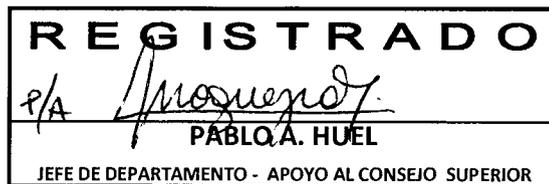




Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA ACTUALIZACIÓN DE LA ORDENANZA C.S. N° 1230

Buenos Aires, 15 de diciembre de 2016

VISTO la presentación de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación de la actualización curricular del Curso de Posgrado de "Mecánica de los Modelos Constitutivos" para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, y

### CONSIDERANDO:

Que el Curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes y graduados de la Universidad conocimientos actualizados asociados al comportamiento de los sólidos reales y los diferentes modelos constitutivos.

Que la Facultad Regional Concepción del Uruguay cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados a los propuestos.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación.

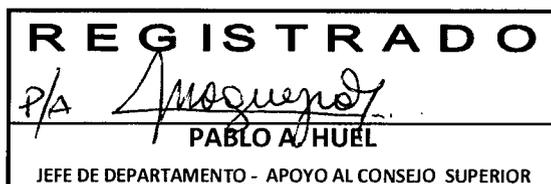
Que la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

ARTÍCULO 1°.- Aprobar la actualización del currículum del Curso “Mecánica de los Modelos Constitutivos” para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, aprobado por Ordenanza C.S. N° 1230, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Concepción del Uruguay con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1570

UTN
SCTYP
l.p.
f.c.r.

ING. HÉCTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 1570

ANEXO I

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
MECÁNICA DE LOS MODELOS CONSTITUTIVOS  
PARA EL DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES, MODALIDAD DE  
VINCULACIÓN COOPERATIVA**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La solución de problemas de ingeniería en que los materiales presentan comportamientos elastoplásticos, daño, viscoplasticidad, creep o viscoelasticidad resulta de gran interés y en algunos casos no es tarea tan sencilla por el grado de complejidad que revisten. Los modelos constitutivos son modelos matemáticos que describen el comportamiento de un material y permiten simular la respuesta mecánica de estos. El uso más frecuente e importante de estos modelos es en el análisis por elementos finitos. Por ello, es de importancia para los estudiantes de posgrado en el área de materiales, tener conocimientos sólidos de los conceptos fundamentales de la modelación constitutiva y de algunos modelos clásicos, a los efectos de disponer de una herramienta que permita solucionar diferentes problemas relacionados con la ingeniería de materiales.

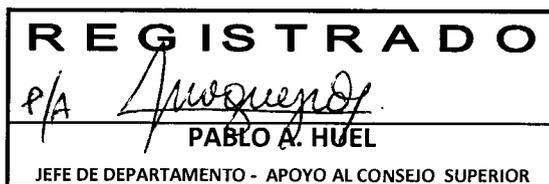
**2. OBJETIVOS**

Objetivo general:

Formar a los estudiantes de posgrado, mediante una introducción rigurosa, al comportamiento de los sólidos reales y los diferentes modelos constitutivos. Asimismo, se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades para resolver problemas simples



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



relacionados con modelos elastoplásticos que permitan luego, con el uso de medios computacionales, el estudio y análisis de problemas más complejos.

### 3. CONTENIDOS

#### **UNIDAD 1:** Teoría de las ecuaciones constitutivas

Materiales ideales: sólido elástico lineal, fluido newtoniano ideal. Primera y segunda ley de la termodinámica. Variables de estado. Potenciales termodinámicos, leyes de estado. Disipación, leyes complementarias. Requisitos que deben cumplir las ecuaciones constitutivas.

#### **UNIDAD 2:** Identificación y clasificación de los sólidos reales

Mecanismos físicos de deformación y fractura en distintos tipos de materiales. El método fenomenológico global. Técnicas experimentales: ensayos característicos, técnicas de ensayos, especímenes, métodos de identificación, representación esquemática del comportamiento real: modelos analógicos, sólidos plásticos, sólidos viscoelásticos, endurecimiento isótropo y cinemático, efecto Baushinger, anisotropía inducida, efecto de cargas cíclicas, efectos de la velocidad de deformación, fluencia lenta, fatiga.

#### **UNIDAD 3:** Clasificación general de los modelos constitutivos

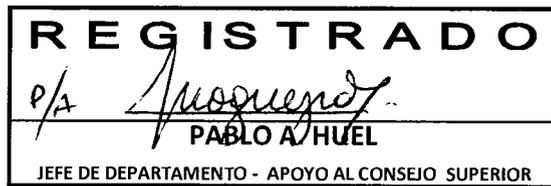
Modelos constitutivos independientes del tiempo: modelos basados en la elasticidad lineal y no lineal, modelos de fractura y modelos basados en la teoría de la plasticidad y daño. Modelos constitutivos dependientes del tiempo: viscoelásticos y de daño viscoso. Modelos constitutivos para materiales compuestos: microescala, mesoescala y macroescala: homogeneización, mezclas, fenomenológicos.

#### **UNIDAD 4:** Modelos elásticos

Modelos elásticos lineales y no lineales. Modelos elásticos de Cauchy. Modelos elásticos de Green. Modelos hipoeelásticos. Postulados de estabilidad. Termoelasticidad.



