



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica.



“EVALUACIONES DE RIEGO EN CHACRAS DEL VIRCH”

ALUMNA: Daniela Gisel Bernal

DNI: 35.381.809

LEGAJO Nro: 34-33-5197

LUGAR DE REALIZACIÓN DE LA PPS:
Chacras del V.I.R.Ch –Laboratorio del
INTA (Trelew-Chubut).

FECHA DE INICIO Y FINALIZACIÓN
DE LA ACTIVIDAD: 3/11/2022 a
3/12/2023

DISTRIBUCIÓN HORARIA: 4 a 8 hs diarias.

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Carlos Díaz
Farías

TUTOR EXTERNO: Ing. Lucas Díaz

AÑO: 2023



ÍNDICE

1. Resumen de la práctica profesional supervisada (PPS).....	2
2. Cronograma de actividades desarrolladas.....	2
3. Introducción a la evaluación de riego interpredial.....	3
4. Objetivos.....	4
5. Metodología.....	4
5.1. Descripción y ubicación geográfica	4
5.2. Determinación de parámetros físicos y de desempeño del riego superficial.....	7
6. Resultados.....	13
6.1. Evaluación nº 1:.....	13
6.2. Evaluación nº 2:.....	17
7. Simulaciones:	21
Valoraciones de las actividades.....	27
Bibliografía:.....	27
Anexos.....	28



1. RESUMEN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA (PPS)

El contenido de este informe ofrece una descripción de todas las actividades efectuadas durante el periodo de Práctica profesional supervisada. El mismo fue desarrollado por la alumna de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica Daniela Gisel Bernal de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, desde el 3 noviembre de 2022 al 3 de diciembre 2023 bajo la tutoría de los Ingenieros Carlos Díaz Farías (tutor académico) y Lucas Díaz (Tutor externo).

La práctica profesional corresponde con un Proyecto de investigación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, sobre evaluaciones de desempeño del riego en el Valle inferior del río Chubut (VIRCh). Las cuales se realizan con el fin de detectar parámetros de diseño y manejo, factibles de mejorar para lograr un mejor uso del agua y diagnosticar el estado de las parcelas de riego. Estas evaluaciones de riego fueron efectuadas en dos chacras del VIRCh, incluyendo actividades de campo, de laboratorio y gabinete. Con la información obtenida se procedió a la cuantificación de los distintos parámetros de desempeño del evento de riego, los cuales se explican en los capítulos siguientes.

*Para las tareas de campo se contó, con asesoramiento y asistencia del siguiente equipo de trabajo:

-Ing. Lucas Díaz (INTA).

-Ing. Marcos Hernández (INTA).

-Ing. Carlos Díaz Farías (Profesor de la Universidad de la Patagonia San Juan Bosco).

*Los procesamientos de muestras fueron efectuados en el laboratorio de la Estación Experimental Chubut del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA INTA Chubut)

2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En la tabla adjunta se pueden observar las actividades que fueron necesarias efectuar para la realización de las evaluaciones de riego en las chacras:



	Orden	Tareas realizadas
	1	Definición de objetivos y alcance del trabajo.
	2	Lectura de bibliografía a utilizar.
	3	Encuesta al propietario de la chacra a evaluar - Verificación de la entrada de agua y definición de parcela a evaluar.
1º día de tarea de campo	4	<u>1º Tarea de campo:</u> Ensayos de infiltración en cabecera y pie de la melga <u>Instrumentos utilizados:</u> Infiltrómetro de doble anillo, regla graduada, nivel de burbuja, maza, baldes, cronómetro.
	5	<u>2º Tarea de campo:</u> Colocación de estacas en la unidad de riego y medidas de la melga. <u>Instrumentos utilizados:</u> 10 estacas de madera, cinta métrica.
	6	<u>3º Tarea de campo:</u> Nivelación topográfica en cada una de las estacas, para determinación de la pendiente de la melga. <u>Instrumentos utilizados:</u> Nivel óptico, mira.
	7	<u>4º Tarea de campo:</u> Obtención muestras de suelo, a distintas profundidades, para determinar humedad de suelo antes del riego, en cabecera, medio y pie <u>Instrumentos utilizados:</u> Pala barreno, recipientes plásticos para guardar herméticamente las muestras.
2º día de tarea de campo	8	<u>5º Tarea de campo:</u> Medición de velocidad de flujo, de sección transversal del canal y altura del tirante al ingreso de agua en la parcela. Luego, la medición se realizó cada una hora. <u>Instrumentos utilizados:</u> Medidor electromagnético de velocidad de agua, regla graduada.
	9	<u>6º Tarea de campo:</u> Medición de avance y receso agua en las melgas. <u>Instrumentos utilizados:</u> Reloj, estacas de madera.
3º día de tarea de campo	10	<u>7º Tarea de campo:</u> Obtención muestras de suelo, a distintas profundidades, para determinar humedad de suelo después del riego, en cabecera, medio y pie. <u>Instrumentos utilizados:</u> Pala barreno, recipientes plásticos para guardar herméticamente las muestras.
	11	<u>8º Tarea de campo:</u> Obtención de muestras de suelo para determinar densidad aparente, capacidad de retención hídrica (CC y PMP) y muestras para textura de suelo. <u>Instrumentos utilizados:</u> Pala, cilindros de volumen conocido de acero inoxidable, bolsas de nylon para colocar el suelo en los horizontes más profundos.
1º día de tarea de laboratorio	12	<u>1º Tarea de laboratorio:</u> Pesaje de las muestras húmedas y colocación de las mismas en estufa a 105º, hasta alcanzar peso constante. <u>Lugar:</u> Laboratorio EEA INTA Chubut.
2º día de tarea de laboratorio	13	<u>2º Tarea de laboratorio:</u> Pesaje de las muestras de suelo, una vez enfriada a temperatura ambiente. <u>Lugar:</u> Laboratorio EEA INTA Chubut.
Trabajos de gabinete	14	Se realizaron los análisis en el laboratorio de suelo de la EEA INTA Chubut para determinar proporción de las distintas partículas de suelo (arena, limo y arcilla). Para determinar la clase textural y algunas características hidrofísicas de suelo, se utilizó el software Soil Water Characteristics (USDA).
	15	Análisis de los eventos de riego mediante el software winSRFR(USDA)-Versión 5.1. Elaboración de escenarios de optimización

3. INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE RIEGO INTERPREDIAL

En la producción agrícola la falta de humedad en el suelo afecta negativamente al cultivo y por lo tanto, a su rendimiento. Si el contenido de agua en el lote es bajo se la debe reponer para que las plantas la puedan absorber con facilidad. En una región en donde las precipitaciones son escasas, la reposición se realiza mediante el riego. Existen distintos métodos de riego, los cuales tienen como objetivo humedecer la zona de las raíces minimizando las pérdidas de agua (en profundidad o en superficie). Los métodos de riego se pueden clasificar en: riego por superficie y riego presurizado (riego por goteo, aspersión, y micro aspersión). En este trabajo se analiza el riego por superficie, el mismo consiste en aplicar el agua al suelo por gravedad. Es el método que se usa desde hace más tiempo en todo el mundo y aplicado en mayor superficie, incluso hoy. Este riego se fundamenta en el avance del agua desde cabecera de la parcela (punto más alto de la parcela o unidad de riego) hasta donde suele llegar después, llamado pie (punto más bajo de la parcela), por lo que puntos diferentes dentro de la misma parcela estarán cubiertos de agua a tiempos distintos. A medida que el agua avanza se infiltra en el suelo, dependiendo el volumen almacenado en el perfil de las características hidrofísicas del suelo y del tiempo que el agua esté sobre él con oportunidad de infiltrar.



El agua puede escurrir en la parcela a través de cauces pequeños, mojando directamente solo una parte de la superficie del terreno (riego por surcos), o bien poseer un frente de avance ancho, mojando toda la superficie del terreno (riego por manto).

“En muchas ocasiones las acequias no son capaces de llevar los caudales que son necesarios para un riego eficiente, en otros casos las parcelas no están uniformemente niveladas, un inconveniente que se presenta también en el riego de cultivos son los turnos fijos de riego demasiado frecuente o demasiados espaciados en el tiempo. Estos problemas enumerados se traducen en una serie de perjuicios, como el aumento de agua utilizada, aumento de la mano de obra, descenso en la producción de cultivos, elevación del manto freático, etc.”¹

El primer paso para la mejora del riego por superficie es la realización de evaluaciones del riego. Una evaluación de riego permite conocer la situación actual de la práctica de riego (diagnóstico) y determinar, en un análisis posterior, los cambios que son necesarios para introducir mejoras en el manejo del agua, con sus consiguientes ventajas económicas, sociales y ecológicas. Se comprueba si la aplicación del agua ha sido uniforme en la superficie irrigada y en que grado coinciden la lámina objetivo a reponer y la lámina aplicada, entre otros indicadores. Una vez caracterizado y analizado el evento de riego, se obtienen escenarios de optimización del riego mediante modelos matemáticos, que usan la información de campo relevada para el cálculo.

4. OBJETIVOS

Realizar análisis del desempeño de dos eventos de riego y proponer escenarios de optimización en dos chacras del VIRCh.

5. METODOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los eventos de riego evaluados se llevaron adelante sin intervención de los evaluadores, intentando que la práctica sea lo más parecida a la que desarrollan los regantes habitualmente.

- ❖ La primera evaluación de riego se llevó a cabo los días 6,7 y 9 de diciembre del 2022, en una chacra ubicada en la zona de Bryn Gwyn.
- ❖ La segunda evaluación de riego se llevó a cabo los días 13,14 y 16 de febrero de 2023, en una chacra ubicada en la zona Bryn Gwyn.

A continuación se observa una imagen satelital de la Chacra, en donde se realizó la primera evaluación de riego.

¹ Principios básicos del riego por superficie. Autores: Dr.Ing. Agrónomo José M. Faci Gonzalez- Dr.Ing. Agrónomo Enrique Playan Jubillar.-Pág.23

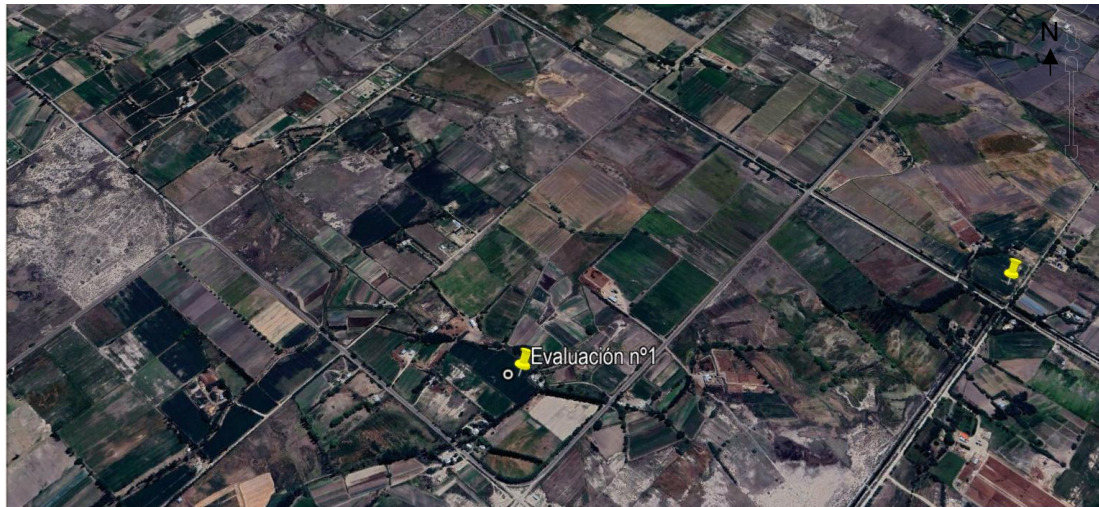


Figura n°1. Imagen satelital chacra evaluada (Primera evaluación de riego).

La melga evaluada estaba implantada con alfalfa con una densidad alta. Al momento de la realización del ensayo, el cultivo presentaba una altura media de 35cm, con profundidad de raíces de 100 cm, sobre un suelo del complejo BrynGwyn (Laya, 1981).



Figura n°2. Panorama general del cultivo implantado.

A continuación se observa una imagen satelital de la chacra, en donde se realizó la segunda evaluación de riego:

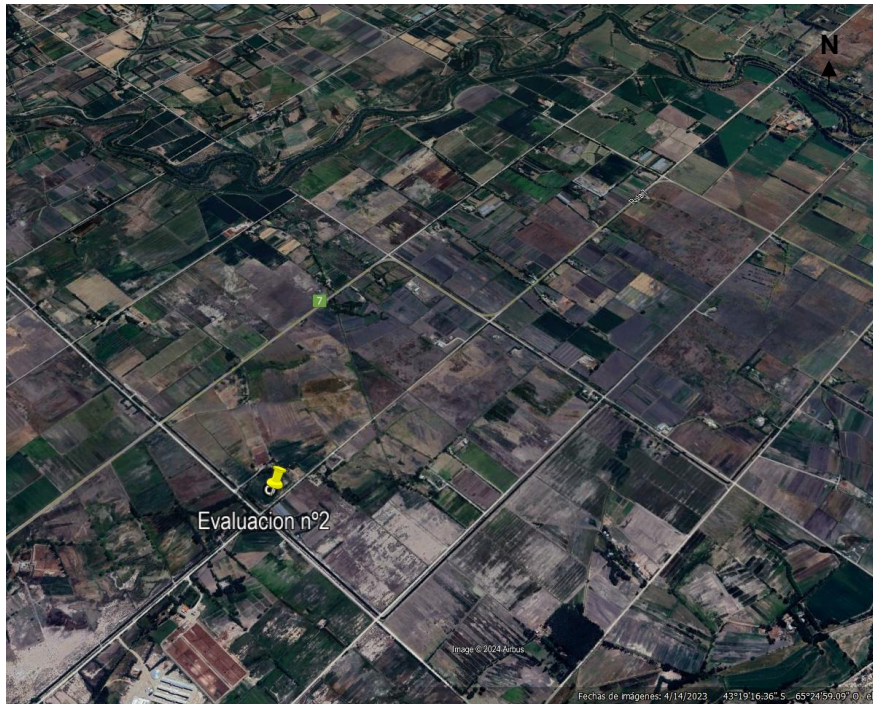


Figura n°3. Imagen satelital chacra evaluada (Segunda evaluación de riego).

La melga evaluada estaba implantada con alfalfa con una densidad media de plantas. Al momento de la realización del ensayo, el cultivo presentaba una altura media de 25 cm, con profundidad de raíces de 100 cm, sobre un suelo de la serie Trelew (Laya, 1981)



Figura n°4. Panorama general del cultivo implantado, evaluación n°2.



5.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y DE DESEMPEÑO DEL RIEGO SUPERFICIAL

5.2.1) **Eficiencia de aplicación (EAP):** Cociente entre el volumen de agua almacenado en el perfil del suelo explorado por las raíces de los cultivos y el volumen de agua que ingreso a la parcela regada.

$$EAP = \frac{\text{Lámina de riego objetivo}}{\text{Lámina de riego aplicada}} = \frac{dr}{da} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

• Lámina de riego objetivo (dr) = Diferencia del contenido de humedad del suelo al momento del riego respecto de la capacidad de campo. La capacidad de campo representa la cantidad de agua que un suelo bien drenado retiene en contra de las fuerzas gravitatorias, ósea la cantidad de agua remanente en el suelo cuando el drenaje descendente ha disminuido significativamente.

• Lámina de riego aplicada (da) = Relación del volumen de agua ingresada a la parcela regada y su superficie

Para estimar este parámetro fue necesario realizar las mediciones de las siguientes variables:

5.2.1.a) Humedad gravimétrica del suelo (%): Se realizó la recolección de muestras del suelo antes del riego y 48 horas después de finalizado, en el caso de la primera evaluación, en cambio en la segunda evaluación, la recolección de muestras, se realizó 72 horas después. Las mismas se obtuvieron con un barreno en cabecera, medio y pie de melga en distintos estratos de suelo (hasta los 100 cm de profundidad). Se colocó cada muestra en cilindros de plásticos de 50 mm de diámetro, anotando el número de tarro, indicando el lugar y la profundidad a la que fue extraída la misma. Luego en laboratorio se pesaron las muestras y se colocaron a estufa (105° C hasta peso constante). Se procedió a pesar nuevamente, una vez enfriada a temperatura ambiente.

La cantidad de agua que contiene cada muestra está dada por:

$$H(\%) = \frac{\text{Peso Suelo humedo} - \text{Peso suelo seco}}{\text{Peso suelo seco}} \times 100\% \quad (2)$$



Figura nº5. A) Elemento para extraer muestras de suelo (barreno); B) Muestras de suelo secadas a estufa.

5.2.1.b) Densidad aparente del suelo (DA, T/m³): Es la relación entre el peso seco de un suelo dividido su volumen. Para este análisis se extrae una muestra de suelo sin disturbar, es decir que se intenta retirar la muestra sin modificar su estructura y porosidad. La muestra se extrae en un cilindro de volumen conocido de acero inoxidable y luego se lo seca en estufa a 105°. Para los horizontes más profundos, la DA se estimó con el software Soil Water Characteristics (SPAW, USDA) a base de datos relevados de textura y materia orgánica de suelo.

5.2.1.c) Volumen de agua que ingrese a la melga: Se calculó a través de la medición periódica de los caudales de ingreso a la melga. Para este procedimiento se debe contar con un aforador, u obra de arte donde se puede aforar en forma precisa. En el presente informe se utilizó un medidor electromagnético de velocidad de agua y se estimó la sección del canal que abasteció la melga.

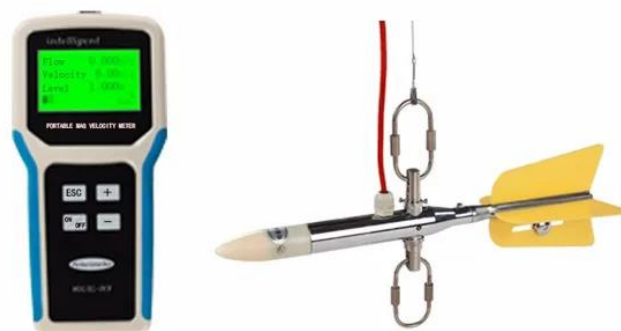


Figura nº6. Medidor electromagnético de velocidad de agua.



En el caso de la evaluación nº1, se aforó por compuerta. Para conocer el caudal se midió el ancho de la compuerta (b), la abertura(a) y la altura de agua (H), que luego se ingresaron a la siguiente fórmula, teniendo en cuenta el funcionamiento de la compuerta libre.

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (3)$$

Donde:

- Q=Caudal que pasa por la compuerta en L/s.
- μ =Coeficiente de gasto.
- a=Abertura de la compuerta. (Se mide desde el fondo del canal al borde inferior de la compuerta en metros.)
- b=Ancho de la compuerta en metros.
- g=Aceleración de la gravedad=9,81m/s².
- H=Altura del nivel del tirante, aguas arriba de la compuerta en metros, desde el centro de la apertura al pelo o nivel de agua.

Determinación de H, cuando la compuerta trabaja libre, H se calcula:

$$H = h_1 - \left(\frac{a}{2}\right) \quad (3.a)$$

Donde:

- h₁=Tirante aguas arriba de la compuerta (carga).
- a=Abertura de compuerta.

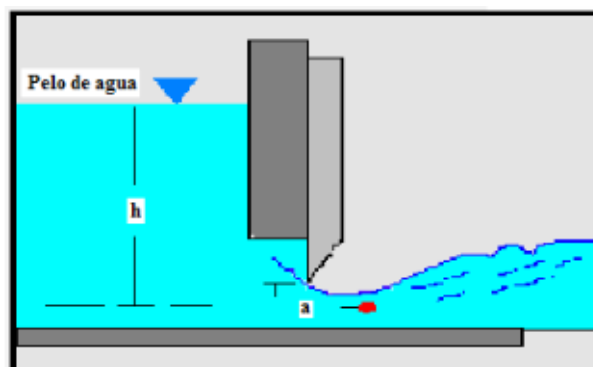


Figura nº7. Esquema compuerta funcionando libre.

5.2.1.d) Dimensiones de la melga: Con cinta métrica se midió el largo y ancho de la melga. Este dato permite transformar el volumen de agua aplicada a la lámina de agua aplicada, es decir los milímetros aplicados en el evento de riego.



Figura n°7.A) Mediciones de la melga.

5.2.2) Eficiencia de distribución: La forma en que el agua se infiltra en el suelo se estima mediante la eficiencia de distribución. Cuanto más parecida sea la cantidad de agua que se ha infiltrado en todos los puntos de la parcela, mayor será la uniformidad en la distribución del agua infiltrada. Siempre deberá procurar que la uniformidad sea la mayor posible, de forma que la totalidad del cultivo reciba una cantidad de agua similar y la producción sea más homogénea. Para estimar este parámetro fue necesario realizar las mediciones de las siguientes variables:

5.2.2.a) Tiempo de avance y receso del frente de agua: A tal efecto se dividió la longitud total de la parcela evaluada en diez partes de igual longitud y en cada una de ellas se coloca una estaca de madera, indicadora de cada estación de medición del avance y receso. Luego de iniciarse el riego se registró en cada estación el tiempo acumulado de avance y receso del frente de agua.



Figura n°8: A) Ingreso de agua por canal distribuidor en cabecera B) Avance del agua en una de las melgas evaluada.



5.2.2.b) Velocidad de infiltración: “Es la velocidad con la que el agua penetra en el suelo a través de su superficie. Normalmente se lo expresa en mm/h y su valor máximo coincide con la conductividad hidráulica del suelo saturado.”²

La velocidad de infiltración no es uniforme, tiende a disminuir mientras transcurre el tiempo desde que comienza la aplicación de agua en el suelo. Si se grafican las velocidades registradas en función del tiempo transcurrido, se obtendrá una curva que puede ser adecuadamente descrita mediante el modelo potencial de la ecuación nº4:

$$I = at^b \quad (4)$$

Donde:

I=Velocidad de infiltración, expresada en mm/h, cm/h, etc.

t=Tiempo de infiltración, expresada en minutos, horas.

a=Coficiente que representa la velocidad de infiltración por el intervalo inicial de tiempo.

b=exponente adimensional que varía de acuerdo a las características del suelo entre 0 y -1.

Método para la obtención de velocidad de infiltración:

Las pruebas se realizaron enterrando dos anillos metálicos concéntricos, asegurándose de introducirlo por lo menos 20 cm de profundidad. Se llenaron ambos con agua y se midió la tasa de descenso de esta agua en el anillo interior, mediante una regla graduada 1en la pared del mismo. A través del procesamiento de datos se obtuvo una curva de velocidad de infiltración. Se realizó una determinación en la cabecera y otra en el pie de la melga. Con esta información se pudo estimar la lámina de agua ingresada al suelo en cada punto en función del tiempo de oportunidad (en Anexo se adjuntan los resultados).



Figura nº9. Infiltrómetro de doble anillo.

² www.prosap.gov.ar, medición de la infiltración en el suelo mediante infiltrómetros de doble anillo).



5.2.3) Momento oportuno del riego: Representa la humedad óptima del suelo en la cual se debería iniciar un nuevo riego. Este indicador se calcula en función del cultivo y del tipo de suelo. Para estimar este parámetro fue necesario realizar estimaciones de las siguientes variables:

5.2.3.a) Agua Disponible total (ADT) (mm): La disponibilidad de agua en el suelo se refiere a la capacidad de un suelo de retener el agua disponible para las plantas. Después de una lluvia importante o riego, el suelo comenzará a drenar agua hasta alcanzar la **capacidad de campo**.

En ausencia de una fuente de agua, el contenido de humedad en la zona radicular del cultivo se reducirá por evapotranspiración (combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo). A medida que aumenta el consumo de agua, el agua remanente será retenida con mayor fuerza por las partículas del suelo, lo que reducirá su energía potencial y hará más difícil su extracción por las plantas. Eventualmente, se alcanzará un punto donde el cultivo no podrá extraer el agua remanente. En este momento la extracción de agua será nula y se habrá alcanzado el **punto de marchitez permanente**. El punto de marchitez permanente es el contenido de humedad en el suelo en el cual las plantas se marchitan permanentemente.”¹

Para los horizontes superficiales se tomaron muestras de suelo sin disturbar en cilindros de acero inoxidable y para los horizontes más profundos se tomaron muestras de suelo disturbadas. Las muestras se enviaron a laboratorio donde se realizaron los análisis pertinentes.

El agua disponible en la zona radicular será la diferencia entre los contenidos de humedad a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente:

$$ADT = 1000(\theta_{fc} - \theta_{wp}) \cdot Z_r \quad (4)$$

Donde:

-ADT=Total del agua disponible en la zona radicular del suelo (mm).

- θ_{fc} =Contenido de humedad a capacidad de campo ($m^3 \cdot m^{-3}$).

- θ_{wp} =Contenido de humedad en el punto de marchitez permanente ($m^3 \cdot m^{-3}$)

- Z_r =Profundidad de las raíces (m).

¹ Evapotranspiración del cultivo: Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos (Estudio FAO Riego y drenaje)-Capítulo 8-Pág 161.



$$ADT = 1000(\theta_{fc} - \theta_{wp}) \cdot Z_r \quad (4)3.b)$$

$$AFA = p \cdot ADT \quad (5)$$

Donde:

-AFA=Agua fácilmente aprovechable (extraíble) de la zona radicular del suelo (mm).

-p= Fracción promedio del total de agua disponible en el suelo (ADT) que puede ser agotada de la zona radicular antes de presentarse estrés hídrico. Este valor varía de un cultivo a otro y puede ser obtenido del cuadro 22, Manual FAO RIEGO Y DRENAJE.

Otras variables estimadas:

Pendiente de la melga (%): Con nivel óptico, se tomaron los niveles topográficos en cada una de las estacas utilizadas para medir avance y receso. Luego se procesó la información y se definió la pendiente media de la melga.

6. RESULTADOS

6.1. EVALUACIÓN N° 1:

Suelo:

Se identificaron 5 horizontes con características particulares. En la tabla n°1 se muestran los espesores de los horizontes, el contenido de arcilla, limo, arena, materia orgánica y la clase textural obtenida mediante software Soil water characteristics.

Tabla n°1. Característica del suelo

Espesor horizonte (cm)	Arcilla(%)	Limo(%)	Arena(%)	%MO	Clase textural
0-10	26.14	51.73	22.12	3.10	Franco limoso
10-29	33.29	57.51	9.20	2.22	Franco arcillo limoso
29-59	28.30	69.74	1.96	0.69	Franco arcillo limoso
59-83	14.31	54.85	30.84	0.31	Franco limoso
83-100	6.90	34.82	58.28	0.24	Franco arenoso

Caracterización general del evento de riego:

La aplicación del agua en la melga comenzó a las 07:50 hs y finalizó a las 11:20 hs, acumulando un tiempo de entrega de agua (tiempo de riego) de 3 horas con 30 minutos.

Eficiencia de aplicación y sus variables asociadas:

-Humedad gravimétrica del suelo (%) y láminas de agua (mm):

En la tabla n°2 se presentan los datos de humedad de suelo antes del riego y después del riego calculados mediante la ecuación n°2, teniendo en cuenta la metodología de extracción de muestra de suelo antes mencionada. También se puede observar el



contenido de agua a capacidad de campo (CC), obtenidos a base de ensayos de laboratorio. El valor de cc adoptado, fue el valor que resulto mayor de los obtenidos en campo (humedad después del riego) y en laboratorio. A su vez se indica la lámina óptima que hubiera sido adecuado reponer en el evento de riego.

Tabla n°2. Descripción de los distintos contenidos hídricos.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	Humedad antes del riego (%)	Humedad después del riego (%)	CC laboratorio (%)	CC adoptada (%)	Lámina a reponer en evento (mm)
1	0.1	24.22	44.43	43.9	44.43	23.59
2	0.19	20.81	38.20	43.5	43.50	52.16
3	0.3	24.15	32.38	45.00	45.00	73.80
4	0.24	22.34	32.03	44.83	44.83	86.35
5	0.17	21.07	25.36	23.12	25.36	11.80
					Total	247.69

Volumen de agua que ingreso a la melga:

Para averiguar los caudales y volúmenes ingresados se aforó en la entrada a la melga. El aforo se realizó en la compuerta existente en la parcela, midiendo apertura de la compuerta(a), ancho de la compuerta(b) y tirantes aguas arriba y aguas abajo de la misma, para el cálculo del caudal se utilizó la ecuación n°3, mencionada en la metodología (estos datos se adjuntan en anexos)

El volumen total de agua aplicado a la melga surgió de multiplicar el caudal medio por el tiempo de riego, y dio como resultado **917m³**. **La lámina aplicada**, que surgió de relacionar el volumen aplicado y la superficie de la melga (3300m²), fue de **277,88mm**.

Eficiencia de aplicación: **La eficiencia de aplicación, que relaciona la lámina objetivo con la lámina aplicada, fue de 89,14%**. Este valor debe analizarse en conjunto con el valor de eficiencia de distribución, indicador que se mostrara a continuación.

Eficiencia de distribución y sus variables asociadas

Avance, receso y tiempo de oportunidad:

El tiempo de oportunidad, se define como el periodo en que el agua está en contacto con el suelo en un punto determinado. Se estima calculando la diferencia entre el tiempo que el agua demora en llegar y tocar dicho punto (Tavance) y el tiempo en que el agua desaparece de la superficie (Treceso). En este caso, la melga se dividió longitudinalmente en 11 puntos y se registraron y calcularon estos valores (Tabla n°3).



Tabla nº3. Tiempos de avance, receso y oportunidad.

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Tiempo avance (min)	Tiempo receso (min)	Tiempo de oportunidad (min)
Cabecera	0	3	250	247
1	11	20	385	365
2	22	36	320	284
3	33	57	255	198
4	44	85	320	235
5	55	110	370	260
6	66	133	280	147
7	77	157	290	133
8	88	175	293	118
9	99	193	285	92
10(Pie)	110	215	312	97

Se observa que existen grandes diferencias entre los tiempos de oportunidad en los puntos cercanos a la cabecera de la melga y los puntos en la zona del pie de la melga.

La cantidad de agua necesaria alcanzó gran parte de la melga, pero aparece una zona en donde el agua percoló por debajo de la zona de las raíces. Esta información se muestra se detalla en el gráfico nº1.

Tabla nº4. Excesos y déficit a lo largo de la melga.

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Lámina acumulada (mm)	Lámina percolada (mm)	Déficit (mm)
Cabecera	0	303	55	0
1	11	341	93	0
2	22	316	68	0
3	33	283	36	0
4	44	298	51	0
5	55	308	60	0
6	66	259	12	0
7	77	252	4	0
8	88	243	0	-4.98
9	99	225	0	-22.44
10 (Pie)	110	229	0	-18.83

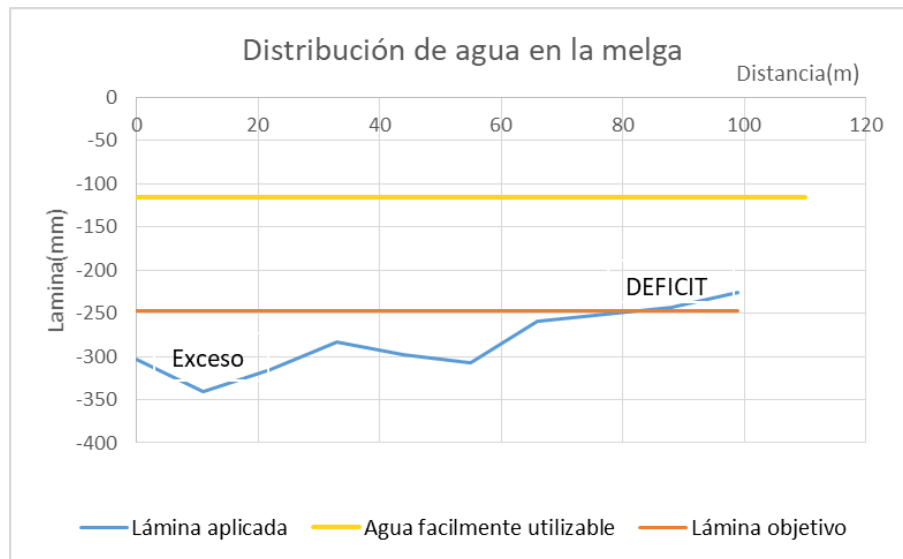


Gráfico n°1. Distribución de agua en la melga.

A partir de esta información se calculó la **Eficiencia de distribución** que relaciona la lámina aplicada con la lámina promedio infiltrada en los cuatro puntos de la melga que menos agua recibieron. **Este valor fue de 83,59%.**

Por lo tanto se puede decir, que la eficiencia de aplicación ($AE=89,14\%$) muestra un valor muy bueno para el sistema de riego evaluado, al igual que el parámetro correspondiente a la uniformidad de distribución ($ED=83,59\%$). La lámina requerida (247,69 mm) fue similar a la lámina aplicada (277,88 mm), por lo tanto el margen para mejorar los indicadores de desempeño es estrecha.

Momento oportuno de riego:

Agua en el suelo:

En la tabla n°5 se presentan los datos de Agua disponible en el suelo (AD), definida como la lámina que el suelo puede acumular entre los puntos de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP), el agua fácilmente utilizable (AFU) y la lámina objetivo.

Tabla n°5. Láminas de agua en el suelo.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	DA (T/m^3)	AD (mm)	AFU teórica (mm)	Lámina a reponer en evento (mm)
1	0.10	1.17	12.06	7.24	23.59
2	0.19	1.21	22.98	13.79	52.16
3	0.3	1.18	43.53	26.12	73.80
4	0.24	1.60	71.54	42.92	86.35
5	0.17	1.62	42.02	25.21	11.80
Total			192.13	115.28	247.69

-Los 115 mm de AFU representa el agua que el cultivo debería consumir para iniciar un nuevo riego, considerando que se parte de la condición de un suelo a capacidad de



campo. En la comparación entre AFU y la lámina a reponer en evento, se observa una diferencia de 132,41 mm. Esto indica que se inició el riego cuando el cultivo estaba atravesando un déficit hídrico.

En la tabla nº6 se muestra la información en términos de porcentaje de humedad gravimétrica de suelo.

Tabla nº6. Humedad gravimétrica del suelo para diferentes estados hídricos.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	Humedad antes del riego(%)	AFU(%)	PMP (%)
1	0.10	24.22	38.51	34.10
2	0.19	20.81	38.00	33.50
3	0.30	24.15	38.24	32.70
4	0.24	22.34	34.58	26.20
5	0.17	21.07	15.96	10.1
	Total	112.59	165.29	136.60

-Los valores de PMP que se observan en de la tabla nº6, son los obtenidos en laboratorio.

6.2. EVALUACIÓN Nº 2:

Suelo:

Se identificaron 4 horizontes con características particulares. En la tabla nº 7 se muestran los espesores de los horizontes, el contenido de arcilla, limo, arena, materia orgánica de suelo y la clase textural obtenida mediante software Soil water characteristics.

Tabla nº7. Característica del suelo

Espesor horizonte (cm)	Arcilla(%)	Limo(%)	Arena(%)	%MO	Clase textural
0-10	33.96	36.77	29.27	4.33	Franco arcilloso
.10-35	20.95	41.26	37.78	1.81	Franca
35-65	2.76	12.72	84.52	0.16	Franco arenoso
65-100	4.23	7.83	87.94	0.40	Arenosa

Caracterización general del evento de riego:

La aplicación del agua en la melga comenzó a las 06:30 hs y finalizó a las 16:40 hs, acumulando un tiempo de entrega de agua (tiempo de riego) de 10 horas con 10 minutos.

Eficiencia de aplicación y sus variables asociadas:

-Humedad gravimétrica del suelo (%) y láminas de agua (mm):



En la tabla nº8 se presentan los datos de humedad de suelo antes del riego, después del riego y a capacidad de campo. Esta última se calcula a base de ensayos de laboratorio. También se puede observar la lámina óptima que hubiera sido adecuado reponer en el evento de riego.

Tabla nº8. Descripción de los distintos contenidos hídricos.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	Humedad antes del riego(%)	Humedad despues del riego (%)	CC laboratorio (%)	CC adoptada (%)	Lámina a reponer en evento (mm)
1	0.1	20.75	43.03	43.9	43.9	27.8
2	0.25	19.39	40.78	34.2	40.8	71.5
3	0.3	21.07	39.19	12.5	39.2	64.7
4	0.35	20.14	36.07	11	36.1	85.8
					Total	249.8

Volumen de agua que ingreso a la melga:

En esta evaluación, el agua ingresaba por dos puntos. Para medir se generó una sección transversal regular en el banco del canal (por donde ingresaba agua) y se tomaron ahí las velocidades, para obtener luego los caudales y volúmenes. En el gráfico nº2 se pueden observar los caudales obtenidos.

El volumen total de agua aplicado a la melga surgió de multiplicar el caudal medio por el tiempo de riego, y dio como resultado **1508,11 m³**. **La lámina aplicada**, que surgió de relacionar el volumen aplicado y la superficie de la melga (3683m²), **fue de 409 mm**.

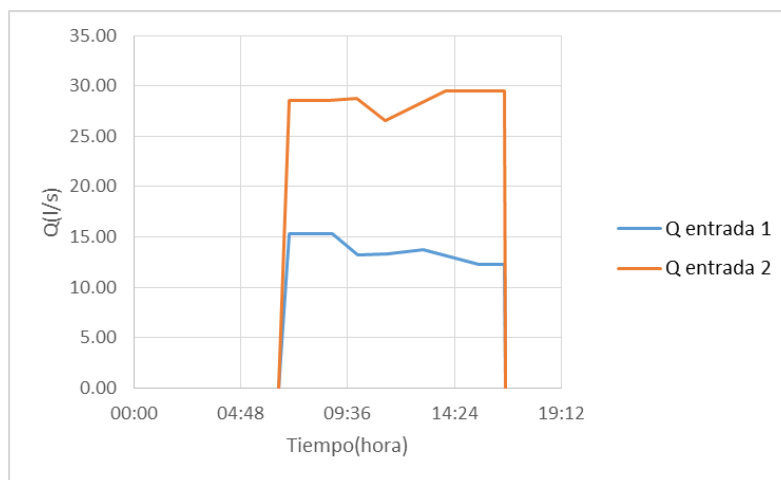


Gráfico nº2: Hidrograma de los caudales circulantes antes de ingresar a la melga

Eficiencia de aplicación: **La eficiencia de aplicación, que relaciona la lámina objetivo con la lámina aplicada, fue del 61%**. Este valor debe analizarse en conjunto con el valor de eficiencia de distribución, indicador que se mostrara a continuación.



Eficiencia de distribución y sus variables asociadas

Avance, receso y tiempo de oportunidad:

El tiempo de oportunidad, como se mencionó anteriormente en la metodología, se estima calculando la diferencia entre el tiempo que el agua demora en llegar y tocar dicho punto (T_{avance}) y el tiempo en que el agua desaparece de la superficie (T_{receso}). En este caso, la melga se dividió longitudinalmente en 11 puntos y se registraron y calcularon estos valores (Tabla n°9).

Tabla n°9. Tiempos de avance, receso y oportunidad.

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Tiempo avance (min)	Tiempo receso (min)	Tiempo de oportunidad (min)
Cabecera	0	0	662	662
1	12.7	18	768	750
2	25.4	40	861	821
3	38.1	120	690	570
4	50.8	210	705	495
5	63.5	270	861	591
6	76.2	340	700	360
7	88.3	480	715	235
8	101.6	594	690	96
9	114.3	660	695	35
10 (Pie)	127.0	710	810	100

Se observa que existen grandes diferencias entre los tiempos de oportunidad en los puntos cercanos a la cabecera de la melga y los puntos en la zona del pie de la melga. Estas diferencias definen asimetrías en la lámina de agua infiltrada y definen puntos donde el agua percola en profundidad y zonas donde no se logra reponer la lámina objetivo. Esta información se muestra en la tabla n°10 y se detalla en el gráfico n°3.

