



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Salta, 08 de Septiembre de 2010

663/10

Expte. N° 14.280/10

VISTO:

Las actuaciones por las cuales la Ing. Susana Beatriz Gea, Directora del Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta ICMASa, solicita autorización para el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado **Técnicas Básicas de Análisis y Diseño para el estudio del comportamiento fluidodinámico de turbomáquinas hidráulicas** a cargo del Prof. Dr. Ing. Miguel Coussirat Nuñez, con la coordinación de la Ing. Susana B. Gea; y

CONSIDERANDO:

Que el citado Curso de Postgrado arancelado tendrá una duración de sesenta (60) horas y se desarrollará del 20 al 24 de Septiembre de 2010;

Que se adjunta a la nota, planilla para la solicitud de autorización de Cursos de Postgrados, donde se detalla fines y objetivos, programa, bibliografía, metodología, sistema de evaluación, conocimientos previos necesarios, profesionales a los que está dirigido el curso, Director responsable, coordinador, detalle analítico de erogaciones y propuesta de arancel, en donde se dice que el dinero recaudado en concepto de inscripción será utilizado para los Laboratorios de Ingeniería Civil a través del ICMASa; con la aclaración que no se acepta la asistencia de alumnos avanzados de carreras de grado;

Que asimismo se solicita cubrir los gastos de traslado y estadía del Profesor, a través del fondo de capacitación docente, por un monto de \$ 3.020;

Que la Escuela de Postgrado de la Facultad aconseja la aprobación del dictado del Curso de Postgrado;

Que la Comisión de Hacienda aconseja aprobar el arancel propuesto, pero que el dinero recaudado en concepto de inscripción sea administrado por la Facultad con destino al Fondo de Capacitación, asignado en el presupuesto 2010;

Que por cuerda separada se trata el apoyo económico para cubrir los gastos de traslado y estadía del Profesor;

Que la Comisión de Asuntos Académicos, mediante Despacho N° 212/10, aconseja autorizar el dictado del mencionado Curso de Postgrado arancelado;

..//



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 2 -

663/10

Expte. N° 14.280/10

Que este Cuerpo Colegiado resuelve aprobar el dictado del presente Curso de Postgrado modificando los aranceles propuestos;

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
(En su XIII sesión ordinaria del 01 de Septiembre de 2010)

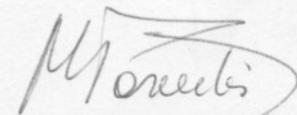
### RESUELVE

ARTICULO 1°.- Autorizar el dictado del Curso de Postgrado arancelado denominado **TÉCNICAS BÁSICAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FLUIDODINÁMICO DE TURBOMÁQUINAS HIDRÁULICAS**, que se identificará con el Ordinal N° 08/10, a cargo del Prof. Dr. Ing. Miguel COUSSIRAT NUÑEZ, que se desarrollará del 20 al 24 de Septiembre del corriente año, con el programa organizativo que se encuentra adjunto en el **ANEXO I** de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Aprobar el arancel propuesto según la rectificación introducida por este Cuerpo Colegiado y disponer que el dinero recaudado en concepto de inscripción sea administrado por esta Facultad con destino al Fondo de Capacitación, asignado en el presupuesto 2010.

ARTICULO 3°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, a Secretaría Administrativa, a la Directora del ICMASA, Ing. Susana Beatriz GEA, a la Escuela de Postgrado de la Facultad, a la Escuela de Ingeniería Civil, por el Departamento de Cómputos difúndase en correo electrónico a la comunidad universitaria y en página web de la Facultad y siga por las Direcciones Administrativa Económica y Académica al Departamento Presupuesto y Rendiciones de Cuentas, a la División Personal y al Departamento Docencia respectivamente, para su toma de razón y demás efectos.

AM/sia

  
Dra. Mónica Liliana PARENTIS  
SECRETARIA  
FACULTAD DE INGENIERIA

  
Ing. JORGE FELIX ALMAZAN  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA



**1) Nombre del Curso:**

**TÉCNICAS BÁSICAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO PARA EL ESTUDIO  
DEL COMPORTAMIENTO FLUIDODINÁMICO DE  
TURBOMÁQUINAS HIDRÁULICAS**

**2) Fin y Objetivos:**

Este curso pretende formar al estudiante en temas específicos relacionados con el estudio de turbomáquinas hidráulicas orientando al diseño y aplicaciones de máquinas hidráulicas.

