



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

HACIA LA INTEGRACIÓN TEORÍA PRÁCTICA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL: UNA PROPUESTA DE INNOVACIÓN EN EL CURSO DE RIEGO Y DRENAJE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES.

ALUMNO: ING. AGR. CALVO LUCIANO EZEQUIEL

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

Director: Esp. Ing. Agr. Ricardo Andreau

Asesor: Profesor Maximiliano Fava

Modalidad: Elaboración de una propuesta de innovación educativa

Año 2022

“Trabaja hasta que tus maestros se transformen en tus colegas”

Agradecimientos:

En primer lugar a mi madre, María Luisa Vacarezza, por inculcarme los valores del esfuerzo, del trabajo y del estudio.

A Pamela mi compañera de ruta, por el aguante y el sostén diario.

A mi director Ricardo “pin” Andreau, por el apoyo permanente y seguimiento.

A mi asesor pedagógico Maxi Fava, por el asesoramiento, paciencia y las largas horas de trabajo dedicadas.

A mi querido amigo Gustavo Pántano, compañero de años de estudio y un hermano de la vida.

A los colegas que me acompañaron a lo largo de la especialización, en especial a Marta colega de curso en la Facultad, que me convenció en seguir adelante.

A los docentes de la especialización por la dedicación y el acompañamiento permanente, en especial a Glenda Morandi por la guía y dedicación esmerada a los estudiantes.

A la Universidad Nacional de La Plata que me permitió formarme y especializarme; y a la educación pública, gratuita y de calidad que posibilita el ascenso social.

Índice

1. Resumen.....	1
2. Contextualización y justificación de la relevancia de la innovación.....	2
3. Objetivos.	
a) Objetivo general.....	8
b) Objetivos específicos.....	8
4. Perspectivas teóricas iniciales	
a) Acerca de los procesos de innovación educativa.....	9
b) La reflexión sobre los contenidos y el abordaje de “las prácticas” en la formación de profesionales.....	11
c) La problematización de la enseñanza.....	14
d) El aprendizaje basado en problemas.....	15
5. Descripción general de la propuesta de innovación.	
a) Desarrollo de la intervención: una secuencia didáctica desarrollada a partir del aprendizaje basado en problemas.....	17
1) Introducción a los programas informáticos aplicados al diseño de sistemas de riego. El inicio de la secuencia.....	20
2) Propuesta de secuencia didáctica para el diseño de sistemas de riego.....	27
1. Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego por goteo.....	30
2. Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego por aspersión.....	34

3. Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego gravitacional.....	36
b) Evaluación de la intervención.....	38
6. Consideraciones finales.....	40
7. Bibliografía.....	41
8. Anexos.....	43

HACIA LA INTEGRACIÓN TEORÍA/PRÁCTICA EN LA FORMACIÓN
PROFESIONAL:
UNA PROPUESTA DE INNOVACIÓN EN EL CURSO DE RIEGO Y DRENAJE
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

1. Resumen:

A partir de un diagnóstico inicial del desarrollo programático y evaluaciones del curso de riego y drenaje de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), se identifica la dificultad de lograr una adecuada articulación e integración en la enseñanza de contenidos básicos y aplicados en torno del tema central del riego y los sistemas de riego. En el presente trabajo final se plantea desarrollar una innovación metodológica en la enseñanza que posibilite abordar esta problemática en una secuencia didáctica, donde se abordarán saberes trabajados hasta ese momento en el desarrollo de la cursada, reconfigurándolos en una propuesta de enseñanza y aprendizaje basada en la resolución de problemas concretos del diseño de sistemas de riego y drenaje. En el transcurso de la secuencia se propone al estudiantado el aprendizaje de diferentes recursos y programas de computación utilizados en la práctica profesional agronómica forestal. Mediante esta innovación, se espera que los estudiantes puedan integrar los saberes teóricos y prácticos adquiridos y tomar dimensión real de los saberes aplicados a las problemáticas que surgirán en su futura vida profesional.

2. Contextualización y justificación de la relevancia de la innovación:

El curso de Riego y Drenaje, donde actualmente me desempeño como jefe de trabajos prácticos, al que pertenezco desde el año 2006, corresponde a una materia obligatoria de las carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. El curso se desarrolla en el segundo cuatrimestre de cada ciclo lectivo. El dictado se realiza con clases teórico-prácticas de cinco horas semanales, comenzando con la parte básica y básica aplicada (con las temáticas de clima, hidráulica, hidrodinámica, relaciones agua-suelo-planta-atmósfera, etc.), y concluyendo en su desarrollo más avanzado, con aplicaciones prácticas de diseño de sistemas y equipos de riego y sistemas de drenaje. En el transcurso del dictado de la asignatura, se introduce a los estudiantes a la temática, utilizando vocabulario específico, llevando la complejidad de conceptos de menor a mayor, e integrando los mismos en el diseño y/o evaluación de sistemas y equipos de riego o situaciones de drenaje.

Para poder cursar la asignatura se requiere haber aprobado Manejo y conservación de suelos, Mecánica aplicada, Edafología y Fisiología vegetal. En estos cursos precedentes se abordan y profundizan temáticas que son fundamentales para el riego y el drenaje, y que son recuperadas y utilizadas en la asignatura.

El actual programa del curso (Anexo 8.1) fue revisado hace pocos años y reformulado para el último Plan de estudios, pero el dictado de las clases viene siendo impartido de la misma forma hace ya una importante cantidad de años. Estructuradas como clases expositivas, en algunos casos dialogadas, pero con cierta fragmentación de contenidos y poca aplicabilidad de los mismos en la resolución de situaciones del campo real, aún en la parte netamente práctica.

Como ya se señaló, la enseñanza se realiza en niveles de complejidad creciente, de los temas más simples a los más complejos, desglosando algunas unidades temáticas del programa del curso en dos clases teórico-prácticas, como ser la unidad de riegos presurizados (Anexo 8.2). Las primeras unidades del curso contienen temas que se articulan con saberes previos aplicados al curso tales como precipitación y evapotranspiración, que son conceptos del curso de Climatología y fenología agrícola, y el coeficiente de cultivo, que es contenido propio del curso;

hidrometría e hidrodinámica, que en parte, se aborda en el curso de Física aplicada de primer año; infiltración, que toma conceptos de Manejo y Conservación de Suelos y pérdidas de carga, aforos, diseño de canales y bombas, que son propios del curso pero tienen saberes asociados a la física, matemática, mecánica y la hidráulica aplicada.

Luego de esas primeras unidades, se trabaja en la articulación de conceptos en la unidad de Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (RASPA), relacionados a la edafología, fisiología, climatología y las anteriores unidades, en tanto que la finalidad práctica de esta unidad, y *en buena medida el sentido general del curso, es que los estudiantes logren apropiarse de un saber central en el campo profesional relacionado al curso, que es conocer cuánto y cuándo regar*, junto a saber realizar el cálculo de la lámina neta de reposición de un cultivo en función de los contenidos hídricos del suelo, la fenología del cultivo y el umbral de riego, que da respuesta a cuánto regar, asociado a la eficiencia de aplicación para el cálculo de lámina bruta. Luego, con ese valor de lámina neta y la evapotranspiración del cultivo (obtenido de la evapotranspiración de referencia y coeficiente de cultivos vistos en la unidad uno), se obtiene el intervalo de riego (IR) que responde a la pregunta de cuándo regar.

En la siguiente unidad de aplicación, se aborda el tema de oferta y demanda hídrica, donde también se engloban las unidades anteriores. En la misma se obtienen y evalúan las ofertas hídricas de una zona en función de una época o periodo de tiempo donde se desarrollarían los cultivos en particular y la demanda de los cultivos para esa misma época, logrando obtener curvas de oferta y demanda y evaluar la factibilidad del riego con esa oferta hídrica.

Por último, las últimas cuatro unidades temáticas remiten a saberes aplicados, y se trabaja en torno de diseños de sistemas de riego gravitacionales, sistemas de riegos presurizados y sistemas de drenajes, para los cuáles son imprescindibles los conceptos básicos y básicos aplicados trabajados hasta el momento. Además, casi al final de la cursada, luego de haber visto todas las unidades temáticas, se realiza una salida a la Estación Experimental de la Facultad, en la cual se les muestran a los estudiantes los diferentes sistemas de riego y de drenaje, los ensayos llevados adelante y el funcionamiento de los equipos de riego presurizados y métodos de riego gravitacionales.

En relación con la propuesta de evaluación, las instancias de evaluación parcial del curso son dos, y constan de una parte teórica y otra práctica. La primera evaluación, abarca hasta la unidad referida al tema de oferta y demanda hídrica, o sea la parte básica y básica aplicada; y la segunda evaluación, se realiza con los contenidos abordados en la primera, aunque aplicada al diseño de los sistemas de riego y drenaje. A lo largo del desarrollo de la propuesta, hemos identificado que, en general, los estudiantes logran los requisitos de promoción de la primera evaluación, mientras que en la segunda instancia tienen serios problemas para resolverla, lo que nos da además evidencia de la dificultad que emerge allí, para lograr integrar los conceptos básicos a la parte aplicada, lo que sucede asimismo en el examen final.

A través del tiempo hubo en el curso, intentos de realizar evaluaciones integradoras, donde los estudiantes para resolverlas, debían haberse apropiado de los saberes previos básicos y ponerlos en juego en las consignas propuestas en la evaluación. Sin embargo, éstas tuvieron un gran porcentaje de desaprobados, lo cual evidenció que los estudiantes no estaban utilizando los saberes básicos para pensar en su aporte a la resolución de los problemas aplicados propios de los sistemas de riego surgidos del campo real, por lo que se retornó, en parte, a las evaluaciones tradicionales del curso, donde las ejercitaciones son fragmentadas. Reflexionando sobre ello, y a título personal, luego de haber transitado la especialización en docencia universitaria, considero que en ese caso deberíamos haber repensado la forma de enseñar los contenidos para luego modificar la evaluación, dado que en esa instancia le solicitamos a los estudiantes razonamientos, pensamientos e integraciones que no se enseñaron a lo largo del curso, lo que llevó al fracaso de dicha innovación.

Una de las dimensiones problemáticas que identifiqué entonces en la propuesta pedagógica del curso, en su despliegue en las prácticas concretas en el trabajo de docentes y estudiantes, y a donde apunta esta innovación propuesta en el marco del trabajo final integrador (TFI), tiene que ver con la dificultad de construir una propuesta de enseñanza que nos permita como docentes acompañar al estudiantado en el aprendizaje complejo que resulta ser la adecuada articulación e integración de contenidos básicos y aplicados en torno del tema central del riego y del diseño de los sistemas de riego.

Es en las evaluaciones donde encontramos que los estudiantes no asocian conceptos básicos de la física y la biología a la parte aplicada del riego y drenaje en el campo real. Un claro ejemplo de esta importancia de pensar articuladamente estos saberes, es el asociar el contenido hídrico del suelo, relacionado al potencial mátrico, con conceptos biológicos del cultivo y el clima para saber cuándo y cuánto regar y/o el diseño o evaluación de un equipo de riego.

En la propuesta pedagógica del curso, estos contenidos se van enseñando por separado y deberían ir integrándose en las últimas unidades temáticas. Otro ejemplo, ligado a un tema aún más básico, lo configura la posibilidad de que el estudiante logre discernir que solo la superficie que tiene cultivo será la que se tomará en cuenta para la oferta de precipitación. Esto resulta relevante como problema de aprendizaje y por lo tanto, de enseñanza, no solo por la importancia de que los estudiantes se aproximen significativamente a saberes claramente relevantes para la práctica profesional, sino porque, además, y es lo que fundamenta en parte el intento de esta innovación, se dispone de encuestas sobre la enseñanza realizadas por el área académica de la Facultad durante varios años, donde la principal problemática planteada por los estudiantes es la aplicabilidad de los contenidos vistos, asociados a la práctica profesional.

Teniendo en cuenta este diagnóstico inicial realizado, sosteniendo como premisas que los estudiantes logren integrar conceptos básicos y aplicados, La propuesta consiste en introducir situaciones problemas en la enseñanza para que los estudiantes aprendan a resolver problemas concretos en relación al riego y diseñar sistemas de riego aplicando los contenidos teóricos y prácticos trabajados en la primera parte de la materia y, en el marco de ellos, aprendan a utilizar programas de computación de uso libre que serán de utilidad para la resolución de estas problemáticas en su futuro desempeño profesional. Para concretar esta innovación se propone una modificación en el cronograma de dictado de las clases en la segunda parte de la materia, incorporando una secuencia didáctica ligada al diseño de sistemas de riego (por goteo, aspersión y gravitacional) y a la resolución de problemas en esos sistemas (Anexo 8.3).

Respecto del proceso de la innovación, siguiendo a Fullan (2002), es importante reconocer que, en todo proceso de cambio hay distintas etapas: de gestación, de

implementación, de institucionalización y que cada etapa requiere de condiciones diferentes para que acontezca. En su visión, una innovación no es sólo un hecho que ocurre en un momento, sino que es algo que va ocurriendo. En ese sentido, en la primera etapa de concepción de la innovación antes descrita¹, se le presentó la propuesta al cuerpo docente del curso al cual pertenezco y donde se llevaría a cabo la innovación. Tanto los Jefes de Trabajos Prácticos, como los profesores del curso, mostraron su acuerdo en cuanto a la posible implementación.

Asimismo, antes de implementar la propuesta, se compartirá con ex-alumnos e Ingenieros Agrónomos y Forestales externos dedicados solamente a la actividad profesional para que puedan evaluar la intervención y opinen sobre la misma, ya que como plantea Litwin (2008) respecto a una propuesta en el oficio de enseñar, “La perspectiva que brindan los diferentes actores a través de sus testimonios, sus representaciones, las razones que generaron alguna conducta quedarían afuera del análisis cuando quedamos circunscriptos a un solo enfoque o variable” (p. 165).

La propuesta de mejora que se realiza en esta instancia de producción del TFI de la Especialización apunta a introducir una innovación tendiente a facilitar la resolución de problemas concretos del campo disciplinar y de la práctica profesional involucradas en el curso, a partir de promover estrategias en las que el docente deja de ser quien protagoniza el trabajo con el saber y los estudiantes solo escuchan, o resuelven problemas planteados en situaciones abstractas sobre matemáticas y física en las clases prácticas; se pretende que los estudiantes logren visualizar estos problemas como situaciones reales y de utilidad práctica en la futura vida profesional, para promover el intercambio de ideas, saberes y experiencias que potencien aprendizajes significativos y situados.

Los programas de uso libre desarrollados por FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) Climwat y Cropwat, poseen bases de datos climáticos, edáficos y de diversos cultivos. Tienen una interfaz amigable y son versátiles, ya que pueden cargarse los datos básicos manualmente, o si no se conocieran, tomarlos de sus bases de datos. Estos programas serán utilizados en

¹ La innovación educativa es un proceso que involucra la selección, organización y utilización creativa de elementos vinculados a la gestión institucional, el currículum y/o la enseñanza, siendo normal que una innovación educativa impacte más de un ámbito, ya que suele responder a una necesidad o problema que regularmente requiere una respuesta integral.

esta innovación ya que son herramientas de uso en la vida profesional del Ing. y permiten realizar los cálculos y a la vez devuelven los resultados que los estudiantes realizan manualmente en el transcurso de las clases. Proporcionan la evapotranspiración de referencia del cultivo y la demanda hídrica de los diferentes cultivos seleccionados y sus ciclos. Estos mismos programas también tienen varios ajustes que puede realizar el usuario, y para ello deben ponerse en juego las nociones adquiridas en las unidades básicas y básicas aplicadas.

Otros programas ya más de uso profesional, son los abocados al diseño de equipos de riego presurizados (aspersión y goteo), en los cuales se cargan datos básicos, también propios de los saberes de las unidades básicas aplicadas y aplicadas, y nos arrojan posibles soluciones de diseño, debiendo utilizar también programas como Google Earth, Google Maps u otros, de donde se obtienen imágenes satelitales, cuando se trate de superficies extensas. Existen programas con planillas Excel, de uso común y gratuitos de empresas comercializadoras, diseñados para equilibrar costos y diámetros de tubería, donde también prima el criterio técnico para su uso profesional y sirven para abaratar costos en función de los dimensionamientos en los diseños de los sistemas de riego presurizados.

3. Objetivos.

3. a) Objetivo general:

El objetivo principal de la innovación será promover experiencias de aprendizaje significativo y de integración de saberes aplicados a la formación profesional en el Curso de Riego y Drenaje de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (U.N.L.P.).

3. b) Objetivos específicos:

- Diseñar una propuesta metodológica que favorezca la resolución de problemas reales en el campo del diseño de sistemas de riego, a partir de la utilización de softwares básicos, aprovechando la potencialidad que tienen para la solución de problemas complejos.
- Estimular la integración de saberes abordados, en las instancias de formación teóricas y prácticas, para solucionar problemas reales propios del diseño de sistemas de riego.
- Fortalecer el interés de los estudiantes en el tema, abordando situaciones reales que les resulten significativas a su futuro profesional.
- Crear situaciones problemáticas reales, donde los estudiantes aprendan a pensar situadamente el diseño de sistemas de riego.
- Aprender sobre el uso de las TIC para la resolución de las problemáticas del manejo del riego a las que se enfrentarán en su vida profesional

4. Perspectivas teóricas iniciales

4. a) Acerca de los procesos de innovación educativa

En cuanto a las innovaciones educativas, Barraza Macías (Barraza 2013) las estudia interrogándose acerca de la naturaleza de las mismas. Plantea, entonces, que la innovación educativa es un término que presenta fuertes problemas de conceptualización, tanto en el concepto, como en los términos para nombrarla. Hace hincapié en que su significado corre el riesgo de sufrir una reducción al quedar, por momentos, circunscrito a la innovación tecnológica, dado el enorme desarrollo que han tenido en las últimas décadas las nuevas tecnologías de la comunicación y de la información. (Y cita a v. gr. Pérez, 1999, Ramírez y Gómez, 2003 y Rojano, 2003). La propuesta que se realiza en este trabajo, si bien contempla el uso de tecnologías de la comunicación y de la información, no se reduce a ellas. Parte de considerar la implementación de situaciones problemas en la enseñanza para que los estudiantes aprendan a integrar los conocimientos disciplinares básicos y aplicados, intentando resolver esos problemas. En ese proceso, aprenderán a usar herramientas informáticas de uso profesional.

El autor también nos habla de varios intentos de sistematizar el marco conceptual y concluye en que hay dos enfoques teóricos, o en término de Lákatos (1993) dos Programas de Investigación, desde los cuales se puede leer y en consecuencia definir la innovación educativa; el Técnico-Instrumental y el Crítico-Progresista. Desde su visión crítica progresista, Barraza define a la innovación educativa de la siguiente forma: “La innovación educativa es un proceso que involucra la selección, organización y utilización creativa de elementos vinculados a la gestión institucional, el currículum y/o la enseñanza, siendo normal que una innovación educativa impacte más de un ámbito, ya que suele responder a una necesidad o problema que regularmente requiere una respuesta integral” (Barraza 2013, p.15). Para nuestra innovación, la búsqueda en la creatividad se encuentra localizada en la posibilidad de implementar situaciones problemas que sitúen a los estudiantes prontos a recibirse, frente a problemas reales de su futuro desempeño profesional. El problema que, luego de esta innovación, podría requerir una respuesta más compleja e integral, podría consistir en revisar la propuesta didáctica de la materia a la luz de cómo resulte esta experiencia de innovación propuesta.

El mismo autor agrega que para que la misma se constituya en una resolución integral y duradera debe sostenerse mediante un conjunto de acciones y un modelo centrado en la resolución sistematizada de problemas que tiene como centro al usuario de la innovación, partiendo del supuesto de que éste tiene una necesidad definida y de que la innovación va a satisfacerla.

En cuanto al ámbito de desarrollo (Barraza, 2005), siempre bajo su enfoque crítico progresista, enumera tres ámbitos empíricos donde se concretan las prácticas de innovación educativa: la gestión institucional, el currículum y la enseñanza, relacionándolos con la innovación institucional, la innovación curricular y la innovación didáctica, respectivamente. En esta última se enmarcaría la propuesta de innovación didáctica del presente TFI, que según Barraza serían la construcción de estrategias didácticas y medios para la enseñanza.

Lucarelli (2004) por otro lado, en las 3ras Jornadas de Innovación Pedagógica en el Aula Universitaria, sostiene, desde una perspectiva pedagógica crítica, que la innovación puede entenderse como una “ruptura”, una interrupción de una determinada forma de comportamiento que se repite en el tiempo y que también esta nueva práctica, tiene la posibilidad de relacionarse con las ya existentes a través de mecanismos de oposición, diferenciación o articulación. La que aquí se plantea, busca establecer líneas de continuidad con la propuesta de enseñanza de del curso por cuanto busca la articulación con unidades temáticas que se siguen enseñando de la misma manera y también intenta diferenciarse con formas de enseñanza ya implementadas que no están creando, a nuestro humilde entender, las condiciones para que los estudiantes aprendan a integrar significativamente los contenidos que se enseñan.

Díaz-Barriga (2006), por su parte plantea que la innovación es una problemática permanente en el campo de la educación, y dice: “Lejos estamos de pensar que toda propuesta de cambio realmente le imprime un rumbo diferente al trabajo cotidiano que se realiza en las aulas. No porque desconozcamos el valioso esfuerzo de un número importante de docentes por impulsar “nuevos sentidos y significados” a su práctica pedagógica, sino porque también es cierto que el espacio del aula aparece abandonado en la mayoría de los casos a la rutina, al desarrollo de formas de trabajo establecidas. Sin embargo, el discurso de la innovación aparece como la

necesidad de incorporar nuevos modelos, conceptos o formas de trabajo, sólo para justificar eso “que discursivamente se está innovando” (Díaz Barriga 2006, p. 9-10). Lo anterior, nos advierte sobre la importancia de no quedarse en planteos solamente declarativos, sino de poder llevar adelante la innovación, lo cual supone una disposición a enfrentarse a la novedad y a lo no sabido, y poder evaluarla en el contexto que se aplicará para poder así ver la factibilidad, aciertos y límites de la misma.

4. b). La reflexión sobre los contenidos y el abordaje de “las prácticas” en la formación de profesionales

En el caso de la escuela tradicional, el término “contenido” se ha empleado para referirse a aquello que debe aprenderse acerca de las materias o asignaturas clásicas: nombres, conceptos, principios, enunciados, teoremas. Este es un enfoque de los contenidos estrictamente disciplinar y de carácter cognitivo. Pueden encontrarse también posiciones que reconocen la importancia del contenido como medio para la ejercitación del proceso de pensamiento y el desarrollo de determinadas habilidades y destrezas. Para Maldonado (2005) los contenidos son actividades, experiencias y saberes disciplinares y plantea que son todos los eventos con los cuales se aspira a lograr los propósitos de la enseñanza. También el mismo autor, indica que los contenidos pueden ser propósito cuando se forma para una disciplina o profesión, y también pueden ser medio cuando los contenidos buscan desarrollar las funciones superiores del hombre: el pensamiento, el raciocinio o el juicio.

Por otro lado, Zapata (2003) propone que los contenidos serían el resultado del aprendizaje, un cambio que se produce en el material cognitivo del alumno entre el antes y el después de la actividad de aprendizaje; este cambio puede ser entendido como incorporación de nuevo material, desecho del antiguo, o cambio en el tipo de relaciones entre elementos de conocimiento y/o la forma de procesarlo. Utiliza el término contenido, modificado por las expresiones de enseñanza o de aprendizaje, en el sentido de material cognitivo que se ve aumentado o modificado en el aprendizaje como resultado del proceso de aprendizaje.

En base a estos conceptos de contenidos entendidos en un sentido amplio, la propuesta de innovación propondría intervenir en la posibilidad de integrar saberes

de diferente naturaleza: prácticos, conceptuales, tecnológicos, entendidos como contenido de la enseñanza, ya que los estudiantes lograrían incorporar nuevas habilidades y formas de razonamiento que aplicarían en la futura vida profesional.

Esta concepción amplia sobre los contenidos remite a una revisión de las nociones subyacentes en las prácticas de enseñanza, sobre los procesos de aprendizaje. En este sentido se recupera la idea de Bain cuando señala que “..la gente aprende mejor cuando responde a una pregunta importante, que realmente tiene interés en responder o persigue un objetivo que requiere alcanzar. Si no tiene interés, no intentará reconciliar, explicar, modificar o integrar, el conocimiento nuevo con el antiguo” (Bain, 2007 p 42,43); y tomando como premisa que el aprendizaje se dará en la medida que el estudiante considere que le ayudará a satisfacer la necesidad de saber, en la presente innovación se plantea interesar al estudiante mediante la intervención propuesta, para que pueda integrar contenidos y percibir la relevancia práctica de los saberes impartidos en el curso.