Tabla n°10. Excesos y déficit a lo largo de la melga.

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Lámina acumulada (mm)	Lámina percolada (mm)	Déficit (mm)
Cabecera	0	510	260	0
1	12.7	532	282	0
2	25.4	549	299	0
3	38.1	484	234	0
4	50.8	461	211	0
5	63.5	490	240	0
6	76.2	413	163	0
7	88.3	356	0	106
8	101.6	261	0	11
9	114.3	184	0	-66
10 (Pie)	127.0	265	0	15

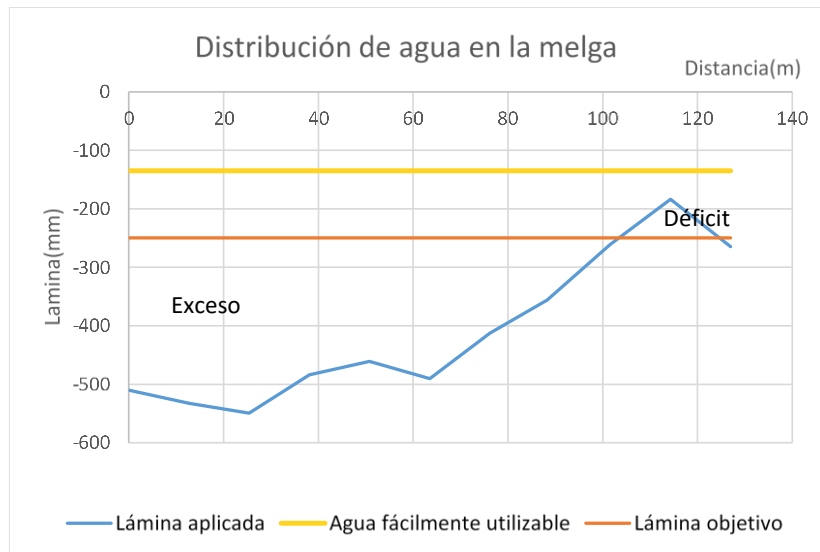


Gráfico n°3. Distribución de agua en la melga.

A partir de esta información se calculó la **Eficiencia de distribución** que relaciona la lámina aplicada con la lámina promedio infiltrada en los cuatro puntos de la melga que menos agua recibieron. **Este valor fue de 57,75%**. Es decir que el agua se distribuyó de manera poco uniforme en los diferentes puntos de la melga.

Momento oportuno de riego:

Agua en el suelo:

En la tabla n°11 se presentan los datos de Agua disponible en el suelo (AD), definida como la lámina que el suelo puede acumular entre los puntos de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP), el agua fácilmente utilizable (AFU) y la lámina objetivo.

Tabla n°11. Láminas de agua en el suelo.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	DA (T/m ³)	AD (mm)	AFU teórica (mm)	Lámina a reponer en evento (mm)
1	0.10	1.20	14.17	8.50	27.81
2	0.25	1.34	60.06	36.04	71.46
3	0.30	1.19	64.73	38.84	64.73
4	0.35	1.54	85.83	51.50	85.83
Total			224.79	134.88	249.83

-Los 134 mm de AFU representa el agua que el cultivo debería consumir para iniciar un nuevo riego, considerando que se parte de la condición de un suelo a capacidad de campo. En la comparación entre AFU y lámina objetivo, se observa una diferencia de 114,95 mm. Esto indica que se inició el riego cuando el cultivo estaba atravesando un déficit hídrico.



En la tabla nº12 se muestra la información en términos de porcentaje de humedad gravimétrica de suelo.

Tabla nº12. Humedad gravimétrica del suelo para diferentes estados hídricos.

Horizonte	Espesor horizonte (m)	Humedad antes del riego(%)	AFU(%)	PMP (%)
1	0.10	20.75	37.41	32.10
2	0.25	19.39	30.89	22.80
3	0.30	21.07	29.23	21.07
4	0.35	20.14	27.31	20.14
	Total	81.35	124.84	96.12

-Los valores de PMP de la tabla nº12, para los horizontes 3 y 4, los cuales se utilizaron para calcular los valores de AD que se visualizan en la tabla nº11, corresponden a la humedad de la muestra secada en estufa, los cuales son mucho mayores que los valores de PMP determinados en laboratorio. Estos datos surgieron debido a que la muestra tomada era arenosa, lo que no refleja la realidad de toda la melga, ya que el horizonte arenoso varía según su profundidad.

7. SIMULACIONES:

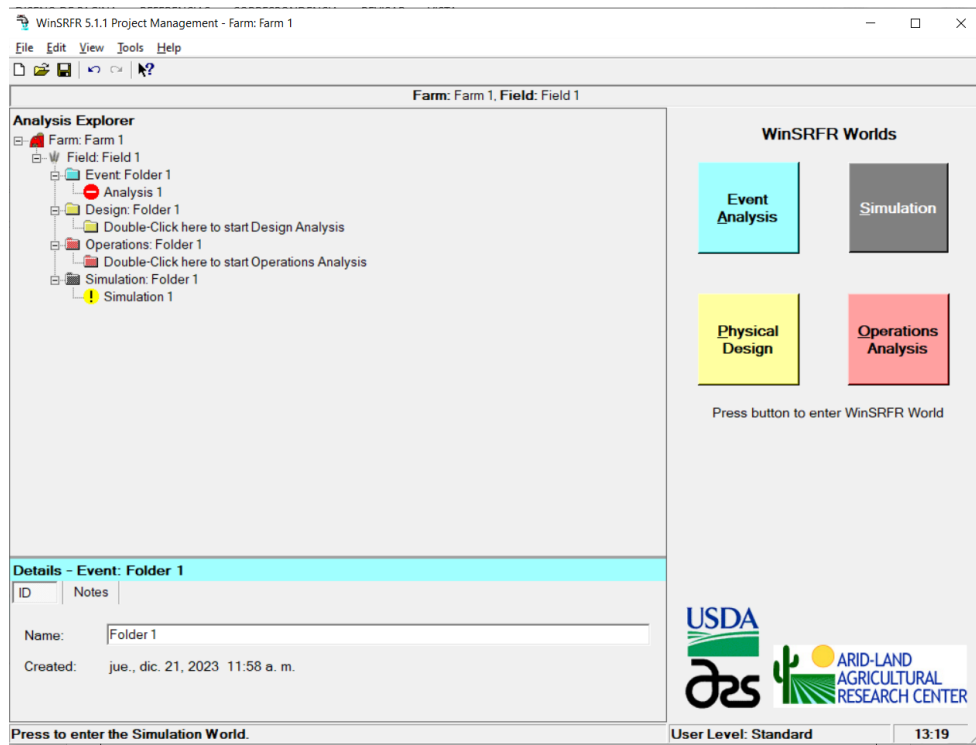
Se realizaron simulaciones en el software WinSRFR (USDA), versión 5.1. Este software es una herramienta de análisis hidráulico para sistemas de riego superficial. En el presente informe, se utilizó para elaborar escenarios de optimización.

La funcionalidad de este modelo se divide en cuatro módulos:

- 1) Evaluación (Event analysis): Evalúa la performance del riego según datos de campo y estima los parámetros de infiltración necesarios para la evaluación, simulación diseño y operación.
- 2) Diseño físico (Physical desing): Optimiza el diseño físico de melgas y surcos, especialmente en su largo y ancho. Otros parámetros de riego como caudal y tiempo pueden calcularse.
- 3) Análisis operativo (Operations Analysis): Optimiza la operación del riego para surcos y melgas, calculando el caudal y tiempo de corte.
- 4) Simulación (Simulation): Simula el riego brindando información de todos sus parámetros de desempeño.

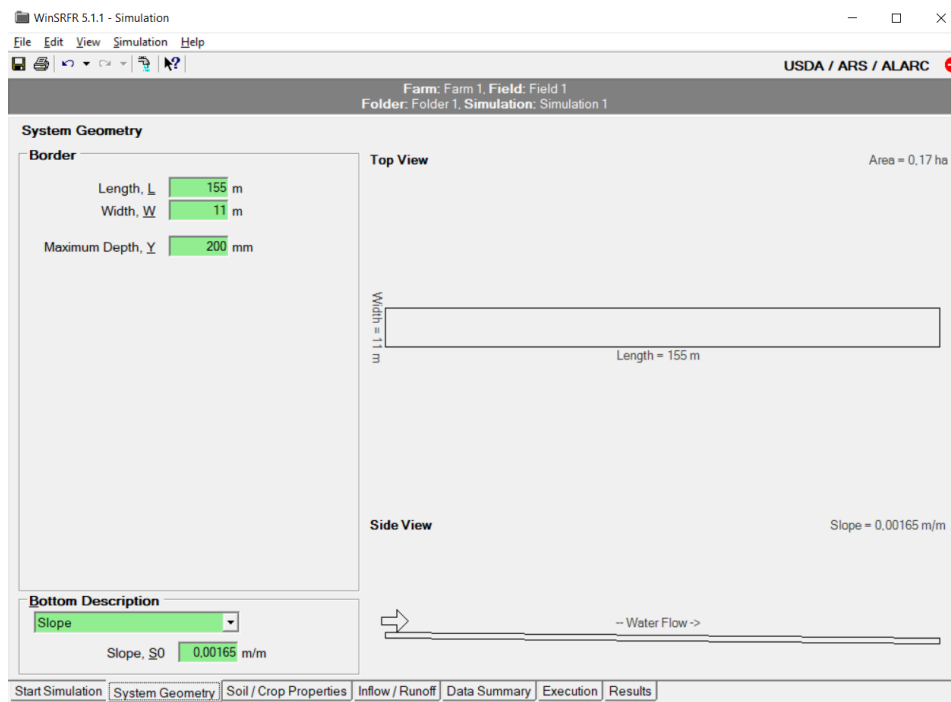


Software WinSRFR:



Los datos de entrada de este programa son los obtenidos de la evaluación en campo.

Ingreso de datos geométricos de la melga:





Optimización del riego:

El modelo permite dos formas de optimizar el riego: mediante el ajuste del tiempo de riego y/o caudal de entrada (módulo Análisis Operacional) o mediante el ajuste de las dimensiones de las melgas (módulo de Diseño Físico).

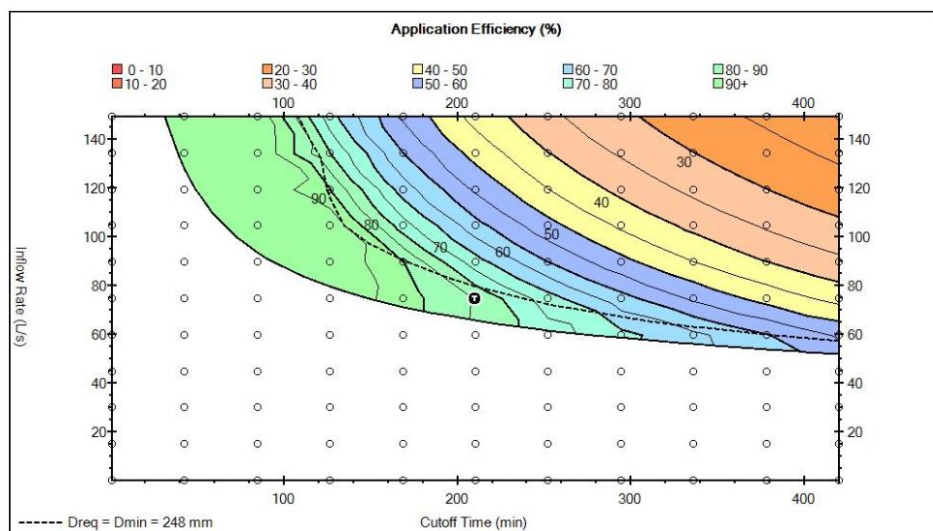
Para las evaluaciones estudiadas en el presente informe se utilizó la Optimización por ajuste del tiempo de riego, mediante la opción “Análisis Operacional”, la cual permite optimizar el tiempo de riego en función del caudal usado. Maximiza la eficiencia de aplicación, cumpliendo con la condición: lámina mínima infiltrada igual a la requerida.

A continuación se muestran simulaciones realizadas:

Evaluación nº1

Escenario de optimización:

A partir del análisis de la figura que se muestra a continuación, en donde se plantean distintas alternativas de mejora de la AE (eficiencia de aplicación), se eligieron nuevos caudales y tiempos de riego.



