



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
*Escuela de Posgrado*  
AVENIDA BOLIVIA 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

SALTA, 29 de Julio de 2015

**EXPEDIENTE N° 10.668/2015**

**R-CDNAT-2015 N° 465**

**VISTO:**

Las presentes actuaciones relacionadas con el dictado del Curso de Posgrado, titulado: **"HIDRAULICA APLICADA AL USO AGROPECUARIO DEL AGUA"**, presentado por el M.Sc. Fernando LEDESMA, en el marco de la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua; y

**CONSIDERANDO:**

Que el dictado de este Curso estará a cargo del Dr. Roberto Paulo MARANO, Profesor Asociado Ordinario, exclusivo "A", de la cátedra de Diagnóstico y Tecnología de Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, como Director del Curso.

Con el siguiente Cuerpo Docente: Dr. Roberto Paulo MARANO (UNL) y M.Sc. Fernando Martín LEDESMA (INTA; FCN-UNSa). Colaboradores: Esp. Héctor P. PAOLI (INTA; FCN-UNSa) y M.Sc. Josefina DIEZ (FCN-UNSa);

Que se llevará a cabo durante los días 28 de setiembre al 2 de octubre de 2015;

Que el presente Curso es de Posgrado, tiene una carga horaria de 40 (cuarenta) horas, distribuidas de la siguiente manera: 16 (dieciséis) horas teóricas y 24 (veinticuatro) horas prácticas;

Que la metodología del dictado consistirá en:

Clases teóricas con resolución de guía de problemas: Aula (Lección 1,2 y 3)

Clases prácticas: Gabinete/sala informática (Lección 4,5 y Taller informático)

Clases prácticas a campo: EEA, Salta: Lección 6;

Que se evaluarán conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas. La teoría será evaluada mediante un examen final escrito el último día de la semana durante la cual se dicta el curso. Esta instancia constituirá el 50% de la nota final del curso. La práctica se evaluará mediante el diseño de un canal y/o tubería basada en datos y planimetría aportada por los docentes. Este diseño podrá trabajarse en forma grupal, donde cada grupo no deberá contener más de tres integrantes. El informe a presentar es de carácter individual. Esta instancia aportará el 50% restante de la nota final del curso. Se requiere el 80% de asistencia a clases como mínimo;

Que se fija el arancel de inscripción en \$1500 (pesos un mil quinientos);

Que se fija como cupo mínimo 20 (veinte) participantes y como máximo 35 (treinta y cinco);

Que está dirigido a Ing. Agrónomos, Ing. Agrícolas, Ing. en Producción Agropecuaria, Ing. Hidráulicos, Ing. en Recursos Naturales e Ing. en Recursos Hídricos. No se aceptarán alumnos avanzados de carreras de grado. Se requieren conocimientos básicos sobre conceptos y fundamentos de mecánica de fluidos e hidráulica general;



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
*Escuela de Posgrado*  
AVENIDA BOLIVIA 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.668/2015**

**R-CDNAT-2015 N° 465**

Que a fs. 101 a 103 obra Dictamen del Comité Académico y Organizador de la Maestría en Riego y uso agropecuario del Agua, que aconseja aprobar el dictado de este Curso;

Que a fs. 104 obra Dictamen de la Comisión de Docencia y Disciplina que aconseja: "... 1) **Aprobar el dictado del curso de posgrado Hidráulica aplicada al uso agropecuario del Agua (fs 1-6) en cuanto a objetivos, fundamentos, programas y aspectos particulares del mismo;** 2) **Atender con fondos de la Escuela de Posgrado los gastos, sujeto a la devolución de los fondos obtenidos de los aranceles del curso.**";

Que a fs. 105 rola Despacho N° 746/15 de Consejo y Comisiones que informa que el Consejo Directivo de esta Facultad en su Reunión Ordinaria N° 10-15 del 28 de julio de 2015, en tratamiento Sobre Tablas APROBÓ el Despacho de la Comisión de Docencia y Disciplina;

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

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**(En su Reunión Ordinaria N° 10-15 del 28 de julio de 2015)**

**RESUELVE:**

**ARTICULO 1°.- AUTORIZAR** el Dictado del Curso de Posgrado N° 8/15, titulado: "HIDRAULICA APLICADA AL USO AGROPECUARIO DEL AGUA", organizado por la Carrera de Posgrado Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua, a cargo del Dr. Roberto Paulo MARANO, Profesor Asociado Ordinario, exclusivo "A", de la cátedra de Diagnóstico y Tecnología de Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, como Director del Curso. Con el siguiente Cuerpo Docente: Dr. Roberto Paulo MARANO (UNL) y M.Sc. Fernando Martín LEDESMA (INTA; FCN-UNSa).

Colaboradores: Esp. Héctor P. PAOLI (INTA; FCN-UNSa) y M.Sc. Josefina DIEZ (FCN-UNSa)

**ARTICULO 2°.- APROBAR** objetivos, programa, bibliografía, carga horaria, evaluación aranceles y demás aspectos particulares de este Curso de Posgrado que obran en fs. 1 a 6 de estas actuaciones y que como Anexo I forman parte de la presente.

**ARTICULO 3°.- INDICAR** que este curso tiene una carga horaria total de 40 (cuarenta) horas de las cuales 16 (dieciséis) corresponden a horas teóricas y 24 (veinticuatro) a horas prácticas. Con evaluación final. Porcentaje de asistencia mínimo requerido 80%.

Se llevará a cabo entre los días 28 de setiembre al 2 de octubre.

Dirigido a Ing. Agrónomos, Ing. Agrícolas, Ing. en Producción Agropecuaria, Ing. Hidráulicos, Ing. en Recursos Naturales e Ing. en Recursos Hídricos. No se aceptarán alumnos avanzados de carreras de grado. Se requieren conocimientos básicos sobre conceptos y fundamentos de mecánica de fluidos e hidráulica general.





Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
*Escuela de Posgrado*  
AVENIDA BOLIVIA 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.668/2015**

**R-CDNAT-2015 N° 465**

**ARTICULO 4°.- FIJAR** el arancel de inscripción en \$1500 (pesos un mil quinientos).

El arancel deberá ser abonado por cada uno de los interesados en la Dirección Administrativa Económica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta.

Las inscripciones se registrarán en la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNSa.

**ARTICULO 5°.- FIJAR** como cupo mínimo 20 (veinte) y como máximo 35 (treinta y cinco) participantes.

**ARTICULO 6°.- ESTABLECER** que en caso de registrarse un excedente financiero operativo (por sobre el presupuesto estimado de fs. 6), el 5% de este excedente se imputará a la cuenta Ingresos No Tributarios – Derechos de la Facultad de Ciencias Naturales, mientras que el 95% restante quedará a disposición de la Facultad de Ciencias Naturales, hasta que la Comisión de Hacienda y Presupuesto decida al respecto. La retención deberá realizarse de acuerdo al Art. 2 de la Resolución CS 122/03.

**ARTICULO 7°.- HÁGASE SABER** a quien corresponda, remítanse copias a la Escuela de Posgrado, Dirección Administrativa Económica, Tesorería General de la Universidad y siga a la Escuela de Posgrado para que a través del Director del Curso, una vez concluido el dictado del mismo, informe la nómina de participantes y los resultados obtenidos.

**ARTICULO 8°.- PUBLÍQUESE** en la página de Internet de la Universidad Nacional de Salta.

cng/MER

Lic. MARIA MERCEDES ALEMAN  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ciencias Naturales

M. Sc. Lic. ADRIANA E. ORTIN VUJOVICH  
DECANA  
Facultad de Ciencias Naturales



*Universidad Nacional de Salta*  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
*Escuela de Posgrado*  
AVENIDA BOLIVIA 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

**ANEXO I**  
**Res. R-CDNAT-2015 N° 465**



**R-CDNAT-2015 N° 465**

**CURSO DE POSGRADO  
HIDRAULICA APLICADA AL USO AGROPECUARIO DEL AGUA**

**Fines**

Estudiar los principios que rigen el movimiento del agua en sistemas de conducción a flujo libre y a presión, considerando flujo permanente uniforme y variado en régimen de flujo turbulento. Brindar los conceptos y criterios mínimos que le permitan al maestreando generar la capacidad de interpretar las situaciones problemas donde la hidráulica adquiera un rol preponderante en el uso agropecuario del agua.

Instruir en el uso de paquetes informáticos dedicados a la caracterización y diseño de canales, tuberías y estructuras aforadoras.

**Objetivos:**

Que el maestreando profundice los conceptos y principios básicos de la hidráulica y los aplique en la solución de diversos problemas en donde los fluidos intervienen.

- Objetivos Específicos

- Analizar y diseñar hidráulicamente sistemas de conducciones a presión y a flujo libre.
- Resolver ejercicios prácticos sobre conducción de agua por tuberías y canales.
- Conocer y manejar las ecuaciones básicas del flujo libre y a presión.
- Definir los parámetros geométricos e hidráulicos para el diseño de canales.
- Dimensionar la sección transversal de los canales según diferentes criterios de diseño.
- Conocer los casos más comunes en el diseño de canales.
- Identificar controles en el flujo: compuertas, vertederos, cambios de pendiente, caídas.
- Analizar y calcular los perfiles de flujo variado: rápido y gradual.
- Repasar las ecuaciones básicas para calcular pérdidas de energía hidráulica tanto por fricción y localizadas en conductos a presión.
- Diseñar conducciones de agua a presión incluyendo sistemas simples, en serie, en paralelo, abiertos y mixtos.
- Analizar el funcionamiento de sistemas de conducción a presión según la posición de la tubería con relación a las líneas de energía y por efectos de la sobrepresión causada por el golpe de ariete.
- Conocer sobre algunas herramientas computacionales aplicadas a la hidráulica de flujo libre y a presión.

**Programa del curso:**

Programa teórico

Lección 1: Introducción a la Hidráulica. Sistemas de unidades. Concepto de Fluido. Propiedades físicas de los fluidos. Concepto de Hidrostática. Ecuación General de la Hidrostática, aplicaciones. Presión. Empujes sobre superficies planas sumergidas. Aplicación de la Hidrostática en las obras de riego.

Lección 2: Hidrodinámica. Cinemática de fluidos. Trayectorias y Líneas de Corriente. Gasto o caudal. Líquido perfecto. Teorema de Bernoulli. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli para fluidos perfectos. Principio de Torricelli. Altura representativa de velocidad. Línea de niveles piezométricos. Plano de carga hidrodinámica. Líquido real. Ecuación de Bernoulli para fluidos reales. Movimiento de líquidos reales: tipos. Número de Reynolds. Flujo laminar. Flujo turbulento. Pérdidas de carga (energía) singulares o localizadas. Rugosidad. Coeficiente de rozamiento. Diagrama universal de Moody.





**EXPEDIENTE N° 10.668/2015**

**R-CDNAT-2015 N° 465**

Lección 3: Movimiento del agua en tuberías. Velocidades críticas. Pérdida de carga por fricción y localizadas. Fórmulas de cálculo de uso corriente criterios para el dimensionamiento de tuberías de uso agrícola. Diseño de tuberías.

Lección 4: Movimiento del agua en cauces abiertos. Movimiento permanente y uniforme. Distribución de velocidades. Características del movimiento permanente y uniforme en las aplicaciones prácticas. Valores de velocidad y caudal. Sección transversal. Diseño. Formula de Kutter, Manning, Bazin. Criterio de aplicación. Movimiento Variado. Diagrama vertical y horizontal. Energía total y específica. Número de Froude. Curvas de remanso-resalto. Resalto hidráulico.

Lección 5: Aforos. Concepto. Aforo por medición directa de sección y velocidad. Distribución de velocidades. Medición de la velocidad por: flotadores, molinete, otros. Orificios: Concepto. Expresiones generales. Distintos tipos. Vertederos: concepto y tipos. Hidráulica de vertederos. Vertedero Perfecto. Vertederos especiales: rectangular, trapezoidal y triangular. Aforadores tipo Parshall y de resalto. Ventajas e inconvenientes de vertederos y orificios.

Lección 6: Bombas. Tipos. Curvas características. Elección de bombas según requerimientos de diseño. Cálculo de la potencia necesaria. Aplicaciones.

Programa de Prácticas

Práctica 1. HIDROSTÁTICA-HIDRODINÁMICA

Resolución de problemas y análisis de casos prácticos. El agua su energía potencial y cinética. Presiones hidrostáticas e hidrodinámicas. Empuje sobre superficies planas. Aplicación de Teorema de Bernoulli. Resolución de problemas de aplicación con cálculo de empuje sobre diferentes tipos de compuertas.

Práctica 2. MOVIMIENTO DEL AGUA EN TUBERIAS

Resolución de problemas vinculados al cálculo de tuberías; costos para diferentes caudales de transporte distintas secciones transversales y tipo de conductos.

Práctica 3. MOVIMIENTO DEL AGUA EN CANALES

Resolución de problemas vinculados al cálculo de canales; costos para diferentes caudales de transporte distintas geometrías transversales y tipo de canales.

Objetivo: Aportar los elementos mínimos e indispensables de la ciencia mecánica de fluidos e hidráulica general necesarios para su utilización en el desarrollo de los aspectos vinculados al manejo del recurso hídrico con fines de riego y drenaje.

Actividades: La tarea consiste en la resolución de problemas y análisis de casos prácticos; vinculados a: manejo de sistemas de unidades. El agua su energía potencial y cinética. Presiones hidrostáticas e hidrodinámicas. Empuje sobre superficies planas.

Desarrollo del Práctico: Aula.

Cálculo de presiones en líquidos. Aplicación de Teorema de Bernoulli para líquidos ideales y reales en movimiento. Empuje sobre superficies planas. Resolución de problemas de aplicación con cálculo de empuje sobre diferentes tipos de compuertas.

Duración: 4 hs.

Práctica 4. HIDROMETRÍA

Uso de estructuras aforadoras y molinete hidrométrico. Aforo de caudales midiendo sección y velocidad en cauces naturales. Instalación de estructuras de medición de caudales y uso de dispositivos de medición indirecta en cauces abiertos.

Objetivo: Conocer y manipular las herramientas necesarias que permita calcular, diseñar, proyectar y presupuestar tuberías para diferentes tipos de secciones transversales.



**R-CDNAT-2015 N° 465**

Actividades: Mediante la resolución de problemas vinculados al cálculo de tuberías; el alumno desarrolla su actividad en grupo, lo cual le permite ir tomando conocimiento de magnitudes y dimensiones y discernir sobre los costos para diferentes caudales de transporte distintas secciones transversales y tipo de conductos.

Desarrollo del Práctico: Gabinete

Diseño y cálculo de tuberías

Duración: 4 hs

Práctica 5. Gabinete Informático. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Diseño de canales, tuberías, curvas de remanso y estructuras aforadoras empleando software específicos.

Objetivo: Que el alumno integre los conocimientos adquiridos a lo largo del cursado en la resolución de casos reales a través del uso de herramientas informáticas disponibles en el ámbito del manejo de los recursos hídricos.

Actividades: Diseño de canales, tuberías, curvas de remanso y estructuras aforadoras empleando software específicos a partir de los datos empleados en la resolución de los ejercicios impartidos en cada lección.

Desarrollo del Práctico: Gabinete informático.

Duración: 4 hs

Práctica de campo- lección 6. HIDROMETRÍA

Objetivo: La necesidad de conocer el recurso hídrico disponible; está directamente vinculado con el conocimiento de las distintas metodologías que permiten aforar o medir los caudales de un curso de agua; o la afluencia de caudales a partir de un pozo perforado.

Actividades: Uso de estructuras aforadoras y molinete hidrométrico utilizado en la medición de velocidades en acequias y/o cursos naturales el alumno adquiere la destreza necesaria para realizar e instrumentar las tareas de medición de caudales. Aforo de caudales midiendo sección y velocidad en cauces naturales. (EEA, Cerrillos).

Desarrollo del Práctico: A campo

Instalación de estructuras de medición de caudales y uso de dispositivos de medición indirecta en cauces abiertos.

Duración: 4 hs

**Metodología de enseñanza:**

Clases teórico con resolución de guía de problemas: Aula (Lección 1, 2 y 3)

Clases prácticas: Gabinete/sala informático/a (Lección 4, 5 y Taller informático.)

Clases prácticas a campo: EEA, Salta: Lección 6

**Cronograma**

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Mañana	Lección 1 Lección 2	Lección 4 Teoría	Lección 5 Teoría	Practica a campo	Examen escrito
Tarde	Lección 3.1 Lección 3.2	Lección 4 Práctica	Lección 6 Práctica		Lección 7: Taller Informático





Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
*Escuela de Posgrado*  
AVENIDA BOLIVIA 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL./FAX: 54 -0387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.668/2015**

**R-CDNAT-2015 N° 465**

**Sistema de evaluación:** Se evaluarán conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas.

La teoría será evaluada mediante un examen final escrito el último día de la semana durante la cual se dicta el curso. Esta instancia constituirá el 50% de la nota final de curso.

La práctica se evaluará mediante el diseño de un canal y/o tubería basada en datos y planialtimetría aportada por los docentes. Este diseño podrá trabajarse en forma grupal, donde cada grupo no deberá contener más de tres integrantes. El informe a presentar es de carácter individual. Esta instancia aportará el 50% restante de la nota final del curso.

Lugar y fecha de realización

El curso se desarrollará en la Sede U.N.Sa., en la facultad de Ciencias Naturales los días 28 de setiembre al 02 de Octubre.

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos sobre conceptos y fundamentos de mecánica de fluidos e hidráulica general.

Profesionales a los que está dirigido

Ingeniero Agrónomos, Ingeniero Agrícola, Ingeniero en Producción Agropecuaria, Ingeniero Hidráulico, Ingeniero en Recursos Naturales, Ingeniero en Recursos Hídricos.

No se aceptan alumnos avanzados de las respectivas carreras de grado.

Propuesta de arancelamiento

Arancel: \$1500,00

Cupo mínimo: 15

Cupo máximo: 35

**Bibliografía**

Azevedo, Netto, J. M. y Alvarez, G. A. Manual de Hidráulica. Volumen I y II. 7° ed. revisada y ampliada. Ed. Edgar Blucher Ltda. Sao Paulo. Brazil. 1986.

Aguirre Pe, Julián; Macagno, Enzo o.; Flores López, Isabel. "Mecánica de Fluidos fundamental", Tomos I, II, III, y IV. Universidad Nacional de los Andes. Mérida. Venezuela. 1986.

BergadáGraño Josep M. Mecánica de fluidos. Problemas resueltos. Volumen 111 de e-Aula Politécnica. Ediciones de la UPC, S.L., 2006.

Boro Juan Fernández et al. Problemas resueltos en flujo de canales. Universidad politécnica e valencia. España. Editorial de la UPV. 2002.

De Paco López-Sanchez. Fundamentos del cálculo hidráulico en sistemas de riego y drenaje. Editorial Instituto Nacional de reforma y Desarrollo Agrario. Edición. 1992. Madrid.

Manuel Vicente Méndez. Elementos de hidráulica de canales. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas. Venezuela. Primera edición, 2001.

Martínez Cañadas M. A. Hidráulica aplicada a proyectos de riego. Universidad de Murcia. Secretariado de publicaciones. España. 1993.

Mataix, C. y Plana. Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas. Segunda edición. Ed. Del Castillo, S.A. Madrid. España. 1986.

Nekrasov, B., Fabricant, N. Kochergui, A. Problemas de Hidráulica. Editorial MIR. 1972. Moscú.

Robert L. Mott. Mecánica de fluidos. Edición 6. Editorial Pearson Educación. 2006.

Valverde J. c. Riego y Drenaje. Reimpresión de la primera edición. Editorial EUNED, San José de Costa Rica 2000.