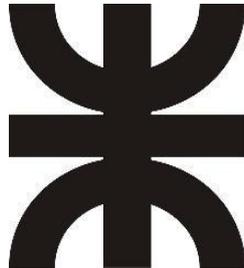


LUDMILA AINELÉN SOTO



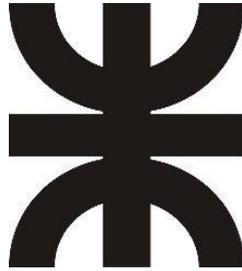
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Reconquista

**PROYECTO DE INVERSIÓN EN UN SISTEMA DE RIEGO SUPLEMENTARIO
POR ASPERSIÓN DE PIVOTE CENTRAL EN EL NORESTE SANTAFESINO**

Reconquista, mayo de 2023

LUDMILA AINELÉN SOTO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Reconquista

**PROYECTO DE INVERSIÓN EN UN SISTEMA DE RIEGO SUPLEMENTARIO
POR ASPERSIÓN DE PIVOTE CENTRAL EN EL NORESTE SANTAFESINO**

Proyecto Final presentado en cumplimiento de las exigencias de la Carrera de Licenciatura en Administración Rural, de la Facultad Regional Reconquista, bajo la tutoría de:

Ing. Agrónomo Bianchi, Jonatan E.

Ing. Agrónomo Bianchi, Miqueas G.

Mg. Ing. Agrónomo Lacelli, Gabriel A.

Lic. En Adm. Rural Olivo, María E.

Reconquista, mayo 2023

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría darles un especial agradecimiento a mis padres, **Norma Sequeira y Francisco Soto**, por su apoyo y amor incondicional, por impulsarme a lograr cada uno de mis objetivos y por ser mis pilares en todo este trayecto.

También me gustaría agradecer a:

Walter Soto por no soltarme la mano nunca e impulsarme a seguir desarrollándome profesionalmente y expandir mis conocimientos.

A **Exequiel Sandrigo** por acompañarme desde el primer día en que le comenté mi objetivo animándome en cada momento del desarrollo del trabajo.

A **Elbio Bianchi y Nelson Bianchi** que desde el momento en que les explique mi propósito de formar un proyecto de inversión relacionado al riego, me escucharon atentamente y con gran entusiasmo me abrieron las puertas de su empresa “Don Guillermo S.R.L” con una gran predisposición al momento de brindarme información. Su amabilidad y compromiso a la hora de enseñarme contribuyeron ampliamente a mi crecimiento profesional.

A los ingenieros agrónomos **Jonatan Bianchi y Miqueas Bianchi**; miembros de la empresa “Don Guillermo S.R.L”, por estar totalmente dispuestos al momento de enseñarme mucho de lo que saben en cuanto a riego, por brindarme la ayuda necesaria al momento de mis incontables preguntas y dudas y por encaminarme en el proyecto.

A la licenciada **María Olivo**, por guiarme desde el comienzo para poder dar inicio al proyecto e indicarme aspectos a tener en cuenta a la hora del desarrollarlo.

Al ingeniero agrónomo **Gabriel Lacelli**, quien me guio en la última instancia, en todo lo referente a la evaluación económica-financiera del estudio, por enseñarme a utilizar herramientas extraordinarias para la evaluación de proyectos y por su paciencia.

Al licenciado **Gustavo Magnago** por brindarme las pautas necesarias para el desarrollo del trabajo mediante la cátedra de Seminario Final.

Por último y no menos importante, quisiera agradecerles a todos los profesionales que en ciertos momentos me pudieron brindar la ayuda necesaria mediante información o la enseñanza de ciertos temas.

1. Ingeniero agrónomo **Diego Szwarc** – INTA EEA Reconquista.
2. Ingeniero agrónomo **Luciano Mieres** - INTA EEA Reconquista.
3. Ingeniero en recursos hídricos **Luciano Sanches** - INTA EEA Reconquista.
4. Ingeniera agrónoma **María Juliana Torti** – INTA EEA Pergamino.
5. Ingeniero electromecánico **Pablo Passarino** – Cooperativa de servicios públicos Avellaneda.

OBJETIVOS

Objetivo General

- El presente trabajo será realizado con la finalidad de efectuar, analizar y presentar la viabilidad económica - financiera de la inversión en un sistema de riego suplementario por aspersión de pivote central, para empresas agrícolas del noreste santafesino, utilizando como base de estudio un establecimiento del paraje la Vertiente, Avellaneda, Departamento General Obligado, Santa Fe, Argentina.

Objetivos Específicos

- Especificar el área bajo estudio.
- Recabar información para análisis puntuales tales como:
 - Análisis edafológico.
 - Análisis de disponibilidad y calidad de agua para riego.
- Presentar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, el cual permitirá identificar, predecir y evaluar los potenciales impactos que el proyecto puede causar al medio ambiente.
- Detallar el requerimiento hídrico de los cultivos.
- Presentar la planificación estratégica y productiva de la empresa y analizar los diferenciales entre cultivos bajo riego y en seco.
- Definir y especificar aspectos relevantes del equipamiento y fundamentar la elección del sistema de riego por aspersión de pivote central.
- Determinar costos de requerimientos e inversiones previas a la puesta en marcha, como así también los costos operativos para su puesta a punto. En este sector también será necesario detallar el costo de los análisis mencionados anteriormente.
- Llevar a cabo un análisis técnico-productivo y económico entre producción bajo riego y en seco.

- Proyectar dos flujos de fondos incrementales, uno que demuestre como será la situación totalmente con recursos propios y otra que demuestre como será si se solicita un financiamiento externo, con la finalidad de realizar una comparación más certera y específica.
- Evaluar el grado de eficiencia de la inversión mediante los indicadores correspondientes.
- Presentar un análisis de sensibilidad, con el fin de demostrar hasta qué punto es rentable realizar el proyecto, sensibilizando variables tales como precios de venta, rendimientos y costo de milímetros de riego.
- Presentar los resultados y ofrecer conclusiones y apreciaciones respecto de la viabilidad del proyecto analizado.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Para el desarrollo del trabajo se llevó a cabo un seguimiento del sistema de riego por pivote central de la empresa “Don Guillermo S.R.L” ubicada en el paraje “La Vertiente”, de la localidad de Avellaneda, Departamento Gral. Obligado, Provincia de Santa Fe, Argentina.

Se procedió a acordar reuniones para el desarrollo de entrevistas con los propietarios de la empresa, con la finalidad de recabar información técnica, productiva y económica - financiera de los ciclos productivos trabajados. En esta oportunidad también se solicitó información histórica de diferentes temas, los cuales fueron clave para el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se requirió información al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) tanto de Reconquista, Santa Fe como de Pergamino, Buenos Aires; establecimientos que llevan a cabo el sistema en estudio. También a la Unión Agrícola de Avellaneda (UAA) y a la Cooperativa de Servicios públicos de Avellaneda. En donde, exceptuando al INTA de Pergamino, se acordaron reuniones con diversos profesionales.

A su vez, se tuvo la oportunidad de observar el sistema de riego suplementario tanto detenido como en funcionamiento obteniendo de esta manera toda la información necesaria en cuanto a sus componentes.

Por último, se recurrió a material bibliográfico impreso y digital para complementar el estudio.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
OBJETIVOS.....	III
Objetivo General.....	III
Objetivos Específicos	III
METODOLOGÍA UTILIZADA.....	V
ÍNDICE	VI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	2
1.1 Área Bajo Estudio.....	2
1.2 Caracterización Biofísica de la Región	4
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS PREVIOS DE SUELO Y AGUA.....	6
2.1 Análisis Edafológico	6
2.1.1 Clasificación Taxonómica	7
2.1.2 Capacidad Productiva De Los Suelos	9
2.1.3 Capacidad De Infiltración Y Almacenamiento De Agua	12
2.2 Análisis De Agua Para Riego	16
2.2.1 Disponibilidad De Aguas Para Riego	16
2.2.2 Fuentes De Agua Para Riego	19
2.2.2.1 Técnicas De Captación De Agua De Lluvia	19
2.2.2.2 Evaluación Y Explotación Del Agua Subterránea	20
2.2.2.3 Agua del Rio Paraná.....	26
2.2.3 Calidad De Agua Para Riego	28
2.2.3.1 Salinidad.....	29
2.2.3.2 Infiltración Y Escorrentía Del Agua	30

2.2.3.3 Toxicidad.....	30
2.2.3.3.1 Iones Que Afectan A La Calidad De Agua De Riego.....	31
2.2.3.4 Directrices FAO De Calidad De Agua Para El Riego.....	32
CAPÍTULO 3: CULTIVOS	36
3.1 Planificación Estratégica Y Productiva De Los Cultivos.....	36
3.1.1 Rotación Agrícola.....	36
3.1.2 Manejo Productivo De Los Cultivos Implantados En El Módulo De Riego.....	38
3.2 Requerimiento Hídrico De Los Cultivos.....	40
3.2.1 Software CROPWAT	40
3.2.2 Software De Gestión Y Operación De Riesgo Suplementario En Áreas Subhúmedas.....	44
3.3 Diferencial De Rendimientos	46
3.3.1 Bajo Riego Y En Secano	46
CAPÍTULO 4: EQUIPAMIENTO	49
4.1 Definición Del Sistema De Riego	49
4.1.1 Descripción Técnica.....	50
4.2 Fundamentos Para La Elección Del Sistema De Riesgo Por Pivote Central.....	55
4.2.1 Beneficios Medibles	56
4.2.2 Beneficios No Medibles.....	56
4.3 Principales problemas para la incorporación y masificación de esta tecnología.....	57
CAPÍTULO 5: COSTOS E INVERSIONES	58
5.1 Inversiones Previas A La Puesta En Marcha.....	58
5.2 Costos Operativos De Puesta A Punto	61
5.2.1 Costo De Energía Eléctrica.....	61
5.2.2 Costo De Mantenimiento Y Reparaciones.....	65
5.3.3 Costo De Mano De Obra	66
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO.....	69

6.1 Márgenes Brutos.....	69
6.2 Rendimiento De Indiferencia.....	71
6.3 Retorno Por USD Invertido	72
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO	74
7.1 Factibilidad Económica	74
7.2 Criterios De Evaluación.....	80
7.3 Análisis De Sensibilidad.....	82
RESULTADO Y CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	93
Anexo N° 1: Descripción del tipo de suelo.	93
Anexo N° 2: Evapotranspiración.....	94
Anexo N° 3: Coeficiente basal del cultivo Kcb para cultivos no estresados y bien manejados en climas subhúmedos.....	98
Cuadro N° 4: Lamina de Riego ajustadas a la rotación - Lamina de Riego Neta	102
Anexo N.º 5: Promedio del dólar divisas correspondiente a los meses de octubre y noviembre.....	103
Anexo N° 6: Estudios de aprovechamiento de aguas subterráneas e impacto.....	104
ambiental.	104
Anexo N° 7: Costo de análisis de suelos, forrajes, agua.	106
Anexo N° 8: Características del equipo.....	108
Anexo N° 9: Cuadro tarifario 2022	108
Anexo N° 10: Mantenimiento y reparaciones	108
Anexo N° 11: Escala salarial 2022	109
Anexo N° 12: Márgenes Brutos de cultivos bajo riego vs en seco.....	109
Anexo N° 13: Rotación de cultivos en seco.....	120
Anexo N° 14: Amortización sistema alemán.....	121

Anexo 15: Precios de venta de todos los cultivos en USD corrientes/tonelada del mercado de rosario.....	122
Anexo 16: Rendimientos históricos bajo riego y seco - Nicanor E Molina/La Vertiente.	122
Anexo N° 17: Iteraciones – proyecto puro y proyecto mixto.	124

INTRODUCCIÓN

Resulta de relevancia destacar que la producción agrícola en secano se encuentra limitada debido a la alta variedad en la cantidad y distribución de las precipitaciones. Frente a esta problemática, el riego suplementario surge como una tecnología que permite suministrar agua a los cultivos durante periodos de déficit hídricos tanto en zonas semiáridas, como subhúmedas e incluso húmedas, las cuales se encuentran propensas a sequías periódicas. A la vez, este sistema garantiza maximizar la productividad de la empresa agropecuaria en un marco de sustentabilidad.

La cuestión es, si tenemos en cuenta que el costo de inversión inicial es suficientemente alto *¿resultará viable realizar una inversión en un sistema de riego suplementario por pivote central en el noreste santafesino?* En caso de ser viable, *¿cuán viable puede llegar a ser?* Si se considera realizar la inversión *¿resultará más conveniente financiarlo con fondos propios o solicitar financiamiento externo?* Y *¿en cuánto tiempo se podrá recuperar la inversión?*

Por último y no menos importante *¿hasta qué punto es conveniente llevar a cabo un proyecto de esta magnitud?* Teniendo en cuenta la sensibilización de variables tales como precios de venta, rendimientos y costo de riego por milímetro.

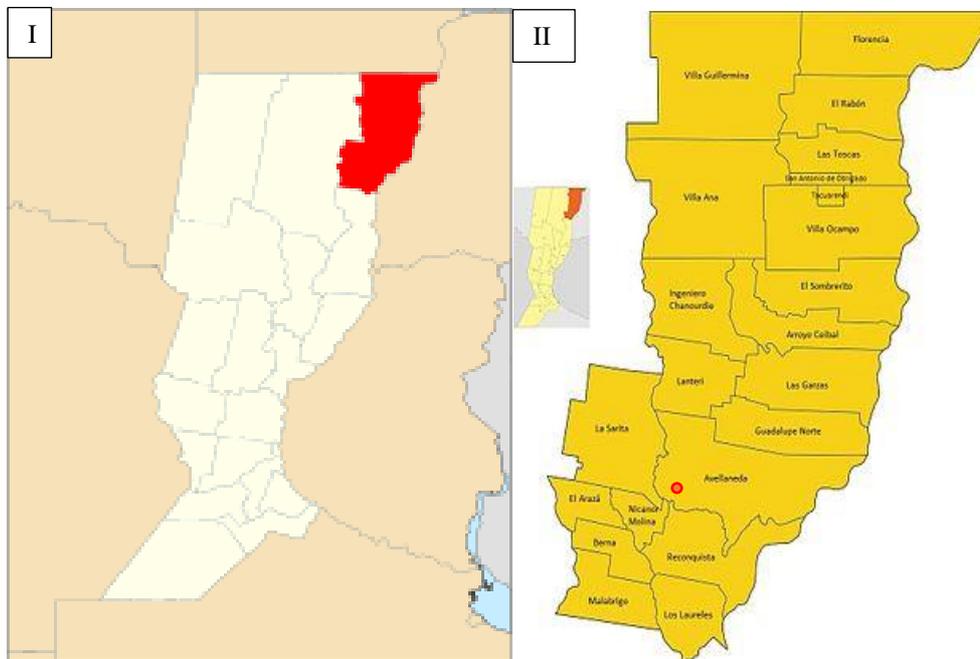
No obstante, antes de ir concretamente a lo económico-financiero y poder responder a las incógnitas presentadas, es esencial destacar ciertos aspectos primordiales que se deberán tener en cuenta a la hora de realizar una inversión de estas características. Algunos de ellos serán: análisis edafológico, análisis de disponibilidad y calidad de agua, evaluación de impacto ambiental, entre otros.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

1.1 Área Bajo Estudio

El área bajo estudio se encuentra ubicado en el paraje “La Vertiente”, en la localidad de Avellaneda, Departamento Gral. Obligado, Provincia de Santa Fe, Argentina (figura N° 1). Y corresponde a tres lotes de la empresa “Don Guillermo S.R.L”, (figura N° 2), la cual se ubica a 6 kilómetros al oeste de la ciudad de Avellaneda.

Figura N° 1: Localización del departamento tratado.



Fuente: Wikipedia.¹

¹ I: Provincia de Santa Fe. II: Departamento General Obligado, con un círculo fue señalada la ciudad en donde se ubica el establecimiento.

Figura N° 2: Localización del área bajo estudio empresa “Don Guillermo S.R.L”.



Fuente: Google Earth.²

Coordenadas correspondientes al área.

- Latitud: 29° 15' 31.5'' S
- Longitud: 59° 44' 22.6'' W

² I: Vista aérea del establecimiento y ubicación desde la ciudad de Avellaneda. II: Límites del área bajo estudio remarcados con verde.

La misma tanto en la parte oriental como occidental presenta un paisaje plano extendido, muy suavemente ondulado, en donde predomina el relieve normal-subnormal, de pendientes suaves y largas.

El sector occidental cuenta con una red de drenaje compuesta por vías de escurrimiento temporarios, formadas por una sucesión de micro depresiones que en épocas lluviosas se intercomunican entre si mediante franjas de sub-escurrimiento.

Estos ejes de avenamiento no suelen mostrar una orientación bien definida, entrecruzándose entre sí y generando pequeñas áreas de drenaje más lento y frecuentemente encharcables.

En cuanto al sector oriental específicamente, cuenta con suaves lomadas moderadamente bien drenadas, interrumpidas por numerosos causes de vías de escurrimientos permanentes y temporarios de orientación general NO-SE. A semejanza del sector occidental, las vías de escurrimiento temporarias se anastomosan entre sí, generando áreas de menor drenaje frecuentemente encharcables.

La vegetación natural refleja en cierto modo la conjunción paisaje-suelo, la cual ha sido modificada por el hombre. En áreas periódicamente encharcables de menor drenaje, se ubican comunidades de especies leñosas y arbustivas, con predominio de chañares, asociados con tusca, ñandubay, algarrobo negro, palma, parva de viejo, etc. Por otra parte, en áreas de lomadas mejor drenadas, se asientan sabanas compuestas por una asociación de diversas especies de hierbas, en donde también crecen árboles o arbustos dispersos o formando pequeños grupos de algarrobo blanco, algarrobo negro, ñandubay, espinillo, etc.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS PREVIOS DE SUELO Y AGUA

2.1 Análisis Edafológico

Mediante la información disponible en la Carta de Suelos del Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe (1983), del Atlas de Suelos de la República Argentina, Provincia de Santa Fe (1990), fue posible identificar las características edafológicas de los suelos de la región bajo estudio.

La figura N° 4 muestra la ubicación propia del sitio en observación, en donde se puede apreciar la presencia de una unidad cartográfica “RTA – 05”. Véase Anexo N° 1: Descripción del tipo de suelo.

Figura N° 4: Unidad cartográfica RTA – 05.



Fuente: Carta de Suelos del Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe (1983), del Atlas de Suelos de la República Argentina, Provincia de Santa Fe (1990).

2.1.1 Clasificación Taxonómica

Los suelos de la unidad cartográfica RTA – 05 se encuentran clasificados dentro del grupo Argiudol, los cuales “*son suelos desarrollados bajo un régimen de humedad údico (húmedo) teniendo como características diagnosticas más importantes un horizonte superficial mólico, de color negro a pardo muy oscuro, blanco y granular y bien dotado de materia orgánica.*”³. Dentro de este gran grupo la unidad se encuentra identificada con el subgrupo acuertico, los cuales se caracterizan según Befani et al (2013) por presentar encharcamientos temporarios de moderada intensidad, donde los perfiles tienen rasgos redox⁴ en los primeros centímetros (moteados de Fe y Mn) asociado a grietas.

Esta unidad se encuentra dentro de la familia arcillosa fina. Y en lo referente a su textura, esto fue descrito con mayor detalle por el Ing. Agrónomo Ciancaglini⁵, quien utilizó la escala americana “triángulo de texturas” para su clasificación. Cabe destacar que, se presentará sólo aquella de mayor relevancia, a los fines del proyecto.

Ciancaglini, presento tres clasificaciones de suelos:

- 1) Pesados (de textura fina),
- 2) Medios (de texturas intermedias) y,
- 3) Livianos (de textura gruesa).

En cuanto a ello, los lotes se encuentran clasificados dentro de los denominados “medios (de textura intermedia)”, con una textura del horizonte superficial franco-limoso. El porcentaje medio de los contenidos de las fracciones arena, limo y arcilla, son entre: 23%-30%, 50%-60% y 19%-25% respectivamente, y se hace más arcillosa en profundidad con más del 40 % de arcilla y alto grado de hidromorfismo⁶.

³ MOSCONI, F. P., FRIANO, L. J. J., HEIN, N. E., MOSCATELLI, G., SALAZAR, J. C., GUTIERREZ, T. y CACERES, L. (1981). *Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Tomo I.* INTA EEA Rafaela – MAG.

⁴ Rasgos redoximorficos: indican la presencia de un nivel freático elevado o una capa impermeable cercana a la superficie y se originan como resultado de inundaciones naturales o artificiales del suelo durante períodos cortos o prolongados

⁵ CIANCAGLINI, N. R - 001- *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.* INTA EEA San Juan.

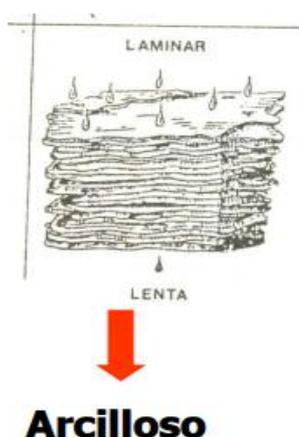
⁶ Hidromorfismo: es un estado de ausencia de oxígeno que tiene una serie de efectos en el suelo, entre los cuales está la solubilización del Manganeseo y posteriormente la del Hierro, que luego por oxidación precipitan en forma de óxidos y concreciones otorgando al suelo tonalidades rojizas y negruzcas.

En cuanto a su estructura, esta hace referencia a la manera en cómo están dispuestos sus componentes. Los granos o partículas de arena, limo y arcilla del suelo se adhieren o unen entre sí y forman “agregados del suelo” (terrones). En este caso, de acuerdo con su disposición y forma, la estructura se clasifica en “estructura laminar”, la cual es fácil de identificar porque el suelo está conformado por laminas dispuestas en forma horizontal.

En función de su ubicación en el paisaje, los suelos son moderadamente drenados con escurrimiento medio a lento y una permeabilidad moderadamente lenta, por lo que generalmente causa problemas de infiltración; por la dificultad que tiene el agua de atravesar el perfil del suelo.

En la figura N° 5, se puede observar la estructura laminar; correspondiente al caso en estudio.

Figura N° 5: Estructura del suelo.



Fuente: Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico – INTA EEA San Juan.

Por último, se expone el Índice de Productividad (IP) del sector. En cuanto a este, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina (MAGyP), presentó que consiste en un sistema de evaluación de tierras paramétrico, que relaciona en forma multiplicativa los valores o niveles de propiedades seleccionadas, pertenecientes a las series de suelo modales, que serán expresados en Clases de Capacidad Productiva Agrícola (ICAP).

Teniendo en cuenta que el sector presenta un índice de 58 se determina que su ICAP es media según la tabla N° 1. Y puede ser mejorado con el uso del sistema de riego suplementario.

Tabla N° 1: Clases de capacidad productiva agrícola.

CLASES DE ICAP	INTERVALO DE IP
Muy alta	100 – 85
Alta	84 – 70
Media	69 – 55
Baja	54 – 40
No agrícola	< 39

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida por el Instituto de Suelos INTA Castelar.

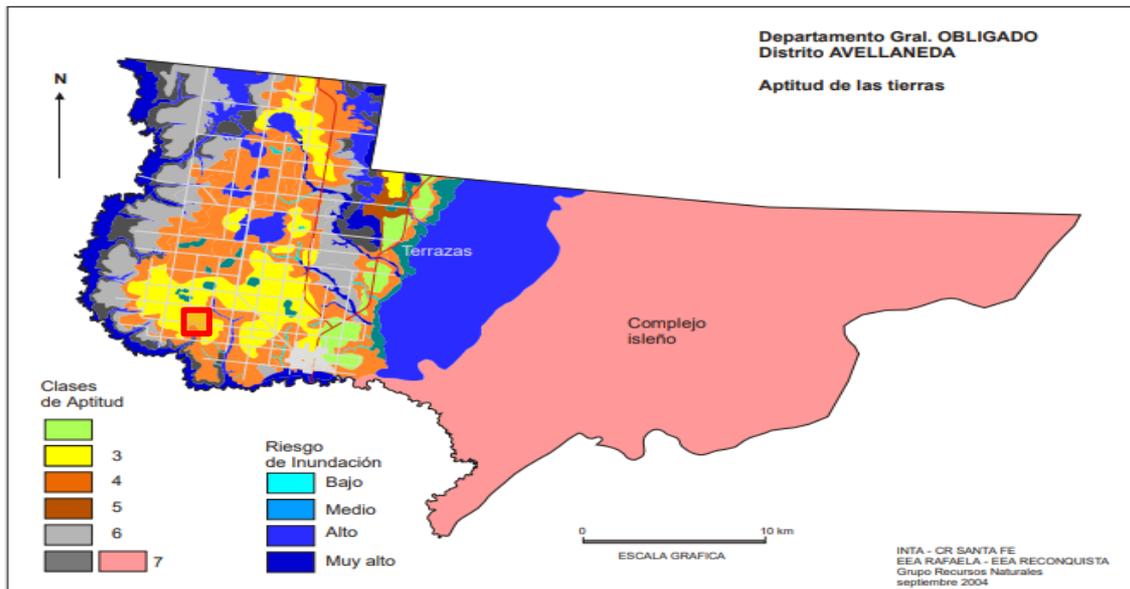
2.1.2 Capacidad Productiva De Los Suelos

La evaluación de la aptitud agropecuaria de los suelos se la realizo mediante el sistema **Agrupamiento por aptitud Agropecuaria de las tierras de la Provincia de Santa Fe (GAT)**, basado en la Land. Capability Classification (LCC) (SCS-USDA, 1961). El sistema está basado en el de Capacidad de Uso y ha sido adaptado a las condiciones de la provincia de Santa Fe y a la información disponible a partir de los levantamientos de suelos.

Las clases son ocho, con restricciones crecientes desde la 1 (optima) a la 8 (no apta). En cada una se agrupan tierras que presentan riesgos de similar magnitud para la producción y /o la degradación de los recursos, por lo que, se considera que pueden ser destinadas al mismo uso. Cabe destacar, que dentro de una misma clase pueden existir restricciones cualitativamente diferentes, por lo que no todas las tierras de una clase responderán de igual manera a los sistemas de manejo.

Se podrá observar mediante la figura N° 6 el área bajo estudio, encontrándose caracterizada por suelos de clase 3 y 4.

Figura N° 6: Aptitud de las tierras del departamento General Obligado.



Fuente: INTA Reconquista. El área en donde se encuentra el establecimiento fue representada con un recuadro rojo.

Por un lado, el suelo de **clase 3**, es de aptitud media/alta; agrícola – ganadera. En este tipo de clase es posible el uso intensivo agrícola y/o pastoril, con moderadas limitaciones.

En cuanto a la elección de cultivos, esta se encuentra algo limitada y/o las prácticas culturales con alguna frecuencia no pueden realizarse oportunamente y/o los niveles de producción son moderadamente reducidos y/o los riesgos de degradación del suelo son moderados.

Esta clase de suelo necesita grados crecientes de cuidado y protección ya que, en caso de degradación de los horizontes superiores, se requerirá de un lapso prolongado para su recuperación.

Por otro lado, el suelo de **clase 4**, es de aptitud media/baja; ganadera – agrícola. En esta clase, es posible el uso poco intensivo agrícola y/o pastoril, con severas limitaciones.

Aquí, los niveles de producción son reducidos seriamente y/o la elección de cultivos está limitada y/o las prácticas culturales con frecuencia no pueden realizarse oportunamente y/o los riesgos de degradación del suelo son altos.

La eventual degradación de los horizontes superiores requiere un lapso muy prolongado para su recuperación. Por ende, al igual que en la clase de suelo anterior, es de suma importancia llevar un cuidado y una protección estricta y adecuada.

Otro punto de relevancia son las subclases de aptitud agropecuaria de las tierras descriptas. Para su desarrollo se tuvo en cuenta el sistema anteriormente mencionado (GAT) y lo desarrollado por los ingenieros agrónomos Hein y Panigatti (1985).

Las subclases son divisiones de las clases y se establecen de acuerdo al tipo de factor restrictivo. Cabe destacar, que estas no indican la intensidad de la limitación, sino que denotan el tipo de limitación.

Estas se determinan agregando las letras en minúscula después de la clase de acuerdo con lo que representen.

- “e” -restricción por erosión-,
- “w” -restricción por permanencia de excesos de agua-,
- “s” –restricción en la zona de desarrollo de las raíces por el suelo-,
- “p” –restricción en la zona de desarrollo de las raíces por el suelo que no se debe a la salinidad y/o sodicidad- y,
- “c” -restricción por el clima-.

Según la Carta de Suelos del Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe (1983), los lotes bajo estudio se encuentran inmersos en dos subclases: “wp”.

- La subclase “w” → Hace referencia específicamente a las restricciones por permanencia de excesos de agua. Esta subclase se encuentra integrada por tierras con riesgo a presentar excesos de humedad temporarios o incluso permanentes, que afecten el desarrollo de los cultivos o de las actividades relacionadas con ellos. Esto puede ser ocasionado por drenaje deficiente de los suelos, napa freática cercana a la superficie, inundaciones, entre otros.
- Subclase “p” → Esta hace referencia a la restricción en la zona de desarrollo de las raíces por el suelo que no se deben a la salinidad y/o sodicidad. En otras palabras, esta incluye suelos que presentan situaciones en las que hay restricciones en la zona de enraizamiento, pero no se debe a salinidad y/o sodicidad (por ejemplo, un contacto abrupto). A esta restricción se la suele

conocer más como “Problema de pie arado” que hace referencia a los problemas de compactación.

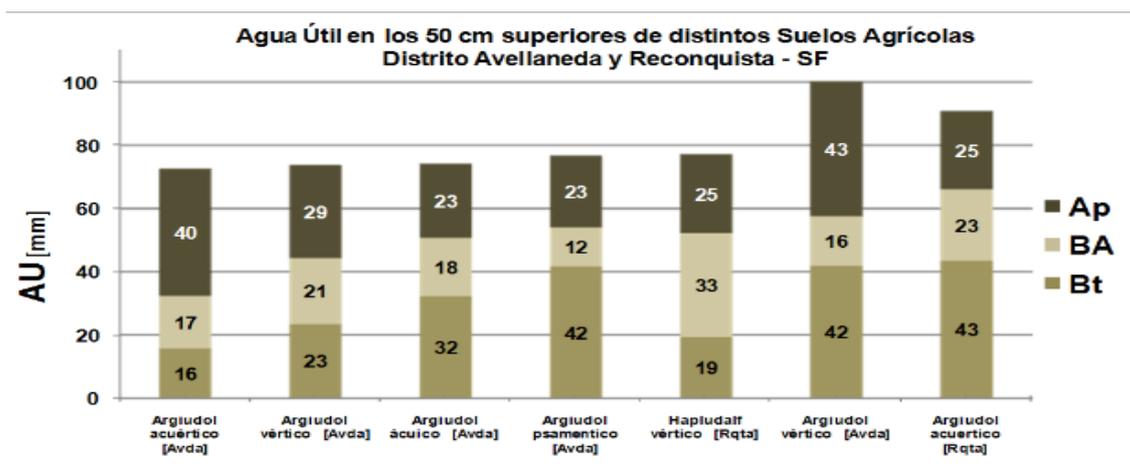
2.1.3 Capacidad De Infiltración Y Almacenamiento De Agua

El ingeniero agrónomo Bianchi (2020) plantea que el área en estudio presenta una baja capacidad de infiltración y almacenamiento de agua. Esto se debe a que nos encontramos frente a suelos de clase 3 y 4 en los cuales se realiza agricultura y en donde la profundidad del horizonte A; horizonte más rico del suelo, no es muy extensa, lo cual ocasiona una baja capacidad de poder almacenar e infiltrar agua luego de una precipitación.

Como se puede observar en la figura N° 7 la asociación de suelos en el noreste santafesino; específicamente en los distritos de Reconquista y Avellaneda, está integrada por Argiudoles acuérticos -como fue destacado anteriormente-, verticos, acuicos, psamenticos y Hapludalf verticos.

Se destaca que en los primeros 50 centímetros es en donde se encuentra aproximadamente el 90% de las raíces de cualquier cultivo, luego de esos centímetros las raíces tienen mayor dificultad para penetrar el horizonte Bt debido a su dureza.

Figura N° 7: Asociación de suelos agrícolas de los distritos Avellaneda y Reconquista – Santa Fe.



Fuente: Estudio de suelos del área proyecto riego suplementario distrito Avellaneda - provincia de Santa Fe - Facultad Ciencias Agropecuarias – UNER.

Asimismo, en la figura N° 7 se puede apreciar la capacidad máxima de **agua útil (AU)** que pueden llegar a almacenar los primeros tres horizontes, la cual oscila entre los 70 mm y los 100 mm, demostrando -como mencione anteriormente-, que es un suelo con muy poca capacidad de almacenar agua.

Precisamente el **AU** es aquella que está disponible para las plantas, la cual se halla entre un límite máximo que es la de máxima cantidad de agua que puede ser retenida por el suelo y un límite mínimo, por debajo del cual el cultivo no puede consumir agua. La máxima cantidad de agua que un suelo es capaz de almacenar y retener cuando ya la pérdida por gravitación es mínima y a una tasa despreciable se llama **capacidad de campo (CC)**, o convencionalmente, **grainage uper limit (DUL)**. De ese total de AU, el 60% - 70% corresponde a lo que se denomina **Agua Fácilmente Utilizable (AFU)**, la cual hace referencia a la parte del AU que las plantas pueden absorber con poco esfuerzo y, por tanto, sin merma de su capacidad productiva.