Los parámetros de manejo del escenario optimizado propuesto fueron los siguientes:

Input Parameters - Solution Model: Zero-Inertia

System Geometry - Border, No Drainback, Blocked End
Slope defined by Elevation Table Average Slope = 0,00136 m/m
Length = 110 m Area = 0,33 ha
Width = 30 m
Depth = 300 mm

Infiltration - Kostiakov Formula: $Z = k \cdot T^a$

$k = 124,365 \text{ mm/hr}^a$
 $a = 0,700$

Roughness - Manning n
Manning n = 0,2

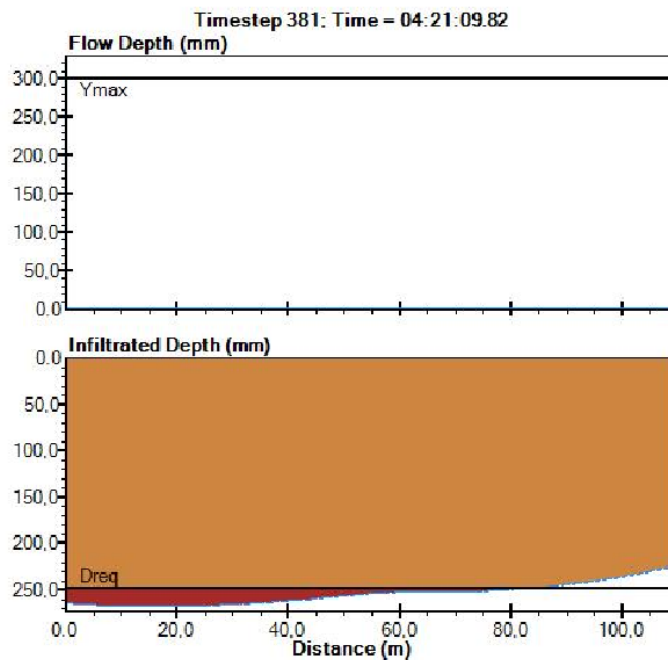
Border Inflow - Standard Hydrograph
Border Inflow Rate = 90,5 L/s
Cutoff Time = 154 min

No Cutback

Required Depth = 248 mm
Unit Water Cost = 0,00 \$/ML



Los cambios propuestos para mejorar la AE en algunos puntos, en un contexto de buenos indicadores previos de desempeño, fueron de caudal (de 74,6 l.s-1 a 90 l.s-1) y tiempo de riego (de 210 minutos a 154 minutos). Este nuevo escenario configuró la siguiente simulación, en donde se observan cambios favorables en la calidad del evento de riego, disminuyendo la percolación profunda en cabecera y mejorando el almacenaje de agua en el pie de la melga.



Por último, se muestran los parámetros de performance del escenario optimizado, observándose mejoras en la AE, con una diferencia de 12% respecto a la situación inicial. La distribución del agua en la melga también mejoró, alcanzando una $DUI_q=0,94$ (diferencia de 0,14).

Performance Indicators (from Simulation)

Hydraulic Summary

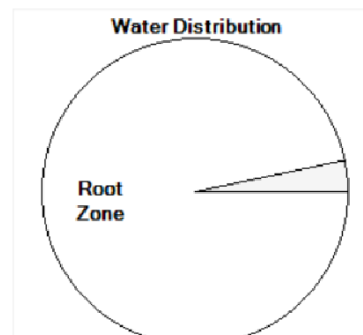
Dapp = 253 mm	Dinf = 253 mm	Dro = 0 mm
Ddp = 8 mm	Dmin = 222 mm	Dlq = 238 mm
Tco = 154 min	TL = 124,8 min	XR = 1,23
Xmax = 110 m	Ymax = 95 mm	Verr% = -0,01 %

Efficiency & Uniformity Indicators

AE = 97 %	RE = 99 %
DUmin = 0,87	ADmin = 0,89
DUIq = 0,94	ADlq = 0,96

Costs

Total = 0,00 \$/ha	DP% = 3 %
DP = 0,00 \$/ha	RO% = 0 %
RO = 0,00 \$/ha	

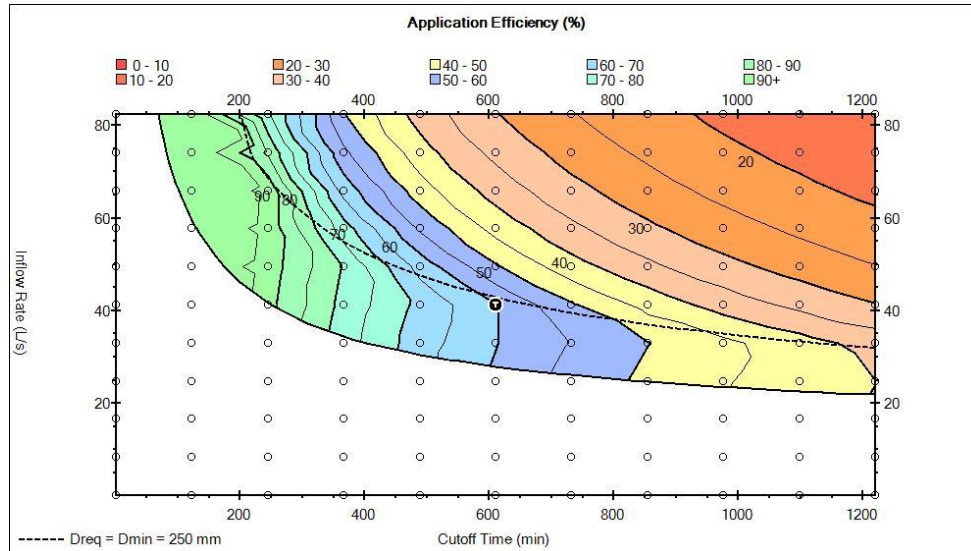




Evaluación n°2

Escenario de optimización:

A partir del análisis de la figura que se muestra a continuación, en donde se plantean distintas alternativas de mejora de la AE, se eligieron nuevos caudales y tiempos de riego.



Los parámetros de manejo del escenario de optimización propuesto fueron los siguientes:

Input Parameters - Solution Model: Zero-Inertia

System Geometry - Border, No Drainback, Blocked End

Slope defined by Elevation Table Average Slope = 0,00165 m/m
Length = 127 m Area = 0,37 ha
Width = 29 m
Depth = 300 mm

Infiltration - Kostiakov Formula: $Z = k \cdot T^a$

$k = 106,813 \text{ mm/hr}^a$
 $a = 0,650$

Roughness - Manning n

Manning n = 0,2

Border Inflow - Standard Hydrograph

Border Inflow Rate = 63 L/s
Cutoff Time = 300 min

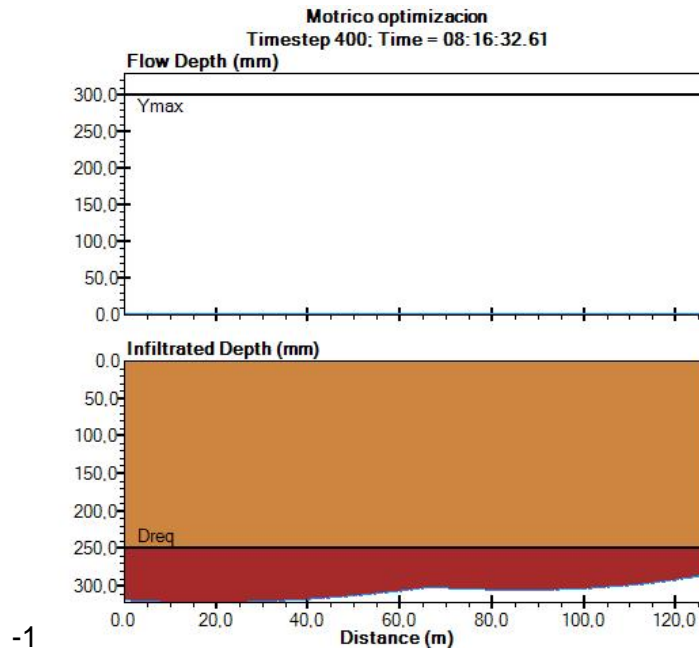
No Cutback

Required Depth = 250 mm
Unit Water Cost = 30,00 \$/ML

Los cambios propuestos fueron un aumento del caudal (de 41,2 l.s-1 a 63 l.s-1) y una disminución del tiempo de riego (de 610 minutos a 300 minutos). Este nuevo escenario configuró la siguiente simulación, en donde se observan cambios favorables en la



calidad el evento de riego, disminuyendo la percolación profunda en cabecera y mejorando el almacenaje de agua en el pie de la melga.



Por último, se muestran los parámetros de performance del escenario optimizado, observándose mejoras en la AE, con una diferencia de 21% respecto a la situación inicial. La distribución del agua en la melga también mejoró, alcanzando una $DUIq = 0,96$ (diferencia de 0,33).

Performance Indicators (from Simulation)

Hydraulic Summary

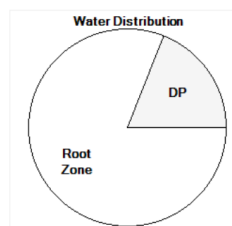
Dapp = 308 mm	Dinf = 308 mm	Dro = 0 mm
Ddp = 59 mm	Dmin = 283 mm	Dlq = 296 mm
Tco = 300 min	TL = 228,8 min	XR = 1,31
Xmax = 127 m	Ymax = 116 mm	Verr% = -0,01 %

Efficiency & Uniformity Indicators

AE = 81 %	RE = 100 %
DUmin = 0,92	ADmin = 1,13
DUIq = 0,96	ADlq = 1,19

Costs

Total = 92,37 \$/ha	DP% = 19 %
DP = 17,60 \$/ha	RO% = 0 %
RO = 0,00 \$/ha	



Conclusiones finales sobre las evaluaciones de riego:

En los casos evaluados, los cambios propuestos de aumento del caudal y la disminución de los tiempos de riego, favorecieron la calidad del evento, tanto en la AE como en la $DUIq$. Para lograr estos escenarios optimizados, es necesario tener una buena infraestructura hídrica tanto dentro (canales internos) como fuera de la chacra (canal comunero) que abastezca la cantidad adecuada de agua por unidad de tiempo. Con las obras realizadas en el canal comunero, sobre todo en la cabecera, se pretende mejorar la conducción del agua hasta el ingreso a las chacras, disminuyendo la infiltración, lo cual permitirá garantizar mayores caudales instantáneos que beneficien la performance de los eventos de riego.



VALORACIONES DE LAS ACTIVIDADES

Las prácticas profesionales supervisadas han resultado una etapa más de formación como futura profesional, una experiencia constructiva y satisfactoria. Fue una oportunidad para poder relacionarme con temas que no eran tan familiares para mí o que conocía a partir de la teoría en la universidad, pero me faltaba interiorizarme en la práctica. También tuve como desafío trabajar en equipo con ingenieros de otras especialidades, lo cual creo que fue lo más importante que aprendí en esta etapa.

En esta práctica realicé trabajos de campo en chacras, tuve la oportunidad de ejecutar el procesamiento de las muestras de suelo en el laboratorio de EEA INTA Chubut y también adquirí conocimientos sobre una herramienta muy útil de análisis hidráulico, el cual fue, el software WinSRFR (USDA). A su vez pude comprender la importancia de llevar a cabo evaluaciones de desempeño de riego en parcelas, para conocer la calidad de los riegos, comprobar si se cumplen o no los objetivos que se pretenden conseguir, y poder proponer escenarios de mejora para el óptimo uso del agua.

Por último queda destacar que trabajar en un proyecto de una institución como el INTA, me ayudo a entender su funcionamiento y la importancia de esta entidad para el sector agropecuario ya que desarrolla un amplio rango de actividades que van desde la investigación hasta la extensión.

BIBLIOGRAFÍA:

- ❖ Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos (Estudios FAO Riego y drenaje).
- ❖ Evaluación de desempeño en riego por superficie. Ing.(Ms Cs) Morábito Jose. Ing.Schilardi Carlos.
- ❖ Introducción y diseño del riego por superficie. Ing. Agro.(Ms Cs) José Morábito
- ❖ Manual de riego para Agricultores: módulo 2. Riego por superficie / Autores: Rafael Fernández Gómez... [et.al.]. — Sevilla : Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, D.L. 2010.
- ❖ Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego-Métodos de riego: Fundamentos, usos y adaptaciones. Autor:Pablo E. Demin.(INTA).
- ❖ Principios básicos del riego por superficie. Autores: Dr.Ing. Agrónomo José M. Faci Gonzalez-Dr.Ing. Agrónomo Enrique Playan Jubillar.
- ❖ Protocolo para la evaluación de riego por superficie."Escuela y laboratorio móvil de irrigación" (Prosap).
- ❖ Informe de avance 4-Modulo B:Intrapredial-Ing.Lucas Díaz (INTA).