**Objetivos específicos del curso:**

- Estudiar y comprender de los principios físicos de la mecánica de fluidos aplicados a turbomáquinas.
- Estudiar y conocer las características del flujo en el interior de las turbomáquinas hidráulicas durante su funcionamiento en condiciones de diseño y fuera de ellas.
- Estudiar y conocer algunas de las fenomenologías de origen hidráulico de tipo periódico y aleatorias (cavitación y estado de flujo) que provocan excitaciones de tipo mecánico (vibraciones y ruido).
- Estudiar y conocer la metodología aplicada para el diseño de turbomáquinas.
- Conocer el proceso de la simulación numérica del estado del flujo en su interior (Computational Fluid Dynamics) y la estructura de los programas de simulación.
- Comprender y analizar las limitaciones e inconvenientes que se presentan durante una simulación numérica del flujo en turbomáquinas mediante CFD.
- Obtener la capacidad de operar un programa de CFD y aplicarlo al análisis del flujo en el interior de una turbomáquina analizando los resultados obtenidos de una forma crítica.
- Estimular el uso de CFD en el diseño/re-diseño de turbomáquinas hidráulicas.

**3) Programa del Curso:**

**1. Introducción a las turbomáquinas**

- 1.1. Generalidades sobre máquinas hidráulicas, clasificación según su funcionamiento, turbomáquinas.
- 1.2. Distintos tipos de clasificación de turbomáquinas relacionada con sus características propias. Turbomáquinas motoras (TMM) turbomáquinas generadoras (TMG) de energía hidráulica.
- 1.3. Generalidades sobre TMG (bombas, ventiladores) y sobre TMM (turbinas). Aplicaciones.



**2. Introducción/repaso a las leyes básicas que rigen el funcionamiento de las turbomáquinas**

- 2.1. Repaso de la formulación integral de los principios de conservación de la mecánica de fluidos para sistemas de referencia inerciales y no inerciales, aplicación a turbomaquinaria.
- 2.2. Repaso de la formulación diferencial de los principios de conservación de la mecánica de fluidos para sistemas de referencia inerciales y no inerciales, aplicación a turbomaquinaria. Ecuación para expresar la conservación de momentum instantánea (ecuaciones de Navier Stokes, N-S)
- 2.3. Generalidades sobre turbulencia, estudio de su influencia en el estado del flujo a través del uso de la ecuación de N-S, filtrado de las ecuaciones de N-S, obtención de ecuaciones para el estudio de las características "medias" del flujo (Reynolds Averaged Navier-Stokes equation, ecuación de Reynolds para la conservación de momentum).
- 2.4. Leyes de semejanza aplicadas a turbomaquinaria.

**3. Fenómenos transitorios asociados al funcionamiento de turbomaquinas, inestabilidades en el funcionamiento de turbomáquinas.**

- 3.1. Descripción del flujo principal en una turbomáquina, triángulos de velocidades, funcionamiento en el punto de diseño y fuera de él. Flujos secundarios.
- 3.2. Excitaciones inducidas por el giro del rodete, interacción rotor-estator (rotor-stator interaction, RSI). Descripción del fenómeno, Parámetros que influyen las pulsaciones de presión, interferencia hidrodinámica entre rodete y distribuidor (efecto de la combinación de álabes). Respuesta mecánica del rodete. Respuesta del sistema hidráulico. Desequilibrio hidráulico (hydraulic unbalance).
- 3.3. Excitaciones inducidas por inestabilidades: desprendimiento de vórtices (vortex shedding), flujos con rotación, desprendimiento rotativo (rotating stall). Inestabilidad estática y dinámica del sistema. Vibraciones autoexcitadas (self-excited vibrations): Flutter. Fuerzas rotodinámicas: Remolino de aceite (oil whirl/whip). Coeficientes del cojinetes. Juntas.
- 3.4. Excitaciones inducidas por cavitación: el fenómeno de la cavitación, sus tipos: cavitación de burbujas (bubble cavitation), cavitación de lámina (sheet cavitation) de vórtices, cavitación por vórtices de von Kármán, vórtices de carga parcial. Antorcha cavitante (draft tube surge), su descripción, consecuencias y formas de evitarla.
- 3.5. Respuesta del sistema hidráulico: introducción, propagación y reflexión de ondas, transitorias, golpe de ariete (water Amér.), golpe de ariete producido por el cierre de una válvula. Control del golpe de ariete.
- 3.6. Respuesta del rotor: introducción. Conceptos básicos de rotodinámica, parámetros de interés, interés de las frecuencias críticas y modos vibratorios, otros efectos, simulación y pruebas experimentales.

