PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: ESTABILIDAD APLICADA

CÓDIGO: 0333

AÑO ACADÉMICO: 2018

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2do. CUATRIMESTRE DE 4to. AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo

EQUIPO DOCENTE: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo
Ing. Jorge Muract – Profesor Adjunto Simple
Ing. Marcos Verstraete – Ayudante de Primera Semi-Exclusivo

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

Aprobada	*Regular*
318	330
325	-
328	-

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 6

Totales → Teóricas: 35
Totales → Prácticas → Resolución de problemas: 25
Prácticas → Laboratorio: 10
Prácticas → Proyecto: 20
Prácticas → Trabajo de campo:

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

FUNDAMENTACIÓN:

Al aprobar esta asignatura los estudiantes completaran su aprendizaje de las teorías fundamentales relativas a la mecánica avanzada de los sólidos deformables.

Al aprobar esta asignatura los estudiantes tendrán la capacidad de aplicar estas teorías a la resolución de los problemas que se presentan habitualmente en la ingeniería mecánica.

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

1. Desarrollar las ecuaciones fundamentales que gobiernan el comportamiento de la mecánica del sólido continuo y los criterios de falla.
2. Estudiar los problemas de estabilidad del equilibrio en estructuras de barras y láminas delgadas.
3. Analizar las características de comportamiento de las vigas curvas y de pared delgada.
4. Al finalizar el curso el estudiante debe ser capaz de resolver problemas de mecánica avanzada de sólidos deformables en la especialidad de la ingeniería mecánica.
5. Para ello debe conocer:
   a) Los distintos tipos de componentes mecánicos estructurales, su comportamiento, y su modelización adecuada.
   b) Las cargas que pueden ser aplicadas a los distintos tipos de componentes mecánicos.
   c) Los modos de falla y los coeficientes de seguridad.
   d) Los métodos de cálculo de la mecánica avanzada de los sólidos deformables, y una introducción al método de elementos finitos.

EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURALES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIONES DE CONTENIDOS:

PARTE I MECÁNICA DEL SÓLIDO CONTINUO

CAP. 1 Elasticidad lineal. Criterios de fallas.

1.1 Métodos generales de la elasticidad lineal.
1.2 Criterios de falla para tensiones combinadas. Teorías de Rankine, Tresca y Von Mises.
1.3 Comparación de las distintas teorías. Coeficiente de seguridad.

CAP. 2 Cilindros con elevada presión interior.

2.1 Ecuaciones de la elasticidad en coordenadas cilíndricas.
2.2 Cilindro de pared gruesa sometido a presión.
2.3 Zunchado. Zunchado óptimo. Autozunchado por tensiones residuales.
2.4 Criterios de diseño.

CAP. 3 Teoría clásica de placas en flexión.

3.1 Hipótesis cinemáticas. Ecuaciones de equilibrio.

3.2 Esfuerzos resultantes. Ecuaciones constitutivas.
3.3 Formulación diferencial de la teoría clásica de placas en flexión.
3.4 Soluciones tabuladas.

CAP. 4 Mecánica de fracturas. Concentración de tensiones. Falla por fatiga.
4.1 Introducción a la Mecánica de Fracturas. Coeficiente de seguridad en mecánica de fractura.
4.2 Factores de concentración de tensiones. Diagrama S-N.
4.3 Tensiones alternas. Tensiones fluctuantes. Tensiones combinadas.
4.4 Daño acumulado. Regla de Miner. Regla de Manson.

PARTE II ESTABILIDAD DEL EQUILIBRIO

CAP. 5 Teoría de segundo orden para elementos prismáticos.
5.1 Ecuaciones de equilibrio en el sistema deformado.
5.2 Matriz de rigidez de una barra con carga axial acoplada.
5.3 Estabilidad del equilibrio en sistemas de barras.
5.4 Esfuerzos y tensiones en la teoría de segundo orden.

CAP. 6 Cargas críticas de placas.
6.1 Ecuaciones básicas para el pandeo de placas.
6.2 Cargas críticas para placas rectangulares. Pandeo de placas reales.

CAP. 7 Pandeo de cilindros.
7.1 Ecuaciones básicas para determinar las cargas críticas para cilindros delgados.
7.2 Pandeo de cilindros reales. Límites inferiores para carga axial y presión lateral.
7.3 Criterios de diseño.

CAP. 8 Pandeo local y global de elementos compuestos.
8.1 Vigas y columnas de pared delgada. Secciones delgadas. Sección compacta.
8.2 Sensibilidad a imperfecciones de placas y cáscaras.

8.3 **PARTE III CASOS ESPECIALES DE VIGAS**

CAP. 9 Vigas curvas.
9.1 Tensiones normales circunferenciales. Tensiones normales radiales.
9.2 Corrección de las tensiones circunferenciales. Factor de Bleich.
9.3 Cálculo de desplazamientos.

CAP. 10 Vigas de pared delgada.
10.1 Torsión de secciones cerradas de pared delgada.
10.2 Alabeo. Tensiones secundarias normales y de corte.
10.3 Torsión con alabeo restringido. Ecuación general de la torsión.
10.4 Flujo de corte por corte. Centro de corte.

PARTE IV MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

CAP. 11 Método de los elementos finitos
11.1 Introducción al M.E.F. Triangulo de tensión constante. Otros elementos.
11.2 Solución de problemas de tensión plana empleando el M.E.F. Implementación del M.E.F.

NOMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

Trabajo Practico N° 1: Problemas Combinados de los temas de los capítulos 1, 2, y 3.
Trabajo Practico N° 2: Problema de mecánica de fractura.
Proyecto N° 1: Falla por fatiga y concentración de tensiones.
Trabajo Practico N° 3: Estabilidad y carga criticas con efecto de segundo orden en vigas.
Proyecto N° 2: Estabilidad del equilibrio de placas y cascaras.
Trabajo Practico N° 4: Viga curva.
Proyecto N° 3: Viga de pares delgada.
Trabajo Practico N° 5: Problema del método de elementos finitos.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

El período de clases: está fijado por el calendario de actividades académicas de grado aprobado por el C.D. Generalmente se asigna para el semestre una duración de 15 semanas. La cátedra publica en el aula virtual del S.I.AL los horarios de consulta de los profesores integrantes de la asignaturas. Los horarios de clase los organiza la Secretaría Académica de la Facultad de acuerdo a las bandas horarias y disponibilidad de aulas. Las fechas de las evaluaciones y del recuperatorio, se coordinan entre las asignaturas a desarrollarse en el 2° cuatrimestre del 4° año, en la reunión realizada antes del comienzo de clase que cita a tal efecto el Sr, Secretario Académico.

Los contenidos de esta asignatura se desarrollan en dos clases semanales de 3 horas cada una, con la modalidad de teórico-práctico.

CARACTERÍSTICAS MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EL EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO LOS TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:

Modalidad de las evaluaciones

La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante 2 (dos) parciales prácticos y 1 (un) parcial teórico.

Primer Parcial Práctico: se realiza una vez finalizado el dictado teórico y práctico de la primera mitad de la asignatura.

Segundo Parcial Práctico: se realiza una vez finalizado el dictado teórico y práctico de la de la segunda mitad de la asignatura.

El objetivo a evaluar en cada examen parcial práctico es la comprensión y la correcta aplicación de los conceptos desarrollados en clase, a la solución de problemas que se presentan habitualmente en ingeniería mecánica.

Parcial Teórico: es una evaluación de la parte teórica de la asignatura. A tal fin se entrega a los estudiantes un listado con los temas que son incluidos en dicho examen. Los temas se listan en cuatro grupos. Mecánica del Sólido Continuo, Estabilidad del Equilibrio, Casos Especiales de Viga, y Método de Elementos Finitos. El profesor asigna tres temas del grupo del listado de temas, para ser desarrollados en forma escrita en un tiempo de 30 minutos para cada uno de los temas. Cada tema se retira al concluir los 30 minutos asignados. El estudiante deberá defender mediante la respuesta a las preguntas realizadas por el tribunal examinador sobre el desarrollo que realizo por escrito en cada tema del parcial teórico.

Trabajos prácticos y proyectos: se asignarán durante el transcurso del cuatrimestre cinco trabajos practicos que el estudiante debe resolver, luego confeccionará un reporte de la solución y lo entregará en la fecha establecida. También durante el desarrollo de la materia se asignarán tres proyecto que incluye problemas con un nivel de complejidad más profundo, disponiendo los estudiantes más tiempo para resolverlo.

Los reportes deben ajustarse a los siguientes requerimientos:

- Hacer uso correcto de la ortografía y la gramática
- Escritura legible (En caso de ser elaborado con escritura a mano)
- Uso correcto del lenguaje técnico
- Poseer información básica (nombre de la asignatura, número del trabajo práctico y el nombre del estudiante)

Una vez controlado, el reporte es devuelto al estudiante con las observaciones correspondientes. Si el trabajo práctico y/o el proyecto no satisface las condiciones mínimas de presentación o se

incurren en errores conceptuales groseros, el práctico y/o el proyecto es reprobado. Los trabajos deben ser resueltos en forma individual. Los trabajos resueltos en grupo son reprobados.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN Y REGULARIZACIÓN

1. Condiciones para PROMOCIÓN:

a. **Asistencia:** asistir al 80% de la totalidad de las clases.
b. **Prácticos:** entregar en tiempo y forma y aprobar el 80% de los prácticos.
c. **Evaluaciones:**
    1. **Parciales:** obtener una calificación promedio de 7 (siete) como resultado de haber rendido los 3 (tres) parciales, sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a 5 (cinco) en los 3 (tres) parciales.
    2. **Recuperatorio:** puede recuperar cada instancia evaluativa, definida como requisito para la obtención de la promoción, cualquiera sea la clasificación obtenida. En este caso, la nota del recuperatorio **reemplaza** la nota anterior obtenida. Todas las instancias recuperatorias se realizarán en la misma fecha establecida para tal fin.
    3. **Calificación:** la nota final es el promedio de las notas de los tres parciales.

2. Régimen de estudiante REGULAR:

a. **Asistencia:** asistir al 80% de la totalidad de las clases.
b. **Prácticos:** entregar en tiempo y forma y aprobar como mínimo el 70% de los prácticos.
c. **Evaluaciones:**
    1. **Parciales:** aprobar con 5 (cinco) cada uno de los dos parciales prácticos.
    2. **Recuperatorio:** se recuperan los 2 (dos) parciales prácticos en la misma fecha establecida para tal fin. En ese caso, la nota del recuperatorio **reemplaza** la nota anterior obtenida. Todas las instancias recuperatorias se realizarán en la misma fecha establecida para tal fin.
d. **Aprobación de la materia:** El examen consta de una parte práctica y de una teórica:
    1. La **parte práctica** consiste en resolver ejercicios similares a los evaluados en los exámenes parciales prácticos.
    2. La **parte teórica** tiene las características del **Parcial Teórico**.

Examen en condición de estudiante libre:

El estudiante libre puede rendir en los turnos de exámenes finales fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado por el C.D. El examen final correspondiente a la condición de estudiante libre que consiste en:

a. El estudiante deberá notificar fehacientemente al tribunal examinador como mínimo con 7 (siete) días hábiles de anticipación su intención de rendir la asignatura en la condición de estudiante libre. El tribunal examinador le comunicará las fechas en las cuales se desarrollará cada uno de los exámenes descriptos a continuación a partir de la fecha establecida para el correspondiente turno de examen.

b. Un examen práctico de resolución de problemas sobre los temas del programa vigente de la asignatura.

c. Un examen teórico práctico que consiste en desarrollar en forma escrita: demostraciones, y respuesta de preguntas en forma concreta y precisa, sobre los temas del programa vigente de la asignatura.

d. Un examen teórico oral donde al estudiante se le asignaran tres temas del programa de la asignatura. El estudiante desarrollará, explicará, demostrará, y fundamentará; utilizando la pizarra y la explicación oral, en forma consecutiva los tres temas asignados.

TEMARIO DE EXAMEN DE ESTABILIDAD APLICADA (Año 2018)

Primera parte: MECÁNICA DEL SÓLIDO CONTINUO

1. Métodos generales de la elasticidad lineal.
2. Criterios de falla para tensiones combinadas. Distintas Teorías.
3. Cilindros con elevada presión interior. Zunchado.
4. Cilindros de pared gruesa. Criterios de diseño. Cilindro Optimo. Zunchado Optimo.
5. Teoría de Placas. Relaciones cinemáticas y ecuaciones de equilibrio.
6. Teoría de Placas. Soluciones Tabuladas.
7. Mecánica de fractura. Coeficiente de seguridad en mecánica de fractura.
8. Fatiga. Resistencia a fatiga con vida limitada.
9. Fatiga. Tensiones alternas. Tensiones Fluctuantes. Tensiones combinadas.
10. Fatiga. Daño acumulado. Regla de Miner. Regla de Manson.

Segunda parte: ESTABILIDAD DEL EQUILIBRIO

11. Matriz de rigidez incluyendo carga axial.
12. Estabilidad del equilibrio en sistemas de barras.
13. Cargas críticas para placas rectangulares.

14. Pandeo de placas reales.
15. Cargas críticas para cilindros delgados.
16. Pandeo de cilindros reales.
17. Criterios de diseño.
18. Pandeo local de elementos compuestos.
19. Pandeo local. Vigas de pared delgada. Sección compacta.

Tercera parte: CASOS ESPECIALES DE VIGAS

20. Vigas curvas. Formula de la flexión compuesta para vigas curvas.
21. Corrección de Bleich para vigas curvas.
22. Torsión de secciones cerradas. Fórmulas de Bredt. Sección multicélula.
23. Propiedades sectoriales. Alabeo y tensiones secundarias.
24. Torsión con alabeo restringido. Ecuación general de la torsión para secciones abiertas.
25. Flujo de corte por corte. Centro de corte en secciones abierta sin simetría.
26. Flujo de corte por corte. Centro de corte en secciones cerradas sin simetría.

Cuarta parte: MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

27. Defensa del problema del método de los elementos finitos.

CRONOGRAMA DE CLASES Y PARCIALES (ESTABILIDAD APLICADA AÑO 2018)

N°	Fecha	Temas Teórico/Practico
1	14/08	Ecuaciones fundamentales de la elasticidad.
2	15/08	Métodos generales de la elasticidad lineal. Criterios de falla.
3	21/08	Criterios de falla. Cilindro de pared gruesa.
4	22/08	Cilindro de pared gruesa.
5	28/08	Teoría de placas.
6	29/08	Teoría de placas.
7	4/09	Mecánica de fractura.
8	5/09	Mecánica de fractura.
9	11/09	Asueto Especial Claustro Docente.
10	12/09	Teoría de segundo orden en elementos prismáticos.
11	18/09	Teoría de segundo orden en elementos prismáticos.
12	19/09	Pandeo de placas.
13	25/09	Pandeo de cilindros.
14	**26/09**	**PRIMER PARCIAL PRÁCTICO**

15	2/10	Pandeo local y global de elementos compuestos.
16	3/10	Método de elementos finitos.
17	9/10	Método de elementos finitos.
18	10/10	Fatiga.
19	16/10	Fatiga.
20	17/10	Daño acumulado.
21	23/10	Daño acumulado.
22	24/10	Vigas curvas.
23	30/10	Vigas curvas.
24	31/10	Torsión de vigas de sección unicelular de pared delgada.
25	6/11	Torsión de vigas de sección multicelular de pared delgada.
26	7/11	Propiedades sectoriales del área de vigas de pared delgada.
27	**13/11**	**SEGUNDO PARCIAL PRÁCTICO.**
28	14/11	Vigas de pared delgada.
29	20/11	Vigas de pared delgada.
30	21/11	Vigas de pared delgada.
31	**30/11**	**RECUPERATORIO PRIMER Y SEGUNDO PARCIAL PRÁCTICO.**

HORARIO Y LUGAR DE CLASES

Día	Horario	Aula	Pabellón
Martes	17 hs a 20 hs	18	Pab. 4
Miércoles	13 hs a 16 hs	17	Pab. 4

HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS

Docente	Día	Horario	Lugar
Ing. Rodolfo M. Duelli	Lunes y Jueves	14 hs a 18 hs	FI Cubículo 5
MSc. Ing. Jorge Muract	Martes	14 hs a 16 hs	Laboratorio GAV
Dr. Ing. Marcos Verstraete	Martes y Miércoles	10 hs a 12 hs	DTQ Oficina 16

BIBLIOGRAFÍA:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

"Compendio de Cálculo Estructural para ingeniería mecánica y aeronáutica". Autores: Julio Massa, Juan Giro, y Alejandro Giudici. Edición: septiembre del año 2018. El compendio cubre todos los capítulos de la asignatura, se mantiene actualizado y además incluye cuatro capítulos extras con aplicaciones a la ingeniería mecánica que a juicio y experiencia de los autores podrán ser de utilidad en el ejercicio de la profesión por parte de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA Y DE CONSULTA

Título	Autor/s	Editorial	Año Edición	N°	Eje Temático
Advanced mechanics of materials 6th. ed.	Boresi, Arthur Peter; Schmidt, Richard Joseph; Sidebottom, Omar Marion	Wiley & Sons	2002	1	Cap. 2 Cap. 3 Cap. 4 Cap. 9 Cap 10
Diseño en ingeniería mecánica de Shigley - 9a ed.	Budynas, Richard G. Nisbett, J. Keith	McGraw Hill	2012	1	Cap. 4
Stress, strain and structural dynamics : an interactive handbook of formulas, solutions, and MATLAB toolboxes	Yang, Bingen	Elsevier - Ámsterdam	2005	1	Cap. 11
Failure of materials in mechanical design : analysis, prediction, prevention	Collins, Jack A.	Wiley & Sons	1981	1	Cap. 1 Cap. 4
Advanced mechanics of materials 2nd. ed.	Cook, Robert Davis; Young, Warren Clarence	Prentice Hall	1999	1	Cap. 10
Mechanics of Engineering Materials 2nd ed.	PP Benham, RJ Crawford & CG Armstrong	Pearson Prentice.Hall	1996	1	Cap. 1 Cap.3 Cap. 4 Cap. 11
Roark's formulas for stress and strain	Young, Warren Clarence	McGraw-Hill	1989	2	Todos los Cap.
Introducción a la Mecánica de los Sólidos	Godoy, Prato ,Barto	UNC - ANCA	1983	1	Cap. 1
Buckling of Bars, Plates, and Shells	Brush D. O. Almoroth Bo. O.	McGraw-Hill	1975	0	Cap. 5, 6, 7, 8
Manual de usuario de los programas: PORTI2, VIGA CURVA,TRITE, SECCIÓN, y VLASOF. Autor Julio Massa. Formato digital.					Cap. 5 Cap. 9 Cap. 10

SOFTWARE DISPONIBLE PARA LA REALIZACIÓN DE LO TRABAJOS PRÁCTICOS Y PROYECTOS

Programa "**PORTI2**". Analiza pórticos planos en régimen elástico lineal bajo cargas estáticas incluyendo el efecto de segundo orden de las deformaciones

Programa "**VIGA CURVA**". Calcula el valor del área, el radio de curvatura y el área modificada de la sección de una viga curva, y las tensiones en uno o más sectores en la viga curva utilizando las teorías de viga curva y viga recta.

Programa "**TRITE**". Analiza pórticos espaciales en régimen elástico lineal bajo carga estáticas.

Programa "**SECCIÓN**". Calculas las propiedades geométricas de secciones de pared delgada, y si se dan como datos los esfuerzos calcula el coeficiente de seguridad de la sección de pared delgada.

Programa "**VLASOF**". Resuelve la ecuación de Vlasof para la torsión de vigas de pared delgada con alabeo restringido.

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico