



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

SALTA, 23 ABR. 2015

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

VISTO la Nota Nº 2454/14 mediante la cual la Ing. Angélica Noemí ARENAS, en su carácter de Coordinadora, eleva la Planilla para la Solicitud de Autorización del Curso de Posgrado denominado "Transferencia de Calor y Materia en Procesos de Transformación Energética. Teoría y Aplicaciones", y

CONSIDERANDO:

Que el Director Responsable del Curso es el Dr. Ing. Francisco BLANGETTI, quien integra también el cuerpo docente junto a la Mg. Ing. Angélica ARENAS y el Esp. Ing. Juan Herman ROBÍN.

Que la solicitud incluye una propuesta de arancelamiento y especifica que sólo serán admitidos dos (2) alumnos de carreras de grado, en caso de no cubrirse el cupo establecido por el Director del Curso.

Que se adjuntan los Curriculum Vitae del Director Responsable y del cuerpo docente.

Que la Escuela de Postgrado recomienda que se autorice el dictado del curso, en tanto el mismo se autofinancie.

Que el Curso en cuestión se dictó en marzo de 2010, en virtud de la autorización otorgada por Resolución Nº 592-HCD-2009.

Que la Comisión de Asuntos Académicos se ha pronunciado favorablemente con relación al aspecto de su competencia.

Que se ha expedido en autos la Comisión de Hacienda, mediante Despacho Nº

19/2015.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

Por ello y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su IV Sesión Ordinaria, celebrada el 15 de abril de 2015)

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Autorizar el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado "Transferencia de Calor y Materia en Procesos de Transformación Energética. Teoría y Aplicaciones", a cargo del Dr. Ing. Francisco BLANGETTI, de la Mg. Ing. Angélica ARENAS y del Esp. Ing. Juan Herman ROBÍN, bajo la Dirección y Responsabilidad del primero y la Coordinación de la segunda, a llevarse a cabo en el Primer Cuatrimestre de 2015, con una carga horaria de sesenta (60) horas, cuyas características –como Anexo- forman parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Determinar los aranceles que a continuación se especifican, a aplicarse en el Curso de Postgrado autorizado precedentemente:

- Docentes de la Facultad de Ingeniería: \$ 700,00 (SETECIENTOS PESOS)
- Alumnos de las carreras de Doctorado de la Facultad de Ingeniería de la UNSa: \$ 700,00 (SETECIENTOS PESOS)
- Graduados de la Facultad de Ingeniería: \$ 1.600,00 (MIL SEISCIENTOS PESOS)
- Docentes y Estudiantes de Posgrado de otras Facultades de la UNSa: \$ 1.400,00 (MIL CUATROCIENTOS PESOS)
- Otros Profesionales: \$ 2.000,00 (DOS MIL PESOS)

ARTÍCULO 3º.- Dejar expresamente aclarado que el Curso de Posgrado denominado "Transferencia de Calor y Materia en Procesos de Transformación Energética. Teoría y



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Expediente N° 14.271/09

Aplicaciones", en virtud del arancel aprobado por el Artículo que antecede, constituye una actividad académica autofinanciada, quedando sujeto a las disposiciones contenidas en la Resolución CS N° 128/99, en lo relativo a la distribución y rendición de los fondos recaudados.

ARTÍCULO 4°.- Disponer que un eventual déficit ocasionado por la realización del Curso cuya autorización se otorga por el artículo 1° de la presente Resolución, será cubierto con fondos provenientes del presupuesto de la Escuela de Ingeniería Industrial

ARTÍCULO 5°.- Publíquese, comuníquese a la Secretaría Administrativa de la Universidad, al Dr. Ing. Francisco BLANGETTI, a la Mg. Ing. Angélica ARENAS y al Esp. Ing. Juan Herman ROBÍN; a la Escuela de Ingeniería Industrial; a la Escuela de Posgrado; a las Direcciones Generales Administrativas Académica y Económica, al Área de Posgrado, a la Dirección Administrativa Económica Financiera y siga al Departamento de Presupuesto y Rendiciones de Cuentas, para su toma de razón y demás efectos.

RESOLUCIÓN FI N° 0 0 1 1 0

-HCD-2015


Dra. MARTA CECILIA POGGI
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa


Ing. EDGARDO LING SHAM
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

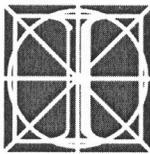
Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

ANEXO

Planilla para la Solicitud de Autorización de Cursos de Postgrado (Elaborada de acuerdo con la reglamentación vigente para cursos de postgrado de la Universidad Nacional de Salta - Res. CS Nº 640-08)	
Año: 2015	Cantidad de Horas: 60 horas (1) ver al dorso
Nombre del Curso: Transferencia de Calor y Materia en Procesos de Transformación Energética. Teoría y Aplicaciones.	
Fines y objetivos que desea alcanzar: El Curso de una extensión aproximada de 12 semanas, tiene por objetivo suministrar los principios y fundamentos de los procesos que implican el transporte de energía y materia a fin de posibilitar una mejor comprensión de los fenómenos de transporte, tales como la transmisión del calor vía convección con y sin cambios de fase, transporte simultáneo de calor y materia, tales como la psicrometría, humidificación/dehumidificación, condensación de sistemas binarios, introducción a condensación de multicomponentes. Parte esencial del presente curso es el desarrollo de aplicaciones.	
Programa del Curso: (2) 1. "Basic tools". Recapitulación y Repaso <input type="checkbox"/> Definiciones. Nomenclatura a utilizarse durante el curso. Sistema de Unidades SI.	



Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

- Sistemas ideales/reales. Ecuaciones de estado (EoS) cúbicas (Peng-Robinson, Redlich-Kwong) Funciones termodinámicas derivables de las EoS. Aplicación al caso de gases: p.e.: CH₄, NH₃. Formulaciones empíricas de uso industrial: IAPWS-IF97 para la sustancia ordinaria agua.
 - Diferentes expresiones de concentración: fracción másica, fracción molar, concentraciones referidas al "carrier", al volumen de disolución, etc. Transformaciones recíprocas. Aplicaciones.
 - Balances de materia, de componentes y de entalpía. Micro/macro balances. Elementos de estequiometría. Ejemplos.
 - Ecuaciones constitutivas para el transporte de calor (Fourier) y materia (Fick).
 - Elementos de análisis numérico para la solución de sistemas implícitos de ecuaciones algebraicas (Raphson-Newton) y diferenciales (Runge-Kutta) y tratamiento numérico de ecuaciones integrales simples.
- 2. Funciones termodinámicas. Diagramas y Ciclos Térmicos.**
- Definiciones de las funciones de uso corriente: u, h, s, a, g. Diagramas termodinámicos.
 - Exergía. Criterio para definir la utilización energética óptima. Aplicaciones.
 - Ciclos térmicos corrientes en plantas de energía. Rankine, Joule-Brayton. Ciclos combinados. Ciclos avanzados (HAT, Evaporativos). Eficiencia energética y balance globales exergético de ciclos térmicos. Ejemplos. Procesos a p y T constantes: termodinámica de las celdas de combustión. Aplicaciones.

Handwritten signatures and initials



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

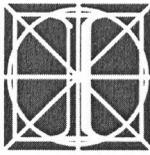
Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 0 0 1 1 0

Expediente Nº 14.271/09

- Presión de vapor de componentes puros: Clausius, Clausius-Clapeyron. Ecuación de Antoine. Aplicaciones.
- Psicrometría. Definiciones y Parámetros. Recapitulación
- Trabajo con el diagrama entálpico para aire húmedo (Mollier).
- Ley de la palanca, derivada de borde y balances en el diagrama de Mollier.
- Evoluciones de calentamiento, enfriamiento, humidificación y dehumidificación de aire húmedo. Punto de rocío. Aplicación.
- Termodinámica de acondicionamiento de aire y del secado
- 3. Transferencia de Calor**
- Convección térmica en geometrías simples. Definiciones de los parámetros adimensionales que intervienen en las correlaciones (Re, Nu, Pr, Gr, Sh, Sc, etc.). Coeficientes de transferencia peliculares y totales. Aplicaciones.
- Uso de los manuales para la determinación de los coeficientes de transferencia de calor. Dependencia con las propiedades termofísicas de transporte. (Handbook of Heat Transfer, VDI-Wärmeatlas, Process Heat Transfer).
- Enfriamiento y solidificación de gotas en caída libre. Aplicación.
- Condensación de vapores puros. Laminar (Nusselt)/Turbulento. Paredes verticales. Tubos horizontales. Aplicaciones.
- 4. Transferencia de Materia y Simultánea**
- Transferencia de materia en fase gaseosa. Difusión. Coeficiente de difusión. Ecuación del transporte estacionario de materia. Ejemplos.

[Handwritten signatures and initials]



Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

- Transporte en sistemas binarios. Particularmente el sistema aire-vapor de agua. Diferentes casos: no-equimolar y equimolar.
 - Interdependencia de transporte de calor y materia: factor de corrección de Ackermann.
 - Relación de Lewis. Aplicaciones de la temperatura de bulbo húmedo.
 - Condensación en presencia de no condensables. El problema de los condensadores operando a presiones subatmosféricas (Aircoolers problem). Corrección de Ackermann para el transporte simultáneo. Aplicaciones.
 - Soluciones ideales/no-ideales. Ecuaciones de equilibrio L/G: Wilson, Van Laar.
 - Condensación de sistemas binarios condensables. Introducción a la condensación de sistemas ternarios y multicomponentes (Krishna-Standart approach).
- 5. Criterios Básicos para el Diseño de Grandes Equipos de Transferencia**
- Consideraciones generales para la ingeniería de los componentes de ciclos térmicos y equipos asociados. Los órganos primarios (prime movers): turbina de vapor, turbina de gas. Ciclos Rankine (condensación).
Principales representantes de estos componentes: condensadores, precalentadores (heaters), deaeradores vía desorcpción, Separadores de humedad-recalentadores (Moisture separators-reheaters), etc. Descripción funcional y fundamentos de diseño.
 - Normas de especificación de componentes de organizaciones internacionales: En particular, condensadores: VGB, ASME, H.E.I.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

- Diferentes tipos, Modelos termohidráulicos constitutivos. Discusión.
- Aplicación del nuevo modelo de la VGB para la predicción de la performance de equipos de condensación con extensión del rango de aplicación (VGB-130, 2014).
- Sistema de venteo de equipos de condensación. Determinación de la infiltración de aire en grandes componentes.

6. La torre de Enfriamiento Húmedo para el Agua de Refrigeración

- Estructura constructiva de los terminales fríos de los ciclos de generación (Cold Ends). Sistemas híbridos.
- Torres de enfriamiento secas. Cálculo de condensadores enfriados por aire (Air Cooled Condensers)
- Diseño termo-hidráulico de las torres húmedas de enfriamiento. El método de Merkel-Sherwood. La integral de Merkel. Solución para condiciones invertidas de los datos de entrada.
- Método de Mickley para el cálculo de la evolución de la temperatura del aire húmedo en la torre de enfriamiento.
- Aplicación: cálculo termo-hidráulico de una torre de enfriamiento húmeda.

Distribución Horaria: (3)

Lunes: 120 minutos

Miércoles: 90 minutos

Viernes: 90 minutos

Consulta: los días viernes a continuación de la clase de 90 minutos.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.gr

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

Metodología: (4)

Los destinatarios de este curso son ingenieros que deseen profundizar sus conocimientos en esta área tan actual y crítica y llevarlos a la práctica a través de la aplicación, la investigación y el desarrollo. A este fin los participantes deberán aportar su activa contribución en el ataque y solución de los ejemplos, problemas y aplicaciones que se propondrán a lo largo del curso. Las clases son expositivas por parte del director y de docentes del curso. A continuación se plantean ejercicios que deben ser resueltos por los asistentes del curso. Se utiliza lenguaje de programación FORTRAN y cálculo numérico para la resolución de los ejercicios. Se deben presentar los informes de los trabajos prácticos.

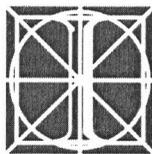
Sistema de Evaluación: al finalizar el dictado del curso se realiza una evaluación teórico-práctica para obtener la aprobación.

