSa): \$500

Docentes de esta Facultad: \$500

Graduados de esta Facultad: \$700

Docentes y estudiantes de Posgrado de otras Facultades de la UNSa: \$800

Otros profesionales: \$1200

Lo recaudado en el curso se destinará a gastos propios del curso y el remanente a los fondos de la carrera de doctorado.

**Indicar si se aceptan a alumnos avanzados de carreras de grado:** No

**Bibliografía:**

- Dym C. L., Shames I. H., "Solid Mechanics: A Variational Approach", Mc. Graw- Hill, 1973.
- Fung Y.C., Foundations of Solids Mechanics, Prentice Hall, 1965
- Fung Y. C., "Classical and Computational Solid Mechanics (Advanced Series in Engineering Science)", World Scientific Publishing, 2005.
- Fox C., "An Introduction to the Calculus of Variations", Dover Publications Inc., New York, 1987.
- Gould S. H., "Variational Methods for Eigenvalue Problems" Dover Publications Inc., New York, 1995.
- Krasnov M.L: et al. "Cálculo Variacional – Ejemplos y problemas", Editorial MIR, Moscú, 1976.
- Malvern L.E., Introduction to the Mechanics of Continuous Medium, Prentice Hall, USA, 1969.
- Maugin G. A., "The Thermomechanics of Plasticity and Fracture", Camb. Univ.Press, 1992.
- Sagan H., "Introduction to the Calculus of Variations", Dover Publications Inc., New York, 1992.
- Shames I., "Mechanics of Deformable Solids", Prentice-Hall, Inc., 1964.
- Weinstock R., "Calculus of Variations with Applications to Physics and Engineering", Dover Publications Inc., New York, 1995.
- Reddy J.N., "Energy and variational methods in applied mechanics". John Wiley & Sons, New York, 1984.

DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa