

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Evaluación de rentabilidad de un proyecto de riego con represa y pivote central en soja y maíz: estudio de caso en una PyME del litoral uruguayo

Autoría: Magrini, Juan Francisco

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Magrini, J. (2025) "*Evaluación de rentabilidad de un proyecto de riego con represa y pivote central en soja y maíz: estudio de caso en una PyME del litoral uruguayo*". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13891>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

**TRABAJO FINAL – MAESTRIA EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

*Evaluación de rentabilidad de un proyecto de riego
con represa y pivote central en soja y maíz: estudio
de caso en una PyME del litoral uruguayo*

Mayo, 2025

ALUMNO

Juan Francisco Magrini

TUTOR

Andres Borenstein

Dedicatoria - Agradecimientos

A mi familia, novia y amigos, por estar siempre presente, por acompañarme, escucharme y compartir sus opiniones desde los primeros momentos de esta investigación, ayudándome a definir el enfoque del trabajo.

A mis compañeros de carrera, por haber hecho de estos años una etapa mejor.

A todas las personas que colaboraron respondiendo consultas, facilitando datos clave y dedicando su tiempo generosamente para que este estudio fuera posible.

Finalmente, a Hugo, por su interés genuino en el tema, su lectura detallada de esta tesis y sus valiosos aportes para mejorarla.

Resumen Ejecutivo

Esta tesis evalúa la viabilidad y rentabilidad económica de implementar un sistema de riego artificial mediante la inversión de una represa y pivote central en una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo. En un contexto productivo donde la agricultura de secano continúa siendo la norma, los cambios en el régimen de lluvias y otros efectos del cambio climático como temperaturas más altas, han incrementado el riesgo productivo, en particular para cultivos de verano como la soja y el maíz. Si bien Uruguay dispone de recursos hídricos y marcos institucionales favorables, la adopción de tecnologías de riego fuera del arroz sigue siendo limitada, representando apenas el 7,5 % del área sembrada con soja y el 10 % con maíz (MGAP, 2024).

El caso analizado corresponde a una PyME con 350 hectáreas, de las cuales el 85 % se destinan a la agricultura. A través de un análisis técnico-productivo, económico y financiero, se modeló la inversión de una represa con capacidad para regar 80 hectáreas, evaluando los costos fijos y variables, acceso a préstamo, los rendimientos con y sin riego, y los incentivos disponibles, como COMAP y tarifas preferenciales de UTE.

El resultado principal indica que la implementación de riego resulta económicamente viable y rentable bajo escenarios de rendimiento medios y favorables, en un contexto con políticas públicas e incentivos fiscales. En el escenario base, considerando un préstamo bancario a 15 años a tasa de interés del 5,5% y obteniendo como beneficio fiscal la exoneración del 65 % del IRAE a través de la COMAP, la inversión total de \$ 310.000 para regar 80ha de cultivo de maíz genera un Valor Actual Neto (VAN) de \$59.336, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 9,2% y un período de recuperación estimado de casi 7 años, evaluado bajo una tasa de descuento del 7% en 20 años. Sin embargo sin este beneficio fiscal, el proyecto bajo estas mismas condiciones destruye valor, obteniendo una TIR del 2,0%.

Adicionalmente, se analizó un modelo de represa multipredial, donde dos productores comparten la infraestructura. Si bien este esquema ofrece ventajas técnicas y económicas, el éxito del mismo depende de diseñar mecanismos de compensación equitativos, dado que uno de los productores cede superficie para la represa y aumenta su patrimonio. La tesis demuestra que estos esquemas son viables y tienen sus ventajas, pero requieren acuerdos claros entre las partes para que ambos actores perciban una rentabilidad proporcional a su aporte.

Como conclusión general, la tesis sostiene que el riego representa una herramienta clave para estabilizar ingresos, aumentar rendimientos y revalorizar el capital agropecuario, especialmente en cultivos sensibles al déficit hídrico. Sin embargo, su adopción a mayor escala dado los costos actuales depende de políticas públicas activas que faciliten el acceso a financiamiento, beneficios fiscales y asistencia técnica para PyMEs del sector.

Palabras clave

Riego artificial, Represa, Soja, Maíz, Pivote Central, Agricultura, Viabilidad y Rentabilidad Económica, Uruguay, Represa Multipredial, VAN, TIR.

Introducción

Contexto del problema

En Uruguay, la producción agrícola ha estado tradicionalmente basada en un régimen de secano (excepto para el arroz) especialmente en cultivos de verano como la soja y el maíz. Este sistema ha demostrado ser funcional bajo condiciones climáticas normales; sin embargo, ante años con periodos más secos y el efecto del cambio climático hacen que al final del período se vea afectado los riesgos productivos, afectando la estabilidad y la rentabilidad de las explotaciones agropecuarias (Baethgen & Terra, 2010).

Uruguay cuenta con condiciones agroclimáticas favorables, con acceso a tecnología y gran conectividad, y una disponibilidad hídrica que permitirían una expansión del riego suplementario, aunque su adopción ha sido limitada más allá del arroz. Según datos de la encuesta agrícola del MGAP hecha en 2024 (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca), solo un 7,5% del área sembrada con soja y un 10% con maíz se realiza actualmente bajo riego. Sin embargo, las diferencias de rendimiento entre sistemas de secano y de riego son notorias: el riego puede aumentar el rendimiento del maíz en más de un 80% y el de la soja en aproximadamente un 40%.

La presente tesis se centra en el estudio de una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo, con 350 hectáreas productivas, de las cuales un 85% se dedica a la agricultura. El establecimiento opera sobre suelos clasificados como 9.3, de buena fertilidad, textura semiarenosa a limosa, y con un régimen de precipitaciones anual estimado entre 1000 y 1100 mm. No obstante, como lo demuestran los balances hídricos y la evapotranspiración promedio en departamentos del litoral como Salto y Colonia, los cultivos presentan deficiencias hídricas durante el verano, en particular en los períodos críticos de floración y llenado de grano. Este análisis será abordado con mayor detalle en la sección dedicada al estudio de las necesidades hídricas de los cultivos de verano.

El objetivo de esta investigación es evaluar la conveniencia de incorporar infraestructura de riego artificial en este establecimiento, con énfasis en estabilizar y aumentar la productividad de cultivos de verano como la soja y el maíz, los más sensibles al déficit hídrico. Se ofrece también una guía para evaluar este tipo de inversiones, identificando las variables más relevantes a considerar, como la capacidad de almacenamiento de agua, la inversión inicial y los costos operativos que llevan una inversión así, así como el marco institucional que regula y promueve este tipo de proyectos.

Finalmente, esta tesis no solo busca responder si la inversión es rentable desde el punto de vista económico, sino también ilustrar cómo puede estructurarse un análisis de viabilidad y rentabilidad adaptado a PyMEs del sector agropecuario. Se asumen todos los valores en dólares estadounidenses, salvo que se indique lo contrario.

Pregunta de investigación

¿Es económicamente viable y rentable para una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo implementar un sistema de riego artificial en sus cultivos de soja y maíz, considerando su contexto climático, productivo y financiero?

Objetivo general

Evaluar la rentabilidad económica de implementar un sistema de riego artificial en una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo, con foco en la producción de soja y maíz.

Objetivos específicos

- Analizar el contexto climático de los últimos años en la zona de estudio durante los meses de mayor demanda hídrica de los cultivos, entre Octubre y Abril principalmente.
- Buscar y analizar los precios históricos de exportación de soja y maíz colocados en el mercado y su impacto sobre los márgenes productivos.
- Evaluar los rendimientos históricos en el establecimiento bajo condiciones de secano.
- Estimar la necesidad hídrica de los cultivos de verano (soja y maíz) y su cobertura en condiciones climáticas reales.
- Cuantificar los beneficios potenciales del riego sobre el rendimiento, tomando como referencia los estudios técnicos de CERES (Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social) e INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).
- Estimar la inversión y los costos operativos de implementar una represa y sistema de riego por pivote central.
- Desarrollar un análisis financiero del proyecto (VAN, TIR, Payback) bajo distintos escenarios productivos.

Breve justificación del caso elegido

Esta tesis se escribe con el objetivo de aportar evidencia sobre la rentabilidad y viabilidad económica del riego en cultivos agrícolas, a partir de un caso real y posiblemente aplicable a otras PyMEs agropecuarias del país con características similares. En los últimos años, Uruguay ha atravesado crisis hídricas severas que exponen una vez más la vulnerabilidad del modelo productivo de secano, la última registrada en el periodo 22/23. Al mismo tiempo, el costo relativo del riego ha disminuido frente al valor de la tierra (Facultad de Agronomía – Universidad de la República, 2022), y los estudios demuestran que los beneficios en rendimiento por uso de riego son significativos (CERES, 2022). Este escenario plantea una oportunidad estratégica para avanzar en la tecnificación del campo, incorporar herramientas que ayuden a mejorar la productividad y reducir riesgos. Esta tesis busca contribuir a esa transformación mediante el estudio de este caso y ofreciendo un modelo de análisis para aplicar en PyMEs de similares condiciones.

Índice

Dedicatoria - Agradecimientos.....	1
Resumen Ejecutivo.....	2
Palabras clave.....	3
Introducción.....	4
Índice.....	6
Lista de figuras.....	8
Lista de figuras del Apéndice.....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
Capítulo 1 – Fundamentos del riego artificial en agricultura.....	11
1.1 Definiciones y tipos de riego.....	11
1.2 Importancia del agua en cultivos de verano.....	12
1.3 Clima, Fenomeno del Niño y la Niña.....	12
1.4 Riego y productividad: evidencia internacional y nacional.....	13
1.5 Organismos estatales, leyes y organizaciones vinculadas.....	14
1.6 Mitigación de riesgo en la producción mediante riego.....	16
Capítulo 2 – Consideraciones económicas y de inversión.....	17
2.1 Estructura de costos de riego: represas y pivote central.....	17
2.2 Limitantes y barreras para adopción en Uruguay.....	17
INVESTIGACIÓN EMPÍRICA-DOCUMENTAL.....	19
Capítulo 3 – Caracterización del caso de estudio.....	20
● 3.1 Descripción de la empresa agrícola-ganadera.....	20
● 3.2 Análisis climático de los últimos años.....	20
Capítulo 4 – Análisis productivo y económico.....	22
● 4.1 Evolución histórica de precios de soja y maíz en puerto.....	22
● 4.2 Rendimientos históricos del establecimiento (últimos 6 años).....	23
● 4.3 Necesidad hídrica de los cultivos en verano.....	24
● 4.4 Comparativa: rendimiento con y sin riego según estudios externos.....	27
Capítulo 5 – Evaluación económica del proyecto de riego.....	28
● 5.1 Inversión estimada: represa, pivote central y tendido eléctrico.....	28
● 5.2 Costos variables por hectárea.....	30
● 5.3 Políticas e Incentivos económicos en Uruguay.....	31
● 5.4 Análisis de rentabilidad con diferentes escenarios de precios y rendimientos.....	33
● 5.5 Revalorización del capital con una represa.....	37
● 5.6 Payback, VAN y TIR del proyecto.....	38
Capítulo 6 – Evaluación económica Represa Multipredial.....	42
6.1 A que se le llama una represa multipredial?.....	42
6.2 Estructura de participación y responsabilidades entre productores.....	43
6.3 Inversión estimada: represa y pivote central.....	45

6.4 Análisis de rentabilidad.....	46
6.5 Payback, VAN y TIR del proyecto.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
Capítulo 7 – Conclusiones.....	56
LISTA DE REFERENCIAS.....	59
Bibliografía.....	59
APÉNDICES.....	61
Consultas a diferentes actores del rubro.....	61
Detalle de cálculos económicos, financieros y otros.....	64

Lista de figuras

Figura 1	<i>Hectáreas bajo riego en Soja y Maiz en los ultimos años</i>
Figura 2	<i>Lluvias promedio de los ultimos 20 años vs año de sequia (22/23)</i>
Figura 3	<i>Balance hídrico del suelo de los ultimos años en la zona del campo estudiado</i>
Figura 4	<i>Promedio de precios anuales de la Soja y el Maíz los ultimos 5 años</i>
Figura 5	<i>Promedio/Minimo/Maximo de la Soja y Maiz en los ultimos 5 años</i>
Figura 6	<i>Rendimientos anuales de Soja y Maíz en el campo de estudio</i>
Figura 7	<i>Promedio de rendimientos anuales de Soja y Maíz de los ultimos 6 años</i>
Figura 8	<i>Agua necesaria para cultivos, Agua disponible promedio, Agua disponible en sequia.</i>
Figura 9	<i>Etapas fenológicas de cada cultivo segun los meses de verano</i>
Figura 10	<i>% de mejora en rendimientos cuando se aplica riego a los cultivos de verano Soja y Maíz</i>
Figura 11	<i>Proyección de Represa, Espejo y Cuenca</i>
Figura 12	<i>Flujo de fondos anual estimado para inversión en riego bajo diferentes escenarios</i>
Figura 13	<i>Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE</i>
Figura 14	<i>Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE y sin cuotas pendientes</i>
Figura 15	<i>Evaluación del VAN y la TIR en los diferentes escenarios planteados</i>

Figura 16	<i>Resumen del VAN, la TIR y Payback en los diferentes escenarios y sus respectivas variables</i>
Figura 17	<i>Consolidado de resultados de los diferentes escenarios evaluados, resaltando el escenario modelo con préstamo vs inversión propia</i>
Figura 18	<i>Consolidado de resultados, caso modelo vs caso sin beneficio COMAP</i>
Figura 19	<i>Proyección de Represa Multipredial, Espejo y Cuenca</i>
Figura 20	<i>Proyección de flujo anual en Represa Multipredial para productor 1 quien recibe canon anual por costo de oportunidad perdido</i>
Figura 21	<i>Productor 1: Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE</i>
Figura 22	<i>Productor 1: Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE y sin cuotas pendientes</i>
Figura 23	<i>Proyección de flujo anual en Represa Multipredial para productor 2 quien debe pagar un canon anual por costo de oportunidad perdido del productor 1</i>
Figura 24	<i>Productor 2: Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE</i>
Figura 25	<i>Productor 2: flujo de fondos anual sin exonerar IRAE y habiendo pagado las cuotas</i>
Figura 26	<i>Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 1</i>
Figura 27	<i>Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 1 Alternativo</i>
Figura 28	<i>Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 2</i>
Figura 29	<i>Represa Multipredial: consolidación de escenarios planteados.</i>

Lista de figuras del Apéndice

Figura A1	<i>Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 11 (flujo de fondos anual – represa individual).</i>
Figura A2	<i>Parte 1. Detalle completo del flujo anual de ingresos utilizado para el cálculo del VAN y la TIR presentados en la Figura 14 (Evaluación del VAN y la TIR en los diferentes escenarios planteados).</i>
Figura A3	<i>Parte 2. Continuación del flujo anual de ingresos correspondiente a la Figura 14.</i>
Figura A4	<i>Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 19 y 20 (flujo de fondos anual – represa multipredial productor 1 y 2).</i>
Figura A5	<i>Flujo de fondos anual estimado para inversión individual en riego sin considerar el beneficio fiscal de la COMAP.</i>
Figura A6	<i>Parte 1. Detalle completo del flujo anual de ingresos utilizado para el cálculo del VAN y la TIR correspondientes a los escenarios evaluados en la represa multipredial (Capítulo 6, Sección 5).</i>
Figura A7	<i>Parte 2. Continuación del flujo anual de ingresos utilizado en el análisis de la represa multipredial (Capítulo 6, Sección 5).</i>
Figura A8	<i>Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 7 (Agua necesaria para cultivos, Agua disponible promedio, Agua disponible en sequía).</i>

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1 – Fundamentos del riego artificial en agricultura

1.1 Definiciones y tipos de riego

En Uruguay, los tipos de riego más comunes son:

- **Riego por aspersión o pivót central:** es el más usado para áreas grandes (El Observador, 2025), dado que es relativamente fácil de implementar, aunque no hace un uso eficiente del agua y requiere una inversión inicial alta (represa, pivót, conexiones eléctricas).
- **Riego por goteo:** este método es muy eficiente en uso de agua y fertilizantes, pero menos común en grandes superficies de granos; se aplica más en horticultura o cultivos de menor escala.
- **Riego superficial o por inundación:** es el método más usado en arroz y caña de azúcar, no tanto en soja/maíz por el alto volumen de agua requerido y la necesidad de desniveles

Para este caso de estudio con cultivos de soja y maíz, y dado el tamaño de la superficie del campo evaluado (350 ha), el método recomendado y más usado en Uruguay es el método por pivót central (aspersión mecanizada). El mismo requiere de una represa, acceso a un río, arroyo o tajar que asegure el caudal y se requiere cubrir superficies medianas o grandes de cultivos de verano. Esto permite que el riego de mayor estabilidad en los rendimientos y una cobertura más homogénea, factores clave para la rentabilidad y la seguridad productiva. Queda fuera del alcance de este estudio profundizar en las técnicas y mecanismos de precisión aplicables al riego por pivote central. De todas formas, cabe señalar que existen oportunidades para avanzar hacia un uso más eficiente del recurso hídrico mediante la incorporación de tecnologías avanzadas, como sensores, inteligencia artificial y sistemas de control automatizado. Estas herramientas, que permiten monitorear y optimizar en tiempo real la aplicación de agua según las condiciones del cultivo y del suelo, y tomando en cuenta el pronóstico del clima, están comenzando a ser adoptadas en el sector agropecuario, y representan una línea de desarrollo futuro con alto potencial.

Segun el estudio (Hayashi Tsumura, R. (2022.)), en lo referente al tamaño de los pivots centrales, del total de encuestados (151), el 45 % riega hasta 65 ha, el 24 %, entre 65 y 80 ha, el 23 %, entre 80 a 120 ha y el 12 %, más de 120 ha. Según Morales et al. (2022), no sería recomendable, en las condiciones de suelo y topografía del Uruguay, el uso de pivots de radios mayores a 512 m (aproximadamente, 80 ha), debido a que tienen mayores riesgos de generar problemas de escorrentía y erosión.

1.2 Importancia del agua en cultivos de verano

El agua es el insumo clave para los cultivos de verano (maíz, soja, sorgo, entre otros), dado que sus requerimientos hídricos suelen concentrarse en los meses de mayor temperatura, cuando la evapotranspiración (proceso combinado de pérdida de agua por evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas) diaria se eleva y las precipitaciones tienden a ser insuficientes. En promedio, la demanda de agua de estos cultivos oscila entre 500 y 800 mm en su ciclo (Facultad de Agronomía – Universidad de la República, 2022), pero las lluvias veraniegas presentan alta variabilidad y no siempre alcanzan a reponer el nivel óptimo de humedad en el suelo, generando un déficit hídrico que reduce significativamente el rendimiento potencial. En estudios realizados en Uruguay, se ha observado que la falta de agua en el período crítico de floración y llenado de granos puede causar caídas de rendimiento de hasta 35% y llegar a duplicarse esa merma en años especialmente secos (Facultad de Agronomía – Universidad de la República, 2022). En general, en Uruguay la capacidad de agua factible de ser embalsada está subutilizada, el Grupo de Desarrollo del Riego estimó en 2009 que el volumen total que se aprovecha para riego representa menos del 5 % del escurrimiento que se produce en el territorio y se pierde en el océano Atlántico (OPYPA, 2012).

1.3 Clima, Fenomeno del Niño y la Niña

Aunque Uruguay cuenta con diferentes recursos hídricos y no figura como un país en riesgo de escasez según los indicadores de estrés hídrico (CEPAL, 2024), los cuales miden el porcentaje de agua extraída en relación al agua potable disponible, si enfrentó una situación crítica en los últimos años.

En octubre de 2022, el gobierno declaró la emergencia hídrica por 90 días para los sectores agrícola y pesquero, medida que se amplió en enero de 2023 a la producción láctea, ganadera, frutihortícola, avícola, apícola y forestal. Más adelante, en junio de 2023, se extendió la emergencia a Montevideo y su zona metropolitana. Ya desde abril, la OSE (Obras Sanitarias del Estado) había incrementado los niveles de salinidad y cloruro en el agua, superando incluso los límites permitidos por el MSP (Ministerio de Salud Pública), lo que generó advertencias sobre su consumo y provocó daños en electrodomésticos como calefones (CAF, 2023).

Esta crisis se debió principalmente a dos factores: la falta de infraestructura adecuada para el manejo del agua y la prolongada presencia del fenómeno climático La Niña, que forma parte del ciclo El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Esta fase fría y seca persistió durante tres años, convirtiéndose en la más extensa del siglo XXI. Como ejemplo del impacto, en 2022 Uruguay recibió apenas el 44% de sus precipitaciones habituales. Para lo que restaba de 2023, la OMM (Organización Meteorológica Mundial) anticipó con un 90% de probabilidad la llegada de El Niño, caracterizado por condiciones más cálidas y húmedas.

1.4 Riego y productividad: evidencia internacional y nacional

La evidencia internacional muestra que el riego incrementa de forma significativa la productividad agrícola al reducir la dependencia exclusiva de las precipitaciones y estabiliza los rendimientos. En regiones áridas o semiáridas, el riego es esencial para sostener la producción, mientras que en zonas templadas y húmedas como el litoral de Uruguay se utiliza como riego suplementario para compensar déficits hídricos puntuales. Distintas experiencias en países de América del Norte, Europa y Asia reflejan aumentos de entre 20% y 100% en rendimientos de cultivos como maíz, trigo o soja al pasar de secano a riego, dependiendo de la intensidad de las limitaciones climáticas y del tipo de tecnología adoptada. En Uruguay se han llevado a cabo diversas investigaciones por parte del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) y de la FAGRO (Facultad de Agronomía) con resultados similares a los mencionados.

En Uruguay, el riego tiene un gran efecto, sobre todo en cultivos de verano como maíz y soja. Estudios recientes indican que el riego produjo, en promedio, aumentos de más del 80% en rendimientos de maíz y del 40% en soja en los últimos seis años (CERES, 2022), incluso en años secos el rendimiento bajo riego llega a duplicar al de secano. Además de elevar los promedios, el riego reduce la volatilidad de la producción entre zafras, brindando estabilidad frente a sequías. Si bien el área regada para maíz y soja ha crecido en casi 40 mil hectáreas en 2022 vs 10 mil en 2010 como se puede ver en la Figura 1, su adopción sigue siendo relativamente baja cuando se toma en cuenta el porcentaje de ha total regadas sobre el total cultivado, tan solo un 3,4 % de ha con riego artificial en soja y maíz.

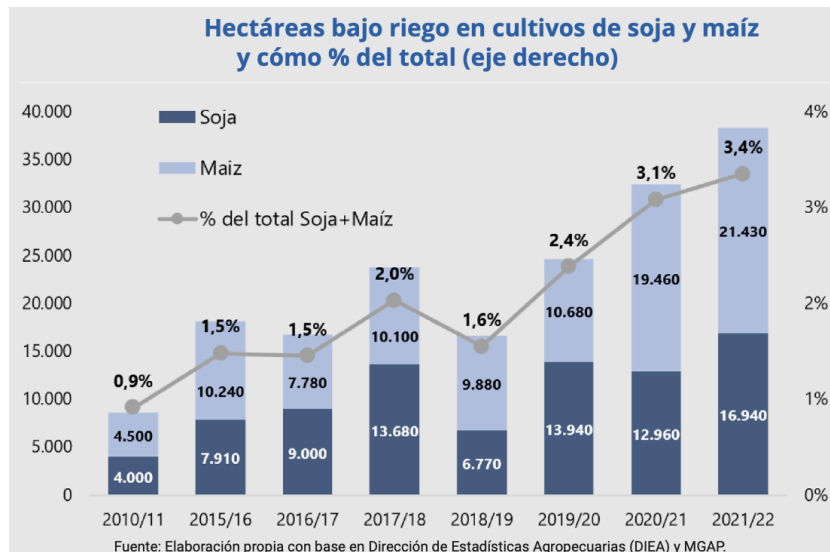


Figura 1 - Hectáreas bajo riego en Soja y Maíz en los últimos años

A nivel nacional, diversas investigaciones (por ejemplo, CERES y el MGAP) concuerdan en que intensificar el riego podría generar aumentos considerables en la producción y en las exportaciones, al tiempo que reduciría la vulnerabilidad climática. El desafío radica en los costos iniciales de la infraestructura y en el acceso a fuentes de agua confiables, pero el diferencial productivo alcanzado, particularmente en maíz y soja y la estabilidad lograda justifican el análisis de viabilidad y rentabilidad para una adopción más amplia.

1.5 Organismos estatales, leyes y organizaciones vinculadas

MGAP

El MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) es el organismo estatal responsable de promover el desarrollo sostenible de los sectores agropecuario, agroindustrial y pesquero en Uruguay. Entre sus funciones se incluye la formulación de políticas y programas que fomenten la producción sostenible y la competitividad del sector agropecuario. Además, trabaja en la gestión de recursos naturales, conservación del medio ambiente y bienestar animal. El ministerio colabora estrechamente con productores, cooperativas y organizaciones del sector para garantizar la calidad y seguridad de los productos, así como para impulsar la innovación y sostenibilidad en las prácticas agrícolas.

El MGAP es el organismo rector en materia de políticas agropecuarias y juega un papel clave en la planificación y autorización de obras de riego. Para construir una represa con fines de riego, es obligatorio presentar un Plan de Uso y Manejo de Suelos y Aguas, que debe ser aprobado por el MGAP. Este plan asegura que la obra sea compatible con la conservación del suelo y el uso sostenible del agua. Además, el MGAP gestiona incentivos fiscales para la importación de equipos de riego y promueve proyectos multiprediales que permiten a pequeños productores acceder al riego mediante infraestructura compartida.

DIEA

Es la Dirección de Estadísticas Agropecuarias, un organismo dependiente del MGAP y tiene como misión fundamental producir y divulgar información estadística confiable sobre el sector agropecuario uruguayo. Esta información es esencial para la toma de decisiones tanto del sector público como del privado.

Dinagua - Ministerio de Ambiente

La DINAGUA (Dirección Nacional de Aguas) es una dependencia del Ministerio de Ambiente y tiene como objetivo formular las políticas públicas de aguas con la finalidad de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de la República. Propender al uso sustentable de los recursos hídricos del país. Garantizar a los habitantes el ejercicio de los derechos humanos fundamentales de acceso al agua potable y al saneamiento. Gestionar los recursos hídricos de manera integrada y participativa

con el resto de los actores involucrados. Implementar medidas tendientes a prevenir y mitigar los efectos negativos que la variabilidad y el cambio climático tienen sobre el ciclo hidrológico

Es la encargada de otorgar los derechos de uso de agua para riego, asegurando que la extracción y el almacenamiento no afecten negativamente a otros usuarios ni al equilibrio de las cuencas hidrográficas. DINAGUA también participa en la planificación de obras hidráulicas y en la definición de políticas para la gestión integrada del agua.

Regadores Unidos del Uruguay

Regadores Unidos del Uruguay es una asociación civil, constituida en 2013, que agrupa a productores y empresas dedicadas al riego. Su misión es apoyar el riego en todas sus formas y defender los intereses de los regantes. Entre sus objetivos se encuentran promover el riego individual y cooperado, fomentar la creación de nuevas fuentes de agua y apoyar el desarrollo local. La organización también trabaja en el desarrollo de tecnologías de manejo de cultivos bajo riego y en la evaluación del impacto económico del riego en la economía uruguaya.

RUU es una asociación civil que agrupa a productores y empresas dedicadas al riego. Su rol en la construcción de represas incluye:

- **Asesoramiento técnico y legal:** Brinda apoyo a sus asociados en la elaboración de proyectos y en la tramitación de permisos ante las autoridades competentes.
- **Promoción del riego:** Fomenta la adopción de tecnologías de riego y la creación de nuevas fuentes de agua, especialmente entre pequeños y medianos productores.
- **Representación sectorial:** Participa en la discusión de políticas públicas relacionadas con el riego y defiende los intereses de los regantes ante organismos estatales.

INIA

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) desempeña un papel fundamental en la planificación, diseño y gestión de represas destinadas al riego en Uruguay, centrandó su labor en la investigación científica y el desarrollo tecnológico para garantizar sistemas de riego eficientes y sostenibles.

1. **Datos climáticos e hidrológicos:** proporciona información esencial sobre precipitaciones, evapotranspiración desde sus estaciones experimentales, etc.
2. **Investigación y desarrollo tecnológico:** lidera estudios sobre el uso eficiente del agua en sistemas de riego, evaluando el impacto del riego suplementario en cultivos y pasturas. Además, desarrolla herramientas como modelos de simulación para optimizar la programación del riego, adaptándolos a las condiciones específicas del país.
3. **Capacitación y transferencia de conocimiento:** formación de técnicos y productores, promoviendo prácticas de manejo del riego que minimicen impactos ambientales y

mejoren la productividad. A través de materiales educativos, como videos y publicaciones, difunde conocimientos sobre el diseño y manejo sostenible del riego suplementario en Uruguay.

4. **Colaboración interinstitucional:** el instituto trabaja en conjunto con organismos como el MGAP, el Ministerio de Ambiente y DINAGUA, así como con asociaciones de productores, para integrar la investigación científica en la planificación y ejecución de proyectos de riego, asegurando que las soluciones propuestas sean viables y sostenibles.

En resumen, INIA actúa como un pilar técnico y científico en el desarrollo de infraestructuras de riego en Uruguay, proporcionando datos, desarrollando tecnologías, capacitando a los actores involucrados y colaborando con diversas instituciones para promover un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico en la agricultura.

1.6 Mitigación de riesgo en la producción mediante riego

La incorporación de riego artificial se posiciona como una estrategia relevante dentro del conjunto de herramientas disponibles para reducir la exposición a los riesgos climáticos en el sistema productivo agrícola. En Uruguay, si bien la variabilidad climática no alcanza niveles extremos de forma permanente, se han registrado fluctuaciones significativas en las precipitaciones y ocurrencias de años con déficits hídricos que afectan directamente el rendimiento de los cultivos de verano. Frente a este escenario, el riego permite estabilizar resultados en campañas de menor oferta hídrica, contribuyendo a sostener los márgenes productivos y la continuidad operativa de las empresas agropecuarias.

Desde la práctica empresarial, este enfoque también es validado. Como sostiene Juan Baroffio, productor y referente técnico, “para el riesgo climático nuestra estrategia pasa por la diversificación de cultivos y fechas de siembra. Y sobresale la inversión en riego, una herramienta que es fundamental para mitigar los riesgos en los años secos” (Baroffio, 2023). Si bien reconoce que en zafas extremadamente secas es difícil que los rendimientos se mantengan inalterados, el riego permite una mejora sustancial en la estabilidad de resultados en campañas medianamente secas, lo cual representa un diferencial clave frente a la incertidumbre del clima.

Asimismo, estudios como los de Baethgen y Terra (2010) refuerzan esta visión, destacando que el riego no solo permite una reducción del riesgo productivo, sino que amplía las oportunidades agronómicas, habilitando manejos más eficientes y respuestas más ajustadas a las condiciones del entorno. En esta línea, CERES (2022) ha documentado mejoras significativas en rendimientos bajo riego, particularmente en maíz y soja, lo cual refuerza su valor como inversión estratégica para las empresas agropecuarias del país.

Capítulo 2 – Consideraciones económicas y de inversión

2.1 Estructura de costos de riego: represas y pivote central

Para esta sección debido al alcance de estudio en esta tesis nos vamos a limitar a mencionar los costos principales que se deben tener en cuenta para construir una represa y aplicar riego a través de un sistema de aspersión con pivote central, pero debe considerarse un control de gastos más riguroso para llevar a cabo el proyecto realmente.

Para el análisis de costos en este estudio vamos a tomar en cuenta un rango de inversión entre \$3000 a \$4000 dólares por ha el cual incluye los costos fijos para la instalación de la represa + sistema de riego mencionado completo. Este rango fue obtenido del estudio (CERES, 2022) y corroborado mediante entrevistas a diferentes actores del rubro mencionados en la sección de referencias, para el análisis completo se van a tomar diferentes escenarios según este rango.

Costos Fijos para la inversión de Riego

- Construcción de Represa
- Sistemas de Pivote Central
- Bombas de agua
- Tendido eléctrico en caso de ser necesario

Costos Variables

- Consumo eléctrico para las bombas
- Agroquímicos y Fertilizantes extras

2.2 Limitantes y barreras para adopción en Uruguay

A continuación se van a mencionar algunas barreras y limitantes que se encuentran en Uruguay a la hora de tener en cuenta esta inversión, algunos factores son mencionados desde hace años y ya se vienen trabajando en ellos:

- Altos costos de inversión y operación
 - La instalación de sistemas de riego (represas, pivotes, bombas, sistemas de conducción y almacenamiento) requiere inversiones iniciales significativas y esto dificulta su adopción masiva
 - A esto se suman costos operativos elevados, especialmente el consumo energético en sistemas presurizados
 - Como ventaja Uruguay tiene potencial de almacenar agua en embalses
- Cultura productiva individualista y falta de trabajo colectivo
 - Muchos productores presentan resistencia cultural en adoptar soluciones colectivas, como represas multiprediales, que permitirían reducir costos y

- garantizar acceso al agua en áreas críticas. Si bien esto se viene hablando desde hace un tiempo, aun no hay avances significativos
- El cultivo de arroz es un ejemplo en esta materia donde se impulsa el riego artificial a través de una inversión pública-privada
 - Hace unos años se formó la asociación Regadores Unidos del Uruguay (RUU) con el fin de recoger experiencias de distintos regadores, brindar apoyo y soporte y mejorar la eficiencia del riego
 - Falta de capacitación técnica y asistencia especializada
 - Esto genera ineficiencias, errores de diseño y bajo retorno de inversión
 - Si bien cada vez hay mayor conocimiento técnico sobre cómo aplicar adecuadamente el riego según tipo de cultivo, campo de estudio, etc, falta difusión sobre las prácticas existentes, análisis de resultados y disponibilidad de la información. En esta materia RUU hace años viene trabajando para promover el uso eficiente del riego y brindar asesoramiento a productores.
 - Esta situación reduce la eficiencia del agua aplicada y aumenta el riesgo ambiental (erosión, eutrofización, compactación), afectando la percepción de sustentabilidad de la tecnología
 - Rentabilidad de la agricultura de secano
 - En Uruguay es posible practicar la agricultura con rendimientos aceptables en secano
 - Esto reduce el incentivo para invertir en riego
 - Muchos cultivos extensivos (soja, maíz, sorgo) siguen siendo económicamente viables bajo condiciones de secano, lo que desincentiva la inversión en riego si no se visualiza una mejora clara en rendimientos y estabilidad
 - En años promedio, el retorno del riego puede no justificar su adopción sin un contexto de riesgo climático alto o sin incentivos adecuados

INVESTIGACIÓN EMPÍRICA-DOCUMENTAL

El presente trabajo se enmarca dentro del tipo de trabajo descriptivo, dado que se orienta al análisis de una situación real. Se usan herramientas técnicas y financieras como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el análisis de flujos de fondos, se busca evaluar con precisión la rentabilidad económica de un proyecto de riego aplicado a una empresa agropecuaria, este enfoque responde al paradigma cuantitativo.

Es una investigación aplicada, ya que busca soluciones concretas a un problema práctico: determinar si una inversión en infraestructura de riego con represa y pivote central es económicamente viable para una PyME del litoral uruguayo. Se aplica el diseño metodológico a un estudio de caso, centrado en una situación específica con datos reales y escenarios simulados, tanto para esquemas de riego individuales como multiprediales.

La investigación se apoya en el uso combinado de fuentes primarias y secundarias. Por un lado, se realizaron consultas a expertos del sector agropecuario y referentes técnicos, y por otro, se utilizaron datos disponibles en informes institucionales (MGAP, INIA, CERES, entre otros).

Los estudios de caso son particularmente adecuados para explorar y medir fenómenos complejos en contextos reales, y en este caso permite comprender con mayor claridad el impacto económico del riego bajo diferentes condiciones productivas y políticas públicas vigentes.

Capítulo 3 – Caracterización del caso de estudio

● 3.1 Descripción de la empresa agrícola-ganadera

Este campo opera 456 ha de las cuales 300 son dedicadas a la agricultura.

Dado que es una PyME más agrícola que ganadera (85-15) nos vamos a enfocar en esta área para el caso de estudio.

Cultivos y ciclo de rotación

- Invierno:
 - Trigo, Cebada, Colza
 - Se siembran a partir de mayo y se cosechan en noviembre/diciembre
- Verano
 - Soja, Maíz, Sorgo
 - Se siembran a partir de noviembre y se cosechan en abril/mayo/junio, dependiendo del clima

La estrategia de rotación para estos cultivos es la siguiente:

- Se realiza por potreros, el campo está dividido en 12 potreros de 15 ha a 50 ha cada uno.
- Se trata de rotar cultivos de invierno con cultivos de verano. Trigo, cebada y colza, con soja, maíz y sorgo en un ciclo de 3 años y luego se pasa a pastura perenne unos 3 a 4 años.
- Estas pasturas son alfalfa, festuca, dactylis. Y algunas pasturas anuales como raigrás, avena y trébol.

El tipo de suelo corresponde a los catalogados como 9.3 y 10.15, suelos considerados de buena fertilidad, livianos con textura semiarenosa a limosa. Suelos de buena aptitud agrícola.

El clima en la zona es semihúmedo con una lluvia anual de aproximadamente 1000 a 1100 mm anuales.

● 3.2 Análisis climático de los últimos años

A continuación, en la Figura 2 se presenta una comparación entre las precipitaciones promedio de los últimos 20 años y las registradas durante un año de sequía, en concreto el periodo 2022/2023. Los datos utilizados fueron obtenidos del sistema de Monitoreo Ambiental disponible en el sitio web del INIA.

En una sección más adelante, dedicada a la necesidad hídrica de los cultivos de verano, se analizará cómo la escasez de agua afecta las etapas más críticas del desarrollo de los cultivos, particularmente la floración, la fase reproductiva y el llenado de grano. Estas etapas se extienden, según el tipo de cultivo (de primera o de segunda), entre los meses de diciembre y abril.

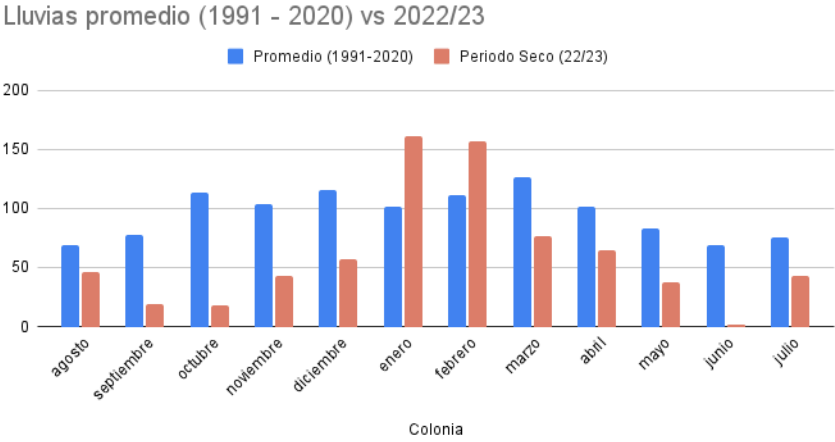


Figura 2: Lluvias promedio de los últimos 20 años vs año de sequía (22/23)

El siguiente análisis muestra en la Figura 3 el promedio del agua disponible en el suelo (balance hídrico) durante los últimos cinco años. Exceptuando el año 2020, los valores se mantuvieron relativamente constantes, lo que indica una cierta estabilidad en la disponibilidad hídrica del suelo.

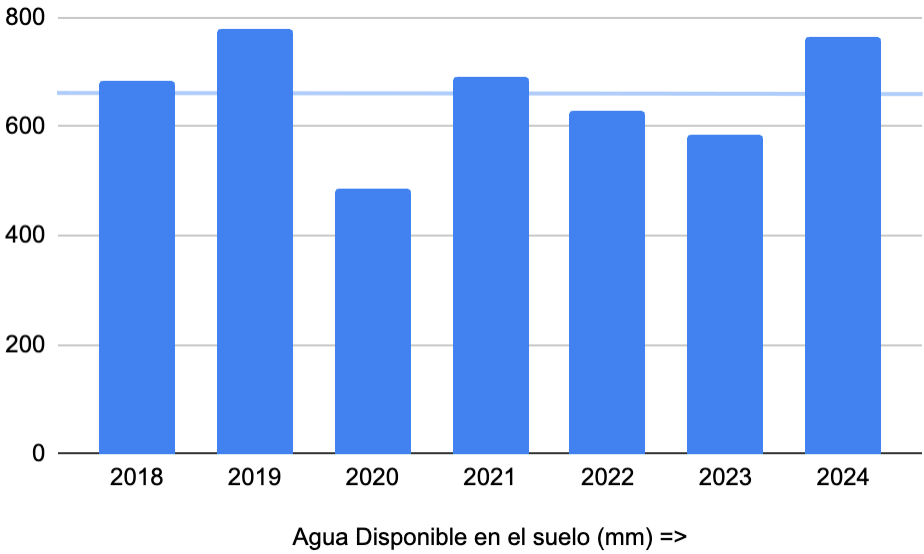


Figura 3: Balance hídrico del suelo de los últimos años en la zona del campo estudiado

Capítulo 4 – Análisis productivo y económico

- 4.1 Evolución histórica de precios de soja y maíz en puerto

Se presenta a continuación un análisis de los precios históricos de la soja y el maíz, considerados en sus respectivos puntos de colocación. En el caso de la soja, el valor de referencia corresponde al puerto de Palmira, el punto de salida más cercano al establecimiento bajo estudio, destinado a exportación. Para el maíz, se utiliza el precio colocado en Montevideo, correspondiente al consumo del mercado interno.

Los datos fueron obtenidos del sitio oficial de la Cámara Mercantil de Productos del País, la cual actualiza los precios de referencia semanalmente, los días miércoles y viernes.

El análisis incluye los precios promedios anuales de los últimos cinco años, así como sus valores mínimos y máximos dentro de ese período. Estos valores serán empleados posteriormente en la construcción de tres escenarios de simulación económica: pesimista (valor más bajo), medio (promedio) y optimista (valor más alto).

En el gráfico siguiente de la Figura 4 se evidencia, en términos generales, una tendencia descendente en el precio de la soja en los últimos 5 años, mientras que el precio del maíz presenta una trayectoria ascendente durante el mismo intervalo.

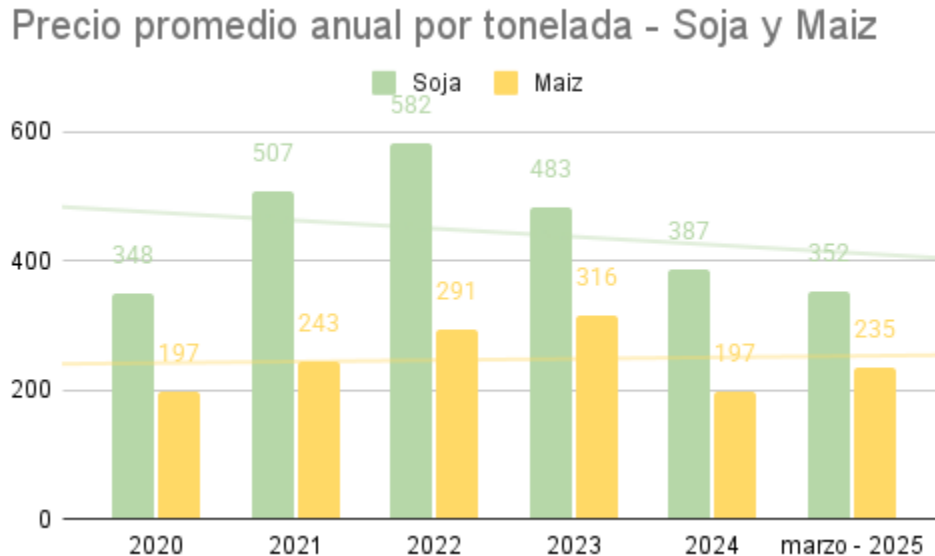


Figura 4 - Promedio de precios anuales de la Soja y el Maíz los últimos 5 años

En el siguiente cuadro veremos el promedio, mínimo y máximo de estos valores para luego ser usados en los escenarios ya mencionados.

Precio por tonelada (\$/t)	Marzo 2025-2020		
	Promedio	Minimo	Maximo
Soja - Puerto Palmira	443	348	582
Maíz - Montevideo	247	197	316

Figura 5 - Promedio/Minimo/Maximo de la Soja y Maiz en los ultimos 5 años

- **4.2 Rendimientos históricos del establecimiento (últimos 6 años)**

Se presenta a continuación en la Figura 6 el rendimiento histórico en kg/ha de la Soja y el Maíz en establecimiento estudiado durante los últimos seis años. En la gráfica se contempla los rendimientos anuales de soja de primera y segunda en cada parcela, así como los de maíz de segunda. Debido al esquema de rotación entre cultivos de verano e invierno, el maíz se siembra actualmente como cultivo de segunda, dado que la cosecha del cultivo invernal antecedente retrasa su fecha de implantación y no se cuenta con sistema de riego.

La incorporación del maíz en el esquema productivo comenzó en el año 2021. Cabe señalar que, como consecuencia de la sequía ocurrida en 2023, no se registraron cosechas para ninguno de los dos cultivos durante esa zafra.

Finalmente, en la Figura 7 se puede ver para cada cultivo el promedio los rendimientos anuales de los últimos 6 años.

Rendimientos anuales (kg/ha)

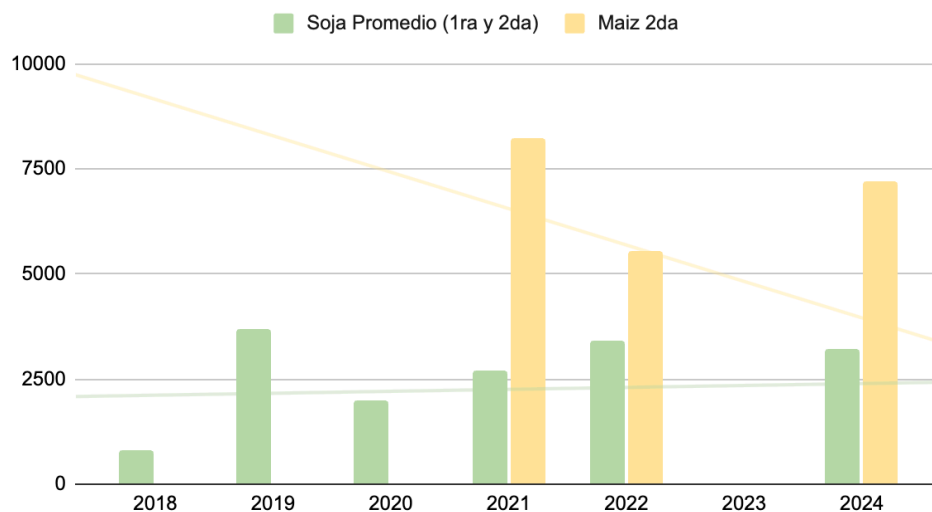


Figura 6 - Rendimientos anuales de Soja y Maíz en el campo de estudio

Cultivos Verano - Rendimientos kg/ha	6 años (2024-2018)		
	Promedio	Min	Max
Soja			
1ra	2560	0	4301
2da	2067	0	3444
Promedio	2256	0	3672
Maiz			
2da	5258	0	8249

Figura 7 - Promedio de rendimientos anuales de Soja y Maíz de los últimos 6 años

● 4.3 Necesidad hídrica de los cultivos en verano

A continuación en la Figura 8 se muestra el agua necesaria para cada mes para los cultivos de verano Soja y Maíz y el agua disponible, analizados en un año promedio y en un año seco.

Es importante señalar que el modelo utilizado en este estudio es una simplificación que tiene como objetivo representar de forma aproximada el déficit hídrico durante el período de cultivos de verano. Para dicho análisis se consideraron los siguientes elementos:

- Agua Necesaria:
 - Necesidad hídrica para el ciclo de cultivo de Soja y Maíz
 - Evapotranspiración durante el ciclo de cultivo de Soja y Maíz
 - La evapotranspiración es el proceso combinado de pérdida de agua hacia la atmósfera desde el suelo (por evaporación) y desde los cultivos o vegetación (por transpiración). Representa, por tanto, la demanda de agua que el ambiente ejerce sobre un área cubierta de vegetación.
 - Ambos datos fueron obtenidos del estudio Riego en cultivos de verano, elaborado en el marco del curso de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Uruguay (2022)
- Agua Disponible:
 - Precipitaciones
 - Datos obtenidos de la página de Inumet (Instituto Uruguayo de Meteorología)
 - ADI (Agua disponible en el suelo)
 - El INIA proporciona estimaciones del balance hídrico en su sitio web, a través de una herramienta que permite visualizar la disponibilidad de agua en el suelo para distintas regiones del país.
 - Capacidad de agua disponible en el suelo
 - Estas dos variables se midieron para dos situaciones:
 - promedios de los últimos años
 - año considerado de sequía, en este caso el año 2022/23.

Es importante señalar que los datos obtenidos se tomaron mirando la zona del departamento de Colonia, donde está ubicado el campo de estudio.

Agua necesaria para Soja y Maiz
 Agua disponible promedio últimos 20 años
 Agua disponible en sequía 22/23
 (mm)

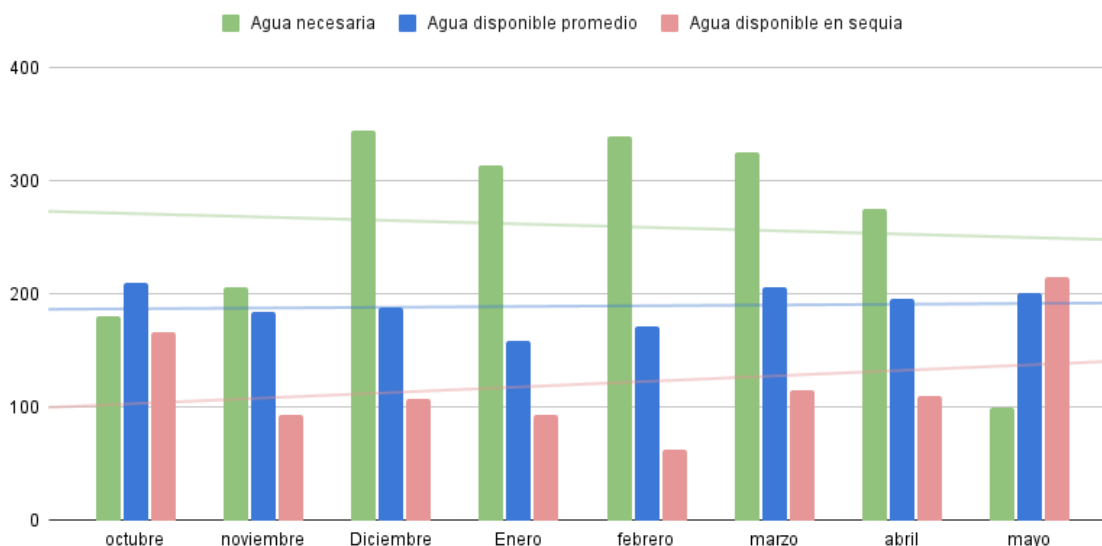


Figura 8 - Agua necesaria para cultivos, Agua disponible promedio, Agua disponible en sequía.

El análisis simplificado permite observar que, incluso en años con precipitaciones promedio, los cultivos presentan un déficit hídrico. La magnitud del impacto de este déficit depende del momento en que ocurren las lluvias y del estado fenológico del cultivo. No obstante, en términos generales y según lo reflejado en la gráfica, puede asumirse que en condiciones naturales no es posible alcanzar los niveles óptimos de agua requeridos por los cultivos.

Al comparar estos datos con las etapas críticas de los cultivos, soja de primera, soja de segunda y maíz de segunda, se constata que los períodos de mayor sensibilidad hídrica coinciden con los meses de mayor demanda de agua previamente identificados.

En la Figura 9 se puede ver las etapas fenológicas de cada cultivo por mes y si es un mes crítico según la etapa transitada.

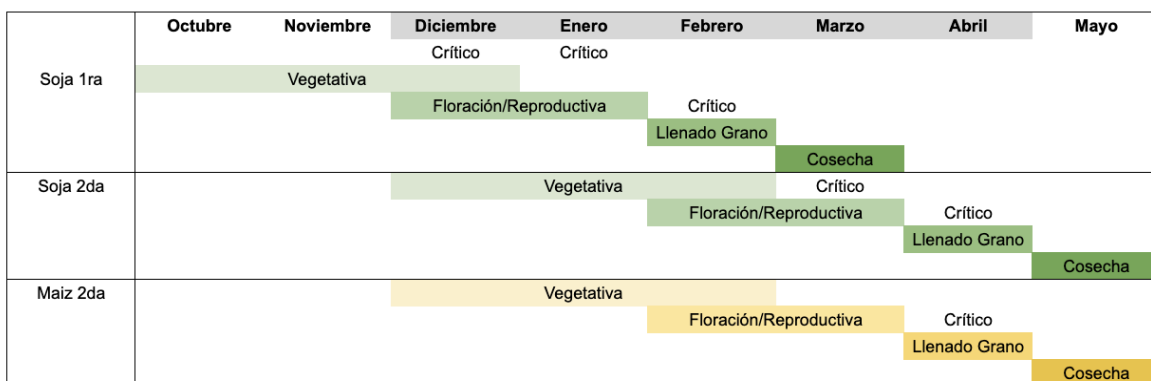


Figura 9 - Etapas fenológicas de cada cultivo según los meses de verano

- 4.4 Comparativa: rendimiento con y sin riego según estudios externos

Diversas fuentes indican que el rendimiento esperado, medido en toneladas por hectárea puede mejorar con la aplicación de riego, (CERES, 2022), Encuesta Agrícola de Invierno 2024 (MGAP - DIEA, 2024).

La siguiente Figura 10, es una tabla donde se muestran las mejoras porcentuales esperadas para cada cultivo cuando se aplica riego vs seco:

		% mejora rendimiento con Riego	
		Años secos	Años normales
Soja	1ra	40%	44%
	2da	29%	25%
	Promedio		
Maiz	1ra	130%	100%
	2da	82%	80%

Figura 10 - % de mejora en rendimientos cuando se aplica riego a los cultivos de verano Soja y Maíz

Capítulo 5 – Evaluación económica del proyecto de riego

En este capítulo se va a abordar la rentabilidad económica del proyecto de implementación de riego artificial mediante una represa y sistema de pivote central en el establecimiento analizado. Se presentará la estimación de la inversión total, calculada entre \$ 3.000 y 4.000 por ha, considerando los principales costos fijos como la construcción de la represa, bombas, equipos de riego y tendido eléctrico. Asimismo, se detallarán los costos variables por hectárea vinculados al consumo energético, mantenimiento del sistema de riego, fertilizantes e insumos, y se explicarán los beneficios disponibles a nivel nacional para este tipo de inversiones, incluyendo incentivos fiscales a través de COMAP (Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones), descuentos de UTE (Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas) y líneas de crédito ofrecidas por el BROU (Banco de la República Oriental del Uruguay). Vale la pena aclarar que algunos de estos datos base como el costo por ha extra de fertilizantes e insumos y mantenimiento del sistema de riego, entre otros fueron extraídos de consultas a referentes del área, adjuntos en la sección de Apéndices y otros fueron obtenidos del estudio de CERES 2022, usado como referencia para los siguientes análisis de rentabilidad presentados en este trabajo.

También se incluirá un análisis de rentabilidad a partir de flujos de fondos anuales proyectados bajo diferentes escenarios productivos y de precios. A partir de estos flujos se calcularán indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (Payback). Para estos cálculos se incorporará el impacto económico generado por la revalorización de la tierra como consecuencia de la infraestructura de riego agregada. El objetivo es brindar una visión completa y fundamentada sobre la viabilidad económica del proyecto a largo plazo, tanto con capital propio como mediante financiamiento externo, y con o sin acceso a beneficios fiscales.

- **5.1 Inversión estimada: represa, pivote central y tendido eléctrico**

Según las fuentes consultadas, la inversión total estimada para la implementación de un sistema de riego se sitúa en un rango de \$ 3.000 a 4.000 por hectárea (CERES, 2022; Facultad de Agronomía Universidad de la República, 2022; entrevistas a referentes del sector), incluyendo los costos fijos iniciales tales como la construcción de la represa, la instalación de bombas y el equipamiento de riego. Este valor puede variar en función del nivel de detalle del estudio previo, las características topográficas del terreno, la superficie a regar y la eficiencia en la ejecución de la obra hidráulica.

Para el análisis realizado en este establecimiento, se contó con el asesoramiento del técnico e Ingeniero Agronomo Pablo Ott, quien posee conocimiento específico tanto del predio en estudio como de la temática abordada. Con su colaboración, se delineó la cuenca ilustrada en la Figura 11 como potencial a considerar para el desarrollo del proyecto de riego. Vale la pena aclarar que también Pablo recomendó hacer un análisis más profundo de la solución en caso de avanzar con la inversión, dado que por un tema de tiempos no se profundizó en otras métricas como el coeficiente de escorrentía de la cuenca, niveles mínimos, promedio y máximo de la represa, etc, sin embargo a efectos de este trabajo con el análisis realizado es suficiente.

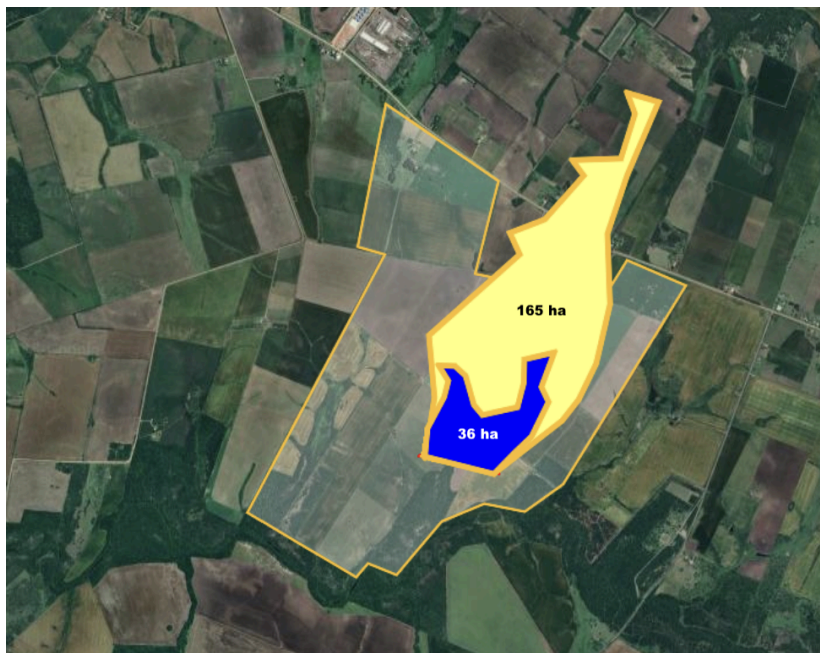


Figura 11 - Proyección de Represa, Espejo y Cuenca

La proyección desarrollada permite visualizar el campo estudiado, la cuenca estimada para la represa (165 hectáreas), el espejo de agua previsto (36 hectáreas) y la ubicación de la represa delineada en color rojo, con una longitud aproximada de 567 metros. A partir de las consultas técnicas realizadas, se consideró adecuado adoptar una estimación simplificada de capacidad de riego, asumiendo que esta equivale al 50% de la superficie de la cuenca. Bajo este criterio, la capacidad proyectada para esta represa sería de aproximadamente 80 hectáreas.

Es importante aclarar que estos valores tienen carácter preliminar y resultan útiles como base para modelar la inversión. No obstante, una evaluación más rigurosa requeriría un análisis técnico detallado que contemple aspectos clave como:

- la capacidad de almacenamiento y el volumen útil en distintos escenarios de precipitación
- los niveles operativos óptimos para el riego
- las pérdidas por evaporación
- el coeficiente de escorrentía de la cuenca

Si bien este estudio no profundiza en esos aspectos técnicos, las aproximaciones adoptadas fueron validadas mediante consulta con especialistas familiarizados con el área de estudio y el tipo de proyecto considerado.

Como conclusión para esta represa tenemos:

- Capacidad de riego: 80 ha
- Costo total: \$240.000 - \$320.000

Red eléctrica

Para el caso de estudio es necesario llevar el tendido eléctrico de UTE desde la calle principal hasta la represa.

Una aproximación de este costo correcto, según fuentes consultadas sería la siguiente:

- \$20 por metro
 - Tendido necesario: 1,5 km
 - Total aproximado: \$30.000
-
- [5.2 Costos variables por hectárea](#)

UTE

Según fuentes consultadas (ver Anexo) para el costo variable de energía por ha regada anual podemos aproximarlos a \$80 dólares por ha.

Para un sistema de riego por aspersión con pivote central se recomienda contratar una potencia eléctrica aproximada de 0,7 kW por hectárea regada ante UTE. El costo operativo estimado se sitúa entre \$ 0,30 y 0,40 por milímetro regado por hectárea. En el caso del cultivo de maíz, al aplicar una lámina de riego de 8,5 mm por evento, el costo por hectárea asciende a aproximadamente \$ 2,97 por frecuencia de riego, la frecuencia puede variar en función de las condiciones climáticas de cada año.

Asimismo, se estima que el costo anual de energía eléctrica para el riego asciende, en promedio, a \$ 80 por hectárea regada.

Agroquímicos y Fertilizantes

Debido al aumento en la productividad por ha al aplicar riego, también hay que considerar un aumento de los insumos usados para producir la tierra, en este caso consultamos cuáles deberían ser esos costos adicionales, aproximadamente tenemos:

- \$150 adicionales por ha regada

Lamina y Frecuencia de Riego

Según Hayashi Raquel (2022) y fuentes consultadas, se recomienda aplicar una lámina de riego de entre 8 y 9 milímetros por evento para el cultivo de maíz. La frecuencia de riego depende de variables agronómicas como la evapotranspiración del cultivo (ETc), la capacidad de almacenamiento de agua del suelo (CAAD) y las precipitaciones recientes. En promedio, el requerimiento total de agua para el maíz durante su ciclo es de aproximadamente 250 milímetros. En el caso de la soja, este valor estimado se sitúa en torno a los 200 milímetros.

- 5.3 Políticas e Incentivos económicos en Uruguay

UTE

Instrumento: tarifas especiales.

Según información publicada por UTE, existen beneficios tarifarios específicos para el uso de riego eléctrico, disponibles entre octubre y marzo. En particular ofrece dos beneficios diferenciales a la hora de aplicar riego artificial en el campo dado el consumo eléctrico que tienen las bombas:

- Un 15% de descuento en la tarifa eléctrica para servicios contratados exclusivamente para riego, aplicable a los consumos entre octubre y marzo. Si bien el beneficio no está garantizado por ley, ya que surge de un exhorto del Poder Ejecutivo y es analizado año a año, en los últimos años ha sido ejecutado
- Además, los productores registrados en el MGAP que tengan contratada una Tarifa Doble Horario con UTE reciben una mejora adicional: la energía consumida en horario punta se factura al precio del horario fuera de punta, más económico. Esta medida mejora la rentabilidad del riego eléctrico, especialmente en sistemas con pivote central y electrobombas

COMAP

Instrumento: exoneración de impuestos.

Órgano encargado de administrar el régimen de promoción de inversiones.

- Evalúa proyectos productivos presentados por empresas.
- Permite incluir en la matriz de indicadores el uso eficiente del agua, la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático, lo que puede aumentar el puntaje y los beneficios fiscales del proyecto.

Las empresas que califiquen al régimen de Proyectos COMAP podrán recuperar un porcentaje de la inversión promovida ejecutada, el cual varía entre un 30% (mínimo) y hasta un 100% (máximo), dependiendo del puntaje obtenido en la matriz de indicadores comprometidos.

El recupero se obtiene a través de la exoneración de los siguientes impuestos:

- Exoneración de hasta el 90% del IRAE, en un plazo de 10 años para deducir el ahorro del IRAE y así recuperar la inversión
- Exoneración de IVA en compras de las inversiones
- Tributos e impuestos de importación de bienes que no tengan fabricación en Uruguay, previa consultas a las Cámaras vía CIU (Cámaras de Industria del Uruguay).
- Impuesto al Patrimonio cuando corresponda su tributación.

A continuación un ejemplo de como se veria la exoneración del tributo de IRAE:

- Inversión total para riego: \$100.000
- Exoneración aplicada según indicadores de comap: 60%
 - Plazo: 10 años
 - Exoneración total en \$: \$60.0000
- IRAE que paga el campo anualmente \$10.000
- Beneficio:
 - exoneracion de hasta \$9.000 anual en pago de IRAE durante 10 años o el tope del monto (\$60.000)

El IRAE (Impuesto a la Renta de las Actividades Económicas) es un tributo que grava las ganancias netas obtenidas por las empresas y contribuyentes que desarrollan actividades comerciales, industriales, agropecuarias o de servicios en Uruguay. Se calcula sobre la renta fiscal generada por la actividad económica y su tasa general es del 25 %. Existen regímenes promocionales, como COMAP, que permiten exoneraciones parciales o totales del impuesto para fomentar inversiones productivas.

BROU (Banco de la República Oriental del Uruguay) - Banco Estatal

Instrumento: líneas de crédito específicas para riego.

BROU ha ofrecido a productores agropecuarios que buscan invertir en infraestructura de riego, créditos blandos para infraestructura de riego, con condiciones especiales en cuanto a tasas de interés, períodos de gracia y plazos.

Características:

- Financiamiento: Hasta el 80% del valor de la inversión en obras de riego.
- Plazo: Hasta 15 años.
- Tasa: Fija en dólares.
- Interés: actualmente ronda los 5,5%
- Beneficio adicional para pequeños productores: financiamiento de hasta el 90% de la inversión, con plazos de hasta 20 años.
- Aplicaciones: Instalación de equipos de riego, construcción de represas, perforaciones y movimientos de tierra para canales y embalses

Estos incentivos han impactado en la cantidad de inversiones en riego en los últimos años, entre 2014 y 2023, las inversiones en proyectos de riego presentadas ante COMAP mostraron una tendencia creciente, tanto en número de proyectos como en montos involucrados.

En el documento oficial *"Avances en el régimen de promoción de inversiones (COMAP) y su impacto en las adquisiciones relacionadas con el acceso a agua y el riego"* (OPyPA, MGAP, Anuario 2024), se

presentan los principales datos y tendencias vinculados a los proyectos de riego promovidos ante COMAP en Uruguay.

En 2014, el monto total invertido en proyectos con componente de riego fue de \$ 1.254.000, mientras que para el año 2023, esta cifra ascendió a \$ 41.630.277, lo que representa un crecimiento de más del 3.200% en 10 años.

Si se toma en cuenta los últimos 5 años se presentaron 328 proyectos de inversión con riego, por un monto total de \$ 193.883.540, en el año 2022 se vió el pico máximo con una inversión aproximada de \$ 65.722.421.

El riego representó en promedio el 23% del total invertido bajo el régimen COMAP en estos últimos cinco años.

Los departamentos con mayor inversión en proyectos de riego en los últimos 5 años son:

- Soriano - 17%
- Salto - 9%
- Río Negro - 8%
- San José - 8%
- Colonia - 7%
- Durazno - 7%

Esta concentración refleja la importancia del riego en zonas con fuerte presencia de cultivos de verano como maíz y soja.

El riego ha representado una parte significativa del total de inversiones agropecuarias promovidas, en el período 2020 - 2023, el 29% del monto total aprobado por COMAP para inversiones agropecuarias estuvo vinculado a sistemas de riego.

Aunque estas inversiones reciben exoneraciones fiscales, el Estado se ve beneficiado por:

- Aumento de la productividad total y estabilidad de ingresos de las empresas rurales.
- Mayor formalización de inversiones.
- Incremento del valor agregado y del empleo rural directo e indirecto.

Muchos proyectos no solo incluyen la infraestructura hídrica, sino también tecnologías limpias y eficiencia energética.

En promedio, el 50% del monto promovido en proyectos con riego corresponde específicamente a obras hídricas (represas, bombas, pivotes, etc.).

- [5.4 Análisis de rentabilidad con diferentes escenarios de precios y rendimientos](#)

En este capítulo se expone la metodología utilizada para analizar la rentabilidad del proyecto de riego y los diferentes escenarios evaluados. En primera instancia, se construyó un flujo de fondos anual que permite representar el comportamiento económico-financiero del proyecto a lo largo del tiempo. Este flujo es la base para luego calcular indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y

la Tasa Interna de Retorno (TIR), y permite observar la evolución de los ingresos operativos, los costos anuales asociados (energía, insumos, mantenimiento, costo oportunidad), el impacto del financiamiento (cuotas e intereses), así como los beneficios fiscales derivados de la exoneración parcial del IRAE a través del régimen COMAP.

El flujo se analiza bajo dos enfoques:

- sin considerar financiamiento (análisis económico puro, como si la inversión se realizara con capital propio, busca responder si el proyecto crea valor)
- y considerando un préstamo (análisis financiero desde la perspectiva del productor y la forma de financiar el proyecto).

Esta herramienta permite visualizar el margen operativo antes y después del pago de la deuda, el impacto positivo de la política fiscal en los flujos de fondos, la carga financiera de las cuotas y el plazo estimado de amortización del préstamo.

A su vez, se evalúa la solidez del sistema productivo bajo riego en tres escenarios posibles (pesimista, medio y optimista), definidos según el precio mínimo, promedio y máximo de los cultivos observados en los últimos seis años, consultar sección de evolución histórica de precios de soja y maíz como referencia.

Una vez definido el flujo anual, se procede al cálculo del VAN y la TIR, proyectando los resultados para un horizonte de entre 15 y 20 años. Estos indicadores permiten estimar si la inversión genera valor presente positivo y cuantificar la tasa interna de retorno. En proyectos sólidos, se espera un VAN positivo y una TIR por encima de la tasa de descuento, mientras que en escenarios menos favorables, los resultados podrían mostrar menor rentabilidad, aun si la infraestructura funciona correctamente.

En la Figura 11 se presentan las principales variables que intervienen en los cálculos:

- hectáreas regadas (capacidad máxima 80 ha)
- costo total de riego por hectárea
- VBP es el valor bruto de producción
- tasa de interés del préstamo
- exoneración fiscal otorgada por COMAP
- plazo de amortización del financiamiento

Aunque los datos disponibles corresponden a maíz de segunda, se aclara que, en condiciones de acceso al riego, el maíz se cultivaría como primera, pudiendo mejorar aun más los rendimientos.

Para este modelo se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- costo total por hectárea de riego \$ 3.500 (que incluye represa, bombas y equipamiento)
- costo tendido eléctrico por 1.5km \$3.000
- inversión total de \$ 310.000
- tasa de interés del banco 5,5%
- plazo de amortización del préstamo bancario 15 años
- exoneración COMAP del 65%

- costo de oportunidad por las 20 hectáreas ocupadas por la represa, dado el rendimiento actual del maíz por encima de la soja, el costo de oportunidad se tomó como si se cultivara maíz en esas ha.

Se asume que la vida útil del sistema de riego es de 20 años, con tareas de mantenimiento de por medio. Por esta razón, no se considera un valor residual de los activos al finalizar el período evaluado.

Es importante destacar que, en la sección correspondiente a impuestos y beneficios fiscales, el beneficio COMAP permite la exoneración del impuesto sobre la renta (IRAE) aplicado al total computado por la empresa, y no únicamente al incremento atribuible a la producción adicional generada por el riego. De este modo se ilustra el IRAE correspondiente al incremento productivo por riego, el IRAE promedio total facturado de la empresa en los últimos años, y a estos se los suma, de este total el monto a pagar es el 10% y los restantes 90% son exonerados según la política del beneficio COMAP.

Este beneficio tiene un efecto significativo en los resultados económicos del proyecto, tal como se verá a continuación en la Figura 12.

		ha Total 80	Soja 0	Maíz 80	Costo Riego por ha \$3.500	Comap (IRAE) \$ total \$201.500
		Comap (IRAE) 65%		Interés 5,5%	Plazo de amortización 15	Años en los que se amortiza IRAE 8,3
		Escenario Pesimista	Escenario Medio	Escenario Optimista		
Inversión Represa + Pivote Central						
Inversión inicial	Represa + Equipos		\$280.000	\$280.000	\$280.000	
	Tendido Eléctrico (UTE)		\$30.000	\$30.000	\$30.000	
	Total		\$310.000	\$310.000	\$310.000	
Ingresos operativos	VBP incremental Soja		\$0	\$0	\$0	
	VBP incremental Maíz		\$77.298	\$96.784	\$124.000	
	VBP incremental total		\$77.298	\$96.784	\$124.000	
Costos operativos	Costo Energía		-\$6.400	-\$6.400	-\$6.400	
	Costo Agroquímicos y Fertilizantes		-\$12.000	-\$12.000	-\$12.000	
	Mantenimiento Sistema de Riego		-\$8.000	-\$8.000	-\$8.000	
Descuentos o ingresos adicionales	Descuento UTE		\$960	\$960	\$960	
Costos de oportunidad	Costo oportunidad (20 ha maíz)		-\$20.735	-\$25.961	-\$33.262	
	Resultado Operativo		\$31.124	\$45.383	\$65.298	
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$7.781	-\$11.346	-\$16.325	
	IRAE Actual		-\$15.789	-\$15.789	-\$15.789	
	IRAE Total		-\$23.570	-\$27.134	-\$32.113	
	IRAE a pagar		-\$2.357	-\$2.713	-\$3.211	
	Exoneración IRAE		\$21.213	\$24.421	\$28.902	
Costos financieros	Amortización del capital		-\$20.667	-\$20.667	-\$20.667	
	Intereses		-\$10.217	-\$10.217	-\$10.217	
	Amortización préstamo solo con VBP(años)		9,3	6,9	5,1	
Resultados Netos	Resultado Neto sin préstamo		\$49.979	\$67.090	\$90.989	
	Resultado Neto pagando préstamo		\$19.096	\$36.206	\$60.105	

Figura 12 - Flujo de fondos anual estimado para inversión en riego bajo diferentes escenarios

Para mayor detalle sobre los datos base utilizados, véase la Figura A1 del Apéndice.

A continuación se analiza la figura 11:

- El costo de la inversión del tendido eléctrico de 1,5 km es de unos \$ 30 000, elevando la inversión total necesaria en represa, bombas y pivote central a \$ 310 000
- Se supone una exoneración de IRAE que otorga COMAP, equivalente al 65 % del impuesto asociado al riego
- Para cualquier escenario la amortización de la inversión (Payback) se da en plazos razonables, siendo el caso medio 7 años
- Incluso bajo supuestos pesimistas de precios, el proyecto genera un resultado operativo positivo y flujos neto de fondos después de financiarse, lo que refuerza su resiliencia frente a variaciones de mercado. Queda fuera del alcance de este estudio analizar escenarios donde varíe también el clima y la productividad por ha, y de esta forma analizar como afectan los flujos de fondo, se menciona estos casos como extensión de este trabajo.

En todos los escenarios evaluados, tanto los resultados netos sin préstamo como aquellos considerando el pago de un préstamo resultan positivos. Esto implica que el proyecto no solo es viable desde el punto de vista económico, sino que también deja flujo de fondos positivos incluso cuando se contemplan los costos financieros. Particularmente, el escenario medio, al que consideramos el más representativo, arroja un resultado neto de \$67.090 sin préstamo y \$36.206 con préstamo, confirmando que el modelo productivo con riego no solo es sostenible, sino también incrementa de manera significativa el ingreso neto del proyecto.

Finalmente, las Figuras 13 y 14 muestran los flujos proyectados en dos situaciones adicionales: cuando se pierde el beneficio fiscal COMAP (por vencimiento del plazo, generalmente 10 años, o agotamiento del crédito fiscal) y cuando ya se ha amortizado el préstamo. Estos escenarios son usados luego para ajustar los flujos en el tiempo y reflejar dinámicamente la rentabilidad del proyecto en función de su evolución fiscal y financiera.

		Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) y pagando cuota préstamo			
		Resultado Operativo	\$31.124	\$45.383	\$65.298
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)	-\$7.781	-\$11.346	-\$16.325	
	IRAE Actual	\$0	\$0	\$0	
	IRAE Total	-\$7.781	-\$11.346	-\$16.325	
	IRAE a pagar de Riego	-\$7.781	-\$11.346	-\$16.325	
	Exoneración IRAE	\$0	\$0	\$0	
Costos financieros	Amortización del capital	-\$20.667	-\$20.667	-\$20.667	
	Intereses	-\$10.217	-\$10.217	-\$10.217	
Resultados Netos	Resultado Neto sin préstamo	\$23.343	\$34.037	\$48.974	
	Resultado Neto pagando préstamo	-\$7.541	\$3.153	\$18.090	

Figura 13 - Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE

Es interesante comparar los resultados netos con beneficio fiscal vs sin beneficio en un escenario con deuda por acceso al préstamo bancario o un escenario con inversión de capital propia:

- Escenario con inversión propia (Resultado Neto sin pagar préstamo)
 - con beneficio IRAE: \$67.090
 - sin beneficio IRAE: \$34.037
- Escenario con inversión mediante préstamo (Resultado Neto pagando préstamo)
 - con beneficio IRAE: \$36.206
 - sin beneficio IRAE: \$3.152

El análisis económico permite distinguir claramente el impacto del financiamiento y de los beneficios fiscales sobre la rentabilidad del proyecto. En un escenario de inversión propia, es decir, sin considerar el pago de un préstamo, el resultado neto anual asciende a \$67.090 cuando se cuenta con la exoneración de IRAE otorgada por COMAP. Sin dicho beneficio fiscal, el resultado neto se reduce a \$34.037, lo que representa una caída de más del 40 % en el flujo disponible.

Por otro lado, en el escenario con inversión financiada mediante préstamo, el resultado neto luego del pago de las cuotas es de \$36.206 con el beneficio de exoneración fiscal, y de tan solo \$3.152 sin ese apoyo tributario. Esta comparación refleja con claridad el rol clave que cumple el régimen de promoción de inversiones en la viabilidad económica del proyecto, especialmente cuando la inversión se realiza con endeudamiento. La diferencia entre ambos casos pone en evidencia que el acceso a beneficios fiscales puede ser determinante para sostener márgenes positivos y garantizar la recuperación eficiente de la inversión.

		Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) ni pagar cuota			
		Resultado Operativo	\$31.124	\$45.383	\$65.298
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325
	IRAE Actual	\$0		\$0	\$0
	IRAE Total	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325
	IRAE a pagar de Riego	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325
	Exoneración IRAE	\$0		\$0	\$0
Costos financieros	Amortización del capital	\$0		\$0	\$0
	Intereses	\$0		\$0	\$0
Resultados Netos	Resultado Neto	\$23.343		\$34.037	\$48.974

Figura 14 - Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE y sin cuotas pendientes

Finalmente, la Figura 13 presenta el resultado neto proyectado una vez amortizado el préstamo y agotado el beneficio fiscal de exoneración de IRAE. En este escenario, se estima una ganancia promedio anual de \$34.037, lo que demuestra que, incluso sin incentivos fiscales ni obligaciones financieras pendientes, la inversión en riego continúa generando un flujo positivo sostenido en el tiempo.

● 5.5 Revalorización del capital con una represa

En el presente análisis de viabilidad y rentabilidad económica del proyecto de riego, se optó por incorporar el efecto de la valorización del campo como un flujo adicional dentro del cálculo del

Valor Actual Neto (VAN). Esta decisión se justifica en el hecho de que la inversión en infraestructura de riego no solo mejora los rendimientos productivos, sino que también agrega valor al predio como activo, al dotarlo de una capacidad de uso superior frente a campos que no cuentan con acceso a riego.

Los establecimientos que disponen de infraestructura de riego se vuelven más atractivos en el mercado rural, ya que permiten alcanzar mayores niveles de estabilidad y productividad en los cultivos. Por este motivo, el análisis incorpora un flujo de fondos adicional vinculado al diferencial de valor asociado a las hectáreas que acceden a riego, considerando que este efecto contribuye de forma directa a la consolidación del patrimonio del productor.

Cabe destacar que, si se deseara adoptar un enfoque más conservador, también sería válido omitir esta variable y evaluar la rentabilidad únicamente a partir de los flujos operativos generados por la producción. En ese caso, el VAN se calcularía sobre la base de los ingresos incrementales derivados del uso de riego, sin contemplar el impacto sobre el capital.

La inclusión de este valor residual también fue consultada a expertos en el tema para validar el método de evaluación y busca ofrecer una mirada más completa del retorno económico del proyecto, integrando tanto los beneficios de corto y mediano plazo en términos productivos, como el fortalecimiento del valor del campo como activo estratégico dentro del sistema agropecuario.

- 5.6 Payback, VAN y TIR del proyecto

A continuación se presentan los resultados del análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), calculados en función de los flujos de fondos generados bajo distintos escenarios. En esta evaluación se incorpora, además, el efecto de la revalorización del campo como consecuencia de la inversión en infraestructura de riego vista anteriormente.

Para estimar este valor residual, se consideró el equivalente al 80 % del valor de la inversión por hectárea regada, en este caso el valor de \$240.000 resulta de considerar regar 80ha a costo de \$3.500 cada ha. Si bien según fuentes consultadas de referencia toman como base el 100 % de dicha inversión, en este caso se optó por una estimación más conservadora. Asimismo, se aplicó una tasa de descuento del 7 % para el cálculo del VAN, ligeramente superior a otras referencias que sugieren tasas entre el 6 % y el 6,5 %, lo cual refuerza la prudencia en la valoración del proyecto.

Escenario	Con Préstamo?	15 años		20 años		Revalorización del campo por Riego (suma en año 20)	Año							
		TIR	VAN	TIR	VAN		0	1	2	3	4	5	6	
1	No	11,3%	\$83.330	12,9%	\$152.632	\$224.000	-3310.000	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778
1	Si	-6,2%	-\$197.958	2,5%	-\$128.656	\$224.000	-3310.000	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894
2	No	18,9%	\$247.728	19,6%	\$323.822	\$224.000	-3310.000	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090
2	Si	6,1%	-\$16.757	9,2%	\$59.336	\$224.000	-3310.000	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206
3	No	16,5%	\$224.531	17,3%	\$300.624	\$224.000	-3350.000	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090
3	Si	2,3%	-\$93.053	6,4%	-\$16.959	\$224.000	-3350.000	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221
4	No	8,4%	\$32.380	10,5%	\$108.474	\$224.000	-3310.000	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037
4	Si	-4,9%	-\$248.908	2,0%	-\$172.815	\$224.000	-3310.000	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153
5	No	26,5%	\$409.062	26,8%	\$493.146	\$224.000	-3310.000	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989
5	Si	13,8%	\$127.774	15,3%	\$211.857	\$224.000	-3310.000	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105
6	No	12,6%	\$111.892	14,0%	\$182.265	\$224.000	-3310.000	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979
6	Si	-3,8%	-\$169.396	3,5%	-\$99.023	\$224.000	-3310.000	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096

Figura 15 - Evaluación del VAN y la TIR en los diferentes escenarios planteados

En la Figura 15 se muestra como se calculo el VAN y la TIR proyectando en los diferentes escenarios planteados los flujos hasta el año 20, en esta figura se puede observar solo hasta el año 6 proyectado.

Para el detalle completo de los flujos anuales utilizados en este cálculo, véanse las Figuras A2 (Parte 1) y A3 (Parte 2) en el Apéndice.

A continuación en la Figura 16 se visualizan los diferentes escenarios planteados, con sus respectivas variables y resultados.

Variables	Escenarios					
	1	2	3	4	5	6
Costo riego por ha	\$3.500	\$3.500	\$4.000	\$3.500	\$3.500	\$3.500
Inversión total	\$310.000	\$310.000	\$350.000	\$310.000	\$310.000	\$310.000
Interés banco	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
Cuotas	15	15	15	15	15	15
Cuota + Interés (anual)	\$30.884	\$30.884	\$34.869	\$30.884	\$30.884	\$30.884
Costo Préstamo Total	\$463.259	\$463.259	\$523.034	\$463.259	\$463.259	\$463.259
Amortización préstamo	9,9	6,9	7,8	13,6	5,1	9,3
ha regadas						
Soja (ha)	20	0	0	0	0	0
Maíz (ha)	60	80	80	80	80	80
Escenario	Medio	Medio	Medio	Medio	Optimista	Pesimista
VBP Incremental Soja (t/ha)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
VBP Incremental Maíz (t/ha)	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Precio Soja	\$443	\$443	\$443	\$443	\$583	\$348
Precio Maíz	\$247	\$247	\$247	\$247	\$316	\$197
Años amortizando IRAE	9,8	8,3	9,3	-	7,0	9,5
Comap (IRAE)	65%	65%	65%	0%	65%	65%
Resultado Neto sin pagar préstamo	\$46.778	\$67.090	\$67.090	-	\$90.989	\$49.979
Resultado Neto pagando préstamo	\$15.894	\$36.206	\$32.221	-	\$60.105	\$19.096
Con Préstamo sin exoneración IRAE						
Resultado Neto sin pagar préstamo	\$21.342	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$48.974	\$23.343
Resultado Neto pagando préstamo	-\$9.542	\$3.153	-\$832	\$3.153	\$18.090	-\$7.541
Sin Préstamo sin exoneración IRAE	\$21.342	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$48.974	\$23.343
VAN/TIR						
tasa descuento	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
Ev Económica. Sin Pagar Cuota						
15 años						
VAN	\$83.330	\$247.728	\$224.531	\$32.380	\$409.062	\$111.892
TIR	11,3%	18,9%	16,5%	8,4%	26,5%	12,6%
20 años						
VAN	\$152.632	\$323.822	\$300.624	\$108.474	\$493.146	\$182.265
TIR	12,9%	19,6%	17,3%	10,5%	26,8%	14,0%
Ev Financiera. Pagando Cuota						
15 años						
VAN	-\$197.958	-\$16.757	-\$93.053	-\$248.908	\$127.774	-\$169.396
TIR	-6,2%	6,1%	2,3%	-4,9%	13,8%	-3,8%
20 años						
VAN	-\$128.656	\$59.336	-\$16.959	-\$172.815	\$211.857	-\$99.023
TIR	2,5%	9,2%	6,4%	2,0%	15,3%	3,5%

Figura 16 - Resumen del VAN, la TIR y Payback en los diferentes escenarios y sus respectivas variables

A continuación veremos en la Figura 17 un consolidado de resultados para cada escenario, resaltando el escenario modelo planteado anteriormente, este escenario se tomo como modelo porque es un probable dada las condiciones estudiadas. En esta figura se resalta el mismo escenario evaluando la inversión mediante un préstamo y por otro lado con capital propio, para ambos casos la TIR sigue siendo muy atractiva.

Escenarios	Con Préstamo?	Ha regadas			Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Amortización Préstamo	Flujo Neto Anual Final
		Soja	Maiz	Caso	Soja	Maiz	Soja	Maiz			VAN	TIR		
1	Si	20	60	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	-\$128.656	2,5%	9,9	\$21.342
2	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$59.336	9,2%	6,9	\$34.037
3	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$350.000	65%	-\$16.959	6,4%	7,8	\$34.037
4	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	0%	-\$172.815	2,0%	13,6	\$34.037
5	Si	0	80	Optimista	\$583	\$316	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$211.857	15,3%	5,1	\$48.974
6	Si	0	80	Pesimista	\$348	\$197	0,82	4,9	\$310.000	65%	-\$99.023	3,5%	9,3	\$23.343
1	No	20	60	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$152.632	12,9%	-	\$21.342
2	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$323.822	19,6%	-	\$34.037
3	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$350.000	65%	\$300.624	17,3%	-	\$34.037
4	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	0%	\$108.474	10,5%	-	\$34.037
5	No	0	80	Optimista	\$583	\$316	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$493.146	26,8%	-	\$48.974
6	No	0	80	Pesimista	\$348	\$197	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$182.265	14,0%	-	\$23.343

Figura 17 - Consolidado de resultados de los diferentes escenarios evaluados, resaltando el escenario modelo con préstamo vs inversión propia

La Figura 18 resalta la evaluación del proyecto bajo el mismo escenario previamente analizado (escenario 2), con financiación mediante endeudamiento pero sin considerar el beneficio fiscal de COMAP (escenario 4). En esta comparación se observa el impacto directo que tiene la ausencia de este incentivo sobre los indicadores financieros del proyecto. Sin el beneficio COMAP el Valor Actual Neto (VAN) es negativo para el caso de financiamiento del proyecto mediante deuda, lo que indica que el proyecto destruye valor y ya no es rentable para el productor la inversión, en cambio para el caso donde el productor cuenta con el capital para la inversión el VAN sigue siendo positivo con un resultado de \$108.474 y una TIR del 10,5%.

Escenarios	Con Préstamo?	Ha regadas			Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Amortización Préstamo	Flujo Neto Anual Final
		Soja	Maiz	Caso	Soja	Maiz	Soja	Maiz			VAN	TIR		
1	Si	20	60	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	-\$128.656	2,5%	9,9	\$21.342
2	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$59.336	9,2%	6,9	\$34.037
3	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$350.000	65%	-\$16.959	6,4%	7,8	\$34.037
4	Si	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	0%	-\$172.815	2,0%	13,6	\$34.037
5	Si	0	80	Optimista	\$583	\$316	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$211.857	15,3%	5,1	\$48.974
6	Si	0	80	Pesimista	\$348	\$197	0,82	4,9	\$310.000	65%	-\$99.023	3,5%	9,3	\$23.343
1	No	20	60	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$152.632	12,9%	-	\$21.342
2	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$323.822	19,6%	-	\$34.037
3	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$350.000	65%	\$300.624	17,3%	-	\$34.037
4	No	0	80	Medio	\$443	\$247	0,82	4,9	\$310.000	0%	\$108.474	10,5%	-	\$34.037
5	No	0	80	Optimista	\$583	\$316	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$493.146	26,8%	-	\$48.974
6	No	0	80	Pesimista	\$348	\$197	0,82	4,9	\$310.000	65%	\$182.265	14,0%	-	\$23.343

Figura 18 - Consolidado de resultados, caso modelo vs caso sin beneficio COMAP

Algunas observaciones destacadas del análisis, los escenarios comparados permiten confirmar que el régimen de promoción de inversiones a través de COMAP tiene un impacto decisivo en la rentabilidad del proyecto. Los resultados también muestran que, en las condiciones actuales de precios y respuesta al riego, destinar la infraestructura a cultivos de maíz representa la estrategia

más conveniente hoy en día. El rendimiento incremental que aporta este cultivo explican por qué los escenarios con mayor proporción de maíz regado arrojan mejores indicadores de VAN y TIR.

En escenarios donde la inversión se financia con préstamo bancario, el proyecto continúa siendo viable y rentable. Por ejemplo, el escenario 2, con 80 hectáreas de maíz regado, beneficio COMAP y préstamo, alcanza una TIR del 9,2 % y un VAN superior a \$59.336, con una amortización estimada en siete años. Esto sugiere que, aun con deuda, la inversión en riego es financieramente accesible y atractiva para el productor.

En cambio, en el escenario 3 donde se toma como referencia mismo valores que el escenario 2 excepto que una inversión inicial más costosa de \$4.000 por ha y se toma préstamo, para una tasa de descuento del 7% el proyecto destruye valor y ya no es conveniente, obteniendo una TIR de 6,4% y un VAN de -\$16.959.

Capítulo 6 – Evaluación económica Represa Multipredial

En este capítulo se analiza la viabilidad técnica, legal y económica de un sistema de riego basado en una represa multipredial, una infraestructura compartida entre dos productores agropecuarios con el objetivo de optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos y financieros.

La propuesta consiste en evaluar si este modelo resulta atractivo para ambos participantes, considerando no solo la distribución equitativa de la inversión y del acceso al agua, sino también las compensaciones necesarias cuando uno de los productores cede parte de su predio para la construcción de la represa.

Se menciona también el concepto del sistema multipredial, tal como lo establece la Ley N.º 19.553, que regula este tipo de proyectos colaborativos en Uruguay. Se detallan algunos de los requisitos legales y administrativos necesarios para su implementación, así como las figuras jurídicas disponibles, como la Sociedad Agraria de Riego (SAR) que permiten canalizar inversiones, obtener permisos ante DINAGUA y acceder a beneficios fiscales a través del régimen COMAP.

También se modela una propuesta concreta en la que ambos productores participan con partes iguales de inversión, pero solo uno de ellos aporta la superficie sobre la cual se emplaza la represa. Esta diferencia implica un costo de oportunidad que debe ser compensado. Por tanto, se analizan diferentes esquemas de compensación entre las partes, como el pago de un canon anual o la redistribución del acceso al agua, y se evalúan sus impactos en la rentabilidad individual de cada productor. El objetivo es determinar bajo qué condiciones el proyecto puede ser considerado atractivo y equitativo para ambos participantes.

Para este análisis se presenta una segunda cuenca evaluada para la construcción de la represa, con mayor capacidad de captación de agua y una ubicación geográfica más estratégica en la frontera de ambos predios de cada productor, lo que permite ampliar el alcance del riego. Finalmente, se desarrollan los escenarios de análisis económico tal como se hizo en el capítulo anterior, que incluyen flujos de fondos proyectados, estimaciones de TIR, VAN y payback, considerando la participación de cada productor, los costos asumidos y los beneficios obtenidos, a lo largo de un horizonte de 20 años. Este enfoque integral permite evaluar la factibilidad y rentabilidad de implementar una represa multipredial como herramienta de desarrollo productivo colaborativo en el contexto agrícola uruguayo.

6.1 A que se le llama una represa multipredial?

Definición de represa multipredial

Sistema de riego multipredial es aquel que suministra agua para riego a dos o más predios de diferentes productores, a través de contratos de suministro de agua o de riego, (Ley N.º 19.553, 2017).

Se trata de una infraestructura común (como una represa o red de distribución) compartida por más de un usuario, y se reconoce formalmente como tal a efectos legales y administrativos.

Requisitos legales

Para ser considerado y autorizado como sistema multipredial, en Uruguay se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Contrato de suministro de agua o riego entre los usuarios.
- Autorización de uso de agua otorgada por la DINAGUA (Dirección Nacional de Aguas).
- Constitución formal de una figura legal:
 - puede ser una Sociedad Agraria de Riego (SAR) o
 - una Asociación Agraria de Riego (AAR).
- Gravamen sobre los predios beneficiarios: cada campo que recibe el beneficio del sistema queda legalmente obligado a pagar los costos fijos del servicio (almacenamiento, conducción, mantenimiento).

Otras consideraciones

- Inversión ajena: inversionistas ajenos a la producción también pueden participar como socios en las SAR o AAR, lo cual facilita modelos público-privados o mixtos.
- Objetivo de política pública: fomentar la adopción de riego mediante esquemas colaborativos, sobre todo para pequeños y medianos productores que no podrían invertir individualmente.
- Mayor eficiencia: se busca optimizar el uso de recursos hídricos y financieros a través de obras de mayor escala y uso compartido.

6.2 Estructura de participación y responsabilidades entre productores

En la presente sección se evalúa un proyecto de riego multipredial que contempla una inversión conjunta entre dos productores agropecuarios, destinada a la construcción de una represa y un sistema de riego asociado. Ambos participantes aportan en partes iguales al financiamiento del proyecto y accederán a una superficie regada equitativa. Sin embargo, se presenta una particularidad a considerar: uno de los productores deberá ceder parte de su predio productivo para la instalación de la represa, lo que implica una pérdida directa de área cultivable y, por lo tanto, un costo de oportunidad que debe ser compensado para mantener la equidad entre las partes.

A efectos de claridad, en este análisis se identifican los actores como:

- Productor 1 : quien aporta la tierra para la represa
- Productor 2 : quien no cede superficie pero deberá compensar al primero

Como herramienta jurídica, se propone la constitución de una Sociedad Agraria de Riego (SAR), sin fines de lucro, que será la titular del sistema de riego, responsable de canalizar la inversión, gestionar los permisos ante la DINAGUA y facilitar el acceso a los beneficios fiscales ofrecidos por el régimen de promoción de inversiones (COMAP).

Es importante aclarar que cada productor conservará su actividad económica y tributación de forma independiente, presentando su propio proyecto de inversión ante COMAP, por lo que los beneficios fiscales se gestionarán de manera separada.

Frente al aporte diferencial de tierra por parte de uno de los productores, se analizaron cuatro mecanismos posibles de compensación:

- **Escenario 1:** El productor 2 que no cede tierra paga al otro una compensación anual (canon) durante la vida útil del sistema de riego por costo de oportunidad de la tierra cedida a la represa, equivalente al valor productivo de las ha sacrificadas.
 - a. Esta opción es flexible, permite ir ajustando con el tiempo según condiciones productivas o fiscales y permite mantener inversión y uso del agua en partes iguales.
- **Escenario 2:** Compensación en acceso al agua
 - a. Se redistribuye el uso del sistema de riego para que el productor que sacrifica superficie obtenga un mayor acceso al agua, por ejemplo:
 - i. Productor 1 (que aporta la tierra): riega 60 ha
 - ii. Productor 2: riega 40 ha
 - b. Ambos mantienen una inversión equitativa, pero el uso se ajusta como forma de retribución no monetaria.
- **Escenario 3:** Compensación económica directa total
 - a. El productor que no cede tierra realiza un pago compensatorio al otro, calculado en función del valor productivo de las ha sacrificadas en el plazo del acuerdo del uso de la represa. Esta solución mantiene el reparto equitativo de hectáreas regadas y puede ajustarse con base en márgenes brutos agrícolas o valores de renta por hectárea.
- **Escenario 4:** Reconocimiento como aporte de capital dentro de la SAR
 - a. Las 15 ha se valorizan como un aporte en especie a la sociedad, lo que da al productor mayor participación en el capital social de la SAR. Por ejemplo:
 - i. Productor 1: 60% de participación
 - ii. Productor 2: 40%
 - b. Esta opción es especialmente útil si la SAR llegara a desarrollar actividades futuras con implicancias económicas (como operar u ofrecer servicios a terceros).

Dado que la SAR no tendrá ingresos ni generará beneficios económicos directos, se descarta la opción 4, también descartamos en este estudio la opción 3 dado que implica una mayor inversión inicial al productor 2. Las opciones que vamos a elegir en este caso para evaluar su rentabilidad son la opción 1: canon anual ajustado por impacto fiscal y la opción 2, repartir el agua regada de forma diferencial.

También hay que tomar en cuenta que según la Ley N.º 19.553, las obras hidráulicas que integran un Sistema de Riego Multipredial se consideran adscriptas a las parcelas en que se encuentren emplazadas, siguiendo al inmueble en cada transferencia de la propiedad. Esto implica que la represa es propiedad del titular del predio donde está ubicada, esto presenta una ventaja para el productor que cede el campo, su patrimonio crece dada la inversión.

Estas consideraciones son de vital importancia a la hora de evaluar la inversión para cada productor, como veremos más adelante en los diferentes escenarios.

6.3 Inversión estimada: represa y pivote central

Otra posible cuenca evaluada en el campo por Pablo Ott es la siguiente mostrada en la Figura 19, la misma tiene dos ventajas para este análisis de represa multipredial, posee una cuenca superior en comparación con la represa analizada anteriormente (200ha vs 165ha) lo que permite mayor volumen de riego y por otro lado se encuentra en la frontera con el campo del productor vecino, en contraposición es una represa mas costosa porque buscamos regar más ha.

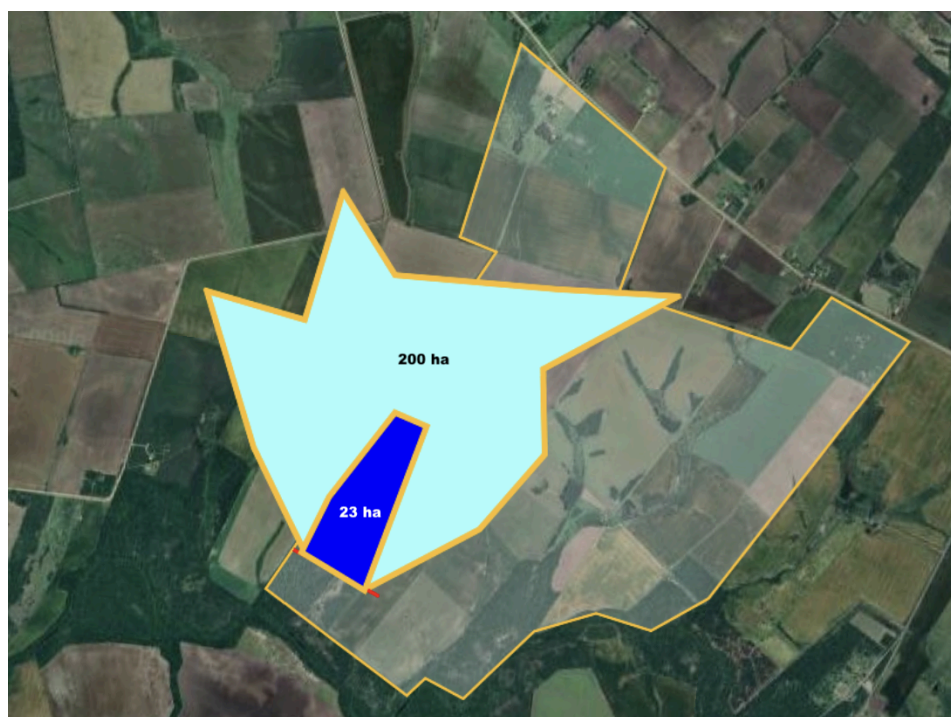


Figura 19 - Proyección de Represa Multipredial, Espejo y Cuenca

En esta proyección se observa que la represa se encuentra ubicada en el límite entre el campo en estudio y el predio del productor vecino, a diferencia de la represa analizada previamente en la Figura 10, donde la represa quedaba emplazada más en el centro del establecimiento. En este

caso, la cuenca proyectada abarca aproximadamente 200 hectáreas, con un espejo de agua estimado en 23 hectáreas y una longitud de represa de 471 metros, representada en color rojo.

Siguiendo el mismo criterio utilizado en el análisis anterior, se estima la capacidad de riego como el 50 % del área de la cuenca, lo que arroja una superficie regable aproximada de 100 hectáreas para esta alternativa.

Es importante destacar que estos valores son aproximados y han sido utilizados únicamente con fines de modelado en el marco de este estudio. Se recomienda realizar una evaluación técnica más detallada para definir con mayor precisión la viabilidad hidráulica y estructural del proyecto, especialmente en lo referido al almacenamiento, escurrimiento y eficiencia del sistema.

Inversión estimada para la represa multipredial:

- Área con acceso al riego: 100 ha
- Rango \$/ha: \$3000 - \$4000
- Rango total: \$300.000 - \$400.000
- Tomando un punto medio: \$350.000
- Red eléctrica: \$30.000 (el tramo de tendido eléctrico para esta represa es similar a la presentada anteriormente)
- Inversión total: \$380.000
- Inversión por productor: \$190.000

6.4 Análisis de rentabilidad

En este análisis se evaluarán los escenarios previamente mencionados, contemplando especialmente el costo de oportunidad asociado a la cesión de aproximadamente 15 hectáreas productivas por parte del Productor 1 para la construcción de la represa. Se analizarán distintas alternativas para la amortización de ese costo, ya sea a través de pagos compensatorios o redistribución del acceso al agua.

Se asume que la vida útil del sistema de riego es de 20 años, con tareas de mantenimiento de por medio. Por esta razón, no se considera un valor residual de los activos al finalizar el período evaluado.

Desde el punto de vista patrimonial, el Productor 1 experimenta una revalorización de su campo, dado que la represa estará legalmente adscripta a su predio (según lo establece la Ley N.º 19.553) y contará, además, con acceso directo a infraestructura eléctrica de media o alta tensión. Por su parte, el Productor 2 también se beneficia en términos patrimoniales al disponer de acceso cercano al tendido eléctrico, lo que mejora su conectividad para futuras instalaciones sin incurrir en mayores costos de extensión.

- Datos considerados en el análisis

- Productor 1: recibe un beneficio por costo de oportunidad perdido
- Productor 2: debe compensar al Productor 1
- Precio Maíz promedio: \$246,89
- Precio Soja promedio: \$443,45
- Interés préstamo banco: 5,5%
- Cuotas préstamo banco: 15 años
- Tasa descuento aplicada en el VAN: 7%
- Evaluación de TIR y VAN: 20 años

ESCENARIO 1 - Canon Anual

En este escenario ilustrado en la Figura 20, el productor 2 que no cede superficie para la represa abona una compensación anual al productor 1 en concepto de canon anual por costo de oportunidad, durante toda la vida útil del sistema de riego. Esta compensación corresponde al valor productivo de las hectáreas sacrificadas para la construcción de la represa, calculadas aproximadamente en 15 ha.

El canon anual se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Canon} = \text{cantidad de hectáreas perdidas} \times \text{ganancia promedio por hectárea}$$

Para el escenario medio evaluado, el canon resultante es \$19.471, correspondiente a las 15 hectáreas de maíz que no pudieron cultivarse debido a la instalación de la represa.

REPRESA MULTIPREDIAL Productor 1		ha total	Soja	Maíz	Costo Riego por ha	Comap Exoneración (IRAE) \$ total
		50	0	50	\$3.500	\$123.500
Dueño Represa		Comap (IRAE)		Interés	Plazo de amortización	Años en los que se amortiza IRAE
		Represa Multipredial + Pivote Central		65% Escenario Pesimista	5,5% Escenario Medio	15 Escenario Optimista
Inversión inicial	Represa + Equipos		\$175.000	\$175.000	\$175.000	
	Tendido Eléctrico (UTE)		\$15.000	\$15.000	\$15.000	
		Total	\$190.000	\$190.000	\$190.000	
Ingresos operativos	VBP Incremental Soja		\$0	\$0	\$0	
	VBP Incremental Maíz		\$48.312	\$60.490	\$77.500	
	VBP Incremental total		\$48.312	\$60.490	\$77.500	
Costos operativos	Costo Energía		-\$4.000	-\$4.000	-\$4.000	
	Costo Agroquímicos y Fertilizantes		-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500	
	Mantenimiento Sistema de Riego		-\$5.000	-\$5.000	-\$5.000	
Descuentos o ingresos adicionales	Descuento UTE		\$600	\$600	\$600	
Costos de oportunidad	Costo Oportunidad (15 ha maíz)		-\$15.551	-\$19.471	-\$24.946	
	Canon Recibido de Productor 2		\$15.551	\$19.471	\$24.946	
	Resultado Operativo		\$32.412	\$44.590	\$61.600	
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$8.103	-\$11.147	-\$15.400	
	IRAE Compensación Canon		-\$3.888	-\$4.868	-\$6.237	
	IRAE Actual		-\$15.789	-\$15.789	-\$15.789	
	IRAE Total		-\$27.779	-\$31.804	-\$37.425	
	IRAE a Pagar		-\$2.778	-\$3.180	-\$3.743	
	Exoneración IRAE		\$25.001	\$28.623	\$33.683	
Costos financieros	Amortización del Capital		-\$12.667	-\$12.667	-\$12.667	
	Intereses		-\$6.262	-\$6.262	-\$6.262	
	Amortización Préstamo solo con VBP(años)	5,2		4,1	3,1	
Resultados Netos	Resultado Neto sin Préstamo		\$54.635	\$70.033	\$91.540	
	Resultado Neto pagando Préstamo		\$35.706	\$51.104	\$72.611	

Figura 20 - Proyección de flujo anual en Represa Multipredial para productor 1 quien recibe canon anual por costo de oportunidad perdido

Para mayor detalle sobre los datos base utilizados, véase la Figura A4 del Apéndice.

A continuación se pueden ver en la Figura 21 el flujo de fondos anual para el productor 1 sin contar con el beneficio de la COMAP y en la Figura 22 sin contar con el beneficio COMAP ni pagando cuotas del préstamo.

		Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) y pagando cuota			
		Resultado Operativo	\$32.412	\$44.590	\$61.600
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$8.103	-\$11.147	-\$15.400
	IRAE compensación canon		-\$3.888	-\$4.868	-\$6.237
	IRAE Actual		\$0	\$0	\$0
	IRAE Total		-\$11.991	-\$16.015	-\$21.637
	IRAE a pagar		-\$11.991	-\$16.015	-\$21.637
	Exoneración IRAE		\$0	\$0	\$0
Costos financieros	Amortización del Capital		-\$12.667	-\$12.667	-\$12.667
	Intereses		-\$6.262	-\$6.262	-\$6.262
Resultados Netos	Resultado Neto sin Préstamo		\$20.421	\$28.575	\$39.963
	Resultado Neto pagando Préstamo		\$1.492	\$9.646	\$21.035

Figura 21 - Productor 1: Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE

		Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) ni pagar cuota			
		Resultado Operativo	\$32.412	\$44.590	\$61.600
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$8.103	-\$11.147	-\$15.400
	IRAE compensacion canon		-\$3.888	-\$4.868	-\$6.237
	IRAE Actual		\$0	\$0	\$0
	IRAE Total		-\$11.991	-\$16.015	-\$21.637
	IRAE a pagar		-\$11.991	-\$16.015	-\$21.637
	Exoneración IRAE		\$0	\$0	\$0
Costos financieros	Amortización del Capital		\$0	\$0	\$0
	Intereses		\$0	\$0	\$0
Resultados Netos		Resultado Neto	\$20.421	\$28.575	\$39.963

Figura 22 - Productor 1: Flujo de caja anual sin contar exoneración de IRAE y sin cuotas pendientes

A continuación en la Figura 23 se detallan los flujos proyectados para el Productor 2 quién debe asumir el pago del canon anual.

MULTIPREDIAL Productor 2		ha total	Soja	Maíz	Costo Riego por ha	Comap Exoneración (IRAE) \$ total
		50	0	50	\$3.500	\$123.500
Represa Multipredial + Pivote Central		Comap (IRAE)	Interes	Plazo de amortización		Años en los que se amortiza IRAE
		65%	5,5%	15		6,2
		Escenario Pesimista	Escenario Medio	Escenario Optimista		
Inversión inicial	Represa + Equipos	\$175.000	\$175.000	\$175.000		
	Tendido Eléctrico (UTE)	\$15.000	\$15.000	\$15.000		
	Total	\$190.000	\$190.000	\$190.000		
Ingresos operativos	VBP Incremental Soja	\$0	\$0	\$0		
	VBP Incremental Maíz	\$48.312	\$60.490	\$77.500		
	VBP incremental total	\$48.312	\$60.490	\$77.500		
Costos operativos	Costo Energía	-\$4.000	-\$4.000	-\$4.000		
	Costo Agroquímicos y Fertilizantes	-\$7.500	-\$7.500	-\$7.500		
	Mantenimiento Sistema de Riego	-\$5.000	-\$5.000	-\$5.000		
Descuentos o ingresos adicionales	Descuento UTE	\$600	\$600	\$600		
Costos de oportunidad	Canon pagado a Productor 1	-\$15.551	-\$19.471	-\$24.946		
	Resultado Operativo	\$16.861	\$25.119	\$36.654		
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)	-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163		
	IRAE compensación canon	\$0	\$0	\$0		
	IRAE Actual	-\$15.789	-\$15.789	-\$15.789		
	IRAE Total	-\$20.004	-\$22.068	-\$24.952		
	IRAE a pagar	-\$2.000	-\$2.207	-\$2.495		
Costos financieros	Exoneración IRAE	\$18.003	\$19.861	\$22.457		
	Amortización del Capital	-\$12.667	-\$12.667	-\$12.667		
	Intereses	-\$6.262	-\$6.262	-\$6.262		
	Amortización préstamo solo con VBP(años)	8,6	6,6	5,0		
Resultados Netos	Resultado Neto sin préstamo	\$32.864	\$42.774	\$56.615		
	Resultado Neto pagando préstamo	\$13.935	\$23.845	\$37.686		

Figura 23 - Proyección de flujo anual en Represa Multipredial para productor 2 quien debe pagar un canon anual por costo de oportunidad perdido del productor 1

Para mayor detalle sobre los datos base utilizados, véase la Figura A2 del Apéndice.

En la Figura 24 se puede ver el flujo de fondos anual para el productor 2 sin contar con el beneficio de la COMAP y en la Figura 25 sin contar con el beneficio COMAP ni pagando cuotas del préstamo.

Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) y pagando cuota					
		Resultado Operativo	\$16.861	\$25.119	\$36.654
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	IRAE compensación canon		\$0	\$0	\$0
	IRAE Actual		\$0	\$0	\$0
	IRAE Total		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	IRAE a pagar		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	Exoneración IRAE		\$0	\$0	\$0
Costos financieros	Amortización del Capital		-\$12.667	-\$12.667	-\$12.667
	Intereses		-\$6.262	-\$6.262	-\$6.262
Resultados Netos	Resultado Neto sin préstamo		\$12.645	\$18.839	\$27.490
	Resultado Neto pagando préstamo		-\$6.283	-\$90	\$8.561

Figura 24 - Productor 2: Flujo de fondos anual sin contar exoneración de IRAE

Sin exonerar IRAE (a partir del año 11) ni pagar cuota					
		Resultado Operativo	\$16.861	\$25.119	\$36.654
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	IRAE compensación canon		\$0	\$0	\$0
	IRAE Actual		\$0	\$0	\$0
	IRAE Total		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	IRAE a pagar		-\$4.215	-\$6.280	-\$9.163
	Exoneración IRAE		\$0	\$0	\$0
Costos financieros	Amortización del Capital		\$0	\$0	\$0
	Intereses		\$0	\$0	\$0
Resultados Netos	Resultado Neto		\$12.645	\$18.839	\$27.490

Figura 25 - Productor 2: flujo de fondos anual sin exonerar IRAE y habiendo pagado las cuotas

A partir de los flujos de fondos anuales proyectados para cada productor, se procederá al cálculo de los principales indicadores financieros del proyecto: la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el período de recuperación de la inversión (payback), proyectados a lo largo del horizonte de análisis de 20 años. Estos indicadores permitirán evaluar la rentabilidad y el tiempo requerido para amortizar la inversión en cada caso.

Para el detalle completo de los flujos anuales utilizados en el cálculo del VAN y la TIR de los escenarios evaluados, véanse las Figuras A6 y A7 del Apéndice.

6.5 Payback, VAN y TIR del proyecto

A continuación se presentan los resultados evaluados según los escenarios 1 y 2 para la represa multipredial de los dos productores.

ESCENARIO 1 – Pago de canon anual

El productor 2 que no cede tierra paga al otro una compensación anual (canon) durante la vida útil del sistema de riego por costo de oportunidad de la tierra cedida a la represa, equivalente al valor productivo de las ha sacrificadas.

Tomando los flujos anuales para cada momento y productor, ahora se calcula la TIR y el VAN a 20 años, en la Figura 26 se pueden ver estos calculos para este escenario:

Escenario	Productor	Con Préstamo?	Canon	Ha regadas		Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Amortización Préstamo	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Flujo Neto Anual Final
				Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja	Maíz				VAN	TIR	
1 - Canon completo	1	Si	\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	4,1	65%	\$150.102	18,3%	\$28.575
	2	Si	-\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	6,6	65%	-\$26.078	4,9%	\$18.839
	1	No	\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	4,1	65%	\$322.505	31,3%	\$28.575
	2	No	-\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	6,6	65%	\$146.325	18,4%	\$18.839

Figura 26 - Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 1

Algunas observaciones para este escenario:

Ambos productores realizan una inversión idéntica de \$ 190.000 y acceden a una superficie regada equivalente de 50 hectáreas, bajo condiciones productivas similares. Sin embargo, a pesar de la simetría en la inversión y en el acceso al recurso hídrico, los resultados financieros muestran diferencias significativas, especialmente en los indicadores de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

El Productor 1, que cede parte de su predio para la construcción de la represa y obtiene el canon compensatorio anual, obtiene un VAN de \$150.102 y una TIR del 18,3 % en un escenario de financiamiento bajo deuda y un VAN de \$322.505 y una TIR del 31,3% cuando se financia con capital propio, mientras que el Productor 2, que compensa al primero mediante un canon anual y cuya revalorización patrimonial es menor (limitada solo a la instalación del tendido eléctrico), alcanza un VAN de -\$26.078 y una TIR del 4,9% para el caso de financiamiento mediante deuda y un VAN de \$146.325 y una TIR del 18,4% si se financia con capital propio.

Para el Productor 1, este escenario representa una inversión muy atractiva, con una rentabilidad superior al costo de oportunidad del 7 % en ambos casos y un retorno acumulado cercano al doble de la inversión inicial al cabo de 20 años cuando se financia con capital propio. En cambio, para el Productor 2, cuando se financia por medio de deuda el VAN da negativo, esto indica que no crea valor la inversión sino que destruye; siendo rentable el proyecto solo en el caso de que se financie con capital propio, con un VAN de \$146.325 y una TIR del 18,4%.

Esta diferencia se explica principalmente por el impacto del canon anual, que transfiere parte del flujo neto desde el Productor 2 hacia el Productor 1 como mecanismo de compensación por la tierra sacrificada y por la asimetría en la revalorización patrimonial, ya que la represa se construye en el campo del Productor 1, incrementando directamente el valor de su propiedad.

El flujo neto final, sin considerar préstamos ni beneficios fiscales, también refleja esta disparidad, con una diferencia aproximada de \$10.000 a favor del Productor 1. En términos de recuperación del capital, el período de amortización (payback) es de 4,1 años para el Productor 1 y de 6,6 años para el Productor 2, lo que indica plazos esperables para una inversión de esta categoría.

Aunque el diseño técnico del sistema de riego y la inversión inicial son iguales para ambos participantes, el esquema de compensación adoptado afecta de forma significativa la rentabilidad individual de cada productor. Cabe destacar que la exoneración fiscal otorgada por COMAP (65 %) se mantiene constante para ambos productores así como su tributación anual promedio de IRAE previo al riego, por lo que su impacto es neutro en la comparación entre los casos.

Nota: En los escenarios siguientes se presentará únicamente un resumen de los resultados principales, como el VAN, la TIR y el flujo neto acumulado, con el objetivo de simplificar la lectura y facilitar la comparación entre casos. Cabe aclarar que el procedimiento de cálculo aplicado es el mismo que el utilizado en el análisis detallado del Escenario 1.

ESCENARIO 1 - Alternativo – Reducción del canon anual

En la Figura 27 se plantea una alternativa al escenario 1, en este caso el canon que paga el Productor 2 al Productor 1 se reduce a la mitad, teniendo en cuenta que la tierra luego de la inversión se revaloriza para el productor 1 se opta por considerar una menor carga al productor 2 durante los años evaluados y medir este impacto.

Escenario	Productor	Con Préstamo?	Canon	Ha regadas		Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Amortización Préstamo	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Flujo Neto Anual Final
				Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja	Maíz				VAN	TIR	
1 - Alternativo (canon/2)	1	Si	\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,0	65%	\$19.428	8,1%	\$23.707
	2	Si	-\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,2	65%	\$74.886	12,9%	\$26.141
	1	No	\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,0	65%	\$256.797	25,3%	\$23.707
	2	No	-\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,2	65%	\$247.289	25,5%	\$26.141

Figura 27 - Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 1 Alternativo

En este escenario la rentabilidad de la inversión se vuelve mas atractiva para el productor 2, con una TIR del 12,9% (por encima del costo de oportunidad evaluado de 7%) en el caso de financiar el proyecto con deuda y un retorno de \$74.886 al final de los 20 años evaluados, para el caso de invertir con capital propio el productor 2 obtiene una TIR del 25,5% y un VAN de \$247.289. En cambio, para el productor 1 el escenario 1 Alternativo es mas desfavorable que el escenario 1, como se podía preveer, aunque el proyecto sigue generando valor bajo el escenario evaluado.

ESCENARIO 2 - Compensación en acceso al agua

En este escenario, en lugar de buscar una compensación a través del canon anual se elige redistribuir el uso del sistema de riego para que el productor que sacrifica superficie obtenga un mayor acceso al agua, se evalúa entonces el siguiente escenario:

- Productor 1 (que aporta la tierra): riega 60 ha
- Productor 2: riega 40 ha

A continuación, en la Figura 28 se pueden ver los resultados del VAN y la TIR para este escenario:

Escenario	Productor	Con Préstamo?	Canon	Ha regadas		Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Amortización Préstamo	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Flujo Neto Anual Final
				Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja	Maíz				VAN	TIR	
2 - Riego 60/40	1	Si	\$0	0	60	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,3	65%	\$81.048	12,2%	\$25.528
	2	Si	\$0	0	40	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,7	65%	\$21.507	8,7%	\$23.484
	1	No	\$0	0	60	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,3	65%	\$253.450	24,2%	\$25.528
	2	No	\$0	0	40	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,7	65%	\$193.910	22,0%	\$23.484

Figura 28 - Represa Multipredial: evaluación del VAN y la TIR bajo el escenario 2

En este escenario, la rentabilidad de la inversión para el Productor 2 se ubica en una posición intermedia entre los escenarios analizados previamente. Si bien mejora respecto al Escenario 1 original, donde la TIR era del 4,9 % bajo financiamiento con deuda, resulta menos atractiva que en el Escenario 1 Alternativo, donde se había reducido el canon anual a la mitad y una TIR del 12,9%. En este caso, la TIR alcanza el 8,7%, apenas por encima del costo de oportunidad del 7 %, y el retorno acumulado al final del período evaluado (20 años) es de \$21.507.

Por su parte, el Productor 1 obtiene una rentabilidad más favorable que en el Escenario 1 Alternativo cuando invierte mediante deuda, con una TIR del 12,2 %, pero una TIR menor respecto al escenario anterior cuando se financia con capital propio, con una TIR del 24,2% vs 25,3%. No obstante, el Escenario 1 original, en el cual recibe el canon completo, continúa siendo el más beneficioso para este productor.

A continuación en la Figura 29 se ilustran todos los resultados considerando sus dos modalidades de inversión: una con financiamiento bancario y otra con capital propio para cada escenario visto.

Escenarios	Productor	Con Préstamo?	Ha regadas		Precio (usd/t)		VBP Incremental (t/ha)		Inversión total	Amortización Préstamo	Exoneración Comap	20 años / t = 7%		Flujo Neto Anual Final	
			Canon	Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja				Maíz	VAN		TIR
1 - Canon completo	1	Si	\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	4,1	65%	\$150.102	18,3%	\$28.575
	2	Si	-\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	6,6	65%	-\$26.078	4,9%	\$18.839
	2	No	\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	4,1	65%	\$322.505	31,3%	\$28.575
1 - Alternativo (canon/2)	1	No	-\$19.471	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	6,6	65%	\$146.325	18,4%	\$18.839
	1	Si	\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,0	65%	\$19.428	8,1%	\$23.707
	2	Si	-\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,2	65%	\$74.886	12,9%	\$26.141
2 - Riego 60/40	1	No	\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,0	65%	\$256.797	25,3%	\$23.707
	2	No	-\$9.736	0	50	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,2	65%	\$247.289	25,5%	\$26.141
	1	Si	\$0	0	60	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,3	65%	\$81.048	12,2%	\$25.528
2 - Riego 60/40	2	Si	\$0	0	40	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,7	65%	\$21.507	8,7%	\$23.484
	1	No	\$0	0	60	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,3	65%	\$253.450	24,2%	\$25.528
	2	No	\$0	0	40	\$443	\$247	0,82	4,90	\$190.000	5,7	65%	\$193.910	22,0%	\$23.484

Figura 29 - Represa Multipredial: consolidación de escenarios planteados.

Los escenarios analizados permiten ver que, en proyectos de riego multipredial, uno de los principales desafíos se encuentra en encontrar el equilibrio en el diseño de un esquema de compensación que logre un balance justo y sostenible en la rentabilidad individual de cada productor. A pesar de que ambos participantes pueden aportar capital en proporciones iguales y acceder a superficies regadas similares, pueden existir diferenciales que hagan que la rentabilidad del negocio sea distinta para cada productor, como es en el caso de la represa cuando es dueño un solo productor.

Los resultados muestran que pequeños ajustes en la forma de compensación (ya sea a través de pagos anuales, redistribución del acceso al agua o reducción del canon) pueden generar diferencias significativas en los indicadores financieros, afectando la percepción de atractivo del proyecto para cada parte. Haciendo que la definición del modelo de negocio y del acuerdo entre productores se vuelve un factor clave para garantizar que la participación sea rentable y equitativa para ambas partes.

El riego multipredial representa una herramienta interesante para optimizar recursos y aumentar la escala de inversión, pero su éxito y rentabilidad dependerá de la capacidad de diseñar estructuras colaborativas que distribuyan beneficios y costos de forma proporcional al aporte de cada actor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 7 – Conclusiones

¿Es económicamente viable y rentable para una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo implementar un sistema de riego artificial en sus cultivos de soja y maíz, considerando su contexto climático, productivo y financiero?

Sí pero, es la primera respuesta que se puede dar. La implementación de un sistema de riego artificial es económicamente viable y rentable para una PyME agrícola-ganadera del litoral uruguayo, siempre que se cumplan ciertas condiciones técnicas y de acceso a financiamiento y beneficios fiscales. Esta conclusión se apoya en el análisis detallado de los diferentes escenarios planteados, sobre todo el Escenario 2 para el capítulo 5, considerado el modelo de referencia para este estudio con valores promedios.

Indicadores económicos del escenario modelo para el caso de inversión individual

- Inversión total (Represa + Equipos + Tendido Eléctrico): \$ 310.000
- Superficie regada: 80 ha de maíz
- Rendimiento incremental por ha regada: 4,9 t de maíz
- Precio del maíz: \$247
- Financiamiento: con préstamo bancario a 15 años a tasa fija del 5,5% en dólares
- Beneficio fiscal: exoneración del 65 % del IRAE (COMAP)
- Valor Actual Neto (VAN): \$59.336
- Tasa Interna de Retorno (TIR): 9,2 %
- Tasa de descuento aplicada: 7%
- Período de evaluación: 20 años
- Período de recuperación (payback): aproximadamente 7 años
- Flujo neto anual final (sin préstamo ni exoneración): \$34.037

Los resultados analizados muestran que la implementación de sistemas de riego artificial en cultivos de verano como soja y maíz en el litoral uruguayo mediante la construcción de una represa y el uso de sistema pivote central es técnica y económicamente rentable, sobre todo cuando se consideran los efectos del cambio climático, variabilidad de precipitaciones y las oportunidades de mejora en productividad. Tanto el análisis de inversión individual como multipredial permiten afirmar que el riego no solo mejora los rendimientos, sino que estabiliza los ingresos y agrega valor patrimonial al campo. También es importante resaltar que la rentabilidad de estos proyectos, está condicionada a una adecuada estructuración financiera y al acceso a beneficios fiscales como los otorgados por COMAP, como se puede observar en la Figura 17, sin este beneficio el proyecto deja de ser económicamente viable.

En el capítulo 5 el análisis del modelo de inversión individual en riego, a través de una represa propia y pivote central, muestra resultados favorables para una PyME agrícola del litoral uruguayo. En el escenario modelo (80 ha de maíz regado, inversión de \$ 310.000, préstamo bancario a tasa

5,5% y exoneración fiscal del 65 %), se obtuvo un VAN de \$59.336 y una TIR del 9,2 %, con un período de amortización de casi 7 años, dependiendo del escenario. Sin embargo, en situaciones menos optimistas, con precios mas bajos, la inversión sigue generando flujos anuales positivos pero destruye valor, obteniendo una TIR por debajo del costo de oportunidad evaluado del 7%.

La incorporación del riego, además de mejorar rendimientos, permite al productor contar con mayor previsibilidad productiva y revaloriza el activo rural. El análisis también muestra que la inversión con financiamiento bancario para ser económicamente viable esta más sujeto según incentivos fiscales y condiciones productivas, entendiéndose rendimiento y precio de los granos.

En el capítulo 6 se evalúa el modelo de represa multipredial, donde dos productores comparten la inversión y uso de una represa, aquí el desafío planteado no está en la infraestructura, sino en el diseño de un modelo de uso y compensación equitativo. Aunque ambos productores aportan capital en partes iguales, el hecho de que uno ceda parte de su tierra para la represa genera una asimetría patrimonial y operativa.

De los tres escenarios modelados (ver Figura 28), el único caso donde el productor 2 no le es económicamente viable la inversión y destruye valor es para el escenario 1 con financiamiento de la inversión mediante deuda. En el resto de los escenarios y sus casos ambos productores obtienen un retorno de la inversión por encima de la tasa de descuento usada (7%).

El análisis confirma que el modelo multipredial es económicamente viable y rentable, pero su éxito dependerá de la calidad del acuerdo entre partes y del marco institucional que lo respalde.

Otros actores decisivos en la rentabilidad y viabilidad de este tipo de proyecto son los beneficios fiscales otorgados a través del régimen COMAP y las tarifas preferenciales de UTE que cumplen un rol muy importante. Los resultados muestran que la ausencia de exoneraciones fiscales reduce la TIR a niveles inferiores a la tasa de descuento (por ejemplo, del 9,2% al 2,0 % en el escenario modelo sin COMAP presentado en el capítulo 5.6), lo cual compromete la viabilidad del proyecto.

Esto reafirma la importancia de que las políticas públicas continúen apoyando proyectos de riego mediante diferentes mecanismos:

- Exoneraciones impositivas sobre el IRAE, IVA y tributos a la importación.
- Tarifas diferenciales en energía eléctrica.
- Financiamiento accesible a través del BROU con tasas competitivas y plazos largos.

El apoyo del Estado es, por tanto, una condición necesaria, al menos hoy en día considerando el valor de la tierra y el costo de riego, para que las PyMEs accedan a tecnologías que de otro modo no serían adoptadas. Además, la política pública no solo mejora la rentabilidad del productor, sino que contribuye a mitigar el riesgo climático y la estabilidad productiva del país.

Otras observaciones relevantes que conviene destacar, incluso en años con precipitaciones dentro del promedio histórico, los cultivos de verano como la soja y el maíz presentan un déficit hídrico estructural que impide alcanzar su máximo potencial productivo. Este déficit se vuelve

especialmente crítico en las fases de floración y llenado de grano, donde una carencia de agua, aunque sea breve, puede traducirse en pérdidas significativas de rendimiento. Esta condición climática, convierte al riego artificial en una herramienta no solo de mitigación del riesgo, sino también en una oportunidad concreta para aumentar la productividad, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y estabilizar los resultados económicos.

A su vez, se reconoce que la inversión en infraestructura de riego, especialmente mediante represas, tiene un impacto directo sobre el valor patrimonial del campo. Más allá de los beneficios productivos anuales, la existencia de una represa en el predio contribuye a mejorar su posicionamiento en el mercado, y representa un activo de largo plazo que incrementa la capitalización del productor. Por tanto, este tipo de inversión no debe analizarse únicamente desde el punto de vista operativo, sino también considerando su aporte a la valorización del inmueble rural.

Desde el punto de vista agronómico, la evidencia empírica muestra que el riego tiene un efecto significativo sobre los rendimientos, con aumentos que pueden superar el 80 % en maíz y alcanzar el 40 % en soja, dependiendo de las condiciones climáticas del año y la zona. Incluso en zafras relativamente normales, el riego permite capitalizar momentos estratégicos de desarrollo del cultivo, mejorando la eficiencia en el uso de los insumos y generando una mayor previsibilidad en los resultados.

Por último, cabe destacar que la vida útil de los sistemas de riego correctamente diseñados y mantenidos puede alcanzar, e incluso superar, los 20 años. Esta característica permite amortizar la inversión inicial en plazos razonables, entre 7 y 8 años en escenarios medios, y continuar generando retornos positivos durante más de una década adicional.

LISTA DE REFERENCIAS

Bibliografía

Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social. (2022). *Riego y productividad en Uruguay*. CERES. https://ceres.uy/admin/uploads/slides/archivo_1679074146.pdf

Facultad de Agronomía – Universidad de la República. (2022). *Riego en cultivos de verano* [Apuntes de clase, curso de Ingeniería Agronómica]. Montevideo, Uruguay.

MGAP - DIEA. (2024, abril 29). *DIEA presenta resultados de la Encuesta Agrícola de Invierno 2024*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/diea-presenta-resultados-encuesta-agricola-invierno-2024>

Cámara Mercantil de Productos del País. (s.f.). *Cereales y oleaginosas*. <https://camaramercantil.com.uy/cereales-y-oleaginosas/>

Baethgen, W., & Terra, R. (2010). *El riego en un clima cambiante*. Montevideo: IRI – Universidad de Columbia & Universidad de la República.

Baroffio, J. (2023, octubre 4). *Estamos muy abocados a la producción porque es la forma de cuidar el negocio*. Revista Verde. <https://revistaverde.com.uy/indicadores/estamos-muy-abocados-a-la-produccion-porque-es-la-forma-de-cuidar-el-negocio/>

CEPAL. (2024). *Indicador 6.4.2 – Nivel de estrés hídrico (ODS 6)*. Agenda 2030 América Latina y el Caribe. https://agenda2030lac.org/estadisticas/regional-data-bank-statistical-follow-up-sdg-1.html?indicator_id=3875&lang=en

OPYPA - Oficina de Programación y Política Agropecuaria. (2012). *Anuario de OPYPA 2012*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

OPYPA - Oficina de Programación y Política Agropecuaria. (2024). *Avances en el régimen de promoción de inversiones (COMAP) y su impacto en las adquisiciones relacionadas con el acceso a agua y el riego*. En Anuario OPYPA 2024. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. <https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2024/TP/7/TP7web/TP7-Avancesenelregimen.pdf>

El Observador. (2025, febrero 27). *El MGAP destacó un doble crecimiento en la existencia de sistemas de riego por pivote en Uruguay*. El Observador. <https://www.elobservador.com.uy/agro/el-mgap-destaco-un-doble-crecimiento-la-existencia-sistemas-riego-pivote-uruguay-n5987238>

CAF - Banco de Desarrollo de América Latina. (2023, julio 21). *El fenómeno de El Niño: Lecciones de la sequía en Uruguay*. <https://www.caf.com/es/blog/el-fenomeno-de-el-nino-lecciones-de-la-sequia-en-uruguay/>

INIA. (s.f.). *Balance hídrico – Grilla*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. <https://www.inia.uy/gras/Monitoreo-Ambiental/Balance-H%C3%ADdrico/Balance-h%C3%ADdrico-suelos-Uruguay/Balance-Hidrico-Grilla>

UTE. (s.f.). *Riego*. Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas. <https://www.ute.com.uy/riego>

Uruguay. Ley N.º 19.553. (2017, 25 de octubre). *Regulación del uso y gestión del agua en sistemas de riego multipredial*. Diario Oficial. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19553-2017>

Blanco, F. (s.f.). *Fuentes de agua y riego* [pp. 29–135]. INIA La Estanzuela.

Hayashi Tsumura, R. (2022.). *Riego deficitario en maíz y soja : estrategias para el dimensionamiento de equipos de riego para mejorar la productividad del agua en condiciones de clima templado*. (Tesis doctoral). Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Agronomía. Unidad de Posgrados y Educación Permanente.

APÉNDICES

Consultas a diferentes actores del rubro

Augusto Solsona - Tecnico Agropecuario y Administrador de Empresas

Pablo Ott - Ing Agronomo

Sebastian Mazzili - Ing Agronomo, Director del INIA

Santiago Arana - Ing Agronomo, Fundador y Tecnico en Regadores Unidos del Uruguay

Juan Carlos Baroffio - Ing Agronomo, Presidente de Regadores Unidos del Uruguay

Felipe Lopez - Ing Agronomo

A continuación se detallan las consultas realizadas a los actores del sector agropecuario y referentes técnicos con experiencia en proyectos de riego mencionados, cuyos aportes fueron relevantes para el desarrollo de esta tesis. Las respuestas reflejan estimaciones, recomendaciones y experiencias propias, utilizadas como insumo para modelar los escenarios presentados en el trabajo.

1. Costos fijos y variables del sistema de riego

Costo de inversión estimado por hectárea regada (represa + sistema de riego por pivote central):

- Entre \$ 3.000 y 4.000 por ha, dependiendo del diseño, escala y eficiencia constructiva.

Costo por km de tendido eléctrico:

- Aproximadamente \$ 20 por metro lineal.
- Se recomienda verificar disponibilidad de carga en la red (UTE).

Potencia recomendada:

- Se estima una potencia contratada de 0,7 kW por ha regada.

Costo de energía por ha de riego:

- \$ 0,30 a 0,40 por mm regado.
- Un cultivo de verano requiere de riego adicional entre 200 mm (soja) y 250 mm (maíz) en su ciclo.
- Costo anual aproximado por ha: \$ 80.

Recomendación de lámina de riego para maíz:

- 8 mm por ha por día.

Costo de mantenimiento de la represa:

- En general es bajo o nulo, dependiendo de la zona.

Empresa constructora y características técnicas del caso estudiado:

- Empresa constructora: [No especificada].
- Tiempo de construcción: 9 meses.
- Ubicación: Cololo.
- Dimensiones: 450 m x 50 m (base), altura máxima 13 m.
- Tipo de suelo: 10.1. No fue necesario impermeabilizar.
- Vertederos: de máxima y mínima.
- Costo total represa (sin riego): \$ 300.000.

Sistema de riego utilizado:

- Aspersión con pivote central.
- Costo: \$ 4.000/ha.
- Capacidad de riego: 8,5 mm/ha/día.
- Capacidad de riego en soja (teórica): hasta 700 ha, dependiendo del consumo y reserva.

2. Recomendaciones generales para el diseño de sistema de riego

Sistema sugerido para campos del litoral:

- Riego por aspersión con pivote central.

Parámetro para estimar capacidad de riego según tamaño de cuenca:

- Se puede considerar como referencia la mitad de la superficie de la cuenca. Ejemplo: cuenca de 200 ha puede regar 100 ha.
- Considerar variabilidad interanual de escurrimiento y demanda.
- Es necesario calcular índice de satisfacción hídrica.
- Se recomienda a la hora de llevar a cabo el proyecto hacer un análisis más crítico de estos datos.

3. Rendimientos bajo riego

Incremento de rendimiento estimado:

- Maíz (primera y segunda): hasta 15.000 kg/ha en condiciones óptimas.
- Soja: difícil alcanzar los 6.000 kg/ha ; igual mejora significativa con riego.

4. Beneficios fiscales y apoyos públicos

Régimen de promoción de inversiones (COMAP):

- Exoneración promedio del 65% del IRAE.
- Vigencia: hasta 10 años.
- Se presenta un proyecto individual.
- La exoneración puede alcanzar hasta el 90% del monto calculado.
- Es posible incluir maquinaria asociada al proyecto si representa al menos el 50% del total.

UTE:

- 15% de descuento sobre tarifas de riego entre octubre y marzo.
- Igualación de tarifa punta con tarifa llana (doble horario).
- Beneficios vigentes por exhorto del Poder Ejecutivo (no automáticos por ley).

Créditos del BROU:

- Tasa: 5,5% anual.
- Plazo: entre 8 y 20 años.
- Tope: según garantías ofrecidas.

5. Valor patrimonial de la represa y amortización

Revalorización del campo con riego:

- Se reconoce un valor agregado, aunque difícil de cuantificar.
- Criterio razonable: depreciar la inversión en 20 años y sumar el valor residual al campo.
- Algunos estudios utilizan el valor residual como el 100% de la inversión.
- Una tasa de descuento válida para evaluar el proyecto ronda los 6% o 6,5%.

Plazo de amortización promedio:

- Proyectos de riego bien diseñados se amortizan en 10 años.

6. Consideraciones sobre represas multiprediales

Opiniones recabadas:

- El modelo está en etapa incipiente, aunque hace años se viene hablando.
- Requiere mayor maduración técnica, legal y operativa.

Nota: La información recabada mediante entrevistas y consultas fue utilizada con fines orientativos, y complementada con fuentes técnicas y datos de instituciones oficiales.

Detalle de cálculos económicos, financieros y otros

Este apéndice presenta la estructura de cálculo empleada en la modelación del proyecto, utilizando una planilla en Google Sheets. Se incluye el desglose de ingresos, costos, financiamiento y métricas de rentabilidad (VAN y TIR). Las siguientes figuras muestran los principales bloques de cálculo utilizados.

Datos Base	Escenarios		
	Pesimista	Medio	Optimista
ha cosechadas con riego			
ha		80	
VBP Incremental			
VBP incremental Soja (usd/ha)	\$285	\$363	\$478
VBP incremental Maíz (usd/ha)	\$966	\$1.210	\$1.550
VBP incremental Soja (t/ha)		0,82	
VBP incremental Maíz (t/ha)		4,90	
Precios			
Precio Soja (usd/t)	\$348	\$443	\$583
Precio Maíz (usd/t)	\$197	\$247	\$316
Total Cosechado con Riego (kg/ha)			
Soja		3.078	
Maíz		10.163	
Potencial Soja		6.000	
Potencial Maíz		15.000	
Costos			
<i>Fijos</i>			
Estimación ha (Represa + Equipos)	\$4.000	\$3.500	\$3.000
Represa, Equipos e Instalación	\$320.000	\$280.000	\$240.000
Tendido Eléctrico (UTE) - 1.5 km	\$30.000	\$30.000	\$30.000
<i>Variables</i>			
Energía (usd/ha)	\$80	\$80	\$80
Agroquímicos y Fertilizantes (usd/ha)	\$150	\$150	\$150
Mantenimiento Sistema de Riego (usd/ha)	\$100	\$100	\$100
Financiación y Descuentos			
Comap Exonración IRAE	50%	65%	80%
Descuento UTE		15%	
Interés préstamo	6%	5,5%	4%
Impuesto IRAE		25%	
Tamaño de Represa (Costo oportunidad)		20	
Préstamo e intereses			
Préstamo		\$310.000	
Interés		5,5%	
Cuotas		15	
Cuota + Interés Anual		\$30.884	
Prestamo Costo Total		\$463.259	
Costo Interés Total		\$153.259	
Amortización del Capital Anual		\$20.667	
Interés Anual		\$10.217	
IRAE promedio Actual (sin riego)			
\$UY		\$663.120	
\$		\$15.789	

Figura A1 - Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 11 (flujo de fondos anual – represa individual).

Escenario	Con Préstamo?	15 años		20 años		Revalorización del campo por Riesgo (suma en año 20)	Año							
		TIR	VAN	TIR	VAN		0	1	2	3	4	5	6	
1	No	11,3%	\$83.330	12,9%	\$152.632	\$224.000	-\$310.000	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778
1	Si	-6,2%	-\$197.958	2,5%	-\$128.856	\$224.000	-\$310.000	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894
2	No	18,8%	\$247.728	19,6%	\$323.822	\$224.000	-\$310.000	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090
2	Si	6,1%	-\$16.757	9,2%	\$59.336	\$224.000	-\$310.000	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206
3	No	16,5%	\$224.531	17,3%	\$300.624	\$224.000	-\$350.000	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090
3	Si	2,3%	-\$93.053	6,4%	-\$16.959	\$224.000	-\$350.000	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221
4	No	8,4%	\$32.380	10,5%	\$108.474	\$224.000	-\$310.000	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037
4	Si	-4,9%	-\$248.908	2,0%	-\$172.815	\$224.000	-\$310.000	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153
5	No	26,5%	\$409.062	26,8%	\$493.146	\$224.000	-\$310.000	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989	\$90.989
5	Si	13,8%	\$127.774	15,3%	\$211.857	\$224.000	-\$310.000	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105	\$60.105
6	No	12,6%	\$111.892	14,0%	\$182.265	\$224.000	-\$310.000	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979
6	Si	-3,8%	-\$169.396	3,5%	-\$99.023	\$224.000	-\$310.000	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096

Figura A2 - Parte 1. Detalle completo del flujo anual de ingresos utilizado para el cálculo del VAN y la TIR presentados en la Figura 14 (Evaluación del VAN y la TIR en los diferentes escenarios planteados).

					Hasca aca exoneracion de IRAE						Hasca aca pago de cuota					
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$46.778	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342		
\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	\$15.894	-\$9.542	-\$9.542	-\$9.542	-\$9.542	-\$9.542	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342	\$21.342		
\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$36.206	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$67.090	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	\$32.221	-\$832	-\$832	-\$832	-\$832	-\$832	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$3.153	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$34.037	\$258.037		
\$90.989	\$90.989	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$272.974		
\$60.105	\$60.105	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$18.090	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$48.974	\$272.974		
\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$49.979	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$247.343		
\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	\$19.096	-\$7.541	-\$7.541	-\$7.541	-\$7.541	-\$7.541	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$23.343	\$247.343		

Figura A3 - Parte 2. Continuación del flujo anual de ingresos correspondiente a la Figura 14.

Datos Base	Escenarios		
	Pesimista	Medio	Optimista
ha cosechadas con riego - Total (P1 + P2)			
ha		100	
VBP Incremental			
Soja (usd/ha)	\$285	\$363	\$478
Maíz (usd/ha)	\$966	\$1.210	\$1.550
Soja (t/ha)		0,82	
Maíz (t/ha)		4,90	
Precios (usd/t)			
Soja	\$348	\$443	\$583
Maíz	\$197	\$247	\$316
Costos			
<i>Fijos</i>			
Estimación usd/ha (inversión total)	\$4.000	\$3.500	\$3.000
Represa, Equipos e Instalación	\$400.000	\$350.000	\$300.000
Tendido Eléctrico (UTE) - 1.5 km	\$30.000	\$30.000	\$30.000
<i>Variables</i>			
Energía (usd/ha)	\$80	\$80	\$80
Agroquímicos y Fertilizantes (usd/ha)	\$150	\$150	\$150
Mantenimiento Sistema de Riego (usd/ha)	\$100	\$100	\$100
Financiación y Descuentos			
Comap Exonración IRAE		65%	
Descuento UTE		15%	
Interés préstamo		5,5%	
Impuesto IRAE		25%	
Tamaño de Represa (ha) (Costo oportunidad)		15	
Préstamo e intereses			
Préstamo		\$190.000	
Interés		5,5%	
Cuotas		15	
Cuota + Interés Anual		\$18.929	
Préstamo Costo Total		\$283.933	
Costo Interés Total		\$93.933	
Amortización del Capital Anual		\$12.667	
Interés Anual		\$6.262	
IRAE promedio Actual (sin riego)			
\$UY		\$663.120	
\$		\$15.789	

Figura A4 - Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 19 y 20 (flujo de fondos anual – represa multipredial productor 1 y 2).

		ha Total 80	Soja 0	Maíz 80	Costo Riego por ha \$3.500	Comap (IRAE) \$ total -	
		Comap (IRAE) 0%		Interés 5,5%	Plazo de amortización 15	Años en los que se amortiza IRAE -	
		Escenario Pesimista		Escenario Medio	Escenario Optimista		
Inversión Represa + Pivote Central							
Inversión inicial	Represa + Equipos	\$280.000		\$280.000	\$280.000		
	Tendido Eléctrico (UTE)	\$30.000		\$30.000	\$30.000		
	Total	\$310.000		\$310.000	\$310.000		
Ingresos operativos	VBP incremental Soja	\$0		\$0	\$0		
	VBP incremental Maíz	\$77.298		\$96.784	\$124.000		
	VBP incremental total	\$77.298		\$96.784	\$124.000		
Costos operativos	Costo Energía	-\$6.400		-\$6.400	-\$6.400		
	Costo Agroquímicos y Fertilizantes	-\$12.000		-\$12.000	-\$12.000		
	Mantenimiento Sistema de Riego	-\$8.000		-\$8.000	-\$8.000		
Descuentos o ingresos adicionales	Descuento UTE	\$960		\$960	\$960		
Costos de oportunidad	Costo oportunidad (20 ha maíz)	-\$20.735		-\$25.961	-\$33.262		
	Resultado Operativo	\$31.124		\$45.383	\$65.298		
Impuestos y beneficios fiscales	IRAE Riego (25%)	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325		
	IRAE Actual	\$0		\$0	\$0		
	IRAE Total	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325		
	IRAE a pagar	-\$7.781		-\$11.346	-\$16.325		
	Exoneración IRAE	\$0		\$0	\$0		
Costos financieros	Amortización del capital	-\$20.667		-\$20.667	-\$20.667		
	Intereses	-\$10.217		-\$10.217	-\$10.217		
	Amortización préstamo solo con VBP(años)	19,8		13,6	9,5		
Resultados Netos	Resultado Neto sin préstamo	\$23.343		\$34.037	\$48.974		
	Resultado Neto pagando préstamo	-\$7.541		\$3.153	\$18.090		

Figura A5 - Flujo de fondos anual estimado para inversión individual en riego sin considerar el beneficio fiscal de la COMAP.

Escenario	Productor	Pagando Cuota?	15 años		20 años		Revalorización del campo por Riego (suma en año 20)	Año						
			TIR	VAN	TIR	VAN		0	1	2	3	4	5	
1	1	No	30,9%	\$240.243	31,3%	\$322.505	\$154.000	-\$190.000	\$70.033	\$70.033	\$70.033	\$70.033	\$70.033	\$70.033
	1	Si	15,9%	\$67.841	18,3%	\$150.102	\$154.000	-\$190.000	\$51.104	\$51.104	\$51.104	\$51.104	\$51.104	\$51.104
	2	No	17,6%	\$110.575	18,4%	\$146.325	\$30.000	-\$190.000	\$42.774	\$42.774	\$42.774	\$42.774	\$42.774	\$42.774
	2	Si	-3,3%	-\$61.827	4,9%	-\$26.078	\$30.000	-\$190.000	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845
1-ALT	1	No	24,6%	\$181.769	25,3%	\$256.797	\$154.000	-\$190.000	\$56.403	\$56.403	\$56.403	\$56.403	\$56.403	\$56.403
	1	Si	-0,4%	-\$55.600	8,1%	\$19.428	\$154.000	-\$190.000	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845	\$23.845
	2	No	25,1%	\$200.688	25,5%	\$247.289	\$30.000	-\$190.000	\$54.456	\$54.456	\$54.456	\$54.456	\$54.456	\$54.456
	2	Si	10,4%	\$28.286	12,9%	\$74.886	\$30.000	-\$190.000	\$35.527	\$35.527	\$35.527	\$35.527	\$35.527	\$35.527
2	1	No	23,4%	\$175.717	24,2%	\$253.450	\$154.000	-\$190.000	\$53.475	\$53.475	\$53.475	\$53.475	\$53.475	\$53.475
	1	Si	7,4%	\$3.314	12,2%	\$81.048	\$154.000	-\$190.000	\$34.546	\$34.546	\$34.546	\$34.546	\$34.546	\$34.546
	2	No	21,3%	\$151.258	22,0%	\$193.910	\$30.000	-\$190.000	\$50.205	\$50.205	\$50.205	\$50.205	\$50.205	\$50.205
	2	Si	4,1%	-\$21.145	8,7%	\$21.507	\$30.000	-\$190.000	\$31.276	\$31.276	\$31.276	\$31.276	\$31.276	\$31.276

Figura A6 - Parte 1. Detalle completo del flujo anual de ingresos utilizado para el cálculo del VAN y la TIR correspondientes a los escenarios evaluados en la represa multipredial (Capítulo 6, Sección 5).

Hasta acá exoneración de IRAE					Hasta acá pago de cuota									
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575
\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$9.646	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$28.575	\$182.575
\$42.774	\$42.774	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$48.839
\$23.845	\$23.845	-\$90	-\$90	-\$90	-\$90	-\$90	-\$90	-\$90	-\$90	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$18.839	\$48.839
\$56.403	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$177.707
\$23.845	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$4.778	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$23.707	\$177.707
\$54.456	\$54.456	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$56.141
\$35.527	\$35.527	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$7.212	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$26.141	\$56.141
\$53.475	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$179.528
\$34.546	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$6.599	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$25.528	\$179.528
\$50.205	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$53.484
\$31.276	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$4.555	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$23.484	\$53.484

Figura A7 - Parte 2. Continuación del flujo anual de ingresos utilizado en el análisis de la represa multipredial (Capítulo 6, Sección 5).

mm de consumo de agua (promedio)	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	TOTAL
Agua Necesitada									
Cultivos (extraído de Facultad de Agronomía)			Critico	Critico					
Soja 1ra		Vegetativa	Floracion/Reproductiva		Llenado Grano	Cosecha			
Soja 2da	-71	-71	-189	-150	-94	-30			-605
Malz 2da			-71	-71	-189	-150	-94	-30	-605
Agua total cultivos (se toma el máximo de los cultivos)			-159	-159	-225	-225	-215	-50	-1033
Evapotranspiración Potencial									
Evapotranspiración potencial promedio mensual en 14 años (1990-2014)	-110	-135	-155	-155	-115	-100	-60	-50	
Evapotranspiración potencial en periodo seco (22/23)	-125	-150	-190	-225	-165	-150	-70	-45	
Total agua necesitada									
Promedio	-181	-206	-344	-314	-340	-325	-275	-100	
Periodo seco 22/23	-196	-221	-379	-384	-390	-375	-285	-95	
Agua Disponible									
Agua disponible en el suelo									
Promedio mensual en 7 años	97,5	80,4	71,8	57,9	60,0	80,7	94,3	117,9	
Periodo seco 22/23	67	53	38	33	22	35	70	95	
Lluvias									
Promedio (20 años)	113	104	116	101	111	126	101	83	
Periodo seco 22/23	100	40	70	60	40	80	40	120	
Total agua disponible									
Promedio	210,5	184,4	187,8	158,9	171,0	206,7	195,3	200,9	
Periodo seco 22/23	167	93	108	93	62	115	110	215	
	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	
Agua necesaria	181	206	344	314	340	325	275	100	
Agua disponible promedio	210,5	184,4	187,8	158,9	171,0	206,7	195,3	200,9	
Agua disponible en sequia	167	93	108	93	62	115	110	215	

Consumo de agua (mm) en maíz

Etapa	Vegetativa			Entorno Floración (°C)			Llenado de grano			Ciclo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Año	134	159	177	185	225	243	141	215	183	460	599	603
				(40%)	(38%)	(40%)						

Consumo de agua (mm) en soja

Etapa	VC-Vn			R1-R3			R4-R6			R7-R8			CICLO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Año	65	71	82	121	189	198	159	150	165	78	94	79	423	504	524

Evapotranspiración de referencia (ET₀) en mm para Colonia entre 1990-2014

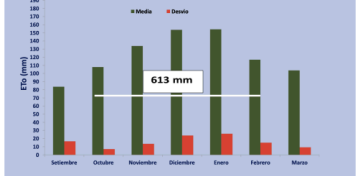


Figura A8 - Detalle de los datos base utilizados en el cálculo de la Figura 7 (Agua necesaria para cultivos, Agua disponible promedio, Agua disponible en sequia).