



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

**Programa de
Transferencia de Calor y Masa (TCH).**

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Transferencia de Calor y Masa

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Que el estudiante adquiera el conocimiento y los métodos de análisis y cálculo de los fenómenos térmicos, incluyendo la transferencia de calor y de masa (y su funcionamiento en conjunto) que se presentan en el campo tecnológico, en particular en la actividad industrial, así como los equipos y aparatos utilizados, con ejemplificación del sector industrial forestal y particularmente el sector de madera, y en algunos problemas agroambientales.

El estudiante quedará capacitado en los siguientes aspectos:

- Buen manejo de los conceptos y principios correspondientes a los fenómenos térmicos y de transformación de masa y sus aplicaciones, particularmente el secado de madera.
- Conocimientos de diseño y operación de equipos e instalaciones.
- Formación teórica y métodos de cálculo para encaminar diversos problemas que se presentan en el ejercicio profesional, pudiendo resolverlos por si mismo en caso de sistemas simples o de pequeña escala, o bien quedando capacitado para interaccionar adecuadamente con otros profesionales en casos de sistemas complejos.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso tendrá una intensidad semanal de 5 horas de clase, de las cuales 3 son teóricas y 2 prácticas (ejercicios, problemas de aplicación y eventualmente prácticas de laboratorio), con una duración total de 75 horas. Se podrán realizar visitas didácticas a plantas industriales y empresas públicas o privadas, así como alguna actividad de laboratorio tendiente a la comprensión de los fenómenos y la observación y medición de las variables fundamentales para los mecanismos de transformación más relevantes para el sector.

5. TEMARIO

1. Revisión e introducción de conceptos de Termodinámica y Mecánica de los Fluidos.
2. Transferencia de Calor, Balances de Masa, Mecánico y Térmico.
 - 2.1. Fenómenos de Transferencia de calor y sus leyes de Transferencia. Noción de conductividad, coeficiente de transferencia, difusividad térmica.
 - 2.2. Conducción: Ley de Fourier, modelado, ecuaciones de conservación
 - 2.2.1. Énfasis en sistemas unidimensionales estacionarios, en geometrías planas, cilíndricas y esféricas sin fuentes de calor. Circuitos térmicos, en serie y paralelo.
 - 2.2.2. Superficies extendidas, aletas.
 - 2.2.3. Casos estacionarios (simples) con generación y combinaciones con resistencias térmicas.
 - 2.2.4. Transitorios. Caso con resistencia interna despreciable. Nociones de transitorios térmicos con resistencia interna no despreciable, número de Biot, aplicaciones simples.
 - 2.2.5. Nociones en sistemas en 2 y 3 dimensiones. Factor de Forma. Nociones introductorias a métodos numéricos adaptados a estos fenómenos (casos simples)
 - 2.3. Convección. Percepción del fenómeno, principales aspectos y parámetros. Definición del coeficiente de transferencia convectivo h . Propiedades del fluido, del flujo y geometría. Números adimensionados y análisis dimensional.
 - 2.4. Modelado (simple) del fenómeno, noción de flujo medio y capa límite. Análisis y discusión de las principales situaciones y resultados de interés. Vinculo con la transferencia de masas.
 - 2.5. Caso de flujo externo en convección forzada. Extensión a flujo interno y diversas geometrías. Rol del número de Reynolds, Prandtl y Nusselt. Convección natural, el fenómeno y sus resultados principales (cualitativo y directo).
 - 2.6. Nociones de Transferencia de Calor en ebullición y condensación.
 - 2.7. Nociones de Transferencia de calor por radiación. Principales leyes de emisión y parámetros relacionados. Diferencias con la conducción y convección. Dificultades espectrales y geométricas. Nociones de métodos de resolución y su comparación con los fenómenos anteriormente vistos.
3. Intercambiadores de calor.
 - 3.1. Clasificación y descripción
 - 3.2. Análisis: Método de la Diferencia Media Logarítmica (LMTD) y Método del Número de Unidades de Transferencia (NTU).
 - 3.3. Aplicaciones al Diseño y al cálculo de eficiencia.
4. Transferencia de masa
 - 4.1. Difusión
 - 4.2. Leyes de Fick