Edelstein (2002) aborda el lugar que toma lo metodológico dentro de la enseñanza y la articulación de la forma y el contenido. Plantea que se percibe una separación del método respecto al contenido y que ello crea la ilusión de la existencia a priori de una metodología basada en principios didácticos generales propios y autónomos que posibilitan y resuelven el problema de la transmisión al margen de la diversidad del contenido; y esto lleva a imaginar que los cambios en la enseñanza pasan por lo metodológico sin un cuestionamiento de los contenidos.

Respecto a los contenidos de la formación profesional y dada la necesidad de significatividad en el aprendizaje se demanda una articulación teoría-práctica, el adelantamiento de los modos de ejercer la profesión posteriormente, la inclusión de nuevos saberes debido a las exigencias de los cambios en los distintos ámbitos de actuación profesional. Es lo que se pretende realizar, al menos inicialmente, con esta innovación. Aquí es relevante retomar a Abate y Orellano (2015) quienes plantean que “si bien los estudiantes reclaman en todas las épocas sentidos prácticos, en la actualidad esta demanda se profundiza. Los procesos de ampliación de la democratización de la educación han provocado cambios en las últimas dos décadas relacionados con la ampliación de la matrícula y con ello la emergencia de nuevas demandas vinculadas, entre otras cosas, a la significatividad del conocimiento o los saberes en los que los forma la universidad. En este marco la

acreditación de saberes no académicos se registra como una demanda que desafía a las instituciones en su capacidad de dar la bienvenida a los saberes de los estudiantes construidos en otros espacios no académicos” (Abate y Orellano 2015 p, 5 y 6)

En relación con los saberes que se ponen en juego en el desarrollo de esta propuesta de trabajo, los estudiantes portan información relevante no académica sobre el conocimiento del lugar, las fuentes de agua y acceso a las mismas y los cultivos que se realizan en sus zonas de origen. Asimismo, muchos de ellos realizaron tareas rutinarias en el ámbito rural, como recorrer los cultivos, armar y mover los sistemas de riego, regar en función del clima, manejar adversidades propias de los cultivos, solucionar problemas habituales y cotidianos de toda producción agropecuaria; saberes no académicos, que deben ser utilizados y revalorados para el desarrollo del futuro profesional.

En una de sus últimas reuniones, en Octubre de 2019, la Asociación Universitaria de Educación Agropecuaria Superior (AUDEAS) que se encuentra dentro del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) en la Resolución CE N° 1465/19 se plantea la necesidad de revisar los estándares de acreditación para la carrera de Ingeniería Agronómica. Esta revisión de los estándares se da a nivel país para las carreras enmarcadas en el art 43 de la Ley de Educación Superior, donde el enfoque se centra en el alumno y los nuevos planes de estudios se prevén serán por competencias. En dicha resolución se describen los criterios de intensidad para la formación práctica basada en tres criterios: gradualidad y complejidad, integración de teoría y práctica; y resolución de situaciones problemáticas. En este último criterio se hace hincapié que el proceso de apropiación del conocimiento científico o tecnológico requiere el desarrollo de la capacidad de identificar y resolver situaciones problemáticas, que sería el sentido de la propuesta metodológica que se implementará.

En relación con la particularidad de la formación profesional, Schön plantea que los estudiantes aprenden mediante la práctica y/o la ejecución de aquello en lo que buscan convertirse en expertos, y se los ayuda a hacerlo así por medio de otros prácticos más veteranos que -volviendo a la terminología de Dewey- les inician en las tradiciones de la práctica: «Las costumbres, los métodos y los estándares de

trabajo de la profesión constituyen una "tradición"... la iniciación en la tradición es el medio por el que se liberan y se dirigen los poderes de los aprendices". (Schön, 1992: 14).

En esta necesidad de integrar saberes y lograr un aprendizaje significativo, sin duda se requiere del bagaje de conocimientos previos. Litwin (2008) reflexiona sobre el puro almacenamiento memorístico, que es lo que se intenta evitar como modo de aprendizaje con esta innovación, y la verdadera comprensión. Plantea, que para pensar se utilizan hechos y conceptos que se recuperan a partir de la información almacenada y que estos datos almacenados son necesarios para desarrollar actividades comprensivas, para comparar situaciones, para sintetizar, realizar análisis productivos, producir abstracciones. Habilidades del pensamiento que se intentan promover mediante el planteo y diseño de parte de quien enseña, de situaciones problemas.

4.c). La problematización de la enseñanza

Acerca de la conceptualización sobre la enseñanza, puede partirse del señalamiento de Gloria Edelstein: "Aun admitiendo la diversidad de opciones respecto de las formas de entender la enseñanza es ya recurrente concebirla como actividad intencional. Actividad que pone en juego un complejo proceso de mediaciones orientado a imprimir explícita o implícitamente algún tipo de racionalidad a las prácticas que se generan al interior del aula" (Edelstein, 2002 p. 468). En general las representaciones sobre la docencia, no se condicen con el trabajo real, se la contextualiza fundamentalmente en el aula sin tener en cuenta que se articula con múltiples determinaciones de orden no didáctico, como la estructura y dinámica de la institución donde se desarrolla.

El docente en general prioriza el aspecto técnico-instrumental ya que lo caracteriza como elemento inmediato de resolución, entendiéndolo como fin en sí mismo y sin posibilidad de convertirlo en objeto de reflexión. Edelstein (2002) indica que esta visión del problema, origina numerosas contradicciones y que si se toma desde una perspectiva diferente, se entiende que la tarea del profesor en el aula consiste en elaborar un modo personal de intervención que se concretiza en opciones diversas

acordes a la situación en que le corresponde actuar, apoyándose obviamente en el dominio del campo específico. Se entiende así que es desde el contenido y asumiendo una posición interrogativa ante él, que es posible superar una postura instrumentalista sobre la cuestión. El desarrollo actual del conocimiento y la reflexión en torno a los procesos de su producción, exigen cada vez más profundización sobre la cuestión disciplinar. Edelstein (2002) indica que en las experiencias de formación “se constata recurrentemente la imposibilidad de pensar, de imaginar posibles desafíos para las prácticas de la enseñanza cuando no hay dominio previo de las estructuras sustantiva y sintáctica de las disciplinas. Al hablar de dominio, no se alude a un conjunto de conocimientos desarticulados sino a la necesidad de revisar enfoques alternativos de los que devienen configuraciones didácticas diferentes al traducirlos en propuestas de enseñanza (Edelstein, 2002 p. 473). Esta reflexión es muy interesante, debido a que es muy común encontrar muy buenos profesionales o investigadores, en ámbitos universitarios, y que ello no es condición suficiente para desarrollar satisfactoriamente la labor de enseñanza, ya que esas configuraciones y propuestas requieren de enfoques alternativos y de una reflexión constante, colegiada y apoyada en la formación docente sobre nuestras prácticas de enseñanza. Lo alternativo de la propuesta de innovación que aquí se realiza, tiene que ver con la búsqueda intencionada de plantear situaciones didácticas donde los estudiantes pongan en juego los conocimientos acumulados en su trayectoria educativa y en esta materia en particular, entendiendo que para resolver problemas de la vida cotidiana de un ingeniero o ingeniera, se necesita generar espacios y tiempos en la formación para aprender a pensar como tales.

4.d) El aprendizaje basado en problemas

La decisión de innovar en la propuesta de enseñanza de la cátedra partiendo de la introducción de situaciones problemas encuentra uno de sus fundamentos en la ubicación de la materia en el plan de estudios. Siendo esta una materia del tramo aplicado de la carrera donde los estudiantes se encuentran próximos a recibirse, la preocupación era y es cómo lograr que los estudiantes aprendan a mirar e intervenir sobre la realidad agronómica, en este caso, sobre las cuestiones del riego y del drenaje. El otro fundamento que le da legitimidad a esta innovación ha sido detallado ya y se vincula con la necesidad de que los estudiantes aprendieran a operar con el conocimiento aprendido durante la primera parte de la cursada (unidades uno a

seis) superando el aprendizaje meramente declarativo de los contenidos. Es así que siguiendo a Steinman, se intentan plantear aquí situaciones problemas (Steinman; 2008) que resulten de un recorte con sentido de una realidad sobre la que los ingenieros intervendrán en el futuro para proponer alternativas de resolución pertinentes al contexto y al diseño de riego que se trate.

Asimismo, se coincide con Davini cuando postula que “la resolución de problemas desarrolla la capacidad crítica, la inventiva y el sentido práctico, poniendo el razonamiento al servicio de la acción, integrando distintos conocimientos y experiencias previas” (Davini; 2008; p. 123) que es uno de los objetivos buscados con esta innovación.

5. Descripción general de la innovación a diseñar

5. a) Desarrollo de la intervención: una secuencia didáctica desarrollada a partir del aprendizaje basado en problemas.

La propuesta de innovación metodológica consta de la planificación de una secuencia didáctica de cuatro clases en las cuales se abordarán los saberes vistos hasta ese momento, reconfigurándolos en una nueva propuesta de enseñanza estructurada en el aprendizaje basado en problemas que posibilite la integración de esos saberes teóricos y prácticos; y su puesta en operación en situaciones del campo real, similar a las cuales los estudiantes se enfrentarán en su futura vida profesional.

En cuanto al desarrollo de las clases, en la primera se abordan conceptos básicos aplicados, en la cual se describen y presentan los programas Climwat y Cropwat y se integran los saberes de las clases uno a seis; además se verán otras herramientas informáticas de imágenes satelitales. En las siguientes tres clases los estudiantes deberán resolver problemas prácticos del campo real con ejemplos desarrollados de diseño de riegos gravitacionales y presurizados (aspersión y goteo) donde los estudiantes tendrán que discernir sobre la situación real y resolverla, haciendo uso del contenido abordado en la primera parte de la materia, problemáticas de riego que afrontarán en su vida profesional.

En dicha primera clase se prevé utilizar diferentes programas de computación de uso libre, que serán de uso habitual en sus futuras vidas profesionales y mediante los cuales aplicarán e integrarán los saberes precedentes. Estos programas serían el Climwat y Cropwat desarrollados por la FAO. Son programas de uso libre que tienen como ventaja su versatilidad y que cuentan con información precargada que puede ser de utilidad si no se disponen de los datos básicos. También se utilizarán herramientas informáticas de geolocalización que cuentan con información de suelos en este caso se utilizara GeoINTA, mediante la cual se cuenta con información básica de los perfiles de suelo de la zona seleccionada y Google Earth que permite dimensionar aproximadamente los lotes en cuestión y tener una aproximación a la situación topográfica del lugar, vital para los riegos gravitacionales. El aprendizaje de la utilización de estos programas les permitirá a los estudiantes interiorizarse en el uso de sistemas informáticos para el diseño de

los sistemas de riego en su futura vida profesional. Se presentarán además otros programas, con los cuales se pueden dimensionar técnica-económicamente mejor los sistemas de riego presurizados.

En este primer encuentro de aprendizaje de uso de los programas, se integrarán los conceptos básicos aplicados trabajados en las unidades, se prevé realizarlo en la sala de computación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La misma cuenta con computadoras en las cuales pueden precargarse los programas que se desean. Además posee cañón para proyectar y desarrollar la clase. Los estudiantes se deberán agrupar en grupos de a dos ya que las comisiones son de aproximadamente cincuenta estudiantes y la capacidad de la sala de computación es de aproximadamente treinta computadoras.

La clase se iniciará por la geolocalización y primera aproximación al sitio de estudio, utilizando herramientas informáticas de uso libre como Google Earth y GeoINTA, mediante las cuales se ubica el sitio o zona, se puede obtener la dimensión del terreno y una aproximación al perfil de suelo y su topografía. Es una aproximación ya que para conocer la situación real deberían realizarse un relevamiento topográfico y análisis de suelo in situ. Se desarrollará un ejemplo y luego los estudiantes deberán realizarlo en sus computadoras seleccionando un lugar o zona, o bien el docente les proporcionará las coordenadas de algún sitio de interés.

Luego se desarrollará un ejemplo, en el que se utilicen los programas Climwat y Cropwat. El programa Climwat nos arroja datos climáticos si previamente no disponemos de ellos, tiene precargadas diferentes estaciones meteorológicas de todo el mundo; si se dispone de datos más próximos al sitio de estudio, deberían utilizarse esos. El programa Cropwat es un programa mediante el cual se utilizan los parámetros básicos de clima obtenidos del Climwat o los datos que se dispongan y se deberán cargar datos de suelo y de los cultivos a desarrollar en el sitio. El programa posee parámetros precargados, si no se dispone de los mismos o no se tiene conocimiento del cultivo en cuestión, que posibilitan la obtención de datos como oferta y demanda hídrica, lámina neta, lámina bruta e intervalo de riego necesarios para desarrollar el calendario de riego. Además, se pueden programar diferentes cultivos en el establecimiento pudiendo así planificar la producción.

Las tres clases donde se abordan las situaciones problemáticas y en las cuales los estudiantes intentarán desarrollar y diseñar los sistemas de riego con los datos básicos obtenidos anteriormente, se planifica, sustancialmente, en la parte práctica. De todos modos, y habiendo sido acordado con los profesores de la cátedra, se propone la introducción de pequeñas modificaciones en la enseñanza de la teoría. Al comienzo de la clase teórica-práctica los profesores expondrán el problema sobre el cual se trabajará en la parte práctica a la vez que brindarán las bases teóricas y el desarrollo general del tema a abordar. Los auxiliares docentes, jefe de trabajos prácticos y ayudantes diplomados, ya en la parte práctica de la materia, volverán a presentar la propuesta de trabajo en base a situaciones problema, fundamentarán la inclusión de esas situaciones como actividad a realizar y darán el encuadre orientador que servirá de base para que el estudiantado obtenga las orientaciones necesarias para comenzar a resolver el problema. Se propondrá para que el estudiantado comprenda la actividad que se le presenta y la situación problema que se le plantea, una lectura colectiva de la situación problema y guiada por los docentes para que los estudiantes puedan ir despejando las dudas necesarias para poder abocarse a su resolución. Concluida esa etapa de la clase, los estudiantes deberán reunirse en grupos, para comenzar a desarrollar la resolución de la situación problema, que constará del diseño de un sistema de riego específico en un sitio. En este momento de la clase, el o los docentes, brindarán asesoramiento ante las dudas que surjan en el transcurso de la actividad. Se prestará especial atención a este primer momento de la propuesta puesto que por el conocimiento obtenido de haber sido estudiante y docente durante años en la Facultad, se puede deducir que el estudiantado no está habituado a trabajar en la resolución de situaciones problemas.

Surge al realizar el TFI otra idea de innovación que acompaña y complementa la planteada en el TFI, y es que el estudiante pueda ir realizando en las clases precedentes, los cálculos para la obtención de valores de evapotranspiración de referencia (E_{to} - clase uno), coeficiente de cultivo (K_c), láminas neta (L_n) y lámina bruta (L_b) (clase cinco); y oferta y demanda hídrica (clase seis) de un sitio y cultivo determinado, para que luego utilice en los programas de computación de estas clases y contraste los resultados obtenidos. De esta forma el estudiante puede asociar la utilidad de los contenidos vistos en la resolución e integración de una

situación problema en particular. En este caso, relacionado a la innovación, se sugiere que el sitio sea La Plata, y los cultivos de tomate y lechuga, para que de esta forma el estudiante pueda utilizarlo luego en la resolución de las situaciones problemas del diseño de diferentes sistemas de riego por aspersión y goteo.

5. a) 1. Introducción a los programas informáticos aplicados al diseño de sistemas de riego. El inicio de la secuencia.

En esta primera instancia se introducirá a los estudiantes en el uso de herramientas informáticas específicas, que luego serán utilizadas en los restantes encuentros. El manejo de estos programas por parte del estudiante le permitirá aprender usando esas herramientas, haciendo y errando por sí mismo con otros compañeros y acompañado por el docente. Experimentará en diferentes formas de resolver problemáticas, vinculando lo que va aprendiendo con la práctica profesional. De esta manera se favorece el acceso a distintos grados de información, propiciando el uso de la misma para la resolución de problemas e integrando el conocimiento de la disciplina en particular. En esta etapa el docente acompaña y asesora, guía al estudiantado en los obstáculos que aparecen frente al uso de las herramientas informáticas y frente a los problemas a resolver y repone los conceptos centrales vistos en las unidades anteriores que permitirá a los estudiantes, acercarse a los objetivos de aprendizaje propuestos.

La clase se llevará adelante en la sala de computación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, en la cual se dispone de cañón proyector, pizarra y treinta computadoras en las cuales previamente, con el apoyo del personal no docente del departamento de informática, se cargaran los programas a utilizar durante el dictado de la clase. Los estudiantes tienen acceso a esta aula y computadoras, cuando no se utiliza para el dictado de clases, lo cual les permitiría poder utilizar los programas fuera del horario de clases, si no disponen de computadora personal propia.

La clase teórico-práctica tendrá una duración de cinco horas. y estará a cargo de un Jefe de Trabajo Prácticos, auxiliado por los demás docentes del curso que colaborarán en el dictado de la clase.

Al ingresar a la sala de computación, se propondrá a los estudiantes que se agrupen en parejas por computadora, dada la cantidad de computadoras y que en general las comisiones cuentan con cuarenta a cincuenta estudiantes. Ello crea las condiciones para el aprendizaje grupal ya que, como dice Litwin (2008, p.106) “Aprender a trabajar colaborativamente en grupos no solo desarrolla y consolida aprendizajes sino que enseña el valor de la ayuda, del trabajo solidario, el aprender a respetar y consensuar opiniones diversas y el diseño compartido de propuestas y cursos de acción”, competencias muy relevantes en la futura vida profesional, en la cual se tiende al trabajo en equipo y en algunos casos interdisciplinariamente.

Se comenzará proyectando la pantalla y mostrándoles los logos de los programas que verán en el escritorio de sus computadoras, y la dirección URL de donde pueden descargarlos; dicha información también se encontrará disponible en el aula virtual del curso dentro del entorno MODDLE con anterioridad al encuentro.

Se comenzará con una exposición dialogada por parte del docente, realizando un repaso de los temas abordados hasta ese momento a lo largo de la cursada, clases 1 a 6, relacionando e integrándolos a los programas informáticos que se desarrollan en la clase, resaltando su utilidad en la futura vida profesional de los estudiantes, con ejemplos prácticos de situaciones problemas emanados del campo real.

Para que puedan visualizar el funcionamiento de los programas se utilizará un ejemplo diseñado por el cuerpo docente. En este caso se propone utilizar la localidad de La Plata.

Se comenzará por geolocalizar el lote o zona a trabajar, cuya finalidad es situar al estudiante en el problema y zona concreta a trabajar: que pueda visualizar las dimensiones y complejidades de la situación problema. Para ello se pueden utilizar varias herramientas de uso libre. Se les mostrará cómo encontrar el lote utilizando la navegación en el mapa del programa Google Earth y mediante el uso de coordenadas. Para nuestro ejemplo se utilizara una zona hortícola del partido de La Plata (Imagen 1). Además mediante este programa pueden obtenerse mediciones de longitud y relieves de las imágenes satelitales, que aproximan al estudiante a la visualización de la topografía del lugar (Imagen 2). Con otros programas, que se les nombraran, también se puede realizar curvas de nivel utilizando las imágenes satelitales y puntos de referencia del programa Google Earth.

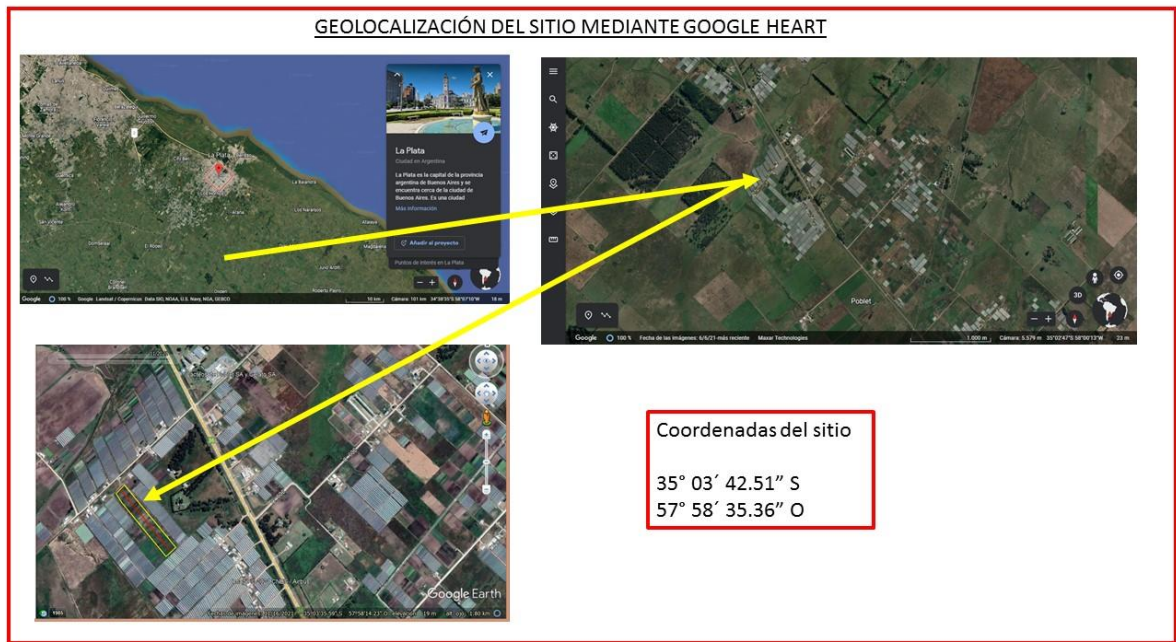


Imagen 1 - Geolocalización del sitio mediante Google Earth.



Imagen 2 - Aproximación al perfil topográfico del sitio.

Una vez geolocalizado el terreno se les mostrará cómo obtener información de los suelos de la zona y la parcela en estudio mediante la página GeoINTA, en la cual se pueden visualizar las cartas de suelo (Imagen 3), obteniendo las unidades cartográficas (Imagen 4), para luego obtener los perfiles de suelo (Anexo 8.4) predominantes en la zona de estudio, encontrándose allí datos de textura,

estructura, características generales como el drenaje de esos suelos, etc, con la finalidad de integrar estos conceptos de la Edafología a la factibilidad de realización y operación de los sistemas de riego. Este insumo también es de importancia, ya que introducirá al estudiante en el tipo de suelo con que va a trabajar, sin encontrarse in situ. Luego se les propondrá a los estudiantes que ubiquen algún lote que conozcan en su zona de origen o que les interese conocer para que verifiquen ellos mismos qué dudas les surgen y qué aprendizajes han realizado ellos mismos producto del trabajo con estos programas.

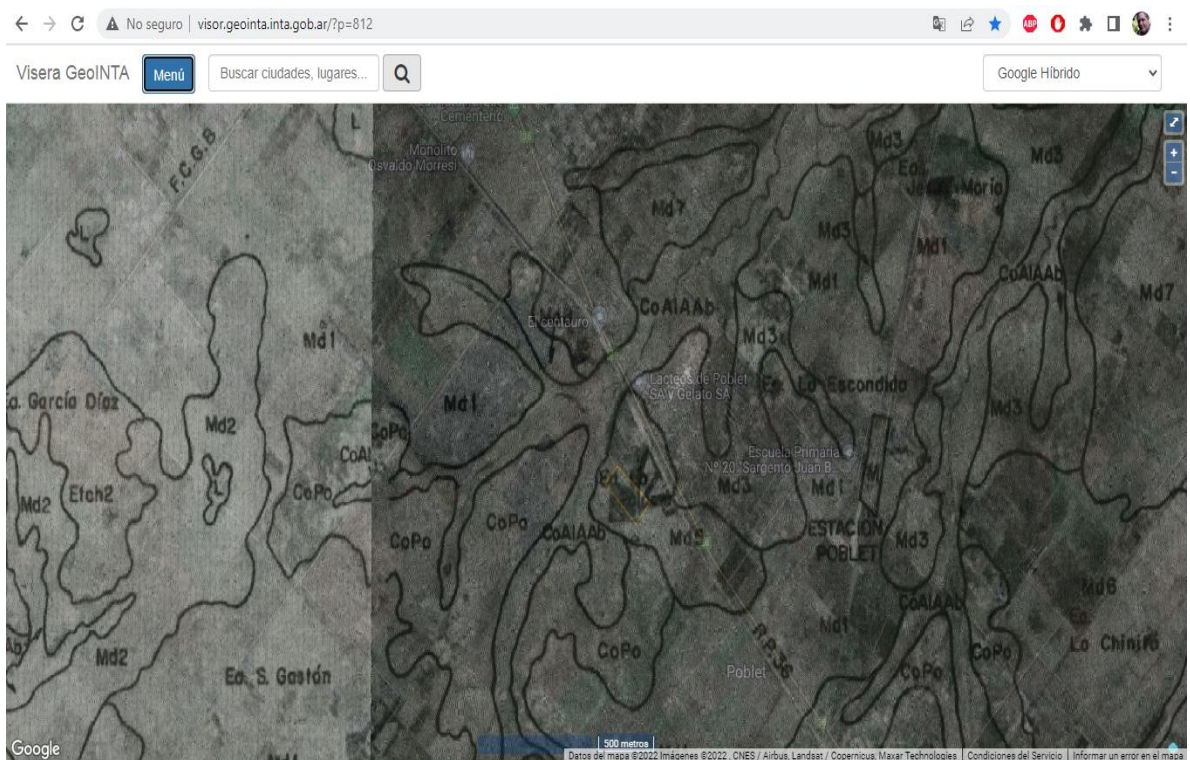


Imagen 3 - Carta de suelos de la zona

Hoja 3557-20 - MAGDALENA
Guía de Unidades Cartográficas

Símbolo	Composición de la Unidad	Capacidad de uso	Índice de Productividad
Br	Complejo series Brandsen (70%) y Los Mochos (30%)	IIIws	61,0_A
Br1	Complejo series Brandsen, fase algo pobremente drenada (55%) y Los Mochos (45%)	IVws	41,0_A
Br3	Consociación series Brandsen, fase algo pobremente drenada (80%) y Los Mochos (20%)	IIIws	53,2_A
CoAJB	Complejo de suelos del A° Juan Blanco (100%)	VIws	12,0
CoAlAAb	Complejo de suelos alcalinos del A° Abascay (100%)	VIws	20,0
CoAoArr	Complejo de suelos del A° Arregui (100%)	VIIws	4,0
CoET	Complejo de suelos del A° El Talamacho (100%)	VIIws	4,0
CoLM	Complejo de suelos hidromórfico Los Mochos (100%)	VIIws	7,0
CoLS	Complejo de suelos La Saturna (100%)	VIws	15,0
CoPo	Complejo de suelos hidromórfico-alcalino Poblet (100%)	VIws	20,0
CoSb	Complejo de suelos alcalino-salinos Samborombón (100%)	VIws	11
ED	Asociación series El Destino (70%) y Punta Indio (30%)	VIws	25,1_A
Ed4 *ED4	Asociación series El Destino (40%), Atalaya (40%) y La Saturna (20%)	VIIws	27,3_A
Etch	Consociación series Etcheverry (90%) e Ignacio Correa (10%)	IIw	61,8_A
Etch1	Consociación series Etcheverry (80%) y Poblet (20%)	IVws	46,1_A
L	Lagunas permanentes y/o temporarias	VIII	4,0
LM2	Complejo series Los Mochos (60%), San Vicente (25%) y Abbot, fase pobremente drenada (15%)	VIws	29,1_A
LM7	Complejo series Los Mochos (70%) y Alejandro Korn (30%)	VIws	18,3_A
M	Áreas Misceláneas/Urbanas	-	-
Md	Complejo series Magdalena (60%) y Payró (40%)	IVws	47,5_A
Md1	Asociación series Magdalena (75%) y Poblet (25%)	IVws	48,9_A
Md3	Asociación series Magdalena (70%) y Vиейtes (30%)	IVws	45,8_A
Md4	Complejo series Magdalena, fase algo pobremente drenada (70%) y Poblet (30%)	IVws	46,1_A
Md5	Consociación serie Magdalena (100%)	IIIw	63,0_A
Md6	Consociación series Magdalena (80%) e Ignacio Correa (20%)	IIIw	60,7_A
Md7	Complejo series Magdalena (60%) e Ignacio Correa (40%)	IIIws	58,3_A
Md8	Complejo series Magdalena (60%) y Vиейtes (40%)	IVew	40,1_A
Md9	Consociación series Magdalena (80%) y Vиейtes (20%)	IIIw	51,5_A

Imagen 4 - Unidades cartográficas

Concluida la geolocalización del lote en estudio, se llevará adelante un ejercicio práctico, en el que se utilicen los programas Climwat y Cropwat desarrollados por la FAO y en este caso se utilizará como ejemplo una estación meteorológica del partido de La Plata y un cultivo de tomate predominante en la zona por su superficie e importancia comercial al que luego le darán seguimiento y utilidad en las restantes clases.

El programa Climwat nos proporciona datos climáticos estadísticos al contener precargados una base de datos de diferentes estaciones meteorológicas de todo el mundo, lo cual facilita la interpretación de la situación climática de la zona, proporcionando al estudiante una perspectiva bastante acertada de la zona en cuanto al clima; si se dispone de datos climáticos más próximos al sitio de estudio, deberían cargarse en el programa estos datos ya que el resultado sería más preciso y real. Una vez ejecutado el programa, para la obtención de los datos climáticos necesarios, se debe seleccionar el país, clicar en mostrar todas las estaciones meteorológicas del país elegido y seleccionar la estación meteorológica o zona de la cual deseamos exportar los datos, que se exportarán en un archivo con extensión

.cli que contiene los datos estadísticos de la precipitación media mensual con los cuales se calcula la precipitación efectiva media mensual; y un archivo .pen referido a la metodología de Penman-Monteith para la obtención de la evapotranspiración de referencia por estimación (Imagen 5). Luego de seleccionada la estación se debe guardar en una ruta conocida, en nuestro ejemplo lo colocaremos en una carpeta ubicada en el escritorio, para poder ubicarlo fácilmente.

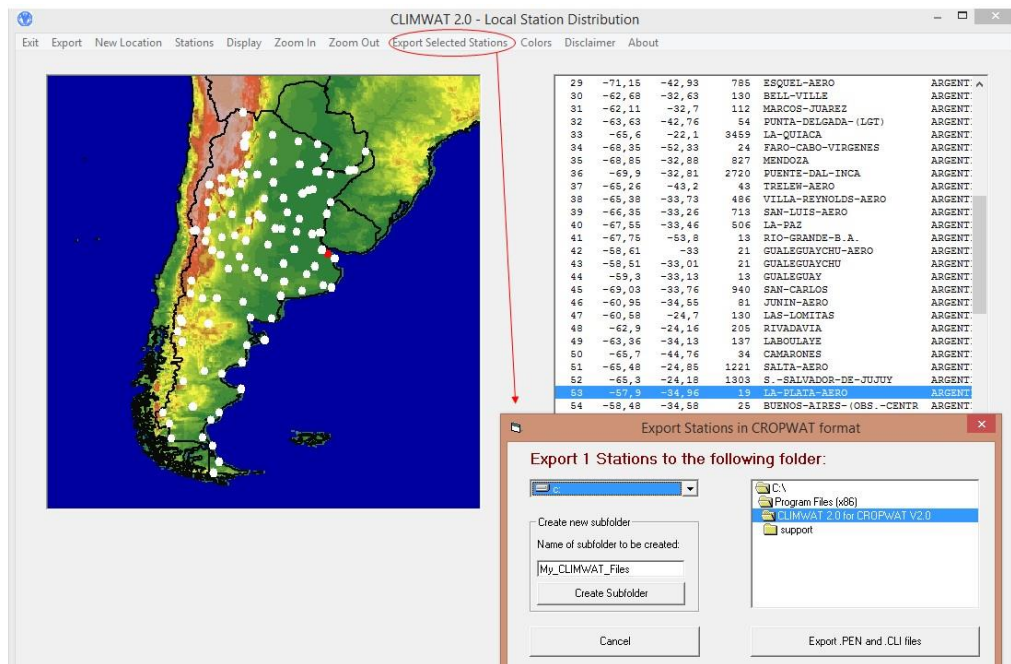


Imagen 5 - Obtención de archivos con datos climáticos mediante el programa Climwat.

Se continuará en la clase con la explicación del funcionamiento del programa Cropwat, que posibilita la obtención de datos como oferta y demanda hídrica, lámina neta, lámina bruta e intervalo de riego necesarios para desarrollar el calendario de riego, contenidos que los estudiantes ya han visto con anterioridad, realizando ejercitaciones prácticas en papel al respecto en las clases anteriores. Como insumo para la obtención de esos resultados, es necesario utilizar datos básicos de clima obtenidos del programa Climwat o los datos que se dispongan, y además se deberán cargar en el programa ciertos parámetros de suelo y cultivos a desarrollar en el sitio. El programa posee parámetros precargados si no se dispone de los mismos para ser cargados en el sistema o no se tiene conocimiento del cultivo en cuestión, lo cual facilita mucho su utilización. Además, se pueden programar diferentes cultivos en el establecimiento, pudiendo así planificar la producción y que

el estudiante pueda visualizar la complejidad del manejo de un establecimiento o empresa, que será clave en su futura vida profesional.

Una vez ejecutado el programa aparecen varias solapas del costado izquierdo que deberán irse cargando con datos obtenidos del programa Climwat, datos propios o utilizar los datos precargados del programa. En todos los casos el programa indica la metodología utilizada para la obtención de los valores, con lo cual el estudiante puede comparar, realizar la metodología en papel y contrastar los resultados obtenidos. De esta forma el estudiante puede apropiarse significativamente de los saberes y corroborarlo haciendo, con la guía de los docentes, lo cual se vincula con esta forma de aprender de la que habla Schön: “El alumno tiene que ver por sí mismo y a su propia manera las relaciones entre los medios y los métodos empleados y los resultados conseguidos. Nadie más puede verlo por él, y no puede verlo simplemente porque alguien se lo "diga", aunque la forma correcta de decirlo pueda orientar su percepción para verlo y así ayudarle a ver lo que necesita ver”. (Schön, 1992: 14).

Al finalizar esta etapa el programa sistematiza y arroja información sobre el calendario de riego que debería utilizarse, respondiendo a las preguntas cuánto y cuándo regar.

Además, en la última etapa de la clase, relacionado a la unidad de hidráulica aplicada y más específicamente a la estimación de las pérdidas de carga en circulación en cañerías, existen programas informáticos específicos cuya función es estimar las pérdidas de carga y con ello dimensionar el diámetro de cañería óptimo para reducir los costos de diseño. Aquí, además de la información que arroja el programa, se debe tener en cuenta el armado de los equipos de riego en campo, con lo cual deberán poner en juego los criterios como futuros ingenieros, la operatoria de trabajo a campo, es decir, pensar en la situación real los resultados que arroja el uso del programa informático y además los costos. Se les mostrará el funcionamiento de un programa gratuito de la empresa NaanDanJain, indicando que se disponen de varios en el mercado.

5. a) 2. Propuesta de secuencia didáctica para el diseño de sistemas de riego.

Actualmente estos tres trabajos prácticos sobre diseño de los sistemas de riego se dictan de manera tradicional, en donde se considera que existe falta de vinculación entre teoría y práctica. Si bien las clases se plantean como teórico-prácticas de cinco horas de duración, siguen el viejo formato de dos horas de teoría de manera expositiva y tres horas de práctica en la cual se resuelven ejercitaciones en papel, bastante sesgadas en su integración sin mucha vinculación con los contenidos precedentes. En ese formato, durante las primeras dos horas de teoría se abordan los conceptos netamente teóricos de la unidad temática y luego en la parte práctica se separan a los estudiantes en grupos de cuatro a cinco, y se realizan ejercitaciones planteadas en la guía de trabajos prácticos. Estos ejercicios abordan solo la unidad temática en cuestión con alguna relación a conceptos ya vistos, pero sin otorgar la posibilidad de que el estudiante aprenda integrando los contenidos que se trabajan; además, el estudiante ve esta parte práctica sólo como un ejercicio de “hacer cuentas” y rara vez relaciona la ejercitación a una situación del campo real que luego afrontará en su futura vida profesional.

La innovación didáctica apunta a resolver esta inconsistencia a partir de la construcción de situaciones problemáticas semejantes a las que el estudiante se encontrará en su desempeño laboral futuro. En estas situaciones problemas, deberá poner en juego, movilizar lo aprendido, situándose en posición de profesional, para diseñar sistemas de riego factibles y apropiados al contexto que la situación problema demarca. De este modo, la innovación busca subsanar ese desajuste entre la teoría y la práctica, promoviendo la integración de contenidos que se abordan.

En el inicio de la cursada, se planifica un material interactivo en la aplicación Genialy², mediante el cual se muestra al estudiantado el recorrido de la materia, planteando las preguntas que deben llegar a responder en cada unidad y ubicando las relaciones de las diferentes unidades temáticas abordadas. En el inicio de cada una de las unidades y de esta secuencia didáctica, en la primera clase, se vuelve a mostrar ese esquema general para que el estudiantado se sitúe en el recorrido

² <https://view.genial.ly/5f3168310c238a0d9c228b8a/horizontal-infographic-review-riego-cursada>

formativo de la propuesta de enseñanza y encuentre sentido al trabajo realizado y por realizar.

Las clases de esta secuencia didáctica tienen una duración de cinco horas y cada una de ellas consta de un primer momento, de una duración de veinte minutos, en el cual se realizará un encuadre de la temática a trabajar, el diseño de sistemas de riego y se leerá en conjunto la situación problema a resolver, sin los incisos de resolución (Ver Anexos 8.7, 8.10 y 8.12).

Esta lectura inicial de la situación problema sin los incisos que la componen, obedece a la decisión didáctica de enfrentar a los estudiantes al problema tal como muchas veces es presentado por el productor que demanda asesoramiento: sin una organización clara y precisa. La intención es incitar a los estudiantes a una primer debate grupal, que comiencen a visualizarse como ingenieros elaborando hipótesis iniciales acerca de cómo abordar la resolución de la situación problema. Se trata de iniciarlos en un tiempo que les permita poner “el razonamiento al servicio de la acción, integrando distintos conocimientos y experiencias previas, tal vez aprendidas en diferentes momentos y en diversos lugares, e incluso buscar nuevas informaciones para entender y resolver el problema” (Davini; 2009; pág. 123). Claro que esta intención es la que intentará replicarse durante todo el trabajo propuesto con la situación problema. Incluso, se espera que, durante la próxima hora, en la que los profesores del curso desarrollarán la explicación de los diferentes sistemas de riego dentro de los métodos de riego de goteo, por aspersión y gravitacionales, los estudiantes generen una actitud de escucha de esa explicación, buscando obtener guías para la acción de las resoluciones problemas que se le presentarán. A continuación del desarrollo teórico, se realizará un receso de veinte minutos y al ingresar nuevamente al aula de informática un jefe de trabajos prácticos, auxiliado por los demás docentes del curso, volverá a leer la situación problema, ésta vez, con los incisos de resolución para darle al estudiantado un tiempo para que continúe este trabajo de ubicarse frente al problema, de ver las dudas que al grupo le surgen y donde se espera que empiece a elaborar las primeras hipótesis de resolución. Se les propondrá a los estudiantes reunirse en grupos de hasta cuatro integrantes para que piensen y debatan las variables que deberían tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de riego en esa situación problema que se les plantea, con el bagaje de conocimientos adquiridos hasta ese momento, como si ya fueran

profesionales capaces de resolver la situación. El docente se corre aquí, por un momento, de su papel de guía del proceso de aprendizaje, generando además que el estudiantado recupere los saberes que adquirió hasta ese momento en el curso, buscando que se sienta interpelado por la situación a resolver y pueda realzar la utilidad de lo aprendido. Luego se le pedirá a un integrante de cada grupo que indique a qué conclusiones arribaron y se realizará una puesta en común con el resto de los grupos, para lo cual se dispondrá de un tiempo de quince minutos. Este momento le permitirá al equipo docente validar que el estudiantado ha comprendido la consigna general y se encuentra listo para encarar su resolución.

El equipo docente realizará las aclaraciones necesarias que aseguren que los grupos encuentren las condiciones iniciales para abocarse a su resolución. Todo este momento previo de acompañamiento por parte de los docentes centrado en la intención de que los estudiantes puedan colocarse frente al problema, resulta de especial importancia. Primero, porque como ya se sostuvo, los estudiantes no están acostumbrados a ponerse en el lugar de ingenieros. Segundo, porque situarlos ante un problema puede resultar de una complejidad tal que anule al grupo. Puede suceder que el grupo se encuentre superado por la dificultad del problema. Es por ese motivo que se toma la decisión didáctica de presentar el problema, primero sin los incisos y después con ellos.

Seguidamente los grupos comenzarán a resolver las situaciones problemas, para lo cual dispondrán de setenta y cinco minutos con el acompañamiento de los docentes del curso que pasarán por los grupos para brindar asesoramiento en caso de que sea necesario. En los últimos cuarenta y cinco minutos se les pedirá a cada grupo que vaya poniendo en común las conclusiones del trabajo con cada inciso de las consignas e ir construyendo, entre los grupos y los docentes, el diseño de estos sistemas de riego a medida que se abordan las diferentes respuestas. (Para una mejor visualización de los momentos de la clase, véase Anexo 8.5)

5. a) 2.1. Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego por goteo.

Este tipo de sistemas de riego presurizado se utiliza mayoritariamente en cultivos intensivos, sobre todo hortícolas, florícolas y plantas en maceta y, en menor medida en cultivos frutícolas y viveros forestales, aunque actualmente se están comenzando a utilizar subsuperficialmente en cultivos extensivos o semiextensivos. Presentamos aquí la situación problema diseñada para este sistema de riego por goteo (que también figuran en Anexo 8.7) acompañada de aclaraciones conceptuales y prácticas específicas para su resolución.

En estos métodos de riegos presurizados, se debe contar con una bomba que dote al sistema de caudal y presión, lo cual está íntimamente relacionado al diseño de estos sistemas de riego, temática que fue abordada en la clase tres del curso. Además, para su diseño los estudiantes deben obtener las pérdidas de carga generadas por el sistema, para luego poder calcular la potencia necesaria en la bomba. Para hacerlo, pueden utilizar diversas metodologías que se abordan en la clase tres del curso y también se prevé el uso del programa informático específico que se verá en la primera clase de la innovación propuesta. Con ese programa pueden realizar la comparación de metodologías.

Como se mencionó, la resolución de ejercicios de la parte práctica planteada hasta este momento en el curso (Anexo 8.6), se aborda a modo de ejercicios y no de situación problema, lo que promueve un aprendizaje descontextualizado de cálculos sin relación con la teoría vista hasta el momento.

Tal como ya se explicitó, las clases teórico-prácticas de esta secuencia didáctica, tiene una duración de cinco horas y consta de un primer momento, en el cual se leerá en conjunto la situación problema sobre el diseño de un equipo de riego por goteo a resolver (Anexo 8.7). Luego los profesores del curso desarrollarán la descripción de los diferentes métodos de riego localizados, remarcando los criterios y elementos técnicos que sirven para diseñar, operar y evaluar los sistemas de riego por goteo y que se utilizaran en el diseño del sistema de riego en la situación problema. La clase se estructurará según los momentos explicitados en el apartado anterior de los que aquí se detallarán, después de la explicitación de la situación problema propuesta, sólo las cuestiones específicas a su resolución.

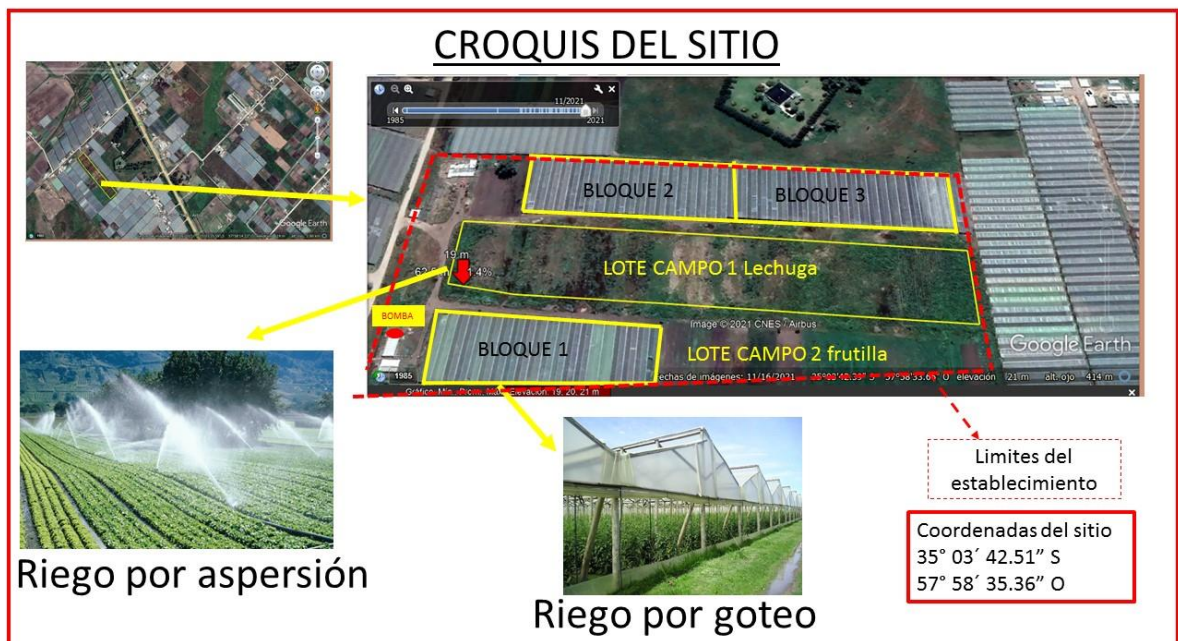
Propuesta sobre una situación problema para el diseño de un sistema de riego por goteo.

Trabajo práctico: Diseño de un sistema de riego por goteo

Integrantes del grupo:

Como Ingenieras e Ingenieros, ya profesionales, los seleccionan para realizar el diseño de un equipo de **riego por goteo** en un establecimiento hortícola del partido de La Plata (ubicado dentro del Cinturón Hortícola de Buenos Aires), que cuenta con 16 has productivas. El productor les comenta que adquirió hace poco el establecimiento, que en el mismo se realizará a campo, en un futuro, cultivos de hoja, principalmente lechuga, regados mediante un equipo de aspersión y además, cultivo de frutilla regado mediante goteo. El establecimiento cuenta con 3 bloques de 8 invernaderos cada uno, tipo capilla a dos aguas y cuyas dimensiones son 25 m de ancho y 90 m de largo cada invernadero, ya construidos, donde cultivará tomate, pimiento, lechuga y apio.

A continuación se presentan las coordenadas y croquis del sitio en el cual se ubica el establecimiento.



Como técnicos, luego de recorrer el campo y entrevistar al productor, él les comenta que la perforación de la bomba que estaba en el establecimiento se encuentra ubicada donde indica el croquis; que la bomba no funciona pero la perforación está en condiciones y puede dotar del caudal necesario, pero no posee nada del sistema de riego, por lo cual deberán realizar el diseño del sistema de riego apropiado a la situación e indicarle qué deberá adquirir en función de ese diseño.

Se les solicita que realicen: (Incisos de la situación problema)

1) La Geolocalización del lote y dimensionar los sectores mediante las imágenes satelitales, teniendo en cuenta las referencias en cuanto a los lotes y cultivos. Obtengan la información del perfil de suelo predominante y evalúen si hay limitante para el sistema de riego seleccionado.

2) Dado que la mayor demanda hídrica la tendrían en el cultivo de tomate bajo cubierta, se le solicita diseñen un sistema de riego por goteo para una llave de riego en ese cultivo (sectorización), cuando tenga máxima demanda, o sea cuando deba aplicar la máxima lámina bruta, que deberá obtener mediante los cálculos.

A) Para la obtención de los valores de precipitación efectiva (P_e), evapotranspiración de referencia (E_{to}), evapotranspiración del cultivo (E_c), lámina neta (L_n), lámina bruta (L_b) y el calendario de riego respectivo, con sus intervalos de riego (IR), utilicen los programas ClimWat y Cropwat, para la estación meteorológica La Plata aero. Teniendo en cuenta las referencias en cuanto a suelo y cultivo indicados.

B) Para realizar el diseño propiamente dicho, pueden utilizar alguno de los programas de pérdidas de carga (HF) vistos. Tenga en cuenta aquí las pérdidas máximas admisibles y velocidades económicas de aspiración y elevación si las hubiera, considere que se desestima la pendiente del terreno para simplificar los cálculos, la bomba será sumergible (agua subterránea) y elevará el agua desde 40 m de profundidad (altura de elevación). La bomba podrá trabajar hasta 15 hs diarias.

B) 1. Dimensione las cañerías y accesorios necesarios (diámetro/s y longitud de las cañerías, tipos de accesorios). Justifique la decisión.

B) 2. Dimensione la bomba recomendada (caudal y potencia).

B) 3. Diseñe el equipo de riego y realice un croquis del mismo..

B) 4. Como actividad opcional: Indique los materiales para las cañerías principales, secundarias, emisores y los accesorios que utilizaría en dicho sistema de riego (despiece) y que debería adquirir el productor, para que a su vez pueda realizar un análisis económico del mismo (presupuesto).

3) Si fuera el caso que ya esté instalada en el establecimiento una bomba de 7 CV que eroga un caudal de xx Lts/min, con una altura manométrica total dinámica (HMTD) de 90 m.