*[Handwritten signature]*



#### 4. CDF aplicada a turbomaquinaria

- 4.1. Introducción a la CFD, generalidades. Estructura de un código de CFD. Submodelos para la turbulencia y para la cavitación.
- 4.2. Estrategias específicas para la simulación del flujo en turbomáquinas: Singles Reference Frame (SRF) modeling, Multiple Reference Frame (MRF) modeling (MPM), Sliding mesh modeling (SMM).
- 4.3. Generación de la malla de cálculo.
- 4.4. Ejemplo de planteo de un problema de resolución de flujo en turbomáquinas, condiciones iniciales y de borde. Estrategias para la obtención de buenos resultados de las simulaciones.
- 4.5. Elementos de postprocesamiento de resultados.

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

##### A. Mecánica de fluidos básica:

- Aris R., "Vectores, tensores and the Basic equations of fluid mechanics"
- Barrero, "Fundamentos y aplicaciones de la mecánica de fluidos"
- Doering C. Gibbon J., "Applied análisis of the Navier-Stokes equation".
- Dopazo C., "Curso de turbulencia".
- Durbin Paul, "Statistical Theory and modeling for turbulent flows".
- Franzini J., Finnermore E., "Mecánica de fluidos con aplicaciones en ingeniería"
- Fox, Mc Donald, "Introducción a la mecánica de fluidos"
- Gerhart P., Gross R., Hochstein J., "Mecánica de fluidos".
- Hammit F., "Cavitation and multiphase flow phenomena", McGrawHill, 1980.
- Hansen A., "Mecánica de fluidos".
- Kundu P., "Fluid mechanics".
- Mataix C., Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas".
- Pope S., "Turbulent flow".
- Potter Wiggert, "Mecánica de fluidos".
- Shames I., "Mecánica de fluidos"
- Spurk H., "Fluid mechanics, theory".
- Young R., "Cavitation".
- White F., "Viscous fluid flow".
- White F., "Heat and mass transfer".
- White F., "Mecánica de fluidos V edición"

##### B. Turbomáquinas:

- Agüera Soriano, "Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas".
- Bosser J., "Curs de bombes instal.lacions de bombatge".
- Csanady, "Theory of turbomachinery".
- Davidson J. von Bertele O., "Process fan and compressor selection".
- Dixon S., "Thermodynamics of turbomachinery".



- Egusquiza E., "Comportamiento dinámico de máquinas hidráulicas".
- Focke R., "Bombas rotativas", Ed. Librería del colegio, Bs As. 1952.
- Hau Erich, "Wind turbines".
- Keller C. Marks L., "Axial-flow fans".
- Lazarkiewicz Stephen, "Impeller pumps".
- Liu N., (Edit), "Cavitation of hydraulic machinery".
- Logan E., "Handbook of turbomachinery".
- Logan E., "Turbomachinery, basic theory and applications".
- Mataix C., "Turbomáquinas hidráulicas".
- Mei Zu-Yan., "Mechanical design and manufacturing of hydraulic machinery".
- Newmann B., "The interaction between geometry and performance of a centrifugal pumps".
- Osborne W., "Fans".
- Pfleiderer C., "Bombas centrífugas y turbocompresores".
- Polo Encinas M., "Turbomáquinas hidráulicas, principios fundamentales", Ed. Limusa.
- Raabe J., "Hydropower".
- Radha Krishna H., "Hydraulic design of hydraulic machinery".
- Randall B, Tech B., (Bruüel&Kjaer), "Frecuency analysis".
- Rodríguez J., Burgos J, Arnatte S., "Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica".
- Round F., "Incompressible flow turbomachines".
- Stepanoff A., "Centrifugal and axial flow pumps, theory, design and applications".
- Wallis A., "Axial flow fans & ducts".

**C. CFD:**

- Ferziger J., Peric M., "Computational methods for fluid dynamics".
- Fletcher C., "Computational techniques for fluid dynamics Vol I y II .
- Gatski T., Hussaini M., Lumley, "Simulation and modelling of turbulent flows".
- Hirsch C., "Numerical computation of internal and external flows, Tomo I y II."
- Patankar S., "Numerical heat transfer and fluid flow".
- Versteeg H., Malalasekera W., "Computational fluid dynamics".
- Wilcox D., "Turbulence modeling for CDF".

**Bibliografía específica:**

En temas específicos se cuenta con bibliografía especializada (Papers de Journals Internacionales, von Kármán Institute for Fluid Dynamics lectura series y reports).

**Distribución Horaria:** a coordinar con los asistentes.



**Metodología:**

Este curso se dictará en cuarenta (40) horas de clases presenciales teóricas en días y horas que se acuerden con los interesados en asistir al mismo.

Se destinará diez (10) horas no presenciales con tutoría para la resolución de problemas de aplicación. La evaluación requerirá de diez (10) horas no presenciales y consistirá en la resolución de un trabajo final con nota.

**Sistema de evaluación:**

Se deberá asistir a un mínimo del 80% de las clases teóricas y prácticas. Se extenderá **Certificado de aprobación** a quienes cumplan con los requisitos de asistencia y aprueben un Trabajo Final.

**Constancias de Asistencia** (acorde al Art. 11 de Res. N° 640-CS-09 - Reglamento de Cursos de Postgrado:

“Los asistentes al curso que no hayan aprobado o rendido la evaluación podrán solicitar una constancia...”.

Se extenderá **dicha constancia** a quienes cumplan con una asistencia mínima de 80% de las clases.

**Fecha de Realización:** Facultad de Ingeniería – UNSa. Del 20 al 24 de Septiembre de 2010.

**Inscripciones:** Dpto. de Presupuesto y Rendición de Cuentas de la Facultad de Ingeniería de Lunes a Viernes en el horario de 8:00 a 13:00 horas, sito en Av. Bolivia 5150, teléfono 4255376 (Sres. Fabiana Chaile o Jorge Burgos).

**Conocimientos previos necesarios:**

- Cálculo integral y diferencial de una variable y varias variables, ecuaciones diferenciales a derivadas parciales.
- Curso de mecánica de fluido básica, que incluya el estudio de los principios básicos de conservación de la mecánica de forma integral y nociones de turbulencia.

**Profesionales a los que está dirigido el curso:**

Ingenieros alumnos de doctorados, docentes y profesionales.

**No se aceptarán alumnos avanzados de carreras de grado.**

**Director Responsable del curso:** Prof. Dr. Ing. Miguel COUSSIRAT NUÑEZ

**Coordinadora :** Ing. Susana Beatriz GEA



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 6 -

**ANEXO I**  
**Res. N° 663-HCD-10**  
**Expte. N° 14.280/10**

**Detalle analítico de erogaciones y arancel:**

Los gastos de traslado y manutención del cuerpo docente se realizarán mediante el Fondo de Capacitación Docente. El dinero recaudado en concepto de inscripción sea administrado por la Facultad con destino al Fondo de Capacitación, asignado en el presupuesto 2010.

**Arancel:**

Alumnos de Postgrado del Doctorado en Ingeniería de esta Facultad.: .....	S / C
Docentes de la Facultad de Ingeniería de la UNSa .....	S / C
Graduados de la Facultad de Ingeniería de la UNSa.....	\$ 150
Docentes de la Universidad Nacional de Salta.....	\$ 200
Otros Profesionales.....	\$ 300

-- 00 --