Luego de que el suelo consume la totalidad de AFU, alcanza un punto característico que equivale a la cantidad de agua que queda en el suelo y que la planta no es capaz de extraer. Al cual se lo denomina **punto de marchitez permanente (PMP) o lower limit (LOL)** (figura N° 8). Con el fin de evitar que la planta caiga en este, es fundamental tener presente que la planta estará libre de estrés hídrico cuando el nivel de agua disponible se encuentre sobre el 40% - 60% del agua útil.

Cabe destacar, que la retención de agua dependerá de la porosidad del suelo, por lo cual esta se encuentra íntimamente relacionada a la densidad aparente⁷, por lo tanto, el contenido de agua debe ser expresado en términos volumétricos (cm³agua/cm³de suelo).

Entonces:

$$AU = CC - PMP$$

Donde:

AU: es el contenido volumétrico de agua útil o aprovechable (cm³agua/cm³ de suelo).

CC: es el contenido volumétrico de agua a capacidad de campo (cm³agua/cm³ de suelo).

PMP: es el contenido volumétrico de punto de marchitez (cm³agua/cm³ de suelo).

⁷ Densidad aparente: forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces.

Por lo tanto:

$$(AU * 40\% \text{ o } 60\%) + PMP = \text{Nivel de agua disponible}$$

A modo de ejemplificar se presentará un caso hipotético de un suelo Argiudol, ubicado en Pergamino.

El suelo se encuentra a una CC de 0,3628 cm³agua/cm³suelo o 36,38% volumétrico y el PMP de este tipo de suelo corresponde a 0,1499 cm³agua/cm³suelo o 14,99% volumétrico. Por lo que, el AU de este suelo sería:

$$AU = 0,3628 - 0,1499 = \mathbf{0,2129 \text{ cm}^3 \text{ agua/cm}^3 \text{ suelo}}$$

o

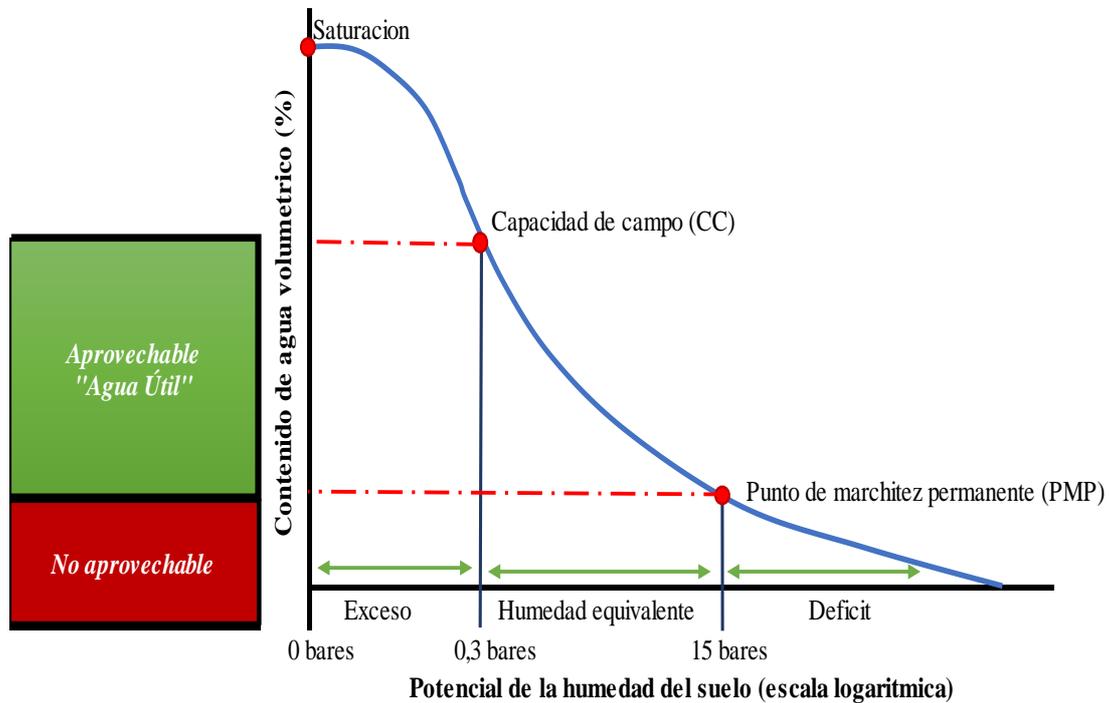
$$AU = 36,28\% - 14,99\% = \mathbf{21,29\% \text{ volumetrico}}$$

Por lo tanto:

$$(40\% * AU) + PMP = (40\% * 21,29\%) + 14,99\% = \mathbf{23,51\%}$$

Por lo que se concluye que el contenido de agua del suelo deberá ser superior al **23,51%** a los fines de evitar estrés al cultivo.

Figura N° 8: Curva del agua en el suelo asociada al concepto de “agua útil” o aprovechable.⁸



Fuente: Elaboración propia en base a información de NORENO, Y. y KELLY, E. *Manejo del riego en el cultivo de cebolla de guarda* – Capítulo 2. P. 56.

Ahora bien, se puede saber el contenido mínimo de agua que un suelo debe tener para evitar el estrés hídrico, pero:

¿Con que periodicidad deberá ser recargado el perfil del suelo para que el cultivo no entre en un PMP?

Con la finalidad de brindar respuesta a esta incógnita se presentará la siguiente **situación hipotética:**

⁸Los conceptos de Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), entonces, se asocian a valores de energía o tensión (bares), dado que el agua en el suelo entre dichos valores está retenida en contra de la fuerza de la gravedad. Saturación: todos los poros están llenos de agua, por lo tanto, el volumen de la saturación sería equivalente al volumen de la porosidad total. Es la máxima cantidad de agua que un suelo puede contener, pero no es la máxima cantidad de agua que un suelo puede retener. Humedad equivalente: es el agua retenida a 1 bar.

Supongamos que se cuenta con:

- Un suelo de **50 cm** de profundidad.
- Un promedio de **80 mm** de AU.
- AFU del **60%** sobre el AU, es decir, unos **48 mm** de AFU. (80 mm *60%)
- Una ETC (Evapotranspiración del cultivo) de **7 mm/día**.

Se deberá realizar el siguiente calculo:

$$\frac{AFU (mm)}{ETC (mm/dia)} = días \rightarrow \frac{48 mm}{7 mm/dia} = 6,85 días \approx 7 días$$

Respuesta: el cociente permitirá informar no solo por cuantos días tendrá agua el cultivo, sino también, la periodicidad con la cual deberá ser recargado el perfil del suelo para que el cultivo no entre en un PMP a causa del estrés hídrico. Si se cumple con esta condición; de suplir la totalidad de la demanda hídrica, el cultivo podrá expresar su potencial.

2.2 Análisis De Agua Para Riego

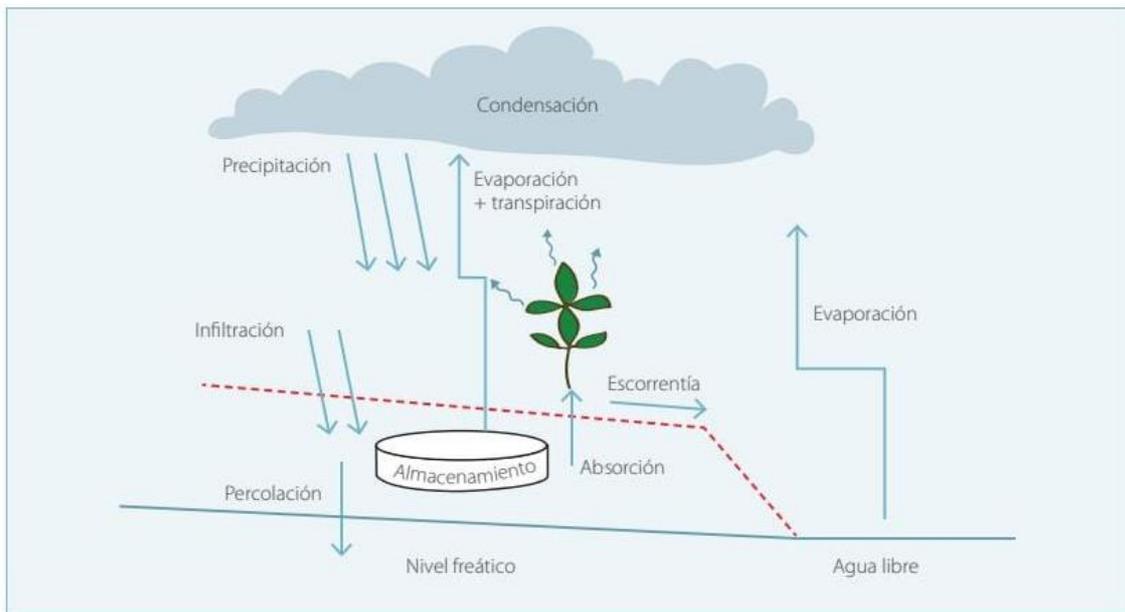
2.2.1 Disponibilidad De Aguas Para Riego

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO plantea que el agua es un recurso vital para la producción tanto vegetal como animal. Tal es así, que su importancia no solo tiene que ver con las funciones metabólicas del agua para las plantas, sino también, con sus características dinámicas en estos procesos metabólicos. Cabe destacar, que la velocidad con que se puede pasar de una situación de disponibilidad plena hacia una situación de escasez de agua, es mayor que en caso de los nutrientes esenciales. Esto es debido a que no hay almacenamiento de reserva de agua a largo plazo en el propio organismo, ya que su consumo ocurre casi en tiempo real, en la medida que este necesita. Es por ello que, si no se mantiene un flujo de agua adecuado en el suelo, una planta puede estar en plena actividad hídrica por la mañana y horas más tarde presentar déficit.

El agua disponible, si no es aprovechada inmediatamente o almacenada para su uso, fluye hacia fuera de la zona de interés y alcance del agricultor, pasando a otras fases y componentes del ciclo hidrológico.

Más adelante se presentarán las diversas fuentes de agua para riego haciendo referencia claramente a la disponibilidad existente en la zona para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos. Asimismo, se tendrán en cuenta sus formas de captación. Pero antes de continuar, es relevante mencionar los componentes del ciclo biológico, ilustrados en la figura N° 9, con la finalidad de tener en cuenta cuáles son las variables manejables para alcanzar el objetivo de captación y aprovechamiento del agua.

Figura N° 9: Ciclo hidrológico simplificado con sus componentes y fases.



Fuente: Libro "Captación y almacenamiento de agua de lluvia - FAO."

1. **Evaporación del agua libre.** La superficie de agua libre (océanos, ríos, lagos, lagunas, embalses, entre otros.) ocupan más de dos tercios de la superficie total del planeta, reciben la energía solar y pierden agua por evaporación. La evaporación del agua mantiene la atmósfera húmeda y en la altitud con la reducción de temperatura, el vapor de agua se condensa y precipita en forma de lluvia. Dependiendo de las condensaciones atmosféricas u orográficas de la superficie, puede precipitar también en forma de hielo/granizo y niebla. Esta fase depende de variables climáticas tales como disponibilidad de energía (radiación solar) y capacidad de la atmósfera de recibir humedad (poder evaporante de la atmósfera).
2. **Precipitación.** El agua que precipita en forma de lluvia puede tomar los siguientes caminos:

- **Quedar depositada en la superficie vegetal.** Ocurre en caso de lluvias muy cortas y/o de bajo volumen de precipitación y en situaciones en que la vegetación es muy densa. El agua se evapora desde la superficie vegetal y retorna a la atmosfera, sin haber llegado al suelo.
 - **Alcanzar la superficie del suelo e infiltrarse.** Si el suelo es permeable más agua se infiltra durante una lluvia, lo cual es beneficioso tanto para la producción vegetal como para la recarga freática.
 - **Alcanzar la superficie del suelo y escurrir.** Ocurre cuando la intensidad de la precipitación supera la velocidad de infiltración del suelo produciendo de esta manera, la escorrentía superficial. En caso de que esta escorrentía no sea aprovechada causara erosión, daños en el área y aguas abajo (crecidas, sedimentación, contaminación).
- 3. Infiltración y almacenamiento.** Se entiende por infiltración al flujo de agua que penetra a través de la superficie del suelo y se redistribuye desde las zonas saturadas hacia las no saturadas del perfil. El índice de infiltración del suelo es el flujo de agua que penetra por unidad de tiempo. Y en cuanto al volumen de agua almacenado, este es aquel que, a pesar de estar en movimiento, permanece en la zona radical del cultivo el tiempo suficiente para ser absorbido. En este los microporos del suelo mantienen el agua por más tiempo, su volumen depende de la granulometría⁹ del suelo.
- 4. Escorrentía.** Puede ser superficial o subsuperficial, la distribución entre ambas está determinada por la tasa de infiltración y capacidad de almacenamiento del suelo, los cuales dependen de factores tanto climatológicos, como geológicos, hidrológicos y edáficos. Por su parte, la superficial es la parte de la precipitación que circula sobre la superficie del terreno sin llegar a penetrar el perfil del suelo, esta surge de las lluvias intensas que superan la capacidad de infiltración de agua del suelo o que caen sobre superficies poco permeables. Y la subsuperficial hace referencia al agua que no circula en régimen de lámina libre, sino que inicialmente se infiltra, escapa de la evapotranspiración y, circula horizontalmente por la parte superior de la zona no saturada hasta volver a la superficie.
- 5. Absorción vegetal (transpiración) y evaporación.** El volumen de agua infiltrado y almacenado en el suelo y que la planta absorbe, es el que contribuye

⁹Granulometría: permite conocer la medida de los granos de los sedimentos y partículas presentes en una muestra.

a la producción vegetal participando de los sistemas funcionales de la misma y posteriormente volviendo a la atmósfera por medio de la transpiración. Otra parte del agua infiltrada y almacenada que se pierde por evaporación ocasionada por el impacto de la radiación solar en la superficie del suelo.

2.2.2 Fuentes De Agua Para Riego

La finca es un sistema hídrico que puede recibir agua de diferentes fuentes, tales como:

- Precipitación (lluvia).
- Napa freática, tabla freática o agua subterránea (pozos o humedales).
- Derivaciones de caudal de riachuelos, ríos, lagos y embalses.
- Suministro por medio de proyectos de distribución de agua, privados o públicos, a partir de fuentes superficiales o subterráneas, entre otros.

2.2.2.1 Técnicas De Captación De Agua De Lluvia

Se entiende por captación y aprovechamiento del agua de lluvia a todo tipo de práctica, obra o procedimiento técnico simple o complejo (que surge de la iniciativa de los agricultores) capaz de (individualmente o combinadas con otras) aumentar la disponibilidad de agua que se almacena en el suelo o estructuras construidas de la finca, de tal manera que pueda ser utilizada posteriormente bajo condiciones de déficit de lluvias. Por lo general, son técnicas mejoradas de manejo de suelos y agua, de manejo de cultivos (y animales), así como la construcción y manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia.

Estas técnicas pueden ser agrupadas en grandes modalidades de captación de agua de lluvia, como ser las siguientes:

- **Microcaptación.** Consiste en captar la escorrentía superficial generada dentro del propio terreno de cultivo, en áreas contiguas al área sembrada o plantada, para hacerla infiltrar y ser aprovechada por los cultivos. En esta técnica se usan las propiedades hidrogeológicas de un área con pendiente, lisa, poco permeable y sin vegetación, para que genere escorrentía superficial y las de otra área contigua

abajo, con surcos, bordos, camellones u hoyos, para captar la escorrentía y de esta manera abastecer el suelo y los cultivos sembrados. También es denominada como captación in situ, por tratarse de un proceso de captación y uso en el lugar cercano o contiguo.

- **Macrocaptación.** Consiste en captar la escorrentía superficial generada en áreas más grandes, que se encuentran ubicadas contiguas al cultivo denominadas “Macrocaptación interna” o apartadas del área del cultivo llamadas “Macrocaptación externa”, para hacerla infiltrar en el área del cultivo y ser aprovechada por las plantas.
- **Derivación de manantiales y cursos de agua mediante bocatomas.** Estas técnicas son útiles para contrarrestar el déficit hídrico en determinadas zonas. Su utilización puede tener diferentes finalidades, desde riego, abrevadero y hasta consumo doméstico.
- **Captación de aguas subterráneas y freáticas.** En muchas regiones con déficit hídrico hay posibilidades de aprovechamiento de aguas subterráneas y freáticas para diferentes finalidades, dependiendo de la calidad, disponibilidad y modalidad de extracción, entre otras.

Una etapa importante en la planificación de la captación y aprovechamiento de agua de lluvia es la selección correcta de las modalidades y técnicas necesarias para hacer frente al déficit hídrico, en función de las condiciones ambientales y socioeconómicas presentes y de los objetivos establecidos.

2.2.2.2 Evaluación Y Explotación Del Agua Subterránea

Según lo descripto por el geólogo Manavella C. se considera acuífero a toda formación geológica saturada capaz de almacenar agua y transmitirla a través de sus poros (los cuales deben ser lo suficientemente grandes como para que permitan su desplazamiento hacia los pozos y manantiales de caudal apreciable) interconectados, suministrando una cantidad suficiente de agua que puede ser explotada y aprovechada por el hombre.

Técnicamente se define al sistema acuífero como un conjunto de formaciones permeables (acuíferas), formaciones de baja permeabilidad que los separan (acuitardos)

y elementos de conexión con la superficie, razonablemente separados hidráulicamente de otros sistemas acuíferos.

El agua subterránea se mueve constantemente a través de distancias extensas y desde las áreas de recarga hacia las de descarga. Dicho desplazamiento es muy lento, con velocidades del orden de metro/día y a veces en metros/año.

La recarga es la percolación del agua infiltrada por gravedad de una parte de las precipitaciones, aguas de escorrentía de los cauces de ríos y lagos, lo suficientemente profunda como para no ser afectada por los fenómenos de evapotranspiración. En la llanura Chaco-Pampeana la recarga se produce por infiltración de lluvias en toda la superficie.

Una vez incorporada al acuífero, el agua se desplaza a través de los poros de los sedimentos y descarga naturalmente en aquellas zonas de niveles topográficamente inferiores a los de recarga en forma de manantiales, alimentando directamente los cauces manteniendo el caudal de estiaje de los ríos, en lagos, en el mar y en forma difusa donde los procesos de evapotranspiración tienen acceso directo al nivel freático.

Es de suma importancia tener presente que la explotación intensiva de las aguas subterráneas, trae aparejado un desequilibrio que en ocasiones provoca el deterioro irreversible de los acuíferos. Una decreciente evaluación del recurso, no permite determinar un manejo adecuado y la falta de conocimientos regionales como recargas, descargas y reservas de los acuíferos agravan aún más la situación. Por ello se vuelve esencial llevar adelante una correcta planificación y gestión de los recursos subterráneos, la cual requiere conocer el funcionamiento del sistema acuífero que está regulado por la recarga y descarga.

El encargado de diseñar y construir una perforación debe tener conocimientos de los fundamentos de la hidráulica subterránea, entre los parámetros que permiten definirlo esta la porosidad, permeabilidad, transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Estos permiten predecir la correcta construcción del pozo, la capacidad específica, los descensos a diferentes distancias del pozo de bombeo, el caudal de explotación y el radio de influencia. Por ello, es que conocer las características del acuífero y su funcionamiento se vuelve parte esencial para contribuir al objetivo de programar su óptimo aprovechamiento.

2.2.2.2.1 Prospección Y Evaluación Hidrogeológica

Esta es una etapa crucial para el aprovechamiento de aguas subterráneas, la cual consiste en la ubicación de la fuente de cantidad y calidad explotable y la cuantificación del recurso.

Localizar agua subterránea significa establecer en qué lugar ésta presenta condiciones favorables (cantidad y calidad) para ser explotada. Las prácticas para conseguirlo incluyen la aplicación de conocimientos científicos, experiencia en perforación de pozos y sentido común. En consecuencia, la labor del hidrogeólogo es basada en la utilización de diferentes métodos de investigación.

Antes de la compra de un equipo de riego, es aconsejable realizar las siguientes etapas de estudio:

1. Prospección geofísica. La geofísica abarca una serie de métodos indirectos que son utilizados para el estudio de la tierra. Para investigaciones de agua subterránea el más utilizado es el geoelectrico, en el cual se efectúan mediciones de resistividad del terreno desde la superficie. Su ventaja radica en poder explorar áreas extensas con menor número de perforaciones al azar.

Los datos obtenidos deberán ser interpretados en conjunto con informaciones geológicas del área en estudio, de lo contrario su valor será escaso y altamente especulativo.

El análisis cualitativo y la interpretación cuantitativa, permite identificar formaciones geológicas, calidad de las aguas en cuanto a sales totales, interfase de agua dulce salada, entre otros. También la confección de mapas temáticos del acuífero explotable, lo que permite ubicar la perforación en el lugar más favorable.

2. Perforación de estudio. La perforación de estudio o exploración es un pozo de unos 4 a 5 pulgadas de diámetro destinado a obtener el perfil estratificado, efectuar el perfilaje múltiple de pozo a los fines de diseñar correctamente la perforación definitiva o de explotación y definir a su vez, las características químicas del acuífero para garantizar la explotación del espesor acuífero detectado, para ello se considera:

- Perforación hasta una profundidad superior a los resultados obtenidos de los estudios geoelectrico para precisar con claridad la zona de interfase agua dulce – salada.

- Efectuar un muestreo sedimentológico metro a metro y en cada cambio litológico¹⁰, para confeccionar el perfil estratigráfico, y conocer las características del sedimento que permitirá adecuar la abertura de filtros y del prefiltro.
- Debe admitir la realización de un perfilaje múltiple de pozo continuo.
- En áreas donde la calidad del agua para riego no está bien definida, la perforación se armará con un diseño acorde al perfilaje y al perfil estratigráfico, con idéntico diseño al posible pozo de explotación de alto costo cuando las aguas no son aptas para las prácticas de riego. Esta perforación podrá ser utilizada posteriormente en los ensayos de bombeo.

De esta etapa surge el diseño definitivo de la futura perforación de explotación, profundidad, calidad del material a utilizar, tipo, largo y diámetro de los filtros. Por lo cual se vuelve necesario la presencia de un profesional para ejecutar la perforación de estudio.

3. Perfilaje múltiple de pozo. Este hace referencia al registro de las respuestas de las formaciones geológicas atravesadas por una perforación, naturales o artificialmente producidas en función de la profundidad.

Permite obtener características físicas de las rocas o terrenos, difíciles o imposibles de determinar por medio de testigos recuperables, lo que facilita el conocimiento de la litología del subsuelo y de las condiciones hidrogeológicas.

Es muy importante que los registros integrados (eléctricos y radiactivos) se obtengan en el momento de su ejecución, porque de él depende el armado de la perforación, en caso contrario solo es un elemento decorativo del informe final.

4. Ensayo por bombeo. Si se planifica la construcción de más de una perforación se vuelve necesario realizar un ensayo por bombeo. Mediante este, se pueden conocer los parámetros hidrogeológicos como transmisividad y coeficiente de almacenamiento de la formación acuífera. Los que permiten predecir la capacidad específica, los descensos a diferentes distancias del pozo de bombeo, el abatimiento en un pozo para cualquier tiempo después de comenzado el bombeo, el caudal de explotación y el radio de influencia.

¹⁰ Litología: Parte de la geología que trata de las rocas.

Hay que tener presente que las reglas de explotación y control para lograr los objetivos de cantidad y calidad deben respetar las restricciones físicas, de calidad, legales, económicas y ambientales.

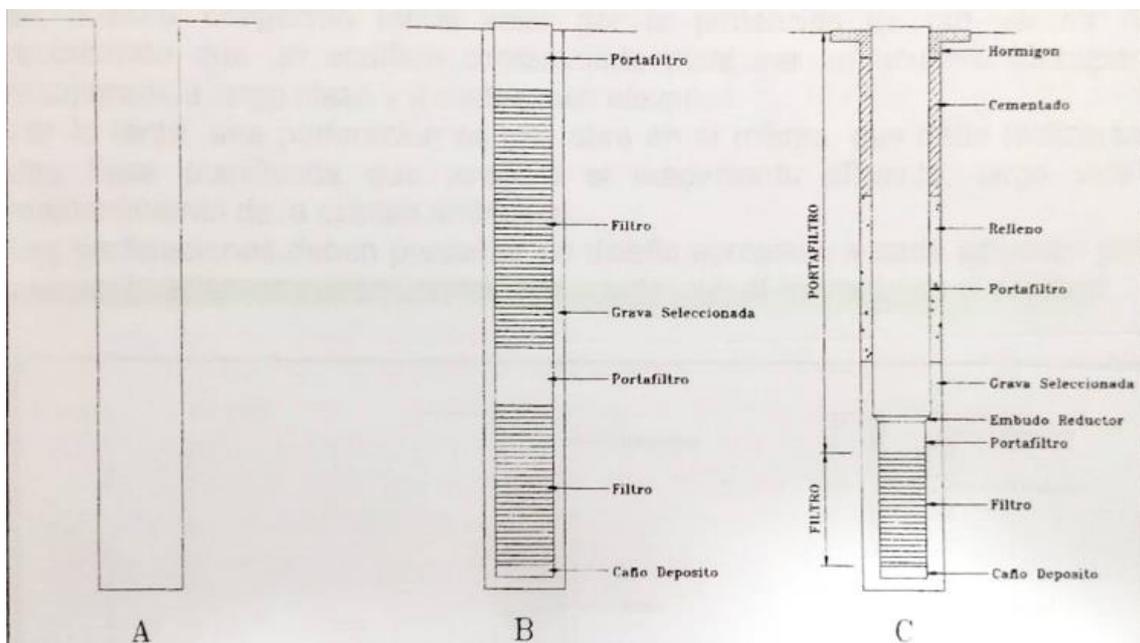
Es imprescindible conocer el caudal del pozo y su dinámica, tanto para el manejo del riego, dimensión del equipo de riego, profundidad y características de la bomba.

2.2.2.2 Captación Del Agua Subterránea

El acceso y captación del agua de los acuíferos se efectúa normalmente por medio de perforaciones. El objetivo principal del diseño de una perforación es conseguir la mejor combinación posible de rendimiento, vida útil y costo.

Una perforación de explotación bien construida consta de dos partes fundamentales. Como se puede observar en la figura N° 10c).

Figura N°10: Diseños de perforaciones utilizados en la explotación para riego.



Fuente: Libro “Manavella, C. H. Evaluación y explotación racional del agua subterránea. Provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio.”

La superior denominada camisa, entubado o porta filtro que sirve de alojamiento al equipo de bombeo y como conductor vertical por el cual fluye el agua desde el acuífero a la bomba, también aísla los acuíferos que no se desee explotar.

La sección inferior de admisión, está compuesta por un sistema filtrante. Su diseño demanda una consideración muy cuidadosa de los factores hidráulicos, ya que debe permitir que el agua haga su entrada libremente y a baja velocidad, evitando que penetre el sedimento con el agua a la perforación.

La elección de los materiales utilizados en su fabricación, es muy importante con respecto a su resistencia a la corrosión.

Con el afán de obtener el máximo caudal en una perforación, se construyen perforaciones denominadas comúnmente del tipo papero sin encamisar y sin filtro (figura N° 10A). Este tipo de perforación provoca la mezcla de acuífero, arrastre de materiales y aumenta las posibilidades de contaminar los acuíferos. Y quienes afrontan el costo de una mala explotación son usuarios que no se benefician con el riego.

Una situación intermedia, es la colocación de la máxima cantidad posible de filtros con un pequeño porta filtro intercalado para el alojamiento de la bomba (figura N° 10B). Por ser el filtro la parte más costosa de la perforación se disminuye la calidad de los mismos, con la lógica disminución de la vida útil. Como los filtros se colocan inmediatamente por debajo del nivel freático, la parte superior queda expuesta por el abatimiento del acuífero al iniciarse el bombeo. Esta exposición periódica de la zona filtrante superior origina cambios físicos que causan precipitaciones, oxidación e incrustaciones que dejan inutilizado el tramo de filtro expuesto por el abatimiento. Este tipo de perforaciones presentan las mismas consideraciones que la anteriormente citada.

Para lograr una protección sanitaria adecuada de la perforación se debe sellar con inyección de cemento el espacio anular entre la cañería y el agujero realizado al perforar. Esto evita que el agua contaminada con bacterias patógenas, fertilizantes, pesticidas y herbicidas lleguen al acuífero por drenaje o escurrimiento superficial.

La utilización racional del agua subterránea requiere:

- Conocimiento científico-técnico.
- Contar con personal debidamente capacitado para realizar un monitoreo permanente del acuífero e inventario de explotaciones.

- Contar con medios económicos apropiados.
- Conocimiento real de la demanda para evitar el derroche de agua.
- Prohibición de prácticas inadecuadas como perforaciones mal diseñadas.
- Restricciones concretas cuando se pone en peligro el suministro humano.
- Exigir la participación profesional en los estudios y emprendimientos, quien será directamente responsable de los criterios adoptados.
- Normativas claras con la suficiente capacidad de adaptación a los cambios, además de disponer la compensación por daños provocados por prácticas inadecuadas.

2.2.2.3 Agua del Rio Paraná

Como tercera fuente de disponibilidad tenemos las aguas del Rio Paraná, Iriondo M. plantea que este es uno de los mayores ríos de Sudamérica. Su caudal medio es de 17.200 m³/seg y alcanzó los 60.000 m³/seg en un gran creciente recientemente. Su llanura aluvial contiene alrededor de cinco mil lagunas. El agua es de baja salinidad y proviene en su mayor parte de la alta cuenca situada fuera del país. Todos los ríos santafesinos son sus afluentes, aunque su influencia sobre el Paraná es mínima; está reducida principalmente al ingreso de sales. Se estima que la incorporación de sales por surgencia e infiltración de la freática puede ser considerable.

En el año 2013 se llevó a cabo un proyecto de **riego suplementario** el cual tenía por objetivo dotar de la infraestructura de riego colectivo con agua de alta calidad y seguridad proveniente del Rio Paraná, a la totalidad de las áreas agrícolas que sean factibles de ser regadas en el distrito de avellaneda.

2.2.2.3.1 Descripción Del Proyecto De Riego Suplementario En Avellaneda

Este consistía en una red de riego que conectaría la captación ubicada en un cauce secundario del Rio Paraná con la zona de riego, mediante conducciones troncales y un conjunto de ramales secundarios y terciarios, realizando más de 180 kilómetros.

El funcionamiento troncal, sería por gravedad a través de un conjunto de canales a cielo abierto a lo largo de su recorrido se iban a incorporar estaciones de bombeo para

salvar las diferentes topografías de las diversas áreas servidas, siendo la altura media y máxima de 15,25 y 21,5 metros respectivamente, ambas referidas al nivel medio del río (3,68, Hidrómetro puerto Reconquista).

La red de distribución se iba a extender sobre un área de unas 32.000 hectáreas aproximadamente (zona de riego), la cual contiene a la totalidad del área cultivable de 16.800 hectáreas, con una densidad que permite el acceso al agua de riego directamente al lote y en ciertos casos, lote por medio, resultando las distancias entre la red y el punto de riego 68, menores a los 600 metros en la mayoría de los casos.

El troncal tendría un primer tramo único de 17,4 kilómetros de longitud, que luego de atravesar todo el valle del río y a la parte Este del domo siguiendo la cañada Los Sauces, se bifurca en dos ramales principales. Este punto se halla a la altura de la primera calle inter lote rural ubicada al oeste de la ruta nacional N° 11.

Cada uno de estos ramales, junto a sus respectivos canales secundarios y terciarios, abastecerían a los sectores sur y norte de gran parte del área de riego. La parte restante se abastecería del canal troncal antes de atravesar la Ruta Nacional N° 11.

Se había estimado en el orden de los 230 milímetros promedio la cantidad de agua de riego anual necesaria para satisfacer los requerimientos de agua durante la siembra y los periodos fisiológicos sensibles del conjunto de cultivos estacionales y perennes previstos.

En base a ello se determinó una capacidad de suministro de agua promedio de riego de más de 650.000 m³/día, es decir, una lámina de agua media de 3,8 mm/día en forma simultánea a unas 11.275 has con una eficiencia global del 66%, según lo determinado en el estudio del proyecto por Iriundo M.

El volumen total promedio oscilaría en 40.000.000 m³/año.

Con el transcurso del tiempo, se estimaba que la mayor parte del área regable contaría con métodos de alta eficiencia de aplicación, por lo que se permitiría incrementar el área simultáneamente regada.

La potencia requerida para llevar a cabo dicho proyecto era de aproximadamente 3.300 kw, siendo de 2.300 kw la que sería insumida por 7 estaciones de bombeo principales, y de unos 1000 kw por 10 estaciones de distribución. Las primeras elevarían los caudales de riego a diversas cotas altimétricas, con alturas comprendidas entre los 3 a

los 7 metros. Las segundas, en su mayoría abastecerían ramales presurizados que garantizarían presiones superiores a 0,5 kg/cm², evitando la incorporación de equipos de bombeos intraprediales para el riego gravitacional o reduciendo significativamente los costos de bombeo para los equipos por aspersión debido a la incidencia por cargos fijos de electricidad.

La red de canales además de los componentes específicos para el transporte y distribución del agua, consistía en poseer obras anexas para la operación y mantenimiento eficiente del sistema de transporte, como también, para evitar las interferencias y afectación de los usos y la preservación de las condiciones del medio natural actual.

Estas consistían en líneas eléctricas, subestaciones transformadoras, caminos de servicio, sifones de cruces de rutas, alcantarillas, canales interceptores de drenaje, adecuaciones hidráulicas de drenaje y protecciones de erosiones y de componentes para la automatización y tele gestión.

Este fue un amplio proyecto que en su planificación fue dividido en etapas, lamentablemente por motivos de **impacto ambiental** no pudo pasar a la etapa de ejecución.

2.2.3 Calidad De Agua Para Riego

Marin et al (2002) plantean que el análisis del agua para riego se utiliza principalmente para determinar su grado de calidad para irrigación, y la tolerancia de los cultivos a ella.

Por ende, el termino calidad del agua para riego agrícola se utiliza para indicar justamente la conveniencia o limitación del empleo de agua para dicho fin. Actualmente, al emplear un sistema de riego por aspersión se considera relevante tener en cuenta las características tanto físicas como biológicas; como ser la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades del suelo, las condiciones de manejo del suelo y agua, y las climatológicas (Cánovas, 1986).

De acuerdo a lo dispuesto por INTA Pergamino, la calidad de agua y su adecuación para el riego se determinan por la importancia de los problemas que puedan aparecer en el sistema agua-suelo-planta después de un uso prolongado. Los problemas

más frecuentes, según los cuales se evalúan los efectos de la calidad del agua, son los relacionados con la **salinidad total**, la **velocidad de infiltración y escurriencia**, **toxicidad** y problemas varios. Para el tratamiento de cada uno es importante tener en cuenta el suelo, el clima, el cultivo y el manejo del riego.

2.2.3.1 Salinidad

Una parte del agua de riego aplicada al suelo se infiltra y la otra parte es retenida en el propio suelo. Esta última es la que aporta sales al suelo, debido a la evaporación del agua y a su extracción por las raíces de las plantas. La magnitud de la acumulación de sales en el suelo depende de la calidad del agua, del manejo del riego y de la eficacia del drenaje. La acumulación excesiva de sales en la zona radicular del suelo; salinización, afecta a la absorción hídrica del cultivo mediante mecanismos osmóticos, aumentando de esta manera el consumo de energía para la extracción del agua y provocando pérdidas de rendimiento.

El Dr. Hidalgo (2015) presenta que para evaluar la salinidad interesa determinar la cantidad de iones presentes en el agua. Algunas de las formas de cuantificación utilizadas han sido:

- Sales Solubles Totales (SST)
- Conductividad Eléctrica (CE)
- Salinidad Efectiva (SE)¹¹
- Salinidad Potencial (SP)¹²

¹¹La salinidad efectiva es la estimación del peligro que representan las sales solubles del agua de riego al pasar a formar parte del agua del suelo, pues toma en cuenta la precipitación ulterior en forma de sales menos solubles. Por siguiente, dejan de participar en la elevación de la presión osmótica de la solución del suelo” (Hidalgo, 2015, p. 4). Esta es la más empleada por lo sencillo de su determinación.

¹²La salinidad potencial sigue una secuencia con respecto al anterior, ya que, una vez precipitadas las sales menos solubles, quedarán en solución, cloruros y sulfatos. Estas aumentan considerablemente la presión osmótica y actúan a bajos niveles de humedad. La salinidad potencial nos da una medida del peligro de estas últimas sales. (Hidalgo, 2015, p. 4)

2.2.3.2 Infiltración Y Escorrentía Del Agua

Cuando la velocidad de infiltración del agua de riego se reduce notablemente, el agua permanece sobre el suelo durante un tiempo demasiado largo, o se infiltra lentamente y no se produce la renovación del agua consumida por el cultivo, por lo que este no recibe el agua necesaria para producir cosechas aceptables. La infiltración del agua en el suelo depende tanto de la calidad del agua, de las características físicas del suelo, como ser: estructura, grado de compactación, contenido de materia orgánica, textura, tipo de minerales en las arcillas, como así también de sus características químicas (como los cationes).

Los factores de calidad que suelen influir en la infiltración son el contenido total de sales (salinidad) y el contenido de sodio en relación a los de calcio y magnesio (sodicidad.). La infiltración por lo general, aumenta con la salinidad y disminuye con la reducción de esta o con un aumento en el contenido de sodio en relación al calcio y magnesio.

En las clasificaciones más difundidas se han utilizado o utilizan los siguientes índices, expresándose las concentraciones iónicas en meq/l (miliequivalentes por litro):

- Porcentaje de Sodio (PS)
- Porcentaje de Sodio en Exceso (PSE)
- Porcentaje de Sodio Activo (PSA)
- Carbonato sódico Residual (CSR)
- Relación de Adsorción de Sodio (RAS)
- Relación de Adsorción de Sodio Ajustada (RASaj)
- Relación de Adsorción de Sodio Corregida (RAS°)

2.2.3.3 Toxicidad

La presencia de sales solubles en la zona radicular de la planta provoca que esta absorba algunos iones específicos que, al acumularse en sus tejidos, pueden provocar efectos tóxicos en ella, afectando al desarrollo de la planta, provocando una reducción del rendimiento y en ciertos casos hasta la muerte de la planta.

En las aguas utilizadas para riego, los iones más comunes que pueden provocar problemas de toxicidad son Cloruro (Cl^-), Sodio (Na) y Boro (B), difiriendo notablemente los umbrales de toxicidad entre las distintas especies vegetales. También algunos oligoelementos como Hierro, Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cobalto (Co), Cadmio (Cd), pueden resultar tóxicos, aun a concentraciones muy bajas, para las plantas y/o para el hombre si se acumulan en las partes de la planta utilizadas para la alimentación. La presencia de estos suele ser mínima en aguas naturales, no así en las aguas residuales que, tras distintos grados de tratamiento, pueden ser empleadas para riego o vertidas en los cauces de aguas superficiales que posteriormente son utilizadas para riego.

2.2.3.3.1 Iones Que Afectan A La Calidad De Agua De Riego

- **Ion cloruro.** Favorece la clorosis, que se acentúa en las partes más iluminadas pudiendo generar necrosis en los bordes de las hojas. Las concentraciones superiores a **0.5 g/l** se consideran peligrosas en la mayoría de los suelos. La FAO presenta que la tolerancia de este ion es de **4 meq/l** y a partir de **10 meq/l** los efectos ya son graves.
- **Ion sodio.** Tiene la característica de que puede sustituir al ion calcio y magnesio en el complejo arcillo – húmico y el terreno puede perder su estructura, haciéndose impermeable, llegando a quedar como una pasta. El límite de tolerancia es de **0.25 g/l**, aunque el índice de tolerancia de la FAO es menor.
- **Ion boro.** Es muy toxico para la mayoría de las plantas cuando su concentración sobrepasa los **2 meq/l**. Este efecto se acentúa en el riego por aspersión, puesto que ataca directamente a las hojas. Para el desarrollo de la planta este es esencial, debido a que ayuda a la formación de la pared celular.
- **Ion sulfato.** Cuando se riega con aguas con alto contenido en sulfato, hay limitaciones en el desarrollo radicular y en la producción, que se agrava con la utilización de abonos ricos en sulfatos. El límite de tolerancia admitido es de **0.3 g/l**.
- **Ion calcio.** La deficiencia de calcio puede provocar clorosis y detiene el crecimiento de las raíces, ya que interviene en su crecimiento, proporciona una

mayor consistencia en los tejidos, participa en la actividad enzimática, entre otros. Con el boro forma complejos de boratos cálcicos poco solubles.

- **Ion Magnesio.** Forma parte de la clorofila, por lo que interviene en la formación de hidratos de carbono, aumenta la resistencia de la planta a un medio adversa y facilita la fijación del nitrógeno atmosférico. Cuando falta este elemento hay un amarilleo de las hojas y las hace menos resistentes.
- **Ion potasio.** Libera las funciones enzimáticas de las plantas, interviene en la fotosíntesis, y demás. Su deficiencia se manifiesta en la planta por un retraso en el crecimiento y origina una reducción de la cosecha en cuanto a cantidad, calidad y conservación. Si la planta absorbe mucho potasio origina deficiencias de magnesio y calcio.
- **Ion fosfato.** Interviene en los procesos de crecimiento y de síntesis de los componentes de las plantas. Su deficiencia ocasiona un desarrollo débil de la planta, siendo que las alteraciones por exceso no suelen darse en la práctica, aunque puede presentar deficiencias de hierro en la planta.
- **Nitrógeno.** Es el elemento primordial para las plantas, ya que forma parte de las proteínas y de otros compuestos orgánicos esenciales. Las plantas lo absorben en forma de nitratos y amonio. La deficiencia de este elemento afecta al crecimiento, en cambio, su exceso ocasiona un gran desarrollo. Sin embargo, la calidad de los frutos desciende peligrosamente, haciendo que haya deficiencias de los demás nutrientes.

2.2.3.4 Directrices FAO De Calidad De Agua Para El Riego

A continuación, en la figura N° 11 se presentarán las directrices para evaluar la calidad del agua publicadas por Ayers y Westcot en 1984 y adoptadas por la FAO en 1987. Este enfoque da mayor énfasis a los efectos de largo plazo que a los de corto plazo.

Figura N° 11: Directrices para interpretar la calidad de las aguas para el riego.

POSIBLE PROBLEMA DE RIEGO	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIONES EN EL USO		
		NINGUNO	DEBIL A MODERADO	ELEVADO
<i>Salinidad:</i> afecta la disponibilidad de agua para el cultivo CE _s	dS/m	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Materia disuelta total	mg/L	< 450	450 - 2.000	> 2.000
<i>Permeabilidad:</i> afecta a la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Valorada por medio de la CE _s y el SAR conjuntamente				
SAR = 0 - 3 y CE _s		≥ 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3 - 6		≥ 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6 - 12		≥ 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12 - 20		≥ 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20 - 40		≥ 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
<i>Toxicidad de iones específicos:</i> afecta a cultivos sensibles				
Sodio (Na)				
riego superficial	SAR	< 3	3 - 9	> 9
riego por aspersión	mg/L	< 70	> 70	
Cloruros (Cl ⁻)				
riego superficial	mg/L	< 140	140 - 350	> 350
riego por aspersión	mg/L	< 100	> 100	
Boro (B)	mg/L	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Microelementos*				
<i>Efectos diversos:</i> afectan a cultivos susceptibles				
Nitrógeno total	mg/L	< 5	5 - 30	> 30
Bicarbonatos (solo para aspersión elevada)	mg/L	< 90	90 - 500	> 500
pH			Normal 6,5-8,4	
Cloro residual (sólo para aspersión elevada)	mg/L	< 1,0	1,0 - 5,0	> 5,0

Fuente: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO (1984).

Es fundamental comprender que cuando se utilizan aguas con valores menores a los correspondientes a “NINGUNO” restricción de uso, se debe a que no se identifican o detectan problemas en el suelo y en los cultivos. Para el caso de restricción “DÉBIL A MODERADO”, se requiere un cuidado gradualmente mayor en la selección de los cultivos y de las alternativas de manejo, para alcanzar el potencial máximo de rendimiento. Por último, la restricción “ELEVADO”, implica la aparición de problemas relacionados con el suelo y pérdida en los rendimientos de los cultivos, con necesidad de contar con técnicas específicas según las condiciones del lugar.

Cabe destacar, que las directrices constituyen un primer paso para señalar las limitaciones en calidad de una determinada fuente de agua. No se incluye la evaluación de sustancias especiales como plaguicidas y agroquímicos, o elementos orgánicos que son frecuentes en aguas residuales.

Para concluir se presenta un informe real de análisis de agua realizado en La Vertiente. (Cuadro N° 1)

Cuadro N° 1: Informe de análisis de aguas

Empresario: LA VERTIENTE
Ubicación predio: Avellaneda (Santa Fe)
Naturaleza: Subterránea:
N° de muestra: 6519

Resultados de Análisis de Aguas

POZO	pH	Residuo sólido mg/l	Conduct. Eléctrica dS/m
	7,3	470	0,7

Cationes y aniones (meq/L)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ³⁼	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
	2,6	1,2	0,1	2,5	vestigios	6,2	1,3	3,9

Fuente: Informe desarrollado por la Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Ciencias Agrarias a cargo del Ingeniero Agrónomo en Riego y Drenaje Miquel Ángel Pilatti.

De los resultados anteriores se realizaron cálculos y su interpretación:

$$RAS= 1.81 \quad \text{Sales totales}= 470 \quad CE= 0.7$$

El agua de riego suele influir en el suelo de acuerdo a la calidad de la misma, de acuerdo a dos parámetros: Sales totales y contenido de sodio en relación a los contenidos de calcio y Magnesio (RAS). Una alta salinidad aumenta la infiltración mientras que una baja o una alta proporción de sodio sobre el calcio + magnesio la disminuye.

El sodio tiene un efecto dispersivo de las partículas y el mismo efecto se consigue con aguas de baja salinidad. Se debe tratar de que el sodio no sustituya al calcio en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en la medida que esto ocurra los suelos se vuelven impermeables y los cultivos sensibles pueden llegar a intoxicarse.

Los bicarbonatos de sodio son responsables de los mayores valores de porcentaje de sodio intercambiable (PSI). El sodio es soluble en todo momento, mientras que el calcio no tiene una solubilidad constante.

Las aguas con elevadas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos, al evaporarse se concentran y al superarse el producto de solubilidad de los compuestos de calcio y magnesio, estos precipitan en parte, quedando en solución los compuestos de sodio, que son perjudiciales. En los suelos ácidos con pH menor que 7, donde hay presencia de H, la reacción con los bicarbonatos es más veloz.

- *Salinidad (Afecta la disponibilidad de agua para el cultivo) = ligero grado de restricción*
- *Infiltración (RAS Y CE) = ningún grado de restricción*
- *Toxicidad de iones específicos:*
 - *Sodio en riego por aspersión: ningún grado de restricción*
 - *Sodio en riego por superficie: ningún grado de restricción*
 - *Cloro en riego por aspersión: ningún grado de restricción*
 - *Cloro en riego por superficie: ningún grado de restricción*
 - *Varios Afectan a cultivos sensibles: Bicarbonatos: ligero a moderado grado de restricción*

CAPÍTULO 3: CULTIVOS

3.1 Planificación Estratégica Y Productiva De Los Cultivos

3.1.1 Rotación Agrícola

La planificación estratégica y productiva de la empresa se encuentra compuesta por la rotación de los siguientes cultivos:

- Trigo (*Nombre científico: Triticum durum*): Pertenece a la familia de las gramíneas.
- Maíz dulce (*Nombre científico: Zea Mays*): Pertenece a la familia de las gramíneas.
- Soja de 2^{da} y 3^{ra} (*Nombre científico: Glycine max*): Pertenece a la familia de las leguminosas.
- Algodón (*Nombre científico: Gossypiumhirsutum*): Pertenece a la familia de las Malváceas.

Los cultivos fueron elegidos con el objetivo de lograr una rotación sustentable, lo que implica:

- Sostenibilidad en el tiempo.
- Adecuada rentabilidad para la empresa agropecuaria.
- Aprovechamiento de los recursos existentes.
- Uso racional del suelo.
- Balance positivo de la materia orgánica por la incorporación en forma intercalada de 2 especies de gramíneas y, finalmente, diversificación de la producción con cultivos tradicionales de la Región, los cuales son conocidos por los productores, se dispone de tecnología para su manejo; lo que implica una ventaja y tienen una respuesta suficientemente optima al riego.

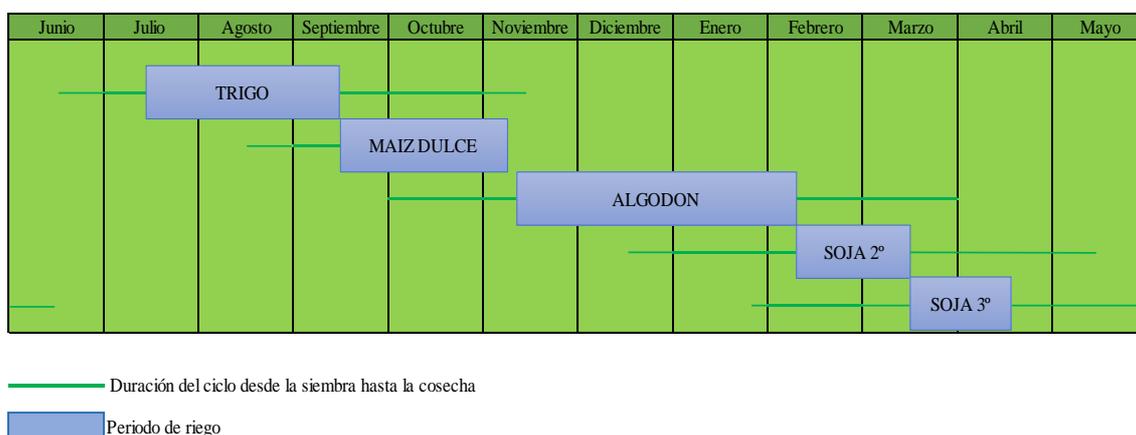
La propuesta de realizar una variada gama de cultivos, produce una mayor distribución de las necesidades de riego (NR) a lo largo del año, evitando la concentración de déficit hídrico en momentos puntuales del año. Para ello, es fundamental escalonar adecuadamente los periodos críticos de cada cultivo a lo largo del ciclo agrícola,

considerando el riego suplementario para brindarle garantía de disponibilidad hídrica a cada cultivo durante el periodo de mayor relevancia, momento en el cual se definen los componentes más importantes del rendimiento, tales como el número y peso del grano. (Figura N° 12)

Con la finalidad de lograr un manejo totalmente eficiente y un máximo aprovechamiento del equipo de pivote central se escalonan los respectivos cultivos en base a 3 factores principales:

1. Fecha de siembra.
2. Tipo de cultivo.
3. Longitud del ciclo.

Figura N° 12: Ciclo productivo del cultivo y periodo de riego.

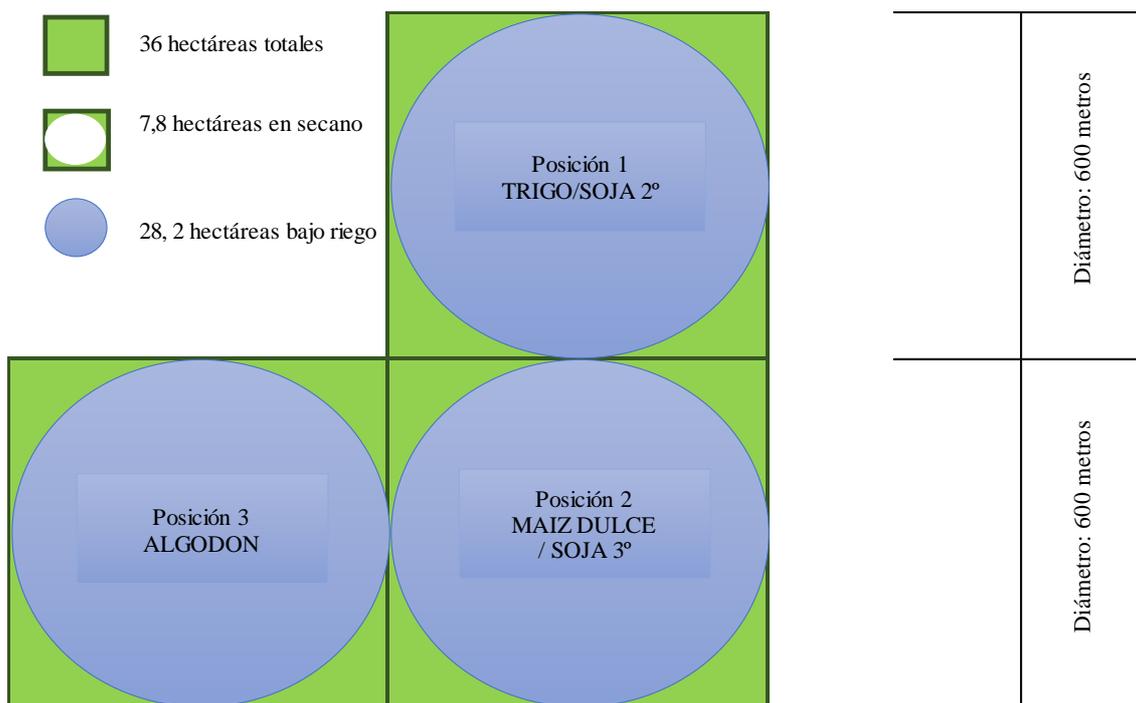


Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Si se logra una correcta planificación no solo se podrá buscar altos potenciales de rendimiento de los cultivos, sino también se podrá prorratar la inversión en la mayor cantidad de superficie que se trabaje.

La unidad rotacional demostrada en la figura N° 13 es la que se lleva a cabo actualmente en 3 lotes. El próximo periodo productivo los cultivos rotaran de posición, siguiendo la misma estrategia productiva.

Figura N° 13: Rotación Agrícola – Hectáreas bajo riego y en secano.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Como se puede observar, los lotes mencionados son de 36 hectáreas cada uno, en los cuales para la producción se utiliza un sistema de riego suplementario por pivote central de 300 metros, el cual abarca un diámetro de 28,2 hectáreas y la producción de las 7,8 hectáreas restantes se realizan en secano. Con la rotación planteada, se riegan 141 ha/año.¹³

3.1.2 Manejo Productivo De Los Cultivos Implantados En El Módulo De Riego

En la tabla N° 2 se presenta detalladamente todo lo referente al manejo productivo.

¹³ En el caso del Maíz dulce, este es sembrado solo en el círculo bajo riego (28,2 ha) y para completar las 7,8 hectáreas restantes se siembra girasol.

Tabla N° 2: Manejo productivo estimativo de los cultivos implantados en el módulo bajo riego.

DETALLE	CULTIVOS					
	Trigo	Soja de 2da	Maíz dulce	Soja de 3ra	Algodón	
Sistema de	Siembra directa					
Fecha de siembra	1° quincena de junio	1° quincena de diciembre	1° y 2° quincena de agosto y 1° quincena de septiembre (escalonado)	1° quincena de enero	2° quincena de octubre	
Material	ACA 917	DM 75;75	Thunder Attribute II	RA 844	DP 1238	
Densidad de siembra	250 sem/m2 (2.500.000 semillas/ha)	26 sem/ m2 (260.000 semillas/ha)	5,2 sem/m2 (52.000 semillas/ha)	33 sem/ m2 (330.000 semillas/ha)	24 pl/m2 (240.000 plantas/ha)	
PRINCIPIOS ACTIVOS	Inoculante	-	1 lt/ha de "Inoculante + curasemilla"	-	1 lt/ha de "Inoculante + curasemilla"	
	Fertilización	80 kg/ha de "Fosfato diamónico" - 80 kg/ha de "Urea"	70 kg/ha de "Fósforo 20% y Calcio 14%"	150 kg/ha de "Urea" - 70 kg/ha de "Fosfato diamónico"	70 kg/ha de "Fósforo 20% y Calcio 14%"	50Kg/ha de "Urea" - 50 kg/ha de "Fosfato diamónico"
	Herbicidas	4 lt/ha de "Glifosato 54%" - 1 lt/ha de 2,4 de "Dédalo 100%" - 0,01 kg/ha de "Metsulfuron 60%" - 0,2 lt/ha de "Dicamba"	5 lt/ha de "Glifosato 54%" - 1 lt/ha de "2,4 Dédalo 60% amina líquido" - 1 lt/ha de "Imazetapir - 0,25 lt/ha de "Haloxifop 54% EC"	4 lt/ha de "Glifosato 54%" - 3 lt/ha de "Atrazina 50%" - 1 lt/ha de "Acetoclor 84% EC" - 0,7 lt/ha de "2,4 Dédalo 100%"	5 lt/ha de "Glifosato 54%" - 1 lt/ha de "2,4 Dédalo 60% amina líquido" - 1 lt/ha de "Imazetapir - 0,25 lt/ha de "Haloxifop 54% EC"	5 lt/ha de "Glifosato 54%" - 2 lt/ha de "Glifosato 72%" - 1,5 Kg/ha de "Diuron Urea Sustituida" - 0,35 lt/ha de "Haloxifop 54% EC"
	Insecticidas	0,2 lt/ha de "Tebuconazole + imidacloprid" (Funciona como insecticida y funguicida)	0,040 lt/ha de "Lambdacialotrina 35%" - 0,04 lt/ha de "Rynaxypyr" - 0,20 lt/ha de "Thiametoxam y lambda cyalotrina"	-	0,040 lt/ha de "Lambdacialotrina 35%" - 0,04 lt/ha de "Rynaxypyr" - 0,20 lt/ha de "Thiametoxam y lambda cyalotrina"	1,2 lt/ha de "Clorpirifos 48%" - 0,1 lt/ha de "Fipronil 20%"
	Fungicidas	0,7 lt/ha de "Tebuconazole 25%"	0,5 lt/ha de "Pyraclostrobin + epoxiconazole"	-	0,5 lt/ha de "Pyraclostrobin + epoxiconazole"	-
	Regulador de crecimiento	-	-	-	-	0,35 lt/ha de "Cloruro de mepiquat" - 0,4 lt/ha de "Cloromecuato 75%"
	Defoliante	-	-	-	-	0,5 lt/ha de "Thidiazuron + Diuron"
Fecha de cosecha	2° quincena de octubre y 1° quincena de noviembre	2° quincena de abril o 1° quincena de mayo	1° y 2° quincena de noviembre	2° quincena de mayo o 1° quincena de junio	2° quincena de marzo, 1° y 2° quincena de abril, 1° quincena de mayo	

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida por la empresa Don Guillermo S.R.L.

3.2 Requerimiento Hídrico De Los Cultivos

Morabito et al (2015) plantean que la adecuada gestión del riego es la que determina cuando y cuanto regar, sobre la base de las necesidades de agua de los cultivos, las características del suelo y las condiciones climáticas del entorno para optimizar la calidad y cantidad de la producción. Carlesso R. (2006) menciona que las necesidades de agua de las plantas varían entre las especies, dependiendo de la genética y la adaptación a diferentes condiciones de cultivo. Por ello, la programación del riego se convierte en una tarea compleja, debido a la ocurrencia de precipitaciones. En este sentido, los servicios de monitoreo y gestión de riego, son una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, donde los criterios de cuando regar y cuánta agua aplicar basados en parámetros agronómicos del cultivo, características del suelo y clima se combinan con un modelo matemático que permita determinar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o). Véase Anexo N° 2: Evapotranspiración.

El riego suplementario es utilizado en los momentos donde hay déficit hídrico de los cultivos, en especial el momento de ciclo fenológico, donde se definen los principales componentes. Para todo ello, es sumamente necesario llevar a cabo una adecuada planificación estratégica, la cual permita conocer la demanda hídrica de los diversos cultivos para diferentes situaciones de probabilidad de ocurrencia de la lluvia anual (años medios, secos y húmedos).

Existen muchos métodos para calcular el requerimiento hídrico de los cultivos en la totalidad de su ciclo productivo. A continuación, se describirán dos de ellos.

3.2.1 Software CROPWAT

Este modelo computacional permite el cálculo preciso de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), que se obtiene utilizando variables provenientes de las bases meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), este es un programa de cómputo que incorpora procedimientos para el cálculo de la ET_o y los requerimientos de agua de los cultivos y permite la simulación del uso del agua por los cultivos bajo diferentes condiciones de clima, cultivos y suelos.

A partir del dato de ET_o , se estima la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c) la cual, según lo planteado por Allen et al (2006) podrá ser calculado a través del enfoque del coeficiente del cultivo (K_c), donde los efectos de las condiciones del tiempo atmosférico son incorporados en ET_o y las características del cultivo son incorporadas en el coeficiente K_c .

Por lo tanto:

$$K_c = ET_c/ET_o \Rightarrow ET_c = K_c \times ET_o$$

Donde:

ET_c : evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar [mm d-d],

K_c : coeficiente del cultivo [adimensional],

ET_o : evapotranspiración del cultivo de referencia [mm d-d]

La FAO determinó que cuando el valor de K_c se acerca a 1,0 significa que los valores de ET_c y ET_o son similares. Si el valor de K_c es menor que 1,0 significa que el valor de ET_c es menor que ET_o . Si, por el contrario, el valor de K_c es mayor que 1,0 implica que ET_c es mayor que ET_o .

Es sustancial comprender que a medida que las plantas van aumentando de altura, de área foliar y de cobertura del terreno, se va produciendo un cambio en el valor de K_c . Motivo por el cual, en el cálculo de ET_c el valor de K_c debe modificarse según el estado de desarrollo de las plantas, es decir, según su etapa fenológica. Conforme se muestra en la figura N° 14 se consideran tres valores básicos de coeficiente que orientan las modificaciones de K_c , los cuales se denominan $K_{c_{ini}}$, $K_{c_{med}}$, $K_{c_{fin}}$, correspondientes a los puntos de cambio del estado de desarrollo, dentro de los cuales se encuentran las cuatro etapas de crecimiento, descritas por Allen et al (2006). Véase Anexo N° 3: Coeficiente basal del cultivo K_{cb} para cultivos no estresados y bien manejados en climas subhúmedos.

- **$K_{c_{ini}}$**

Etapas inicial: se encuentra comprendida entre la fecha de siembra y el momento que el cultivo alcanza aproximadamente el 10% de cobertura del suelo. La longitud de esta etapa dependerá en cierta medida del tipo de cultivo, la variedad, la fecha de siembra y del clima.

Durante el periodo inicial el área foliar es pequeña y la evapotranspiración ocurre principalmente como evaporación en el suelo. Por ende, el valor de K_c durante el periodo inicial es alto cuando el suelo se encuentra húmedo debido al riego o lluvia, y es bajo cuando la superficie del suelo se encuentra seca.

- **$K_{c\ med}$**

Etapa de desarrollo del cultivo: se encuentra comprendida desde el momento en que la cobertura del suelo es de un 10% hasta el momento de alcanzar la cobertura efectiva completa. Para una gran variedad de cultivos, dicho estado de cobertura se alcanza al inicio de la floración.

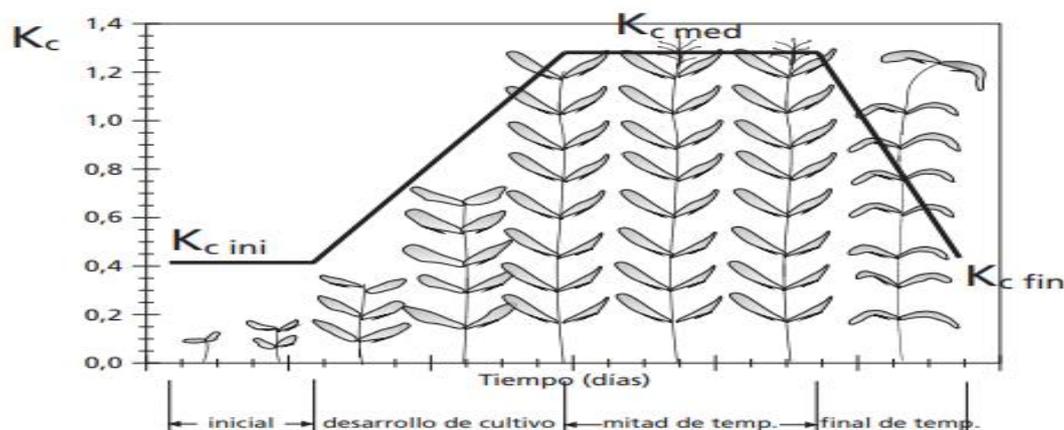
Etapa de mediados de temporada: esta comprende el periodo de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez, el cual está indicado por el comienzo de la vejez, amarillamiento o senescencia de las hojas, caída de las hojas, o la aparición del color marrón en el fruto, hasta el grado de reducir la evapotranspiración del cultivo en relación con la E_{To} de referencia. Durante la misma, el coeficiente K_c alcanza su valor máximo.

- **$K_{c\ fin}$**

Etapa de finales de temporada: esta comprende el periodo entre el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha o la completa senescencia.

El valor de K_c al finalizar esta etapa, refleja el efecto de las prácticas de cultivo y el manejo del agua. Si el cultivo es regado con frecuencia hasta el momento de su cosecha en fresco, el valor de K_c será alto. Sin embargo, si se permite la senescencia y secado del cultivo en el campo antes de la cosecha, el valor de K_c será bajo. El estado de senescencia es asociado a una conductancia menos eficiente de los estomas debido a los efectos del envejecimiento, lo que causa una reducción en el valor de K_c .

Figura N° 14: Curva generalizada del coeficiente del cultivo, correspondiente al procedimiento del coeficiente único del cultivo.



Fuente: Libro "Evapotranspiración del Cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio para Riego y Drenaje 56, FAO, Roma." (Allen et al, 2006)

Una vez obtenido el respectivo resultado, y según lo dispuesto por Morabito et al (2015), en conjunto con la lluvia efectiva (P_e)¹⁴, se podrá determinar las necesidades de riego netas y brutas (en función de las eficiencias extra e intraprediales dependientes de la infraestructura de transporte, distribución y aplicación), para distintas probabilidades de ocurrencia, con el objeto de definir los caudales de la obra de riego. El conocimiento de los valores de E_{To} , E_{Tc} y P_e resulta fundamental para el cálculo del dimensionamiento de las obras de riego y para el diseño de equipos y/o métodos de riego intra prediales.

Según la metodología de FAO, para el cálculo de las necesidades netas de riego de los cultivos se necesita conocer las siguientes variables, analizadas tanto anual como mensualmente:

- Temperatura máxima media,
- Temperatura mínima media,
- Humedad relativa media,
- Velocidad del viento,
- Heliofanía efectiva (para la estimación de la radiación solar) y,
- Precipitaciones.

¹⁴ Lluvia efectiva: este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

3.2.2 Software De Gestión Y Operación De Riesgo Suplementario En Áreas Subhúmedas

Este software es un nuevo método para la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos (el cual fue considerado para el presente trabajo) resultando sumamente preciso para la región bajo estudio. El mismo fue un proyecto diseñado y desarrollado por el Ingeniero Agrónomo Bianchi Jonatan E. y direccionado por el Dr. Marano, Roberto Paulo en el año 2013. Y expresa lo siguiente:

Las Necesidades de Riego netas (NRn) del área de estudio se cuantificaron en función de un Balance Hídrico Seriado (BHS) con paso de tiempo decádico, usando como información una serie inédita de precipitaciones (PP) de 51 años de duración (1962 – 2012) cedidas por Ernesto Bianchi (comunicación personal); y evapotranspiración de referencia (ETo) de 36 años (1976 – 2012), obtenidas de EEA INTA Reconquista.

Los datos de PP fueron procesados y sirvieron como entrada para la elaboración del BHS de 51 años de duración, con una rutina de cálculos propio. Debido a la falta de información de datos de evapotranspiración desde el año 1962 al 1975, a través de un análisis de regresión no lineal se calcularon los años faltantes. A los datos de ETo se los afectó por valores de coeficiente único de cultivo (Kc), obtenidos de Allen et. al (2006) y agrupados cada 10 días.¹⁵

Las verificaciones de los resultados y las variables intervinientes del BHS se presentan a continuación:

$$\sum_{i=1}^n ETR + \sum_{i=1}^n Exc + \sum_{i=1}^n Perc + H_{i-1} - Alm_{inicial} = \sum_{i=1}^n PPt$$

$$\sum_{i=1}^n PPt - \sum_{i=1}^n Pe = \sum_{i=1}^n Ecx$$

$$\sum_{i=1}^n ABS (Defic) = \sum_{i=1}^n ETc - \sum_{i=1}^n ETR$$

¹⁵ BIANCHI, J. 2013. Formulación de un programa de gestión y operación de riesgo suplementario asociativo en áreas subhúmedas”. Tesina de la carrera Ingeniero Agrónomo. (UNL-FCA).

Donde:

$$\sum_{i=1}^n \text{ETR} = \text{Suma anual de la evapotranspiración (mm)}.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Exc.} = \text{Suma anual de los excesos hídricos (mm)}.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Perc.} = \text{Suma anual de la percolación (mm)}.$$

H_{i-1} = Lámina de agua almacenada en el periodo anterior (mm).

Alm. inicial. = Lámina de agua almacenada al inicio del periodo (mm).

$$\sum_{i=1}^n \text{PPt} = \text{Suma anual de la precipitación (mm)}.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Pe} = \text{Suma anual de la precipitación efectiva, correspondiente a la fracción de agua que infiltra en el perfil (mm)}.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{ABS (Defic.)} = \text{Suma anual de valores absolutos de los deficit (mm)}.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{ETc} = \text{Suma anual de evapotranspiración del cultivo (mm)}.$$

A partir de los resultados de déficit se calcularon las Necesidades de Riego ajustadas (NRaj) teniendo en cuenta que, si bien al final del ciclo ontogénico de cada cultivo existen requerimientos de agua, éstos no necesitan ser satisfechos con riego dado que ya está definida la producción. De este modo, y en función de cada cultivo, al final del ciclo las necesidades de riego no se tuvieron en cuenta. Para un mejor análisis de las variables intervinientes se agruparon las PP de los meses en trimestres, resultando los meses de verano; diciembre, enero, febrero (DEF) otoño; marzo, abril, mayo (MAM) invierno; junio, julio, agosto (JJA) y primavera; septiembre, octubre, noviembre (SON).¹⁶

En el cuadro N° 2 se plantearon tres escenarios: año normal, húmedo y seco, considerando para ello las probabilidades de ocurrencia (Pr) de las PP trimestrales del 50%, 21% y 81% respectivamente. La metodología del BHS se utilizó con los tres

¹⁶ BIANCHI, J. 2013. Formulación de un programa de gestión y operación de riesgo suplementario asociativo en áreas subhúmedas". Tesina de la carrera Ingeniero Agrónomo. (UNL-FCA).

escenarios anteriores, aplicando la rotación propuesta en forma simultánea y con igual proporción de hectáreas y estimando, a través del software desarrollado las NRaj. Véase Anexo N° 4: Lamina de Riego ajustadas a la rotación - Lamina de Riego Neta.

Cuadro N° 2: NRaj de los cultivos en base a diversas probabilidades de ocurrencia.

Escenario	Probabilidad de ocurrencia (%)	Cultivos				
		Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Seco	81%	97	147	156	121	265
Normal	50%	48	74	79	61	173
Húmedo	21%	0	18	8	15	113

Fuente: Ingeniero Agrónomo Bianchi Jonatan (2013). *Formulación de un programa de gestión y operación de riego suplementario asociativo en áreas subhúmedas.*

3.3 Diferencial De Rendimientos

3.3.1 Bajo Riego Y En Secano

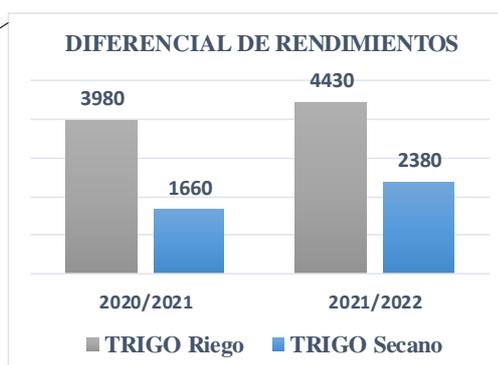
Para determinar el diferencial de rendimiento existente entre los cultivos realizados bajo riego y en secano se tuvo en cuenta dos campañas productivas:

1. Periodo 2020/2021
2. Periodo 2021/2022

Trigo: se puede visualizar en la tabla N° 3 (acompañada por su respectivo gráfico) que el promedio en secano es alto; de unos 2.020 Kg/ha/año (20,2 qq) precisamente. Sin embargo, bajo riego se logra obtener un promedio de 4.205 Kg/ha/año, lo cual determina que se puede lograr una diferencia de 2.185 Kg/ha/año.

Tabla N° 3: Rendimiento de trigo (Kg/ha)

CAMPAÑAS	TRIGO	
	Riego	Secano
2020/2021	3980	1660
2021/2022	4430	2380
PROMEDIO	4205	2020
DIFERENCIA	2185	

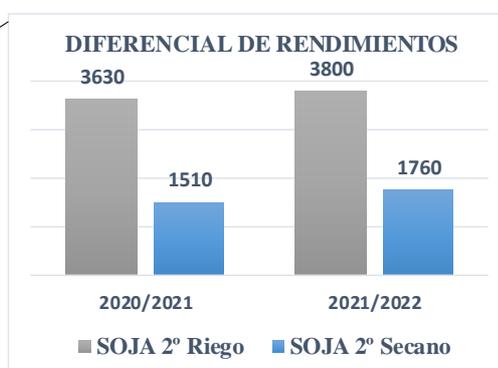


Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

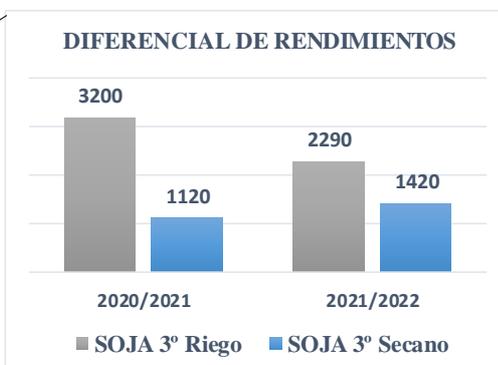
Soja de 2° y de 3°: en la tabla N° 4 (acompañada por su respectivo gráfico) se puede apreciar, por un lado, que en secano se obtuvo un promedio de 1.635 Kg/ha/año de soja de 2° y bajo riego unos 3.715 Kg/ha/año, dando un diferencial de 2.080 Kg/ha/año. En el caso de soja de 3°, se obtuvo un promedio de 1.270 Kg/ha/año en secano y unos 2.745 Kg/ha/año bajo riego, dándose a notar el diferencial de 1.475 Kg/ha/año.

Tabla N° 4: Rendimiento de soja de 2° y 3° (Kg/ha)

CAMPAÑAS	SOJA 2°	
	Riego	Secano
2020/2021	3630	1510
2021/2022	3800	1760
PROMEDIO	3715	1635
DIFERENCIA	2080	



CAMPAÑAS	SOJA 3°	
	Riego	Secano
2020/2021	3200	1120
2021/2022	2290	1420
PROMEDIO	2745	1270
DIFERENCIA	1475	

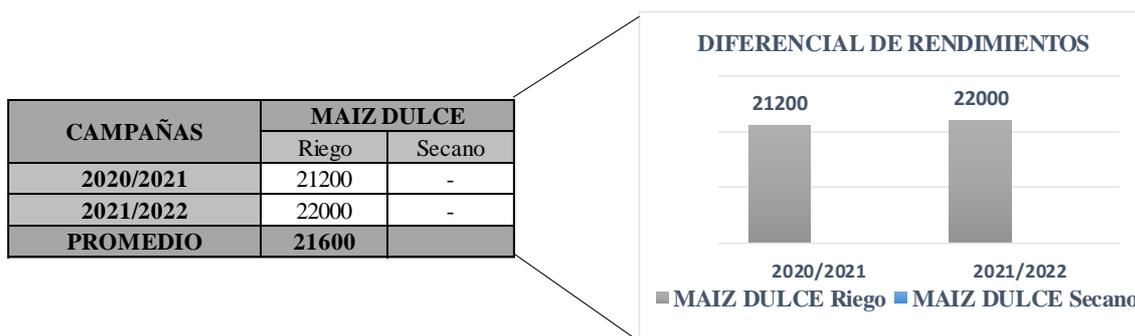


Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

Maíz dulce: este es el único cultivo que se lo produce con la condición de mantenerlo bajo riego. Es de vital importancia tener presente que este es un cultivo de alto valor y contrae un elevado índice de riesgo, por ende, podrá ser realizado si y solo si se cuenta con un nivel tecnológico elevado, para obtener una buena rentabilidad. (Tabla N° 5 acompañada por su respectivo gráfico)

El rinde promedio es de 21.600 Kg/ha/año.

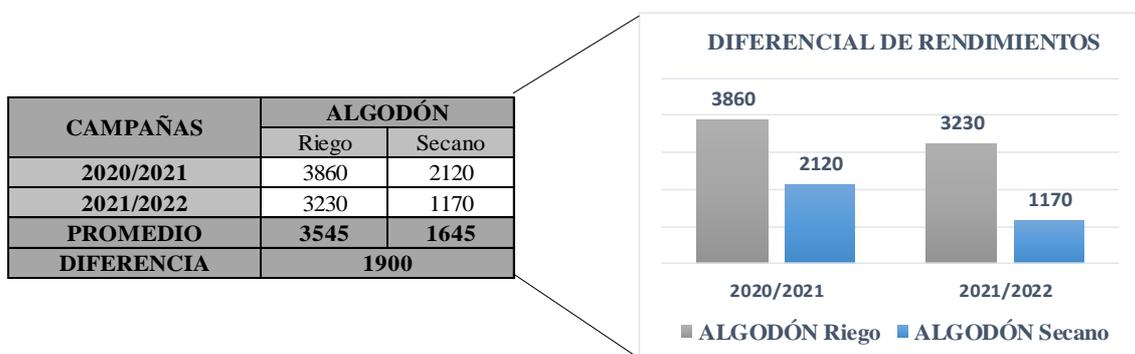
Tabla N° 5: Rendimiento de maíz dulce (Kg/ha)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

Algodón: se puede observar (tabla N° 6 acompañada por su respectivo gráfico) un diferencial bastante notable en cuanto a lo obtenido bajo riego y en seco. En el primer caso el promedio ronda en los 3.545 Kg/ha/año y en el segundo el promedio oscila en los 1.645 Kg/ha/año, dando una diferencia de unos 1.900 Kg/ha/año. De este cultivo se puede destacar la campaña 2021/2022, en donde en seco solo se obtuvo 1.170 Kg/ha/año debido a que fue un año productivo extremadamente seco, y bajo riego más del triple, llegando a unos 3.230 Kg/ha/año.

Tabla N° 6: Rendimiento de algodón (Kg/ha)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

CAPÍTULO 4: EQUIPAMIENTO

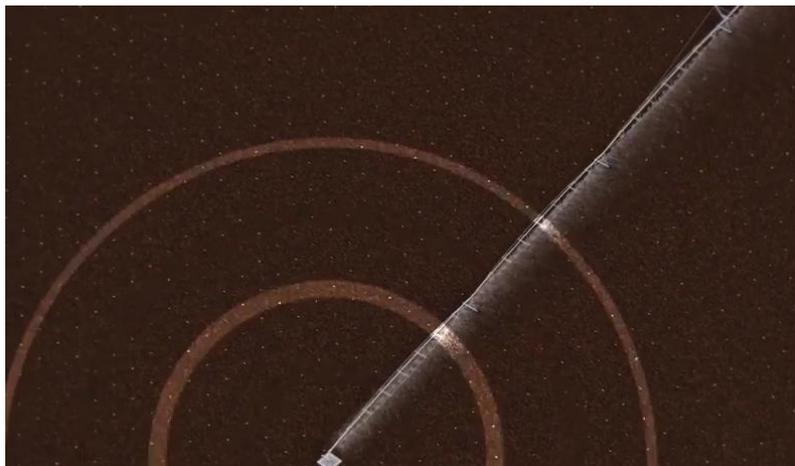
4.1 Definición Del Sistema De Riego

La firma Don Guillermo S.R.L de la familia Bianchi, tomó la decisión de transformar su potencial productivo mediante la implementación de un pivote central de 300 metros del modelo Zimmatic, fabricado por la Corporación Lindsay (Lindsay Corporation), la cual se encuentra ubicada en EE. UU, con la finalidad de maximizar la productividad de la empresa en un marco de sustentabilidad, reduciendo sustancialmente los costos de producción por tonelada.

El riego por pivote central es un sistema de aspersión mecanizado que riega cultivos en un patrón circular (figura N° 15). En este tipo de sistemas, una tubería larga gira alrededor de un punto central del pivote. Los pivotes se pueden utilizar tanto para regar como para aplicar fertilizantes, pesticidas y herbicidas.

Cabe destacar que, con el avance de la tecnología, las maquinas se están volviendo más sofisticadas y sus capacidades se mejoran continuamente, lo que las convierte en grandes maquinas autónomas.

Figura N° 15: Sistema de riego por aspersión de pivote central.



Fuente: Video - Valley Irrigation. (2020). Riego por Pivote Central.

4.1.1 Descripción Técnica

La longitud del sistema en esta ocasión es de 300 metros alcanzando a cubrir un total de 28,2 hectáreas (puede variar entre 60 metros y 790 metros) y se compone de:

- 1) Estación de bombeo,
- 2) Cañerías/Tuberías,
- 3) Torre central,
- 4) Tablero/panel de control,
- 5) Torres motrices,
- 6) Motores eléctricos,
- 7) Cajas reductoras,
- 8) Tramos,
- 9) Aspersores y,
- 10) Voladizo.

El operador utiliza el **panel de control** como punto de operación principal, el cual le permite controlar todo el sistema, pudiendo establecer cuando iniciar y detener el riego, determinar la dirección en la que se debe mover el sistema y controlar su velocidad, la cual determinará la cantidad de milímetros a aplicar, y más. (Figura N° 16)

Figura N° 16: Panel de control del pivote central.



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

La **tubería principal** del equipo está conectada con la **estación de bombeo** (figura N° 17), siendo en este caso dos estaciones para los tres círculos, las cuales cuentan con dos bombas sumergibles de 25 HP de potencia, una de ellas es de 80.000 lts/hr a 28 metros de profundidad y otra de 65.000 lts/hr a 26 metros de profundidad, las cuales bombean agua subterránea de sus respectivos pozos ubicados a 30 metros de profundidad (pudiendo ser a su vez de un río, represa o reservorio) y fluye a través de **cañerías subterráneas** de 160 mm o de 200 mm de acuerdo a la ubicación del lote (figura N° 18 y figura N° 19) hacia la **torre central** que es alrededor de la cual gira todo el sistema (figura N° 20) siendo la responsable de sostener la tubería aérea de suministro de agua. Esta cuenta con ruedas para el traslado del equipo a otro lote.

Figura N° 17: Estación de bombeo.



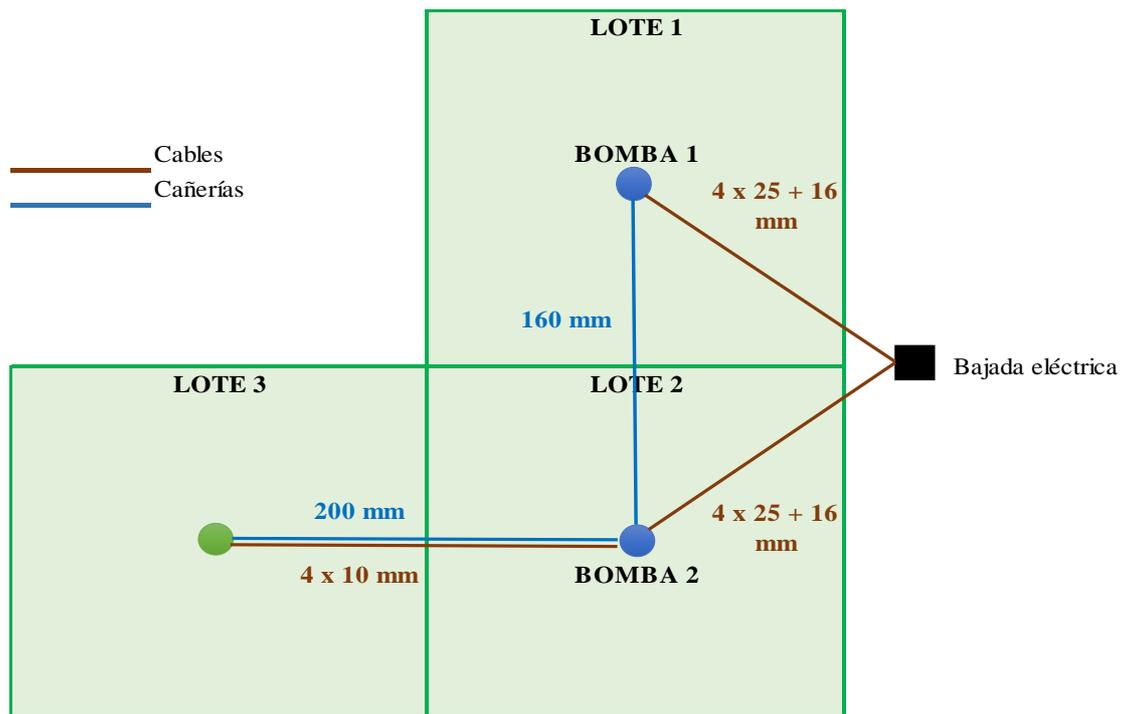
Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

Figura N° 18: Cañerías subterráneas hacia la torre central.



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

Figura N° 19: Ilustración de cables y cañerías subterráneos/as que componen el sistema.



Fuente: Ilustración propia en base a información brindada por la empresa Don Guillermo S.R.L.¹⁷

Figura N° 20: Torre central



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo SRL

¹⁷ Se puede observar claramente que la bajada eléctrica se encuentra en medio del lote 1 y 2, de esta salen dos cables subterráneos que alimentan a las bombas allí ubicadas y al pivote, los cuales son de $3 \times 25 + 16$ mm. De la bomba 1 sale una cañería de 160 milímetros hacia la bomba 2, y de la bomba 2 sale otra cañería de 200 milímetros hacia el lote 3. Esta diferencia se debe a que cuando el pivote se encuentra regando en el lote 1, extrae agua de la bomba 1 que ya se encuentra en ese lote y recibe más agua de la bomba 2 que se encuentra en el lote 2, lo mismo sucede cuando el pivote se encuentra regando en el lote 2. Sin embargo, cuando el pivote se encuentra regando en el lote 3, ambas bombas le transmiten agua debido a que no se cuenta con una 3er bomba, siendo necesario que la cañería tenga un diámetro mayor. A la par del caño va un cable de 4×10 milímetros para llevar energía al pivote.

El agua se transporta a través de los 5 **tramos** de 54,5 metros de longitud cada uno (figura N° 21) y es distribuida a los **aspersores** (figura N° 22) que son los responsables por la aplicación de una lámina de agua, de acuerdo a la demanda de cada tipo de cultivo. Los emisores se ubican a 2 metros unos de otros y la descarga de los que se ubican más cercanos a la torre central es menor que la descarga que realizan los ubicados a una distancia mayor.

Figura N° 21: Tramos del pivote central



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo SRL

Figura N° 22: Aspersores del pivote central



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

Al finalizar cada tramo se encuentra una **torre motriz** (figura N° 23) que es soportada por dos **neumáticos motorizados**. En cada una hay una varilla de alineación que conecta la base **del motor eléctrico** de la torre al tramo contiguo (figura N° 24). Al moverse la última torre, la varilla de la penúltima torre va girando y al detectar desalineación, enciende y apaga el micro de trabajo, activando el motor de la torre hasta alinear el equipo.

Al finalizar el último tramo, se cuenta con un **voladizo** (figura N° 25) que es una tubería de menor diámetro, con aspersores, suspendida por cables al final de la última torre para aumentar el área regada, este tiene una longitud de 26 metros.

Figura N° 23: Torre motriz del pivote central.



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

Figura N° 24: Motores eléctricos de la torre motriz.



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

Figura N° 25: Voladizo del pivote central.



Fuente: Fotografía captada del sistema de riego por pivote central – Empresa Don Guillermo S.R.L.

4.2 Fundamentos Para La Elección Del Sistema De Riesgo Por Pivote Central

Los siguientes fundamentos fueron determinados el 25 de enero del 2016 por la Oficina de Desarrollo Agropecuario (ODA), Unión Agrícola Avellaneda (UAA) para una propuesta de desarrollo de Riego Suplementario en el noreste santafesino.

4.2.1 Beneficios Medibles

- **Aumento de productividad:** mayor producción en menor área cultivada, aumentando a su vez la rentabilidad.
- **Cosecha garantizada / estabilidad de producción:** en caso de sequía la cosecha se encuentra garantizada.
- **Ahorro de trabajo y tiempo:** por su captación fija de agua y energía, y por su autonomía en el movimiento se realiza con baja mano de obra.
- **Ahorro de agua:** es de un 25% a un 50% superior al riego tradicional otorgándole a los operadores el control para aplicar cantidades precisas de agua en los cultivos cuando ellos lo requieran.
- **Versatilidad:** permite la aplicación de fertilizantes y agroquímicos.
- **Capitalización tangible e intangible** (por mejora predial).
- **Sustentabilidad:** Se adapta a un sistema de siembra directa, sin modificaciones del terreno.
- **Diversificación:** de la producción al incorporar cultivos intensivos specialitis tal como el “Maíz dulce” que tienen mayor rentabilidad.
- **Mayores servicios:** relacionados al transporte, industria, comercio e insumos.

4.2.2 Beneficios No Medibles

Los productores podrán:

- **Mostrar con experiencias reales** que el riego suplementario en nuestra región es fundamental en los tiempos que corren, contando con una herramienta estratégica y dinámica para saltar los baches climáticos que ocurren con regularidad.
- **Diversificar la producción (diversificar con riego)** continuar con cultivos que se venían realizando (soja, trigo, algodón, maíz, etc.) porque se cuenta con herramientas, conocimientos y estructura, pero de una manera distinta poniendo una parte de la producción bajo riego que sirva de pulmón para apalear las épocas más críticas.
- **Fortalecer la ruralidad** y las futuras generaciones de empresarios agropecuarios en el negocio rural, heredar una cultura de producción con mayor estabilidad que les permita animarse a invertir, capacitarse y crecer en el sector.

- **Liderar** y demostrar que pueden crecer aún más, porque sabrán como organizarse y enfrentar las adversidades edafoclimáticas que continuamente la región presenta, **ser pioneros** en desarrollar una producción altamente rentable y sana en una zona marginal y **ser independientes de la escala de producción.**
- Para lograr un cambio de paradigma y pasar de una agricultura defensiva a una **agricultura ofensiva** (no hacia el ambiente) hacia nuevos desafíos, nuevas metas de producción, potenciando las tecnologías que actualmente están disponibles para que expresen al máximo su potencial bajo un sistema que permita disminuir riesgos.

4.3 Principales problemas para la incorporación y masificación de esta tecnología

- **Elevada inversión inicial** para productores de pequeña escala.
- **Desconocimiento** de la tecnología por parte de técnicos como de los mismos productores.
- **Falta de herramientas financieras** que faciliten el acceso al sistema de riego.
- **Campos inapropiados** que contengan un relieve irregular o posean estructuras que obstaculicen el paso del pivote.

CAPÍTULO 5: COSTOS E INVERSIONES

Teniendo presente la situación económica de Argentina y la devaluación constante de la moneda oficial, se recurrió a representar todos los valores monetarios en dólares, debido a que es una moneda más estable a través del tiempo. Véase Anexo N° 5: Promedio del dólar divisas correspondiente a los meses de octubre y noviembre.

5.1 Inversiones Previas A La Puesta En Marcha

Los montos correspondientes a “Obra eléctrica”, “Obra hidráulica” e inclusive “Equipo de riego” fueron otorgados por Elbio Bianchi de la empresa Don Guillermo S.R.L. Los cuales en la fecha del 23/04/2020 cerraban en un total de 89.346 USD tal cual se puede observar en el cuadro N° 3. Al analizar este total es fundamental tener presente los siguientes puntos:

- 1) El equipo de riego adquirido en 2020 era usado.
- 2) No se tuvo en cuenta el costo de dirección y seguimiento de la obra. Y a modo de fundamentar este último punto es clave destacar:

Los primeros inicios de la empresa Don Guillermo S.R.L con el riego

La experiencia de los Bianchi con el riego, comenzó varios años antes en el mismo paraje – La Vertiente –, luego del periodo de seca ocurrido durante los años 2008 – 2009 y parte del 2010. Fue entonces cuando, Don Albino Brack convocó a una reunión para llevar adelante una asociación que lleva por nombre **Asociación Civil Impulsar Avellaneda (A.C.I.A)**, de la cual eran participes cooperativas y empresas privadas con la finalidad de satisfacer una amplia gama de necesidades de la comunidad misma (aprobada en 2010). Desde ese momento se llevó a cabo un proyecto que les beneficiaría a productores agrícolas – entre ellos la empresa Don Guillermo S.R.L – con la implementación de un sistema de riego por inundación y por pivote central. En este proyecto cooperativo, cada productor cedía una fracción de su campo hasta completar una nueva unidad productiva de 143 hectáreas bajo riego. De los resultados obtenidos, cada uno de ellos participaba proporcionalmente al terreno cedido. Los efectos positivos y el desafío que proponía el novedoso sistema de riego por pivote central para la región, fue

un impulso para la empresa Don Guillermo S.R.L, para replicar la experiencia con un equipo propio. Lo cual fue llevado adelante a fines del año 2013 cuando la misma invirtió en un equipo de riego por pivote central de la marca **Pampa Riego** en su explotación ubicada en **Nicanor E. Molina (Santa Fe)**. Años más tarde, en julio del año 2020, se replicó esta misma experiencia en otra explotación, ubicada en el paraje **La Vertiente, Avellaneda, Santa Fe**. Un dato no menor es que Elbio Bianchi fue presidente del INTA, en donde tuvo la iniciativa de impulsar el restablecimiento del sistema de riego suplementario que estaba en desuso desde el año 2012, logrando ponerlo nuevamente en funcionamiento en julio del año 2021 con el cultivo de trigo. Por lo descripto queda en evidencia el alto nivel de conocimientos por experiencia propia que tienen los integrantes de la empresa Don Guillermo S.R.L en cuanto a esta tecnología.

Por otro lado, para representar el valor a nuevo de los materiales necesarios para las respectivas inversiones, se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

- 1) El aumento porcentual que sufrieron los materiales entre los años 2020 y 2022; a excepción de las válvulas de aire, rondan entre un 10% a un 25%.¹⁸
- 2) En cuanto al equipo de riego por pivote central, se consideró el valor a nuevo de un equipo de la marca “Valley”¹⁹
- 3) En lo referente al costo de dirección y seguimiento de la obra se tuvo en cuenta un valor representativo. (Cuadro N° 3)

¹⁸ Valores porcentuales otorgados exclusivamente por el Sr Bianchi.

¹⁹ Valley Argentina forma parte de Valmont Industries, empresa con sede central en Nebraska (Estados Unidos), dedicada a la fabricación de equipos de riego, estructuras y equipos para servicios públicos

Cuadro N° 3: Inversiones previas a la puesta en marcha.

MATERIALES	UNIDAD	\$/UNIDAD	TOTAL (\$)	AÑO 2020	AÑO 2022
				TOTAL (USD)	TOTAL (USD)
Perforaciones	2	222.000	444.000	6.597	7.917
Transformador de 63 Voltios	1	168.587	168.587	2.505	2.881
Colocación Transformador	1	88.000	88.000	1.308	1.504
Cables subterráneos de 25 x 3 + 1 x 16 = 870 Mt	870	552	480.240	7.136	8.206
Cables de 1,5 x 2 (610 mt)	610	24	14.762	219	252
Bombas de 25 HP	2	184.483	368.965	5.482	6.579
Cajas de Bombas	2	65.000	130.000	1.932	2.221
Caños de 100 x 50	1	42.000	42.000	624	718
Caño de 90' de 100	2	3.230	6.460	96	110
Zetas de 2 mt.	2	16.825	33.650	500	575
Medidores de agua de 100 x Alemán	1	29.032	29.032	431	539
Medidores de agua de 100 x Chino	1	21.630	21.630	321	402
Reducción de 200 x 160 mm	3	920	2.760	41	47
Tapón Macho PVC Presión C10 X 200	1	1.995	1.995	30	34
Válvulas de aire	3	6.730	20.190	300	300
Válvula de Retención de 4 pulgadas	2	12.695	25.390	377	415
T de 200 x 200 x 160	1	7.442	7.442	111	127
T de 200 x 200	2	7.650	15.300	227	261
Curva de 200 con Brida	1	5.615	5.615	83	96
Caños de 160 x 102	102	3.810	388.620	5.774	6.352
Pivote	1	3.482.775	3.482.775	51.750	108.000
Colocación Pivot	1	235.550	235.550	3.500	4.200
Flete del Pivote Tom Dias de Vivar	1	48.500	48.500	721	793
Flete de Electricidad... Osvaldo (Mister Cables)	1	4.000	4.000	59	68
Flete de insumos... (Transt. Lio) Hugo Muñoz	1	1.610	1.610	24	28
Dirección y seguimiento de Obra					15.653
TOTAL DE INVERSION PREVIA			6.067.073	89.346	168.278

Fuente: Información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Asimismo, en esta etapa se tuvieron en cuenta los costos relacionados a los análisis previos de:

- Análisis de suelo,
- Análisis de agua y,
- Evaluación de impacto ambiental.

Véase Anexo N° 6: Estudios de aprovechamiento de aguas subterráneas e impacto ambiental. Véase Anexo N° 7: Costo de análisis de suelos, forrajes, agua.

Tal cual se puede observar en el cuadro N° 4.

Cuadro N° 4: Costo de análisis previos a la puesta en marcha.

Tipo	Cod.	Determinación	Metodología	Costo (\$)	Costo (USD)	
Suelo	A1	Carbono y Materia Orgánica (C.O y M.O)	Walkley y Black	650	4	
	A2	Nitrógeno Total (N.T)	Kjeldahl	650	4	
	A3	Fosforo Disponible (P disp.)	Bray Kurtz N°1 Modificado	650	4	
	A4	Nitrógeno mineral de Nitratos (N-NO ₂)	Bremmer	650	4	
	A5	Nitrógeno mineral de Amonio (N-NH ₄)	Bremmer	650	4	
	A6	Conductividad Eléctrica y pH (C.E y pH)	Potenciómetro rel 1:2,5	390	2	
	TOTAL BASICO (A1 a A6)				3.640	23
	A7	Calcio intercambiable (CA ₂ ⁺)	Titulación con E D.T.A	520	3	
	A8	Magnesio intercambiable (Mg ₂ ⁺)	Titulación con E D.T.A	520	3	
	A9	Sodio intercambiable (Na ⁺)	Fotometría de llama	520	3	
	A10	Potasio (K ⁺)	Fotometría de llama	520	3	
A11	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Extracción AC. Amonio pH 7	780	5		
TOTAL COMPLETO = BASICO + (A7 a A11)				6.500	41	
Agua	C1	pH y conductividad Eléctrica (PH y C.E)	Potenciómetro rel 1:2,5	250	2	
	C2	Residuo Seco (RS)	Estufa 105 °C	650	4	
	C3	Calcio y Magnesio (Ca 2+ y Mg 2+)	Titulación con E D.T.A	650	4	
	C4	sodio y Potasio (Na+ y K+)	Fotometría de llama	650	4	
	C5	Carbonatos y Bicarbonatos (CO ₂ ⁺ y HCO ₂ ⁻)	Titulación	650	4	
	C6	Cloruros (Cl ⁻)	Titulación	700	4	
	C7	Nitratos (NO ₃)	Bremmer	650	4	
	C8	Sulfatos (SO ₄)	Turbidimetría	500	3	
TOTAL				4.700	30	
Otros	Estudios de la fuente de aprovechamiento de agua + Estudio de Impacto Ambiental			270.000	1.713	
TOTAL DE COSTOS DE ANALISIS PREVIOS				281.200	1.784	

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por EEA – INTA Reconquista y de la Planta Procesadora de Aves de UAA.

5.2 Costos Operativos De Puesta A Punto

5.2.1 Costo De Energía Eléctrica

Para el cálculo del costo energía eléctrica (USD/mm), se llevó a cabo una serie de procedimientos, los cuales se detallarán a continuación:

- 1) Del “Cuadro N° 2: NRnaj de los cultivos en base a diversas probabilidades de ocurrencia - “Capítulo 2”” se extrajo la Lámina de Riego neta ajustada (LRnaj) a la probabilidad de ocurrencia del 51%; año normal de cada cultivo.
- 2) Se procedió a calcular el **volumen de riego total (m3/total de ha/año)**

En primer lugar, se calculó el volumen de riego neto:

$$LRnaj \text{ (mm/ha/año)} * 10 \text{ m}^3^{20}$$

$$= \text{Volumen de riego neto (m3/ha/año)}$$

Para luego poder determinar el **volumen de riego total:**

$$\text{Volumen de riego neto (m3/ha/año)} * \text{Superficie bajo riego (ha)}$$

$$= \text{Volumen de riego total (m3/total de ha/año)}$$

- 3) Se prosigue hallando la **cantidad de horas** que estarán en funcionamiento las bombas de extracción de agua para cada cultivo:

$$\frac{\text{Volumen de riego total (m3/total de ha/año)}}{\text{Caudal de bombeo (m3/h)}}$$

$$= \text{Uso anual (h/total de ha/año)}$$

Lo cual se encuentra expresado en el cuadro N° 5. (Véase Anexo N° 8: Características del equipo)

Cuadro N° 5: Uso anual (h/total de ha/año).

Detalle	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Lamina de Riego Neta (mm/ha/año)	48	74	79	61	173
Volumen de riego neto (m3/ha/año)	480	740	792	607	1730
Volumen de riego total (m3/total de ha/año)	13536	20868	22334	17112	48786
Uso anual (h/total de ha/año)	93	144	154	118	336

Fuente: Datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

²⁰ Se lo multiplica por 10 porque es el factor de conversión para pasar de mm a m3, teniendo en cuenta que el riego de 1 mm/ha ⇔ 10 m³/ha

- 4) Una vez calculado el uso anual (h/total de ha/año) se calculó el **consumo (kW/HP)** para las dos bombas de extracción de agua de 25 HP:

$$1 \text{ HP} \Leftrightarrow 0,7457 \text{ kW}$$

$$\Rightarrow 25 \text{ HP} \Leftrightarrow 18,6425 \text{ kW/h /bomba.}$$

$$\Rightarrow 18,6425 \text{ kW/h/bomba} * 2 \text{ bombas} = \mathbf{37,285 \text{ kW/h}}$$

La energía eléctrica por hora consumida por ambas bombas (kW – h) funcionando en simultaneo es de 37,28 kW-h.

- 5) A la cantidad de energía eléctrica por hora consumida por ambas bombas (kW-h) hallado se lo tuvo en cuenta para obtener la **cantidad de energía eléctrica que necesita cada cultivo por año.**

Entonces:

Uso Anual (h/total de ha/año)

** energía eléctrica consumida por ambas bombas (kW – h)*

$$= \mathbf{Energía eléctrica (kW/Año)}$$

- 6) Posteriormente, con los valores relacionados al “*Cargo fijo [\$/bim]*” y al “*Cargo variable [\$/Kw-h]*” obtenidos de la Cooperativa de servicios públicos de Avellaneda (Véase Anexo N° 9: Cuadro tarifario 2022) se prosiguió a hallar el **Costo total (\$/kW/año):**

$$Cargos \text{ variable } [$/kW - h] * Energía \text{ eléctrica } (kW / Año)$$

$$= \mathbf{Costo de energía eléctrica anual (sin cargo fijo) [$/año]}$$

$$\Rightarrow \text{Costo de energía eléctrica anual (sin } cargo \text{ fijo) [$/Año]}$$

$$+ \text{Cargo fijo [$/bim]}^{21}$$

$$= \mathbf{Costo total de energía eléctrica ($/kW /ciclo)}$$

²¹ Al no contar con la cantidad de días exactos en los cuales se riega cada cultivo, se decidió distribuir equitativamente este valor de manera bimestral para cada uno de ellos, a los fines del cálculo.

En donde:

$$\begin{aligned}
 & \text{Costo total de energía eléctrica (\$/kW /ciclo)} \\
 & + \text{Costos fijos adicionales}^{22} \\
 & = \text{Costo total de energía eléctrica (\$/kW/año)}
 \end{aligned}$$

Los valores obtenidos de cada uno de estos datos se detallan a continuación en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6: Costo total de energía eléctrica.

Detalle	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Energía eléctrica (kW/año)	3480	5365	5742	4399	12543
Costo de energía eléctrica anual (sin cargo fijo) [\$/año]	\$ 49.793	\$ 76.765	\$ 82.159	\$ 62.947	\$ 179.463
Costo fijo energía eléctrica (cargo fijo) [\$/año]	\$ 634	\$ 634	\$ 634	\$ 634	\$ 634
Costos fijos adicionales (meses que no hay riego suplementario)	\$ 634				
Costo total de energía eléctrica (\\$/kW/ciclo)	\$ 50.428	\$ 77.399	\$ 82.793	\$ 63.581	\$ 180.098
Costo total de energía eléctrica (\\$/kW/año)	\$ 454.933				

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L y la Cooperativa de Servicios Públicos de Avellaneda.

7) Como ante último paso se realizó el cálculo para llegar al costo de **energía eléctrica (USD/mm)**.

En primer lugar, se realizó el cociente entre:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Costo total de energía eléctrica (\$/kW/año)}}{\sum (\text{trigo, Soja 2da, Maiz Dulce, Soja 3ra, Algodon})} \\
 & = \text{Costo de energía eléctrica (\$/m3)}
 \end{aligned}$$

Y luego:

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{\text{Lamina de Riego Neta (m3/ha/año)}}{\text{Lamina de Riego Neta (mm/ha/año)}} \right) \\
 & * \text{Costo de energía eléctrica (\$/m3)} \\
 & = \text{Costo de energía eléctrica (\$/mm – ha)}
 \end{aligned}$$

²² Costo por los dos meses que estaría parado el equipo (para los cuales se considera sembrar melilotus con el fin de ocupar la tierra).

8) Para finalizar se lo llevo a **USD** realizando simplemente:

$$\frac{\text{Costo de energía eléctrica (\$/mm - ha)}}{\text{Tipo de cambio USD divisa}} = \text{Costo específico de energía eléctrica (USD/mm)}$$

Tal cual es expresado en el cuadro N° 7.

Cuadro N° 7: Costo específico de energía eléctrica (USD/mm).

Costo de energía eléctrica (\\$/m3)	\$ 3,71				
Costo de energía eléctrica (\\$/mm-Ha)	\$ 37,10	\$ 37,10	\$ 37,10	\$ 37,10	\$ 37,10
Costo específico de energía eléctrica (USD/mm)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L y la Cooperativa de Servicios Públicos de Avellaneda.

5.2.2 Costo De Mantenimiento Y Reparaciones

Para el cálculo del costo de mantenimiento y reparaciones (USD/mm) se consideramos tres valores:

- 1) El valor a nuevo (VN) del sistema de pivote central.
- 2) El coeficiente de mantenimiento.
- 3) El Q_b^{23} (m^3/h).

(Véase Anexo N° 10: Mantenimiento y reparaciones)

Con los valores de los puntos 1) y 2) se calculó el gasto de mantenimiento en USD/h de la siguiente manera:

$$\text{V. N del pivote (USD)} * \text{Coeficiente de mantenimiento (1/h)} = \text{Costo de mantenimiento (USD/h)}$$

Con el punto 3) y teniendo en cuenta que $10 m^3 \Leftrightarrow 1 mm/ha$, se calculó la Lámina de Riego Bruta (LRb) (mm/h):

$$\frac{Q_b (m^3/h)}{10 m^3} = LRb (mm/h)$$

²³ Qb: Caudal de bombeo (m^3/h)

Una vez calculado ambos valores, se prosigue a calcular el **costo específico de mantenimiento (USD/mm)** en base a la lámina de agua aplicada (cuadro N° 8) hallando el cociente entre ambos:

$$\frac{\text{Costo de mantenimiento (USD/h)}}{\text{LRb (mm/h)}} = \text{Costo específico de mantenimiento (USD/mm)}$$

Cuadro N° 8: Costo específico de mantenimiento (USD/mm).

Detalle	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Lámina de riego bruta (mm/h)	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Costo específico de Mantenimiento (USD/mm)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

5.3.3 Costo De Mano De Obra

Para el cálculo del costo de Mano de Obra (M.O) (USD/mm) se tuvieron en cuenta tres valores:

- 1) Costo de Mano de Obra (M.O/h)²⁴ (Véase Anexo N° 11: Escala salarial 2022.)
- 2) El 10%²⁵ equivalente a lo que se le pagará al personal en base a las horas que se encontrará en funcionamiento el equipo.
- 3) El Qb²⁶ (m³/h).

Se obtuvo el producto entre los valores del punto 1) y 2):

$$M.O \text{ (USD/h)} * 10\% \text{ de pago del personal} = \text{Costo mano obra (USD/h)}$$

A posteriori, con el punto 3) y teniendo en cuenta que 10 m³ ⇔ 1 mm/ha, se calculó la LRb (mm/h):

$$\frac{\text{Qb (m3/h)}}{10 \text{ m}^3} = \text{LRb (mm/h)}$$

²⁴ “Peón Especializado” - escala salarial de fines del 2022.

²⁵ Porcentaje determinado por el Ingeniero Agrónomo Bianchi, Jonatan E.

²⁶ Qb: Caudal de bombeo (m3/h)

Con ambos valores se obtuvo el **costo específico de M.O (USD/mm)**:

$$\frac{\text{Costo mano obra (USD/h)}}{LRb \text{ (mm/h)}} = \text{Costo específico de M. O (USD/mm)}^{27}$$

Tal cual se encuentra especificado en el cuadro N° 9.

Cuadro N° 9: Costo específico de M.O (USD/mm)

Detalle	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Lámina de riego bruta (mm/h)	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Costo específico de Mano obra (USD/mm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L y la Unión Argentina de Trabajadores Rurales y Estibadores (UATRE).

A continuación, en el cuadro N° 10 se podrá apreciar cada uno de los resultados obtenidos y demostrados con anterioridad, determinando el costo total en USD/mm para cada uno de los cultivos. Con ello, mediante el cuadro N° 11 (acompañado por su respectivo gráfico), se procedió a representar en términos porcentuales (%) la participación que tiene cada uno de los costos dentro del costo total (CT), en donde podemos ver claramente que más del 50% del costo total corresponde a energía eléctrica.

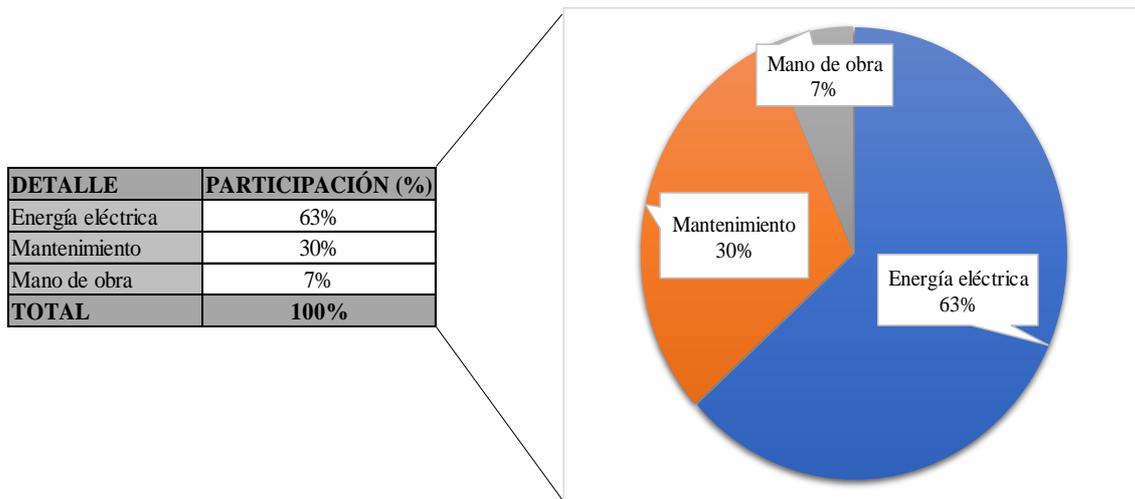
Cuadro N° 10: Costo total de la lámina de agua (USD/mm)

Detalle	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
Costo específico de energía eléctrica (USD/mm)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Costo específico de Mantenimiento (USD/mm)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Costo específico de Mano obra (USD/mm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
COSTO TOTAL DEL MM (USD/mm)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos con anterioridad.

²⁷ El costo de M.O solo implica el traslado del equipo cuando se hacen las rotaciones, que son un total de 4 veces por año y controles periódicos. Además, se debe tener en cuenta, que la empresa Don Guillermo S.R.L maneja el equipo mediante de un sistema de telemetría en donde a través de una tecnología inalámbrica pueden apagar y encender el equipo sin necesidad de ubicarse en los lotes en donde este se encuentra. A su vez, el sistema envía un aviso cuando se presentan situaciones que hacen detener el equipo.

Cuadro N° 11: Participación de cada costo específico dentro del CT.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos con anterioridad.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 Márgenes Brutos

Es de relevancia destacar que para la planificación y análisis económica de las actividades que se llevaran a cabo, existe una amplia variedad de métodos, entre ellos tenemos a los márgenes brutos unitarios. Esta se caracteriza por ser una medida de resultado económica relativamente sencilla y poco costosa, la cual consiste en obtener la diferencia entre el ingreso bruto (valorización de los productos generados por el proceso productivo) y los costos directos (valorización de los insumos utilizados en dicho proceso) de una determinada actividad. Es útil destacar que este método también se puede utilizar para planificar la empresa en su conjunto, desarrollando de esta manera un análisis total.

A continuación, se detalla el análisis parcial de cada uno de los cultivos incluidos en la estrategia productiva. Para ello, fue fundamental tener un conocimiento profundo acerca del funcionamiento de la misma y especialmente de la distribución existente entre valores correspondientes a los rendimientos, los precios (en este caso se consideraron precios de mercado actuales), los costos fijos (paquete tecnológico) y variables, tanto para la situación realizada bajo riego como para la realizada en seco, teniendo como resultado una apreciación de la diferencia existente entre ambas situaciones, respectivamente.

Para la distinción entre costos fijos y variables, primero se tuvo en cuenta la determinación de la variable independiente, la cual se encuentra relacionada al nivel de producción; rendimiento, este paso es de suma importancia, ya que el rubro de un costo puede ser fijo para una variable independiente y variable cuando se toma otra variable independiente. Una vez aclarado esto, se puede clasificar a los costos fijos como la fracción del costo total que no se modifican al variar la variable independiente. En cambio, los costos variables es la parte que si se modifica a causa de esa variación.

Para su cálculo se decidió llevar a cabo la elaboración de una planilla, que resulta sumamente práctica por su disposición y por la clara separación entre costos fijos y costos variables. Y para que esta sea útil como herramienta de comparación y de decisión, los datos y resultados se encuentran expresados en USD/ha de tierra, debido a que la tierra

es el recurso de mayor pertinencia para analizar este tipo de actividades (cuadro N° 12). Véase Anexo N° 12: “Márgenes Brutos de cultivos bajo riego vs en seco.”

Cuadro N° 12: Márgenes brutos (USD/ha) – Resumen.

Cultivos	Márgenes brutos (USD/ha)		
	Riego	Secano	Diferencia
Trigo	620	180	440
Soja 2da	610	127	484
Maíz Dulce	1.809	-	-
Soja 3ra	359	27	332
Algodón	1.087	113	975
Girasol	-	433	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa Don Guillermo S.R.L.

Mediante el cuadro N° 12 se puede apreciar que, a excepción del cultivo de maíz dulce, realizado únicamente bajo riego y girasol realizado solamente en seco, en el cultivo de trigo bajo riego se obtuvo un MB de 620 USD/ha, mientras que en seco se obtuvo un total de 180 USD/ha, dando un diferencial de 440 USD/ha aproximadamente. En el caso de soja 2da se puede demostrar una situación similar, en donde bajo riego y en seco se logró un total de 610 USD/ha y 127 USD/ha, respectivamente, determinando un diferencial de 484 USD/ha. Por otro lado, la soja 3ra dejó en evidencia un diferencial de 332 USD/ha, ya que bajo riego se obtuvo un aproximado de 359 USD/ha y en seco 27 USD/ha. Por último, en el cultivo de algodón el diferencial resultó bastante notable, siendo este de 975 USD/ha, en donde bajo riego se llegó a obtener 1.087 USD/ha y en seco 113 USD/ha.

Cabe destacar, que estos márgenes son variables de acuerdo a distintos contextos, estos hacen referencia a las últimas dos campañas 2020/2021 y 2021/2022. Considerando un escenario de precios de commodities por encima de la media histórica.

Con la determinación del ingreso bruto y del costo directo, se calcularon otros indicadores tan relevantes como lo es el margen bruto, que ayudan a la toma de decisiones. Los cuales se describirán a continuación.

6.2 Rendimiento De Indiferencia

Este tiene por finalidad indicar la producción mínima en Kg que debe producir la actividad para cubrir los costos directos por unidad de superficie, en que se incurre para llevar a cabo el proceso productivo y a partir del cual se comienza a percibir un beneficio económico. Este es un indicador combinado de resultado económico y físico productivo y una medida de riesgo de la actividad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{CT \text{ (USD/Ha)}}{\text{Precio (USD/Tn)}} = \text{Rinde de indiferencia (Tn/ha)}$$

Y luego:

$$\frac{\text{Rinde de indiferencia (Tn/ha)}}{1000} = \text{Rinde de indiferencia (kg/ha)}$$

En donde:

- CT: Costo total equivalente a la suma entre Costos fijos (CF) y Costos variables (CV).

En el cuadro N° 13 se podrá percibir cual es la producción mínima en Kg que debe producir cada cultivo tanto en riego como en secano para cubrir los costos directos por unidad de superficie.

Cuadro N° 13: Rinde de indiferencia (Kg) – Resumen.

Cultivos	Rinde de indiferencia (Kg)	
	Riego	Secano
Trigo	2.413	1.498
Soja 2da	2.150	1.310
Maíz Dulce	12.665	-
Soja 3ra	1.825	1.202
Algodón	1.568	1.440
Girasol	-	1.302

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa. Véase Anexo N° 12: “Márgenes Brutos de cultivos bajo riego vs en secano.

6.3 Retorno Por USD Invertido

Este es un indicador de resultado económico financiero, que brinda una idea de la rentabilidad parcial de la actividad, representando los USD ganados por cada USD invertido con la realización de cada cultivo por ha.

Entonces se deduce que:

$$\frac{MBT/Ha}{CT/Ha} = \text{Retorno por USD invertido}$$

Este detalle es expresado en el cuadro N° 14.

Cuadro N° 14: Retorno por USD invertido – Resumen.

Cultivos	Retorno por USD invertido	
	Riego	Secano
Trigo	0,74	0,35
Soja 2da	0,73	0,25
Maíz Dulce	0,71	-
Soja 3ra	0,50	0,06
Algodón	1,26	0,14
Girasol	-	0,67

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa. (Véase Anexo N° 12: “Márgenes Brutos de cultivos bajo riego vs en secano”).

De las tablas N° 3, 4, 5, 6 – **Capítulo 3: cultivos** - en donde se aprecian los diferenciales de los rindes y del cuadro N° 12 – **Capítulo 6: Análisis económico y financiero** – en donde se visualiza un resumen de los márgenes brutos - se puede presentar la siguiente lectura:

Si comparamos el rendimiento bajo riego contra el rendimiento en secano, y a su vez tenemos en cuenta la rentabilidad reflejada a través del margen bruto de ambas situaciones, se puede destacar que entre la comparación de los dos primeros hay un determinado porcentaje de diferencia a favor del riego y en lo que respecta al porcentaje resultante de la comparación de rentabilidad, este es superior a pesar de que la estrategia utilizada varíe sólo en la cantidad de fertilizante aplicado y el costo por mm, debido al plus de rendimiento dado bajo riego. En efecto, esto arrojará una rentabilidad más que proporcional a favor del riego.

Se presentará una situación hipotética para comprender lo explicado: supongamos que en seco el rendimiento promedio fue de 2.000 kg y en riego fue de 3.000 kg, entre ambos hay 50% de diferencia a favor del riego. Teniendo en cuenta que la estrategia en ambas situaciones varía solo en la cantidad de fertilizantes y costo de lámina de agua aplicada, la rentabilidad arrojada será más que proporcional por el plus de rendimiento que se da en riego, ya que, hablando en términos hipotéticos, en seco 1.700 kg corresponden al equivalente en gastos, lo que significa que 300 kg son de ganancia libre. Y bajo riego a pesar de que los gastos asciendan a 2.000 kg, la ganancia libre será de unos 1.000 kg, resultando superior a la situación anterior.

El sistema de riego no solo permite aumentar los rendimientos, la rentabilidad y estabilizar la producción, sino que además es un sistema superior desde el menor impacto ambiental por el eficiente manejo de los recursos por unidad de materia producida y la mayor riqueza generada en la región que se vuelca directa e indirectamente a la sociedad.

CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Factibilidad Económica

El estudio de factibilidad económica de un proyecto de inversión requiere de la especificación del perfil de ingresos y egresos monetarios del mismo a través del tiempo. Este perfil, denominado flujo de caja, también conocido como flujo de fondos o Cash Flow detalla de manera resumida las características del proyecto en cuanto al uso de factores de producción y ventas.

Con la finalidad de medir la contribución directa del proyecto al patrimonio neto de la empresa, el flujo de fondos implementado fue el denominado “flujo de fondos incremental”, el cual resulta de la comparación entre la situación de la empresa sin proyecto y con proyecto. El mismo, se utiliza cuando previo a la incorporación del proyecto existe una situación que genera ingresos.

Posteriormente, se presentarán los dos flujos de fondos incrementales realizados, los cuales cuentan con un horizonte de tiempo de diez años y fueron realizados en base a dos posibles alternativas. La primera consta de que el proyecto se realice 100% con recursos propios (proyecto puro) y la segunda consta de que se realice 70% con financiamiento externo y el 30% restante con recursos propios (proyecto mixto).

Considerando que, -como se mencionó en un principio- el área bajo análisis cuenta con tres lotes de un total de 36 ha, de las cuales 28,2 ha se encuentran bajo riego y las restantes 7,8 ha en situación de secano, se procedió a calcular los ingresos y egresos totales para la situación bajo riego y la situación en secano, tomando como superficie total solo las 84,6 hectáreas que se realizarían bajo riego. Es relevante destacar que, para la situación en secano, si bien se consideró la misma cantidad de hectáreas totales, se tomaron lotes de 42,3 ha, ya que al no contar con el equipo que condiciona tener una superficie determinada, se recurre a destinar la mitad de la superficie total para cada cultivo correspondiente a la rotación en secano. (Cuadro N° 15 y cuadro N° 16)

Cuadro N° 15: Con proyecto – Situación bajo riego (rotación para 1 año productivo).

INGRESOS (+)					
DETALLE	Trigo	Soja 2da	Maíz dulce	Soja 3ra	Algodón
Ingreso (USD/ha)	1.455	1.449	4.374	1.071	1.950
Ingreso (USD/lote)	41.029	40.858	123.347	30.190	54.983
TOTAL (USD/SUPERFICIE TOTAL)					290.406
EGRESOS (-)					
DETALLE	Trigo	Soja 2da	Maíz dulce	Soja 3ra	Algodón
Egresos (USD/ha)	835	838	2.565	712	862
Egresos (USD/lote)	23.545	23.645	72.321	20.072	24.317
TOTAL (USD/SUPERFICIE TOTAL)					163.900

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa don Guillermo S.R.L.

Cuadro N° 16: Sin proyecto – Situación en secano (rotación para 5 años productivos).

INGRESOS (+)							
DETALLE	Trigo	Soja 2da	Girasol	Trigo	Soja 2da	Algodón	Girasol
Ingresos (USD/ha)	699	638	1.085	699	638	905	1084,6
Ingreso (USD/lote)	29.564	26.973	45.879	29.564	26.973	38.271	45.879
TOTAL (USD/SUPERFICIE TOTAL)							243.102
EGRESOS (-)							
DETALLE	Trigo	Soja 2da	Girasol	Trigo	Soja 2da	Algodón	Girasol
Egresos (USD/ha)	518	511	651	518	511	792	651
Egresos (USD/lote)	21.931	21.610	27.545	21.931	21.610	33.500	27.545
TOTAL (USD/SUPERFICIE TOTAL)							175.673

Referencia: Rotación de cultivos que se tuvo en cuenta

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Véase Anexo N° 13: Rotación de cultivos en secano.

Una vez definido los ingresos y egresos totales se procedieron a realizar los respectivos flujos de fondos incrementales (cuadro N° 17 y cuadro N° 18) para las situaciones nombradas teniendo en cuenta solamente los cultivos realizados en un año productivo respetando las rotaciones detalladas en los cuadros N° 15 y 16.

Para ambos flujos se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

- Tipo de cambio: 157,59 USD. Véase Anexo N° 5: Promedio del dólar divisas correspondiente a los meses de octubre y noviembre.
- Inversión total: 170.063 USD.
- VN equipo de riego: 108.000 USD.
- Valor residual: 20%.
- Tasa de corte: 6%.

Cuadro N° 17: Flujo de fondos incremental – Proyecto puro.

DETALLE	Sin proyecto	Con proyecto									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos brutos	102.415	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406
Egresos	-71.086	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900
Inversiones		-170.063									
Valor residual											34.013
Flujo de fondos neto	31.329	-43.557	126.505	126.505	126.505	126.505	126.505	126.505	126.505	126.505	160.518
Flujo de fondos incremental		-74.886	95.176	95.176	95.176	95.176	95.176	95.176	95.176	95.176	129.189
Flujo de fondos incremental acumulado		-118.444	-23.267	71.909	167.085	262.261	357.437	452.613	547.789	642.965	772.154

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Para el flujo de fondos incremental con financiamiento externo se tuvieron en cuenta diversas líneas de financiamiento vigentes en pesos destinadas a micro, pequeñas y medianas empresas de todos los sectores económicos otorgadas por el “Banco de la Nación Argentina”.

1) "Línea de financiamiento para la inversión productiva" del BCRA (debe cumplir ciertos requisitos establecidos en la Com. A 7140 y 7240 del BCRA, por ejemplo, se encuentran excluidos de esta línea los productores de soja y trigo con acopio si no encuadran en los preceptos establecidos).

- **Monto:** No hay monto mínimo ni máximo. Se determinará según calificación crediticia. Se puede otorgar hasta el 100% de lo solicitado según presupuestos, dependiendo del análisis patrimonial, económico y financiero de la empresa (Balance en sociedades, manifestación de bienes en unipersonales) y de la garantía ofrecida (prenda, hipoteca, aval de SGR, etc.).
- **Tasa de interés vigente:** Tasa Fija 64,50% TNA.
- **Período de gracia:** Hasta 6 meses exclusivamente para capital y en el caso que el destino sea inversiones.
- **Plazo:** Mínimo: 48 meses / Máximo: 60 meses.
- **Amortización de cuota:** Sistema Alemán con periodicidad Mensual, Trimestral o Semestral, de acuerdo al flujo de fondos del solicitante.
- **Observaciones:** Podrá financiarse la adquisición de bienes de capital o inversiones de origen extranjeros nuevos, en plaza nacionalizados, solo en aquellos casos en que no haya producción nacional de este tipo de bienes.

2) "Inversiones "Carlos Pellegrini" (excepto clientes Com. A 7600 del BCRA).

- **Monto:** No hay monto mínimo ni máximo. Se determinará según calificación crediticia. Se puede otorgar hasta el 100% de lo solicitado según presupuestos, dependiendo del análisis patrimonial, económico y financiero de la empresa (Balance en sociedades, manifestación de bienes en unipersonales) y de la garantía ofrecida (prenda, hipoteca, aval de SGR, etc.).
- **Tasa de interés vigente: Combinada:** 69% TNA Fija para los primeros 3 (tres) años y BADLAR más 7 p.p.a para el resto del período. (BADLAR se publica en <https://www.bcra.gob.ar/>; vigente hoy 69,25%, más 7% quedaría 76,25% a partir del cuarto año, pero dependerá de la tasa vigente a dicho momento)

- **Período de gracia:** Hasta 6 meses. En ningún caso habrá período de gracia para pago de intereses.
- **Plazo:** Hasta 10 (diez) años.
- **Amortización de cuota:** Sistema Alemán con periodicidad Mensual, Trimestral o Semestral, de acuerdo al flujo de fondos del solicitante.
- **Observaciones:** Podrá financiarse la adquisición de sistemas nuevos de riego tanto de origen nacional como extranjero, sin distinción, toda vez que éstos últimos se encuentren en plaza, ya nacionalizados. Asimismo, podrán financiarse inversiones en general para proyectos de sistemas de riego mecanizados o no como también la perforación de pozos de agua. No podrán financiarse los honorarios profesionales de cualquier índole como tampoco ningún tipo de estudio vinculado al proyecto de que se trate. En los casos de préstamos destinados a inversiones para riego (proyectos integrales, adquisición de equipos, sistematización, etc.), el solicitante deberá aportar un informe técnico de desarrollo hídrico del lugar donde se prevé la inversión, debiendo resultar del mismo que este aspecto no constituya una limitante para el objeto propuesto. Dicho informe deberá ser elaborado por un geólogo o profesional con incumbencia en el tema (cualquiera de ellos habilitado) y especificará entre otros conceptos: profundidad de la napa, capacidad hídrica y calidad de la misma, o de la fuente de agua de que se trata. Asimismo, se requiere del profesional interviniente un informe acerca de la existencia de regulaciones provinciales o de otra índole para el uso de la fuente de agua de que se trate y de existir, su cumplimiento.

Para el proyecto realizado se tuvo en cuenta la primera línea de financiamiento. Véase Anexo N° 14: Amortización sistema alemán.

Resumiendo, los datos que se utilizaron fueron los siguientes:

Cuadro N° 18: Flujo de fondos incremental – Proyecto mixto.

Supuesto inflacionario	La inflación en los próximos 5 años sería del orden del		60%
Monto del préstamo (\$)	\$ 18.760.679	Monto del préstamo (USD)	119.044
TNA (fija)	64,50%		
TNA real	4,50%		
Periodo de gracia	6 meses		
Plazo de devolución	60 meses		
Periodicidad de pago de las cuotas	Semestral		
Tasa de intereses semestral	2,25%		

DETALLE	Sin proyecto	Con proyecto									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos brutos	102.415	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406	290.406
Egresos	-71.086	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900	-163.900
Intereses del financiamiento			-2.678	-5.059	-3.869	-2.678	-1.488	-298			
Inversiones		-170.063									
Aporte del financiamiento		119.044									
Devolución del capital			0	-26.454	-26.454	-26.454	-26.454	-13.227			
Valor residual											34.013
Flujo de fondos neto	31.329	75.487	123.827	94.992	96.182	97.373	98.563	112.981	126.505	126.505	160.518
Flujo de fondos incremental		44.157	92.498	63.663	64.853	66.043	67.234	81.651	95.176	95.176	129.189
Flujo de fondos incremental acumulado		44.157	136.655	200.318	265.171	331.214	398.448	480.099	575.276	670.452	799.640

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa don Guillermo S.R.L.

7.2 Criterios De Evaluación

La evaluación del proyecto compara mediante distintos instrumentos si el flujo de fondos proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden a los denominados *valor actual neto* (VAN), *la tasa interna de retorno* (TIR), *el periodo de recupero* (PRI) y *la relación beneficio -costo* (IR).

Valor actual neto (VAN): con el método del valor actual (o presente) neto se calcula el valor presente del conjunto de flujos de fondos que derivan de una inversión, descontados a la tasa de rendimiento requerida de la misma al momento de efectuar el desembolso de la inversión, menos esta inversión inicial valuada también a ese momento.

El valor del VAN nos permite determinar si el proyecto es capaz de:

- Devolver la inversión,
- Pagar la tasa requerida y,
- Obtener un adicional monetario en valores actualizados.

Se deduce que:

- Si el $VAN > 0$ → La inversión es aconsejable y logra cumplir con los tres puntos anteriores.
- Si el $VAN = 0$ → La inversión es indiferente y logra cumplir solo con los dos primeros puntos.
- Si el $VAN < 0$ → La inversión no es aconsejable.

➤ Proyecto puro: arroja un VAN de \$559.061.

➤ Proyecto mixto: arroja un VAN de \$568.042.

Tasa interna de retorno (TIR): es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de salida de efectivo que se esperan con el valor presente de los flujos de entrada de efectivo esperados. En otras palabras, es la tasa de descuento que, aplicada sobre los flujos esperados, genera un valor actual total de los mismos exactamente igual que el valor actual de la inversión considerada para obtenerlos. La denominación de “interna” implica que su valor depende sólo de los retornos incrementales netos del proyecto y no de la tasa de interés del mercado externo.

La importancia de obtener la TIR radica en el hecho de que es la máxima tasa de retorno requerida que la firma puede aceptar para financiar un proyecto, sin perder dinero. De manera que, el criterio de aceptación que se emplea con el método en cuestión, consiste en comparar la tasa interna de retorno con la tasa de rendimiento requerida, también conocida como tasa límite, mínima o de corte (i).

Entonces sí:

- $TIR > i \rightarrow VAN > 0 \rightarrow$ Proyecto viable.
 - $TIR = i \rightarrow VAN = 0 \rightarrow$ Proyecto indiferente.
 - $TIR < i \rightarrow VAN < 0 \rightarrow$ Proyecto inviable.
 - $TIR < 0 \rightarrow VAN < 0 \rightarrow$ Proyecto inviable (no recupero la inversión inicial).
- Proyecto puro: este arroja una TIR del 127%
- Proyecto mixto: la TIR no se puede calcular ya que no hay valores negativos en el saldo incremental; tampoco se podría calcular en caso de tener valores positivos y luego valores negativos (son limitaciones matemáticas para el cálculo de la TIR).

Índice de rentabilidad o razón beneficio – costo (IR): este es el valor presente de los flujos de efectivo netos futuros sobre el desembolso de efectivo inicial.

Entonces sí:

- $IR \geq 1 \rightarrow$ la propuesta de inversión es aceptable.

Si el índice de rentabilidad es mayor que 1, el valor actual es mayor que la inversión inicial y por lo tanto el proyecto debe tener un VAN positivo con lo que para cualquier proyecto en particular, el método del valor actual neto y el índice de rentabilidad conducen exactamente a la misma decisión.

- Proyecto puro: arroja un IR de 57%.
- Proyecto mixto: arroja un IR de 64%.

Periodo de recuperación de la inversión (PRI): tiene por objeto medir en cuanto tiempo se recupera la inversión incluyendo el costo de capital involucrado.

- Proyecto puro: año 3.
- Proyecto mixto: año 3.

7.3 Análisis De Sensibilidad

Como señala Chain (2007) los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden exactamente la rentabilidad del proyecto, sino que sólo la de uno de los escenarios posibles. Los cambios que se producirán en el comportamiento de las variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Es por ello, que la decisión sobre la aceptación o rechazo de un proyecto debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro considerado en el cálculo del resultado, que solamente en el VAN positivo o negativo.

Anticipar las variables que pueden sufrir desviaciones permite a la empresa medir y anticipar el impacto que podrían ocasionar en sus resultados y reaccionar de una manera adecuada.

Dependiendo de la cantidad de variables que se sensibilicen simultáneamente el análisis puede clasificarse en:

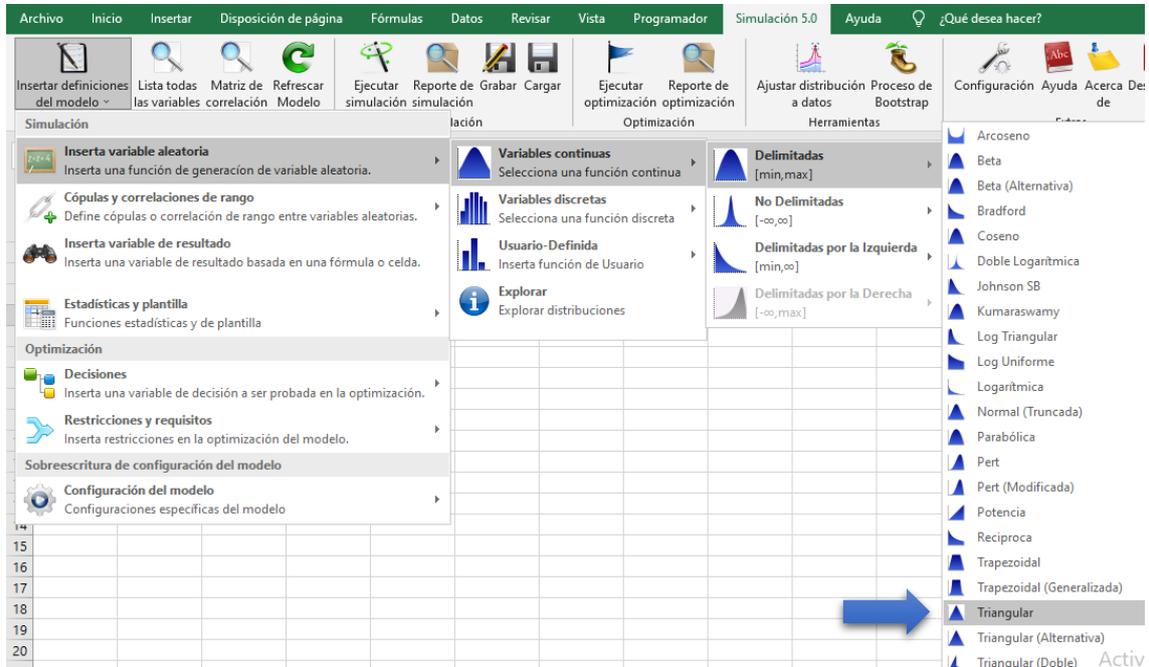
1. **Unidimensional:** en este la sensibilización se aplica a una sola variable.
2. **Multidimensional:** en este se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación simultaneas en dos o más variables relevantes.

En lo que respecta al proyecto, el análisis de sensibilidad multidimensional es el que se utilizará, llevándose a cabo mediante “Simulación 5.0” el cual es un complemento de Excel para realizar simulaciones de monte Carlo. Este permite expandir las funcionalidades de la hoja de cálculo para incluir análisis de riesgo e incertidumbre a través de distribuciones probabilísticas en el análisis del modelo de Excel, que de otro modo seria estático. Dentro del mismo modelo se pueden evaluar miles de resultados diferentes, brindándole a quien debe tomar una decisión un panorama de todos los resultados posibles con sus respectivas probabilidades.

Para comenzar a trabajar con la simulación se determinaron las variables que se van a aleatorizar. De las variables que definen el costo de producción se tomó el costo por milímetro de riego y de las variables que componen el ingreso se tomaron los precios

y rendimientos (cuadro N° 19). Luego se determinó la distribución de probabilidad con la cual se trabajará; en este caso fue la “**Triangular**” (figura N° 27).

Figura N° 27: Distribución de probabilidad triangular.



Fuente: Simulación 5.0 – Excel.

Este tipo de distribución solicita que se definan tres parámetros para cada una de las variables a analizar. Reflejados en la figura N° 28.

Figura N° 28: Parámetros para la distribución de probabilidad triangular.

Argumentos de función

Simula_Triangular			
Limite_inferior	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/>	=
Limite_superior	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/>	=
Moda	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/>	=
Nombre	<input type="text"/>	<input type="button" value="↑"/>	=

Fuente: Simulación 5.0 – Excel.

El parámetro de “**Moda**” hace referencia a todos aquellos valores que fueron utilizados en el estudio. En cuanto a los parámetros que determinan el **límite inferior** y **límite superior** se los definió de la siguiente manera:

1. En cuanto a la variable “**costo por mm de riego**” se estableció el mínimo y máximo mediante una variación del valor de la moda de un -10% y +30%, respectivamente.
2. Para los “**precios de venta**” se tomaron los precios en dólares corrientes/tonelada. Para los granos la fuente fue la Bolsa de Comercio de Rosario y para el algodón, la Unión Agrícola de Avellaneda (UAA), correspondientes a los tres meses de cosecha de cada producto para el periodo 2010 – 2022; de ese conjunto de datos se seleccionaron los valores máximos y mínimos.

Para los “**rendimientos**”, teniendo presente que el inicio de actividad en el predio bajo estudio fue en el año 2020, se consideraron los rindes de campañas anteriores correspondientes a los lotes ubicados en Nicanor E. Molina que, si bien se ubica a una distancia de 31 km, se encuentra dentro del mismo departamento compartiendo condiciones climáticas y edáficas, además del mismo paquete tecnológico y productivo. Para ello, el periodo tomado fue de 8 años; del 2014 al 2022 para trigo y algodón, un periodo de 4 años; del 2018 al 2022 para maíz dulce y un periodo de 2 años; del 2020 al 2022 de soja de 2da y 3ra. Los mismos se encuentran detallados en el cuadro N° 19. Véase Anexo N° 15: Precios de venta de todos los cultivos en USD corrientes/tonelada del mercado de rosario. Véase Anexo N° 16: Rendimientos históricos bajo riego y secano - Nicanor E Molina/La Vertiente.

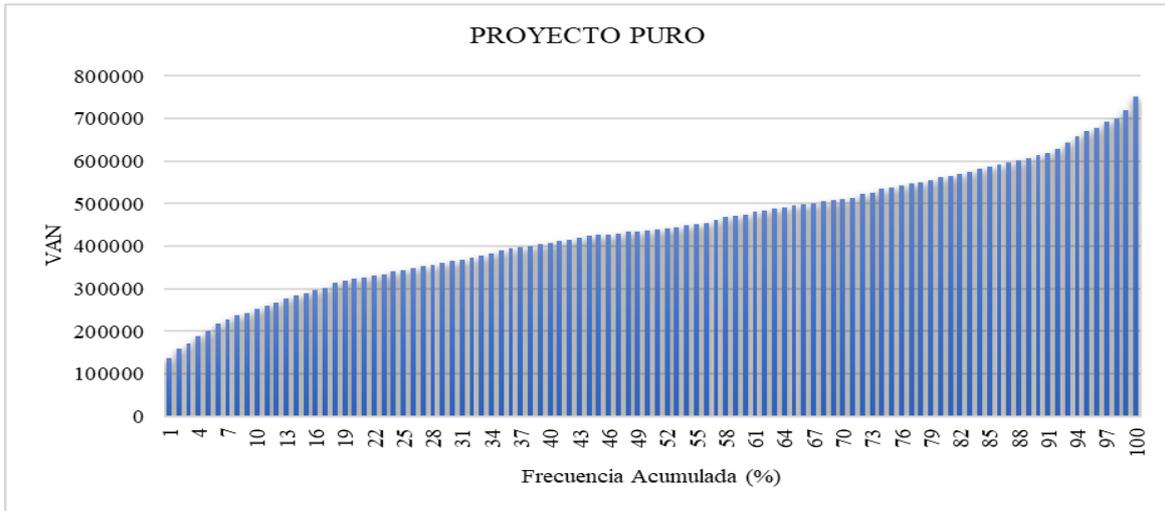
Cuadro N° 19: Detalle de variables y parámetros

DETALLE: PROBABILIDAD TRIANGULAR				
N°	Variables	Mínimos	Moda	Máximos
1	Costo de mm de riego	0,33	0,37	0,48
2	Precio de venta de trigo	117,10	346,00	351,26
3	Precio de venta de soja 2da y 3ra	207,89	390,00	435,50
4	Precio de venta de maíz dulce	97,48	203,00	247,55
5	Precio de venta de algodón	233,58	550,00	909,09
6	Precio de venta de girasol	219,01	500,00	550,00
7	Rendimiento de trigo bajo riego	1680	4205	4850
8	Rendimiento de trigo en secano	1500	2020	3500
9	Rendimiento de soja 2da bajo riego	2972	3715	3800
10	Rendimiento soja 2da en secano	1145	1635	1880
11	Rendimiento maíz dulce bajo riego	19800	21600	22000
12	Rendimiento soja 3ra bajo riego	2196	2745	3200
13	Rendimiento soja 3ra en secano	889	1270	1461
14	Rendimiento algodón bajo riego	2680	3545	3860
15	Rendimiento algodón en secano	1170	1645	3250
16	Rendimiento girasol en secano	1400	1870	1990

Fuente: Elaboración propia

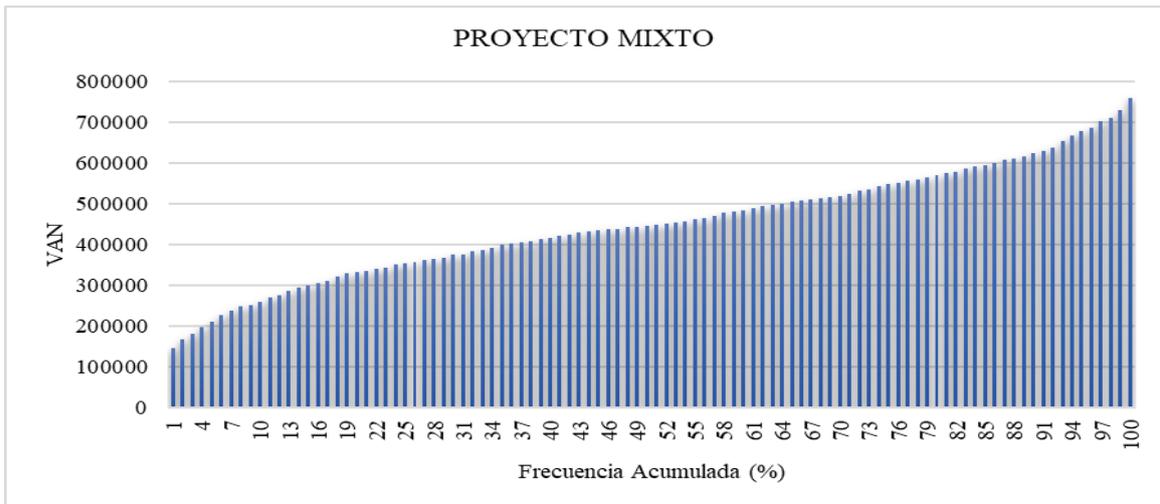
Luego se realizaron cinco corridas de 100 iteraciones cada una y se procedió a unificar y promediar los 500 valores arrojados para el VAN, tanto para el proyecto puro como para el proyecto mixto. Posteriormente, se analizaron esos valores y se determinó que el proyecto medido en un plazo de diez años bajo los parámetros establecidos en la simulación, es positivo. Tal cual se puede observar en las figuras N° 29 y N° 30.

Figura N° 29: Frecuencia de la VAN – Proyecto puro.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 30: Frecuencia de la VAN – Proyecto mixto.



Fuente: Elaboración propia.

Véase Anexo N° 17: Iteraciones – proyecto puro y proyecto mixto.

RESULTADO Y CONCLUSIONES

Tal y como se ha podido comprobar, llevar a cabo un proyecto de inversión de tal envergadura requiere de una serie de análisis pertinentes con su correcta y meticulosa planificación, investigación y evaluación para su posterior ejecución.

A grandes rasgos en el presente proyecto se presentaron características edáficas de la región, la cual presenta suelos de clase III y IV agrícola-ganaderos, característicos por ser moderadamente drenados con escurrimiento medio a lento y una permeabilidad moderadamente lenta, por lo que generalmente causa problemas de infiltración por la dificultad que tiene el agua de atravesar el perfil del suelo. A esto se le suma que la capacidad máxima de agua útil que pueden llegar a almacenar los primeros tres horizontes oscila entre unos 70 mm y 100 mm, por ende, también nos encontramos con suelos con una baja capacidad de almacenamiento de agua. Si a esto le agregamos la alta variación de precipitaciones existente tanto intra como interanual nos vemos en la presencia de los factores causantes de que los cultivos sufran estrés hídrico en momentos críticos del ciclo productivo resultando determinante en su rendimiento. Es aquí donde toma un papel primordial el riego suplementario como herramienta tecnológica, con la finalidad de compensar estos periodos críticos, que resultan decisivos para lograr mayor rendimiento.

Claro está que si se decide llevar a cabo el proyecto se debe pensar en la disponibilidad de agua que hay para riego. Si se decide concluir con la extracción de agua subterránea, se deberá considerar una correcta planificación y gestión de los recursos hídricos con el objetivo de programar su óptimo y racional aprovechamiento. Asimismo, se deberá realizar análisis de calidad para determinar la conveniencia o limitación del empleo de agua para dicho fin. Un paso que no se podrá omitir será que todos los estudios mencionados deberán ser presentados al ministerio de asuntos hídricos con un estudio de impacto ambiental, efectuado acorde a la reglamentación vigente.

Por otro lado, efectuar una buena planificación productiva y estratégica del ciclo productivo y todo lo relacionado, resultará sumamente clave, ya que de esta manera se garantizará mayor sostenibilidad en el tiempo, una adecuada rentabilidad para la empresa, un aprovechamiento de los recursos existente y un uso racional del suelo, además, podrá

brindar una mayor distribución de las necesidades de riego a lo largo del año. Se concluye que, si se logra una correcta planificación, no solo se podrá buscar altos potenciales de rendimiento, sino que también se podrá prorratar la inversión en la mayor cantidad de superficie trabajada.

Ahora bien, si comparamos el rendimiento que se da bajo riego, con el que se da en seco, y a su vez tenemos en cuenta la rentabilidad reflejada a través del margen bruto de ambas situaciones, se puede destacar que entre la comparación de los dos primeros hay un determinado porcentaje de diferencia a favor del riego y en lo que respecta al porcentaje resultante de la comparación de rentabilidad, este es superior a pesar de que la estrategia utilizada varíe sólo en la cantidad de fertilizante aplicado y el costo por mm, debido al plus de rendimiento dado bajo riego. En efecto, esto arrojará una rentabilidad más que proporcional a favor del riego.

Para ir finalizando, si recordamos el proyecto fue presentado con una serie de incógnitas, las cuales comenzaban cuestionando si era viable o no realizar una inversión en un sistema de riego suplementario por pivote central en el noreste santafesino. Como respuesta, se afirma que, bajo las condiciones estipuladas y las características de la región presentada, sí resultará viable realizar una inversión en un sistema de riego suplementario por pivote central en el noreste santafesino. Pero *¿cuán viable puede llegar a ser?* para responder a esta incógnita se recurrió a reflejar los resultados mediante dos flujos de fondos incrementales, uno denominado “proyecto puro” en donde se expuso como sería el proyecto si se lo enfrenta con recursos propios y otro denominado “proyecto mixto” en donde se demostró la situación en caso de contar con financiamiento externo, ambos con sus respectivos indicadores para la evaluación del proyecto. En lo que refiere a esto último, el VAN de ambas situaciones es mayor a 0 por lo que la inversión es totalmente aconsejable, indicando que el proyecto cuenta con las condiciones de devolver la totalidad de la inversión, pagar la tasa de corte requerida y obtener un adicional monetario en valores actualizados de 559.061 USD para el proyecto puro y de 568.042 USD para el proyecto mixto. Este indicador en conjunto con el IR conduce exactamente a la misma decisión, esto se fundamenta dado que, si el IR es mayor que 1, como sucede en ambas situaciones, el valor actual es mayor que la inversión inicial y por lo tanto el proyecto debe tener un VAN positivo. Y si tenemos en cuenta lo que arroja la TIR en especial en el proyecto puro (ya que en el proyecto mixto no se puede calcular debido a que no hay valores negativos en el saldo incremental y tampoco se podría calcular en caso de tener

valores positivos y luego valores negativos) se puede afirmar que la máxima tasa de retorno que la firma puede aceptar para financiar un proyecto sin perder dinero es del 127%, si procedemos a comparar esta con la tasa de corte que se propuso en el trabajo del 6% y además tenemos en cuenta lo anteriormente expuesto del VAN, se cumple con la siguiente condición **“TIR > i → VAN > 0”** por ende, se sigue sosteniendo que el proyecto es totalmente viable.

Se cuestionó, evaluó y demostró que el proyecto es viable, pero la pregunta de *¿en cuánto tiempo se podrá recuperar la inversión?* Sigue estando presente. Incluyendo el costo del capital involucrado, el periodo de recupero de la inversión para el proyecto puro es de 3 años, al igual que para el proyecto mixto. En cuanto a este último, se puede afirmar que al 3er año de comenzado el proyecto, el flujo incremental comenzará a superar notablemente el monto solicitado para financiar el proyecto, incluso sin haber terminado de pagar la totalidad de la deuda.

Luego de analizar ambas situaciones del proyecto, se podría considerar la situación del “proyecto mixto” como mejor opción en caso de poder recurrir a una línea de financiamiento acorde a la situación de la empresa.

Pero esto no termina acá, porque los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación miden solamente la rentabilidad de uno de los escenarios posibles. Se debe tener en cuenta los cambios que se podrían producir en el comportamiento de las variables del entorno, ya que estas harán que sea prácticamente imposible esperar que la rentabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto implementado. Arrojando como conclusión de que la decisión sobre la aceptación o rechazo de un proyecto debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad de la inversión y del impacto de la no ocurrencia de algún parámetro considerado en el cálculo del resultado que solamente en el VAN positivo o negativo. Es por ello que, mediante un análisis de sensibilidad se llegó a la conclusión de que tanto el proyecto puro como el proyecto mixto, que se encuentran medidos en un plazo de diez años bajo los parámetros establecidos en la simulación para las variables sensibilizadas, son positivos. De esta manera se puede confirmar una vez más, que el proyecto es totalmente viable en todos los aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- ALLEN, R. G., SMITH, M., PERRIER, A., y PEREIRA, L.S. (1994). *An update for the definition of reference evapotranspiration*. ICID. Bulletin. 43(2). 1 – 43.
- AYERS, R. S. y Westcot, D. W. (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Estudio FAO. Riego y Drenaje N.º. 29. FAO. ROMA.
- BEFANI, M. R., BOSCHETTI, G., HERNANDEZ, J. P. y QUINTERO, C. (2013). *Estudio de suelos del área proyecto riego suplementario distrito de Avellaneda - Provincia de Santa Fe*. Facultad Ciencias Agropecuarias – UNER. 2 – 38.
- BIANCHI, A. R. y CRAVERO, S. A. C. (2010). *Atlas climático digital de la república argentina*. INTA EEA Salta.
- CANOVAS, J. (1986). *Calidad agronómica de las aguas para riego*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España.
- CARLESSO, R. (2008). *La agricultura de Precisión y los Sistemas de Riego*. Cyted, Perú.
- CHAIN, N. S y CHAIN, R. S. *Preparación y evaluación de proyectos*. 5º ed. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. Bogotá, Colombia. 386 y 299.
- CHAIN, N. S. (2007). *Proyectos de inversión, Formulación y Evaluación*. 1º ed. Editorial Pearson Educación de México S.A de C.V. México. 289 - 290
- CIANCAGLINI, N. R - 001- *Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico*. INTA EEA San Juan. 1 – 10.
- ESPINO, L. M., SEVESO, M. A. y SABATIER, M. A. (1983). *Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Tomo II*. INTA EEA Rafaela – MAG. 9 – 204.
- HEIN, N. E. y PANIGATTI, J. L. (1985). *Aptitud de los suelos de la provincia de Santa Fe*. INTA EEA Rafaela. 11 – 12.
- HIDALGO, Y. G. (2015). *Calidad del agua con fines de riego*. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda “ISSN 1989-6794, N.º 35. 3-4.

- INTA Pergamino. *Índices de calidad para riego*.
- IRIONDO, M. H. *Aguas subterráneas y superficiales de la provincia de Santa Fe*.
- MANAVELLA, C. H. *Evaluación y explotación racional del agua subterránea*. Provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio.
- MARIN, G. M., ARAGÓN R. P., GÓMEZ B. C. (2002). *Análisis químico de suelos y aguas*. Manual de laboratorio. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- MORABITO, J., SALATINO, S., HERNÁNDEZ, R., SCHILARDI, C., ÁLVAREZ, A., y PALMIERI, P. P. (2015). *Distribución espacial de la evapotranspiración del cultivo de referencia y de la precipitación efectiva para las provincias del centro-noreste de Argentina*. *Revista FCA UNCUYO*. 47(1). 109-125.
- MORABITO, J., SALATINO S. y HERNÁNDEZ R. *Requerimiento hídrico e incremento de la productividad de los cultivos bajo riego ante escenarios de cambio climático en el noreste de argentina*. Instituto Nacional de Agua – Centro Regional Andino, Argentina. 3 – 6.
- MOSCONI, F. P., FRIANO, L. J. J., HEIN, N. E., MOSCATELLI, G., SALAZAR, J. C., GUTIERREZ, T. y CACERES, L. (1981). *Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Tomo I*. INTA EEA Rafaela – MAG. 8 – 56.
- MOYA T. J. (2009). *Riego localizado y fertirrigación*. 4º ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- NORENO, Y. y KELLY, E. *Manejo del riego en el cultivo de cebolla de guarda – Capítulo 2*. 54 – 56.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia – Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Editora e Imprenta Maval Ltda. 8 – 92
- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL (UNL) FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS (FCA) – Catedra Diagnostico y tecnología de aguas. *Calidad de Agua para uso Agropecuario*.
- YBRAN, R. (2012). *Suplemento económico*. En LACELLI, A. G. *Revista Voces y Ecos* N.º 29. INTA EEA Reconquista. ISSN 0328- 1582.

- ZUIL, S. & L. MIERES. (2013). *Requerimiento de agua por los cultivos agrícolas del norte de Santa Fe*. Informe técnico para UTN Facultad Regional Reconquista. INTA EEA Reconquista.

PROYECTOS – TESIS – TESIS

- Proyecto de riego suplementario – distrito avellaneda – etapa I
- BIANCHI, J. (2013). *Formulación de un programa de gestión y operación de riesgo suplementario asociativo en áreas subhúmedas*. [Tesina para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo. UNL-FCA].
- VIDAL C. (2006). *Evaluación de la aptitud de las tierras para riego por aspersión en el Noreste Santafesino*. [Tesis en especialización en riego de tierras agrícolas. FICH y FCA UNL].

APUNTES OTORGADOS POR LAS CATEDRAS DE LICENCIATURA EN ADMINISTRACION

- RUDI, Enrique (2020). Administración de costos.
- YBRAN, Diego (2021). Planificación de la empresa agropecuaria.
- ARNULPHI, Santiago (2021). Economía de la empresa agraria.

PAGINAS DE LA WORLD WIDE WEB (www)

- BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA (BCRA)
<https://www.bcra.gob.ar/>
- BANCO DE LA NACION ARGENTINA (BNA)
<https://www.bna.com.ar/Personas>
- BANCO DE LA NACION ARGENTINA (BNA). *Inversiones "Carlos Pellegrini"*.
<https://bna.com.ar/Empresas/Pymes/CreditoInversionesCP>
- BANCO DE LA NACION ARGENTINA (BNA). *Régimen de Inversión Productiva*.
<https://bna.com.ar/Empresas/Pymes/CreditoInversionProductivaINV>

- Escala salarial octubre y noviembre 2022 para trabajadores rurales UATRE. Resolución 126/22 CNTA.
<https://www.ignacioonline.com.ar/trabajadores-agrarios-escala-salarial-octubre-noviembre-2022-uate/>
- VARELA, J, R. *Simulación 5.0*.
<https://github.com/varelajosericardo/Simulacion>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA(MAGyP). *Zonas homogéneas de capacidad de producción*.
[http://www.ora.gob.ar/riesgo_zonas.php#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Productividad%20\(IP,las%20Series%20de%20Suelos%20Modales](http://www.ora.gob.ar/riesgo_zonas.php#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Productividad%20(IP,las%20Series%20de%20Suelos%20Modales)
- SAPINO, V., LEON GIACOSSA, C. F. y TOSOLINI, R. A. (2014). *Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oliveros, Reconquista, Rafaela.
<http://www.geointa.inta.gob.ar/2014/05/22/mapa-de-suelos-de-la-provincia-de-santa-fe/>
- SAPINO, V., LEON GIACOSSA, C. F. y TOSOLINI, R. A. (2010). *Agrupamiento por aptitud agropecuaria de las tierras de la Provincia de Santa Fe (GAT) – I. Conceptos del sistema*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oliveros, Reconquista, Rafaela.
http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/suelos/GAT_conceptual.htm
- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL (UNL). (2017). *Geografía*.
<http://www.unl.edu.ar/santafe/index.php/home.html>

CHARLAS

- Bianchi, J. (2020). RIEGO SUPLEMENTARIO: una tecnología determinante en áreas marginales de producción. [Charla]. Australia.

ANEXOS

Anexo N° 1: Descripción del tipo de suelo.

Informacion ^ x	
SUELOS DE LA PCIA. DE SANTA FE (1:50 000)	
Campo	Valor
01-Unidad cartográfica (UCAR)	RTA-05
02-Tipo de UCAR	Cp
03-Grupo de Aptitud (GAT)	3/4wp
04-Indice de Aptitud (IAT)	58
05-Factor de fase	1
06-Fase	--
07-Componente 1	RTA cc
08-Componente 1 - %	70
09-Componente 1 - GAT	3
10-Componente 1 - IAT	63
11-Componente 2	AVE2 cc
12-Componente 2 - %	20
13-Componente 2 - GAT	4
14-Componente 2 - IAT	45
15-Componente 3	AVE1 cc
16-Componente 3 - %	10
17-Componente 3 - GAT	4
18-Componente 3 - IAT	45
19-Componente 4	-

20-Componente 4 - %	
21-Componente 4 - GAT	
22-Componente 4 - IAT	
23-Componente 5	-
24-Componente 5 - %	
25-Componente 5 - GAT	
26-Componente 5 - IAT	
27-Componente 6	-
28-Componente 6 - %	
29-Componente 6 - GAT	
30-Componente 6 - IAT	



Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

Serie Reconquista (RTA)

Descripción general

Clasificación taxonómica: Argiudol acuértico

Familia: arcillosa fina, térmica (mineralogía no determinada).

Drenaje: moderado.

Textura del horizonte superficial: franco-limoso.

Índice de Aptitud: 63 (sin considerar el factor climático).

Fuente: SAPINO, V., LEON GIACOSSA, C. F. y TOSOLINI, R. A. (2014). Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oliveros, Reconquista, Rafaela.

Anexo N° 2: Evapotranspiración

Evapotranspiración (ET)

Allen et al (1994) plantearon que el termino evapotranspiración (ET) hace referencia a la combinación de dos procesos separados mediante los cuales el agua se

pierde a través de la superficie del suelo tanto por evaporación como por transpiración del cultivo.

La ET es determinada en un principio por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. La misma va disminuyendo a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más sombra sobre el suelo. Por ello es por lo que, en las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde por evaporación directa del suelo y finalmente cuando el cultivo se desarrolla y cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

Cabe destacar que cuando me refiero a **evaporación**, hago referencia al proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). Y cuando menciono **transpiración**, me refiero a la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua a través de los estomas; pequeñas aberturas en la hoja de la planta por medio de las cuales los gases y el vapor de agua de la planta atraviesan hacia la atmósfera. Gran porcentaje del agua absorbida del suelo es perdida a causa de la transpiración, por lo que, solo una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales.

Factores que afectan la evapotranspiración

Variables climáticas

La radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son los principales parámetros climáticos que afectan a la ET. La fuerza evaporativa de la atmósfera puede ser expresada por la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o). La cual representa la pérdida de agua de una superficie cultivada estándar.

Factores del cultivo

De acuerdo con las diferencias en resistencia a la transpiración, la altura del cultivo, la rugosidad del cultivo, el reflejo, la cobertura del suelo y las características radiculares del cultivo se presentarán diferentes niveles de ET en los cultivos, a pesar de que se encuentren bajo idénticas condiciones ambientales.

Manejo y condiciones ambientales

“Los factores tales como salinidad o baja fertilidad del suelo, uso limitado de fertilizantes, presencia de horizontes duros o impenetrables en el suelo, ausencia de control de enfermedades y de parásitos y el mal manejo del suelo pueden limitar el desarrollo del cultivo y reducir la evapotranspiración. Otros factores son la cubierta del suelo, la densidad del cultivo y el contenido de agua del suelo. El efecto del contenido en agua en el suelo sobre la ET está determinado primeramente por la magnitud del déficit hídrico y por el tipo de suelo. Por otra parte, demasiada agua en el suelo dará lugar a la saturación de este lo cual puede dañar el sistema radicular de la planta y reducir su capacidad de extraer agua del suelo por la inhibición de la respiración.” (Allen et al, 1994, p. 5).

Conceptos de evapotranspiración. Según Allen et al (1994).

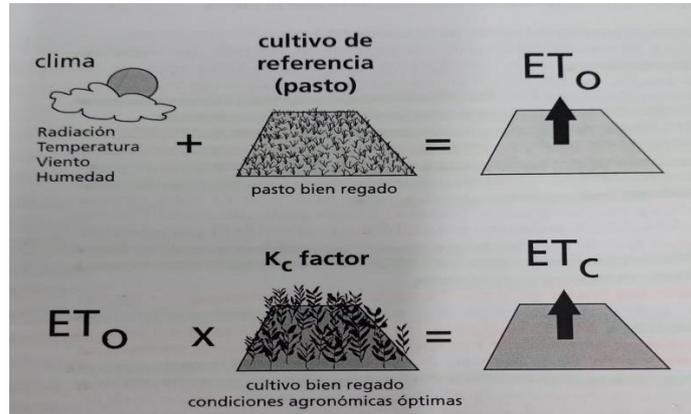
Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

Parámetro relacionado con el clima, el cual expresa la demanda evaporante de la atmosfera en una determinada localidad y época del año, independientemente de las características del cultivo, de los factores del suelo y de las prácticas de manejo. Los parámetros climáticos son los únicos factores que afectan el ET_o. Desde este punto de vista, se utiliza el método FAO Penman – Monteith como el único método para la estimación de la tasa de evapotranspiración del cultivo estándar de referencia (ET_o) con parámetros climáticos.

Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c)

Este se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo en el momento en que se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo con las condiciones climáticas dominantes en la zona.

A continuación, se expresa como se constituyen la ET_o como la ET_c bajo condiciones estándar.



Fuente: Libro ALLEN, R. G., SMITH, M., PERRIER, A., y PEREIRA, L.S. (1994). An update for the definition of reference evapotranspiration. ICID. Bulletin. 43(2).

Anexo N° 3: Coeficiente basal del cultivo Kcb para cultivos no estresados y bien manejados en climas subhúmedos.

Cultivo	$K_{c\ ini}^1$	$K_{c\ med}$	$K_{c\ fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
a. Hortalizas Pequeñas	0,7	1,05	0,95	
Brécol (Brócoli)		1,05	0,95	0,3
Col de Bruselas		1,05	0,95	0,4
Repollo		1,05	0,95	0,4
Zanahoria		1,05	0,95	0,3
Coliflor		1,05	0,95	0,4
Apio (Céleri)		1,05	1,00	0,6
Ajo		1,00	0,70	0,3
Lechuga		1,00	0,95	0,3
Cebolla – seca		1,05	0,75	0,4
– verde		1,00	1,00	0,3
– semilla		1,05	0,80	0,5
Espinaca		1,00	0,95	0,3
Rábano		0,90	0,85	0,3
b. Hortalizas– Familia de la Solanáceas	0,6	1,15	0,80	
Berenjena		1,05	0,90	0,8
Pimiento Dulce (campana)		1,05 ²	0,90	0,7
Tomate		1,15 ²	0,70–0,90	0,6
c. Hortalizas– Familia de las Cucurbitáceas	0,5	1,00	0,80	
Melón	0,5	0,85	0,60	0,3
Pepino – Cosechado Fresco	0,6	1,00 ²	0,75	0,3
– Cosechado a Máquina	0,5	1,00	0,90	0,3
Calabaza de Invierno		1,00	0,80	0,4
Calabacín (zucchini)		0,95	0,75	0,3
Melón dulce		1,05	0,75	0,4
Sandía	0,4	1,00	0,75	0,4
d. Raíces y Tubérculos	0,5	1,10	0,95	
Remolacha, mesa		1,05	0,95	0,4
Yuca o Mandioca – año 1	0,3	0,80 ³	0,30	1,0
– año 2	0,3	1,10	0,50	1,5
Chirivía	0,5	1,05	0,95	0,4
Patata o Papa		1,15	0,75 ⁴	0,6
Camote o Batata		1,15	0,65	0,4
Nabos (Rutabaga)		1,10	0,95	0,6
Remolacha Azucarera	0,35	1,20	0,70 ⁵	0,5

Cultivo	$K_{c\text{ini}}^1$	$K_{c\text{med}}$	$K_{c\text{fin}}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
e. Leguminosas (Leguminosae)	0,4	1,15	0,55	
Frijoles o judías, verdes	0,5	1,05 ²	0,90	0,4
Frijoles o judías, secos y frescos	0,4	1,15 ²	0,35	0,4
Garbanzo (chick pea)		1,00	0,35	0,4
Habas – Fresco	0,5	1,15 ²	1,10	0,8
– Seco/Semilla	0,5	1,15 ²	0,30	0,8
Garbanzo hindú	0,4	1,15	0,35	0,8
Caupís (cowpeas)		1,05	0,60-0,35 ⁶	0,4
Maní		1,15	0,60	0,4
Lentejas		1,10	0,30	0,5
Guisantes o arveja – Frescos	0,5	1,15 ²	1,10	0,5
– Secos/Semilla		1,15	0,30	0,5
Soya		1,15	0,50	0,5-1,0
f. Hortalizas perennes (con letargo invernal y suelo inicialmente desnudo o con mantillo)	0,5	1,00	0,80	
Alcachofa	0,5	1,00	0,95	0,7
Espárragos	0,5	0,95 ⁷	0,30	0,2-0,8
Menta	0,60	1,15	1,10	0,6-0,8
Fresas	0,40	0,85	0,75	0,2
g. Cultivos Textiles	0,35			
Algodón		1,15-1,20	0,70-0,50	1,2-1,5
Lino		1,10	0,25	1,2
Sisal ⁸		0,4-0,7	0,4-0,7	1,5
h. Cultivos Oleaginosos	0,35	1,15	0,35	
Ricino		1,15	0,55	0,3
Canola (colza)		1,0-1,15 ⁹	0,35	0,6
Cártamo		1,0-1,15 ⁹	0,25	0,8
Sésamo (ajonjolí)		1,10	0,25	1,0
Girasol		1,0-1,15 ⁹	0,35	2,0
i. Cereales	0,3	1,15	0,4	
Cebada		1,15	0,25	1
Avena		1,15	0,25	1
Trigo de Primavera		1,15	0,25-0,4 ¹⁰	1
Trigo de Invierno – con suelos congelados	0,4	1,15	0,25-0,4 ¹⁰	1
– con suelos no-congelados	0,7	1,15	0,25-0,4 ¹⁰	
Maíz, (grano)		1,20	0,60,0,35 ¹¹	2
Maíz, (dulce)		1,15	1,05 ¹²	1,5
Mijo		1,00	0,30	1,5
Sorgo – grano		1,00-1,10	0,55	1-2
– dulce		1,20	1,05	2-4
Arroz	1,05	1,20	0,90-0,60	1

Cultivo	K_c ini ¹	K_c med	K_c fin	Altura Máx. Cultivo (h) (m)	
j. Forrajes					
Alfalfa (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹³	0,90	0,7
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
	- para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹³	0,85	0,35
	- cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersím	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹³	0,85	0,6
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual)	- efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹⁴	0,85	1,2
	- período individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo	- pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
	- pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass)	- época fría ¹⁵	0,90	0,95	0,95	0,10
	- época caliente ¹⁵	0,80	0,85	0,85	0,10
k. Caña de azúcar	0,40	1,25	0,75	3	
l. Frutas Tropicales y Árboles					
Banana	- 1 ^{er} año	0,50	1,10	1,00	3
	- 2 ^{do} año	1,00	1,20	1,10	4
Cacao		1,00	1,05	1,05	3
Café	- suelo sin cobertura	0,90	0,95	0,95	2-3
	- con malezas	1,05	1,10	1,10	2-3
Palma Datilera		0,90	0,95	0,95	8
Palmas		0,95	1,00	1,00	8
Piña ¹⁶	- suelo sin cobertura	0,50	0,30	0,30	0,6-1,2
	- con cobertura de gramíneas	0,50	0,50	0,50	0,6-1,2
Árbol del Caucho		0,95	1,00	1,00	10
Té	- no sombreado	0,95	1,00	1,00	1,5
	- sombreado ¹⁷	1,10	1,15	1,15	2
m. Uvas y Moras					
Moras (arbusto)		0,30	1,05	0,50	1,5
Uvas	- Mesa o secas (pasas)	0,30	0,85	0,45	2
	- Vino	0,30	0,70	0,45	1,5-2
Lúpulo		0,3	1,05	0,85	5

Cultivo	$K_c \text{ ini}^1$	$K_c \text{ med}$	$K_c \text{ fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
n. Árboles Frutales				
Almendras, sin cobertura del suelo	0,40	0,90	0,65 ¹⁸	5
Manzanas, Cerezas, Peras ¹⁹				
– sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,95	0,70 ¹⁸	4
– sin cobertura del suelo, sin heladas	0,60	0,95	0,75 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,20	0,95 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, sin heladas	0,80	1,20	0,85 ¹⁸	4
Albaricoque, Melocotón o Durazno, Drupas ^{19, 20}				
– sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,90	0,65 ¹⁸	3
– sin cobertura del suelo, sin heladas	0,55	0,90	0,65 ¹⁸	3
– cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,15	0,90 ¹⁸	3
– cobertura activa del suelo, sin heladas	0,80	1,15	0,85 ¹⁸	3
Aguacate, sin cobertura del suelo	0,60	0,85	0,75	3
Cítricos, sin cobertura del suelo ²¹				
– 70% cubierta vegetativa	0,70	0,65	0,70	4
– 50% cubierta vegetativa	0,65	0,60	0,65	3
– 20% cubierta vegetativa	0,50	0,45	0,55	2
Cítricos, con cobertura activa del suelo o malezas ²²				
– 70% cubierta vegetativa	0,75	0,70	0,70	4
– 50% cubierta vegetativa	0,80	0,80	0,80	3
– 20% cubierta vegetativa	0,85	0,85	0,85	2
Coníferas ²³	1,00	1,00	1,00	10
Kiwi	0,40	1,05	1,05	3
Olivos (40 a 60% de cobertura del suelo por el dosel) ²⁴	0,65	0,70	0,70	3-5
Pistachos, sin cobertura del suelo	0,40	1,10	0,45	3-5
Huerto de Nogal ¹⁹	0,50	1,10	0,65 ¹⁸	4-5

Cultivo	$K_c \text{ ini}^1$	$K_c \text{ med}$	$K_c \text{ fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
n. Árboles Frutales				
Almendras, sin cobertura del suelo	0,40	0,90	0,65 ¹⁸	5
Manzanas, Cerezas, Peras ¹⁹				
– sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,95	0,70 ¹⁸	4
– sin cobertura del suelo, sin heladas	0,60	0,95	0,75 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,20	0,95 ¹⁸	4
– cobertura activa del suelo, sin heladas	0,80	1,20	0,85 ¹⁸	4
Albaricoque, Melocotón o Durazno, Drupas ^{19, 20}				
– sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,90	0,65 ¹⁸	3
– sin cobertura del suelo, sin heladas	0,55	0,90	0,65 ¹⁸	3
– cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,15	0,90 ¹⁸	3
– cobertura activa del suelo, sin heladas	0,80	1,15	0,85 ¹⁸	3
Aguacate, sin cobertura del suelo	0,60	0,85	0,75	3
Cítricos, sin cobertura del suelo ²¹				
– 70% cubierta vegetativa	0,70	0,65	0,70	4
– 50% cubierta vegetativa	0,65	0,60	0,65	3
– 20% cubierta vegetativa	0,50	0,45	0,55	2
Cítricos, con cobertura activa del suelo o malezas ²²				
– 70% cubierta vegetativa	0,75	0,70	0,70	4
– 50% cubierta vegetativa	0,80	0,80	0,80	3
– 20% cubierta vegetativa	0,85	0,85	0,85	2
Coníferas ²³	1,00	1,00	1,00	10
Kiwi	0,40	1,05	1,05	3
Olivos (40 a 60% de cobertura del suelo por el dosel) ²⁴	0,65	0,70	0,70	3-5
Pistachos, sin cobertura del suelo	0,40	1,10	0,45	3-5
Huerto de Nogal ¹⁹	0,50	1,10	0,65 ¹⁸	4-5

Fuente Libro ALLEN, R. G., SMITH, M., PERRIER, A., y PEREIRA, L.S. (1994). An update for the definition of reference evapotranspiration. ICID. Bulletin. 43(2).

Cuadro N° 4: Lamina de Riego ajustadas a la rotación - Lamina de Riego Neta

Probabilidad de ocurrencia (%)	Cultivos				
	Trigo	Soja 2da	Maíz Dulce	Soja 3ra	Algodón
100%	177	203	329	166	418
98%	173	190	291	156	305
96%	149	186	245	153	302
94%	143	184	240	151	294
92%	140	182	203	149	291
90%	131	168	186	138	281
88%	122	164	184	134	278
87%	117	159	183	130	274
85%	117	155	179	127	269
83%	104	154	158	126	268
81%	97	147	156	121	265
79%	94	141	154	116	256
77%	90	133	147	109	253
75%	86	121	137	99	249
73%	84	119	123	98	241
71%	76	118	122	97	231
69%	74	101	119	83	230
67%	66	101	117	83	222
65%	66	95	113	78	221
63%	64	93	104	76	220
62%	64	93	98	76	217
60%	61	92	97	75	204
58%	59	91	93	75	202
56%	52	85	89	70	190
54%	50	80	86	66	188
52%	48	74	80	61	176
50%	48	74	79	61	173
48%	39	71	76	58	170
46%	36	69	71	57	170
44%	22	67	60	55	161
42%	22	62	58	51	161
40%	20	57	56	47	151
38%	18	55	56	45	148
37%	17	55	54	45	142
35%	17	53	47	43	137
33%	13	44	47	36	136
31%	7	34	41	28	135
29%	7	31	39	25	118
27%	6	26	32	21	118
25%	5	25	31	21	117
23%	2	19	20	16	116
21%	0	18	8	15	113
19%	0	15	6	12	112
17%	0	0	0	0	81
15%	0	0	0	0	72
13%	0	0	0	0	70
12%	0	0	0	0	58
10%	0	0	0	0	51
8%	0	0	0	0	34
6%	0	0	0	0	12
4%	0	0	0	0	9
2%	0	0	0	0	0

Fuente: Ingeniero Agrónomo Bianchi Jonatan (2013). *Formulación de un programa de gestión y operación de riego suplementario asociativo en áreas subhúmedas.*

Anexo N.º 5: Promedio del dólar divisas correspondiente a los meses de octubre y noviembre.

TIPO DE CAMBIO USD DIVISA			
FECHA	VENTA		
1/10/2022		1/11/2022	157,28
2/10/2022		2/11/2022	157,60
3/10/2022	148,23	3/11/2022	157,92
4/10/2022	148,59	4/11/2022	158,28
5/10/2022	148,88	5/11/2022	
6/10/2022	149,20	6/11/2022	
7/10/2022		7/11/2022	159,37
8/10/2022		8/11/2022	159,71
9/10/2022		9/11/2022	160,02
10/10/2022		10/11/2022	160,39
11/10/2022	150,69	11/11/2022	160,70
12/10/2022	151,04	12/11/2022	
13/10/2022	151,30	13/11/2022	
14/10/2022	151,64	14/11/2022	161,78
15/10/2022		15/11/2022	162,12
16/10/2022		16/11/2022	162,47
17/10/2022	152,50	17/11/2022	162,78
18/10/2022	152,82	18/11/2022	163,18
19/10/2022	153,18	19/11/2022	
20/10/2022	153,51	20/11/2022	
21/10/2022	153,79	21/11/2022	
22/10/2022		22/11/2022	164,51
23/10/2022		23/11/2022	164,84
24/10/2022	154,74	24/11/2022	165,21
25/10/2022	155,08	25/11/2022	165,59
26/10/2022	155,39	26/11/2022	
27/10/2022	155,69	27/11/2022	
28/10/2022	156,02	28/11/2022	166,6
29/10/2022		29/11/2022	166,96
30/10/2022		30/11/2022	167,28
31/10/2022	156,91		

PROMEDIO	157,59
-----------------	---------------

Fuente: BANCO DE LA NACION ARGENTINA (BNA)

Anexo N° 6: Estudios de aprovechamiento de aguas subterráneas e impacto ambiental.

VISTO:

El expediente N° 01801-0001153-4 del registro del Sistema de Información de Expedientes, relacionado con el Control y Protección del Recurso Hídrico Subterráneo, y;

CONSIDERANDO:

Que por Ley N° 12.257, se crea el Ministerio de Asuntos Hídricos, asignándole al mismo competencia para entender en la actividad administrativa relativa a la conducción y aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas en todo el territorio de la provincia,

Que ante la urgencia y necesidad de adoptar e implementar medidas de control y protección del recurso hídrico subterráneo, ya que en la Provincia de Santa Fe no existe Ley de Aguas, por lo que cualquiera dispone del alumbramiento, usufructo y explotación de aguas subterráneas sin control, se procedió a confeccionar un proyecto para el control y protección del recurso hídrico subterráneo;

Que la falta de lineamientos generales y compatibles con el desarrollo sustentable del agua en toda sus etapas, formas y ciclos: superficial, subterránea para consumo humano, actividades recreativas, riego, ganadería, uso industrial, etc., acarrea como resultado la ausencia de estudios exhaustivos sobre su disponibilidad y la falta de conocimiento de su comportamiento;

Que el uso indiscriminado puede causar enormes perjuicios a los acuíferos explotados y que la necesidad de conservación del agua subterránea obliga subordinar su extracción, tanto de acuíferos someros como de otros profundos, a un sistema de planificación y fiscalización que respete las necesidades de las comunidades que de ello se puedan servir, teniendo presente que la gran mayoría de

las localidades que poseen servicios de provisión de agua potable utilizan aguas subterráneas como fuente inmediata de abastecimiento;

Que atento a lo dispuesto por el Artículo 124 in fine de la Constitución Nacional: "...corresponde a las Provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio", sumado a lo establecido por el Código Civil que en su Artículo 2340 inc. 3 que incluye entre los bienes de dominio público provincial a: "Los ríos, sus cauces, las demás aguas que corren por cauces naturales y toda otra agua que tenga o adquiriera la aptitud de satisfacer usos de interés general, comprendiéndose las aguas subterráneas, sin perjuicio del ejercicio regular del derecho del propietario del fundo de extraer las aguas subterráneas en la medida de su interés y con sujeción a la reglamentación", el uso, explotación y aprovechamiento de agua subterránea, tanto de acuíferos someros y profundos se encuentra dentro de las competencias provinciales;

Que el proyecto elaborado contempla la realización de estudios de fuentes para el aprovechamiento de aguas subterráneas, construcción de perforaciones de exploración y de pozos de explotación;

Que además crea en el ámbito de la Subsecretaría de Infraestructura - Unidad de Saneamiento los Registros Provinciales de "Consultores Especialistas" y de "Empresas Constructoras de Perforaciones" disponiendo las normas a que deberán ajustarse y el sistema de ejecución de los estudios y trabajos que como mínimo se debe contemplar;

Que se ha expedido la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la Jurisdicción mediante Dictamen N° 1633/07, no formulando observaciones;

POR ELLO, y en uso de las facultades otorgadas por el Artículo 10, incisos 1, 2, 5 y 6 de la Ley 12.257;

EL MINISTRO DE ASUNTOS HÍDRICOS

RESUELVE:

ARTICULO 1°. - La realización de estudios de fuentes para aprovechamiento de aguas subterráneas, construcción de perforaciones de exploración y de pozos de explotación, que se construyan para distintos usos (agua potable, riego, ganadero, recreativos, medicinal, industrial, etc.) deberán contar con la autorización previa de este Ministerio, ante quien deberán denunciarse dichos estudios. -

ARTICULO 2°-- Todo proyecto de aprovechamiento de agua subterránea deberá ser presentado conjuntamente con un estudio de impacto ambiental, efectuado acorde a la reglamentación.

Anexo N° 7: Costo de análisis de suelos, forrajes, agua.

Coordinador: muchut.robertino@inta.gob.ar

Especialista/Técnico: Suelos: mieres.luciano@inta.gob.ar, lorenzini.hugo@inta.gob.ar

Forrajes: castro.cesargerman@inta.gob.ar, ardit.gabriel@inta.gob.ar

Agua: sanchez.luciano@inta.gob.ar, monzon.leonardo@inta.gob.ar



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
Estación Experimental Agropecuaria Reconquista - Centro Regional Santa Fe
Ruta Nacional nº 11 Km 773 C.C. Nº 1 - Reconquista
LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS Y VEGETALES

Consulte previo envío al 03482-420117, o vía e-mail a los contactos de pie de página
Identifique su muestra e informe fecha, localidad, responsable (e-mail) y determinaciones (Cod.)

	Cod.	Determinación	Metodología	\$ (IVA inc.)		
				Terceros	Convenios	
SUELOS	A1	Carbono y Materia Orgánica (C.O y M.O)	Walkley y Black	650	490	
	A2	Nitrógeno Total (N.T.)	Kjeldahl	650	490	
	A3	Fósforo Disponible (P disp)	Bray Kurtz Nº 1 modificado	650	490	
	A4	Nitrógeno mineral de Nitratos (N-NO ₃)	Bremmer	650	490	
	A5	Nitrógeno Mineral de Amonio (N-NH ₄)	Bremmer	650	490	
	A6	Conductividad Eléctrica y pH (C.E. y pH)	Potenciómetro nel 1:2,5	390	300	
	TOTAL BASICO (A1 a A6)				3640	2750
	A7	Calcio Intercambiable (Ca ²⁺)	Titulación con E.D.T.A	520	390	
	A8	Magnesio Intercambiable (Mg ²⁺)	Titulación con E.D.T.A	520	390	
	A9	Sodio Intercambiable (Na ⁺)	Fotometría de llama	520	390	
	A10	Potasio (K ⁺)	Fotometría de llama	520	390	
	A11	Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)	Extracción Ac. Amonio pH 7	780	590	
	TOTAL COMPLETO = BASICO + (A7 a A11)				6500	4900
	A12	Fósforo Total (P.T.)	Digestión Ácida Nitrato-Pecórico	650	490	
	A13	Azufre de sulfatos (S-SO ₄)	Turbidimetría	650	490	
	A14	Boro disponible (Bo disp)	Azometina-espectrofotometría	390	290	
	A15	Carbono Orgánico Particulado (COP)	Cambarella y Elliot	520	390	
	A16	Carbohidratos Solubles (CHS)	Antrona-espectrofotometría	520	390	
	A17	Carbono Respiración Microbiana (CRM)	Incubación-titulación NaOH	520	390	
	A18	Textura (A-Li-Ar)	Bouyoucos	850	640	
	A19	Tamaño de partículas (A-Li-Ar)	Pipeta	330	250	
	A20	Tamaño de Arenas (Ar)	Tamizado	330	250	
	A21	Estabilidad de Agregados (EA)	Le Bissonnais	910	680	
A22	Porosidad, macro, meso y micro	Mesa de Tensión	1300	970		
A23	Infiltración básica y conductividad hidráulica	Permeámetro carga constante	1300	970		
COMPLEMENTARIOS (A12 a A23)				8270	6200	
TOTAL = COMPLETO + COMPLEMENTARIOS:				14770	11100	
FORRAJES	B1	Proteína Bruta (P.B.)	Kjeldahl	650	490	
	B2	Fósforo Total (P.T.)	Digestión Ácida Nitrato-Pecórico	650	490	
	B3	Fibra Detergente Neutro (FDN)	Van Soest	650	490	
	B4	Fibra Detergente Ácida (FDA)	Van Soest	650	490	
	B5	Lignina (LAD)	Van Soest	650	490	
	B6	Cenizas	Mufla 500°C	550	390	
	B7	Materia Seca (MS105)	Estufa 105°C	650	490	
	B8	Materia Seca (MS65)	Estufa 65°C	300	230	
	TOTAL:				4750	3560
AGUA	C1	pH y Conductividad Eléctrica (pH y C.E.)	Potenciómetro	250	190	
	C2	Residuo Seco (RS)	Estufa 105°C	650	490	
	C3	Calcio y Magnesio (Ca ²⁺ y Mg ²⁺)	Titulación con E.D.T.A	650	490	
	C4	Sodio y Potasio (Na ⁺ y K ⁺)	Fotometría de llama	650	490	
	C5	Carbonatos y Bicarbonatos (CO ₃ ²⁻ y HCO ₃ ⁻)	Titulación	650	490	
	C6	Cloruros (Cl ⁻)	Titulación	700	525	
	C7	Nitratos (NO ₃ ⁻)	Bremer	650	490	
	C8	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	Turbidimetría	500	375	
TOTAL:				4700	3540	

Fuente: INTA Reconquista.

Anexo N° 8: Características del equipo

	HP	kW
Potencia del sistema (C/bomba)	25	18,64
1°	Bomba	80 m3/hora
2°	Bomba	65 m3/hora
Total del caudal de bombeo (Qb)	145	m3/hora

Observación	Ambas bombas operan de forma simultanea
--------------------	---

Longitud de los tramos	54,5 mts
N.º de tramos	5 unid.
Longitud del voladizo	26 mts
Longitud del pivote	300 mts

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 9: Cuadro tarifario 2022

Cooperativa de servicios públicos (Avellaneda)				
Tarifa	Desde [Kw-h]	Hasta [Kw-h]	Cargo fijo [\$/bim]	Cargo variable [\$/Kw-h]
81	0	999,999,00	634,1808	14,3078

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 10: Mantenimiento y reparaciones

Valor a Nuevo Pivot (USD)	108.000
Coefficiente de Mantenimiento (1/h)	0,000015
Costo de Mantenimiento (USD/h)	1,62

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 11: Escala salarial 2022

Escala Salarial Trabajadores Agrarios

DESDE EL 1° DE OCTUBRE AL 30 DE NOVIEMBRE 2022

CATEGORÍAS	SIN COMIDAY SIN SAC	
	SUELDO	JORNAL
PEONES GENERALES	98.914,95	4.351,57
AYUDANTES DE ESPECIALIZADOS PEÓN ÚNICO	101.528,63	4.467,01
ESPECIALIZADOS:		
Peones que trabajan en el cultivo del arroz, peones de Haras, peones de cabañas (Bovinos, Ovinos y Porcinos)	101.746,34	4.476,26
Ovejeros	102.586,10	4.527,59
Albañiles, Apicultores, Carniceros, Carpinteros, Cocineros, Cunicultores, Despenseros, Domadores, Fruticultores, Herreros, Inseminadores, Jardineros, Mecánicos (Generales y Molineros), Panaderos, Pintores, Quinteros y Talabarteros	105.542,55	4.640,60
Ordeñadores en explotaciones tamberas	106.237,50	4.673,85
Ordeñadores en explotaciones tamberas y que además desempeñen funciones de carreros	109.489,13	4.813,23
Conductores Tractoristas, Maquinista de Máquinas Cosechadora y Agrícola	110.172,79	4.854,45
Mecánicos Tractoristas	115.864,77	5.097,06
PERSONAL JERARQUIZADO		
Puestero	109.049,63	
Capataces	120.287,84	
Encargados	126.891,37	
BONIFICACIÓN POR ANTIGÜEDAD		
1% de la remuneración básica de su categoría, por cada año de antigüedad, cuando el trabajador tenga una antigüedad de hasta 10 años; y del 1,5%, cuando el trabajador tenga una antigüedad mayor a los 10 años.		
ADICIONAL POR ZONA		
Los trabajadores que desarrollen sus tareas en las provincias de CHUBUT, SANTA CRUZ Y TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR, se aplica un 20% de adicional sobre las remuneraciones de la categoría que revistan.		
TOPE INDEMNIZATORIO del 1° de octubre al 30 de noviembre 2022.	\$ 109.496,70	\$ 327.081,26

RESOLUCIÓN 126/2022 CNTA

WWW.IGNACIOONLINE.COM.AR

Fuente: Escala salarial octubre y noviembre 2022 para trabajadores rurales UATRE. Resolución 126/22 CNTA.

Anexo N° 12: Márgenes Brutos de cultivos bajo riego vs en seco.

OBSERVACION: Se utilizó el promedio de rindes de las últimas dos campañas tanto para los cultivos de riego como para los de seco.

BAJO RIEGO

mm/h	USD/mm
14,5	0,37

TRIGO

INGRESOS	
Rendimiento (tn)	4,2
Precio (USD/tn)	346
INGRESO TOTAL	1.455

EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	32,00	32,00	92	6,48	
Semilla (bolsas)	2	22,00	44,00	127	8,91	ACA 917
Fertilizante (kg)	80	1,20	96,00	277	19,44	Fosfato Diamónico
Fertilizante (kg)	80	0,98	78,40	227	15,87	Urea
Herbicida (lt)	4	11,00	44,00	127	8,91	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	1	5,90	5,90	17	1,19	2,4 Dédalo 100%
Herbicida (kg)	0,01	25,00	0,25	0,72	0,05	Metsulfuron 60%
Herbicida (lt)	0,15	11,76	1,76	5	0,36	Dicamba
Insecticida (lt)	0,20	25,00	5,00	14	1,01	Tebuconazole + imidacloprid
Funguicida (lt)	0,70	12,00	8,40	24	1,70	Tebuconazole 25%
Lamina de riego bruta (mm)	14,50	0,37	5,34	15	1,08	
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	14	1,01	
Pulverizacion	3	5,00	15,00	43	3,04	
TOTAL COSTO FIJO			341	986		
VARIABLES						
Cosecha (%)	8		116,39	336	23,57	
Flete (USD/tn)	5		21,03	61	4,26	Arrime
Comercializacion (%)	2,5		36,37	105	7,36	
Aparceria (%)	20		290,99	841	58,92	Excluyente arrendamiento
Secada (%)	2		29,10	84	5,89	
TOTAL COSTO VARIABLE			494	1427		

COSTO TOTAL	835
--------------------	------------

MARGEN BRUTO TOTAL	620
---------------------------	------------

Observaciones:	
Rinde de indiferencia (kg)	2.413
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,7

SOJA 2da

INGRESOS	
Rendimiento (tn)	3,7
Precio (USD/tn)	390
INGRESO TOTAL	1,449

EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	30,00	30,00	77	3,58	Contratada
Semillas (bolsas)	1	25,00	25,00	64	2,98	DM 75,75
Inoculante (lt)	1	4,50	4,50	12	0,54	Inoculante + curasemilla
Herbicidas (lt)	5	11,00	55,00	141	6,56	Glifosato 54%
Herbicidas (lt)	1	4,56	4,50	12	0,54	2,4 Dédalo 60% amina liquido
Herbicidas (lt)	1	9,00	9,00	23	1,07	Imazetapir
Herbicidas (lt)	0,25	29,50	7,38	19	0,88	Haloxifop 54% EC
Fertilizante (kg)	70	1,60	112,00	287	13,36	Fosforo 20% y calcio 14%
Insecticidas (lt)	0,04	6,00	0,24	0,62	0,03	Lambdacialotrina 35%
Insecticidas (lt)	0,04	235,00	9,40	24	1,12	Rynaxypyr
Insecticidas (lt)	0,20	45,44	9,09	23	1,08	Thiametoxam y lambda cyalotrina
Fungicidas (lt)	0,50	25,20	12,60	32	1,50	Pyraclostrobin + epxiconazole
Lamina de riego bruta (mm)	14,50	0,37	5,34	14	0,64	
Pulverizaciones	5	5,00	25,00	64	2,98	
Coadyuvantes	3	2,00	6,00	15	0,72	AC. AGR.
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	13	0,60	
TOTAL COSTO FIJO			320	821	38,17	
VARIABLES						
Cosecha (%)	10		144,89	372	17,28	
Flete (tn)	5		18,58	48	2,22	
Aparceria (%)	20		289,77	743	34,56	Excluyente arrendamiento
Comercializacion (%)	2,5		36,22	93	4,32	
Secada (%)	2		28,98	74	3,46	
TOTAL COSTO VARIABLE			518	1329		

COSTO TOTAL	838
--------------------	------------

MARGEN BRUTO TOTAL	610
---------------------------	------------

Observaciones:	
Rinde de indiferencia (kg)	2.150
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,7

SOJA 3ra

INGRESOS	
Rendimiento (Tn)	2,7
Precio (USD/Tn)	390
INGRESO TOTAL	1.071

EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	30,00	30,00	77	3,58	Contratada
Semillas (bolsas)	1,35	25,00	33,65	86	4,01	RA 844
Inoculante (lt)	1	4,50	4,50	12	0,54	Inoculante + curasemilla
Herbicidas (lt)	5	11,00	55,00	141	6,56	Glifosato 54%
Herbicidas (lt)	1	4,56	4,50	12	0,54	2,4 Dédalo 60% amina liquido
Herbicidas (lt)	1	9,00	9,00	23	1,07	Imazetapir
Herbicidas (lt)	0,25	29,50	7,38	19	0,88	Haloxifop 54% EC
Fertilizante (kg)	70	1,60	112,00	287	13,36	Fosforo 20% y calcio 14%
Insecticidas (lt)	0,04	6,00	0,24	0,62	0,03	Lambdacialotrina 35%
Insecticidas (lt)	0,04	235,00	9,40	24	1,12	Rynaxypyr
Insecticidas (lt)	0,20	45,44	9,09	23	1,08	Thiametoxam y lambda cyalotrina
Fungicidas (lt)	0,50	25,20	12,60	32	1,50	Pyraclostrobin + epoxiconazole
Lamina de riego bruta (mm)	14,50	0,37	5,34	14	0,64	
Pulverizaciones	5	5,00	25,00	64	2,98	
Coadyuvantes	3	2,00	6,00	15	0,72	AC. AGR.
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	13	0,60	
TOTAL COSTO FIJO			329	843	39,20	
VARIABLES						
Cosecha (%)	10		107,06	275	12,77	
Flete (Tn)	5		13,73	35	1,64	
Aparcería (%)	20		214,11	549	25,54	Excluyente arrendamiento
Comercialización (%)	2,5		26,76	69	3,19	
Secada (%)	2		21,41	55	2,55	
TOTAL COSTO VARIABLE			383	982		

COSTO TOTAL	712
--------------------	------------

MARGEN BRUTO TOTAL	359
---------------------------	------------

Observaciones:	
Rinde de indiferencia (kg)	1.825
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,5

MAIZ DULCE

INGRESOS	
Rendimiento (tn)	21,6
Precio (USD/tn)	203
INGRESO TOTAL	4.374

EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	Observaciones
Siembra	1	30,00	30,00	148	103,1	
Semillas (bolsas)	0,52	1300,00	676,00	3338	2323,1	Thunder Attribute II
Fertilizante (kg)	150	0,95	142,50	704	489,7	Urea
Fertilizante (kg)	70	1,20	84,00	415	288,7	Fosfato diamónico
Herbicida (lt)	4	11,00	44,00	217	151,2	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	3	7,00	21,00	104	72,2	Atrazina 50%
Herbicida (lt)	1	9,00	9,00	44	30,9	Acetoclor 84% EC
Herbicida (lt)	0,70	4,56	3,19	16	11,0	2,4 Dédalo 100%
Lamina de riego bruta (mm)	14,50	0,37	5,34	26	18,4	
Pulverizacion	3	5,00	15,00	74	51,5	
Asesoramiento y monitoreo	1,0	5,00	5,00	25	17,2	
TOTAL COSTO FIJO			1.035	5.111		
VARIABLES						
Cosecha (%)	10		437,40	2160	1503,2	
Flete (USD/tn)	5		108,00	533	371,2	
Aparceria (%)	20		874,80	4320	3006,3	
Comercializacion (%)	2,5		109,35	540	375,8	
TOTAL COSTO VARIABLE			1.530	7.553		

COSTO TOTAL	2.565
--------------------	--------------

MARGEN BRUTO TOTAL	1.809
---------------------------	--------------

Observaciones:	
Rinde de indiferencia (kg)	12.665
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,7

ALGODÓN

INGRESOS	
Rendimiento (tn)	3,5
Precio (USD/tn)	550
INGRESO TOTAL	1.950

EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg Alg	% Costos	Observaciones
Siembra	1	30,00	30,00	55	3	
Semillas (bolsa)	1	75,00	75,00	136	9	DP 1238
Fertilizacion (kg)	50	1,20	60,00	109	7	Fosfato diamónico
Fertilizacion (kg)	50	0,98	49,00	89	6	Urea
Herbicida (lt)	5	11,00	55,00	100	6	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	2	6,12	12,24	22	1	Glifosato 72%
Herbicida (kg)	1,5	12,96	19,44	35	2	Diuron Urea Sustituída
Herbicida (lt)	0,35	29,50	10,33	19	1	Haloxifop 54%
Insecticida (lt)	1,2	7,56	9,07	16	1	Clorpirifos 48%
Insecticida (lt)	0,1	70,00	7,00	13	1	Fipronil 20%
Regulador de crecimiento (lt)	0,35	18,05	6,32	11	1	Cloruro de mepiquat
Regulador de crecimiento (lt)	0,4	10,85	4,34	8	1	Cloromecuato 75%
Defoliante (lt)	0,5	42,51	21,26	39	2	Thidiazuron + Diuron
Lamina de riego bruta (mm)	14,5	0,37	5,34	10	1	
Pulverizacion	9	5,00	45,00	82	5	
Desmalezadora	1	15,00	15,00	27	2	
Asesoramiento y monitoreo	1,00	5,00	5,00	9	1	
TOTAL COSTO FIJO			429	780,6		
VARIABLES						
Cosecha (ha)	90		90	164	10	
Flete (USD/tn)	5		17,725	32	2	
Comercializacion	2,5		48,74	89	6	
Aparceria (%)	12		234,0	425	27	Excluyente arrendamiento
Carga (USD/tn)	12		42,54	77	5	
TOTAL COSTO VARIABLE			433	787		

COSTO TOTAL	862
--------------------	------------

MARGEN BRUTO TOTAL	1.087
---------------------------	--------------

Observaciones:	
Rinde de indiferencia (kg)	1.568
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	1,3

SECANO

TRIGO

INGRESOS						
Rendimiento (tn)	2,0					
Precio (USD/tn)	346					
INGRESO TOTAL				699		
EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	32,00	32,00	92	6,48	
Semilla (bolsas)	2	22,00	44,00	127	8,91	ACA 917
Fertilizante (kg)	55	1,20	66,00	191	13,36	Fosfato Diamónico
Fertilizante (kg)	55	0,98	53,90	156	10,91	Urea
Herbicida (lt)	4	11,00	44,00	127	8,91	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	1	5,90	5,90	17	1,19	2,4 Dédalo 100%
Herbicida (kg)	0,01	25,00	0,25	0,72	0,05	Metsulfuron 60%
Herbicida (lt)	0,15	11,76	1,76	5	0,36	Dicamba
Insecticida (lt)	0,20	25,00	5,00	14	1,01	Tebuconazole + imidacloprid
Funguicida (lt)	0,70	12,00	8,40	24	1,70	Tebuconazole 25%
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	14	1,01	
Pulverizacion	3	5,00	15,00	43	3,04	
TOTAL COSTO FIJO			281	813		
VARIABLES						
Cosecha (%)	8		55,91	162	11,32	
Flete (USD/tn)	5		10,10	29	2,05	Arrime
Comercializacion (%)	2,5		17,47	51	3,54	
Aparceria (%)	20		139,78	404	28,30	Excluyente arrendamiento
Secada (%)	2		13,98	40	2,83	
TOTAL COSTO VARIABLE			237	686		
COSTO TOTAL				518		
MARGEN BRUTO TOTAL				180		
Observaciones:						
Rinde de indiferencia (kg)	1.498					
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,3					

SOJA 2da						
INGRESOS						
Rendimiento (tn)	1,6					
Precio (USD/tn)	390					
INGRESO TOTAL						638
EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	30,00	30,00	77	3,58	Contratada
Semillas (bolsas)	1	25,00	25,00	64	2,98	DM 75j75
Inoculante (lt)	1	4,50	4,50	12	0,54	Inoculante + curasemilla
Herbicidas (lt)	5	11,00	55,00	141	6,56	Glifosato 54%
Herbicidas (lt)	1	4,56	4,50	12	0,54	2,4 Dédalo 60% amina liquido
Herbicidas (lt)	1	9,00	9,00	23	1,07	Imazetapir
Herbicidas (lt)	0,25	29,50	7,38	19	0,88	Haloxifop 54% EC
Fertilizante (kg)	50	1,60	80,00	205	9,54	Fosforo 20% y calcio 14%
Insecticidas (lt)	0,04	6,00	0,24	0,62	0,03	Lambdacialotrina 35%
Insecticidas (lt)	0,04	235,00	9,40	24	1,12	Rynaxypyr
Insecticidas (lt)	0,20	45,44	9,09	23	1,08	Thiametoxam y lambda cyalotrina
Fungicidas (lt)	0,50	25,20	12,60	32	1,50	Pyraclostrobin + epoxiconazole
Pulverizaciones	5	5,00	25,00	64	2,98	
Coadyuvantes	3	2,00	6,00	15	0,72	AC. AGR.
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	13	0,60	
TOTAL COSTO FIJO			283	725	33,72	
VARIABLES						
Cosecha (%)	10		63,77	164	7,60	
Flete (tn)	5		8,18	21	0,97	
Aparceria (%)	20		127,53	327	15,21	Excluyente arrendamiento
Comercializacion (%)	2,5		15,94	41	1,90	
Secada (%)	2		12,75	33	1,52	
TOTAL COSTO VARIABLE			228	585		
COSTO TOTAL						511
MARGEN BRUTO TOTAL						127
Observaciones:						
Rinde de indiferencia (kg)	1.310					
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,2					

SOJA 3ra						
INGRESOS						
Rendimiento (tn)	1,3					
Precio (USD/tn)	390					
INGRESO TOTAL				495		
EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	DETALLE
Siembra	1	30,00	30,00	77	3,58	Contratada
Semillas (bolsas)	1,35	25,00	33,65	86	4,01	RA 844
Inoculante (lt)	1	4,50	4,50	12	0,54	Inoculante + curasemilla
Herbicidas (lt)	5	11,00	55,00	141	6,56	Glifosato 54%
Herbicidas (lt)	1	4,56	4,50	12	0,54	2,4 Dédalo 60% amina liquido
Herbicidas (lt)	1	9,00	9,00	23	1,07	Imazetapir
Herbicidas (lt)	0,25	29,50	7,38	19	0,88	Haloxifop 54% EC
Fertilizante (kg)	50	1,60	80,00	205	9,54	Fosforo 20% y calcio 14%
Insecticidas (lt)	0,04	6,00	0,24	0,62	0,03	Lambdacialotrina 35%
Insecticidas (lt)	0,04	235,00	9,40	24	1,12	Rynaxypyr
Insecticidas (lt)	0,20	45,44	9,09	23	1,08	Thiametoxam y lambda cyalotrina
Fungicidas (lt)	0,50	25,20	12,60	32	1,50	Pyraclostrobin + epoxiconazole
Pulverizaciones	5	5,00	25,00	64	2,98	
Coadyuvantes	3	2,00	6,00	15	0,72	AC. AGR.
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	13	0,60	
TOTAL COSTO FIJO			291	747	34,75	
VARIABLES						
Cosecha (%)	10		49,53	127	5,91	
Flete (tn)	5		6,35	16	0,76	
Aparceria (%)	20		99,06	254	11,81	Excluyente arrendamiento
Comercializacion (%)	2,5		12,38	32	1,48	
Secada (%)	2		9,91	25	1,18	
TOTAL COSTO VARIABLE			177	454		
COSTO TOTAL				469		
MARGEN BRUTO TOTAL				27		
Observaciones:						
Rinde de indiferencia (kg)	1.202					
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,1					

ALGODÓN

INGRESOS

Rendimiento (tn)	1,65	
Precio (USD/tn)	550	
INGRESO TOTAL		905

EGRESOS

FIJOS

INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg Alg	% Costos	Observaciones
Siembra	1	30,00	30,00	55	3	
Semillas (bolsa)	1	75,00	75,00	136	9	DP 1238
Fertilizacion (kg)	35	1,20	42,00	76	5	Fosfato diamónico
Fertilizacion (kg)	35	0,98	34,30	62	4	Urea
Herbicida (lt)	5	11,00	55,00	100	6	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	2	6,12	12,24	22	1	Glifosato 72%
Herbicida (kg)	1,5	12,96	19,44	35	2	Diuron Urea Sustituída
Herbicida (lt)	0,35	29,50	10,33	19	1	Haloxifop 54%
Insecticida (lt)	1,2	7,56	9,07	16	1	Clorpirifos 48%
Insecticida (lt)	0,1	70,00	7,00	13	1	Fipronil 20%
Regulador de crecimiento (lt)	0,35	18,05	6,32	11	1	Cloruro de mepiquat
Regulador de crecimiento (lt)	0,4	10,85	4,34	8	1	Cloromecuato 75%
Defoliante (lt)	0,5	42,51	21,26	39	2	Thidiazuron + Diuron
Pulverizacion	9	5,00	45,00	82	5	
Desmalezadora	1	15,00	15,00	27	2	
Asesoramiento y monitoreo	1,00	5,00	5,00	9	1	
Arrendamiento	0,00	0,00	0,00	0	0	Excluyente aparcería

TOTAL COSTO FIJO

391 711

VARIABLES

Cosecha (ha)	90		90	164	10	
Flete (USD/tn)	5		8,225	15	1	
Comercializacion	2,5		48,74	89	6	
Aparcería (%)	12		234,0	425	27	Excluyente arrendamiento
Carga (USD/tn)	12		19,74	36	2	

TOTAL COSTO VARIABLE

401 729

COSTO TOTAL

792

MARGEN BRUTO TOTAL

113

Observaciones:

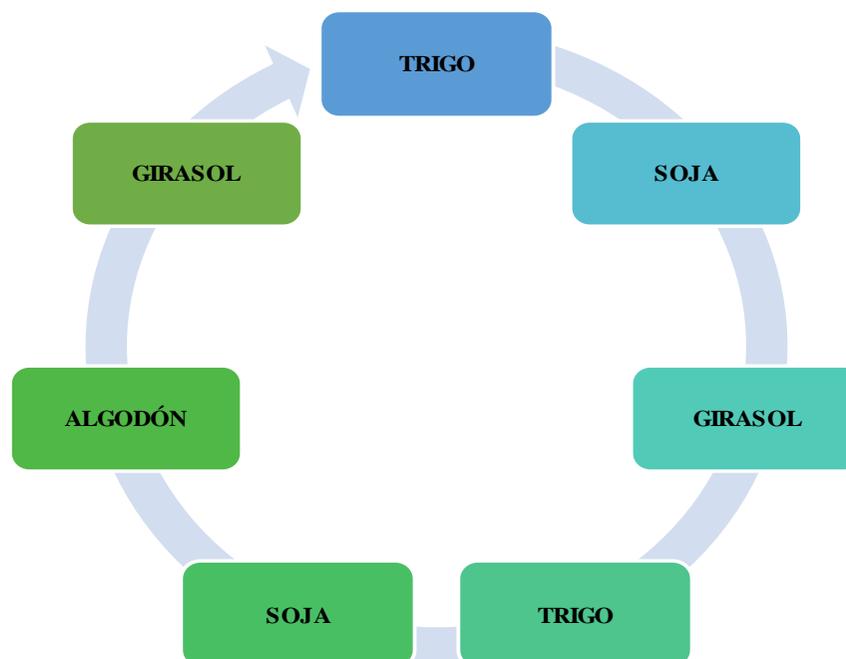
Rinde de indiferencia (kg)	1.440
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,1

GIRASOL						
INGRESOS						
Rendimiento (tn)	1,9					
Precio (USD/tn)	500					
Bonificacion (%)	16,0					
INGRESO TOTAL			1.085			
EGRESOS						
FIJOS						
INSUMOS	UNIDADES/HA	USD/UNIDAD	USD/HA	kg cereal	% Costos	Observaciones
Siembra	1	28,00	28,00	56	3,35	
Semilla (bolsas)	0,27	230,00	61,33	123	7,35	SYN 4066
Fertilizante (kg)	50	1,20	60,00	120	7,19	Fosfato diamónico
Fertilizante (kg)	40	1,35	54,00	108	6,47	Urea
Herbicida (lt)	3,5	12,00	42,00	84	5,03	Glifosato 54%
Herbicida (lt)	1	5,80	5,80	12	0,69	2,4 Dédalo 100%
Herbicida (lt)	1	13,00	13,00	26	1,56	Flurocloridona 25%
Herbicida (lt)	0,25	29,50	7,38	15	0,88	Haloxifop 54% EC
Herbicida (lt)	0,25	6,00	1,50	3	0,18	Lambdacialotrina 35%
Pulverizacion	3	5,00	15,00	30	1,80	
Coadyuvante	3	2,52	7,56	15	0,91	
Asesoramiento y monitoreo	1	5,00	5,00	10	0,60	
TOTAL COSTO FIJO			301	601		
VARIABLES						
Cosecha (%)	8		74,8	150	8,96	
Flete (USD/tn)	5		46,8	94	5,60	Arrime
Aparceria (%)	20		187,0	374	22,40	Excluyente arrendamiento
Comercializacion (%)	2,5		23,4	47	2,80	
Secada (%)	2		18,7	37	2,24	
TOTAL COSTO VARIABLE			351	701		
COSTO TOTAL			651			
MARGEN BRUTO TOTAL			433			
Observaciones:						
Rinde de indiferencia (kg)	1.302					
Beneficio/ Costo (USD ganados/ USD invertidos)	0,7					

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Anexo N° 13: Rotación de cultivos en secano

Cultivos	Fecha aproximada de siembra	Fecha aproximada de cosecha	Años
Trigo	1° quincena de junio	2° quincena de octubre y 1° quincena de noviembre	1
Soja 2da	1° quincena de diciembre	2° quincena de abril o 1° quincena de mayo	
Girasol	1° quincena de agosto	2° quincena de diciembre o 1° quincena de enero	2
Trigo	1° quincena de junio	2° quincena de octubre y 1° quincena de noviembre	3
Soja 2da	1° quincena de diciembre	2° quincena de abril o 1° quincena de mayo	
Algodón	2° quincena de octubre	2° quincena de marzo, 1° y 2° quincena de abril, 1° de mayo	4
Girasol	1° quincena de agosto	2° quincena de diciembre o 1° quincena de enero	5



Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L.

Anexo N° 14: Amortización sistema alemán.

PESOS						
N° de cuota	Fecha	Cantidad al inicio del periodo	Cuota primaria	Amortización	intereses del periodo	Cuota total
1	jun-23	\$ 18.760.679	\$ 422.115	\$ 0	\$ 422.115	\$ 422.115
2	dic-23	\$ 18.760.679	\$ 2.506.635	\$ 2.084.520	\$ 422.115	\$ 2.506.635
3	jun-24	\$ 16.676.159	\$ 2.459.734	\$ 2.084.520	\$ 375.214	\$ 2.459.734
4	dic-24	\$ 14.591.640	\$ 2.412.832	\$ 2.084.520	\$ 328.312	\$ 2.412.832
5	jun-25	\$ 12.507.120	\$ 2.365.930	\$ 2.084.520	\$ 281.410	\$ 2.365.930
6	dic-25	\$ 10.422.600	\$ 2.319.028	\$ 2.084.520	\$ 234.508	\$ 2.319.028
7	jun-26	\$ 8.338.080	\$ 2.272.127	\$ 2.084.520	\$ 187.607	\$ 2.272.127
8	dic-26	\$ 6.253.560	\$ 2.225.225	\$ 2.084.520	\$ 140.705	\$ 2.225.225
9	jun-27	\$ 4.169.040	\$ 2.178.323	\$ 2.084.520	\$ 93.803	\$ 2.178.323
10	dic-27	\$ 2.084.520	\$ 2.131.422	\$ 2.084.520	\$ 46.902	\$ 2.131.422
			\$ 21.293.371	\$ 18.760.679	\$ 2.532.692	\$ 21.293.371

DÓLAR						
N° de cuota	Fecha	Cantidad al inicio del periodo	Cuota primaria	Amortización	intereses del periodo	Cuota total
1	jun-23	119.044	2.678	0	2.678	2.678
2	dic-23	119.044	15.906	13.227	2.678	15.906
3	jun-24	105.817	15.608	13.227	2.381	15.608
4	dic-24	92.590	15.310	13.227	2.083	15.310
5	jun-25	79.363	15.013	13.227	1.786	15.013
6	dic-25	66.135	14.715	13.227	1.488	14.715
7	jun-26	52.908	14.418	13.227	1.190	14.418
8	dic-26	39.681	14.120	13.227	893	14.120
9	jun-27	26.454	13.822	13.227	595	13.822
10	dic-27	13.227	13.525	13.227	298	13.525
			135.115	119.044	16.071	135.115

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L y el Banco de la Nación Argentina.

Anexo 15: Precios de venta de todos los cultivos en USD corrientes/tonelada del mercado de rosario.

DETALLE	MINIMOS		MAXIMOS	
	Valor	Año	Valor	Año
Girasol	219,01	2019	550,00	2022
Maíz Dulce	97,48	2015	247,55	2022
Soja	207,89	2020	435,50	2022
Trigo	117,10	2014	351,26	2022
Algodón	233,58	2020	909,09	2011

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la Bolsa de Comercio de Rosario y de la Unión Agrícola de Avellaneda (UAA).

Anexo 16: Rendimientos históricos bajo riego y seco - Nicanor E Molina/La Vertiente.

CAMPAÑAS	TRIGO		SOJA 2°		MAIZ DULCE		SOJA 3°		ALGODÓN		GIRASOL	
	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano
2014/2015	2730	1500							3350	3250	-	1600
2015/2016	2835	1500							3248	3248	-	1400
2016/2017	3900	3050							2680	1680	-	1600
2017/2018	1680	1680							3800	1800	-	1650
2018/2019	4300	3290			19800	-			3650	2420	-	1600
2019/2020	4850	3500			20500	-			3100	2200	-	1600
2020/2021	3980	1660	3630	1510	21200	-	3200	1120	3860	2120	-	1750
2021/2022	4430	2380	3800	1760	22000	-	2290	1420	3230	1170	-	1990
PROMEDIO	3588	2320	3715	1635	20875	-	2745	1270	3365	2236	-	1649
DIFERENCIA	1268		2080				1475		1129			

DETALLE	TRIGO		SOJA 2°		MAIZ DULCE		SOJA 3°		ALGODÓN		GIRASOL	
	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano
MINIMOS	1680	1500	2972	1145	19800	-	2196	889	2680	1170	-	1400
MAXIMOS	4850	3500	3800	1880	22000	-	3200	1461	3860	3250	-	1990

Soja 2da bajo riego
 variación -10%.
 Secano -30%
 +15%

Soja 3ra bajo riego
 variación -20%.
 Secano -30%
 +15%

Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por la empresa Don Guillermo S.R.L

Anexo N° 17: Iteraciones – proyecto puro y proyecto mixto.

PROYECTO PURO						
Iteración	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Promedio VAN
N: 001	129.525	112.387	139.295	174.027	127.030	136.453
N: 002	146.882	137.667	151.828	202.142	161.147	159.933
N: 003	150.098	163.176	169.665	209.683	167.076	171.940
N: 004	199.402	173.799	172.257	212.551	186.274	188.856
N: 005	200.622	194.903	174.063	213.884	221.550	201.004
N: 006	232.248	204.556	201.260	225.607	221.915	217.117
N: 007	241.211	211.113	229.359	231.869	230.748	228.860
N: 008	244.739	235.448	235.987	234.630	242.382	238.637
N: 009	253.826	236.472	241.632	239.376	246.768	243.615
N: 010	263.701	237.984	248.155	249.987	258.633	251.692
N: 011	271.148	245.974	268.498	254.655	265.091	261.073
N: 012	273.952	262.300	269.746	259.863	273.291	267.830
N: 013	275.113	268.466	286.720	273.098	284.973	277.674
N: 014	285.919	282.609	291.819	275.116	291.640	285.421
N: 015	290.620	287.286	294.529	286.616	294.085	290.627
N: 016	291.305	288.388	304.385	303.494	294.211	296.357
N: 017	293.018	293.300	322.539	307.791	295.956	302.521
N: 018	314.273	297.770	328.653	308.359	315.622	312.936
N: 019	321.612	308.942	334.663	308.762	326.870	320.170
N: 020	323.278	312.500	338.291	314.350	330.763	323.836
N: 021	325.616	314.463	339.602	315.609	334.181	325.894
N: 022	329.098	322.430	343.908	322.925	334.266	330.525
N: 023	333.722	323.698	350.428	325.949	334.376	333.635
N: 024	334.836	349.087	351.134	335.861	334.698	341.123
N: 025	339.677	349.939	351.411	342.498	337.972	344.300
N: 026	340.373	356.296	358.362	345.286	343.366	348.737
N: 027	341.383	357.376	364.671	359.756	344.847	353.607
N: 028	342.517	357.888	365.941	366.099	351.220	356.733
N: 029	344.639	361.750	366.953	367.137	358.860	359.868
N: 030	351.868	368.114	368.568	369.611	369.909	365.614
N: 031	353.155	372.833	368.875	370.261	371.115	367.248
N: 032	362.655	375.443	369.731	379.735	380.077	373.528
N: 033	373.468	380.244	369.759	383.551	386.431	378.690
N: 034	376.874	383.654	382.674	384.405	387.770	383.075
N: 035	398.154	385.481	383.430	388.271	393.450	389.757
N: 036	410.318	390.268	389.353	389.271	394.283	394.699
N: 037	411.242	393.692	391.387	392.061	395.335	396.744
N: 038	416.745	394.841	394.214	392.449	397.266	399.103
N: 039	430.913	395.254	399.818	399.369	398.679	404.807
N: 040	431.498	405.131	405.328	399.940	399.424	408.264
N: 041	431.850	405.971	423.042	404.164	401.271	413.260
N: 042	435.708	408.480	423.951	406.878	405.572	416.118
N: 043	436.938	410.945	427.329	413.945	409.021	419.636
N: 044	437.365	427.021	427.696	417.686	409.726	423.899
N: 045	439.161	432.723	429.796	420.467	410.696	426.569
N: 046	440.234	433.568	430.872	421.140	414.441	428.051
N: 047	441.513	433.622	431.185	425.623	418.743	430.137
N: 048	442.118	433.745	436.306	432.327	424.945	433.888
N: 049	445.735	433.994	437.695	433.015	425.373	435.162
N: 050	446.515	434.980	440.397	436.126	428.058	437.215

N: 051	448.420	438.370	442.630	442.264	431.701	440.677
N: 052	449.027	439.428	442.771	448.182	433.401	442.562
N: 053	450.095	447.641	444.464	449.563	433.639	445.080
N: 054	451.955	453.482	445.511	454.340	435.610	448.180
N: 055	457.001	454.023	453.199	456.340	442.417	452.596
N: 056	459.686	456.750	453.226	463.836	443.100	455.320
N: 057	461.202	467.664	459.493	471.619	447.606	461.517
N: 058	464.316	473.633	464.052	474.551	468.124	468.935
N: 059	464.829	478.830	468.710	476.703	470.547	471.924
N: 060	465.053	480.846	469.826	479.014	473.885	473.725
N: 061	478.433	486.088	479.303	479.120	481.827	480.954
N: 062	479.542	489.505	480.285	483.774	490.393	484.700
N: 063	487.145	491.461	482.668	485.237	492.596	487.821
N: 064	487.219	492.414	485.391	493.283	499.651	491.592
N: 065	487.615	502.706	487.085	498.052	501.147	495.321
N: 066	496.844	505.883	487.535	500.812	502.858	498.786
N: 067	498.293	507.509	489.831	506.679	502.867	501.036
N: 068	507.016	510.798	495.588	507.587	503.488	504.895
N: 069	508.103	513.872	504.165	511.299	503.872	508.262
N: 070	508.236	515.220	508.241	515.452	508.192	511.068
N: 071	508.241	522.567	510.864	520.461	508.499	514.126
N: 072	513.942	529.244	517.817	531.152	523.992	523.229
N: 073	519.153	530.749	521.404	533.607	524.416	525.866
N: 074	537.065	542.934	523.763	542.223	530.323	535.262
N: 075	539.341	545.997	530.706	544.398	531.755	538.439
N: 076	539.493	546.557	542.554	546.983	536.336	542.385
N: 077	542.114	552.987	544.357	547.486	545.823	546.554
N: 078	545.010	553.880	546.790	549.843	552.581	549.621
N: 079	545.646	553.883	550.654	559.536	565.786	555.101
N: 080	549.179	568.045	552.672	566.592	571.081	561.514
N: 081	552.498	568.529	565.383	570.923	571.596	565.786
N: 082	554.956	573.768	567.853	571.089	576.991	568.931
N: 083	582.144	574.984	569.075	574.946	578.570	575.944
N: 084	589.537	577.732	573.496	588.309	578.892	581.593
N: 085	596.115	586.893	575.515	589.636	582.938	586.220
N: 086	601.839	594.803	580.890	596.022	583.124	591.336
N: 087	602.062	599.403	584.813	599.173	603.574	597.805
N: 088	603.563	603.171	585.594	606.672	610.421	601.884
N: 089	608.553	603.972	596.164	613.009	616.047	607.549
N: 090	617.150	612.090	599.496	614.240	629.057	614.407
N: 091	629.965	617.350	603.344	616.006	631.169	619.567
N: 092	640.151	631.671	616.355	620.653	640.040	629.774
N: 093	649.520	643.059	642.573	621.504	667.569	644.845
N: 094	652.314	684.784	643.087	626.738	686.769	658.738
N: 095	657.829	691.978	661.316	648.699	691.119	670.188
N: 096	659.855	693.046	674.086	652.525	705.443	676.991
N: 097	668.339	693.580	681.711	684.418	736.131	692.836
N: 098	671.300	702.544	699.041	691.942	736.939	700.353
N: 099	675.994	744.952	714.263	727.713	737.117	720.008
N: 100	688.815	773.083	776.470	729.592	785.668	750.726

PROYECTO MIXTO						
Iteración	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Corrida 5	Promedio VAN
N: 001	138.506	121.368	148.276	183.008	136.011	145.434
N: 002	155.863	146.648	160.809	211.123	170.128	168.914
N: 003	159.079	172.157	178.646	218.664	176.057	180.921
N: 004	208.383	182.780	181.238	221.532	195.255	197.837
N: 005	209.603	203.884	183.044	222.865	230.531	209.985
N: 006	241.229	213.537	210.241	234.588	230.896	226.098
N: 007	250.192	220.094	238.340	240.850	239.729	237.841
N: 008	253.720	244.429	244.968	243.611	251.363	247.618
N: 009	262.807	245.453	250.613	248.357	255.749	252.596
N: 010	272.682	246.965	257.136	258.968	267.614	260.673
N: 011	280.129	254.955	277.479	263.636	274.072	270.054
N: 012	282.933	271.281	278.727	268.844	282.272	276.811
N: 013	284.094	277.447	295.701	282.079	293.954	286.655
N: 014	294.900	291.590	300.800	284.097	300.621	294.402
N: 015	299.601	296.267	303.511	295.597	303.066	299.608
N: 016	300.286	297.369	313.366	312.475	303.193	305.338
N: 017	301.999	302.281	331.520	316.772	304.937	311.502
N: 018	323.254	306.751	337.634	317.340	324.603	321.917
N: 019	330.593	317.923	343.644	317.743	335.851	329.151
N: 020	332.259	321.481	347.272	323.331	339.744	332.817
N: 021	334.597	323.444	348.583	324.590	343.162	334.875
N: 022	338.079	331.411	352.889	331.906	343.247	339.506
N: 023	342.703	332.679	359.409	334.930	343.357	342.616
N: 024	343.817	358.068	360.115	344.842	343.679	350.104
N: 025	348.658	358.921	360.392	351.479	346.953	353.281
N: 026	349.354	365.277	367.343	354.267	352.347	357.718
N: 027	350.364	366.357	373.652	368.737	353.828	362.588
N: 028	351.498	366.869	374.922	375.080	360.201	365.714
N: 029	353.620	370.731	375.934	376.118	367.841	368.849
N: 030	360.849	377.095	377.549	378.592	378.890	374.595
N: 031	362.136	381.814	377.856	379.242	380.096	376.229
N: 032	371.636	384.424	378.712	388.716	389.058	382.509
N: 033	382.449	389.225	378.740	392.532	395.412	387.671
N: 034	385.855	392.635	391.655	393.386	396.751	392.056
N: 035	407.135	394.462	392.411	397.252	402.431	398.738
N: 036	419.299	399.249	398.334	398.252	403.264	403.680
N: 037	420.223	402.673	400.369	401.042	404.317	405.725
N: 038	425.727	403.822	403.195	401.430	406.247	408.084
N: 039	439.894	404.235	408.799	408.350	407.660	413.788
N: 040	440.480	414.112	414.309	408.921	408.405	417.245
N: 041	440.831	414.953	432.023	413.145	410.252	422.241
N: 042	444.689	417.461	432.932	415.859	414.553	425.099
N: 043	445.919	419.926	436.310	422.926	418.002	428.617
N: 044	446.346	436.002	436.677	426.667	418.708	432.880
N: 045	448.142	441.704	438.777	429.448	419.677	435.550
N: 046	449.215	442.549	439.853	430.121	423.422	437.032
N: 047	450.494	442.603	440.166	434.604	427.724	439.118
N: 048	451.099	442.726	445.287	441.308	433.926	442.869
N: 049	454.716	442.975	446.676	441.996	434.354	444.143
N: 050	455.496	443.961	449.378	445.107	437.039	446.196

N: 051	457.401	447.351	451.611	451.245	440.682	449.658
N: 052	458.009	448.409	451.752	457.163	442.383	451.543
N: 053	459.076	456.622	453.445	458.544	442.620	454.061
N: 054	460.936	462.463	454.492	463.321	444.592	457.161
N: 055	465.982	463.004	462.180	465.321	451.399	461.577
N: 056	468.667	465.731	462.207	472.817	452.081	464.301
N: 057	470.183	476.645	468.474	480.600	456.587	470.498
N: 058	473.297	482.614	473.033	483.532	477.105	477.916
N: 059	473.811	487.811	477.691	485.684	479.528	480.905
N: 060	474.034	489.827	478.807	487.995	482.866	482.706
N: 061	487.414	495.069	488.284	488.101	490.808	489.935
N: 062	488.523	498.486	489.266	492.755	499.374	493.681
N: 063	496.126	500.442	491.649	494.218	501.577	496.802
N: 064	496.200	501.395	494.373	502.264	508.632	500.573
N: 065	496.597	511.687	496.066	507.033	510.128	504.302
N: 066	505.825	514.864	496.516	509.793	511.839	507.768
N: 067	507.275	516.490	498.812	515.660	511.848	510.017
N: 068	515.997	519.779	504.569	516.568	512.469	513.876
N: 069	517.084	522.853	513.146	520.280	512.853	517.243
N: 070	517.217	524.201	517.222	524.433	517.173	520.049
N: 071	517.222	531.548	519.845	529.442	517.480	523.107
N: 072	522.923	538.225	526.798	540.133	532.973	532.210
N: 073	528.134	539.730	530.385	542.588	533.397	534.847
N: 074	546.046	551.915	532.744	551.204	539.304	544.243
N: 075	548.323	554.978	539.687	553.379	540.736	547.421
N: 076	548.474	555.538	551.535	555.964	545.317	551.366
N: 077	551.095	561.968	553.339	556.467	554.804	555.535
N: 078	553.991	562.861	555.771	558.824	561.562	558.602
N: 079	554.627	562.864	559.635	568.517	574.767	564.082
N: 080	558.160	577.026	561.653	575.573	580.062	570.495
N: 081	561.479	577.511	574.364	579.904	580.577	574.767
N: 082	563.937	582.749	576.834	580.070	585.972	577.912
N: 083	591.125	583.965	578.056	583.927	587.551	584.925
N: 084	598.518	586.713	582.477	597.290	587.873	590.574
N: 085	605.096	595.874	584.496	598.618	591.919	595.201
N: 086	610.820	603.784	589.871	605.003	592.105	600.317
N: 087	611.043	608.384	593.794	608.154	612.555	606.786
N: 088	612.544	612.152	594.575	615.653	619.402	610.865
N: 089	617.534	612.953	605.145	621.990	625.028	616.530
N: 090	626.131	621.071	608.477	623.221	638.038	623.388
N: 091	638.946	626.331	612.325	624.987	640.150	628.548
N: 092	649.132	640.652	625.336	629.634	649.021	638.755
N: 093	658.501	652.041	651.554	630.485	676.550	653.826
N: 094	661.295	693.765	652.068	635.719	695.750	667.719
N: 095	666.810	700.959	670.297	657.680	700.100	679.170
N: 096	668.836	702.027	683.067	661.506	714.424	685.972
N: 097	677.320	702.561	690.692	693.399	745.112	701.817
N: 098	680.281	711.525	708.023	700.923	745.920	709.334
N: 099	684.975	753.933	723.244	736.694	746.098	728.989
N: 100	697.796	782.064	785.451	738.573	794.649	759.707

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos mediante Simulación 5.0