3) 1. Realice los cálculos e indique la superficie de la llave que usaría para regar con dicha bomba, teniendo en cuenta que puede operar la bomba por 16 hs diarias y en caso de ser afirmativo diseñe el equipo de riego para la situación propuesta.

4) ¿Cómo evaluarían el funcionamiento del sistema una vez funcionando? ¿Cómo solucionarían los problemas de diseño relacionados a la presión y las pérdidas de carga en los diferentes lotes?

En esta situación problema en particular, un punto relevante a detallar es que el cultivo se encuentra bajo cubierta, con etapa fenológica crítica en una época estival; con lo cual los estudiantes deberán identificar y considerar esas variables en la situación problema a resolver. Además, los estudiantes deberán obtener la información de los suelos predominantes en el campo, y responder si encuentran limitantes para realizar el sistema de riego propuesto en función de esta información. Aquí deberán poner en juego conocimientos previos vistos en esta materia y en la cursada de Edafología y Topografía.. Esta actividad se realiza retomando lo visto en la primera clase de la secuencia y tiene la finalidad de introducir al estudiante en situación, que pueda ver el contexto en el cual deberá resolver el problema planteado y que visualice que es una circunstancia factible de sucederle en su futura actividad profesional.

En esta situación problema el docente mostrará de qué manera debería haber quedado la geolocalización y dimensionamiento de los espacios (Anexo 8.8) dado que si no se parte de los mismos datos de dimensionamiento, se arriban a soluciones muy diferentes. En el caso que algún grupo difiera mucho de lo resuelto, se verá en particular con ese grupo.

En el trabajo con este problema la intervención docente estará orientada a acompañar al estudiantado en la manera de proceder, en una secuencia lógica, a la hora de diseñar este tipo de sistemas de riego. Para este diseño deben tener en cuenta la demanda hídrica del cultivo a implantar más alta y en la época de mayor demanda, que obtendrán operando con el programa Cropwat, tal como se realizó en la primera clase, pero con los datos de la situación problema actual. Además deberán tener en cuenta la superficie a regar. Aquí es muy importante que el estudiante comprenda que debe sectorizar el lote a regar para poder dimensionar y diseñar los equipos de riego, teniendo en cuenta las horas de trabajo que operará la bomba. De lo contrario realizará los cálculos arribando a una resolución inviable y energéticamente ineficiente. Además se evidenciará que la época de siembra de los cultivos influye en la demanda, dado la fase fenológica y época del año.

Continuando con la resolución específica de este problema, deberán dimensionar las cañerías, accesorios y la bomba. Para ello deben decidir por dónde conducen las cañerías, lo que definirá los metros de la misma, los accesorios como codos, tes

y curvas que deberán utilizar, los filtros, válvulas y manómetros, etc, que deberán tener una justificación lógica de su ubicación y utilización. Aquí ya podrán acercarse a la resolución del diseño y darse cuenta si es viable o no el diseño realizado, teniendo en cuenta el valor obtenido de potencia de la bomba; y volver sobre el ejercicio para ver donde pueden operar dentro de lo que estuvieron realizando para modificar ese valor. En esta instancia se ponen en juego una gran diversidad de saberes y el debate en el grupo es relevante para que puedan arribar a una resolución lógica, eficiente y viable.

En el inciso tres, se les plantea una situación muy habitual de encontrarnos en la futura vida profesional, en la cual la bomba ya está instalada y surgen problemas en la operación de riego, generalmente ligados a la baja presión del sistema en algunos sectores de riego. Aquí se debería ver integralmente el sistema, dado que la llave de riego condiciona la superficie a cultivar de cada especie, ya que la fertirrigación se da para cada cultivo y etapa fenológica en particular. En esta parte de la resolución deberán partir de la bomba e ir al dimensionamiento y diseño del equipo, teniendo en cuenta todo lo que estuvieron evaluando hasta ese momento.

El inciso cuatro tiene la finalidad de que los estudiantes evalúen, se interroguen y visualicen de qué manera funcionaria ese equipo; qué problemas podrían surgir y qué mejoras le podrían proponer, con las limitaciones planteadas.

5. a) 2.2 Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego por aspersión.

Este tipo de métodos de riego presurizado se utiliza mayoritariamente en cultivos de grandes extensiones, espacios verdes y áreas recreativas, y es relevante situar al estudiante en este contexto. Para ello se propone una situación problema, utilizando la ubicación del sitio de la clase inmediatamente precedente (diseño de un sistema de riego por goteo). De esta forma, el estudiante puede intuir que en un mismo establecimiento puede contar con diferentes sistemas de riego al mismo tiempo, situación muy habitual en la futura vida profesional. Hasta este momento del curso, el abordaje de la práctica del diseño de este tipo de sistemas de riego se lleva adelante con ejercicios que descontextualizan la temática tal como ya fue explicitado anteriormente (Anexo 8.9).

La clase constará de los mismos momentos estructurantes que el encuentro anterior en el que se trabajó con el problema del diseño de un sistema de riego por goteo. En el primer momento de la clase, se leerá la situación problema planteada (Anexo 8.10) sin los incisos de resolución, luego se introducirá a los estudiantes al diseño de los diferentes métodos de riego por aspersión, los componentes comunes a los métodos de riego por goteo y los propios de los métodos de riego por aspersión. Al finalizar este momento, se les propondrá un receso y al retornar al aula se volverá e leerá en conjunto la situación problema planteada con los incisos que deberán resolver y se les propondrá a los estudiantes agruparse para luego generar la exposición dialogada y colectiva por grupo. Al haber sido abordada la resolución de la geolocalización del establecimiento, obtención de datos de suelo, de la evapotranspiración del cultivo, láminas netas y brutas de reposición e intervalos de riego mediante el programa Cropwat en los dos encuentros anteriores, se le propondrá a los estudiantes que realicen los incisos 1 y 2.A en sus grupos en las computadoras, con el apoyo de los docentes. Para esto se prevé una duración de sesenta minutos, pasando los docentes por las computadoras y respondiendo las dudas que surjan, para luego poder poner en común los resultados y ver el ejemplo resuelto en el material preparado por el cuerpo docente. Aquí se espera que retomando la situación problema del encuentro anterior, los estudiantes identifiquen que se trata de un cultivo diferente (lechuga) y que por lo tanto, se deberán recalcular los valores de evapotranspiración del cultivo, láminas netas y brutas e intervalos de riego, pero teniendo en cuenta que los datos de evapotranspiración de referencia y precipitación efectiva obtenidos para el diseño anterior no variarán, dado que nos encontramos en el mismo lugar y establecimiento. Esto le permitirá fijar que la evapotranspiración de referencia y precipitación efectiva es propia del lugar o zona en la cual van a trabajar.

Finalizada esa instancia, los estudiantes comenzarán el diseño del sistema de riego por aspersión propiamente dicho, utilizando como insumo los datos obtenidos anteriormente; y se promoverá un debate e intercambio de experiencias y saberes, consultando los docentes a los estudiantes, si tienen experiencia en el cultivo estudiado, si han visto estos métodos de riego, por dónde comenzarían el diseño, qué deben tener en cuenta para el diseño, qué similitudes y diferencias encuentran con los sistemas de riego por goteo vistos anteriormente y si consideran que hay

limitantes para ese sistema de riego. Este momento se planifica que dure 30 minutos, y su finalidad es valorar las experiencias y vivencias del grupo, compartirlas y que de ello surja la valoración de los contenidos integrados al ejercicio profesional.

A continuación se les propondrá continuar con la resolución en los grupos de los inciso 2.B y 3, con la asistencia de los docentes del curso, para lo cual dispondrán de una hora y cuarenta minutos. Para hacerlo, deberán retomar los contenidos aprendidos hasta ese momento y resolver el diseño del sistema de riego, pero además en el inciso 3 deberán integrar los dos sistemas de riego vistos y buscar una solución agronómica al diseño para poder utilizar el mismo equipo de bombeo. Esto implica que deberán interrogarse e internalizar cuestiones de manejo y diseño de los sistemas de riego, siendo esta una competencia muy importante en la futura vida profesional, pudiendo además justificar sus decisiones.

Al finalizar se planifica con una duración de cuarenta minutos poner en común los resultados a los cuales han arribado los grupos, haciendo hincapié en las decisiones que tuvieron que ir tomando para resolver la situación problema y la integración de contenidos que tuvieron que realizar para ello.

5. a) 2.3 Propuesta de clase para el diseño de un sistema de riego gravitacional.

En este encuentro se introducirá a los estudiantes al diseño de métodos de riego gravitacionales, en el cual deben poner en juego los saberes apropiados en las unidades temáticas precedentes y la utilización de los diferentes programas informáticos. En particular este tipo de métodos de riego (surcos, amelgas o taipas arroceras), se utiliza generalmente en zonas donde el agua proviene de zonas con mayor altitud, donde generalmente se embalsa y aprovechando la diferencia de alturas entre la fuente de suministro de agua y la zona receptora del caudal, el agua se mueve por gravedad grandes distancias, por cauces naturales o canales diseñados para tal fin, para luego ser distribuida a la zonas de regadíos.

En la actualidad, el diseño de estos sistemas de riego gravitacionales también se centran en el riego por surcos, pero no lo abordan de una manera integral, sino que las ejercitaciones (Anexo 8.11) solo toman una parte del diseño, sin complejizar las situaciones.

Al igual que los encuentros anteriores se propone que la clase teórico-práctica se desarrolle en el aula de informática. Constarán de un primer momento en el cual se leerá en conjunto la situación problema que aborda el diseño que deberán realizar los estudiantes sobre un sistema de riego por surcos (Anexo 8.12). En este caso, se elaboró un material visual mediante el cual se introduzca al estudiante en la zona donde se sitúa el terreno en el cual se desarrollara el ejemplo de diseño; se utilizara una zona donde el riego gravitación sea relevante, que para el ejemplo planteado se utilizará el área de Hilario Ascasubi, la cual se encuentra dentro del CORFO Río Colorado (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado).

Luego por un lapso de sesenta minutos se abordarán conceptos teóricos y estará a cargo de los profesores del curso, desarrollando la base teórica del diseño de métodos de riego gravitacionales, haciendo hincapié en los sistemas de riego por surcos, proponiendo luego un receso de veinte minutos. Al retornar se leerá nuevamente la situación problema planteada, y en los grupos debatirán las variables a tener en cuenta. Luego se comenzarán a resolver los incisos, empezando por la geolocalización del lote, tomando en cuenta la secuencia y contenidos del primer encuentro, mediante lo cual los estudiantes podrán obtener los datos básicos de suelo y puedan aproximarse a la topografía del terreno mediante las imágenes satelitales y programas utilizados. En particular en estos métodos de riego, donde el agua se mueve por gravedad, es de vital importancia conocer los desniveles del terreno.

Para resolver el inciso 2) deberán buscar la estación meteorológica más próxima a la zona, dentro de la base de datos del programa Climwat, en este caso es la estación de Bahía Blanca y que dichos datos deberán utilizarse para la obtención de los parámetros de riego en el programa Cropwat, en este inciso se les hace la aclaración que la dotación (litros/segundo.hectárea) varía año a año dado que el consorcio de riego tiene la superficie fija para entregar la dotación, pero el embalse del agua varía todos los años. Además aquí, deberán obtener los volúmenes bruto y neto de la demanda, para de esta forma saber si alcanzará el agua proporcionada a la finca o no para ese año, con los cultivos y superficie que se planifica.

A continuación, deberán arribar al diseño de un sistema de riego por surcos, con datos proporcionados por los docentes, ya que para el diseño de estos sistemas de

riego en particular se deben realizar ensayos de campo, que proporcionan las variables del modelo matemático utilizado y así poder estimar las restantes variables. En los últimos cuarenta y cinco minutos se llevará adelante una exposición dialogada de los docentes, en la cual le comentaran a los estudiantes la manera en que podría resolverse la situación problema y generando un debate dentro de la comisión en cuanto a resultados correctos e incorrectos obtenidas en los grupos y contenidos inherentes al diseño de los métodos de riego gravitacionales.

5. b) Evaluación de la intervención

Resulta pertinente que luego de la implementación de la innovación, se realice una primera evaluación para conocer la percepción de los estudiantes respecto de la propuesta introducida, para así elaborar juicios que permitan ponderar si cumple con los objetivos planteados inicialmente y analizar las dificultades que emergen de su implementación.

En base a lo anterior, retomando a Litwin (2008), a la hora de evaluar los aprendizajes de los estudiantes, el problema de la evaluación de la propuesta de innovación, se centra en encontrar estrategias de valor que permitan distinguir cabalmente los aprendizajes construidos de los simplemente almacenados. “El almacenamiento de la información refiere a la memoria, pero no necesariamente a la comprensión. Memorizar datos, hechos o conceptos no es desdeñable ni carece de importancia: por el contrario, para pensar se utilizan hechos y conceptos que se recuperan a partir de la información almacenada. Estos datos almacenados son necesarios para desarrollar actividades comprensivas, para comparar situaciones, para sintetizar, realizar análisis productivos, producir abstracciones. En definitiva, son puentes necesarios para pensar. La evaluación debe distinguir estos puentes de los procesos comprensivos. Esto permite juzgar los resultados de la enseñanza y también valorar la tarea emprendida; se trata de procesos de análisis en los que podemos diferenciar los conceptos almacenados de las operaciones cognitivas reflexivas. Al hacerlo también reconocemos y juzgamos el valor de las acciones de los docentes que posibilitaron la utilización de los conceptos para provocar tales reflexiones (Litwin 2008, p 166). Es así que, en esta propuesta, interesa conocer sobre todo si los estudiantes lograron, enfrentándose a problemas similares a su

realidad futura en el área del riego y del drenaje, desplegar operaciones cognitivas reflexivas y no solo, aunque resulte un paso necesario, almacenar información sobre estos temas.

Para la evaluación de la innovación propongo una breve encuesta a los estudiantes en el aula virtual (Anexo 8.13.), para que puedan generar una devolución de lo realizado; además de reconocer la apropiación de saberes en la aprobación o no de los exámenes parciales y finales subsecuentes, tratando de distinguir si pudieron abordar los contenidos de manera integral, acorde a lo realizado en clase. La encuesta se cargará en el entorno del aula virtual y los estudiantes tendrán la posibilidad de realizarla desde el último encuentro de la secuencia hasta el final de la cursada.

6. Consideraciones finales

Considero que la propuesta de innovación aborda aspectos muy importantes en la futura vida profesional de los estudiantes, ya que intenta generar razonamientos y competencias, que colaboran en la construcción del perfil de egresados que busca la institución. El transitar la especialización en docencia universitaria me permitió reflexionar y redefinirme como docente, abordando la labor desde otra perspectiva, generando inquietudes, que me llevaron a realizar este TFI, tendiente a poner al estudiante en el rol protagónico y al docente proporcionando las herramientas para que se genere ese aprendizaje significativo que buscamos.

El proceso llevado a cabo para elaborar el presente TFI me ha permitido visualizar de forma integral los contenidos del curso, propiciando la generación de ideas innovadoras o mejoras en el dictado del mismo, que exceden a este TFI, pero que considero son muy importantes en la formación de los futuros ingenieros/as con capacidad de pensamiento crítico, para el abordaje de las disciplinas aplicadas y la actividad profesional, generando interés en los estudiantes por las temáticas abordadas.

Si bien los cambios son difíciles de implementar, he intentado aquí realizar una propuesta que resulte factible de implementar en el marco de este curso y para los actores con quienes comparto la tarea docente. Estoy convencido que esta innovación generará un cambio positivo en el curso, motorizando la necesidad de innovar y generar mejoras en las metodologías de enseñanza que se elaboran en el mismo.

7. Bibliografía citada

Abate, S. M., & Orellano, V. (2015). Notas sobre el currículum universitario, prácticas profesionales y saberes en uso. *Trayectorias Universitarias*, 1(1). Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias/article/view/2307>

Asociación Universitaria de Educación Agropecuaria Superior (2019) AUDEAS Resolución CE N° 1465/19.

Bain, K. (2007) *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Universidad de Valencia.

Barraza A, Cárdenas TJ, Hernández C (2013). *¿Cómo elaborar proyectos de innovación educativa?* Universidad Pedagógica de Durango.

Díaz Barriga, A (2006) “El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?” *Perfiles Educativos* 2006, XXVIII 7-36 núm. 111 ISSN: 0185-2698. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13211102>

Díaz-Barriga Arceo, F (2010), “Los profesores ante las innovaciones curriculares”, en *Revista Iberoamericana de Educación Superior (ries)*, México, ISSUE-UNAM/Universia, vol. 1, núm.1, pp. 37-57. <http://ries.universia.net>

Edelstein, G. (2002) “Prácticas de la enseñanza / prácticas docentes. Algunas notas distintivas” En: *Perspectiva*, Florianópolis, v.20, n.02, p.467-482, jul. /dic. 2002.

Fullan, M (2002), *Los nuevos significados del cambio en la educación*, Madrid, Octaedro.

Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar: Condiciones y contextos*. Paidós. Buenos Aires.

Lucarelli, E. (2004) “La innovación en la enseñanza ¿camino posibles hacia la transformación de la enseñanza en la universidad?” Ponencia presentada en la 3° Jornadas de innovación Pedagógica en el Aula Universitaria-Universidad Nacional del Sur.

Maldonado, G. (2005). *La enseñanza una aproximación desde la didáctica*. Curso

Evaluación del Aprendizaje. Universidad de La Salle.

Schön, D.A. (1992) *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Paidós. Barcelona.

Zapata R., M. (2003) “Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje”. RED. Revista de Educación a Distancia.

Páginas web consultadas.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Tierras y Aguas. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/es/>. Última consulta 07 de Junio de 2022

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Tierras y Aguas. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/es/>. Última consulta 07 de Junio de 2022

GeoINTA. <http://www.geointa.inta.gob.ar/>. Última consulta 03 de Agosto de 2022

Google Earth. <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>. Última consulta 04 de Agosto de 2022

Genially. <https://genial.ly/es/>. Última consulta 04 de Agosto de 2022

8. Anexos

8.1. Programa del curso de riego y drenaje



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Avenida 60 esquina 119 – CC 31(1900) – La Plata
Teléfono: +54 (221) 423 6758 - Fax: +54 (221) 425 2346
<http://www.agro.unlp.edu.ar>

PLANIFICACION DE LA ASIGNATURA RIEGO Y DRENAJE

1. IDENTIFICACION DE LA ASIGNATURA

Denominación de la Actividad Curricular:

Carreras a la que pertenece:

Modalidad: Curso

Carácter: Obligatoria

Planes de estudios a los que se aplica: Plan 2004 (8).

Ubicación curricular (Año):

Espacio Curricular (Bloque):

Duración total (semanas):

Carga horaria total (horas):

Carga horaria semanal:

Cuatrimestre de inicio:

Asignaturas correlativas previas:

Objetivo general: Comprender los fundamentos de la Hidrología superficial y subterránea, Hidráulica, Riego y Drenaje y sus vinculaciones con el ambiente. Integrar los sistemas agua-suelo-planta-atmósfera, analizar sus interrelaciones y reconocer su importancia en la producción agropecuaria y forestal.

Contenidos mínimos:

Metodología de enseñanza: Los encuentros serán teórico-prácticos, abordando la totalidad de ejes temáticos. Los encuentros teórico-prácticos incluirán la utilización de técnicas de enseñanza tradicionales (exposiciones y explicaciones breves), de doble vía (diálogo, interrogación, demostración, ejemplificación) y grupales (conversación, discusión grupal, estudio dirigido). Al cierre de cada unidad de aprendizaje se presentarán situaciones inéditas que, apoyándose en la problemática de dichas unidades, permitirán al alumnado la transferencia del aprendizaje. Los encuentros teórico-prácticos deben asegurar la ejecución de los trabajos prácticos dispuestos para todo el plan.



Sistema de promoción: El curso ofrece tres formas de promoción: como alumno regular sin examen final, como alumno regular con examen final y como alumno libre con examen final.

Expediente:

Resolución de aprobación:

Fecha de aprobación:

Códigos SIU-Guaraní:

2. FUNDAMENTACION.

2.1. Fundamentación disciplinar.

El estudio, manejo y evaluación de los sistemas agroproductivos en base al conocimiento de las relaciones causa-efecto de la problemática de los desequilibrios hídricos (déficit y excesos), permiten abarcar holísticamente dos paradigmas del hombre: producir calidad y cantidad de bienes primarios y mantener la sustentabilidad del medio productivo.

La asignatura se propone desarrollar, en base a la integración de conceptos básicos de las disciplinas Hidrología e Hidráulica Agrícolas, para aplicarlos al campo del riego y drenaje de los cultivos agrícolas y forestales. Se enfatizará, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, la formación que se considera imprescindible para el desempeño de la actividad profesional del futuro ingeniero agrónomo y forestal, relacionada con la identificación de problemas del sector agropecuario y forestal, el diagnóstico, la propuesta de alternativas de solución, el análisis de factibilidad social, técnica, económica y financiera, la jerarquización y selección de las alternativas, su implementación, seguimiento y evaluación. Tratándose de una asignatura con sólidos antecedentes y vigencia en la rama de la ingeniería denominada rural, es lógico preparar al educando para la identificación, formulación, ejecución y evaluación de proyectos ejecutivos, como unidad conceptual de integración temática, para favorecer la comprensión y solución de la problemática de los déficit y excesos hídricos, situaciones naturales y antrópicas que condicionan la humanidad.

La focalización de todos los contenidos temáticos en el agua, por extensión los recursos hídricos, su estudio, conservación y aprovechamiento mediante sistemas de manejo sustentables, hacen de la asignatura Riego y Drenaje un componente fundamental de la curricula de las ingenierías agronómica y forestal. En la Argentina, el 61, 15 y 24 %, respectivamente, del área total del territorio, de 277 millones de hectáreas, pertenece a la zona árida, semiárida y húmeda, respectivamente. En las dos primeras, la actividad socioeconómica principal se basa en el riego integral, en la zona húmeda, el 14% de sus cultivos se riega complementariamente. Por el lado del drenaje, más del 50 % de las tierras áridas regadas presentan problemas de drenaje y de ellas, más del 40 % presentan problemas de salinidad, asociados con deficiencias de drenaje



y toda la zona húmeda sufre periódicamente excesos hídricos, en la forma de anegamientos, encharcamientos e inundaciones, donde la prevención y el combate de dichos excesos, temática inherente al drenaje, tiene exclusiva participación en la posible actividad ingenieril.

Para un adecuado aprovechamiento de los contenidos temáticos que propone la asignatura, se requiere que los alumnos hayan adquirido no solo los conocimientos abarcados en las asignaturas básicas de la curricula, sino también los referentes al campo de aplicación agronómica y forestal, como son los cultivos hortícolas, forrajeros, florícolas, forestales, frutales, oleaginosos y cereales, el manejo y conservación de suelos, la economía y la mecanización agraria.

Las asignaturas básicas, que deberían considerarse prerrequisitos de Riego y Drenaje, son Matemática, Física General y Biológica, Química General, Inorgánica, Orgánica y Biológica, Estadística, Topografía, Botánica, Fisiología, Climatología, Edafología y Geomorfología.

Por la naturaleza y aplicación de contenidos temáticos, Riego y Drenaje se integraría en despliegue simultáneo, con las asignaturas Manejo y Conservación de Suelos, Maquinaria y Agroecología.

Para lograr una integración total con las asignaturas posteriores que se refieren al campo de aplicación de la temática de Riego y Drenaje, sería conveniente su ubicación en los últimos tramos de las carreras de ingeniería agronómica y forestal, ya que es lógico que el alumno primero conozca las tecnologías de manejo y la comercialización de los cultivos para luego incorporar, como sistema de manejo sustentable, las prácticas del riego y del drenaje.

Se considera imprescindible, para lograr un aprovechamiento adecuado de los contenidos que se proponen desarrollar en Riego y Drenaje, que los alumnos hayan por lo menos cursado las asignaturas que trabajan la temática agronómica y forestal específica de la producción de cereales, oleaginosas, frutales, florales, hortícolas, forestales, industriales y forrajeras.

2.2. Fundamentación pedagógica.

Las categorías didácticas más sobresalientes, operan como fundamento del plan de la asignatura que se ha elaborado y son: información, práctica reflexiva, motivación, inteligencias múltiples y proyecto.

El alumno se debe informar lo suficiente sobre cada tema del plan, con una profunda comprensión conceptual y contextual de la disciplina. La presencia de los modelos analógicos ofrecerán tres posibilidades: concretos (serán extraídos del campo real), depurados (reelaborados por el personal docente) y construidos (presentados expofeso para que los alumnos elaboren).



Las actividades de aprendizaje deberán ser reflexivas, con una fuerte motivación intrínseca y extrínseca, acercándose a los siguientes modelos mentales: amplitud, coherencia, creatividad, accesibilidad.