4.3. Mecanismo de Transferencia de masa. Difusión con movimiento.

4.3.1. Convección de masa, coeficiente de transferencia de materia convectiva (hm)

4.3.2. Capa límite de transferencia de materia. Números adimensionados

4.3.3. Relación y analogía con transferencia de calor en casos forzados.

5. Aire húmedo

5.1. Conceptos fundamentales.

5.2. Carta psicrométrica.

5.3. Procesos con aire húmedo, operación y control.

5.4. Noción de torres de enfriamiento.

5.5. Secado. Fundamentos. Aplicaciones con énfasis en secado de madera.

6. BIBLIOGRAFÍA

Identificación de las publicaciones básicas y complementarias adecuadas para el buen seguimiento del curso. Se debería observar la disponibilidad de estos textos, tanto en la Biblioteca de Facultad como en el mercado. En caso de existir varios textos principales, indicar para qué tema aporta cada uno. La referencia bibliográfica deberá darse de la siguiente forma:

Tema	Básica	Complementaria
Tema 1	(1), (2)	
Tema 2	(1), (2)	
Tema 3	(1), (2)	
Tema 4	(1), (2)	
Tema 5	(3), (4)	(7), (8), (9) (10)

6.1 Básica

1. Incropera, F. De Witt, D. "Fundamentos de transferencia de calor". Cuarta Edición. ISBN 970-17-0170-4. Prentice Hall, Mexico, 1999.
2. Mijeev, M.A., Mijeeva, I.M. "Fundamentos de Termo - Transferencia". Mir, Moscú, 1979.
3. Stoecker, W. "Refrigeración y acondicionamiento de aire", McGraw-Hill, México, 1978.
4. Moran, M, J. Shapiro, H, N. Fundamentos de Termodinámica Técnica. Reverté, 2008.

6.2 Complementaria

5. Kern, D. "Procesos de transferencia de calor". ISBN 968-26-1040-0, CECOSA, México, 2001.

6. Welty, J. "Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa". ISBN 968-18-1306-5, Limusa, México, 1994.
7. Tusset, R. Duran, F. Manual de Maderas comerciales y equipos de utilización. Hemisferio Sur, 2008.
8. J. L. Balrich. Dry kiln handbook.
9. R. G. Bareson. Timber drying. London, Crosby Lockwood & Son, Ltd., 1938.
10. Puppo Perera, J. Secado de la madera. BSE Almanaque, 2002.
11. Apuntes y material didáctico preparado por el docente.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, cálculo vectorial. Física general, termodinámica (Primera y Segunda Ley)

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: nociones de mecánica de los fluidos (flujo viscoso incompresible, análisis dimensional).

ANEXO A

Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Carrera de Ingeniería Forestal.

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Punto 1 del temario
Semana 2	Punto 2.1 del temario
Semana 3	Punto 2.2.1 del temario
Semana 4	Punto 2.2.2 del temario
Semana 5	Punto 2.2.3 del temario
Semana 6	Punto 2.2.4 y 2.2.5 del temario
Semana 7	Punto 2.3 del temario
Semana 8	Punto 2.4 del temario
Semana 9	Punto 2.5 del temario
Semana 10	Punto 2.6 y 2.7 del temario
Semana 11	Punto 3 del temario
Semana 12	Punto 4 del temario
Semana 13	Punto 4 y 5 del temario
Semana 14	Punto 5 del temario
Semana 15	Punto 5 del temario

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La asistencia a las prácticas de laboratorio y/o visitas son condiciones necesarias para la aprobación del curso. Adicionalmente el curso sera reglamentado, a partir de una evaluación continua, según el puntaje acumulado en las diversas instancias (dos parciales, uno a mitad de curso y otro al final) se consideraran las siguientes franjas de aprovechamiento de las pruebas: menos del 25% (notas 0, 1 y 2) pierde el curso, entre 25% y 60% (notas 3, 4 y 5) gana el curso y debe rendir un examen final compuesto de una parte práctica y una parte teórica, entre el 60% y el 80% (notas 6, 7 y 8) aprueba la asignatura y exonera la parte práctica del examen, y con más del 80% (notas 9, 10, 11 y 12) exonera completamente la asignatura. Las pruebas parciales podrán incluir la realización de un trabajo aplicado y su presentación y parte de ejercicios.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No tiene.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

No tiene.

ANEXO B para la carrera de Ingeniería Forestal

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Fluidos y Energía.

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Se sugiere tener aprobados los cursos de Cálculo 1, Cálculo 2, Física 1, Física 2 y Termodinámica.