Lugar y Fecha de Realización: Facultad de Ingeniería, Primer Cuatrimestre de 2015

Conocimientos previos necesarios:

Aunque los tres primeros secciones representan esencialmente un repaso de conceptos, se supone que los participantes poseen conocimientos básicos de termodinámica (primera y segunda ley), de balances elementales de masa y energía, como asimismo bases de cálculo diferencial/integral. Experiencia en programación y cálculo numérico resultará extremadamente ventajosa.

Profesionales a los que está dirigido el curso: de ingeniería en general e



Universidad Nacional de Salta

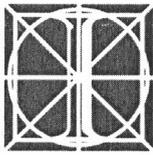
FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 0 0 1 1 0

Expediente Nº 14.271/09

ingenieros que actúan en empresas del sector energético
Cuando corresponda indicar las carreras de postgrado a las que está dirigido el curso: Integrantes de la red de doctorado de Ingeniería Industrial (carrera de postgrado que se encuentra en etapa de evaluación en el Ministerio de Educación). Universidades participantes: Jujuy, Misiones, Mendoza, Tucumán, La Rioja y Salta.
Director Responsable del curso: (5) Dr. Ing. Francisco Blangetti.
Cuerpo Docente: (5) Dr. Ing. Francisco Blangetti, Mg. Ing. Angélica Arenas y Esp. Ing. Juan Herman Robin.
Colaboradores: (6) Mg. Ing. Angélica Arenas y Esp. Ing. Juan Herman Robin. Trabajo Práctico (TP) 1: Basic tolos. Recapitulación y Repaso. Angélica Arenas TP 2: Funciones termodinámicas. Diagramas y Ciclos Térmicos. Juan Herman Robin. TP 3: Transferencia de Calor y Transferencia de Materia y Simultánea. Angélica Arenas TP 6: Torre de Enfriamiento. Cálculos y operación de equipo en Planta Piloto II. Angélica Arenas e Juan Herman Robín
Coordinador: Mag. Ing. Angélica Arenas
Detalle analítico de erogaciones y eventual propuesta de arancelamiento: Solicitud al MINCyT de fondos necesarios para el traslado SUIZA-SALTA-SUIZA



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

del Dr. Blangetti y Solicitud del Fondo de Capacitación Docente para cubrir, si hiciera falta un refuerzo a tal efecto.

Erogaciones:

ITEM	Unidades	IMPORTE (\$)
Papel resma para impresiones	2	100
CD	15	75
Gastos de impresión	800	160
Carpetas	15	300
Cafetería: café, azúcar, descartables, galletas	varias	1500
Refuerzo de estadía + alimentos Dr. Blangetti	3 meses	9000
TOTAL		\$ 11.135,0

Aranceles:

Los determinados en el Artículo 2º de la parte Resolutiva del presente acto administrativo.

Indicar si se aceptan a alumnos avanzados de carreras de grado:

2 alumnos, en caso que no se alcanzara a cubrir el cupo de 13 solicitado por el Director del Curso.



Nº 0 0 1 1 0

Expediente Nº 14.271/09

Bibliografía: (7) 1. Bibliografía, Cap. 1

- /1/ VDI-Heat Atlas, 5. Edición (ó ed. posterior), VDI, Springer Verlag (°).
- /2/ Perry,R. and D.Green: Perry's Chem. Engn.Handbook, 6. Ed., McGraw-Hill.
- /3/ Schütt, E. Th.Nietsch und A. Rogowski: Prozessmodelle Bilanzgleichungen, VDI.
- /4/ Reid, R., J.Prausnitz und Th. Sherwood: The Properties of Gases and Liquids, 3. Ed. McGraw-Hill.
- /5/ Incropera,F. and D. De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 2. Ed., McGraw-Hill.
- /6/ Hildebrand, F.: Numerical Analysis, 2. Ed. McGraw_Hill.

2. Bibliografía, Cap. 2

- /1/ Smith,J and H. Van Ness: Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 4.Ed., McGraw-Hill. (Traducción castellana disponible).
- /2/ VDI-Heat Atlas, 5. Edición (ó ed. posterior), VDI, Springer Verlag (°).
- /3/ Bosnjakovic, F.: Technische Thermodynamik, Tomos I y II, 8. Edición,(1998) Steinkoff.

3. Bibliografía, Cap. 3

- /1/ Konzeption und Aufbau von Dampfkraftwerkes. Handbuchreihe Energie. Herausgeber: T. Bohn. Band (5) Verlag Resch-TÜV Rheinland.
- /2/ VDI-Heat Atlas, 5. Edición (ó ed. posterior), VDI, Springer Verlag (°).
- /3/ Schlünder, E.-U. und H. Martin: Einführung in die Wärmeübertragung.

[Handwritten signatures and initials]



Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

Wiege Verlag.

/4/ Poling, B. , J.Prausnitz and J.O'Connell: The Properties of Gases and Liquids, 5. Ed.
McGraw-Hill.

4. Bibliografía, Cap. 4

/1/ Transport Phenomena: Bird, R.B., W.E.Stewart und E. Leightfoot, (2002)
2. Ed.,Wiley.

/2/ Heat Exchanger Institute, Inc., Standards for Steam Surface Condensers.
9.th. Edition (1995).

/3/ Blangetti, F., M. Arnal und J. Scoville: Comparison of the Resistance Method vs. the Factorial Method for Predicting Condenser Performance. A Critical Review of the State of the Art., EPRI Conference on Condenser Technology, Boston, August 28-30, (1996).

/5/ VDI-Heat Atlas, 5. Edición (ó ed. posterior), VDI, Springer Verlag (°).

5. Literatura Cap. 5.

/1/ Poling, B. , J.Prausnitz and J.O'Connell: The Properties of Gases and Liquids, 5. Ed.
McGraw-Hill.

/2/ Transport Phenomena: Bird, R.B., W.E.Stewart und E. Leightfoot, (2002)
2. Ed.,Wiley.

/3/ Bosnjakovic, F.: Technische Thermodynamik, Tomos I y II, 8.
Edición,(1998) Steinkoff.



Nº 00110

Expediente Nº 14.271/09

- /4/ Sherwood, Th, R.L.Pigford und Ch. Wilke: Mass Transfer (1975) McGraw-Hill.
- /5/ Mickley, H.S.: Chem. Eng. Progr., Bd. 45 (1948) S. 739/745.
6. Literatura Cap. 6.
- /1/ ASME: American Society of Mechanical Engineers, Performance Test Code 12.2 (PTC 12.2) Performance Test Code on Steam Surface Condensers, (2008).
- /2/ VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.: VGB-Richtlinie für die Planung von Kühlturmanlagen, VGB-R 135 P (1997) Essen, Deutschland.
- /3/ Taborek, J.: „Effect of Fouling and Related Comments on Marine Condenser Design, Power Condenser Heat Transfer Technology, Edited by P. Marto and R. Nunn, New York, N.Y., Hemisphere Publishing (1980).
- /4/ Heat Exchanger Institute, Inc., Standards for Closed Feedwater Heaters. 6.th. Edition (1998).
7. Literatura Cap. 7.
- VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.: VGB-Richtlinie für die Planung von Kühlturmanlagen, VGB-R 135 P (1997) Essen, Alemania.
- /2/ Kröger, D.: Air-Cooled Heat Transfer Exchangers and Cooling Towers (1998) University of Stellenbosch, South Africa.
- /3/ Bosnjakovic, F.: Technische Thermodynamik, Tomos I y II, 8.

Handwritten signatures and initials



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Nº 00110

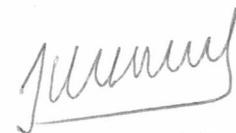
Expediente Nº 14.271/09

Edición,(1998) Steinkoff.

- /4/ Sherwood, Th, R.L.Pigford und Ch. Wilke: Mass Transfer (1975) McGraw-Hill.
- /5/ Mickley, H.S.: Chem. Eng. Progr., Bd. 45 (1948) S. 739/745.
- (°) Segmentos relevantes de este manual en su versión inglesa, serán suministrados a los participantes del curso como archivos "*.pdf" vía Internet.



Dra. MARTA CECILIA POCIVI
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa



Ing. EDGARDO LING SHAM
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa