

# Mecánica de sólidos

## 0-Programa calendario

**Diego Andrés Álvarez Marín**

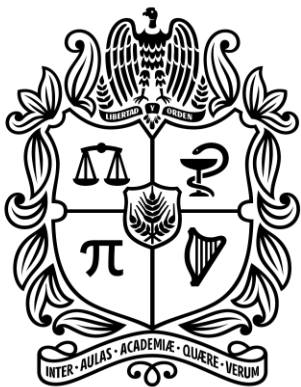
[daalvarez@unal.edu.co](mailto:daalvarez@unal.edu.co)

Profesor asociado en dedicación exclusiva

**Juan Nicolas Ramírez Giraldo**

[jnramirezg@unal.edu.co](mailto:jnramirezg@unal.edu.co)

Docente ocasional



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

*"Cum cogitaveris quot te antecedant, respice quot sequantur"*

Séneca

Departamento de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede Manizales

# Asignatura

Literal (a), (f) y (h) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

<b>Nombre:</b>	Mecánica de Sólidos
<b>Código:</b>	4100611
<b>Créditos:</b>	3

Porcentaje mínimo de asistencia	<b>90%</b>
¿Asignatura validable?	No

Ver [malla curricular](#)

Ver [plan de estudios](#)

# Asignatura

- En este curso se profundizará en la teoría de la elasticidad, imprescindible para poder entender con suficiencia, el método de los elementos finitos, y para tener bases apropiadas para manejar con criterio los diferentes programas de análisis estructural que existen en el mercado, que son empleados no solo en ingeniería estructural, sino en **ingeniería geotécnica y de pavimentos**.
- Partiendo de los conocimientos previos sobre tensiones y deformaciones, adquiridos en el curso de mecánica tensorial, el curso se desarrolla estudiando en profundidad las relaciones entre esfuerzos y deformaciones para materiales elásticos lineales y las ecuaciones fundamentales de la teoría de la elasticidad. Finaliza con la formulación elástica en coordenadas cilíndricas, lo cual es de especial importancia no solo en la mecánica estructural sino en la de suelos.

# Asignatura

Se espera que al final del curso, el estudiante esté en capacidad de:

- Analizar y explicar como varían las tensiones y las deformaciones al interior de un sólido elástico.
- Entender las diferentes suposiciones y limitaciones presentes en la teoría de la elasticidad.
- Entender la deducción y rango de aplicación de ciertas formulaciones que se aplicarán en asignaturas en las líneas de mecánica de suelos y pavimentos.


# Asignatura

## ¿Qué significa 1 crédito académico?

“Un crédito es la unidad que mide el tiempo que el estudiante requiere para cumplir a cabalidad los objetivos de formación de cada asignatura y equivale a **48 horas de trabajo del estudiante**. Éste incluirá las actividades presenciales que se desarrollan en las aulas **con el profesor**, las actividades con orientación docente realizadas **fuera de las aulas** y las actividades **autónomas** llevadas a cabo por el estudiante, además de prácticas, preparación de exámenes y todas aquellas que sean necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje.”

\* [art. 6](#) Acuerdo 033 de 2007 del CSU

	Horas/semana	Horas/semestre
Actividad presencial	4	64
Actividad autónoma	5	80
<b>Total</b>	9	144 = 48*3

 El 56% del tiempo

# Asignatura

## Prerrequisitos

4200687 - Mecánica de Tensorial (\*)