ANEXOS

Evaluación de riego nº1:

Datos:

Serie Suelo (Laya)	Complejo Bryn Gwyn	
Cultivo	Alfalfa	
Estado de cultivo		
Densidad	Alta	
Altura	35 cm	
Observaciones		
N.º melgas evaluadas	1	
N.º melgas regadas	1	
	Tiempo	Hora
INICIO riego	0	07:50:00
CORTE riego		11:20:00
Tap		3.5
		03:30:00
Dimensiones melga		
Largo	110	
Ancho	30	
Superficie	3300	

Muestras de humedad:

Muestreo Humedad Antes del riego (2nxHorizontexUbicacion)								
N.º tarro	Horizonte	Ubicación	Suelo H + tarro (gr)	Peso suelo H (gr)	Suelo seco + tarro (gr)	Peso suelo seco (gr)	Peso tarro (gr)	%H
520	0-10	Cabecera	135.9	127.9	111.11	103.11	8	24.04
522	0-10	Medio	119.9	111.6	95.9	87.6	8.3	27.40
509	0-10	Pie	114.9	106.8	96.2	88.1	8.1	21.23
521	10-29	Cabecera	153.2	144.9	126.8	118.5	8.3	22.28
510	10-29	Medio	124.6	116.4	98.7	90.5	8.2	28.62
501	10-29	Pie	133.1	124.9	120.2	112	8.2	11.52
506	29-59	Cabecera	136.9	128.9	103.5	95.5	8	34.97
505	29-59	Medio	122.2	114	95.5	87.3	8.2	30.58
507	29-59	Pie	137	128.9	128.7	120.6	8.1	6.88
504	59-83	Cabecera	139.4	131.4	112	104	8	26.35
523	59-83	Medio	124.4	116.4	94.7	86.7	8	34.26
508	59-83	Pie	150.6	142.4	142	133.8	8.2	6.43
503	83-100	Cabecera	133.8	125.8	120.6	112.6	8	11.72
502	83-100	Medio	114.6	106.5	87.1	79	8.1	34.81
524	83-100	Pie	120.6	112.6	104.5	96.5	8	16.68

Muestreo Humedad despues del riego (2nxHorizontexUbicacion)								
N.º tarro	Horizonte	Ubicación	Suelo H + tarro (gr)	Peso suelo H (gr)	Suelo seco + tarro (gr)	Peso suelo seco (gr)	Peso tarro (gr)	%H
621	0-10	Cabecera	161.7	151.8	113.1	103.2	9.9	47.09
625	0-10	Medio	148.4	138.6	104.2	94.4	9.8	46.82
578	0-10	Pie	150.8	140.5	111.1	100.8	10.3	39.38
617	10-29	Cabecera	158.1	148.1	116.2	106.2	10	39.45
576	10-29	Medio	155.2	145.2	113.8	103.8	10	39.88
638	10-29	Pie	136.9	127	103.8	93.9	9.9	35.25
579	29-59	Cabecera	171.2	161.3	122.6	112.7	9.9	43.12
636	29-59	Medio	162.4	152.4	118.5	108.5	10	40.46
640	29-59	Pie	174.9	165	155.2	145.3	9.9	13.56
572	59-83	Cabecera	171.6	160.9	122.6	111.9	10.7	43.79
892	59-83	Medio	167.2	157.3	120.6	110.7	9.9	42.10
571	59-83	Pie	148	138.1	135.2	125.3	9.9	10.22
581	83-100	Cabecera	189.1	178.8	148.3	138	10.3	29.57
570	83-100	Medio	161.2	151.1	123.1	113	10.1	33.72
890	83-100	Pie	172.2	162.3	153.8	143.9	9.9	12.79



Ensayo de infiltración (datos en campo):

Infiltración cabecera					
Tiempo(min)	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Lamina infiltrada
0	10:07	20.5	205		
1		19.8	198		7
3		19.4	194		11
5		19.1	191		14
10		18.9	189		16
15		18.5	185		20
20		18.4	184		21
30		18.1	181		24
45		17.8	178		27
60		17.5	175		30
75		17.2	172		33
90		17	170		35
105		16.9	169		36
120		16.6	166		39
135		16.5	165		40
150		16.4	164		41

Infiltración pie					
Tiempo(min)	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Lamina infiltrada
0	09:27	16	160		
1		14	140		20
3		13.3	133		27
5		12.9	129		31
10		12	120		40
15		11.5	115		45
20		11.2	112		48
30		10.8	108		52
45		9.9	99		61
60		9.4	94		66
75		8.8	88		72
90		8.5	85		75
105		8.1	81		79
120		7.7	77		83
135		7.4	74		86
150		7	70		90
175		6.7	67		93

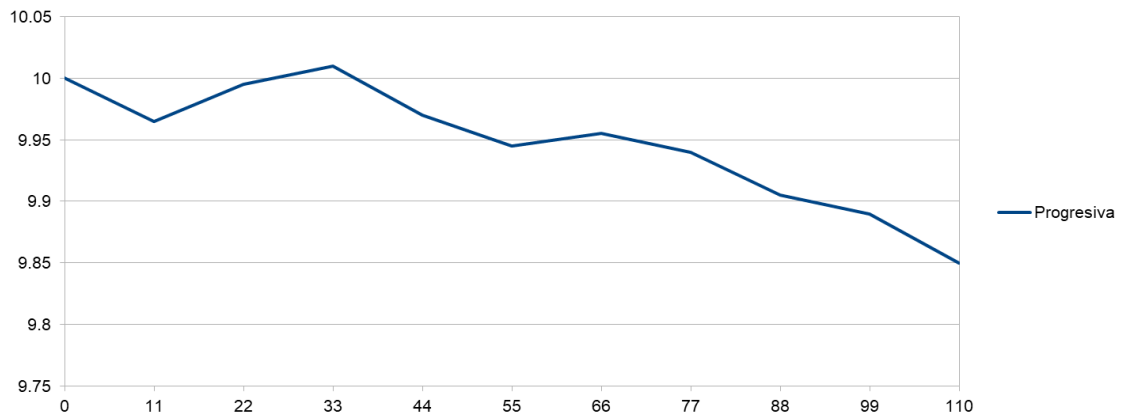
Avance y receso:

Avance				
Estaca	Progresiva(m)	Tiempo	Hora	Tiempo acumulado
0	0		07:53	00:03:00
1	11		08:10:00	00:20:00
2	22		08:26	00:36:00
3	33		08:47	00:57:00
4	44		09:15	01:25:00
5	55		09:40	01:50:00
6	66		10:03	02:13:00
7	77		10:27	02:37:00
8	88		10:45	02:55:00
9	99		11:03	03:13:00
10	110		11:25:00	03:35:00

Receso				
Estaca	Progresiva(m)	Tiempo	Hora	Tiempo acumulado
0	0		12:00	04:10
1	11		14:15	06:25
2	22		13:10	05:20
3	33		12:05	04:15
4	44		13:10	05:20
5	55		14:00	06:10
6	66		12:30	04:40
7	77		12:40	04:50
8	88		12:43	04:53
9	99		12:35	04:45
10	110		13:02:00	05:12

Datos de nivelación de la melga:

Pendiente							
Nº de medicion	Progresiva	Lectura	C.Estación	Cota	Pendiente parcial	Pendiente media (%)	Pendiente media (m/m)
0	0	1.34		10		-0.136	-0.00136
1	11	1.375		9.965	-0.32		
2	22	1.345		9.995	0.27		
3	33	1.33		10.01	0.14		
4	44	1.37		9.97	-0.36		
5	55	1.395		9.945	-0.23		
6	66	1.385		9.955	0.09		
7	77	1.4		9.94	-0.14		
8	88	1.435		9.905	-0.32		
9	99	1.45		9.89	-0.14		
10	110	1.49		9.85	-0.36		



Densidad aparente:

Densidad aparente								
Horizonte	n	Peso hum+cilindro+bolsa	Peso seco+cilindro+bolsa (gr)	cilindro +	Peso seco (gr)	Vol (cm ³)	Dap (T/m ³)	Dap media (T/m ³)
1	1	261.4	212.7	96.4	116.3	100	1.163	1.167
1	2	259.9	211.5	96.4	115.1	100	1.151	
1	3	265.4	217.2	98.5	118.7	100	1.187	
2	1	247.9	199.7	77.6	122.1	100	1.221	1.210
2	2	266.5	217.1	98.2	118.9	100	1.189	
2	3	265.2	219.8	97.9	121.9	100	1.219	
3	1	264	212.5	95.8	116.7	100	1.167	1.180
3	2	263.2	213.6	91	122.6	100	1.226	
3	3	261	210.5	95.9	114.6	100	1.146	
4								1.6
5								1.62

Humedad del suelo antes y después del riego:

Humedad suelo antes del riego		Humedad suelo después del riego	
Horizonte	H (%)	Horizonte	H (%)
1	24.22	1	44.43
2	20.81	2	38.20
3	24.15	3	32.38
4	22.34	4	32.03
5	21.07	5	25.36
Promedio	23.06	Promedio	38.34

Datos para determinación de caudal:

Caudales por compuerta				u	0.6	
Hora	Ancho compuerta	h aguas arriba	h aguas abajo	apertura comp	Q(m ³ /s)	Q(l/s)
08:10:00	0.465	0.323	0.182	0.105	0.067	67.49
08:54:00	0.465	0.32	0.21	0.105	0.067	67.11
09:17:00	0.465	0.32	0.2	0.12	0.076	75.62
10:15:00	0.465	0.31	0.2	0.12	0.074	74.15
10:57:00	0.465	0.34	0.2	0.12	0.078	78.47
11:10:00	0.465	0				

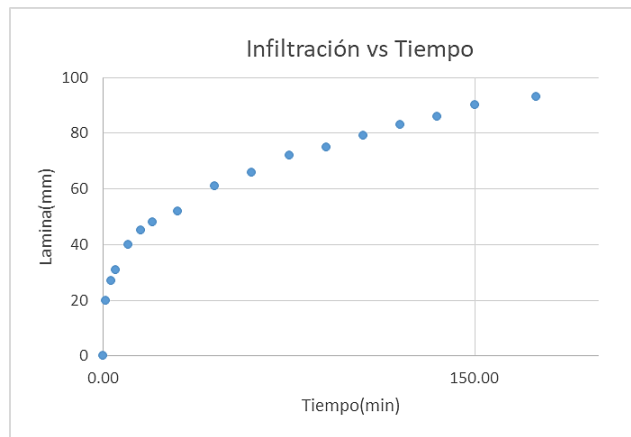
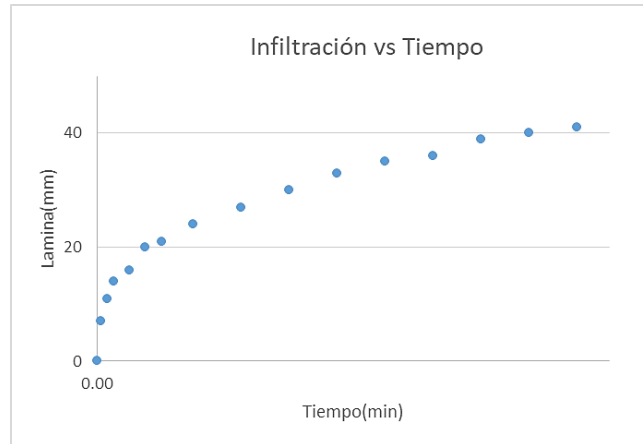


Ensayo de infiltración en cabecera:

Ensayo de infiltración en cabecera							Parámetros ecuación	
Orden nº	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Tiempo acumulado(min)	Lamina acumulada(mm)	A	B
1	10:07	20.5	205		0	0	7.47	0.343
2		19.8	198		1	7	2.56221	-0.657
3		19.4	194		3	11	lb (mm/h)	3.02956415
4		19.1	191		5	14	lb ("h)	0.11927418
5		18.9	189		10	16		
6		18.5	185		15	20		
7		18.4	184		20	21		
8		18.1	181		30	24		
9		17.8	178		45	27		
10		17.5	175		60	30		
11		17.2	172		75	33		
12		17	170		90	35		
13		16.9	169		105	36		
14		16.6	166		120	39		
15		16.5	165		135	40		
16		16.4	164		150	41		

Ensayo de infiltración en pie:

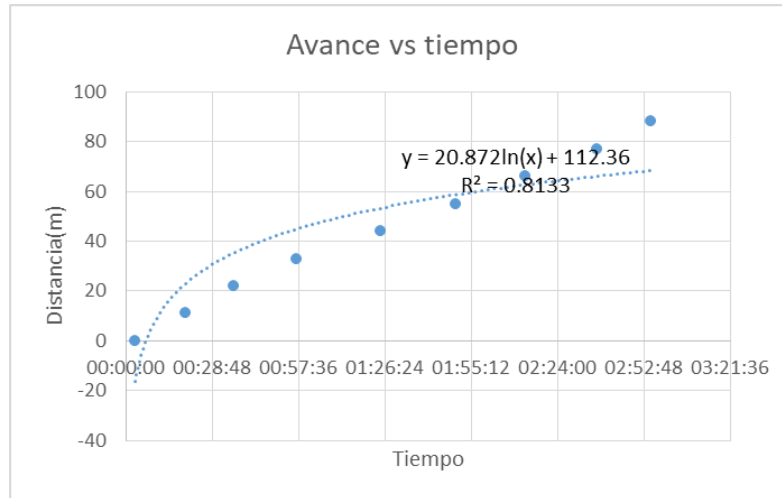
Ensayo de infiltración en pie						Parámetros ecuación	
Orden nº	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Tiempo acumulado(min)	Lámina acumulada (mm)	A	B
1	16	160	0	0	0	19.58	0.3
2	14	140	0	1	20	5.874	-0.7
3	13.3	133	0	3	27	lb (mm/h)	5.13819627
4	12.9	129	0	5	31	lb ("h)	0.20229119
5	12	120	0	10	40		
6	11.5	115	0	15	45		
7	11.2	112	0	20	48		
8	10.8	108	0	30	52		
9	9.9	99	0	45	61		
10	9.4	94	0	60	66		
11	8.8	88	0	75	72		
12	8.5	85	0	90	75		
13	8.1	81	0	105	79		
14	7.7	77	0	120	83		
15	7.4	74	0	135	86		
16	7	70	0	150	90		
17	6.7	67	0	175	93		



Ensayo de infiltración promedio cabecera y pie:



Grafico avance del agua:



Cálculo de láminas:

Horizonte	Espesor horizonte	CC a campo	CC laboratorio	CC elegida	PMP	Humedad antes del riego	DA	AU (mm)	Umbral agotamiento	AFU teorica	Lámina a reponer en evento
1	0.1	44.43	43.9	44.4	34.1	24.22	1.2	12.1	0.6	7.2	23.6
2	0.19	38.20	43.5	43.5	33.5	20.81	1.2	23.0	0.6	13.8	52.2
3	0.3	32.38	45	45.0	32.7	24.15	1.2	43.5	0.6	26.1	73.8
4	0.24	32.03	44.83	44.8	26.2	22.34	1.6	71.5	0.6	42.9	86.3
5	0.17	25.36	23.12	25.4	10.1	21.07	1.6	42.0	0.6	25.2	11.8

