



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Programa de Estructuras Laminares

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Estructuras Laminares

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo de la unidad curricular es preparar al Ingeniero para manejar adecuadamente los proyectos donde intervengan estructuras laminares.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Curso semestral de cinco horas presenciales semanales, distribuidas en: dos clases teóricas de una hora y media de duración y un laboratorio de proyecto de dos horas de duración. Los estudiantes deberán realizar dos proyectos de estructuras laminares en forma individual, donde deberán aplicar los conocimientos adquiridos para el diseño de una estructura real.

5. TEMARIO

Incluye una descripción general de los grandes temas del curso y de los subtemas incluidos en cada uno de ellos.

1. Losas sobre fundación elástica: Teorías de Losas: Teorías de Kirchhoff, Mindlin y Winkler. Hipótesis, ecuaciones y soluciones analíticas.
2. Teoría de cáscaras de pared delgada: Teoría de Love. Hipótesis. Ecuaciones que gobiernan el problema. Aproximación membranar. Cáscaras rebajadas.
3. Cubiertas paraboloides: Definición de la superficie, paraboloides hiperbólico (hyper) y paraboloides elíptico (elpar). Determinación de esfuerzos de membrana. Fuerzas en las vigas de borde. Resoluciones analíticas y numéricas. Diseño de una cubierta paraboloides en hormigón armado.
4. Bóvedas por arista. Definición de la superficie. Determinación de esfuerzos de membrana. Borde libre. Fuerzas en los nervios. Resoluciones analíticas y numéricas. Diseño de una bóveda por arista en hormigón armado reforzado con fibras.
5. Cáscaras cilíndricas para cubiertas: Clasificación de cáscaras cilíndricas. Ecuaciones de equilibrio en la aproximación membranar. Comportamiento según la forma de la directriz. Aplicación a cáscaras cilíndricas cortas.
6. Aproximación de la viga arco para bóvedas cilíndricas: Análisis de cubiertas de cáscaras cilíndricas largas por la aproximación de la viga-arco. Viga de borde. Diseño de baterías de cáscaras. Detalle del armado. Cáscaras de directriz north-light. Resoluciones analíticas y numéricas. Diseño de una batería de bóvedas cilíndricas en cerámica armada.
7. Láminas plegadas: Aproximaciones al estudio de láminas plegadas. Resoluciones analíticas y numéricas. Elementos de apoyo. Diseño de láminas plegadas en hormigón armado.
8. Aproximación de la viga sobre fundación elástica para recipientes cilíndricos de pared delgada: Ecuaciones que gobiernan la solución flexional. Diseño de tanques de agua cilíndricos en hormigón armado. Diseño de tanques de agua cilíndricos en hormigón pretensado.
9. Aproximación de la viga sobre fundación elástica para recipientes cónicos de pared delgada: Ecuaciones que gobiernan la solución flexional. Diseño de silos, presión de los granos.
10. Teoría flexional de cáscaras de revolución: Aproximación de Geckeler. Anillo de borde. Diseño de cúpulas esféricas en hormigón armado. Empleo de hiperboloides de revolución en el diseño de torres de enfriamiento.
11. Teoría flexional de cáscaras conoides: Ecuaciones que gobiernan el problema. Comportamiento según la forma de la directriz. Resoluciones analíticas y numéricas.
12. Inestabilidad de losas y cáscaras: Pandeo de losas y pandeo de cáscaras. Aplicaciones.

6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Losas sobre fundación elástica	(2),(4),(7)	(12),(14)
2. Teoría de cáscaras de pared delgada	(1),(5)	(14),(17)
3. Cubiertas paraboloides	(1),(6),(9)	(13),(16),(17)
4. Bóvedas por arista	(1),(6)	(15),(16)
5. Cáscaras cilíndricas para cubiertas	(1),(3),(4)	(15),(16),(17)
6. Aproximación de la viga arco para bóvedas cilíndricas	(1),(10)	(15),(16),(18)
7. Láminas plegadas	(1),(3)	(12),(15),(16)
8. Aproximación de la viga sobre fundación elástica a recipientes cilíndricos	(8),(11)	(13),(17)
9. Aproximación de la viga sobre fundación elástica para recipientes cónicos	(3),(11)	(13),(17)
10. Teoría flexional de cáscaras de revolución	(3),(5),(6)	(15),(16),(17)
11. Teoría flexional de cáscaras conoides	(6)	(15),(16)
12. Inestabilidad de losas y cáscaras	(2)	(14),(17)

6.1 Básica

1. M.Farshad. **Design and analysis of shell structures**. Springer (1992) ISBN 978-90-481-4200-2
2. Eduard Ventse, Theodor Krauthammer. **Thin Plates and Shells: Theory, Analysis and Applications**. CRC. (2001) ISBN 0824705750
3. Johan Blaauwendraad , Jeroen H. Hoefakker. **Structural Shell Analysis. Understanding and Applications**. Springer (2014) ISBN 978-94-007-6700-3
4. Ansel C. Ugural, **Plates and shells theory and analysis**. CRC Press, (2018), ISBN 13: 978-1-138-03245-3
5. François Frey, Marc-André Studer. **Analyse des structures et milieux continus**. Coques. Presses Polytechniques et universitaires romandes. (2003) ISBN 2-88074-516-0
6. P.C Varghese. **Design of Reinforced concrete shell and folded plates**, PHI Learning Pvt. Ltd., (2010) ISBN 9788120341111
7. Maan H. Jawad, **Design of plate and shell structures**, The American Society of Mechanical Engineers, 2004, ISBN: 0-7918-0199-3
8. A. Zingoni, **Shell Structures in Civil and Mechanics Engineering**. ICE Publishing (2017), ISBN 978-0-7277-6028-9
9. K. Chandrashekhara, **Analysis of Thin Concrete Shells**, New Age International Publisher (1995), ISBN 978-8122407976
10. J.N. Bandyopadhyay, **Thin Shell Structures Classical and Modern Analysis**, , New Age International Publisher (1998), ISBN 978-8122406399
11. A. Ghali, **Circular Storage Tanks and Silos**. Taylor & Francis (2000) ISBN 9780419235606

6.2 Complementaria

1. Marti, Peter (2013). **Theory of structures. Fundamentals Framed Structures Plates and Shells.** Wilhelm Ernst & Sohn 2013, ISBN 978-3-433-02991-6
2. Iakov Iskhakov , Yuri Ribakov **Design Principles and Analysis of Thin Concrete Shells, Domes and Folders,** CRC Press, 2016, ISBN: 13: 978-1-4987-2665-8
3. S.Timoshenko, S.Voinowsky-Krieger - **Teoría de placas y láminas.** Ediciones Urmo, (1990) ISBN 978-0070858206
4. Ramaswamy G.S. **Design and Construction of Concrete Shell Roofs.** CBS PUBLISHERS AND DISTRIBUTORS PVT LTD; (2005) ISBN 9789388902588
5. Billington D. P., **Thin Shell Concrete Structures,** McGraw-Hill (1982), ISBN 9780070052796
6. Wilhelm Flugge. **Stresses in Shells.** Springer (1973). ISBN 978-3-642-88293-7
7. E. Dieste, **Cáscaras autoportantes de directriz catenaria sin tímpanos.** Ediciones de la banda oriental (1985).

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Hormigón estructural, Resistencia de materiales, Métodos computacionales aplicados al cálculo estructural

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Método de los Elementos Finitos. Hormigón pretensado.

ANEXO A

A1) INSTITUTO

Instituto de Estructuras y Transporte

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Losas sobre fundación elástica. (5 hs de clase).
Semana 2	Teoría de cáscaras de pared delgada. (5 hs de clase).
Semana 3	Pandeo en pórticos. (5 hs de clase).
Semana 4	Cubiertas paraboloides. (5 hs de clase).
Semana 5	Cubiertas paraboloides- Bóvedas por arista. (5 hs de clase).
Semana 6	Bóvedas por arista. (5 hs de clase).
Semana 7	Cáscaras cilíndricas para cubiertas. (5 hs de clase).
Semana 8	Aproximación de la viga arco para bóvedas cilíndricas. (5 hs de clase).
Semana 9	Aproximación de la viga arco para bóvedas cilíndricas. (5 hs de clase).
Semana 10	Láminas plegadas. (5 hs de clase).
Semana 11	Aproximación de la viga sobre fundación elástica a recipientes cilíndricos. (5 hs de clase).
Semana 12	Aproximación de la viga sobre fundación elástica para recipientes cónicos. (5 hs de clase).
Semana 13	Teoría flexional de cáscaras de revolución. (5 hs de clase).
Semana 14	Teoría flexional de cáscaras conoides. (5 hs de clase).
Semana 15	Inestabilidad de losas y cáscaras. (5 hs de clase).

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Los estudiantes serán evaluados mediante la entrega de dos proyectos de diseño de estructuras laminares hechos en forma individual, con entregas antes del primer y del segundo período de parciales respectivamente.

Cada uno de los proyectos aportará 50 puntos con el fin de aprobar la unidad curricular.

De los resultados obtenidos por el estudiante surgen dos posibilidades.

- 1) Aprobación de la unidad, obteniendo más de 30 puntos en cada proyecto.
- 2) Reprobación.

A4) CALIDAD DE LIBRE

Los estudiantes no podrán acceder a la Calidad de Libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: sin cupo

Cupos máximos: sin cupo

ANEXO B para la carrera Ingeniería Civil

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Teoría de Estructuras.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso: Examen aprobado de Hormigón Estructural 1. Examen aprobado de Mecánica Estructural, Curso aprobado de Hormigón Estructural 2. Curso aprobado de Métodos Computacionales Aplicados al Cálculo Estructural.

APROBADO POR RESOLUCIÓN N° 113 DEL CFI DE FECHA 04.07.2017

FECHA 17/03/2022 EXP. 061130 - 500003 - 21