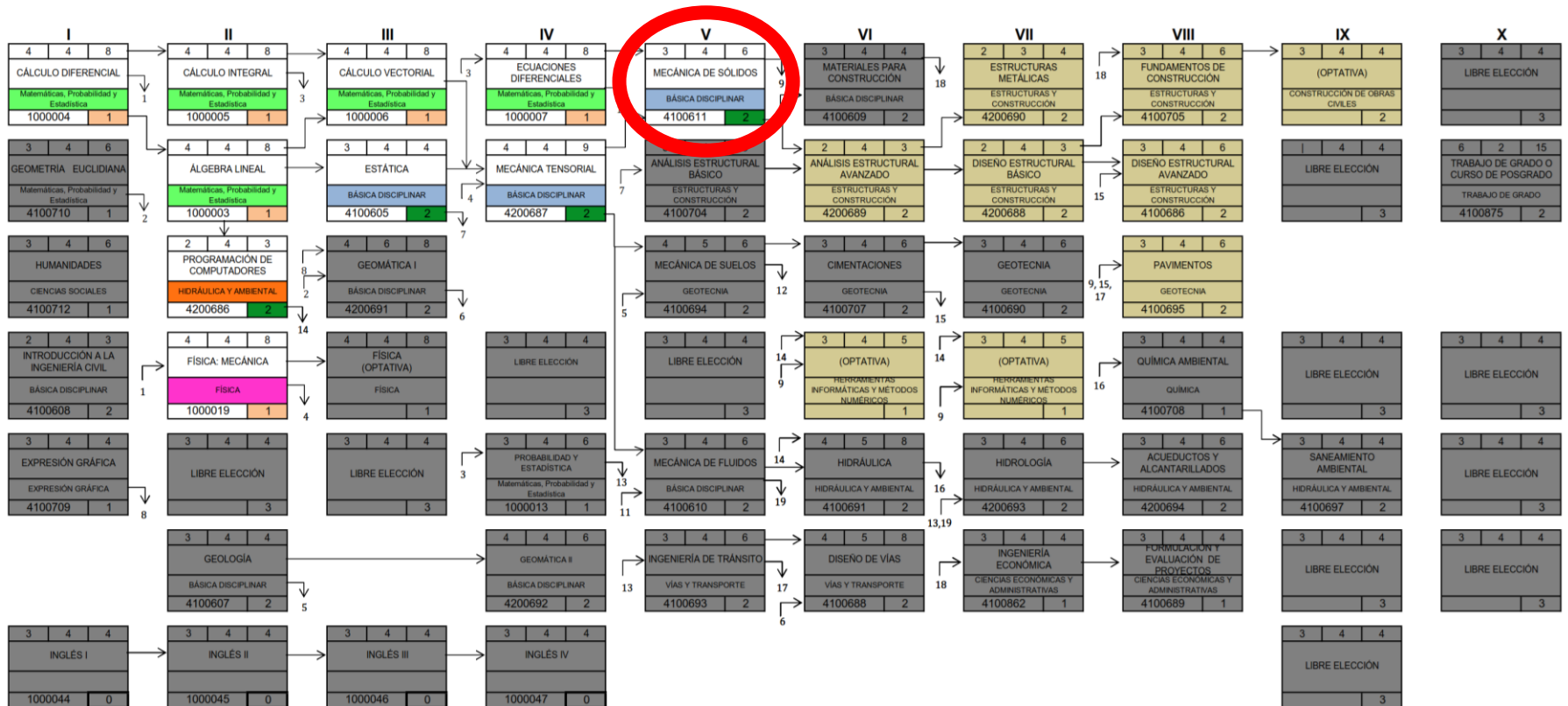
1000007 – Ecuaciones Diferenciales

Cálculo Diferencial	Física Mecánica
Cálculo Integral	Estática
Cálculo Vectorial	Programación de Computadores (**)
Álgebra Lineal	

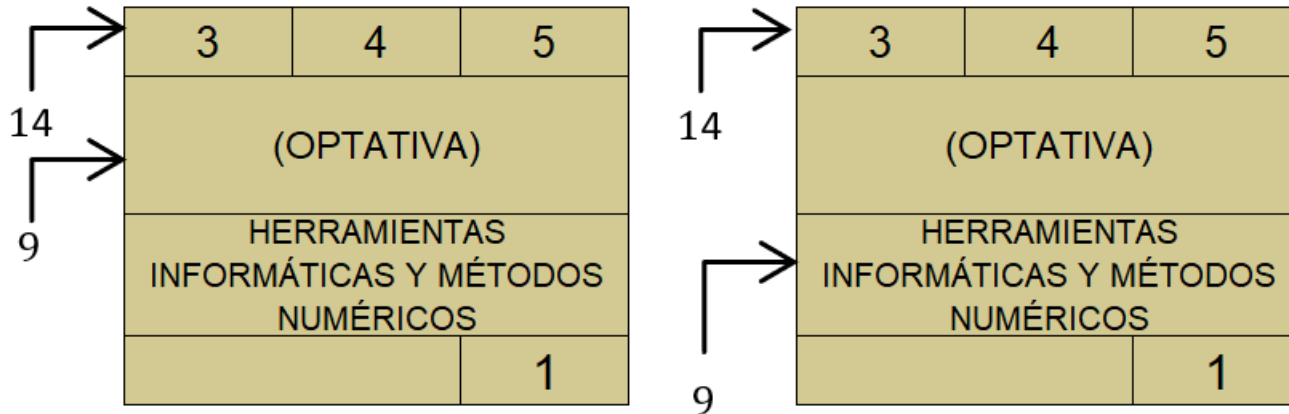
(\*) O su equivalente: Resistencia de Materiales

(\*\*) No está definido en el Acuerdo 300 de 2018 del CFIA

# Asignatura



# Asignaturas siguientes



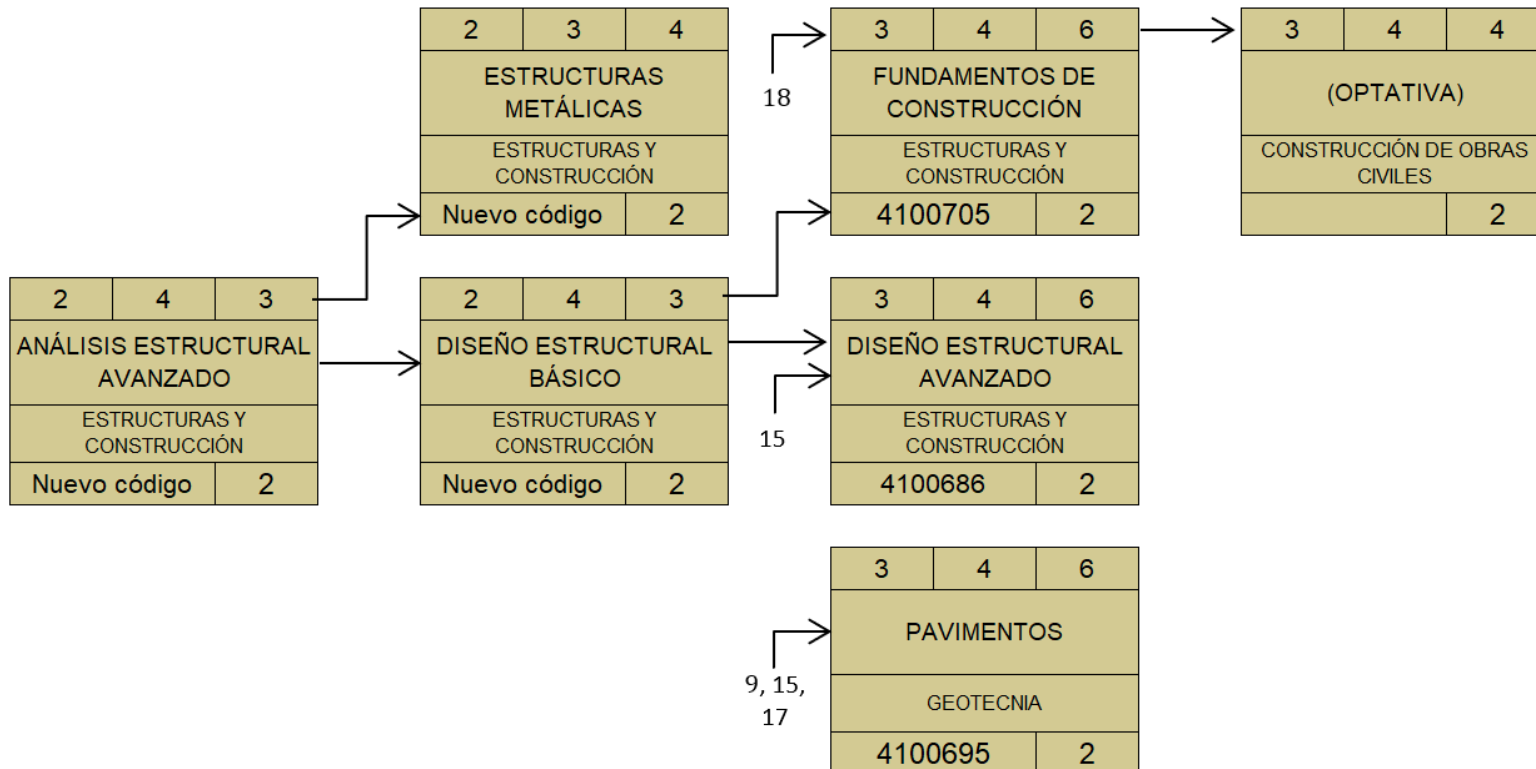
<b>Opción 1</b>	Aplicaciones de Elementos Finitos
<b>Opción 2</b>	Aplicaciones de Elementos Finitos II
<b>Opción 3</b>	Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería Civil



No es optativa,  
es obligatoria



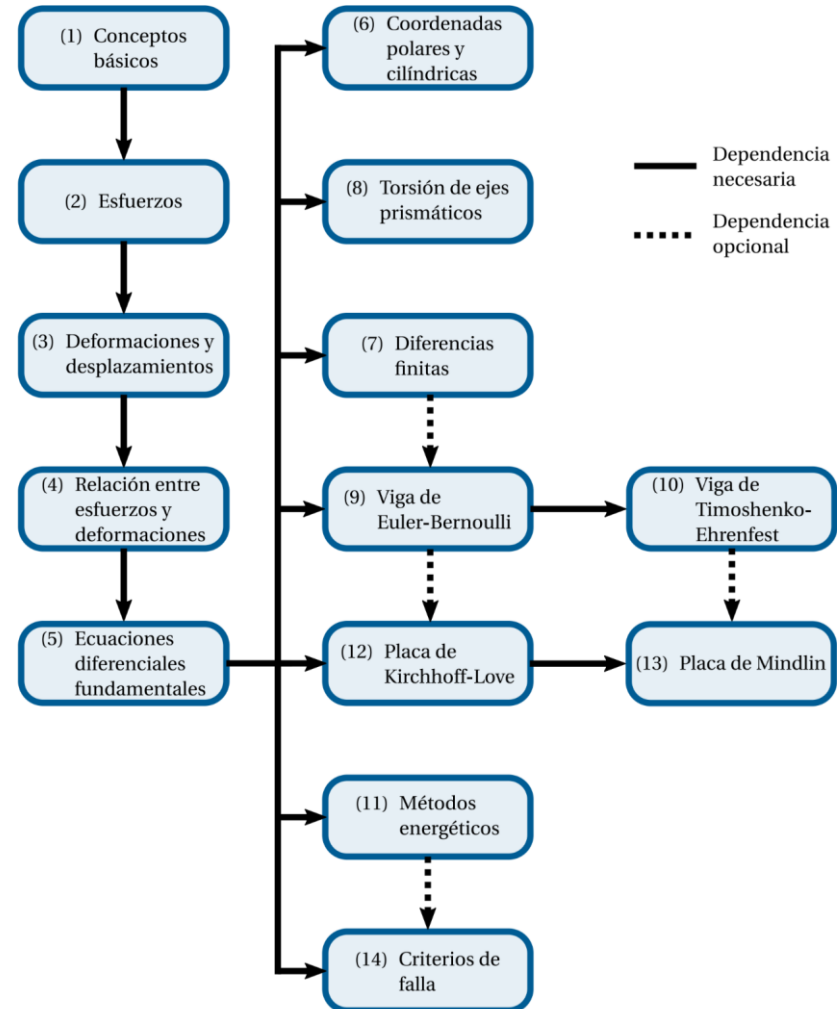
# Asignaturas siguientes



# Referencias bibliográficas curso

Literal (g) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Texto principal



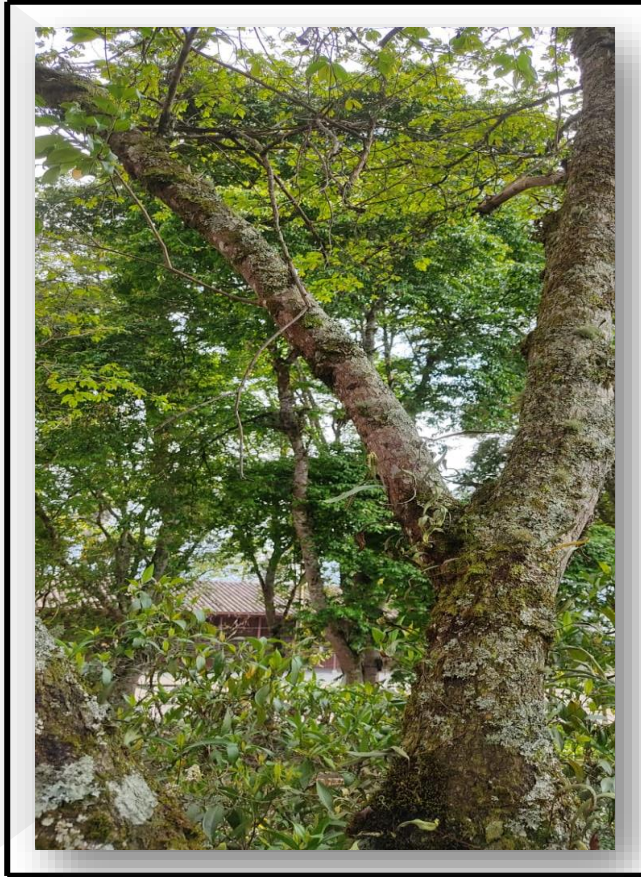
# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU



# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU



*No vamos a ver  
ecuaciones, vamos  
a sentir ecuaciones.*

# Metodología



**Prof. Feynman**

@ProfFeynman



The difference between a good student and a great one is that a good student is concerned more about the outcome while a great one is fascinated by the process of learning.

7:51 AM · Aug 6, 2022

# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

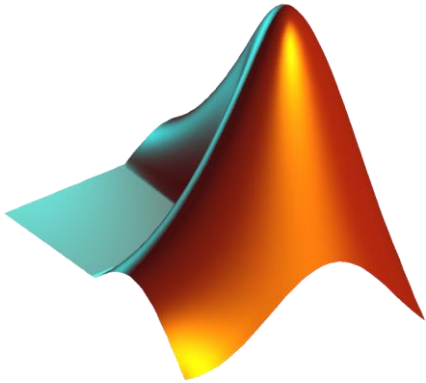
El curso se desarrollará con aspectos pedagógicos como:

- **Clases presenciales magistrales** en las que se explican los conceptos más relevantes con la **libre** participación de los estudiantes, el respeto por sus opiniones y la construcción de soluciones comunes.
- **Talleres prácticos de programación y/o uso** de programas de elementos finitos para aplicar los conocimientos adquiridos.
- **Exámenes** con preguntas teóricas, preguntas **conceptuales** y demostraciones.
- **Diapositivas** con el contenido **necesario** y **enlaces** al explorador.
- La mayoría del contenido será enseñado usando el **tablero**.

# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Lenguaje de programación



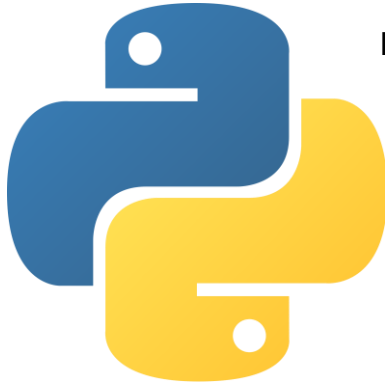
[Maxima](#)



[Lisp](#)

# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU



Una guía para aprender Python 3 está disponible en el repositorio del profesor **Diego Andrés Álvarez Marín** en este [enlace](#).

## Trabajo autónomo:

- Tipos de datos
- Estructuras de control
- Librerías científicas: Numpy, SymPy.



Documentación módulo SymPy de Python. Disponible en:  
<https://docs.sympy.org/latest/index.html>

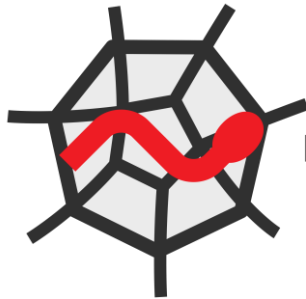
Documentación módulo Numpy de Python. Disponible en:  
<https://numpy.org/doc/stable/>



# Metodología

Literal (b) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

IDE



Versión 4



Versión 5

Sp<sup>y</sup>der

## Entorno informático



Ju<sup>py</sup>ter  
Notebook

Google  
colab

# Contenido

Literal (c) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Unidad 1: Relaciones entre esfuerzos y deformaciones

- Particularizaciones de tres a dos dimensiones: tensión plana, deformación plana y relación entre los esfuerzos principales obtenidos en el análisis bidimensional y tridimensional.
- Interpretación de los gráficos de colores de esfuerzos y deformaciones
- Modificación de la ley de Hooke para tener en cuenta los efectos térmicos en el caso de materiales isótropos y ortótropos.

# Contenido

Literal (c) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Unidad 2: Ecuaciones diferenciales fundamentales de la teoría de la elasticidad

- Ecuaciones diferenciales de equilibrio.
- Ecuaciones de compatibilidad en 2D y 3D en términos de deformaciones y esfuerzos (las ecuaciones de Saint-Venant y de Mitchell-Beltrami).
- Condiciones de frontera.
- Condiciones de equilibrio en la frontera en 2D y 3D.
- Cálculo de los desplazamientos a partir de las deformaciones.
- Función de tensión de Airy.
- Ecuaciones diferenciales de Navier.
- Unicidad de la solución.
- Principio de superposición.
- Principio de Saint-Venant.

# Contenido

Literal (c) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Unidad 3: Criterios de falla para materiales dúctiles y frágiles

- Esfuerzos medios, desviadores y octaédricos.
- El espacio de esfuerzos principales, la superficie de fluencia y la región elástica.
- El sistema de coordenadas cilíndricas de Haigh-Westergaard.
- Energía de dilatación y energía de distorsión.
- Criterios de fluencia y superficies de plastificación en materiales dúctiles: von Mises, Tresca.
- Criterios de rotura y superficies de falla en materiales frágiles: Rankine, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager, Matsuoka-Nakai.

# Contenido

Literal (c) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Unidad 4: Formulación de la teoría de la elasticidad en coordenadas cilíndricas

- Los sistemas de coordenadas polares y cilíndricas.
- El gradiente, el laplaciano, la divergencia y el rotacional.
- Esfuerzos.
- Deformaciones.
- Ecuaciones diferenciales de equilibrio.
- Desplazamiento y deformación en el caso de simetría axial.
- Ley de Hooke.
- Ecuaciones diferenciales de compatibilidad en coordenadas polares y cilíndricas.
- Funciones de tensión de Airy y de Love.
- Ecuaciones diferenciales de Navier.
- Aplicaciones.

# Contenido

Literal (c) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Unidad 5: Torsión

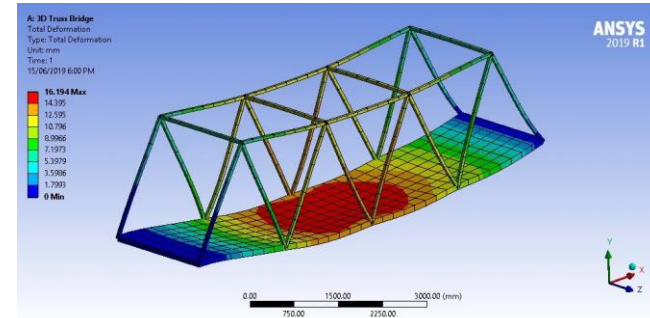
- Hipótesis fundamentales de la teoría de Saint-Venant y Prandtl.
- Desplazamientos, deformaciones y esfuerzos en barras de sección circular y no circular.
- Función de tensión de Prandtl, analogía de la membrana.
- Alabeo.
- Cálculo de la rigidez a la torsión.
- Localización del centro de torsión.
- Uso de chaflanes en barras sometidas a torsión.
- Torsión de secciones de pared delgada.

# Contenido

## Cambios progresivos en ingeniería civil

Reforma mediante el [Acuerdo 300 de 2018 del CFIA](#):

- De resistencia de materiales a mecánica tensorial.
- Cambios en análisis estructural básico.
- Estructuras metálicas.
- Programación de computadores.
- Aplicaciones de elementos finitos I y II.
- Asignatura general: M. tensorial
- Asignaturas específicas: sólidos, suelos, fluidos.
- Importancia del software.
- Necesidad de una asignatura de dinámica.



Fuente: <https://bit.ly/3wLqZVI>

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Calendario académico 2023-1s

Mecánica de sólidos– Gr1	
Inicio:	lunes 06 de febrero de 2023
Semana santa	lunes 03 de abril de 2023– sábado 08 de abril de 2023
Fin:	miércoles 31 de mayo de 2023
Notas SIA:	hasta las 5PM del viernes 9 de junio de 2023

[Res. 1148 de 2022 de Rectoría](#)

**Martes** 10:00h – 12:00h (Aula C412) [Ma10-12 C412]

**Jueves** 10:00h – 12:00h (Aula J101) [Ju 10-12 J101]



# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

Actividad evaluativa	%	Fecha	Encargado
Evaluación parcial 1	25%	jueves 09 de marzo de 2023	Juan Nicolás
Evaluación parcial 2	25%	jueves 13 de abril de 2023	Diego Andrés
Evaluación parcial 3	25%	jueves 11 de mayo de 2023	Diego Andrés
Evaluación parcial 4	25%	jueves 01 de junio de 2023	Diego Andrés

## Sobre la evaluación:

- Serán evaluados los temas vistos hasta la semana antes del examen (excepto el 5), incluido los temas de **estudio autónomo**.
- Los exámenes serán individuales.

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Sobre la evaluación

- Los exámenes tendrán una duración máxima de 60 minutos con preguntas conceptuales, de demostración o con enfoque aplicado a programación. Constarán de mínimo 3 preguntas.
- En algunos casos será posible que la calificación de una actividad sea superior a 5.0 con previa manifestación por parte del docente.

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Sobre la evaluación

- Cualquier forma de **plagio** o **copia** será penalizada con la normativa vigente de la Universidad y será causante de pérdida de cualquier beneficio adicional dado por el docente.
- El docente previamente podrá autorizar durante el examen el uso de una hoja tamaño **carta** por **un solo lado** elaborada a puño y letra con **ecuaciones** (no demostraciones), **comandos** de Python, pseudocódigo y **palabras claves** (no párrafos).
- No será posible el uso de ninguna herramienta digital, ni calculadora.

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Falta a una actividad evaluativa

- Siempre que usted falte a una actividad evaluativa, deberá haber algún documento que lo exonere de dicha inasistencia. Cuando usted por algún motivo de fuerza mayor no pueda asistir al examen, usted debe avisarle al profesor con anterioridad ya sea personalmente o por correo. En esos casos en lo posible, debe demostrarlo. Sin una excusa o una notificación previa no se repetirán los exámenes y usted tendrá como nota un cero (0.0).

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Taller de aplicación (opcional)

Interpretación de gráficos: modelado de estructuras en tensión/deformación plana utilizando un software profesional.

- Se realizará en grupos, cuya cantidad de integrantes se acordará con el docente.
- Las condiciones del taller serán presentadas a más tardar el **martes 21 de febrero de 2023.**
- **Fecha límite de entrega: martes 28 de marzo de 2023.**
- La calificación final del taller **reemplazará** la **peor** calificación de las cuatro evaluaciones parciales de 25%.

# Cronograma y evaluación

Literales (d) y (e) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU



Cronograma de actividades académicas 2023-1s  
Departamento de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Sede Manizales

Asignatura: 4100611 Mecánica de sólidos

Docentes: Diego Andrés Álvarez Marín (daalvarez@unal.edu.co)  
Juan Nicolás Ramírez Giraldo (jnramirezg@unal.edu.co)

Actividad	2023-02-07	2023-02-09	2023-02-14	2023-02-16	2023-02-21	2023-02-23	2023-02-28	2023-03-02	2023-03-07	2023-03-09	2023-03-14	2023-03-16	2023-03-21	2023-03-23	2023-03-28	2023-03-30	2023-04-04	2023-04-06	2023-04-11	2023-04-13	2023-04-18	2023-04-20	2023-04-25	2023-04-27	2023-05-02	2023-05-04	2023-05-09	2023-05-11	2023-05-16	2023-05-18	2023-05-23	2023-05-25	2023-05-30	2023-06-01	2023-06-06	2023-06-08	
	1	2	3	4	5	6	7	8	SS	9	10	11	12	13	14	15	16	SF																			
Evaluación parcial 1										x																											
Taller opcional															x																						
Evaluación parcial 2																				x																	
Evaluación parcial 3																													x								
Evaluación parcial 4																																			x		
	Temas calificación parcial 1								Temas calificación parcial 2								Temas calificación parcial 3								Temas calificación parcial 4												
	25%								25%								25%								25%												
Juan Nicolás Ramírez Giraldo								Diego Andrés Álvarez Marín																													

# Normativa importante

Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Ver [Acuerdo 008 de 2008 del CSU](#)

**ARTÍCULO 10.** En cada período académico los estudiantes o admitidos a un programa de pregrado deberán inscribir asignaturas que sumen diez (10) créditos como mínimo.

**ARTÍCULO 11.** Durante su permanencia en la Universidad, cada estudiante de pregrado tendrá un cupo de créditos para inscripción de asignaturas. Este cupo corresponde a los créditos que contempla el plan de estudios para el que fue admitido más un cupo adicional.

El cupo adicional de créditos será la mitad del mínimo de los créditos que contempla el plan de estudios para el que fue admitido y hasta un máximo de ochenta (80) créditos. El cupo adicional se obtiene gradualmente, sumando dos (2) créditos por cada crédito aprobado.

**ARTÍCULO 12.** Los créditos de las asignaturas inscritas por los estudiantes de pregrado en cada periodo académico se contabilizarán como créditos inscritos y se descontarán del cupo de créditos para inscripción.

# Normativa importante

Acuerdo 008 de 2008 del CSU

**ARTÍCULO 15. Cancelación de asignaturas.** Los estudiantes podrán cancelar asignaturas libremente, sin requisito alguno, antes de completarse el cincuenta por ciento (50%) del período académico.

**ARTÍCULO 16.** Los créditos de las asignaturas canceladas por estudiantes de pregrado se descontarán del cupo de créditos para inscripción.

**PARÁGRAFO.** Cuando la cancelación se realice antes de finalizar la segunda semana del período académico o cuando ésta se autorice de forma excepcional, los créditos correspondientes se reintegrarán al cupo de créditos para inscripción.

**ARTÍCULO 19. Reserva de cupo.** La reserva de cupo es la suspensión temporal de los estudios por un periodo académico. Los estudiantes que no hagan uso del derecho de renovación de matrícula estarán en reserva de cupo. Durante una reserva de cupo no se tiene la calidad de estudiante.

**ARTÍCULO 20.** Durante el desarrollo de un programa curricular cada estudiante podrá tener hasta dos (2) reservas de cupo. Al término de una reserva de cupo el estudiante podrá reintegrarse automáticamente si cumple con los demás requisitos exigidos para la renovación de matrícula.



# Normativa importante

Acuerdo 008 de 2008 del CSU

**ARTÍCULO 32.** Cuando la asistencia mínima exigida en el programa-asignatura no se cumpla, la asignatura se calificará con la nota de cero punto cero (0.0).

**ARTÍCULO 33.** Cuando una asignatura recibe una calificación, los créditos inscritos correspondientes se considerarán como créditos cursados. Cuando la calificación es aprobatoria se considerarán como créditos aprobados.

**PARÁGRAFO.** El profesor dará a conocer a sus estudiantes las calificaciones de las evaluaciones ordinarias, dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a su realización. La calificación definitiva de la asignatura deberá publicarse en el sistema de información y en las fechas que establezca la Universidad para tal fin.

**ARTÍCULO 34.** Los profesores son autónomos en la calificación de las evaluaciones que estén a su cargo. El estudiante tendrá derecho a solicitar al profesor la revisión cuando no esté de acuerdo con la calificación obtenida.

**PARÁGRAFO.** La revisión de las calificaciones de evaluaciones ordinarias podrá ser reclamada, por una sola vez, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la entrega de la nota, ante el Director de la Unidad Académica Básica que ofrece la asignatura, quien designará dos (2) nuevos calificadores. La nota definitiva correspondiente a la prueba reclamada, será el promedio de las calificaciones otorgadas por los dos nuevos calificadores.

# Normativa importante

Acuerdo 008 de 2008 del CSU

**ARTÍCULO 44. Pérdida de la calidad de estudiante en Pregrado.** Un estudiante de pregrado pierde la calidad de estudiante por alguna de las siguientes razones:

1. Culminar exitosamente los planes de estudio en los que fue aceptado.
2. No cumplir con los requisitos exigidos para la renovación de la matrícula, en los plazos señalados por la Universidad.
3. Presentar un Promedio Aritmético Ponderado Acumulado menor que tres punto cero (3.0). **Ver**
4. No disponer de un cupo de créditos suficiente para inscribir las asignaturas del plan de estudios pendientes de aprobación.
5. Recibir sanción disciplinaria de expulsión o suspensión impuesta de acuerdo con las normas vigentes.

# Referencias bibliográficas curso

Literal (g) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Texto principal

Álvarez Marín, D. A. (2022). *Notas del curso mecánica de sólidos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.



Por favor no compartir este libro con nadie, ni subirlo a ningún repositorio. Será enviado a su correo para uso únicamente con fines de estudio. Debido a que se encuentra en edición, se deben tener estas precauciones. Inmediatamente se publique, su uso será libre.

## La “wiki” (puntos adicionales en al definitiva)

la “wiki” será administrada por el profesor Diego Andrés Álvarez.

# Referencias bibliográficas curso

Literal (g) del artículo 23 del Acuerdo 008 de 2008 del CSU

## Otros textos

- Ameen, M. (2005) - *Computational elasticity*. Alpha Science.
- Ortiz-Berrocal, L. (1998) - *Elasticidad*. McGraw Hill, 3rd edition.
- Saad, M. (2005) - *Elasticity: theory, applications and numerics*. Elsevier.
- Solecki, R. and Conant, R. (2003) - *Advanced mechanics of materials*. Oxford University Press.
- Timoshenko, S. P. and Goodier, J. (1970) - *Theory of Elasticity*. McGraw Hill, 3rd edition.
- Wang, C.-T. (1953) - *Applied Elasticity*. McGraw Hill.

# Comunicación con los docentes



**Correo institucional:**

[jnramirezg@unal.edu.co](mailto:jnramirezg@unal.edu.co)

[daalvarez@unal.edu.co](mailto:daalvarez@unal.edu.co)

**Asunto:** MECÁNICA\_DE\_SÓLIDOS- (escribir\_asunto)

- No se atenderán dudas a través de otros medios como WhatsApp.
- Solo serán tenidos en cuenta los correos recibidos a través de cuentas institucionales **unal.edu.co**
- Todo el material de clase estará disponible en el repositorio de los docentes  
[https://github.com/jnramirezg/mecanica\\_de\\_solidos](https://github.com/jnramirezg/mecanica_de_solidos)  
<https://github.com/daalvarez/solidos>