La diversidad metodológica permitirá asistir a las “inteligencias repartidas”:

- físicamente repartidas (uso de apuntes, diarios, calculadoras, computadoras)
- socialmente repartidas (uso de aprendizajes individuales, grupales, solución de problemas, propuesta de idea de proyectos)
- simbólicamente repartidas (uso de distintas formas textuales: ensayos, gráficos, tablas, descripciones).

La propuesta didáctica puede estructurarse en los siguientes momentos:

- Prediseño de las unidades didácticas y consideración de los intereses en cada una de las unidades, a cargo del equipo de profesores del Curso.
- Establecimiento de nexos entre la estructura de contenidos de cada unidad didáctica y los contenidos de aprendizaje de otras asignaturas pertenecientes al Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, que debería enriquecerse con otras asignaturas necesarias para la formación básica del producto educativo ingeniero agrónomo y forestal.
- Determinación de los objetivos generales de la disciplina, considerando además de la información, valoración y ejecución temática, las posibles líneas investigativas coherentes con la propuesta de intereses que ofrece cada unidad.
- Elaboración de los criterios metodológicos de la asignatura, considerando los espacios de intervención del alumnado.
- Consideración de la integración teórica y práctica en una única realidad áulica.
- Planificación de actividades de selección y caracterización de problemas significativos relacionados con cada unidad, revalorizando el planteo del problema, además de su investigación y resolución, en forma conjunta entre equipo docente y alumnos.
- Actividades de investigación de los problemas y de contraste con fuentes de información (observaciones, experiencias, textos, audiovisuales, explicaciones verbales, etc.). Este es el momento central de la propuesta metodológica de la enseñanza. No se pretende poner al alumno en contacto con cualquier información, sino con aquella que se considere adecuada para abordar los obstáculos de aprendizaje que se manifiestan en la investigación y que se encuentre próxima a sus niveles de formulación conceptual.
- Actividades de estructuración, aplicación y generalización. Se trata de establecer relaciones significativas entre los contenidos de las investigaciones abordadas, poniéndolas a prueba con problemas y situaciones diferentes a los que han sido objeto de la investigación. Se pretende también, en aquellos problemas que lo permitan, aplicar los conocimientos a situaciones prácticas institucionales o extrainstitucionales.
- Elaboración de los criterios de evaluación del alumnado, atendiendo a la estructura conceptual de la asignatura y las investigaciones abordadas.



2.3. Variables institucionales, académicas y didácticas de la propuesta.

2.3.1. Variables institucionales.

- Conservación de la estructura disciplinaria en el marco de la programación académica.
- Práctica interdisciplinaria que asegura el aprendizaje de la realidad como un todo.
- Integración de la unidad temática con los intereses propuestos por el alumnado, que favorezcan formulaciones de ideas de proyectos agronómicos.

2.3.2. Variables académicas.

- Integración del equipo docente en todo el ciclo didáctico (plan -ejecución - evaluación de los alumnos)
- Perfeccionamiento y actualización en servicio del personal docente, al trabajar integrados en una realidad áulica teórica-práctica con todos los alumnos inscriptos.
- Preparación de equipos de investigación, recuperando la función universitaria de los Cursos y Departamentos, poniendo dicho proceso al servicio del aprendizaje del alumno.
- Organización de ejercicios de investigación como punto de partida para la transferencia de aprendizaje en el alumno.

2.3.3. Variables didácticas.

- Planificación de la asignatura respetando la estructura temática y los intereses de los alumnos sobre esa estructura.
- Conducción del aprendizaje en el que se combina la construcción del conocimiento por parte de los alumnos con el abordaje de textos, análisis de la realidad, experiencias, uso de recursos didácticos y otras actividades.
- Evaluación de los aprendizajes realizados en los alumnos en cuanto a conocimiento, aplicación y transferencia.

3. OBJETIVOS GENERALES.

3.1. Área conceptual. Al finalizar el curso, los alumnos serán capaces de:

- Comprender los contenidos fundamentales de las disciplinas componentes de la asignatura, que son Hidrología superficial y subterránea, Hidráulica, Riego y Drenaje y sus vinculaciones con el ambiente.
- Integrar los sistemas agua-suelo-planta-atmósfera, analizar sus interrelaciones y reconocer su importancia en la producción agropecuaria y forestal.
- Seleccionar métodos de riego adecuados a las condiciones existentes.
- Identificar las causas que originan problemas de excesos hídricos y caracterizar los problemas de drenaje en función de actividades preventivas y correctivas.
- Resolver pequeñas investigaciones en las áreas principales de utilización del Riego y del Drenaje.



3.2. Área actitudinal. Los alumnos serán capaces de:

- Reconocer la importancia de la Hidrología Agrícola para la aplicación del Riego y Drenaje en la actualidad.
- Valorar los avances de la ingeniería de riego y de drenaje para la optimización de la producción agropecuaria y forestal.
- Jerarquizar la problemática del manejo de suelos, aguas y cultivos en un contexto conservacionista de los recursos naturales y proteccionista del ambiente.
- Participar en los trabajos de investigación grupal, demostrando aceptación y actitud productiva.
- Elegir líneas de investigación grupal, concensuando con los compañeros.

3.3. Área procedimental. Los alumnos serán capaces de:

- Aplicar metodologías de análisis, estimación y determinación de variables de manejo del sistema agua-suelo-planta-atmósfera.
- Utilizar instrumental y estructuras adecuadas para la medición, operación y control de dichas variables.
- Resolver situaciones problemáticas surgidas o representativas del campo real.
- Construir gráficas, planos y modelos matemáticos para la caracterización de los fenómenos bajo estudio.

4. DESARROLLO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. Introducción al Riego y Drenaje.

1.1. Riego y drenaje: presentación de la asignatura. Ubicación en la currícula de la carrera de ingeniería agronómica. Temáticas principales de las disciplinas Hidrología, Hidráulica, Riego y Drenaje, que integran la asignatura.

1.2. Importancia del Riego y Drenaje en la formación de ingenieros agrónomos e ingenieros forestales en el desarrollo de las ciencias agrarias.

1.3. Desempeño del ingeniero agrónomo y del ingeniero forestal en el campo de la Agrohidrología, con énfasis en el manejo de aguas, suelos y cultivos.

1.4. Desarrollo nacional e internacional de los sistemas de riego y drenaje y de la irrigación. Principales áreas argentinas bajo riego integral y complementario.

1.5. Recursos hídricos superficiales y subterráneos. Estudio, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

UNIDAD 2. Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje.

2.1. Ciclo hidrológico y distribución de agua en el Planeta. Balances hídricos: diferencias conceptuales y metodológicas asociadas a propósitos y aplicaciones.



2.2 Precipitación total y precipitación efectiva. Métodos de medición y estimación. Análisis de datos. Modelos matemáticos y programas computacionales.

2.3. Escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo. Hidrogramas. Relación precipitación - escorrentía. Modelos hidrológicos y programas computacionales.

2.4. Evaporación, transpiración y evapotranspiración. Métodos de medición y estimación. Modelos matemáticos y programas computacionales.

2.5. Infiltración. Métodos de medición y estimación. Construcción de modelos matemáticos de aplicación en diseño de riego.

UNIDAD 3. Hidráulica aplicada a sistemas de riego y drenaje.

3.1. Hidrostática e Hidrodinámica. Presiones hidrostáticas. Corriente líquida: elementos técnicos que la caracterizan. Principios de conservación de la masa y la energía. Aplicaciones.

3.2. Circulación de agua en tuberías. Pérdidas de carga: medición y estimación. Aplicaciones.

3.3. Circulación de agua en canales. Aplicaciones para el diseño de acequias y pequeños canales de distribución y drenaje.

3.4. Hidrometría: clasificación, fundamentos y aplicaciones de métodos de aforo en distintos sistemas hídricos. Aforo de cursos libres. Circulación de agua por orificios y vertederos. Medición de caudales mediante estructuras.

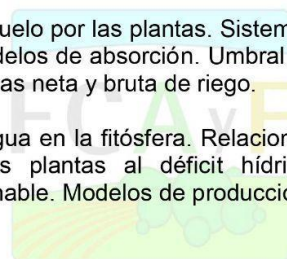
3.5. Sistemas de bombeo. Clasificación y descripción de bombas, transmisiones y motores. Determinación de requerimientos de bombeo. Análisis de sistemas de bombeo, selección del equipamiento y cálculo de potencia requerida.

UNIDAD 4. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera.

4.1. Relaciones agua-suelo. Contenidos hídricos referenciales. Humedad aprovechable total, consumida y residual. Potencial de agua del suelo: componentes, medición y cálculo. Relaciones entre tensiones y contenidos hídricos en los suelos.

4.2. Relación agua-suelo-planta. Absorción de agua del suelo por las plantas. Sistemas de raíces: patrón de distribución, profundidad, tasa y modelos de absorción. Umbral de riego: concepto, uso y determinación experimental. Láminas neta y bruta de riego.

4.3. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Flujo de agua en la fitósfera. Relaciones entre transpiración y fotosíntesis. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Respuesta de los cultivos a niveles de humedad aprovechable. Modelos de producción.





UNIDAD 5. Riego.

5.1. Riego en zonas húmedas y zonas áridas. Tecnología e impacto ambiental y socioeconómico del riego integral y complementario.

5.2. Análisis de la oferta y demanda de agua, para poner bajo riego sistemas de producción vegetal. Evaluación de la disponibilidad de agua. Construcción de curvas de demanda.

5.3. Calidad del agua para riego. Métodos para interpretar la calidad del agua y sus efectos en el sistema productivo. Mejoramiento de la calidad del agua.

5.4. Clasificación de métodos de aplicación de agua al suelo. Descripción de distintas unidades de riego. Selección de alternativas de sistemas de riego de acuerdo al método de aplicación de agua más adecuado a las condiciones físicas, económicas y humanas disponibles.

5.5. Sistematización, habilitación y manejo de tierras para riego. Acondicionamiento del terreno: desmonte, emparejamiento y nivelación.

5.6. Manejo de aguas y suelos salinos. Tolerancia salina de las plantas cultivadas. Balance salino de la solución del suelo y requerimiento de lixiviación. Métodos de prevención y de control de la salinidad en la fitósfera.

5.7. Distritos de riego y drenaje: infraestructuras de almacenamiento, regulación, derivación, conducción, distribución y avenamiento. Formas de entrega del agua a los usuarios.

5.8. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.

UNIDAD 6. Métodos de riego gravitacionales.

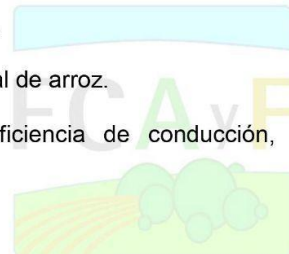
6.1. Fundamentos del riego gravitacional. Fases del riego. Funcionamiento hidráulico de los sistemas de riego. Principales cultivos regados por métodos gravitacionales.

6.2. Diseño y operación de sistemas de riego por surcos.

6.3. Diseño y operación de sistemas de riego por melgas.

6.4. Diseño y operación de sistemas de riego gravitacional de arroz.

6.5. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.





UNIDAD 7. Métodos de riego aéreos y subterráneos.

7.1. Métodos de riego aéreos. Fundamentos y funcionamiento hidráulico del riego por aspersión y por goteo. Principales cultivos regados por métodos aéreos.

7.2. Descripción, diseño, operación y evaluación de equipos de aspersión de movimiento periódico (fijos, semifijos y móviles).

7.3. Descripción, diseño, operación y evaluación de equipos de aspersión de movimiento continuo (enrolladores, pivote central y avance frontal).

7.4. Descripción, diseño, operación y evaluación de sistemas de riego localizado por microaspersión y goteo. Principales cultivos extensivos e intensivos a campo, bajo cubierta y sin suelo regados localizadamente.

7.5. Descripción de sistemas de riego subterráneo. Subirrigación. Riego subterráneo localizado.

7.6. Evaluación de eficiencias en los sistemas de riego aéreos.

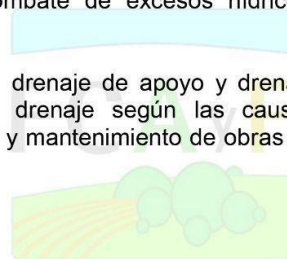
UNIDAD 8. Drenaje agrícola.

8.1. Principios de hidrogeología aplicada al riego y drenaje. Agua subterránea. Origen y clasificación. Acuíferos y acuitardos. Propiedades hidrológicas de los sedimentos portadores de agua: porosidad, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica. Movimiento del agua subterránea. Flujo en medios porosos en régimen permanente: Ley de Darcy y velocidad media del flujo.

8.2. Capa freática. Características hidráulicas. Estudios espaciales y temporales de su dinámica. Participación de la capa freática en el ciclo hidrológico y el balance hídrico a nivel zonal y parcelario. Pozos de observación: ubicación, construcción y mediciones del nivel freático. Manejo de datos freaticométricos: elaboración de gráficos y mapas. Caracterización de redes de flujo y áreas de carga y descarga.

8.3. Drenaje agrícola en zonas húmedas y en zonas áridas. Estudio de las causas que originan excesos de humedad en el suelo: fuentes de alimentación y obstáculos al flujo de agua. Inundaciones, anegamientos y ascensos de niveles freáticos. Formulación de estudios interdisciplinarios para la prevención y el combate de excesos hídricos. Estudios del riesgo hídrico en áreas de llanura.

8.4. Jerarquía de las redes de drenaje: drenaje zonal, drenaje de apoyo y drenaje parcelario. Estimación y medición de dotaciones de drenaje según las causas generadoras del exceso hídrico. Construcción, operación y mantenimiento de obras de drenaje.





BIBLIOGRAFIA

a) Bibliografía general

Sobre temas de la Hidráulica.

- Azevedo Neto, J y G. Acosta Alvarez. 1975. Manual de Hidráulica. Ed. Harla. Sao Pablo.
- Camargo, G. y D. Salazar. 1988. Elementos de hidráulica para ingenieros. Ed. UACH. México.
- Losada Villasante, A. 2000. El riego: fundamentos hidráulicos. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Mattos, R. 1999. Pequeñas obras hidráulicas. ISBN 92-9089-069-X. Ed. Internet.
- Trueba Coronel, S. 1981. Hidráulica. Ed. CECOSA. México.
- Varios textos dedicados a la problemática general del riego y del drenaje, incluyen capítulos dedicados a la Hidráulica aplicada a los sistemas de captación, conducción, embalse, regulación, aplicación y evacuación del agua.

b) Sobre temas de la Hidrología.

- Argentina. Gestión de los Recursos Hídricos. Elementos de política para su Desarrollo Sustentable en el siglo XXI. Volumen I Informe principal. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. BIRF. Agosto 30 de 2000.
- Cabral, M, J. Ceci y L. Génova. 1993-1995. Estudios del riesgo hídrico en los Partidos de 25 de Mayo, Saladillo, R. Perez y Gral Belgrano, Pcia. de Bs. As. UNDP. CODESA.
- Chow, Ven Te, D. Maidment y L. Mays. 1994. Hidrología aplicada. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana SA. Colombia. ISBN: 958-600-171-7
- Hydrology Handbook (2th Edition). 1996. ASCE. USA. ISBN 0-7844-0138-1.
- International Journal of Water Resources Development. Water resources development in México. Editor K. Biswas. Oxford, U.K.
- Kite, G. W. 1988. Frequency and risk analysis in Hidrology. Water Resources Publication USA. ISBN 0-918334-64-0.
- Linsley, R., M. Kohler y J. Paulus. 1977. Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill.
- Luque, J. 1980. Hidrología agrícola aplicada. Ed. Hemisferio Sur.
- Mintegui Aguirre, J. A. y F. López Unzu. 1990. La ordenación agrohidrológica en la planificación. Ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria Gastéis. ISBN 84-7542-763-4.
- Monsalve Sáenz, G. 1999. Hidrología en la Ingeniería. 2da. Ed. Grupo Editor Alfaomega Colombia. ISBN 970-15-0404-6.
- Naciones Unidas. 1977. Directrices para la prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Recursos naturales / Serie del agua N°5. N. York.



- Remenieras, G. 1971. Tratado de hidrología aplicada. Ed. Técnicos Asociados SA.
- Salgado, H., L. Génova, A. Paolini, M. Navarro Dujmovich y C. Villate. 2000. Detección de la humedad superficial del suelo con imágenes de microondas satelitarias y modelos hidrológicos. VI Cong. Arg. de Ingeniería Rural, realizado en Buenos Aires los días 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-ROM, Area 2 Manejo de Suelos y Aguas, Trabajo MSA-4-16.
- Tucci, C. E. 1993. Hidrología: Ciencia e aplicacao. Ed. de Universidade/UFDRGS. Porto Alegre. RF de Brasil. ISBN 85-7025-298-6.
- Tucci, C. E. 1998. Modelos Hidrológicos. Ed. de Universidade/UFDRGS. Porto Alegre. Rep. Fed. de Brasil. ISBN 85-7025-445-8 .
- Water Resources Management. An International Journal. Published for the European Water Resources Association (EWRA). Kluwer Academic Publishers. Dordrech. Boston. Londom Linsley, R., M. Kohler y J. Paulus. 1977. Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill.

c) Sobre temas de Riego.

- Aguilera Martínez, M. y R. Martínez Elizondo. 1983. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Andreau, R. H. y L. J. Génova. 2005. Cultivo de *Capsicum annuum L. var. grossum* bajo cubierta plástica utilizando dos técnicas de cultivo: en suelo y sin suelo. Libro de Resúmenes del XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, trabajo H 171, pp 236. Neuquen. 6 al 8 de Septiembre de 2005.
- Andreau, R. H. y L. J. Génova. 2005. Coeficientes de cultivo de *Capsicum annuum L. var. grossum* realizado bajo cobertura plástica en La Plata, Argentina. Libro de Resúmenes del XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, trabajo H 172, pp 237. Neuquen. 6 al 8 de Septiembre de 2005.
- Andreau, R; M. Etcheverry; W. Chale y L. Génova. 2007. Estimación y medición del coeficiente de cultivo del pimiento (*Caspicum annuum L. Var. Grossum*) producido bajo cubierta plástica en La Plata. Libro de resúmenes del 30° Congreso Argentino de Horticultura y 1° Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos, pp 104. La Plata, 25-28 de setiembre de 2007.
- Ayers, y Westcott. 1979. Calidad de agua para la agricultura. Serie RyD N° 29 bis. FAO. Roma.
- Baver, L. 1959. Soil physics. Ed. J. Wiley & Sons. New York.
- Bernardo, S. 1995. Manual de Irrigacao. ED. Univ. Federal de Vicosa. Minas Gerais.
- Burt, Ch. 1995. The surface irrigation manual: a comprehensive guide to desing and operation of surface irrigation systems. Waterman Industries Publication.
- Burt, Ch. y S. Styles. 1999. Drip and microirrigation for trees, vines and row crops. Design and management with special sections on SDI. Irrigation Training and Research Center (ITRC). California Polytechnic State University. San Luis Obispo. California. USA. ISBN 0-9643634-2-9.



- Chale, W; M. Etcheverry; L. Génova y R. Andreau. 2008. Evaluación de la aplicación de NO_3Ca foliar sobre el rendimiento de lechuga cultivada en NFT bajo cubierta plástica en La Plata. Libro de Resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura pp. 95 Mar del Plata 30 de Septiembre al 3 de Octubre de 2008 ISBN 978-987-98712-4-1
- Cuenca, R. 1998. Irrigation System Design. Ed. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Chambouleyron, J. 1999. Manual de Riego y Drenaje. Tomos I y II. Cuarta edición revisada. Mendoza.
- Devlin, R. 1982. Fisiología vegetal. Ed. Omega. Barcelona.
- Días, H., E. Soza, M. Tourn, N. Román y L. Génova. 1999. Importancia de la determinación del contenido de humedad del suelo en el cultivo de maíz bajo riego suplementario. Memorias del III Congreso Chileno de Ingeniería Agrícola. Vol. II. Comisión Riego y Drenaje. Trabajo 085. Chillán, Chile. Mayo 12-14 de 1999.
- Días, H, E. Soza, A. Paolini, N. Moriones y L. Génova. 2000. Calibración de un resistenciómetro para estimar la humedad del suelo Hapludol bajo riego complementario. Presentado en el VI Congreso Argentino de Ingeniería Rural, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, del 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-Rom, trabajo MSA-4-21, Área Manejo de Suelos y Aguas.
- Días, H; E. Soza, L. Génova y H. Salgado. 2003. Caracterización de la infiltración instantánea y determinación de la infiltración acumulada ante diferente laboreo del suelo. Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Trabajo 4-13. Balcarce, 7 a 9 de mayo de 2003.
- Días, H; E. Soza; L. Génova y A. Landini. 2004. Caracterización de la infiltración acumulada y de la tasa de infiltración ante diferente laboreo de suelo. Revista Facultad de Agronomía, 24 (3):169-175. Buenos Aires.
- Días, H.; E. Soza; D. Agnes; L. Génova. 2006. Efecto de los sistemas de labranza en el proceso de infiltración del agua en el suelo y su importancia hidrológica. Revista: Contribuciones a la Geodesia Aplicada. Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas, Facultad de Ingeniería, UBA. Noviembre 2006, 31-38. ISSN 1850-471X.
- Domínguez García-Tejero, F. 1992. El riego, su implantación y sus técnicas. Ed. Dossat.
- Dominguez Vivancos, C. 1993. Fertirrigación. Ed. MundiPrensa. Madrid
- Donen, L. y D. Westcot 1984. Irrigation practice and water management. Serie RyD N° 1. Rev 1. Ed. FAO. Roma.
- Doorenbos, J. y W. Pruitt. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Serie RyD N° 24 Ed. FAO. Roma.
- Doorenbos, J. y A. Kassam. 1979. Yield response to water. Serie R y D N° 33. Ed. FAO. Roma.
- Evapotranspiration and Irrigation scheduling . 1996. ISBN: 0 – 929355 – 82 - 2 .
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Irrigation and drainage papers. Ed. FAO. Roma.
- Forsythe, W. 1975. Física de suelos. IICA. Manual de Laboratorio. Ed. IICA. San José de Costa Rica.



- Gavande, S. 1982. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Ed. Limusa-Wiley. México.
- Génova, L. 1983. Respuesta del cultivo de papa a niveles de humedad del suelo en dos etapas fenológicas y al nitrógeno aplicado. Ciencia del suelo 1:2:165-171. Buenos Aires.
Génova, L. y E. Palacios Vélez. 1985. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a niveles de humedad del suelo en dos etapas fenológicas y a la fertilización nitrogenada. Agrociencia N°59:55-70 pp. México.
- Génova, L. 1986. Relaciones funcionales entre el consumo de agua, área foliar y rendimiento del cultivo de papa. Ciencia del suelo 4:1:27-37. Buenos Aires..
- Génova, L. 1986. Cantidad y oportunidad de riego. Boletín de divulgación técnica Año 1 N°1. Facultad de Agronomía de la UNLP. 7:22 pp. La Plata.
- Génova, L. 1989. Riego complementario. Boletín de la Sociedad Rural Argentina. Año XXX N° 600, 20:21 pp. Buenos Aires.
- Génova, L. 1990. Riego complementario en el norte de Buenos Aires: bases para prevenir la degradación de suelos. Documento del Proyecto FAO/GCP/RLA/084/JPN presentado en el Taller organizado por la FAO y el Programa Nacional de Drenaje de Tierras del Perú PRONADRET, en Chiclayo, Perú..
- Génova, L. 1991. El riego complementario de maíz en el sudeste bonaerense. Actas de las Terceras Jornadas de Actualización Profesional sobre el cultivo del maíz, organizadas por la Facultad de Cs. Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata y la EEA INTA Balcarce. Mar del Plata.
- Génova, L. 1991. Riego por aspersión: posibilidades económicas actuales. Revista Agromercado. Año 5 N° 58, pp 14:17. Buenos Aires.
- Génova, L. 1992. Evaluación del impacto del riego complementario con aguas bicarbonatadas sódicas en los suelos del norte de la Pcia. de Buenos Aires. Actas del V Congreso Nacional de Maíz '92 y II Reunión Suramericana. Capítulo II 86:89 pp. Octubre de 1992. Pergamino.
- Génova, L. 1993. Estudio de la degradación de suelos bajo riego complementario de cultivos extensivos con aguas subterráneas del acuífero Pampeano en el norte de Buenos Aires. XIV Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. 347:348 pp. Octubre de 1993. Mendoza.
- Génova, L. 1994. Riego complementario de maíz, soja y trigo en el norte de Buenos Aires: efectos de la salinidad de las aguas subterráneas en los suelos y su influencia en los rendimientos. Actas del Primer Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Patrocinado por la FAO, la American Society of Agricultural Engineers ASAE y el CONICYT Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Chile. Univ. de Concepción, Chile.
- Génova, L. 1994. Riego complementario del cultivo de maíz: análisis comparativo de costos totales de riego de cinco tipos de equipamiento. Actas del Primer Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Patrocinado por la FAO, la American Society of Agricultural Engineers ASAE y el CONICYT Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Chile. Universidad de Concepción, Chile.



- Génova et al. 1994. Documento de informe final del Proyecto Riego Complementario de cultivos extensivos en el norte de la Pcia. de Buenos Aires. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, UNLP.
- Génova, L. 1994. Diseño, operación y evaluación de riego complementario por surcos, en terrenos no nivelados de la región norpampeana. Actas del Congreso Internacional de Ingeniería Rural y III Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Morón, Pcia. de Buenos Aires, 11 al 15 de julio de 1994.
- Génova, L. 1995. Riego complementario de cultivos extensivos: pautas para su adopción. Revista Procampo, Año IV, N° 24:8-12. Buenos Aires.
- Génova, L., J. E. Marassi y R. Andreau. 1995. Mejoramiento de las eficiencias de aplicación y almacenaje del riego del alcaucil por surcos, en suelos no nivelados. Actas del XXII Congreso Nacional de Horticultura. Pág. 44. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. 11 al 14 de setiembre de 1995.
- Génova, L. 1996. Arroz en la Pampa Deprimida bonaerense. I+D. Investigación y desarrollo. Año II: 5:39-41. Noviembre de 1996. SECYT- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Génova, L. 1998. Cultivo de arroz en la comarca del Salado-Vallimanca: la alternativa agrícola para el desarrollo de la Pampa Deprimida, Pcia. de Buenos Aires. En Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Balbuena, Benez y Jorajuría Editores. Editorial UNLP. Páginas 416-422. Noviembre de 1998. La Plata.
- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 1998. Optimización de la operación de riego complementario de cultivos extensivos en el Norte de Buenos Aires. En CD-Rom CLIR'98. Avances en el manejo del suelo y agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Topografía, aguas y suelos. ISBN N° 950-34-0124-0. Balbuena, Benez y Jorajuría editores. Congreso Latinoamericano de Ingeniería Rural CLIR '98. La Plata.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Aprovechamiento de suelos y aguas superficiales de Chascomús para la producción de arroz. Comisión IV. Trabajo n°31. Resumen en Actas del XVII Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Trabajo completo en CD ROM. Mar del Plata, 11-14 de abril de 2000.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Uso del agua superficial de Gral. Alvear (Bs. Aires) para la producción de arroz. Resumen expandido publicado en las Memorias del XVIII Cong. Nac. del Agua, Comisión Riego y Drenaje, 119-120 pp y trabajo completo en CDROM. ISBN 987-99083-4-1 (libro y CDROM). Termas del Río Hondo, Sgo. del Estero, 12-16 junio de 2000.
- Génova, L., O. Maiola, J. E. Marassi y M. Etcheverry. 2000. Aprovechamiento de suelos y aguas superficiales de Chascomús para la producción de arroz. Actas de las Primeras jornadas de investigación y extensión de la Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Nac. de La Plata. 24 y 25 de agosto de 2000. pp 44:45
- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 2000. Optimización de la operación de riego complementario de cultivos extensivos en el Norte de Buenos Aires. Actas de las 1ras. jornadas de investigación y extensión de la Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Nac. de La Plata. 24-25 de agosto, 2000. pp 41-42.
- Génova, L., H. Salgado y M. Etcheverry. 2000. Necesidades de riego del cultivo de arroz en la Pcia. de Buenos Aires. VI Congreso Argentino de Ingeniería Rural,



- realizado en Buenos Aires los días 18 al 20 de octubre de 2000. Publicado en CD-ROM, Area 2 Manejo de Suelos y Aguas, Trabajo MSA-4-23.
- Génova, L., J. E. Marassi, M. Etcheverry y W. Chale. 2000. Optimización del uso del agua y suelos en el riego complementario de maíz, soja y trigo en el Norte bonaerense. Abstracts de la 11th. International Soil Conservation Organization Conference. ISCO 2000. "Land conservation and food production in the third millenium". Trabajo 2-72. Pág. 175. Octubre 22 al 27 de 2000. Buenos Aires.
 - Génova, L., H. Salgado y A. Paolini. 2000. Estimación de la humedad de suelos pampeanos mediante modelos hidrológicos e imágenes satelitarias. Abstracts de la 11th. International Soil Conservation Organization Conference. ISCO 2000. "Land conservation and food production in the third millenium". Trabajo 1-93. Pág. 53. Octubre 22 al 27 de 2000. Buenos Aires.
 - Génova, L.; J. E. Marassi, O. Maiola y W. Chale. 2001. Recuperación de suelos sódicos mediante el cultivo de arroz de clima templado, regado con aguas superficiales. Memorias del IV Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola CIACH 2001. 9 a 11 de mayo de 2001 en Chillán, Chile.
 - Génova, L. 2001. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo agronómico de cultivos extensivos bajo riego complementario, con aguas bicarbonatadas sódicas, en cuencas de la Pampa Húmeda, caracterizando la resiliencia del suelo a la degradación salina. Actas de resúmenes del Seminario Internacional de Manejo Integrado de Cuencas Hídricas, 89-90 pp. Trabajo completo en CD-Rom SIMICH, 8 pp. Rosario, 8 al 11 de octubre de 2001.
 - Génova, L. 2002. Resistencia y resiliencia de seis Argiudoles pampeanos a las degradaciones salina y sódica, regados complementariamente con agua subterránea. Resúmenes del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Comisión IV Manejo y conservación de suelos y aguas, riego y drenaje, pág. 88. Trabajo presentado oralmente y publicado completo en CD-Rom. Puerto Madryn, 16 al 19 de abril de 2002.
 - Génova, L. J.; H. E. Días y E. L. Soza. 2003. Diseño de melgas rectangulares para riego de cultivos forrajeros en suelos con distinto laboreo, basados en modelos de infiltración. Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Trabajo 4-2. Balcarce, 7 a 9 de mayo de 2003.
 - Génova, L. 2003. Sustentabilidad de agroecosistemas bajo riego en la Pampa Húmeda Argentina. 1er Congreso Internacional de Agroecología. Porto Alegre. Brasil, 18 al 21 de noviembre de 2003.
 - Génova, L. 2003. Resistencia y resiliencia de suelos pampeanos a la degradación salina y sódica, disturbados por riego complementario. Revista Facultad de Agronomía. 23 (2-3) 119:130. Buenos Aires.
 - Génova, L. 2004. Salinidad y sodicidad edáfica de agroecosistemas regados complementariamente en el centro y sur de la Provincia de Buenos Aires. Resúmenes del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Comisión 4, pp. 343. Trabajo completo en CD-ROM. Paraná, 22-25 de junio de 2004. 6 pp.
 - Génova, L. 2005. Resistencia y resiliencia edáfica a la degradación salina y sódica en agroecosistemas regados complementariamente en la Pampa Húmeda argentina. Resúmenes del II Cong. Intern. de Riego y Drenaje, pág 41. Trabajo completo en CD-ROM. La Habana, Cuba. Octubre 25-29 de 2005.



- Génova, L. 2005. Sostenibilidad de agroecosistemas pampeanos regados complementariamente. En *Avances en Ingeniería Agrícola 2003-2005*, Barbosa, O. Editor. ISBN 987-05-0140-0. Capítulo Manejo de aguas y suelos, páginas 213 a 218. Villa Mercedes, San Luis.
- Génova, L. 2006. Compromete el riego complementario la sustentabilidad de los sistemas de producción de cultivos extensivos en la Pampa Húmeda ? *Revista del Riego* N° 39 Enero-febrero 2006, 30-31 pp. Buenos Aires.
- Génova, L. 2006. Salinidad y sodicidad de suelos regados complementariamente en la región pampeana. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertilización. Mendoza, agosto 10 y 11 de 2006. Aula Magna de la Fac. de Cs. Agrarias, Univ. Nacional de Cuyo. Public. Pág. Web <http://www.inta.gov.ar/mendoza/Jornadas>.
- Génova, L. 2006. Resistencia y resiliencia salina y sódica de cuatro Argiudoles norpampeanos regados complementariamente. *Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y Primera Reunión de Suelos de la Región Andina. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje.* Pág. 460. Trabajo completo en CD-ROM. Salta-Jujuy. Setiembre de 2006.
- Génova, Leopoldo; Eduardo Soza; Marta Etcheverry; Walter Chale y Ricardo Andreau. 2006. Diagnóstico y pronóstico de la salinidad de dos Molisoles regados complementariamente. *Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y Primera Reunión de Suelos de la Región Andina. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje.* Pág. 378. Trabajo completo en CD-ROM. Salta-Jujuy. Setiembre de 2006.
- Génova, L. 2007. Resiliencia a la degradación salina y sódica de algunos suelos pampeanos, regados complementariamente con aguas subterráneas bicarbonatadas sódicas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Director: Dr. Mario A. Hernández. Codirector: Dr. Daniel Jorajuría Collazo. 195 pp y anexos.
- Génova, L.; E. Soza; R. Andreau; M. Etcheverry y W. Chale. 2007. Impacto del riego complementario en la salinidad y sodicidad de suelos pampeanos. En *Avances en Ingeniería rural 2005-2007. Capítulo II. Manejo de agua y suelo.* Pág. 286-293. Editores responsables M. Bocco y J. Cosiansi. ISBN 978-987-1253-29-6. Ed. SIMA. Córdoba.
- Génova, L.; E. Soza; R. Andreau; M. Etcheverry y W. Chale. 2007. Impacto del riego complementario en la salinidad y sodicidad de suelos pampeanos. Libro de resúmenes II-97. IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del Mercosur, 19 al 21 de setiembre de 2007. Córdoba.
- Génova L., Soza E., Andreau R., Etcheverry M., Chale, W. 2008. Resistencia y resiliencia de molisoles pampeanos regados complementariamente y su relación con la capacidad de intercambio catiónico. *Actas del XXI Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Resumen* Pág. 405. Trabajo completo en CD-ROM. Potrero de Funes, San Luis. Mayo 13 a 16, 2008.
- Génova, L.; M. Benigni; R. Andreau; W. Chale y M. Etcheverry. 2008. Lavado de suelos halomórficos norpatagónicos por aspersión para la instalación de cultivos de ajo y cebolla. Libro de Resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura pp. 487 Mar del Plata 30 de Septiembre al 3 de Octubre de 2008 ISBN 978-987-98712-4-1.



- Génova, L. 2009. Sustentabilidad de agroecosistemas pampeanos bajo riego complementario. Revisión de 20 años. Libro de Resúmenes del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR. CADIR 2009, pág. 180. ISBN 978-950-673-748-1. Rosario, 1 a 4 de septiembre de 2009.
- Génova, L. 2009. Sustentabilidad de agroecosistemas pampeanos bajo riego complementario. Revisión de 20 años. Avances en Ingeniería Rural 2007-2009. Capítulo 2. Suelos, agua y medio ambiente, 579-586 pp. Editores responsables N. Di Leo, S. Montico y G. Nardón. CD Rom ISBN 978-950-673-752-8. Rosario, Santa Fe, Argentina. Septiembre de 2009.
- Génova, L.; Andreau, R; Chale, W y Marta Etcheverry. 2009. Aprovechamiento de aguas lacustres de Chascomus, Pcia. de Buenos Aires, para riego de hortalizas. Libro de resúmenes del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Sección horticultura, HT 47, pág. 419. Trabajo completo. Salta, 23 al 26 de septiembre de 2009.
- Grassi, C. 1996. Diseño y operación del riego por superficie. Serie Riego y Drenaje RD 36. CIDIAT. Mérida. Venezuela. ISBN 980 - 292 - 693 - 0
- Grassi, C. 1998. Fundamentos del riego. Serie Riego y Drenaje RD 38. CIDIAT. Mérida. Venezuela.
- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Ed. IICA. Costa Rica.
- Gurovich, L. 1999. Riego superficial tecnificado. Ed. Alfaomega.
- Hillel, D. 1971. Soil and water. Physical principles and processes. Ed. Acad.Press. New York.
- Hillel, D. 1980. Applications of soil physics. Ed. Academic Press. New York.
- International Irrigation Management Institute (IIMI). The short report series on locally managed irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Colombo. Sri Lanka.
- Israelsen, O. y V. Hansen. 1979. Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverté. Barcelona.
- Jensen, M., R. Burman y R. Allen. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE Manual and reports on engineering practice N° 70
- Keller, J. y R. Blietsner. 1990. Sprinckle and trickle irrigation Published by Chapman & Hall, New York.
- Kramer, P. 1987. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Ed. Edutex SA México
- Malano, H. y P. van Hofwegen. 1999. Management of Irrigation and Drainage Systems. A Service Approach. Edit A. Balkema. Rotterdam, The Netherlands.
- Marassi, J. E. y L. Génova. 1989. Comportamiento de cultivares de arroz criorresistentes a niveles de humedad del suelo. Actas del XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes.
- Martín de Santa Olalla y Mañas, F. y J. De Juan Valero. 1993. Agronomía del riego. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mirábile, C; L. Génova y J. Monteleone. 2006. Taller de Hidrología. Facultad de Cs. Agrarias de la UNCuyo e INA. Mendoza, 17 de noviembre de 2006.
- Mirábile, C; L. Génova y J. Monteleone. 2007. Validación del modelo Balansal en suelos con riego complementario en la Pampa Húmeda. Comisión Riego y Drenaje. Congreso Nacional del Agua 2007. Tucumán, 15 al 18 de mayo de 2007. 16 pp.



- Mirábile, Carlos; Leopoldo Génova; Julieta Monteleone; Luis Fornero, Graciela Fasciolo y Marta Núñez. 2007. Validación del modelo hídrico-salino Balansal en suelos de la Pampa Húmeda, cultivados con riego complementario. IT N° 42. CRA. Informe técnico interno. Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Andino. Mendoza. 42 pp.
- Nakayama, F. y D. Bucks. 1986. Trickle irrigation for crop production: design, operation and management. Ed. Elsevier. New York.
- Pizarro, F. 1980. Riegos localizados de alta frecuencia. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (goteo - microaspersión - exudación). Ed. Mundiprensa. Madrid. ISBN 84 - 7114 - 610 - X
- Rodrigo Lopez, J; Hernández Abreu, Pérez Regalado y González Hernández. 1997. Riego localizado. (2da ed.) Regadíos Center Ed. Mundiprensa. Madrid. ISBN: 84 -7114 -677 - 0
- Rosenfeld, B., H. Días y L. Génova. 2000. Avances operativos del Sistema de riego ecológico autónomo. Avances en Ingeniería Agrícola 1998-2000. Area 2 Manejo de suelos y aguas. Pág. 399-404. ISBN 959-29-0593-8. Ed. Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Russell, J. y W. Russell. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Ed. Aguilar. Madrid.
- Sagardoy, J. A; A. Botrall y G. Uittenbogaard. 1986. Organization, operation and maintenance of irrigation schemes. FAO Irrigation and Drainage Paper 40. Roma.
- Salgado, H, A. Hauviller y L. Génova. 1990. Estimación de la evapotranspiración para proyectos de riego. Primer Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Buenos Aires.
- Salgado, H., L. Génova, S. M. Zabala y J. Nielsen. 2000. Soil moisture estimation with SAR-PRI-ERS images. Presentado en la Water Commission del ERS-Envisat Symposium, organizado por la ESA European Space Agency, realizado en Gothenburg, Suecia, entre el 16 y el 20 de octubre de 2000. Announcement of opportunity project 130.
- Salgado, H, L. Génova, B. Brisco y M. Bernier. 2001. Surface soil moisture estimation in Argentina using Radarsat-1 Imagery. Canadian Journal of Remote Sensing. 27:6:685-690.
- Soza, E; D. Agnes; H. Días; L. Génova; D. Martínez y A. Landini. 2008. Infiltración del agua en suelo natural y con disrupción por casquetes. Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Comisión IV. Manejo y conservación de suelos-Riego y drenaje. Resumen Pág. 295. Trabajo completo en CD-ROM. Potrero de Funes, San Luis. 13 a 16 de Mayo de 2008.
- Slavík, B. 1974. Methods of studing plant water relations. En Ecological studies 9 Jacobs et al editors. Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague. Ed. Chapman & Hall Limited, London.
- Stewart, B. y D. Nielsen editores. 1990. Irrigation of agricultural crops. Monograph 30. American Society of Agronomy.
- Tarjuelo Martín-Benito, J. 1994. El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.



- Tschapek, M. 1966. El agua en el suelo. CSIC. Madrid.
- Walker, Wynn. R. y Gaylord. V. Scogerboe. 1987. Surface Irrigation. Theory and Practice. (Utah State University). Ed. Prentice HALL, INC Englewood Cliffs, New Jersey 07632. ISBN: 0 - 13 877929 - 5 025

d) Sobre temas de Drenaje

- Cabral, M, J. Ceci y L. Génova. 1993-1995. Estudios del riesgo hídrico en los Partidos de 25 de Mayo, Saladillo, R. Perez y Gral. Belgrano, Pcia. de Buenos Aires. UNDP. CODESA.
- De la Peña, I. 1981. Principios y solución de drenaje parcelario. Bol. Téc. 15. UACH. Chapingo.
- Dieleman, P. y B. Trafford. 1976. Ensayos de drenaje. Est. FAO Riego y Drenaje N°28 Roma.
- Drainage Principles and Applications. 1994. H. Ritzema editor in chief. ILRI Publication 16 (Second edition completely revised) ISBN 90-70754 3 39. ILRI Wageningen. The Netherlands.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Irrigation and drainage papers. Ed. FAO. Roma.
- Irrigation and Drainage Systems. An International Journal. M. G.Bos editor in chief. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- International Institute for Land Reclamation and Improvement. 1973. Drainage: principles and applications. Wageningen.
- Luque, J.A. et al. 1991. Drenaje agrícola y desagüe de áreas inundadas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Luthin, J. 1984. Drenaje de tierras agrícolas. Ed. Limusa. México.
- Naciones Unidas. 1977. Directrices para la prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Recursos naturales / Serie del agua N°5. N. York.
- Palacios Vélez, O. 1983. Apuntes sobre algunos problemas de drenaje y ensalitramiento de terrenos agrícolas. Rama de Riego y Drenaje. Serie N ° 14. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola .Española. Madrid.
- Richards. L. Editor. US Salinity Lab. Staff. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.
- Segundo Curso Nacional de Drenaje de Tierras Agrícolas. 1989. Convenio Perú-Holanda. CENDRET- Wageningen. Universidad Agraria La Molina. Lima.
- USDA. 1991. Soil Conservation Service. National Engineering Handbook. Section 16: Drainage of agricultural land. USDA. Washington.
- Van Schilfgaarde, J. (ed). 1984. Drainage for agriculture. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin





e) Series que abarcan varios temas:

- Boletines técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos de México.
- FAO Irrigation and drainage papers. Numbers 24, 25, 27, 29, 33, 35, 36. Ed. FAO, Roma.
- Irrigation and Drainage Systems. An International Journal. M. G.Bos editor in chief. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Irrigation water management. Training manuals numbers 4 and 5. Ed. FAO. Roma.
- Transactions of the ASAE. Soil and water section. Irrig. engineering. ISSN 001-2351.
- Water Resources Management. Kluwer Academics Publishers

5. METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA.

Los encuentros con los alumnos serán teórico-prácticos, abordando la totalidad de ejes temáticos correspondientes a las unidades de aprendizaje.

Los encuentros teórico-prácticos incluirán la utilización de técnicas de enseñanza tradicionales (exposiciones y explicaciones breves), de doble vía (diálogo, interrogación, demostración, ejemplificación) y grupales (conversación, discusión grupal, estudio dirigido).

Al cierre de cada unidad de aprendizaje se presentarán situaciones inéditas que, apoyándose en la problemática de dichas unidades, permitirán al alumnado la transferencia del aprendizaje.

Durante el desarrollo de cada período lectivo se permitirá a los grupos de alumnos proponer tres o cuatro temas de interés correspondientes a la estructura curricular de la asignatura, para abordar investigaciones menores (enunciado de problemas y soluciones pertinentes), como actividades preparatorias a la elección de módulos de aprendizaje en el ciclo de intensificación.

Los encuentros teórico-prácticos deben asegurar la ejecución de los trabajos prácticos dispuestos para todo el plan.

El equipo docente debe cumplir el rol de guía y orientador durante el abordaje de las investigaciones seleccionadas por los grupos de alumnos.

El equipo docente debe orientar a los alumnos para el diseño de pequeños proyectos relacionados con los intereses planteados por los grupos de estudiantes.

Los temas de interés presentados por el equipo docente, dejando espacio a las propuestas de los alumnos, tienen el objetivo de iniciar en los alumnos el proceso de selección de temáticas a abordar en el ciclo de intensificación. Relacionados con las unidades de aprendizaje, son :



Unidad 1.

- a. Propuesta de problemáticas resueltas y sin resolver en el campo de los sistemas de riego y drenaje y de la hidrología agrícola aplicada a la producción agraria.
- b. Relevamiento de recursos hídricos existentes en zonas de interés, su aprovechamiento y conservación.

Unidad 2.

- a. Aplicaciones del balance hídrico a nivel de cuenca y a nivel de parcela cultivada.
- b. Búsqueda, generación y uso de la información sobre los elementos del ciclo hidrológico en riego y drenaje.

Unidad 3.

- a. Relevamiento de situaciones en que sea necesario caracterizar corrientes líquidas con el apoyo de la hidráulica.
- b. Propuesta de ubicación y definición de características de flujos de agua susceptibles de ser aforados.
- c. Creación y análisis de sistemas de conducción forzada adecuados a la producción agrícola y forestal.

Unidad 4.

- a. Impacto de la relación agua-suelo en las actividades agropecuarias y forestales. Casos de déficit y excesos hídricos.
- b. Cantidad de agua expresada en lámina: síntesis de información para el manejo del riego y del drenaje.
- c. El agua como condicionante de la producción vegetal.

Unidad 5.

- a. Riego complementario: análisis de la factibilidad técnica y económica según fuente de agua, tipo y uso del equipamiento.
- b. Aceptación de la validez puntual de las clasificaciones de la aptitud del agua para riego.
- c. Jerarquización de los factores que inciden en la selección de métodos de riego.
- d. Evaluación de los condicionantes para la sistematización de tierras para riego integral y complementario.
- e. Justificación técnica y económica de la recuperación de suelos salinos, alcalinos y salino-sódicos.
- f. Necesidad de determinación de eficiencias en riego como elemento de diagnóstico para el mejoramiento de los sistemas regados, el ahorro de agua, energía y nutrientes y el control de la degradación de suelos por ascenso freático y salinidad.

Unidad 6.

- a. Propuesta de selección y adaptación de sistemas de surcos y melgas a condiciones dadas del terreno, de cultivo, de la fuente y calidad de agua y de recursos económicos y humanos.
- b. Análisis económicos de actividades productivas bajo riego por superficie, para definir rentabilidades de proyectos.



Unidad 7.

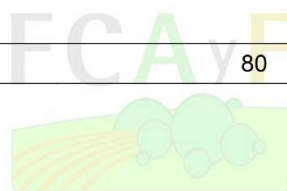
- a. Propuesta de selección y adaptación de sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo.
- b. Análisis económicos de actividades productivas bajo riego presurizado, como base para seleccionar tipos de equipamiento.

Unidad 8.

- a. Relaciones entre el agua superficial y el agua subterránea.
- b. Participación del agua subterránea en el ciclo hidrológico y balances hídricos a nivel de cuenca hídrica.
- c. Impacto de la dinámica freática en los oasis regados de zonas áridas y en áreas de llanura de zonas húmedas.
- d. Explotación del agua subterránea: relaciones con la economía productiva, la sanidad poblacional y la contaminación ambiental.
- e. Relevamiento y jerarquización de las causas que determinan la necesidad de drenaje en zonas agroproductivas.
- f. Importancia de las medidas preventivas previas a las correctivas en áreas donde se presentan excesos hídricos.
- g. Los mapas de riesgo hídrico como herramienta para la planificación territorial, la asignación de recursos y la estimación de ingresos.
- h. Análisis de la evolución prevista de un área agroproductiva para condiciones con y sin proyecto de drenaje, como base para el cálculo de beneficios directos de proyectos de drenaje.

6. CARGA HORARIA DISCRIMINADA POR ACTIVIDAD CURRICULAR

Tipo de actividad	Ámbito en que se desarrollan			Total horas
	Aula	Laboratorio, gabinete de computación u otros.	Campo	
Desarrollo teórico de contenidos	Conti	Est. Exp. FCAyF		32
Ejercitación práctica	Conti	Est. Exp. FCAyF	Establec. privados	43
Proyectos de intervención profesional	Conti			5
Total				80





7. MATERIALES DIDACTICOS.

- a) Proyector de imágenes (Cañon) para todas las clases áulicas.
- b) Proyector de filminas
- c) Mapas, planos, fotos y láminas.
- d) Documentos de apoyo didáctico. Guías de TP y folletería.
- e) Canaleta hidráulica, bombas, trasmisiones, dispositivos de aforo, tramos de tuberías, aspersores, emisores de goteo, acoples, accesorios de redes de tuberías.
- f) Bibliografía específica del curso (disponible en su biblioteca).