#### **UNIDAD 5:** Modelos plásticos



*Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

Clasificación: teoría de deformación total. Teoría incremental de la plasticidad. Superficie de fluencia y superficie de carga plástica. Condiciones de carga/descarga. Interpretación geométrica. Representación gráfica de funciones de fluencia. Funciones de fluencia para materiales dúctiles. Criterios de fluencia. Descomposición de deformaciones. Regla de flujo plástico. Flujo asociado y no asociado. La regla de flujo en puntos singulares. Superficie de carga plástica. Endurecimiento isótropo, cinemático y mixto. Relación tensión – deformación generalizada. Condición de consistencia plástica. Módulo elastoplástico tangente. Trabajo plástico. Disipación. Teorías simplificadas para describir el comportamiento plástico. Teoría de deformación total y su relación con la teoría incremental de la plasticidad. Postulados de estabilidad de Drucker. Axioma de máxima disipación plástica. Condiciones de Khun Tucker en plasticidad.

#### **UNIDAD 6: Solución de problemas elastoplásticos**

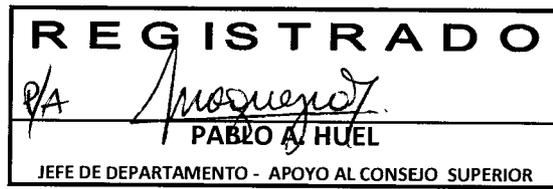
Condiciones de continuidad en la frontera elastoplástica. Tensiones y deformaciones residuales. Cuerpo rígido plástico. Problemas simples. Flexión elastoplástica de vigas. Torsión elastoplástica. Analogía de Nadai. Estado plano de deformación: líneas de deslizamiento, propiedades básicas. Estado plano de tensión. Teorema del extremo superior o teorema estático. Teorema del extremo inferior o teorema cinemático. Teorema de la potencia de disipación máxima. Teorema de unicidad. Variables generalizadas.

#### **UNIDAD 7: Modelos de daño**

Concepto de daño. Aspectos fenomenológicos. Fundamentos de los modelos de daño. Tensión efectiva. Hipótesis de equivalencia de deformaciones y equivalencia de energía, relaciones tipo cinemático. Bases termodinámicas. Daño escalar, isótropo y anisotrópico. Unilateralidad del daño. Modelo de daño escalar: umbral de daño, evolución del daño, ecuación secante y tangente. Plasticidad y daño acoplados.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



#### **UNIDAD 8:** Fractura en la mecánica clásica

Ablandamiento por deformación como propiedad del material. Fenómeno de localización de deformaciones y bifurcación. Objetividad en la respuesta.

#### **UNIDAD 9:** Viscoelasticidad

Definición de efecto viscoso y efecto plástico. Teoremas energéticos. Reología: ensayos de deformación diferida y relajación. Modelo de Maxwell generalizado. Modelo de Kelvin generalizado. Analogía entre problemas elásticos y viscoelásticos. Teoremas. Problemas no homogéneos, no simultáneos. Analogía entre problemas elásticos y viscoelásticos tridimensionales.

#### **UNIDAD 10:** Creep y viscoplasticidad

Creep: resultados basados en ensayos estándar de creep. Cambios de tensión uniaxial, reglas clásicas de endurecimiento, estados multiaxiales de tensiones. Viscoplasticidad. Descomposición de las deformaciones. Bases termodinámicas. Teoría viscoelástica de Duvaut Lions. Teoría viscoelástica de Perzyna. Modelos de daño viscoso. Regularización viscoelástica.

#### **UNIDAD 11:** Método de elementos finitos aplicado a problemas con no linealidad física

Esquema de un programa de elementos finitos para el análisis de sólidos elastoplásticos. Integración de la ecuación constitutiva para distintos modelos. Matriz de rigidez tangente consistente. Implementación computacional.

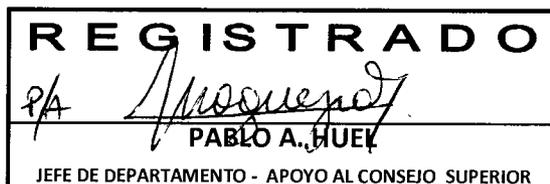
### **4. DURACIÓN**

El curso tendrá una duración de NOVENTA (90) horas

### **5. METODOLOGÍA**



El régimen de cursado previsto es presencial. El curso se desarrollará a través de clases



*Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

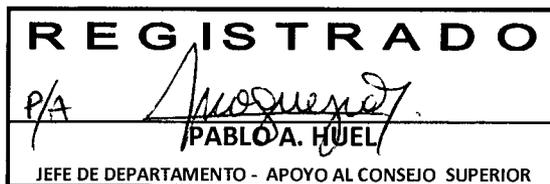
teórico – expositivas y lectura crítica del material. Se planteará la resolución de problemas con ayuda de herramientas computacionales, en que se se muestre el manejo conceptual de la temática desarrollada.

## **6. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN**

Para la aprobación del curso será necesario cumplir con un 80% de asistencia, aprobar los trabajos prácticos propuestos y aprobar un examen final integrador escrito.



Ministerio de Educación y Deportes  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA Nº 1570

ANEXO II

**CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
MECÁNICA DE LOS MODELOS CONSTITUTIVOS  
EN LA FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

***Cuerpo Docente***

- ROUGIER, Viviana Carolina

Doctora en Ingeniería, Universidad Nacional de Tucumán

Magister en Ingeniería Estructural, Universidad Nacional de Tucumán

Ingeniera en Construcciones e Ingeniería Civil, UTN – Facultad Regional Concepción del Uruguay

- ESCALANTE, Mario

Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional del Sur

Magister en Ingeniería, Universidad Nacional del Sur

Ingeniero en Construcciones, UTN – Facultad Regional Concepción del Uruguay

-----