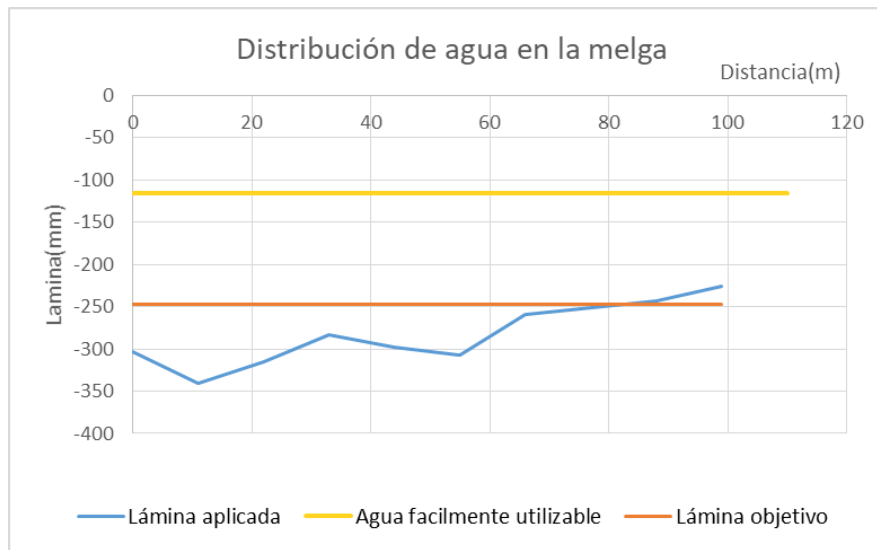
Lamina neta teórica	115.28 mm
Lamina a reponer	247.69 mm
Lámina aplicada	277.88 mm

Patrón de infiltración:

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Tiempo avance (min)	Tiempo receso (min)	Tiempo de oportunidad (min)	Icum(mm)	Icum aj.	d almacenada	D percolada	Déficit	Icum aj.ordenada
Cabecera	0	3	250	247	102.24	302.93	247.69	55.24		225.26
1	11	20	385	365	114.95	340.59	247.69	92.89		228.86
2	22	36	320	284	106.61	315.89	247.69	68.19		242.72
3	33	57	255	198	95.68	283.49	247.69	35.80		251.59
4	44	85	320	235	100.72	298.44	247.69	50.75		259.26
5	55	110	370	260	103.83	307.63	247.69	59.94		283.49
6	66	133	280	147	87.50	259.26	247.69	11.56		298.44
7	77	157	290	133	84.91	251.59	247.69	3.90		302.93
8	88	175	293	118	81.92	242.72	242.72		-4.98	307.63
9	99	193	285	92	76.02	225.26	225.26		-22.44	315.89
10(Pie)	110	215	312	97	77.24	228.86	228.86		-18.83	340.59
				Media	93.78	277.878364	244.95	47.28		232.28

Eficiencias:

Eficiencia de aplicación	89.14 %
Eficiencia de almacenaje	98.89 %
% Lamina percolada	17.02 %
Eficiencia de distribución	83.59 %



Evaluación de riego nº2:

Datos:

Serie Suelo (Laya)	Trelew (s-ty)
Cultivo	Alfalfa
Estado de cultivo	
Densidad	Media-alta
Altura	25 cm
Observaciones	
N.º melgas evaluadas	1
N.º melgas regadas	2

	Tiempo	Hora
INICIO riego	0	06:30:00
CORTE riego		16:40:00
Tap		10.167

Dimensiones melga	
Largo	127
Ancho	29

Muestras de humedad:

Muestreo Humedad Antes del riego (2nxHorizontexUbicacion)								
N.º tarro	Horizonte	Ubicación	Suelo H + tarro(gr)	Peso suelo H (gr)	Suelo seco + tarro (gr)	Peso suelo seco (gr)	Peso tarro (gr)	%H
579	0-10	Cabecera	106.5	96.6	88.6	78.7	9.9	22.74
570	0-10	Medio	136.2	126.2	114.2	104.2	10	21.11
622	0-10	Pie	120.1	110.1	103	93	10	18.39
580	10-35	Cabecera	104	94.1	89.2	79.3	9.9	18.66
576	10-35	Medio	139.2	129.2	112.4	102.4	10	26.17
892	10-35	Pie	112.2	102.3	98.4	88.5	9.9	15.59
578	35-65	Cabecera	109.7	99.4	90.1	79.8	10.3	24.56
625	35-65	Medio	129.7	120	105.9	96.2	9.7	24.74
683	35-65	Pie	129.9	119.8	116.5	106.4	10.1	12.59
621	65-100	Cabecera	127.4	117.5	101.1	91.2	9.9	28.84
640	65-100	Medio	135.1	125.2	109.7	99.8	9.9	25.45
571	65-100	Pie	115.6	105.7	100.8	90.9	9.9	16.28



Muestreo Humedad despues del riego (2nxHorizontexUbicacion)									
N.º tarro	Horizonte	Ubicación	Suelo H + tarro (gr)	Peso suelo H (gr)	Suelo seco + tarro (gr)	Peso suelo seco (gr)	Peso tarro (gr)	%H	
502	0-10	Cabecera	152.6	144.5	112.9	104.8	8.1	37.88	
509	0-10	Medio	113.3	105.3	82.7	74.7	8	40.96	
510	0-10	Pie	169.4	161.2	115.5	107.3	8.2	50.23	
524	10-35	Cabecera	151.2	143.2	117.2	109.2	8	31.14	
523	10-35	Medio	170.9	162.9	127.6	119.6	8	36.20	
520	10-35	Pie	168.3	160.3	121.8	113.8	8	40.86	
50	35-65	Cabecera	176.1	167.9	135.2	127	8.2	32.20	
522	35-65	Medio	208.6	200.3	154.4	146.1	8.3	37.10	
521	35-65	Pie	237.2	228.9	174.4	166.1	8.3	37.81	
508	65-100	Cabecera	202.6	194.4	155.5	147.3	8.2	31.98	
507	65-100	Medio	208.7	200.6	154.8	146.7	8.1	36.74	
889	65-100	Pie	213.9	203.8	154.5	144.4	10.1	41.14	

Ensayo de infiltración (datos en campo):

Infiltración cabecera				
Tiempo(min)	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)
0	09:45	14.5	145	-
1		12.5	125	200
3		18.8	188	
5		17.9	179	
10		16.5	165	
15		15.4	154	
20		14.8	148	
30		13.8	138	-
45		12.5	125	-
60		11.6	116	-
75		10.8	108	-
90		10.2	102	-
105		9.4	94	139
120		13.4	134	-
135		12.8	128	-
150		12.3	123	
165		11.8	118	

Infiltración pie				
Tiempo(min)	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)
0	10:33	14	140	-
1		12.3	123	200
3		19.5	195	-
5		19.3	193	-
10		18.6	186	-
15		18.2	182	-
22		17.7	177	-
30		17.2	172	-
45		16.6	166	-
60		16	160	-
75		15.6	156	
90		15.3	153	
105		14.9	149	
120		14.5	145	
135		14.4	144	
150		14.1	141	
165		13.9	139	

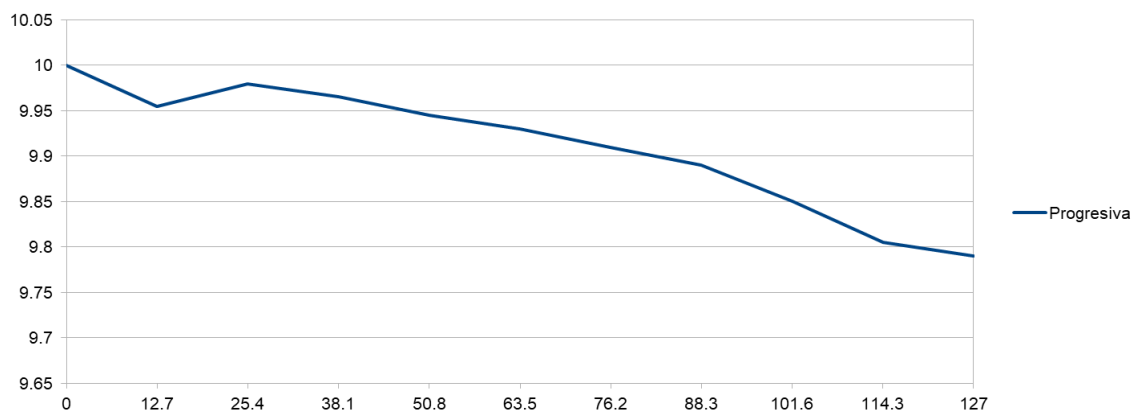
Avance				
Estaca	Progresiva(m)	Tiempo	Hora	Tiempo acumulado
0	0		06:30	00:00:00
1	12.7		06:48:00	00:18:00
2	25.4		07:10	00:40:00
3	38.1		08:30	02:00:00
4	50.8		10:00	03:30:00
5	63.5		11:00	04:30:00
6	76.2		12:10	05:40:00
7	88.3		14:30	08:00:00
8	101.6		16:24	09:54:00
9	114.3		17:30	11:00:00
10	127		18:20:00	11:50:00



Receso							
Estaca	Progresiva(m)	Tiempo	Hora	Tiempo acumulado	Hora de medida de hest		Tiempo de receso(hora)
					Altura de agua en la estaca(hest) (cm)	18:17	
0	0		17:32	11:02			
1	12.7		18:17	11:47	0.8		01:01:52
2	25.4		18:17	11:47	2		02:34:40
3	38.1		18:00	11:30			
4	50.8		18:15	11:45			
5	63.5		18:17	11:47	2		02:34:40
6	76.2		18:10	11:40			
7	88.3		18:25	11:55			
8	101.6		18:00	11:30			
9	114.3		18:05	11:35			
10	127		20:00:00	13:30			

Datos de nivelación de la melga:

Nº de medicion	Progresiva	Lectura	C.Estación	Pendiente			
				Cota	Pendiente parcial	Pendiente media (%)	Pendiente media (m/m)
0	0	1.50		10		-0.165	-0.00165
1	12.7	1.545		9.955	-0.35		
2	25.4	1.52		9.98	0.20		
3	38.1	1.535		9.965	-0.12		
4	50.8	1.555		9.945	-0.16		
5	63.5	1.57		9.93	-0.12		
6	76.2	1.59		9.91	-0.16		
7	88.3	1.61		9.89	-0.17		
8	101.6	1.65		9.85	-0.30		
9	114.3	1.695		9.805	-0.35		
10	127	1.71		9.79	-0.12		



Densidad aparente:

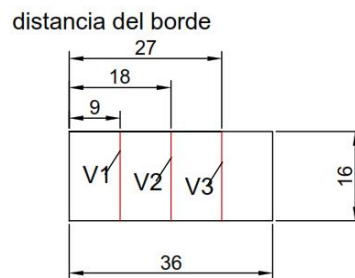
Densidad aparente										
Horizonte	n	Peso hum+cilindro+bolsa (gr)	Peso seco+cilindro+bolsa (gr)	cilindro +bolsa(gr)	bolsa(gr)	Peso seco (gr)	Vol (cm³)	Dap (T/m³)	Dap media (T/m³)	
1	1	260.2	214.1	93.6+0.7	94.3	119.8	100	1.198	1.201	
1	2	263.3	217.7	95.9+0.7	96.6	121.1	100	1.211		
1	3	263.9	216.9	96.8+0.7	97.5	119.4	100	1.194		
2	1	271.5	230.4	95.8+0.7	96.5	133.9	100	1.339	1.336	
2	2	266.5	226.5	94.8+0.7	95.5	131	100	1.31		
2	3	256.7	213.5	76.8+0.7	77.5	136	100	1.36		
3	1	247.7	213.5	95.2+0.7	95.2	118.3	100	1.183	1.191	
3	2	255.8	218.1	96.4+0.7	97.1	121	100	1.21		
3	3	252.3	215.4	96.7+0.7	97.4	118	100	1.18		
4	1							1.54	1.54	



Humedad del suelo antes y después del riego:

Humedad suelo antes del riego		Humedad suelo después del riego	
Horizonte	H (%)	Horizonte	H (%)
1	20.75	1	43.03
2	19.39	2	40.78
3	21.07	3	39.19
4	20.14	4	36.07
Promedio	20.40		41.00

Datos para determinación de caudal:



Datos tomados en campo con instrumento (Lugar 1):

Datos tomados en campo con instrumento			
Más cerca del drenaje			
Aforo de caudales			
Ubicación (distancia del borde)	Hora	Profundidad	Lectura(m/s)
9	08:55	16	0.33
18	08:55	16	0.35
27	08:55	16	0.38
9	10:05	14.5	0.33
18	10:05	14.5	0.33
27	10:05	14.5	0.35
9	11:23	14.5	0.33
18	11:23	14.5	0.33
27	11:23	14.5	0.36
9	13:00	14.5	0.35
18	13:00	14.5	0.35
27	13:00	14.5	0.35
9	15:30	14	0.32
18	15:30	14	0.31
27	15:30	14	0.34



Cálculo de caudales:

*Para calcular la velocidad en cada hora se toma un ancho de faja de 9cm

Ancho de faja (m)	Hora	Profundidad(m)	Sección de cada faja (A)(m ²)	Velocidad (V)(m/s)	Q(m ³ /s)=A*V	Q total (m ³ /s)	Q total (l/s)
0.09	08:55	0.16	0.0144	0.33	0.0048	0.0153	15.2640
0.09		0.16	0.0144	0.35	0.0050		
0.09		0.16	0.0144	0.38	0.0055		
0.09	10:05	0.145	0.01305	0.33	0.0043	0.0132	13.1805
0.09		0.145	0.01305	0.33	0.0043		
0.09		0.145	0.01305	0.35	0.0046		
0.09	11:23	0.145	0.01305	0.33	0.0043	0.0133	13.3110
0.09		0.145	0.01305	0.36	0.0047		
0.09		0.145	0.01305	0.35	0.0046		
0.09	13:00	0.145	0.01305	0.35	0.0046	0.0137	13.7025
0.09		0.14	0.0126	0.32	0.0040		
0.09		0.14	0.0126	0.31	0.0039		
0.09	15:30	0.14	0.0126	0.34	0.0043	0.0122	12.2220
0.09		0.14	0.0126	0.34	0.0043		

Datos tomados en campo con instrumento (Lugar 2):

Datos tomados en campo con instrumento			
Más lejos del drenaje			
Aforo de caudales			
Ubicación (distancia del borde)	Hora	Profundidad	Lectura(m/s)
15	08:41	18	0.67
8	08:41	18	0.64
23	08:41	18	0.67
15	10:00	18	0.67
8	10:00	18	0.67
23	10:00	18	0.66
15	11:18	17	0.66
8	11:18	17	0.65
23	11:18	17	0.64
15	14:00	18	0.7
8	14:00	18	0.67
23	14:00	18	0.68
15	15:30	18	0.66
8	15:30	18	0.64
23	15:30	18	0.65

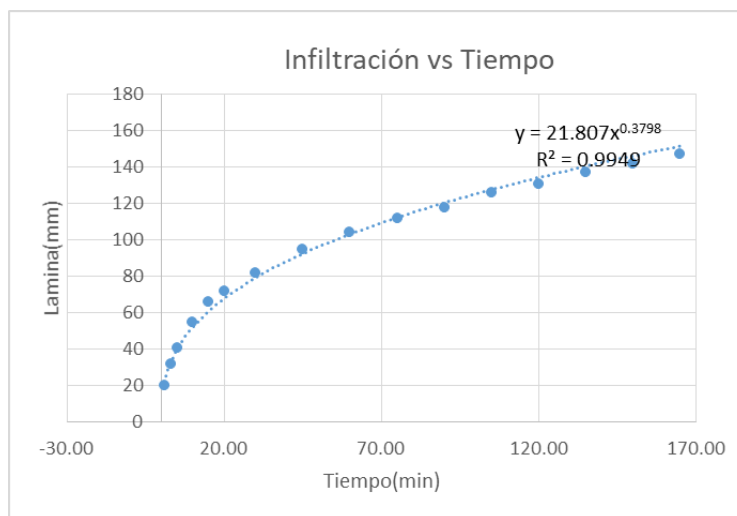
Cálculo de caudales:

Ancho de faja (m)	Hora	Profundidad(m)	Sección de cada faja (A)(m ²)	Velocidad (V)(m/s)	Q(m ³ /s)=A*V	Q total (m ³ /s)	Q total (l/s)
0.08	08:41	0.18	0.0144	0.67	0.00965	0.0285	28.5120
0.08		0.18	0.0144	0.64	0.00922		
0.08		0.18	0.0144	0.67	0.00965		
0.08	10:00	0.18	0.0144	0.67	0.00965	0.0288	28.8000
0.08		0.18	0.0144	0.67	0.00965		
0.08		0.18	0.0144	0.66	0.00950		
0.08	11:18	0.17	0.0136	0.66	0.00898	0.0265	26.5200
0.08		0.17	0.0136	0.65	0.00884		
0.08		0.17	0.0136	0.64	0.00870		
0.08	14:00	0.18	0.0144	0.7	0.01008	0.0295	29.5200
0.08		0.18	0.0144	0.67	0.00965		
0.08		0.18	0.0144	0.68	0.00979		
0.08	15:30	0.18	0.0144	0.66	0.00950	0.0281	28.0800
0.08		0.18	0.0144	0.64	0.00922		
0.08		0.18	0.0144	0.65	0.00936		



Ensayo de infiltración en cabecera								
Orden nº	Hora	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Tiempo(min)		Lamina(mm)	
					Acumulado		parcial	acumulada
1	10:03	14.5	145	-	0		0	0
2		12.5	125	200	1		20	20
3		18.8	188		3		12	32
4		17.9	179		5		9	41
5		16.5	165		10		14	55
6		15.4	154		15		11	66
7		14.8	148		20		6	72
8		13.8	138	-	30		10	82
9		12.5	125	-	45		13	95
10		11.6	116	-	60		9	104
11		10.8	108	-	75		8	112
12		10.2	102	-	90		6	118
13		9.4	94	139	105		8	126
14		13.4	134	-	120		5	131
15		12.8	128	-	135		6	137
16		12.3	123		150		5	142
17		11.8	118		165		5	147

Infiltración acumulada.		
Icum	$A * t^B$	$21,807 * t^{0,3798}$
A	21.807	
B	0.3798	
I(mm/min)	$(A*B) * t^{(B-1)}$	$(6,328) * t^{(-0,6202)}$
(A*B)=a	8.282	
(B-1)=b	-0.6202	
Infiltración básica		
Ib(mm/h)	$(a*60) * [(-600*b)]^{(b)}$	
Ib(mm/h)	12.65	
Ib(pulg/h)	0.50	

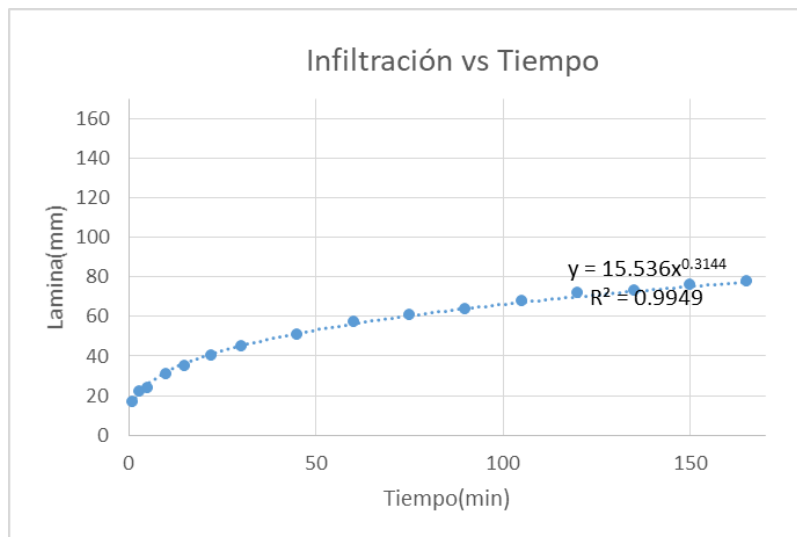




Ensayo de infiltración en pie

Orden nº	Lectura(cm)	Lectura(mm)	Enrase(mm)	Tiempo(min)		Lamina(mm)	
				acumulado		parcial	acumulada
1	14	140	-	0		0	0
2	12.3	123	200	1		17	17
3	19.5	195	-	3		5	22
4	19.3	193	-	5		2	24
5	18.6	186	-	10		7	31
6	18.2	182	-	15		4	35
7	17.7	177	-	22		5	40
8	17.2	172	-	30		5	45
9	16.6	166	-	45		6	51
10	16	160	-	60		6	57
11	15.6	156		75		4	61
12	15.3	153		90		3	64
13	14.9	149		105		4	68
14	14.5	145		120		4	72
15	14.4	144		135		1	73
16	14.1	141		150		3	76
17	13.9	139		165		2	78

Infiltración acumulada.		
Icum	$A * t^B =$	$15,53 * t^{0,3144}$
A	15.536	
B	0.3144	
l(mm/min)	$(A*B) * t^{(B-1)}$	$(3,717) * t^{(-0,6856)}$
(A*B)=a	4.885	
(B-1)=b	-0.6856	
Infiltración básica		
Ib(mm/h)	$(a*60) * [(-600*b)]^{(b)}$	
Ib(mm/h)	4.73	
Ib(pulg/h)	0.19	





Ensayo de infiltración (promedio pie y cabecera)	
Tiempo acumulado(min)	Lamina(mm)
1	20
3	32
5	41
10	55
15	66
20	72
30	82
45	95
60	104
75	112
90	118
105	126
120	131
135	137
150	142
165	147
1	17
3	22
5	24
10	31
15	35
22	40
30	45
45	51
60	57
75	61
90	64
105	68
120	72
135	73
150	76
165	78

Infiltración acumulada.		
l _{cum} (mm)	$A * t^B =$	$18,426 * t^{0,3468}$
A	18.426	
B	0.3468	
l(mm/min)	$(A*B) * t^{(B-1)}$	$(6,390) * t^{(-0,6532)}$
(A*B)=a	6.390	
(B-1)=b	-0.6532	
Infiltración básica		
l _b (mm/h)	$(a*60) * [(-600*b)]^{1/b}$	
l _b (mm/h)	7.76	
l _b (pulg/h)	0.31	

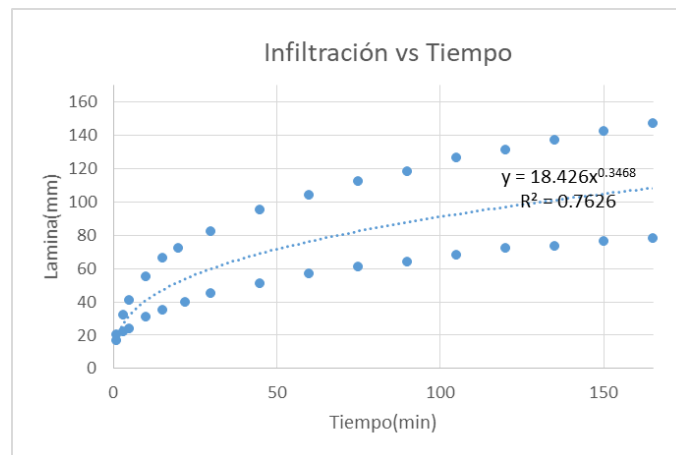
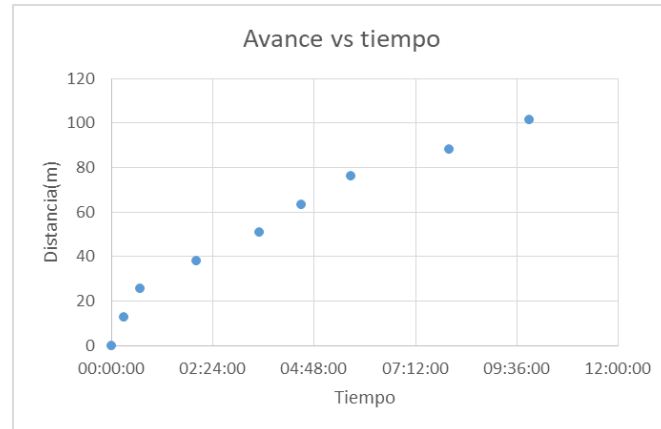




Gráfico avance del agua:



Cálculo de láminas:

Horizonte	Espesor horizonte	CC a campo	CC laboratorio	CC elegida	PMP	Humedad antes del riego	DA	AU (mm)	Umbral agotamiento	AFU teorica	Lámina a reponer en evento
1	0.1	43.03	43.9	43.9	32.1	20.75	1.2	14.2	0.6	8.5	27.8
2	0.25	40.78	34.2	40.8	22.8	19.39	1.3	60.1	0.6	36.0	71.5
3	0.3	39.19	12.5	39.2	21.07	21.07	1.2	64.7	0.6	38.8	64.7
4	0.35	36.07	11	36.1	20.14	20.14	1.5	85.8	0.6	51.5	85.8

Lamina neta teórica	134.88	mm
Lamina a reponer	249.83	mm
Lámina aplicada	409.48	mm

Patrón de infiltración:

Punto	Distancia desde la cabecera (m)	Tiempo avance (min)	Tiempo receso (min)	Tiempo de oportunidad (min)	Icum(mm)	Icum aj.	d almacenada	D percolada	Déficit	Icum aj.ordenada
Cabecera	0	0	662	662	175.27	509.74	249.83	259.92		183.89
1	12.7	18	768	750	183.02	532.29	249.83	282.46		260.93
2	25.4	40	861	821	188.85	549.25	249.83	299.42		264.65
3	38.1	120	690	570	166.41	483.96	249.83	234.14		355.93
4	50.8	210	705	495	158.46	460.86	249.83	211.03		412.67
5	63.5	270	861	591	168.51	490.08	249.83	240.25		460.86
6	76.2	340	700	360	141.89	412.67	249.83	162.84		483.96
7	88.3	480	715	235	122.38	355.93	249.83		106.10	490.08
8	101.6	594	690	96	89.72	260.93	249.83		11.11	509.74
9	114.3	660	695	35	63.23	183.89	183.89		-65.94	532.29
10 (Pie)	127.0	710	810	100	91.00	264.65	249.83		14.83	549.25
				Media	140.79	409.47736	243.23	241.44		236.49

Eficiencias:

Eficiencia de aplicación	61.01 %
Eficiencia de almacenaje	97.36 %
% Lamina percolada	58.96 %
Eficiencia de distribución	57.75 %