Espacios físicos a utilizar

AULAS	OTROS ESPACIOS
Conti y Pampa	Desarrollo de actividades prácticas en la Estación Experimental de Los Hornos y establecimientos hortícolas de la zona.

8. ACTIVIDADES PRACTICAS DE LOS ALUMNOS.

Los alumnos realizarán dos tipos de actividades prácticas, una en el aula, laboratorio o campo experimental, en forma individual y grupal, con la guía del personal docente, durante el desarrollo de la clase, abordando las unidades de aprendizaje cuyos temas a continuación se consignan y la otra, parte en clase y parte fuera de ella, en forma individual u organizados en comisiones, para trabajar sobre los intereses elegidos y propuestos por ellos mismos.

Las unidades a desarrollar en las clases obligatorias son:

Unidad 1. Hidrología agrícola. Análisis de los componentes del ciclo hidrológico. Aplicación de metodologías para la medición y estimación de la precipitación efectiva y la evapotranspiración.

Unidad 2. Hidrología agrícola. Aplicación de metodologías para la medición y estimación del escurrimiento y la infiltración.

Unidad 3. Hidráulica aplicada. Presión hidrostática. Principios de conservación de la masa y de la energía. Pérdidas de carga: medición y estimación mediante modelos matemáticos.

Unidad 4. Hidrometría. Medición de caudales en cauces naturales, acequias, canales, drenes y cañerías. Utilización de instrumental y estructuras aforadoras.

Unidad 5. Circulación de agua por canales, acequias, drenes y tuberías. Diseño de canales pequeños y acequias. Sistemas de captación y de bombeo. Criterios de



selección de bombas centrífugas. Cálculo de la potencia requerida por sistemas de bombeo.

Unidad 6. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Contenidos hídricos referenciales. Medición y estimación de la humedad y la densidad aparente del suelo. Potencial de agua. Curvas de capacidad hídrica. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Umbral de riego. Cálculo de lámina e intervalo de riego. Programas operativos de riego.

Unidad 7. Riego. Oferta y demanda hídrica. Metodologías para evaluar la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Evaluación de la calidad del agua para riego. Tolerancia salina de los cultivos. Requerimientos de lixiviación. Evaluación de las eficiencias de riego. Elaboración de curvas de demanda.

Unidad 8. Métodos de riego gravitacionales. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego gravitacionales (surcos, amelgas y taipas arroceras).

Unidad 9. Métodos de riego por aspersión. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego por aspersión (equipos de movimiento periódico y continuo). Ventajas, desventajas y costos de los sistemas de riego. Criterios de selección.

Unidad 10. Métodos de riego localizado. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego por goteo y microaspersión. Fertirrigación.

Unidad 11. Drenaje agrícola. Drenaje en zonas áridas y húmedas. Causas que originan los problemas de drenaje. Caracterización de la dinámica freática para la prevención y control de excesos hídricos. Cartografía y sistemas de información geográfica. Estimación de dotaciones de drenaje.

Unidad 12. Drenaje agrícola. Diseño, operación, conservación y evaluación de sistemas de drenaje. Redes de drenaje zonal y parcelario. Recuperación y manejo de suelos halomórficos. Hidromejoramiento.

9. EVALUACIÓN DEL CURSO

Los alumnos acreditarán la asignatura optando entre tres regímenes de promoción, a su elección:

9.1. Promoción como alumno regular sin examen final. Los requisitos son:

- Asistir al 85 % de las clases teóricas, prácticas y teórico-prácticas realizadas.
- Aprobar con 7 (siete) puntos el 100% de los contenidos desarrollados en las 24 clases programadas, con la administración de dos pruebas parciales escritas.
- El seguimiento continuo del cumplimiento en cantidad y calidad de las actividades del alumno y de los resultados logrados, aportarán información



válida para su calificación. Se solicitará a los alumnos la resolución de breves cuestionarios al finalizar las clases, la redacción de ensayos, la búsqueda y redacción de resúmenes de material bibliográfico, la identificación de centros de interés y su tratamiento que implique una investigación y la aplicación de metodologías científicas y tecnológicas.

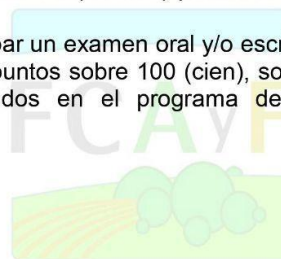
- Cuando el alumno obtenga una calificación igual o superior de 4 (cuatro) puntos en cada evaluación parcial, tendrá derecho a recuperar, por única vez, cada una de ellas.
- Cuando el alumno obtenga en alguna de las dos evaluaciones escritas, una calificación inferior a 4 (cuatro) puntos, tendrá derecho a recuperar, pasando al régimen de promoción con examen final.

9.2. Promoción como alumno regular con examen final. Los requisitos son:

- Asistir al 85 % de las clases teóricas, prácticas y teórico-prácticas realizadas.
- Aprobar con 4 (cuatro) puntos, el 100% de los contenidos desarrollados en las 24 clases programadas, en las dos evaluaciones parciales escritas.
- Cuando el alumno obtenga una calificación inferior a 4 (cuatro) puntos en una o ambas evaluaciones parciales, tendrá derecho a recuperar, por única vez, cada una de ellas, siendo necesario alcanzar la calificación de 4 puntos o superior.
- Cuando la asistencia del alumno a las clases realizadas no alcance el 70%, o su rendimiento fuese calificado inferior a 4 (cuatro) puntos, perderá la regularidad del curso y deberá recurrir a la asignatura o rendirla en la condición de alumno libre.
- Los alumnos que habiendo cumplido con la asistencia y la aprobado las evaluaciones administradas, adeuden el examen final, podrán cursar las asignaturas correlativas siguientes de primer grado por el régimen de promoción sin examen final.
- Para acreditar la materia, los alumnos deberán aprobar un examen final, escrito, oral o una combinación de ambas formas, con 40 puntos sobre 100. Se interrogará sobre la totalidad de los contenidos temáticos enunciados en el programa de la asignatura, enfatizando su integración.

9.3. Promoción como alumno libre. Los requisitos son:

- Aprobar un examen escrito sobre los contenidos desarrollados en las clases prácticas y teórico-prácticas regulares del curso, con 70 (setenta) puntos sobre 100 (cien).
- Superado el examen escrito anterior, deberá aprobar un examen oral y/o escrito, o una combinación de ambos, con 40 (cuarenta) puntos sobre 100 (cien), sobre la totalidad de los contenidos temáticos incluidos en el programa de la asignatura.



8.2. Cronograma programático actual del curso.

Cronograma - Curso de Riego y Drenaje		
Semana	Tema Nro	Actividad
1	1	Hidrología agrícola. Análisis de los componentes del ciclo hidrológico. Aplicación de metodologías para la medición y estimación de la precipitación efectiva y la evapotranspiración
2	2	Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje: Aplicación de metodologías para la medición y estimación del escurrimiento y la infiltración.
3	3	Hidráulica aplicada. Presión hidrostática. Principios de conservación de la masa y la energía. Perdidas de carga: medición y estimación mediante modelos matemáticos. Sistemas de captación y bombeo. Perforaciones. Equipos de bombeo. Criterios de selección de bombas centrifugas. Calculo de la potencia necesaria para sistemas de bombeo. Sistemas de conducción: red de distribución.
4	4	Hidrometría, medición de caudales en cauces naturales, acequias, canales, drenes, cañerías. Utilización de instrumental y estructuras. Diseño de la sección hidráulica de canales y acequias.
5	5	Relaciones agua suelo planta atmósfera. Contenidos hídricos referenciales. Medición y estimación de la humedad y la densidad aparente del suelo. Potencial de agua. Curvas de capacidad hídrica. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Umbral de riego. Cálculo de lámina e intervalo de riego. Programas operativos de riego.
6	6	Riego. Oferta y demanda hídricas. Metodologías para evaluar la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Evaluación de la calidad del agua para riego. Tolerancia salina de los cultivos. Requerimientos de lixiviación. Eficiencias de riego. Elaboración de curvas de demanda.
7		1er parcial
8	8	Riego por goteo y fertirrigación
9		Recuperatorio 1er parcial
10	9	Riego por aspersión
11	10	Riego gravitacional. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego gravitacionales (surco, amelgas y taipas arroceras). Eficiencias de riego: tipos y medición.
12	11	Drenaje agrícola
13		Salida a Campo
14		2do parcial
15		Recuperatorio 2do parcial
16		Flotante

8.3. Cronograma programático del curso propuesto por la innovación.

Cronograma - Curso de Riego y Drenaje PROPUESTO		
Semana	Tema Nro	Actividad
1	1	Hidrología agrícola. Análisis de los componentes del ciclo hidrológico. Aplicación de metodologías para la medición y estimación de la precipitación efectiva y la evapotranspiración
2	2	Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje: Aplicación de metodologías para la medición y estimación del escurrimiento y la infiltración.
3	3	Hidráulica aplicada. Presión hidrostática. Principios de conservación de la masa y la energía. Pérdidas de carga: medición y estimación mediante modelos matemáticos. Sistemas de captación y bombeo. Perforaciones. Equipos de bombeo. Criterios de selección de bombas centrífugas. Cálculo de la potencia necesaria para sistemas de bombeo. Sistemas de conducción: red de distribución.
4	4	Hidrometría, medición de caudales en cauces naturales, acequias, canales, drenes, cañerías. Utilización de instrumental y estructuras. Diseño de la sección hidráulica de canales y acequias.
5	5	Relaciones agua suelo planta atmósfera. Contenidos hídricos referenciales. Medición y estimación de la humedad y la densidad aparente del suelo. Potencial de agua. Curvas de capacidad hídrica. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Umbral de riego. Cálculo de lámina e intervalo de riego. Programas operativos de riego.
6	6	Riego. Oferta y demanda hídricas. Metodologías para evaluar la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Evaluación de la calidad del agua para riego. Tolerancia salina de los cultivos. Requerimientos de lixiviación. Eficiencias de riego. Elaboración de curvas de demanda.
7		1er parcial
8		Recuperatorio 1er parcial
9	7	Programas de computación aplicados. Utilidad y funcionamiento.
10	8	Riego por goteo y fertirrigación. Descripción de métodos de riego localizado. Eficiencias de riego: tipos y medición. Operación. Diseño de un sistema de riego por goteo.
11	9	Riego por aspersión. Descripción de métodos de riego por aspersión. Eficiencias de riego: tipos y medición. Operación. Diseño de un sistema de riego lateral manual de aspersión.
12	10	Riego gravitacional. Descripción, observación, diseño, operación y evaluación de métodos de riego gravitacionales (surco, amelgas y taipas arroceras). Eficiencias de riego: tipos y medición. Ejemplo de diseño de un sistema de riego por surcos.
13	11	Salida a Campo. Drenaje agrícola
14		2do parcial
15		Recuperatorio 2do parcial
16		Flotante

8.4. Perfil de suelo serie magdalena obtenida de la geolocalización.

No seguro | <https://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/series/Magdalena.htm>

SERIE MAGDALENA (M4)

Es un suelo profundo, de aptitud agrícola, se encuentra en la cuenca del Río Samborombón, en la "Subregión Geomorfológica Llanura Marina de la Bahía de Samborombón", algo pobremente drenado, desarrollado a partir de sedimentos loésicos finos, del Postplietense, Postquerandinense y Pampiano Superior (TRICART), no alcalino, no sódico, con pendientes que no superan el 0-0,5%.

Clasificación taxonómica:
Paleudol Vértico, Muy Fina, illítica, térmica (USDA- Soil Taxonomy V. 2010).
Paleudol Ácico, Fina, illítica, térmica (USDA- Soil Taxonomy V. 1975).

Descripción del perfil típico: 9/2310 C. Extracción de muestras, Julio de 1972.

Ap	0-28 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco limoso; bloques subangulares gruesos, fuertes; ligamente duro; firme; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; escasas concreciones de hierro-manganeso; moteados comunes, finos y precisos; raíces abundantes; límite inferior claro, suave.
2Bt	28-70 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; grisáceo (10YR 4/1) en seco; arcilloso; prismas gruesos y fuertes; muy duro; firme; muy plástico, muy adhesivo; escasas concreciones de hierro-manganeso; abundantes barnices "clayskins"; moteados de hierro comunes, medios y precisos; raíces comunes; fresco; límite inferior claro, suave.
2Btss	70-110 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; arcilloso; prismas gruesos, fuertes, que rompe a prismas finos, moderados; muy duro; muy firme; muy plástico, muy adhesivo; escasas concreciones de hierro-manganeso; barnices "clayskins" abundantes; "slickensides" comunes; moteados comunes, finos y precisos; raíces comunes; fresco; límite inferior claro, suave.
3Bck	110-160 cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; arcilloso limoso; prismas gruesos, compuestos, regulares y medios a bloques aplanados; muy duro; firme; plástico, ligeramente adhesivo; concreciones de hierro-manganeso comunes; barnices "clayskins" escasos; concreciones de carbonatos de calcio abundantes; moteados comunes, finos, precisos; raíces escasas; fresco; poroso; límite inferior abrupto, suave.
3Ck	160-175 a más cm; amarillo rojizo (7,5YR 6/6) en húmedo; rosado (7,5YR 7/4) en seco; arcillo limoso; frnible; ligamente plástico, ligeramente adhesivo; fresco; poroso.

Observaciones: Otros perfiles representativos de la Serie: 1/1051 C, 3/1083 C, 9/2040 C.

Ubicación del Perfil: Latitud S: 35° 06' 48". Longitud O: 57° 35' 59". Altitud: 13 m.s.n.m. a 8,37 km. al oeste-sudoeste de la ciudad de Magdalena, cabecera del mismo partido, provincia de Buenos Aires; hojas I.G.M. 3757-20-2, Magdalena.

Variabilidad de las características: El horizonte Ap tiene un espesor variable entre 18 y 35 cm. Puede desarrollar un incipiente horizonte lixiviado de no más de 5 cm. de espesor. El horizonte Bt puede oscilar su espesor desde los 80 a 100cm.; el C puede aparecer entre 140 a 170 cm. de profundidad.

Fases: Se han reconocido en diversos grados, por drenaje y erosión.

Series similares: Ignacio Correa.

Suelos asociados: Payró, Poblet, Vieytes, Ignacio Correa.

Distribución geográfica: Partidos de Brandsen, Magdalena, General Las Heras, Chascomús, en la provincia de Buenos Aires. Hojas I.G.M. 3557-19, 20, 21 y 26.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad lenta, capa freática profunda.

Uso y vegetación: Pastura natural. Pasto Miel (*Paspalum dilatatum*); Cebadilla (*Bromus unioloides*)

Capacidad de uso: III vs

No seguro | <https://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/series/Magdalena.htm>

Limitaciones de uso: Drenaje, anegabilidad (escaso peligro de anegamiento).

Índice de productividad según la región climática: 63 (A)

Rasgos diagnósticos: Epipedón mólico, régimen de humedad údico, horizonte argílico (relación arcilla B/A 2,2) con características vérticas (60% de arcilla desde los 35 cm. profundidad, caras de fricción en el Btss "slickensides" comunes).

Datos Analíticos:

Horizontes	Ap	2Bt	2Btss	3Bck	3Ck
Profundidad (cm)	5-20	35-65	80-105	120-150	170-190
Mat. orgánica (%)	3,39	1,86	0,72	S/D	S/D
Carbono total (%)	1,97	1,08	0,42	S/D	S/D
Nitrógeno (%)	0,169	0,090	0,050	S/D	S/D
Relación C/N	12	11	8	S/D	S/D
Arcilla < 2 µ (%)	27,2	60,5	55,2	50,4	45,8
Limo 2-20 µ (%)	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Limo 2-50 µ (%)	55,2	34,4	37,8	42,9	44,8
AMF 50-75 µ (%)	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
AMF 75-100 µ (%)	16,8	4,8	5,8	6,2	5,8
AMF 100-150 µ (%)	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
AF 100-250 µ (%)	0,8	0,4	0,6	0,5	1,3
AM 250-500 µ (%)	0	0	0	0	0
AG 500-1000 µ (%)	0	0	0	0	0
AMG 1-2 mm (%)	0	0	0	0	0
Calcáreo (%)	0	0	0	Vestigios	2,3
Eq. humedad (%)	27,9	48,5	44,4	37,4	39,3
Re. pasta Ohms	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Cond. mmhos/cm	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
pH en pasta	5,4	5,9	6,8	7,2	7,4
pH H ₂ O 1:2,5	5,8	6,8	7,4	8,0	8,3
pH KCL 1:2,5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
CATIONES DE CAMBIO					
Ca++ m.eq./100gr	12,2	26,7	24,0	S/D	S/D
Mg++ m.eq./100gr	3,0	9,0	8,8	S/D	S/D
Na+ m.eq./100gr	0,2	0,5	1,3	1,1	1,1
K m.eq./100gr	1,0	1,3	0,5	1,3	1,5
H m.eq./100gr	9,4	9,7	4,4	S/D	S/D
Na (% de T)	1,0	1,2	3,6	2,5	2,8

8.5 Momentos de la clase Teórico- práctica propuesta como innovación.

Clase teórica.

Primer momento:

Presentación de la temática a trabajar y lectura en grupos aleatorios de la situación problema. Primera discusión grupal.

(20 a 25 minutos)

Segundo momento:

Exposición teórica del sistema de riego.

(60 minutos)

Receso

(20 minutos)

Clase Práctica.

Primer momento:

Presentación del trabajo a realizar en torno de la situación problema por parte del Jefe de Trabajos prácticos y relectura en grupos de la situación problema con los incisos que guían su resolución.

(15 minutos)

Exposición dialogada y colectiva de las interpretaciones que el grupo realizó de la situación problema. Devolución y aclaraciones de parte del equipo docente que le permitan a los grupos abocarse a la resolución del problema.

(15 minutos)

Segundo momento:

Trabajo grupal con la situación problema: en esta etapa del trabajo el Jefe de Trabajos Prácticos y sus ayudantes acompañarán el trabajo grupal interviniendo en

pos de que el grupo pueda continuar abordando la situación problema. La intencionalidad pedagógica es favorecer la autonomía de trabajo del grupo. En caso de que sea necesario, durante el trabajo grupal los docentes realizarán aclaraciones conceptuales a toda la clase si es que encuentra dificultades que resultan comunes a todos los grupos.

(75 minutos)

Receso

(20 minutos)

Tercer momento:

Puesta en común de las conclusiones del trabajo grupal. Este es el momento de cierre de la clase y en él, docentes y estudiantes se dedican a visualizar los sistemas de riego construido por los grupos, a analizar las decisiones de diseño que tomó cada grupo y sus motivos, a sugerir otras opciones y a validar y descartar otras. Los docentes realizarán el cierre de la clase sintetizando lo trabajado y presentando brevemente cómo continuará la siguiente clase.

(45 minutos)

8.6. Ejercitaciones propuestas sobre riego por goteo en el año 2021

1. Un equipo de riego por goteo instalado en un cultivo con líneas de riego a 1.2 m entre sí y goteros cada 35 cm que erogan 2 litros por hora a 1 bar de presión
 - a- Calcular la lámina horaria
 - b- Calcular los litros por metro cuadrado cuando el equipo funciona durante 2 horas 45 minutos.
 - c- Indique las horas de funcionamiento cuando se desea entregar una lámina de 6mm
2. Considerando un gotero cuyos datos técnicos según el fabricante son:

$$k = 1,3$$

$$x = 0,5$$

Calcule el caudal erogado las siguientes presiones:

$$h_1 = 0,95 \text{ bar}$$

$$h_2 = 1 \text{ bar}$$

$$h_3 = 1,3 \text{ bar}$$

3. Calcule k y x a partir de la siguiente tabla

presión (mca)	caudal (l/h)
5,7	1,29
7,2	1,41

4. Dada una línea de goteo de 50 metros de largo con emisores de las siguientes características $k=0.63$, $x=0.5$ y $Q= 2\text{l/h}$ a 10 m.c.a. Indique la pérdida de carga máxima admisible si la tolerancia de erogación del gotero es +/-10%.
5. Determine la uniformidad de aplicación de una parcela de riego donde se han encontrado las siguientes mediciones de caudales de goteros medidos al azar:

Gotero	Q(l/h)
1	7,65
2	8,05
3	7,99
4	8,00
5	8,33
6	8,01
7	7,84
8	8,36
9	8,02
10	7,77
11	8,10
12	7,89

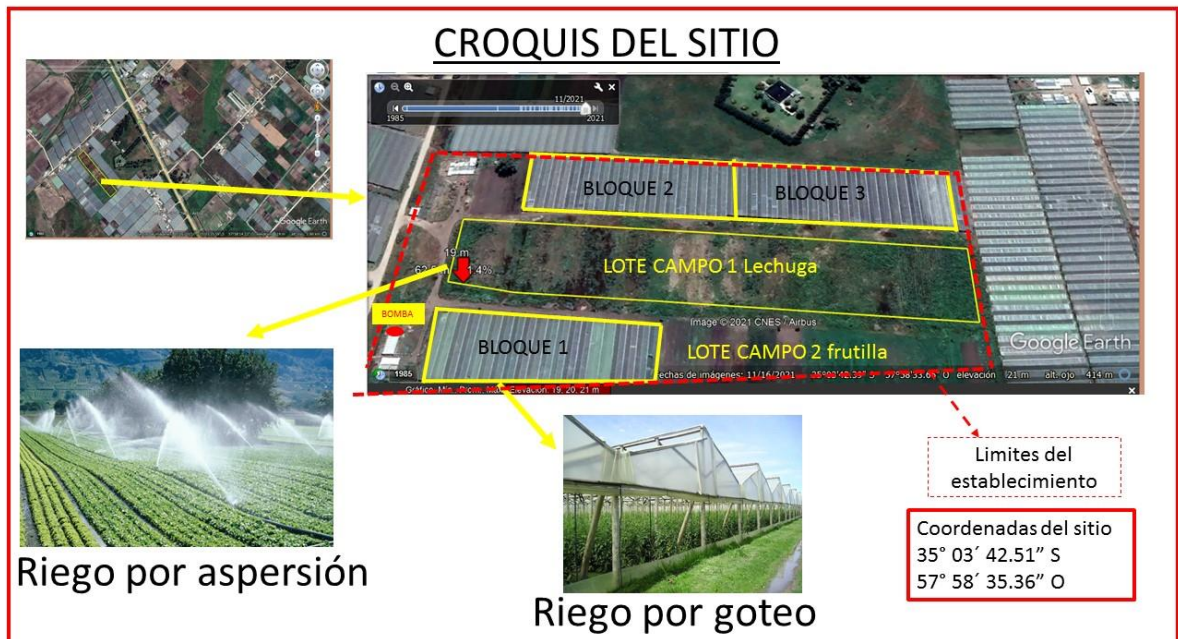
8.7. Propuesta sobre una situación problema para el diseño de un sistema de riego por goteo.

Trabajo práctico: Diseño de un sistema de riego por goteo

Integrantes del grupo:

Como Ingenieras e Ingenieros, ya profesionales, los seleccionan para realizar el diseño de un equipo de **riego por goteo** en un establecimiento hortícola del partido de La Plata (ubicado dentro del Cinturón Hortícola de Buenos Aires), que cuenta con 16 has productivas. El productor les comenta que adquirió hace poco el establecimiento, que en el mismo se realizará a campo, en un futuro, cultivos de hoja, principalmente lechuga, regados mediante un equipo de aspersión y además, cultivo de frutilla regado mediante goteo. El establecimiento cuenta con 3 bloques de 8 invernaderos cada uno, tipo capilla a dos aguas y cuyas dimensiones son 25 m de ancho y 90 m de largo cada invernadero, ya construidos, donde cultivará tomate, pimiento, lechuga y apio.

A continuación se presentan las coordenadas y croquis del sitio en el cual se ubica el establecimiento.



Como técnicos, luego de recorrer el campo y entrevistar al productor, él les comenta que la perforación de la bomba que estaba en el establecimiento se encuentra ubicada donde indica el croquis; que la bomba no funciona pero la perforación está en condiciones y puede dotar del caudal necesario, pero no posee nada del sistema de riego, por lo cual deberán realizar el diseño del sistema de riego apropiado a la situación e indicarle qué deberá adquirir en función de ese diseño.

Se les solicita que realicen (Incisos de la situación problema):

1) La Geolocalización del lote y dimensionar los sectores mediante las imágenes satelitales, teniendo en cuenta las referencias en cuanto a los lotes y cultivos. Obtengan la información del perfil de suelo predominante y evalúen si hay limitante para el sistema de riego seleccionado.

2) Dado que la mayor demanda hídrica la tendrían en el cultivo de tomate bajo cubierta, se le solicita diseñen un sistema de riego por goteo para una llave de riego en ese cultivo (sectorización), cuando tenga máxima demanda, o sea cuando deba aplicar la máxima lámina bruta, que deberá obtener mediante los cálculos.

A) Para la obtención de los valores de precipitación efectiva (Pe), evapotranspiración de referencia (Eto), evapotranspiración del cultivo (Etc), lámina neta (Ln), lámina bruta (Lb) y el calendario de riego respectivo, con sus intervalos de riego (IR), utilicen los programas ClimWat y Cropwat, para la estación meteorológica La Plata aero. Teniendo en cuenta las referencias en cuanto a suelo y cultivo indicados.

B) Para realizar el diseño propiamente dicho, pueden utilizar alguno de los programas de pérdidas de carga (HF) vistos. Tenga en cuenta aquí las pérdidas máximas admisibles y velocidades económicas de aspiración y elevación si las hubiera, considere que se desestima la pendiente del terreno para simplificar los cálculos, la bomba será sumergible (agua subterránea) y elevará el agua desde 40 m de profundidad (altura de elevación). La bomba podrá trabajar hasta 15 hs diarias.

B) 1. Dimensione las cañerías y accesorios necesarios (diámetro/s y longitud de las cañerías, tipos de accesorios). Justifique la decisión.

B) 2. Dimensione la bomba recomendada (caudal y potencia).

B) 3. Diseñe el equipo de riego y realice un croquis del mismo..

B) 4. Como actividad opcional: Indique los materiales para las cañerías principales, secundarias, emisores y los accesorios que utilizaría en dicho sistema de riego (despiece) y que debería adquirir el productor, para que a su vez pueda realizar un análisis económico del mismo (presupuesto).

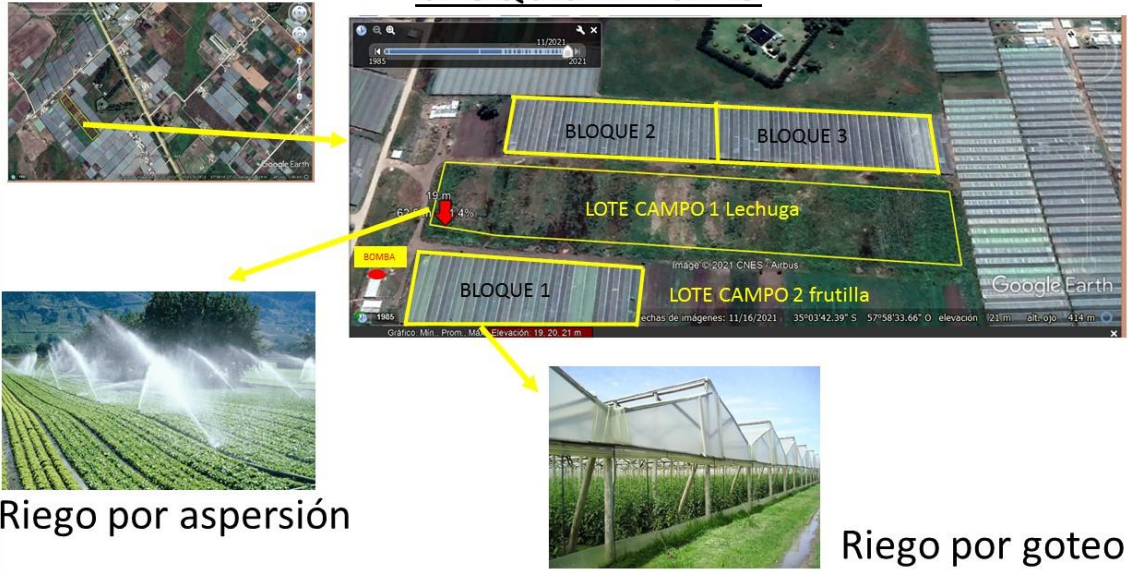
3) Si fuera el caso que ya esté instalada en el establecimiento una bomba de 7 CV que eroga un caudal de xx Lts/min , con una altura manométrica total dinámica (HMTD) de 90 m.

3) 1. Realice los cálculos e indique la superficie de la llave que usaría para regar con dicha bomba, teniendo en cuenta que puede operar la bomba por 16 hs diarias y en caso de ser afirmativo diseñe el equipo de riego para la situación propuesta.

4) ¿Cómo evaluarían el funcionamiento del sistema una vez funcionando? ¿Cómo solucionaría los problemas de diseño relacionados a la presión y las pérdidas de carga en los diferentes lotes?

8.8. Geolocalización y dimensionamiento del lote

CROQUIS DEL SITIO



The diagram illustrates the site layout with three crop blocks: BLOQUE 1 (strawberries), BLOQUE 2 (lettuce), and BLOQUE 3 (lettuce). It also shows LOTE CAMPO 1 (lettuce) and LOTE CAMPO 2 (strawberries). A pump (BOMBA) is located near the strawberry blocks. Two irrigation systems are shown: 'Riego por aspersión' (sprinkler irrigation) and 'Riego por goteo' (drip irrigation).

Riego por aspersión

Riego por goteo

DIMENSIONES DEL SITIO



The diagram shows the dimensions for each block and field:

- BLOQUE 1: 90 m x 200 m
- BLOQUE 2: 90 m x 200 m
- BLOQUE 3: 90 m x 200 m
- LOTE CAMPO 1 Lechuga: 150 m x 450 m
- LOTE CAMPO 2 frutilla: 90 m x 200 m

Los caminos internos tienen 4 metros de ancho

8.9. Ejercitaciones propuestas sobre riego por aspersión en el año 2021

- a) Calcular el tiempo de aplicación necesario para incorporar una lámina neta de 60 mm con un aspersor que trabaja en las siguientes condiciones.

Diámetro de tobera: 9 mm

Presión operativa: 3,5 atm.

Consumo: 7,6 m³/h

Radio mojado: 25 m.

Distribución cuadrada.

Efic. De riego: 80 %.

Superposición: 50 %.

Cultivo: césped.

- b) Calcular la lámina de riego incorporada cuando el tiempo de aplicación ha sido de 65 minutos, con un aspersor que trabaja en las siguientes condiciones:

Diámetro de tobera: 9 mm

Presión operativa: 3,5 atm.

Consumo: 6,7 m³/h

Radio mojado: 24 m.

Distribución cuadrada.

Efic. de riego: 80 %.

Superposición: 50 %.

- c) En el diseño de un equipo de aspersión móvil manual se determinó la capacidad del equipo en función de los siguientes datos:

Cultivo: papa Profundidad de raíces: 60 cm. Superficie: 35 has.

Eficiencia de aplicación: 90 %. Etc: 7 mm/día. UC: 45 %. Horas diarias de trabajo: 22 horas.

Estrato	Prof. (cm)	Wc (%p/p)	Wm (%p/p)	Densidad apar (gr/cm ³)
1	0-20	30	12	1,20
2	20-50	32	16	1,30
3	50-90	34	17	1,25

La longitud de la red principal es de 220 m con $J=2,20\%$. Se operan dos laterales iguales y simultáneos, integrados por 36 tramos de caño de 9m de largo y diámetro 4", con 10 aspersores cada uno de caudal unitario 6 m³/h y presión operativa 3,5 kg/cm².

Las pérdidas admisibles en el ala son del 20% entre aspersores más distantes, siendo el factor de Christiansen 0,386.

Las pérdidas de carga continuas para el caudal conducido en laterales de caño de 4" son de 3,2 m cada 100 m.

Las pérdidas de carga localizadas son del 18% del total de las pérdidas continuas.

Se desea conocer la presión en m.c.a. representativa de la altura de elevación, para verificar que el número de impulsores sea el correcto.

Se seleccionó una bomba sumergible que eroga 120 m³/h, consumiendo 45 CV con un rendimiento del 80%.

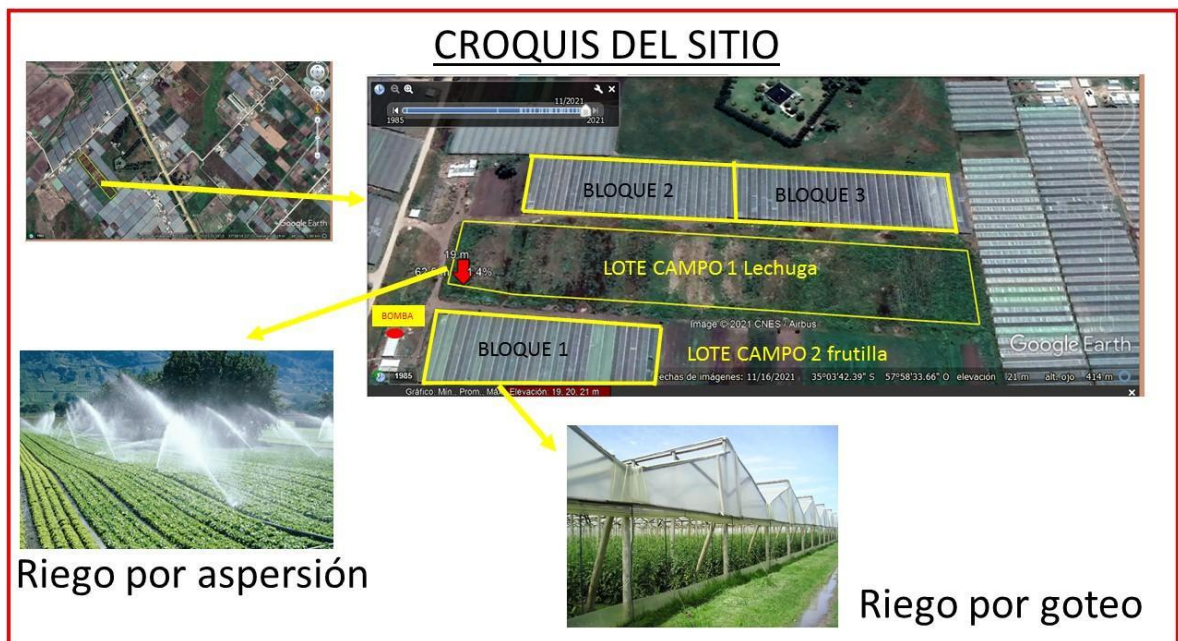
8.10. Ejercitaciones propuestas sobre una situación problema para el diseño de un sistema lateral manual de riego por aspersion.

Trabajo práctico: Diseño de un sistema de riego por aspersion - Equipo: Lateral manual

Integrantes del grupo:

Como Ingenieras e Ingenieros, ya profesionales, los seleccionan para realizar el diseño de un equipo de **riego por aspersion lateral manual** en el mismo establecimiento hortícola del partido de La Plata en el cual diseñaron el sistema de riego por goteo, que cuenta con 16 has productivas. El productor les comenta que en el mismo comenzará a realizar a campo cultivos de hoja, principalmente lechuga, que serían regados mediante el equipo de riego por aspersion que deben diseñar y además cultiva frutilla regada mediante riego por goteo. Cuenta con 3 bloques de 8 invernaderos cada uno, tipo capilla a dos aguas y cuyas dimensiones son 25 m de ancho y 90 m de largo cada invernadero, donde se cultivará tomate, pimiento, lechuga y apio.

A continuación se presenta la ubicación y croquis del sitio en el cual se ubica el establecimiento, y las dimensiones del mismo que obtuvieron en la clase de riego por goteo.



DIMENSIONES DEL SITIO



Los caminos internos tienen 4 metros de ancho

Como técnicos, luego de recorrer el lote y teniendo en cuenta las dimensiones del sitio arriba presentadas, el productor les comenta que ya posee, además de la bomba que abastece al sistema de riego por goteo, otra bomba instalada en el establecimiento que deberá utilizarse para este sistema de riego por aspersión y se encuentra ubicada donde indica el croquis (BOMBA 2). Dicha bomba posee una potencia de x CV, eroga un caudal de xxx , y extrae agua a una profundidad de 50m, por lo cual deberán realizar el diseño del sistema de riego apropiado a la situación e indicarle qué deberá adquirir en función de ese diseño, teniendo en cuenta que la operación de la bomba se puede realizar hasta xx hs diarias.

Se les solicita que realicen (Incisos de la situación problema):

1) Geolocalización del lote: Según la información del perfil de suelo obtenida, evalúen si hay limitante para el método de riego seleccionado en este caso. Justifique.

2) Dado que la mayor demanda hídrica la tendrían en el cultivo de lechuga, se le solicita diseñen un sistema de riego por aspersión lateral manual (aspersores, ala/s regadoras, accesorios del sistema, diámetros, etc), teniendo en cuenta las limitantes planteadas en cuanto a superficie y horas de trabajo de bombeo.

A) Para la obtención de los valores de precipitación efectiva (P_e), evapotranspiración de referencia (E_{to}), evapotranspiración del cultivo (E_{tc}), lámina neta (L_n), lámina bruta (L_b) y el calendario de riego respectivo, con sus intervalos de riego (IR), utilicen los programas ClimWat y Cropwat, para la estación meteorológica La Plata aero. Teniendo en cuenta las referencias en cuanto a suelo y cultivo indicados.

B) Para realizar el diseño propiamente dicho, pueden utilizar alguno de los programas de pérdidas de carga (HF) vistos. Tenga en cuenta aquí las pérdidas máximas admisibles y velocidades

económicas de aspiración y elevación si las hubiera, considere que se desestima la pendiente del terreno para simplificar los cálculos.

B) 1. Obtenga la pluviometría. Dimensione las cañerías y accesorios necesarios (accesorios del sistema, diámetro/s, ala/s regadoras, aspersores y posiciones de cambio posibles del equipo de riego).

B) 2. Diseñe el equipo de riego y realice un croquis del mismo.

B) 3. Indique los materiales para las cañerías principales, secundarias, emisores y los accesorios que utilizará en dicho sistema de riego (despiece) y que debería adquirir el productor, para que a su vez pueda realizar un análisis económico del mismo (presupuesto). Considere una operación manual del mismo.

B) 4. De no ser posible el diseño, justifique la respuesta numéricamente e indique qué modificaciones, ajustes o manejos deberían realizarse para que sea factible el riego.

3) Si fuera el caso que desearía utilizar la otra bomba ya instalada (equipo de riego por goteo) en el establecimiento, ¿sería factible? Justifique numéricamente su respuesta.

Datos disponibles:

Suelo: Utilice los valores para un suelo medium (franco arcilloso) precargados en el programa. Teniendo en cuenta el perfil de suelo obtenido en la geolocalización corrobore si es correcto utilizar esa textura de suelo.

La profundidad máxima de raíces esperada para ese cultivo en ese tipo de sistema de producción se estima en 20 cm. Utilice un Umbral crítico del 20% en la fase inicial, y del 30% en la fase media.

$K_c = 0,45 ; 1,0 \text{ y } 0,90$

Cultivo: El cultivo se implantará el 15 de diciembre, con una densidad de 125.000 plantas/ha. El ciclo del cultivo durará 80 días (fases en días =15,25,25,15).

La eficiencia de aplicación para estos sistemas de riego se estima en 80%.

Las pérdidas de carga admisibles en el ala son del 20%..

Diseñe el sistema teniendo en cuenta una distribución cuadrada y una superposición de diámetros de mojados del 50% entre aspersores y alas si las hubiera.

Para la selección de los emisores (aspersores) puede utilizar las tablas en la guía de trabajos prácticos o buscar en empresas comercializadoras.

8.11. Ejercitaciones propuestas sobre riego gravitacionales en el año 2021

Ejercicios:

1) Se deben recalcular los valores de algunas variables en un sistema de surcos USDA para controlar el diseño.

Eficiencia de aplicación 70%

Longitud óptima 112,25 m

Ec avance $L(m) = 30t^{0.5}$ (min)

Lámina neta 49mm

Espaciamiento 70 cm

Q infiltración 0,8 l/s

Calcular QMNE y pendiente en 0/00

2) Se dispone de los siguientes modelos para diseño de riego por surcos

$$L = 26t^{0.499}$$

$$I = 23t^{-0.6}$$

$$Iac = 0,95t^{0.4}$$

Se desea conocer el volumen en m³ que se aplicará a cada surco de longitud óptima 130 metros durante el período de avance cuando se deriva el QMNE de 2 l/s

3) Calcular la Eficiencia de aplicación y de almacenaje en la unidad de riego (surco) en base a los siguientes datos

Wactual%p/p=20

Wcc%p/v= 49

Dens aparente= 1,25(gr/cm³)

Contenido hídrico 48 horas después del riego= 47%p/v

Lámina neta acumulada= 150mm

Profundidad de raíces= 0,4 m

Largo surco= 90 m

4) Determinar la uniformidad de aplicación en un test realizado para un espaciamiento de 18m por 18m . Los volúmenes recibidos en cm³ son:
69-91-111-108-111-104-89-86-104-99-105-79-89-104-93-87-85-101-85-101-106-86-96-66-113-79-76-74-97-106-89-86-92-108-103-103

5) Dimensionar un sistema de surcos en base a los siguientes datos:

A. Información básica.

- Espaciamiento de surcos: 50 cm
- Lámina de riego requerida: 65 mm
- Pendiente: 0,3%

B. datos experimentales.

Función de avance: Se ajustaron los datos a la expresión de Fok- Bishop:

$$L(\text{m}) = 22,55 t(\text{min})^{0,534} \qquad L = A * t^x$$

Función lamina acumulada.

$$\text{Lac (cm)} = f(I) \qquad \text{Iac (cm)} = 0,58 t(\text{min})^{0,48}$$

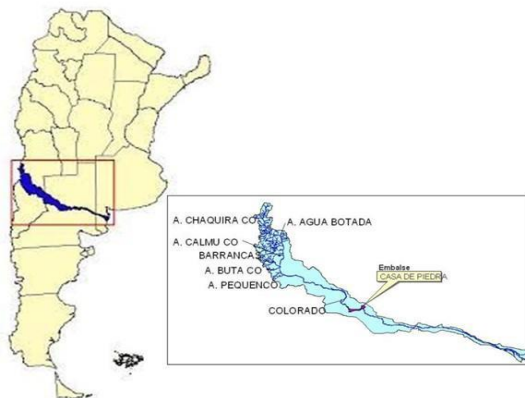
8.12. Ejercitaciones propuestas sobre una situación problema para el diseño de un sistema de riego gravitacional mediante surcos.

Trabajo práctico: Diseño de un sistema de riego por surcos.

Integrantes del grupo:

Como Ingenieras e Ingenieros, ya profesionales, los seleccionan para realizar el diseño de un sistema de riego mediante surcos, en un establecimiento agrícola-ganadero ubicado en la localidad de Hilario Ascasubi, la cual se encuentra dentro del CORFO Río Colorado (Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado) y que cuenta con 400 has productivas. En esta corporación, la dotación (l/s.ha) de agua con fines de riego, varía año a año según la intensidad de la precipitación nival aguas arriba del río y con la cual se logra embalsar dicha agua en el dique casa de piedra.

A continuación se les presentan algunas características de la zona:



Cuenca del río colorado

Imágenes extraídas de: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/60.pdf>

Aprovechamientos Agrícolas del RÍO COLORADO		
		Datos de 2013
*Rincón de los Sauces	NEUQUÉN	350 ha
*Catriel	RIO NEGRO	1170 ha
*Peñas Blancas	RIO NEGRO	2000 ha
*Valle Verde	RIO NEGRO	1000 ha
*25 de Mayo y Zona	LA PAMPA	7100 ha
*Pequeños emprendimientos	NEUQUEN	350 ha
*Santa Nicolasa	RIO NEGRO	2340 ha
*Area agrícola de Casa de Piedra	LA PAMPA	200 ha
*Fincas de Gobernador Duval	LA PAMPA	60 ha
*Río Colorado Colonia Juliá y Echarre	RIO NEGRO	3200 ha
*CORFO	BUENOS AIRES	140000 ha

Imagen extraída de <https://www.chadileuvu.org.ar/tuchad/index.php/rio-colorado/3494-aprovechamientos-del-rio-colorado>

El productor y dueño del establecimiento les contrata para diseñar un sistema de riego mediante surcos para un lote en particular, en el cual se planifica sembrar cebolla. El lote está ubicado en las coordenadas -39.45241285573679, -63.05326090814922

Se les solicita que realicen (Incisos de la situación problema):

1) La geolocalización del lote y dimensionar el lote mediante las imágenes satelitales, teniendo en cuenta las referencias en cuanto a los lotes y cultivos. Obtengan la información del perfil de suelo predominante y evalúen si hay limitante para el sistema de riego seleccionado.

2) Deberá determinar las láminas e intervalos de riego, teniendo en cuenta los criterios vistos hasta el momento, además deberá obtener el volumen bruto y neto total para el cultivo, dado que el productor deberá evaluar la factibilidad teniendo en cuenta la demanda hídrica de todo el establecimiento. Recuerden que la dotación se expresa en l/s.ha por lo tanto deberá hacerse el cálculo de necesidad hídrica de todo el establecimiento ya que la dotación es fija (y varía anualmente) y además se paga un canon por la misma, según las hectáreas asignadas.

A) Para la obtención de los valores de precipitación efectiva (Pe), evapotranspiración de referencia (Eto), evapotranspiración del cultivo (Etc), lámina neta (Ln), lámina bruta (Lb) y el calendario de riego respectivo, con sus intervalos de riego (IR), utilicen los programas ClimWat y Cropwat, para la estación meteorológica mas cercana. Teniendo en cuenta las referencias en cuanto a suelo y cultivo indicados.

B) Deberá calcular el volumen neta y bruto total que demandará el cultivo.

C) Realizo los ensayos de campo propios para el diseño, de los cuales obtuvo los modelos matemáticos siguientes:

$$\text{Función de Infiltración acumulada } I_{ac} = 0,58 t^{0,48}$$

$$\text{Función de avance: } L = 22,55 t^{0,534}$$

QMNE = coincide con la expresión de Criddle.

Calcule los tiempos de avance e infiltración y los caudales para los mismos. ¿Por qué le parece recomendable utilizar 2 caudales diferentes?

3) Diseñe el sistema de riego, teniendo en cuenta los datos suministrados y haga un resumen de los valores obtenidos:

- a) Longitud y espaciamiento de los surcos
- b) QMNE en l/s que se derivará durante t_a en min
- c) El Q_i en l/s que se derivará durante el t_i en min
- d) Pérdidas por percolación profunda estimadas

Otro datos disponibles:

Suelo: Utilice los valores para un suelo medium (franco arcilloso) precargados en el programa. Teniendo en cuenta el perfil de suelo obtenido en la geolocalización corrobore si es correcto utilizar esa textura de suelo.

La profundidad máxima de raíces esperada para ese cultivo en ese tipo de sistema de producción se estima en 30 cm. Utilice un Umbral crítico del 50% en la fase inicial y del 30 % en la fase media.

$$K_c = 0,6 ; 1,20 \text{ y } 0,80$$

Cultivo: El cultivo se sembrará el 15 de Junio con 6 kg. de semillas por hectárea con una densidad final esperada de 600.000 plantas/ha. . El ciclo del cultivo durará 180 días (fases 30,50,50,40).

Considere una pendiente del terreno: 0,3 %

Espaciamiento entre surcos: 50cm y sin salida al pie (dado que esa zona no se permite)

La eficiencia de aplicación para estos sistemas de riego se estima en 60%.

8.13. Encuesta para evaluar la propuesta de parte de los estudiantes.

Responda sobre los encuentros semanales 7 a 10

La finalidad de la encuesta es poder tener una devolución de su percepción como estudiantes de la propuesta de enseñanza de esos encuentros.

- 1) ¿Considera que esos encuentros se integraron a los que se venían desarrollando hasta ese momento? Si - Algunos si y otros no - No - Otro (comente).
- 2) ¿Considera que lo trabajado en estos encuentros le será de utilidad en su futura vida profesional? Si - Algo - No - Otro (comente)
- 3) ¿Considera que lo trabajado en estos encuentros le permitió aprender aspectos del diseño de un sistema de riego? Sí- Algo- No- Otro (Comente)
- 4) En referencia a las situaciones problemas abordadas: ¿Le resultaron de fácil comprensión? Si - Algo - No - Otro (comente)
- 5) En referencia a las situaciones problemas abordadas: ¿Cree factible encontrarse con una situación similar en su futura vida profesional? Si - Algo - No - Otro (comente)
- 6) En referencia a las situaciones problemas abordadas: ¿La complejidad fue acorde a los contenidos vistos anteriormente? Si - No - Otro (comente)
- 7) Teniendo en cuenta lo visto en estos encuentros, considera que logró integrar los contenidos que aborda el curso. Si - No - Otro (comente)
- 8) Considera que pueden mejorarse los encuentros, en caso afirmativo por favor comentenlos
- 9) Otros comentarios que considere serán bienvenidos....