

UTF/ARG/017
Desarrollo Institucional para la Inversión

**ESTUDIO DEL POTENCIAL DE AMPLIACIÓN
DEL RIEGO EN ARGENTINA**

**Documento de Síntesis sobre potencial de
Ampliación de Áreas de Riego Existente**

Documento Preliminar para discusión

Taller 15 de Abril de 2014
Mendoza - Argentina



Resumen Componente de Áreas de Riego Existente

1. Introducción	3
2. Antecedentes.....	3
3. Contexto y Oportunidad Actual para las iniciativas de inversión	3
4. Objetivos y Enfoque Conceptual del Estudio.....	4
5. Situación actual del riego a nivel mundial y en Argentina	4
6. Marco Metodológico y Operacional del Estudio.....	7
7. Relevamiento de la Información.....	7
8. Cambio Climático.....	9
9. Análisis de Inversiones necesarias.....	11
9.1 Costos de Inversión.....	12
9.1.1 Inversiones en Captación, Transporte y Distribución Fuera de Parcela .	12
9.1.2 Nivel Parcelar	17
9.1.3 Totales Inversiones Acumuladas Fuera de Finca e Intrafinca	20
9.2 Beneficios asociados a las inversiones	21
9.2.1 Índice de Resiliencia al Cambio Climático	22
9.2.2 Ahorros Totales	22
9.3 Evaluación Económica	24
9.3.1 Metodología.....	24
a. Determinación del Valor Bruto de Producción (VBP) e inversión máxima por sistema	24
b. Determinación de VAN y TIR de costos y beneficios de inversión determinados.....	25
c. Análisis de Sensibilidad	26
10. Análisis Social (En desarrollo)	30
11. Análisis Institucional y Legal (En desarrollo)	31
12. Análisis Multicriterio.....	34
13. Anexos.....	35
14. Abreviaturas.....	36
15. Listado de Figuras.	37
16. Listado de Tablas.....	38
17. Bibliografía.....	39

1. Introducción

1. El presente documento de síntesis tiene por objetivo presentar, discutir y validar con el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) de la República Argentina, los criterios y metodologías consideradas, los análisis realizados y los resultados y conclusiones obtenidas, en el marco de la componente del estudio relacionado con el potencial de ampliación del riego en las áreas existentes.

2. Antecedentes

2. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) y el PROSAP, han firmado un acuerdo de Asistencia Técnica, con financiamiento del Banco Mundial, denominado **“Desarrollo Institucional para la Inversión”** (UTF/ARG/017/ARG), el cual tiene como objetivo general mejorar las condiciones de vida de los pequeños y medianos productores, mediante el incremento de las inversiones agropecuarias a través de proyectos claves que favorezcan el desarrollo rural y regional.

3. Uno de sus objetivos específicos es realizar estudios sectoriales y estudios básicos que contribuyan a la generación o ajuste de políticas públicas, así como a la identificación de áreas prioritarias de inversión provincial o nacional. En este marco, uno de los estudios en desarrollo está orientado a identificar el “Potencial de Ampliación de riego en la Argentina”, de cara al contexto actual.

3. Contexto y Oportunidad Actual para las iniciativas de inversión

4. El aumento de la demanda de alimentos a nivel mundial, el incremento del precio de los commodities a nivel internacional y los impactos generados por diferentes escenarios de Cambio Climático, presentan desafíos y oportunidades para el riego como herramienta productiva y de desarrollo sostenible.

5. El riego es esencial para el desarrollo de la agricultura en la mayoría de las Economías Regionales. El desafío tecnológico, institucional y jurídico, es relevante en la agricultura bajo riego. Actualmente, 2,1 millones de hectáreas se encuentran irrigadas a través de la infraestructura existente. Dicha superficie, a pesar de su baja eficiencia relativa, genera alrededor de un 13% del valor de la producción agrícola del país.

6. Complementariamente, las zonas Centro y Noreste Argentino (NEA) presentan disponibilidad de recursos hídricos, condiciones agroecológicas y condiciones edafológicas propicias, que colaborarían con el potencial incremento sostenible de producción de materias primas, particularmente cereales, oleaginosas y carne vacuna.

7. En base a lo anterior, se presenta un entorno y oportunidad favorable, para considerar el potencial aumento de la superficie irrigada, como una herramienta estratégica en la búsqueda del incremento sostenible de la producción argentina.

4. Objetivos y Enfoque Conceptual del Estudio

8. El objetivo principal del estudio es la identificación del potencial del país para la ampliación del área irrigada existente y a su vez la posibilidad de desarrollar nuevas áreas de riego.

9. Los productos obtenidos en las distintas fases del estudio, colaborarán con el objeto de elaborar un análisis del alcance de las diferentes posibilidades y acciones factibles, proponiendo al mismo tiempo, estrategias de acciones e inversiones vinculadas al desarrollo del riego a nivel nacional. Esto también permitirá colaborar en la identificación de acciones que favorezcan las metas planteadas en el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial (PEA), preparado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

10. Para evaluar la viabilidad de potenciales iniciativas de inversión en riego, es necesario caracterizarlas y evaluarlas, desde distintas dimensiones de análisis, tales como:

- Hidrológica (disponibilidad hidrológica, análisis de oferta/demanda hídrica de los sistemas, etc.);
- Agronómica (usos y tipos de suelo, rendimientos, etc.);
- Productiva (modelos productivos y productividades actuales y potenciales, precios y mercados, etc.);
- Económica (costos, rentabilidad económica y financiera y sensibilidad actual y futura, etc.);
- Ambiental (calidad de agua, suelos, impactos esperados, etc.);
- Social (evolución socioeconómica, situación de tenencia de tierras, análisis de las organizaciones de usuarios, caracterización de posibles beneficiarios, etc.);
- Institucional y Legal (evaluación de aspectos críticos en cada provincia, para la gestión del agua de riego, como son los normativos, la institucionalidad pública, los distintos agentes privados, el acceso al crédito, la participación organizada de los usuarios, la titulación de tierras, etc.).

11. En el presente estudio, se propone una metodología de evaluación multicriterio considerando las diversas dimensiones mencionadas, analizando diferentes escenarios productivos y teniendo en cuenta los efectos estimados del Cambio Climático.

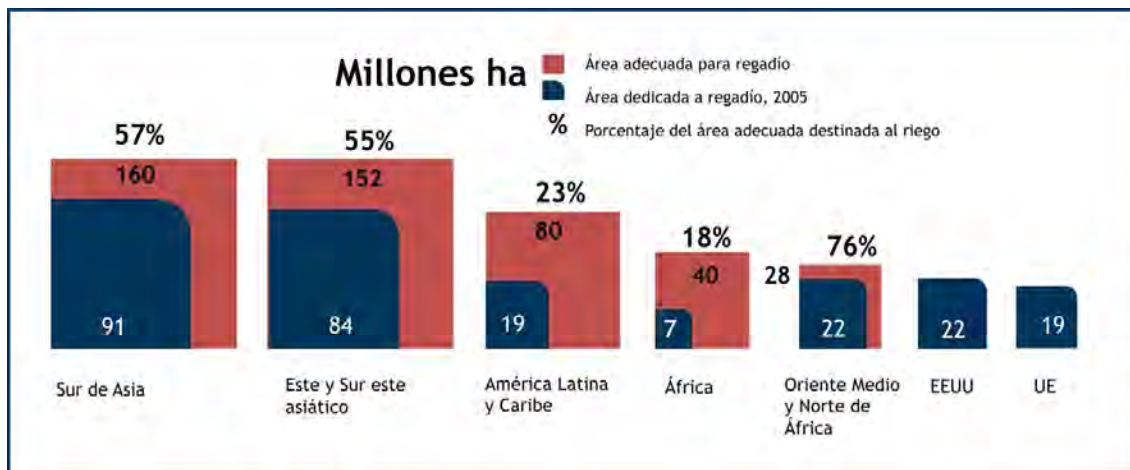
12. A partir de los resultados e iniciativas identificadas, se analizarán y propondrán mecanismos para su implementación, desde el punto de vista de las inversiones en infraestructura, fortalecimiento de organizaciones, acciones institucionales y legales, mecanismos y estrategias de financiamiento y participación pública-privada, etc.

5. Situación actual del riego a nivel mundial y en Argentina

13. Antes de ingresar en la temática específicamente argentina, debe señalarse que según información relevada por la FAO, las únicas dos regiones mundiales con posibilidades de ampliar su área cultivada y de riego de una manera sostenible, son África Sub-Sahariana y

América Latina (la primera región con el 18% de superficie adecuada destinada a riego y la segunda región con el 23%)¹.

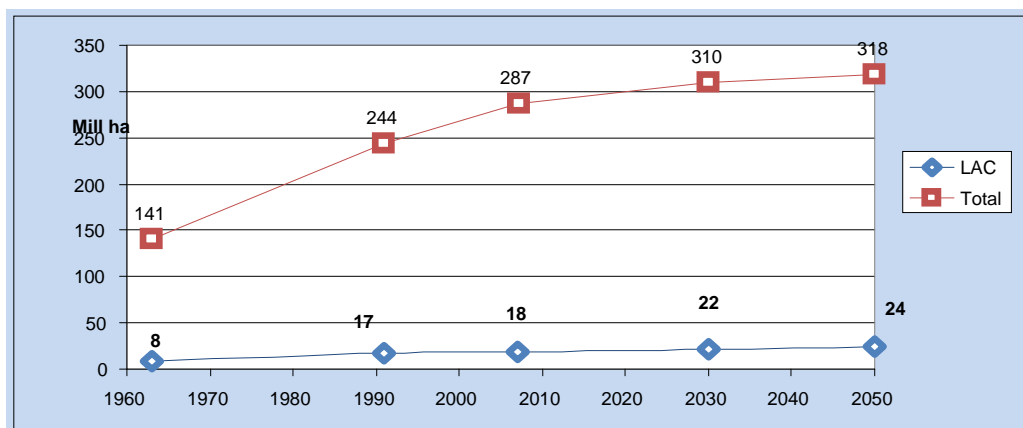
Figura 1. Superficie apta para regadío Vs. Superficie utilizada a nivel mundial



Fuente: Aquastat FAO

14. Precisamente en este contexto de posibilidades de ampliación de las aéreas cultivadas y de riego de manera sostenible, se puede observar en la siguiente Figura tanto la evolución de la superficie irrigada en América Latina desde 1960 como su posible proyección hasta 2050.

Figura 2. Evolución y proyección de la superficie bajo riego en América Latina (1960-2050)

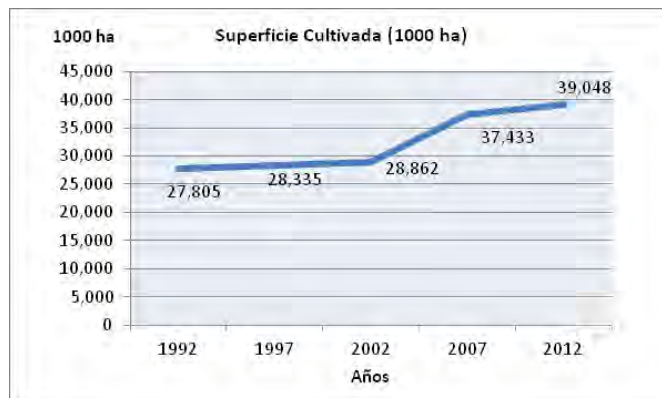


Fuente: Aquastat FAO

15. En cuanto a la República Argentina en particular, es importante destacar que su superficie total cultivada presenta en los últimos veinte años (1992-2012) un crecimiento sostenido (de 27,80 millones de hectáreas en 1992 a 39,04 millones de ha en 2012), con un impulso particular desde 2002, tal como puede observarse en la siguiente Figura.

¹ Aquastat FAO

Figura 3. Evolución de la superficie cultivada en Argentina (1000 ha)



Fuente: Aquastat FAO

16. De lo mencionado precedentemente, en Argentina la superficie productiva actual bajo riego es de 2,1 Millones de hectáreas, lo cual representa un 5% de la superficie total cultivada (las citadas 39 millones de ha). Esta relación entre superficie irrigada y superficie cultivada, es inferior a la que se presenta en la región y en el mundo. A modo de ejemplo, la siguiente Tabla describe de manera sintética las características comparativas básicas del riego en Argentina, América y el mundo.

Tabla 1. Características Comparativas del riego en la Región.

	Argentina	América	Mundo
Superficie Cultivada (millones Has)	39	175,8	1.545
% sobre total de superficie	13,9%	8,6%	10,8%
Población (millones)	41	581,4	7.046
Población Rural	7%	21%	47%
Superficie regada (millones has)	2.1	18	287
% sobre total cultivada	5%	10%	19%

Fuentes: Aquastat, estudio UTF/FAO y Banco Mundial

17. Las referencias anteriores conforman un indicador palpable del potencial y posibilidades que se presentan para el incremento del riego, entendido el mismo además como herramienta de intensificación sostenible de la producción, considerando la posibilidad de un escenario futuro de incremento de la demanda de alimentos, en un ámbito donde el cambio climático y sus impactos en los recursos hídricos, configuran el contexto favorable para analizar posibles inversiones hacia el sector en Argentina.

6. Marco Metodológico y Operacional del Estudio

18. De acuerdo con estudios y estimaciones previas, existe en Argentina un importante potencial para la expansión del riego en las siguientes áreas:

- **Ampliación en áreas de riego existentes**, por medio de la mejora de eficiencia y del uso del recurso hídrico en áreas de riego integral;
- **Introducción de riego suplementario**, en áreas actualmente cultivadas sin riego y/o en áreas nuevas, ya sea con el objeto de posibilitar un incremento en la productividad o una posible diversificación de cultivos;
- **Incorporación de nuevas áreas**, que no se encuentran en producción en la actualidad, y en las cuales es viable su puesta en producción en base a la disponibilidad de recursos hídricos y de adecuadas condiciones agroecológicas.

19. Sobre la base de estas tres áreas, se han realizando distintos talleres de validación de las metodologías utilizadas, para discutir los resultados obtenidos con actores involucrados a nivel público, provincial y nacional, institucional, académico, profesionales de formulación de proyectos de PROSAP y sector privado.

20. En las secciones siguientes se resumen los principales aspectos y resultados obtenidos, en relación al primer grupo, correspondiente a la posible ampliación de riego en áreas existentes.

7. Relevamiento de la Información

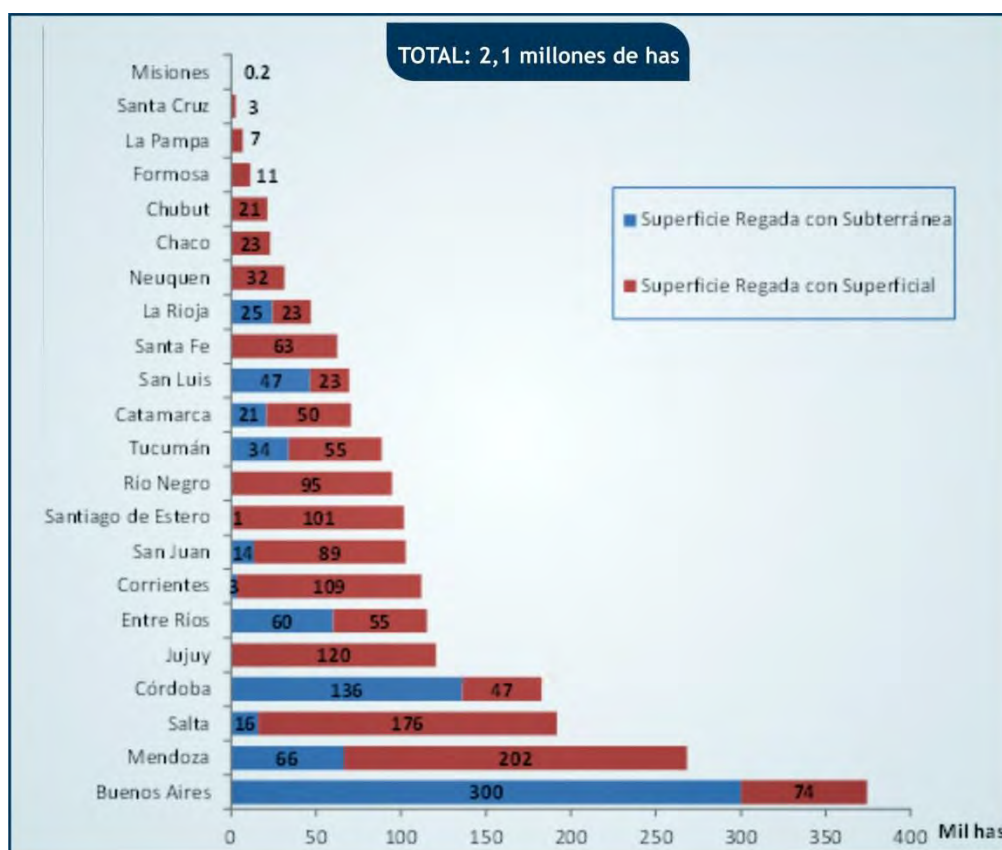
21. Los análisis para evaluar la posible ampliación de áreas existentes han sido realizados por consultores FAO en colaboración con el PROSAP. En primer lugar se realizó un relevamiento en cada provincia que abarcó los siguientes ítems:

- a. **Caracterización General Sistemas Actuales:** características generales de los sistemas de riego, en función de cómo se encontraba disponible la información, ya sea por sistema de riego, por cuenca hídrica o por departamento (división política).
- b. **Análisis Institucional y Organizacional:** existencia de organizaciones de usuarios y de organismos encargados de la administración del recurso hídrico, entre los aspectos más importantes.
- c. **Caracterización Productiva:** se estableció para cada sistema la cantidad de hectáreas cultivadas, los tipos de cultivos involucrados y otra información necesaria para obtener el valor bruto de producción de cada uno de los sistemas y por cultivo. Esta información implicó determinar para cada cultivo las hectáreas cultivadas, los rendimientos, los costos de producción y el precio al productor de los mismos.
- d. **Caracterización Hídrica:** se relevaron los volúmenes anuales disponibles en cada sistema y los ríos o fuentes del recurso.
- e. **Infraestructura Existente:** se realizó un relevamiento general de la infraestructura hídrica existente, desde la captación hasta la distribución de los mismos, en los sistemas en que esta información estaba disponible.

22. La información relevada (cultivos de cada sistema, hectáreas cultivadas bajo riego, rendimientos de los mismos, precios pagados al productor) siguió un proceso de validación de parte de distintos actores entre ellos las provincias a través de la página de web de PROSAP (www.prosap.gov.ar), instituciones provinciales y nacionales, municipalidades y universidades. Además dicha base de datos fue mejorada tras un proceso de localización a través de imágenes satelitales (Google Earth) de todos los sistemas de riego relevados, con el objeto de volcar la información a formato GIS con toda la información relevada y calculada.

23. El resultado del relevamiento concluye que en la actualidad, la superficie en producción bajo riego alcanza un total de 2,08 Millones de ha², lo que corresponde a un 5% de la superficie total cultivada. El 65% de ésta superficie se riega a partir de fuentes superficiales y el resto con agua subterránea, siendo el número total de regantes alrededor de 145,250. La distribución de superficie irrigada por provincia se observa en la figura siguiente.

Figura 4. Superficies bajo riego por provincias (1.000ha).



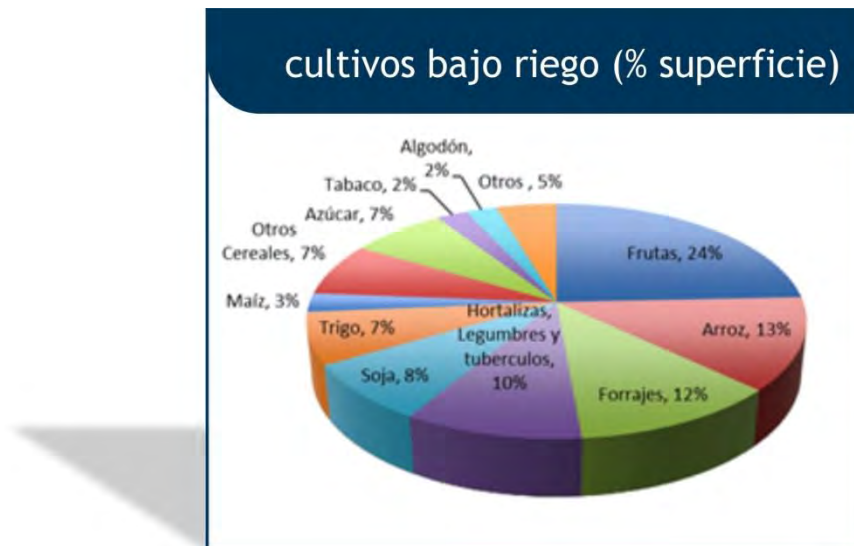
Fuente: Elaboración propia

24. Para cada provincia se hizo un relevamiento detallado de la célula de cultivos bajo riego. Como se observa en la gráfica siguiente el 24% de los cultivos bajo riego son frutales, seguido de arroz y forrajes con un 13% y 12% respectivamente. En cuanto a su valor económico, la

²El relevamiento se terminó en diciembre 2013 para 22 provincias argentinas, excluyéndose Tierra de Fuego.

producción de la superficie bajo riego representa un 13% del valor agregado de la producción agropecuaria del país.

Figura 5. Distribución de cultivos por provincia.



Fuente: Elaboración propia

25. Considerando las células de cultivo de cada sistema, sus rendimientos y los precios y costos al productor, se obtuvo como resultado un valor bruto de producción de **\$ 27.913 millones de pesos**³.

8. Cambio Climático

26. Entre los impactos más relevantes del Cambio Climático para la producción agrícola, se pueden mencionar el incremento de temperaturas, la disminución de disponibilidad hídrica, el incremento de eventos extremos tales como inundaciones, heladas, granizo, etc. Se estima que las pérdidas de productividad asociadas al cambio climático pueden reducir entre 3 y 17 % el PIB agrícola en algunos países de la región (CEPAL 2012), principalmente debido a la reducción o pérdida de cosechas.

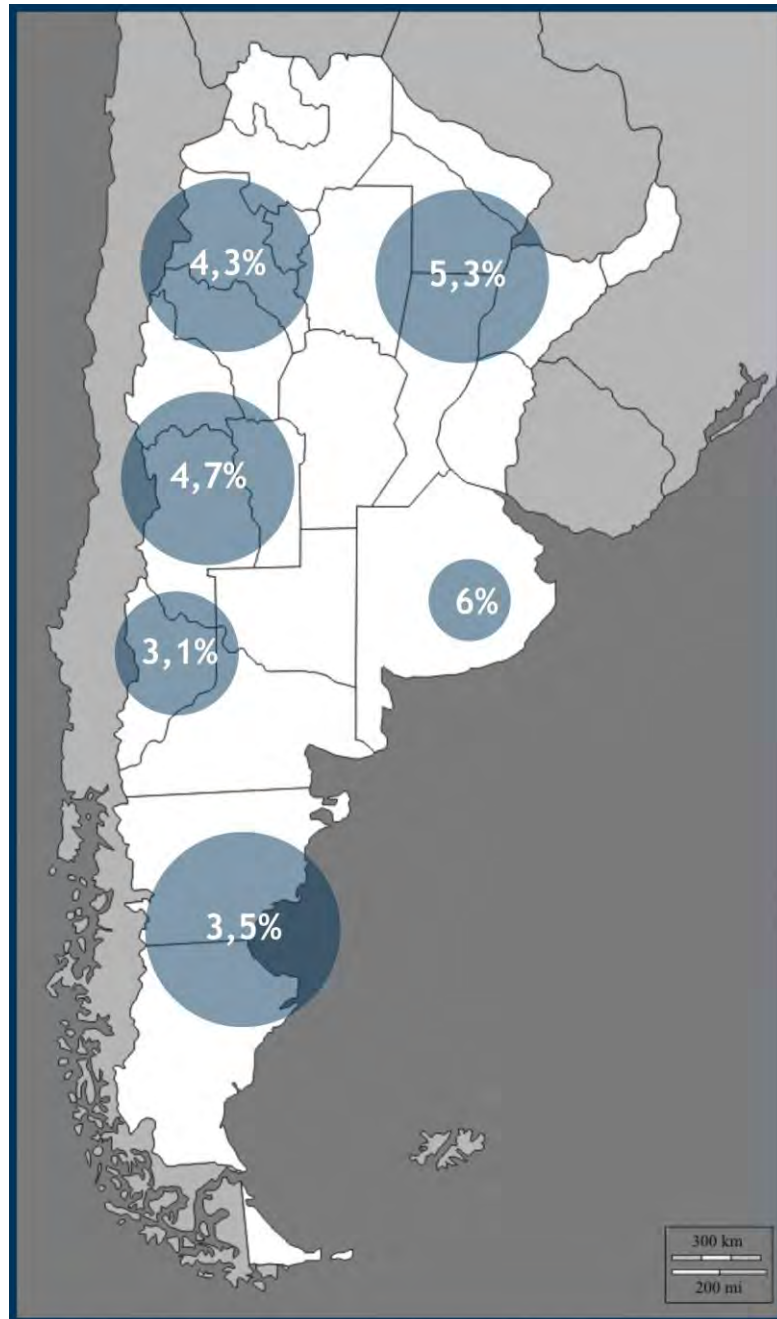
27. A los efectos de éste estudio y con el objeto de estimar y cuantificar los impactos sobre la producción futura se han considerado los dos primeros factores, el incremento de temperatura con el consecuente aumento de la necesidad de riego y, por otro, la disminución estimada de precipitaciones y caudales de los ríos. Las informaciones han sido analizadas por regiones, en base a las evaluaciones y datos del 2º Comunicado Nacional de la República de Argentina a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

28. En la gráfica siguiente pueden observarse los incrementos de necesidades de riego calculados a partir de las variaciones de temperatura estimadas en cada región. Las evaluaciones

³US\$ 5.670 millones.

se realizaron mediante el modelo Aquacrop, considerando las células de cultivo más representativa por región en base al relevamiento de cultivos realizado.

Figura 6. Aumento de necesidades de riego por zonas.



Fuente: Elaboración Propia

29. En la Figura siguiente se resumen las estimaciones de reducción de disponibilidad hídrica por región, en base a informaciones del 2º Comunicado.

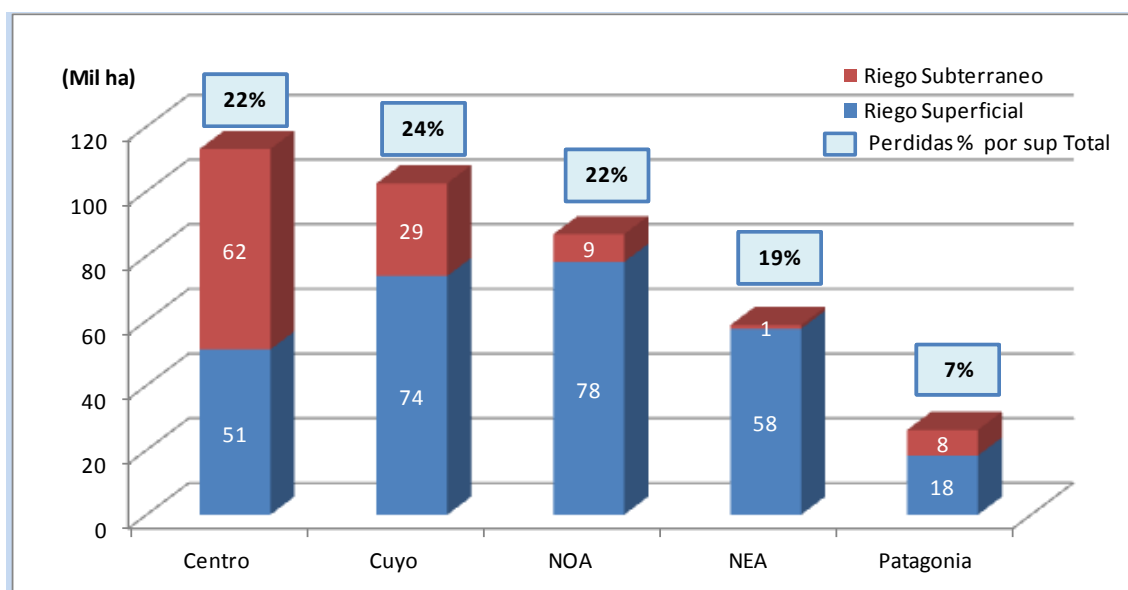
Figura 7. Variación de caudales según el 2º Comunicado Nacional de Argentina.

Cuyo	
San Juan	13%-29%
Mendoza	7%-13%
Atuel	6-10%
Diamante	7%-13%
Tunuyán	6-12%
Cuenca de la Plata	20%
Patagonia	
Río Colorado	20%
Río Chubut	20%
Río Santa Cruz	10%

30. En base a las informaciones anteriores se ha realizado una estimación de las pérdidas productivas que se generarían en escenarios futuros de mayor temperatura y menor disponibilidad de recurso hídrico. De esta forma se calcula que si no se realizan inversiones en los sistemas de riego actuales las pérdidas totales de producción estimadas como pérdidas de superficie equivalente ascienden a 388mil hectáreas.

31. En la figura siguiente se puede observar la distribución de pérdidas de producción estimada por región y por tipo de fuente (en miles de hectáreas), así como la magnitud relativa de las pérdidas en relación a la superficie cultivada. Puede observarse que el impacto es mayor en la región Cuyo con un 24 %, mientras que la región menos afectada es la patagónica con un 7% de pérdidas relativas estimadas.

Figura 8. Pérdidas productivas por Cambio Climático en áreas bajo riego (1.000 ha).



Fuente: Elaboración Propia

9. Análisis de inversiones necesarias

32. Sobre la base de la información relevada, se estimaron las potenciales ampliaciones viables de áreas irrigadas. Para ello se evaluaron las inversiones necesarias, y los beneficios asociados a partir de las mejoras de eficiencias del uso del recurso, tanto en el sistema de captación, transporte y distribución, como a través de las mejoras de tecnificación de riego en parcela.

33. Como resultado de estos aumentos en eficiencia se obtienen ahorros de agua que se traducen en un aumento de superficie cultivada bajo riego y aumento de producción. Inicialmente se planteó un escenario base en el que se propone alcanzar una eficiencia global objetivo del 60%.

34. A partir de las evaluaciones económicas se realizaron distintos escenarios y un análisis de sensibilidad para determinar las inversiones que maximizasen las posibilidades de ampliación del área en cada provincia.

35. Los resultados evaluados permiten estimar preliminarmente que es factible alcanzar una ampliación potencial variable en un rango entre 600 y 980 mil hectáreas a través de mejoras de eficiencias mediante inversiones en los sistemas colectivos y a nivel de parcela. La selección del escenario de inversión a adoptar, y la consecuente estimación de ampliación posible, es uno de los objetivos a ser discutidos y acordados durante el taller.

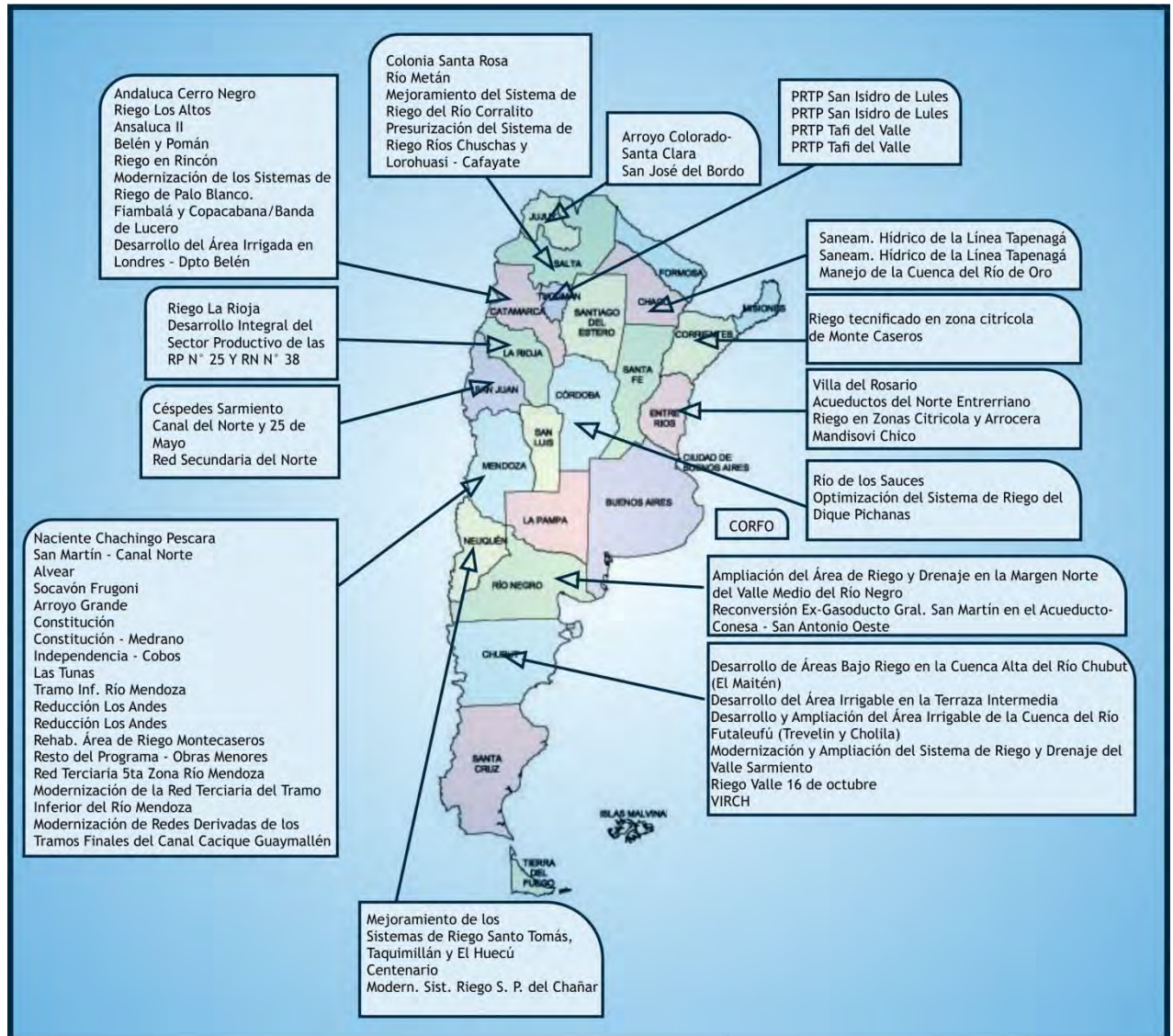
36. No obstante lo anterior, considerando un escenario viable y conservador de las intervenciones posibles a nivel de parcela, se determina una ampliación potencial de 724.000 ha, sobre la cual se presentan el resto de los análisis y resultados del presente informe.

9.1 Costos de Inversión

9.1.1 Inversiones en Captación, Transporte y Distribución Fuera de Parcela

37. Para el análisis y propuestas de inversiones en el sistema colectivo o fuera de parcela, fue realizado un estudio de los proyectos preparados y/o implementados por el PROSAP, el cual es el principal instrumento de inversiones productivas del Ministerio de Agricultura, y que cuenta con una extensa base de proyectos, especialmente de riego y drenaje (ver detalle Anexo 6 y Figura siguiente, con los proyectos y sistemas analizados).

Figura 9. Proyectos de PROSAP analizados.



Fuente: Elaboración propia

38. A partir de un estudio detallado de los proyectos, se identificaron alcances y características de las inversiones consideradas y beneficios asociados, los cuales aseguran condiciones de viabilidad económica en cada una de los sistemas. En base a los análisis realizados, sumados al estudio y conocimientos de los sistemas, y el estado y características de la infraestructura existente, se determinó una metodología de cálculo del costo de la infraestructura colectiva de riego en base a parámetros estándares de los sistemas en cada provincia y/o región. De esta forma se planteó cuáles eran las intervenciones necesarias en cada sistema, las cuales permitirían alcanzar una eficiencia de captación y transporte entre 78% y 85%, según el caso
39. Siguiendo los criterios mencionados, para cada sistema de riego de cada provincia, se definieron los siguientes parámetros:
1. **Superficie total regada** (se obtiene a partir del relevamiento realizado y de la búsqueda de información de los consultores).
 2. **Ubicación cartográfica del sistema** (con ayuda del Google Earth, se ubica la zona regada, dentro de cada provincia).
 3. **Tipología de canales** (a partir de las diferentes superficies regadas involucradas en los sistemas bajo riego, se definen para el cálculo cinco tipologías de canales, en función de la superficie que abastece cada uno).

Tabla 2. Tipología de canales seleccionada para realizar el análisis.

Tipo de Canal	Denominación	Has	
I	Primario	> 40.000	
II	Secundario	15.000,00	40.000,00
III	Terciario	7.000,00	15.000,00
IV	Cuaternario	1.000,00	7.000,00
V	Comunero	0,00	1.000,00

Fuente: Elaboración propia

4. **Longitud del tramo intervenido, m/ha**, parámetro que se obtiene a partir de los datos relevados de los proyectos de PROSAP y del conocimiento local de los consultores. Indica la longitud de canal intervenida en los proyectos clasificándola por su ubicación en el sistema y tamaño en función de la superficie a la que abastece. En base a lo anterior se establece una relación m/ha intervenidos en función del sistema (variable por región) y tamaño de la conducción.

Tabla 3. Parámetro de longitud intervenida por regiones.

Tipo de Canal	has		NOA	Centro-Sur	Patagonia
			m/ha	m/ha	m/ha
I	>40,000		0.65	1.65	1.65
II	15,000	40,000	0.88	1.02	1.02
III	7,000	15,000	0.98	1.35	1.35
IV	1,000	7,000	5.31	5.01	5.01
V	0	1,000	16.24	13.1	13.1

Fuente: Elaboración propia

5. **Pendiente, m/m**, la pendiente de los canales se determina a través de información existente en el terreno, del conocimiento local y del procesamiento de datos de las imágenes satelitales
6. **Caudal**, el caudal de diseño para el cálculo de la infraestructura se adopta en 1,00 l/s para todo los tipos de canales, en aquellas provincias que utilizan otros caudales por ley o por diseño se aplican los correspondientes.
7. **Geometría del canal**, se asume para el cálculo una sección rectangular cuya altura del canal es la mitad de su base.
8. **Dimensionamiento Hidráulico**, en base a los datos anteriores se determina el perímetro mojado correspondiente para cada sistema y tipo de canal.
9. **Parámetro Costo, USD/Km/ha/PM**, Se determina en base a valores de mercado y comparando con la información y datos relevados de los proyectos formulados por el PROSAP. Este parámetro varía en función de la tipología del canal y tiene en cuenta la inversión en obras de conducción y distribución (incidencia de obras singulares). En la mayoría de los sistemas de mayor escala las obras de cabeceras ya se encuentran construidas, a diferencia de lo que sucede en ciertos sistemas de menor escala. Por ello las obras de cabecera son consideradas solamente en los sistemas que requieren de su construcción y/o mejoras, (en general se consideran solamente para las tipología de canales III, IV y V, ya que las obras de cabecera para las tipologías I y II ya se encuentran en su mayoría ejecutadas), La inversión necesaria, se estima en función de las hectáreas a abastecer.

Tabla 4. Parámetro de costo por regiones.

Tipo de Canal	has		NOA	Centro-Sur	Patagonia	Captación
			U\$S/Ha/Km/pm	U\$S/Ha/Km/pm	U\$S/Ha/Km/pm	U\$S/Ha/Km/pm
I	>40,000		3	4	4	
II	15,000	40,000	5	5	5	
III	7,000	15,000	18	10	10	310
IV	1,000	7,000	64	54	89	430
V	0	1,000	246	110	135	660

Fuente: Elaboración propia

- 10. Porcentaje de Intervención,** En cada uno de los sistemas se estima un porcentaje de intervención dependiendo de las características del sistema, considerando el nivel de infraestructura existente. De esta forma se determina un porcentaje de intervención de la red existente con el objeto de alcanzar una eficiencia en el sistema colectivo de conducción y distribución que permita alcanzar una eficiencia variable entre 78% y 86%, según el sistema y provincia, verificándose según los antecedentes de proyecto analizados que dichas inversiones son viables desde el punto de vista económico. Para lograr este objetivo es necesario una inversión en revestimiento y distribución de los canales tipo I, II y III del orden del 100 % (porcentaje de intervención), los de tipo IV el porcentaje de intervención es del orden del 40 % y sin inversión en los de tipo V. En las provincias en las que los sistemas de captación y transporte son privados, se ha considerado que las mejoras a realizar se localizan sobre la captación y una tipología de canal primaria y única, siguiendo la misma metodología de cálculo antes planteada.
- 11. Coeficiente Telescópico,** con el objeto de considerar en los análisis de costos, las reducciones de caudal por entregas durante el recorrido, se ha considerado un coeficiente denominado telescópico, según los siguientes criterios:

Tabla 5. Coeficientes telescópicos aplicados.

Reducción Telescópica		
mts		%
> 30.000		50
7.000,00	30.000,00	60
3.000,00	7.000,00	70
0,00	3.000,00	100

Fuente: Elaboración propia

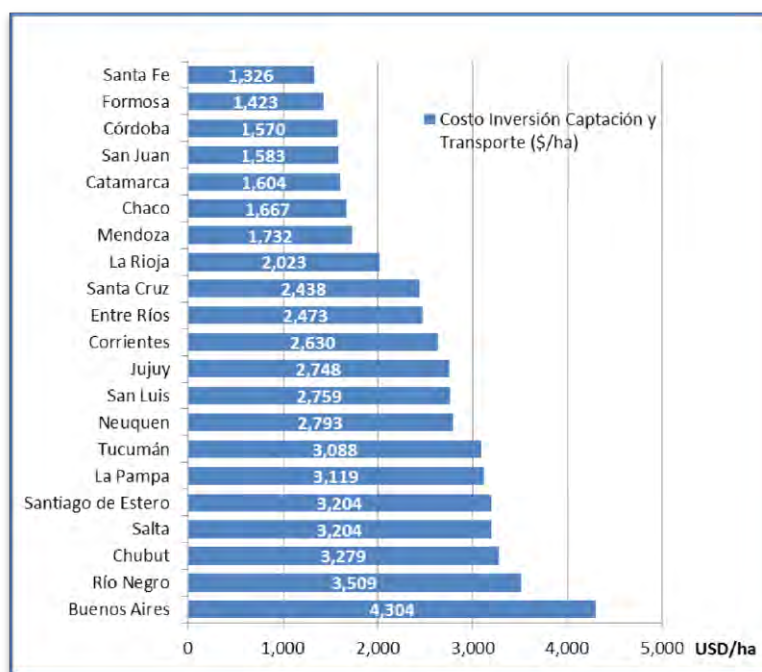
- 12. Costo Total por ha de cada tipología de canales, USD/ha,** se obtiene el costo por hectárea de los distintos tipos de canal intervenidos en los sistemas, en base a la longitud intervenida, los parámetros costos determinados y al perímetro mojado de cada tipología de canal.
- 13. Costo total del sistema, USD,** determinado en base al costo por hectárea y la cantidad de hectáreas del sistema considerado.
- 14. Sistemas de drenaje:** Existe poca información en las provincias relacionadas con la superficie que presenta problema de drenaje y salinización. No obstante lo anterior se estima que actualmente, en base a las bajas eficiencias de los sistemas, aproximadamente entre un 20–30% de la superficie irrigada puede presentar problemas relacionados con niveles freáticos altos o problemas de salinidad.

En base a la experiencia adquirida durante la implementación de proyectos integrales de inversión ejecutados por el PROSAP, la problemática relacionada con drenaje se minimiza importantemente al actuar sobre las mejoras de eficiencias, tanto en los

sistemas colectivos como en parcela. Por ello se considera razonable no considerar las inversiones que serían necesarias en la situación actual, sino que las mismas deben evaluarse en una etapa posterior, una vez que se hayan generado los impactos y beneficios asociados a las inversiones vinculadas a las mejoras de eficiencias. En base a lo anterior en las estimaciones de inversiones actualmente previstas no se han incluido inversiones complementarias en sistemas de drenaje. (Dicha consideración se encuentra en análisis y en discusión). .

15. A partir de estos análisis (ver Tablas completas en Anexo 3) se determinó el costo por hectárea y total de inversión por provincia, siendo la media del país del orden de 2.500 USD/ha. En la Figura siguiente, puede observarse la distribución de inversiones estimadas por provincia.

Figura 10. Inversiones por provincia en captación, conducción y distribución (USD/ha).



Fuente: Elaboración propia

9.1.2 Nivel Parcelar

40. Para determinar los costos de inversión parcelar por provincia, se han planteado distintos escenarios dependiendo de dos criterios principales:

- a. **El nivel de eficiencia final** que se alcanzaría a nivel parcelar, variando desde 65% a 80%.
- b. **Las tipologías de mejoras que se proponen implementar en parcela:**
 - **Sin mejoras:** un porcentaje de productores que habitualmente no muestra proclividad a apoyar proyectos de nuevas obras, según Informes de Encuestas de proyectos PROSAP (para la zona de Mendoza, el 20% de los casos no implementarán mejoras). Por lo que se ha considerado que entre un 10% y un 30%

de la superficie no realiza mejoras por distintos motivos (baja rentabilidad, falta de acceso a crédito, falta de espíritu emprendedor, etc.).

➤ **Con mejoras:** son supuestos que combinados permiten maximizar la eficiencia con el menor costo (ver Anexo 1 detalle de metodología y combinación de escenarios).

- Asimismo, entre 5% y 20% de los casos mantendrán riego superficial con mejoras para alcanzar un 75% de eficiencia (su implementación exige condiciones especiales difíciles de reunir, tales como topografía adecuada para el entubado gravitatorio, disponibilidad del recurso con alta frecuencia, suelos homogéneos en texturas y pendientes, etc.).
- Entre 25% y 65% de los casos mantendrán riego superficial con mejoras, para alcanzar el nivel de eficiencia final de la parcela definido. Esta resulta ser la mayor proporción de casos, ya que es la inversión de menor costo.
- Entre 15% y 30% de los casos incorporarán sistemas presurizados, con una participación relativa de sistemas, correspondiente a la proporción en la que se encuentran representados cada uno de los cultivos a nivel provincial (debido a que el costo del sistema presurizado es relativo al cultivo irrigado).

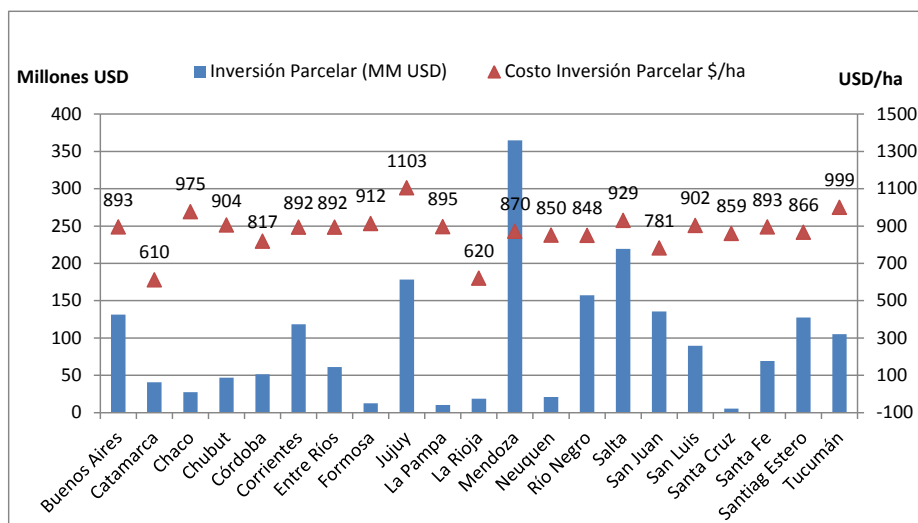
41. A partir de estos supuestos se realizó un análisis por provincia, en función de la información relevada y realizando una tipificación de mejoras, tipos, participación y alcance, analizándose los costos de estas mejoras en función de tipos de cultivo y características agronómicas.

42. Para la determinación de costos de los distintos modelos se utilizó una metodología basada en el costo unitario de cada componente por el volumen requerido en cada caso (ver detalle Anexo 2), como por ejemplo costo en dólares por m³ bombeado, m³ filtrado, m³ conducido, m³ derivado, costo de emisores por m², etc. Los valores finales fueron testeados con valores de mercado de productos de similares características (ver detalle por provincia en Anexo 3).

43. De acuerdo a los criterios anteriores, cada nivel de eficiencia y combinación de tipos de mejoras, presenta a nivel provincial diversos niveles de inversión, diversos ahorros de agua con sus consecuentes beneficios y potencial de expansión en superficie cultivable, incrementos en los rendimientos por mejora en el riego e incorporación de tecnología (ver Anexo 1).

44. En las Figuras siguientes se pueden observar las inversiones a nivel parcelar económicamente viables para cada provincia. Cabe destacar que en dichas inversiones no se incluyen los costos de las componentes blandas, asesoramiento, relevamientos, diseños, etc. Cuyas estimaciones son consideradas en forma separadas.

Figura 11. Inversiones parcelares por provincia, totales y por ha.



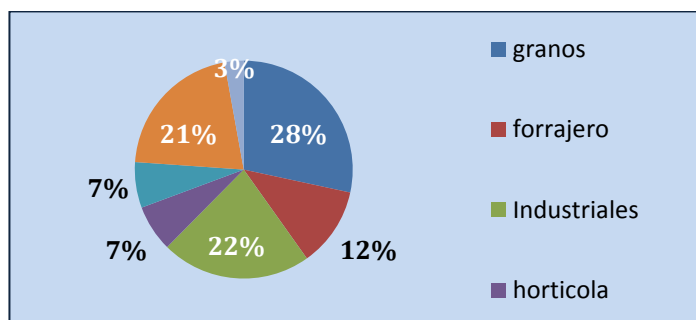
Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Inversiones en parcelas por tipos de mejoras (Millones USD).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Distribución de inversiones en riego presurizado en parcelas por tipo de cultivo.

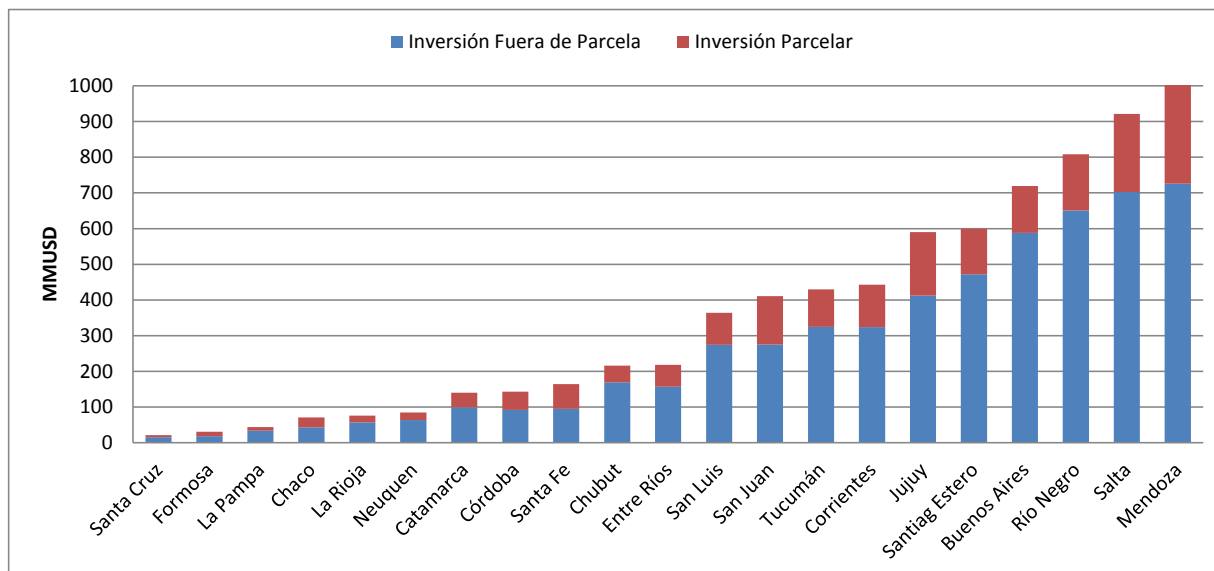


Fuente: Elaboración Propia

9.1.3 Totales inversiones acumuladas fuera de finca e intrafinca.

45. Acumulando las inversiones en sistemas colectivos e inversiones intrafinca, se determina el total de inversiones estimadas en cada provincia. La Figura siguiente muestra la distribución de esas inversiones (72% de inversión promedio en infraestructura común y 28% en parcela).

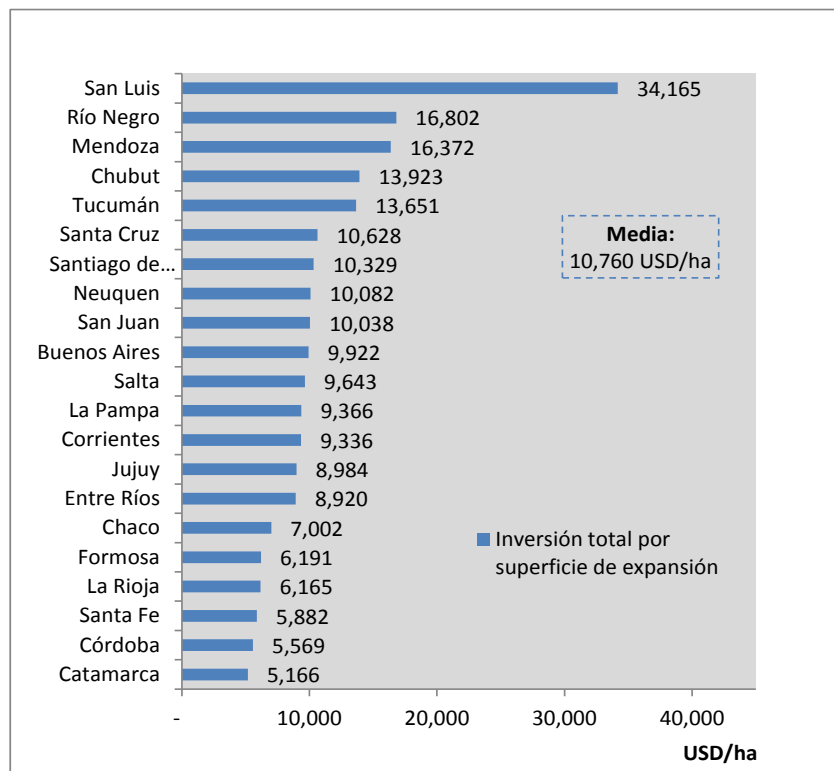
Figura 14. Inversión total en millones de USD.



Fuente: Elaboración Propia

46. La distribución de inversiones por hectárea por provincia, se puede observar en la próxima Figura, donde la inversión media estimada a nivel promedio del país asciende a 10.760 USD/ha.

Figura 15. Costo de inversión por superficie expandida (USD/ha).



Fuente: Elaboración Propia

9.2 Beneficios asociados a las inversiones

47. Los beneficios asociados a las inversiones propuestas, han sido evaluados a partir de las mejoras de eficiencias del uso del recurso, tanto en el sistema colectivo como a través de las mejoras de tecnificación en parcela. En ambos casos se han considerado los impactos del cambio climático en los escenarios futuros.

48. Como resultado de estos aumentos en eficiencia se obtienen ahorros de agua se traducen en: un aumento de superficie bajo riego, aumento de productividad y un incremento de la resiliencia de los sistemas ante los impactos del cambio climático.

Tabla 6. Esquema de eficiencias del sistema consideradas.



49. Los incrementos de productividad (“rendimientos de los cultivos”) considerados por la tecnificación del riego en parcela, varían según modelo productivo y con la tecnificación del riego en parcela propuesta. En la Tabla siguiente se observan los incrementos de producción considerados para los modelos productivos en cada provincia.

Tabla 7. Incrementos de producción esperados por provincia.

Buenos Aires	Catamarca	Chaco	Chubut	Córdoba	Corrientes	Entre Ríos
55%	45%	41%	34%	39%	39%	41%
Formosa	Jujuy	La Pampa	La Rioja	Mendoza	Neuquén	Río Negro
40%	42%	42%	40%	37%	31%	30%
Salta	San Juan	San Luis	Santa Cruz	Santa Fe	Santiago Estero	Tucumán
44%	30%	63%	36%	39%	35%	40%

Fuente: Elaboración Propia

50. El potencial del área de irrigación varía en un rango entre 600 a 980 mil hectáreas en función de la eficiencia del proyecto asumida y la producción final obtenida. Se ha

tomado como escenario base un escenario conservador en el que los resultados preliminares evaluados permiten estimar previamente que es factible alcanzar una ampliación potencial de 724 mil hectáreas a través de las mejoras de eficiencia de los sistemas existentes mediante inversiones en los sistemas colectivos y a nivel de parcela.

9.2.1 Índice de Resiliencia al Cambio Climático

51. Como fue mencionado precedentemente, los impactos más relevantes del cambio climático en la producción agrícola en escenarios futuros, están vinculados con la mayor demanda de los cultivos por el incremento de temperatura y por la disminución de disponibilidad hídrica. En este sentido, con el objeto de incrementar la resiliencia de los sistemas, se considera que parte del agua recuperada a partir de las inversiones, se destina a satisfacer la mayor demanda hídrica que tendrán los cultivos para mantener niveles de productividad adecuados ante condiciones climatológicas más severas.

52. Para cuantificar dichos ahorros y beneficios, se ha aplicado el siguiente índice de resiliencia en cada provincia calculado en base a el aumento de necesidades de riego y la disminución de caudal esperados.

Tabla 8. Índices de resiliencia esperados por provincia.

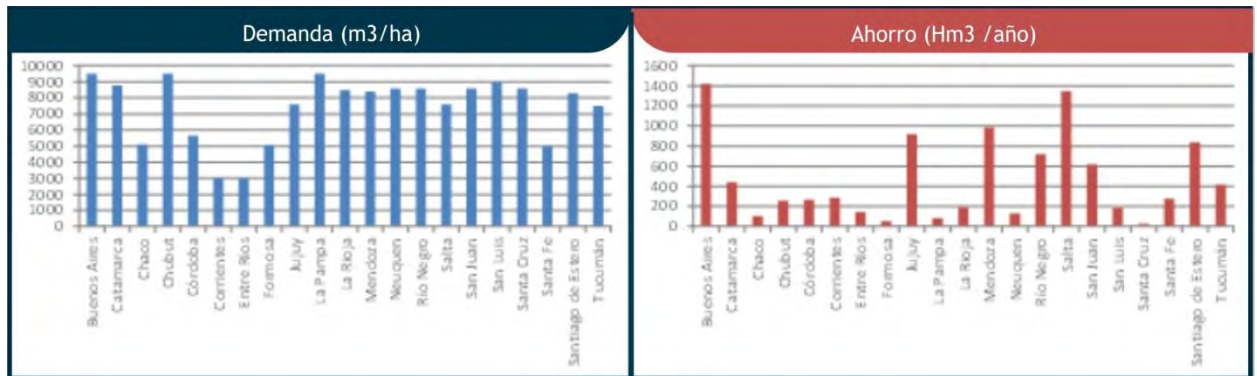
Buenos Aires	Catamarca	Chaco	Chubut	Córdoba	Corrientes	Entre Ríos
94%	76%	75%	97%	76%	75%	76%
Formosa	Jujuy	La Pampa	La Rioja	Mendoza	Neuquén	Río Negro
75%	76%	97%	76%	85%	97%	97%
Salta	San Juan	San Luis	Santa Cruz	Santa Fe	Santiago Estero	Tucumán
76%	74%	75%	97%	76%	76%	76%

Fuente: Elaboración Propia

9.2.2 Ahorros Totales

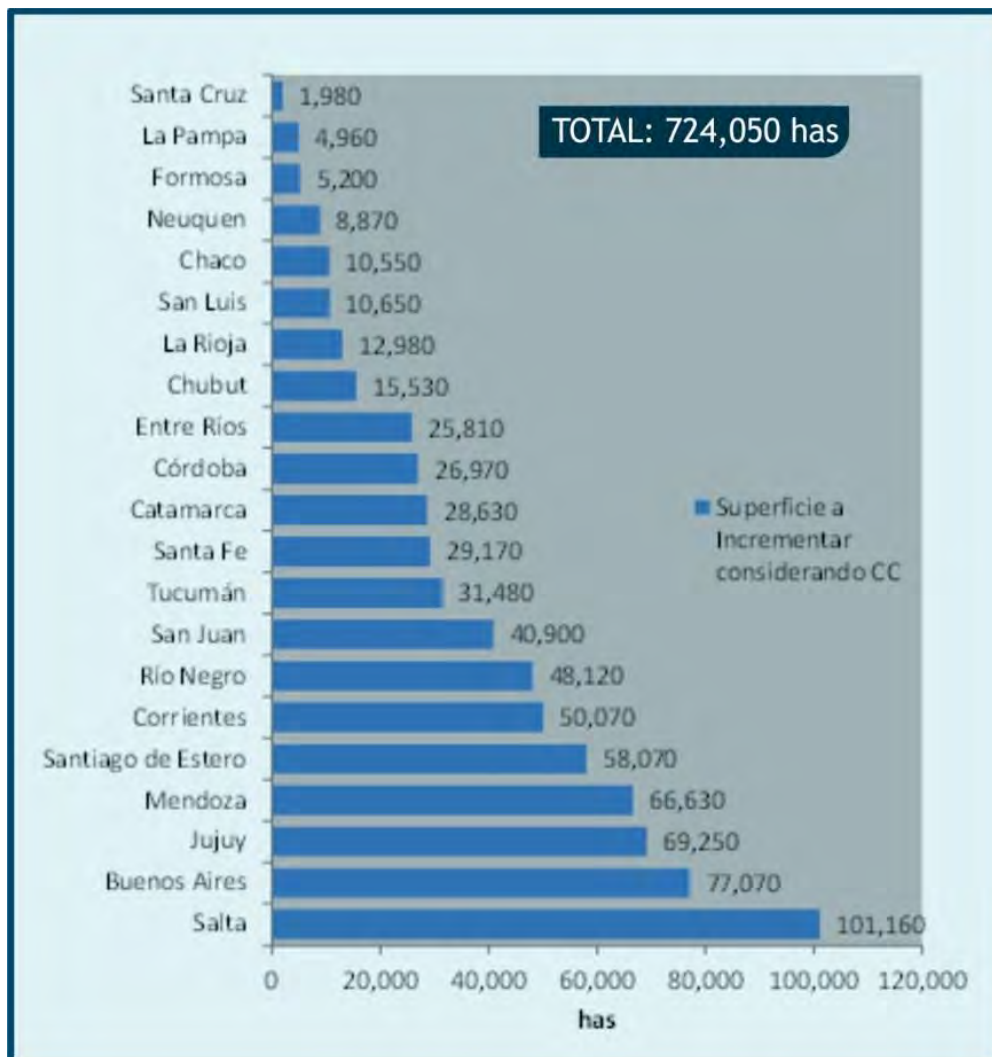
53. Con las inversiones realizadas en proyectos de infraestructura de riego, se espera conseguir una eficiencia global del orden de 60%, considerando las demandas por provincia y aplicando el índice de resiliencia explicado anteriormente (podría lograrse un ahorro aproximado de 9.720 hm³/año, lo que implica la posibilidad de ampliar la superficie regada en 724.000 ha.). Ver Anexo 5.

Figura 16. Demandas medias de cultivos (m^3/ha) y ahorro de volumen de agua con la inversión ($hm^3/año$) por provincia.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Superficie que se puede ampliar con el ahorro de agua por provincia.



Fuente: Elaboración propia

9.3 Evaluación Económica

54. La evaluación económica incluye información de costos de inversión y de operación de las mismas relacionadas tanto con las inversiones en captación, transporte y distribución como parcelarias. Asimismo, considera el valor de las producciones (ligado a precio de mercado, cupos de exportaciones por modelos, relación con el consumo interno, rotaciones, factores climáticos y otras variables que inciden en la producción) y los costos operativos necesarios para lograr dicha producción. La misma considera los valores incrementales, es decir, tanto las inversiones como los beneficios asociados a estas inversiones surgen de la consideración actual y futura sin proyecto en comparación con la situación actual y futura con proyecto.

55. El objetivo de esta evaluación es analizar la viabilidad económica del conjunto de las inversiones planteadas. Los indicadores utilizados son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto por unidad de moneda (pesos o dólares) invertido (IVAN) para cada uno de los sistemas. Asimismo se evalúa cuán robustos son estos indicadores frente a cambios en las variables relevantes. Para ello se realizó una simulación probabilística (“Simulación de Montecarlo”) que da por resultado los rangos que pueden tomar los indicadores en un ambiente aleatorio o de consideración del riego.

9.3.1 Metodología

56. El estudio económico del potencial de expansión de las áreas bajo riego en Argentina se ha realizado en distintas etapas, En primer lugar se analizó la información relevada con el objetivo de determinar la capacidad productiva y económica de cada sistema de cara a un proceso de modernización de los sistemas hídricos y de la expansión potencial de áreas bajo riego. En una segunda etapa, a partir del cálculo detallado de los costos y beneficios de inversión, se realizó una evaluación económica determinando los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR e IVAN) por provincias. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad para determinar la inversión óptima por provincia determinando la inversión en captación, transporte y distribución máxima que soportan los sistemas y el escenario de tecnología de riego en parcela más apropiado para cada provincia.

57. Todo este proceso fue acompañado por una validación constante de la información relevada, no solo de la superficie sino de los rendimientos, precios, costos de producción, etc. mediante la consulta con organismos públicos (principalmente a través de las dependencias provinciales relacionadas con la producción agrícola o con la administración del recurso hídrico), privados (cámaras empresariales, empresas de servicios de riego, etc.), organismos de ciencia y técnica, etc.

a. Determinación del Valor Bruto de Producción (VBP) e inversión máxima por sistema

58. Detrás de un proceso de inversión y modernización, existe un sistema productivo que es capaz de sustentarlo; es decir, se entiende que la inversión en infraestructura tiene una “demanda derivada” del sistema productivo. Ello implica determinar en primer lugar el Valor Bruto de Producción (VBP) y la Inversión Máxima por cada sistema.

59. Considerando las células de cultivo relevadas de cada sistema, sus rendimientos y precios al productor, dio como resultado un valor bruto de producción de \$ 27.913 millones de pesos⁴.

60. El valor de un activo de inversión se define como el valor actual del flujo de beneficios netos que es capaz de generar. En este sentido, esta definición nos sirve para calcular una inversión “teórica” que surge del obtener el valor actual de un “flujo” de producción valuada a precios al productor y al cual se le descuentan los costos pertinentes (de producción, de operación y mantenimiento del sistema, etc.). Las inversiones en los sistemas productivos generan, por lo tanto, valores incrementales (“con proyecto versus sin proyecto”) de las capacidades productivas preexistentes en cada uno de ellos. La fuente de este incremento se ha supuesto en el aumento de los rendimientos (fruto de las inversiones y mejores tecnologías) y en la expansión de las hectáreas cultivadas.

61. En síntesis, se calculó un primer valor “exploratorio”, denominado “inversión máxima” que es igual al valor actual del flujo descontado al 12% del valor neto de producción. Este valor neto de producción es igual al valor bruto de producción menos los costos de producción y de operación y mantenimiento.

62. Este cálculo “exploratorio” arrojó un valor inicial promedio de U\$S 6.150 por ha, y valores extremos entre los distintos sistemas productivos y de riego entre un máximo de U\$S 20.750 por ha y un mínimo de U\$S 1.210 por ha. Es decir que, en promedio, los sistemas bajo riego en Argentina podrían viabilizar inversiones que no excedan esos valores como costo por hectárea.

b. Determinación de VAN y TIR de costos y beneficios de inversión determinados

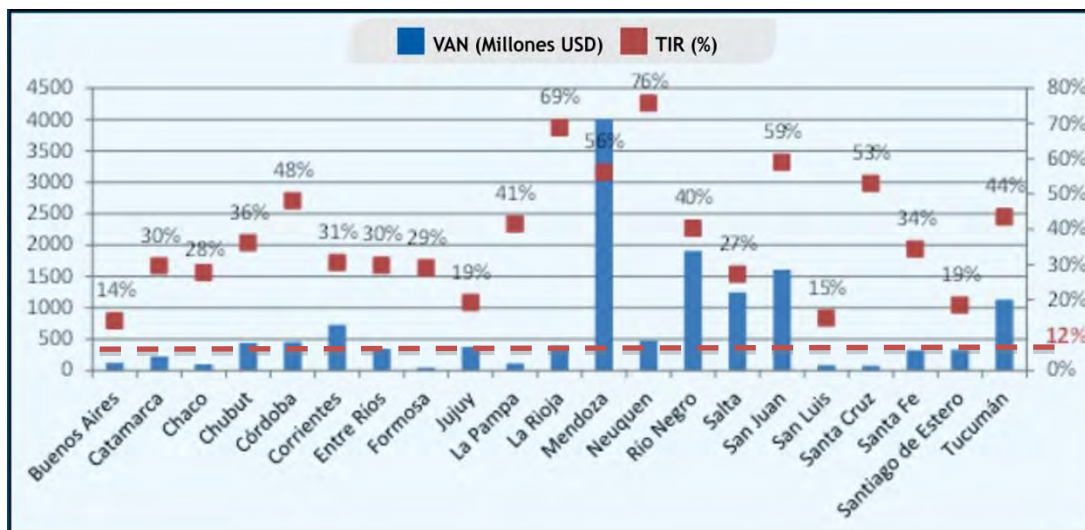
63. El objetivo de esta segunda etapa es determinar si las inversiones fuera y dentro de parcelas determinadas son económicamente viables para cada una de las provincias. Tal como se explicitó anteriormente se determinaron los valores de inversión de ambas categorías para cada uno de los sistemas provinciales de agricultura (y ganadería) bajo riego. Asimismo, se utilizó la información productiva de cada sistema para el cálculo de los beneficios que podría otorgar la expansión potencial de áreas bajo riego.

64. Con el correspondiente armado de los flujos de fondos que comparan la situación con proyecto (“inversiones para lograr la expansión potencial”) y la situación sin proyecto (“situación de los sistemas productivos sin realizar inversiones pero afectados por el cambio climático”), se calcularon los siguientes indicadores económicos (ver explicación detallada en Anexo 6): **VAN** o valor actual neto, que representa el incremento o excedente monetario que tiene un proyecto por encima de la mejor alternativa en la cual se puede invertir el mismo monto del proyecto; y **TIR** o tasa interna de retorno que es considerada como la tasa de rentabilidad del proyecto. Es “lo que rinden” los fondos colocados en el proyecto y no en otras explotaciones o inversiones financieras alternativas.

65. En la siguiente gráfica se observa el resultado obtenido por provincia para los escenarios propuestos más rentables.

⁴Equivalente a U\$S 5.670 millones.

Figura 18. Resultados Evaluación Económica del escenario conservador. TIR y VAN.



Fuente: Elaboración propia

c. Análisis de Sensibilidad

66. Los indicadores del apartado anterior se han estimado para una situación denominada “Línea de Base”. Esta línea de base debe confrontarse con distintas circunstancias en las cuales los supuestos implícitos en los flujos de fondos puedan cambiar. Para ello se realiza un análisis de sensibilidad que consiste en hacer variar variables relevantes y recalculan los indicadores de rentabilidad anteriores para los valores de las variables elegidas siendo el TIR la variable que indicara los cambios de forma más representativa. En el caso específico de este estudio se optó por la técnica denominada “Simulación de Montecarlo”, ver detalle Anexo 10, o simulación probabilística.

67. Para el análisis de sensibilidad se consideraron las siguientes variables:

- **Valor Bruto de Producción por hectárea:** esta variable fue calculada en función de la célula de cultivo de cada provincia, las producciones, los precios y los costos de producción. Se considera que esta variable sigue una distribución normal.
- **Costo de inversión:** Estos costos de inversión fueron calculados como se explicitó anteriormente tanto fuera como dentro de parcela. Se consideró que estos costos se comportan aleatoriamente con una distribución de probabilidad normal.
- **Costos de Producción por hectárea:** Estos costos de producción tienen como base la información relevada por los consultores y validados a través de los correspondientes a las situaciones optimizadas de los proyectos de PROSAP. Se supone también que se comportan con una distribución normal.
- **Costos de Mantenimiento de las inversiones:** Los costos de mantenimientos de los sistemas se han considerado como equivalentes al 2% del valor de la inversión. Este valor ha sido obtenido del valor utilizado en proyectos

equivalentes de la base de datos de proyectos de PROSAP. Estos costos se comportan aleatoriamente con una distribución normal.

- **Demanda de los cultivos:** Las variaciones en la demanda de agua dependen de variaciones en la célula de cultivo de cada provincia. Se ha considerado que se comportan en un mundo no determinístico con una distribución normal.
- **Eficiencias:** se ha adoptado un escenario conservador que podría variar en función de las tecnologías adoptadas por los productores. Se supone que se comporta con una distribución de probabilidades triangular.
- **Superficie Cultivada bajo Riego:** La fuente de estos datos corresponde al relevamiento realizado por los consultores FAO. Se distribuye como una normal con una media equivalente al valor considerado en la línea de base y una dispersión igual al 5% del valor medio.
- **Incremento de Producción:** Este incremento se refiere al cambio en los rendimientos de los diferentes cultivos, fruto de las inversiones (principalmente parcelarias en tecnologías y mejores prácticas de riego). Su distribución de probabilidades es triangular y los valores extremos varían en un 10% respecto del valor medio (coincidente con el valor de la línea de base).
- **Cambio Climático:** Los escenarios de Cambio Climático planteados en el segundo comunicado nacional pueden variar. Se considera que se comporta con una distribución triangular con valores extremos, variando en un 10% por encima y por debajo del valor medio (valor del escenario de la línea de base).

68. En la próxima Tabla se exponen los criterios generales de la simulación. Estos criterios constituyen un punto de partida de simulación de la línea de base son estimados y representan una simulación inicial e igual para todas las provincias⁵.

⁵Los criterios de la simulación son validados y confirmados para cada provincia durante los talleres realizados.

Tabla 9. Criterios y supuestos para simulación Montecarlo.

Variable	Distribución	Media	Dispersión	Valor Medio	Valor Máximo y Mínimo
Has Cultivadas	normal	Valor Línea de base	5 % de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Demanda	normal	Valor Línea de base	5% de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Eficiencia con proyecto	triangular			Valor Línea de base	+/- 10% del valor medio
CCC %Δ riego	triangular			Valor Línea de base	+/- 10% del valor medio
CCC % variación de caudal	triangular			Valor Línea de base	+/- 10% del valor medio
Costo Inversión Captación y Distribución (Colectivo/Privada) \$/ha	normal	Valor Línea de base	5 % de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Costo Inversión Parcelar \$/ha	normal	Valor Línea de base	5 % de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Incremento de Producción	triangular			Valor Línea de base	+/- 10% del valor medio
VBP/ha (U\$S/ha)	normal	Valor Línea de base	5 % de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Costos producción/ha (U\$S/ha)	normal	Valor Línea de base	5 % de la media. 2 dispersiones abarca el 95% de los valores simulados		
Costos de Mantenimiento CP (% s/Inversión con proyecto)	triangular			Valor Línea de base	+/- 10% del valor medio

69. El Anexo 9 presenta los resultados en detalle para las simulaciones de Montecarlo de todas las provincias. Se tomaron como “outputs” al VAN y a la TIR. Esto permitió establecer valores extremos de distribución de probabilidades de dichos indicadores y su media. Asimismo, permite establecer la “probabilidad” que tienen los sistemas de presentar indicadores no rentables (VAN negativo o TIR inferior al 12%).

70. El ejercicio de simulación permite estudiar cuál es la influencia que tiene la variación de las variables “inputs” simuladas sobre los valores “outputs” (VAN y TIR), a través del cálculo de la correlación estadística que existe entre las variaciones de una variable en particular y la variable output. Este análisis recibe, en la jerga de la simulación de Montecarlo, el nombre de “Tornado”. Del mismo surge que en la mayoría de las

provincias, el valor bruto de producción tiene un gran impacto en el potencial de irrigación, confirmando así la intuición de la primera etapa respecto de la importancia que tiene el valor de producción en la demanda derivada de las inversiones en riego.

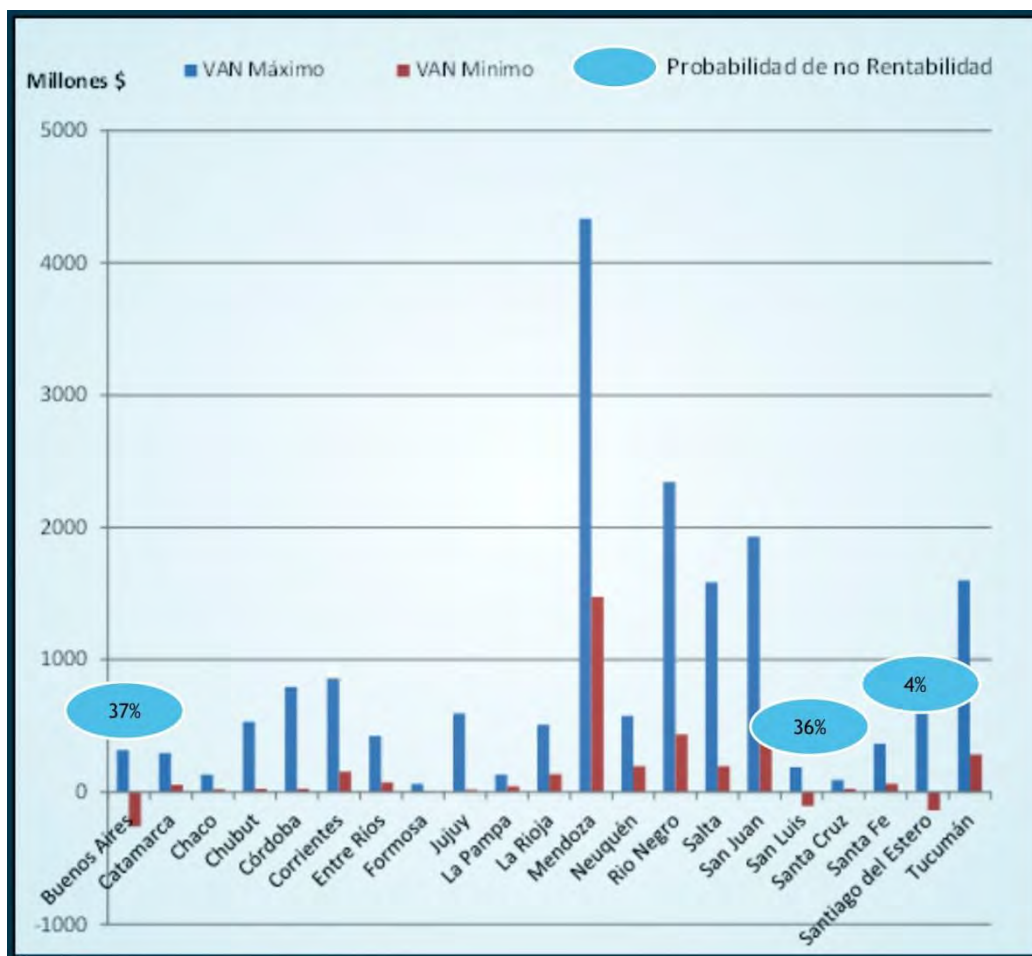
71. El análisis de Tornado también confirma estudios que señalan que la diferencia de hectáreas cultivadas bajo riego dependen crucialmente (“es decir, estadísticamente relevante”) de la rentabilidad de las producciones que se realizan con dicha provisión del recurso hídrico. Asimismo, los cambios, generalmente pequeños, en la superficie cultivada no afectan a la inversión de los proyectos. Igualmente, un pequeño descenso en el valor del índice de resiliencia al cambio climático, no afecta a los proyectos de inversión, ya que la disponibilidad de agua no es un factor extremadamente limitante en Argentina como sí lo es en otros países
72. En las siguientes Tablas se presentan los resultados resumidos de las simulaciones, exponiéndose los valores máximos, mínimos y medios de las simulaciones, así como la probabilidad estadística que un determinado conjunto de inversiones en los sistemas provinciales pueda ser no rentable; es decir, que el VAN sea negativo o que la TIR sea inferior a la tasa de descuento del 12%. Como se puede observar, todas las provincias presentan rentabilidades favorables a las inversiones propuestas, con la salvedad de Buenos Aires y San Luis (presentan una probabilidad del 35% de no rentabilidad).

Tabla 10. Resumen resultados simulación Montecarlo: TIR.

Provincias	TIR Máximo	TIR Mínimo	TIR Medio	Probabilidad de no rentabilidad
Buenos Aires	18%	7%	12%	36 %
Catamarca	38%	18%	27%	0%
Chaco	38%	16%	27%	0%
Chubut	47%	13%	29%	0%
Córdoba	67%	9%	45%	0,01%
Corrientes	37%	17%	25%	0%
Entre Ríos	36%	17%	25%	0%
Formosa	40%	16%	28%	0%
Jujuy	27%	11%	18%	0,01%
La Pampa	53%	24%	37%	0%
La Rioja	88%	40%	61%	0%
Mendoza	69%	30%	47%	0%
Neuquén	96%	42%	68%	0%
Rio Negro	54%	19%	33%	0%
Salta	35%	15%	24%	0%
San Juan	77%	27%	49%	0%
San Luis	19%	8%	12%	34,4%
Santa Cruz	74%	27%	46%	0%
Santa Fe	43%	17%	30%	0%
Santiago del Estero	26%	9%	16%	3,7%
Tucumán	62%	20%	38%	0%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Resumen resultados de la simulación de Montecarlo: VAN



Fuente: Elaboración propia

10. Análisis Social (En desarrollo)

73. El diagnóstico de la situación social, pretende obtener una caracterización de la evolución socioeconómica en la última década, destacando los factores que han contribuido o no al crecimiento. Se analizan datos socioeconómicos de población y grupos vulnerables, educación, mercado de trabajo, y de qué manera la agricultura irrigada contribuye a la evolución de la sociedad.

74. Por otro lado se analizarán las organizaciones de usuarios en términos de estructura y de gestión interna, su anclaje institucional provincial y los papeles que juegan o responsabilidades (cobro de tarifas, penalidades, distribución del agua, etc.). Poniendo especial hincapié en los aspectos participativos de los miembros y los sistemas de consulta y control al interior del sistema de riego.

75. De esta forma se obtendrá una caracterización de posibles beneficiarios que permita saber si hay tal diversidad que las políticas e incentivos debieran adaptarse o enfocarse a los diferentes productores. La caracterización servirá para fijar políticas y focalizar programas (incentivos financieros, capacitación, etc.).

11. Análisis Institucional y Legal (En desarrollo)

76. El estudio incluye una evaluación institucional y legal a través de una Matriz de Evaluación Institucional aplicable a cada provincia que pretende reflejar una valoración cualitativa sobre una serie de variables seleccionadas que se consideran críticas para la gestión del agua de riego y un modelo cuantitativo de resumen de la información.

77. La metodología presenta un modelo de evaluación cualitativo que tiene por objeto analizar la viabilidad ex ante, en base a variables de análisis con el objetivo de definir y fortalecer las estrategias provinciales al momento de iniciar la formulación e implementación de iniciativas identificadas tanto en relación a las ampliaciones de áreas de riego existentes, como para nuevas áreas de riego integral y suplementario.

78. Las variables a considerar son: (i) Normativa; (ii) Institucionalidad Pública; (iii) Agentes Privados; (iv) Acceso al Crédito; (v) Sistemas de Medición del recurso hídrico; (vi) Disponibilidad Tecnológica; (vii) Valoración del recurso agua; (viii) Pago canon de riego; (ix) Participación organizada de los usuarios; (x) Titulación de Tierras; (xi) Régimen Energía Eléctrica Provincial.

Metodología (síntesis).

79. La matriz se compone de una serie de variables con indicación de aquellos aspectos que se tienen en cuenta para su valoración (ver detalle de cada variable y el grado de afectación por sistema de riego en Anexo 7). Se resumen a continuación:

- (i) **Normativa (Andamiaje jurídico establecido para gestionar el agua de riego):** Andamiaje jurídico establecido para gestionar el agua de riego, haciendo hincapié en los mecanismos de regulación que prevé (incluyendo temas de protección y conservación del agua y planificación espacial del uso del recurso), se analiza la cohesión de la normativa vigente, a fin de valorar eventuales superposición de funciones, contradicciones y zonas de indefinición, y de apreciar la facilidad de aplicación y cumplimiento.
- (ii) **Institucionalidad Pública (Organización de las Agencias y sus capacidades):** Diseño de los organismos, sus capacidades operativas, autonomía en la toma de decisiones, la organización interna de las agencias que elaboran políticas, las capacidades estatales con respecto a la formulación e instrumentación de políticas y la capacidad de generar consensos.
- (iii) **Agentes privados (Visión y Acción del productor):** Sujeto individual propenso a invertir con el objetivo de obtener mayores rendimientos por unidad de superficie y mejorar la calidad comercial y mayor seguridad en las cosechas.
- (iv) **Acceso al crédito:** Disponibilidad, accesibilidad y existencia de entidades financieras y de crédito que favorezcan los sectores productivos, en especial la existencia de líneas específicas acorde al cultivo predominante en la provincia. Existencia de financiamiento público disponible (provincial y nacional)

- (v) **Sistemas de Medición del recurso hídrico (Mecanismos de regulación):** Mecanismos previstos para regular la oferta y variabilidad del recurso (sistemas de información: sistemas de planificación y sistemas de medición, caudalímetros, alertas, etc.).
- (vi) **Disponibilidad Tecnológica:** Visión sobre la importancia de la tecnificación y propensión a invertir en ello.
- (vii) **Valoración del recurso Agua (conciencia sobre el recurso):** Acciones públicas, efectivamente implementadas, tendientes a la concientización sobre el uso y cuidado del agua.
- (viii) **Pago Canon de riego (recaudación y acciones de cobro):** Recaudación efectiva por canon de riego y acciones de cobro compulsivo efectivamente implementadas.
- (ix) **Participación organizada de los usuarios:** Participación organizada a través de Consorcios de Usuarios formalmente constituidos y reconocidos por la autoridad de aplicación en materia de agua de riego. Sujetos de Desarrollo. Acción colectiva (resolver conflictos, descentralización de los sistemas de riego, establecimiento de sistemas de vigilancia): Constitución Formal de Consorcios; Descentralización; Organización efectiva en Consorcios.
- (x) **Titulación de Tierras:** Consolidación legal de la tenencia de la tierra. Titularidad asociada a Programas de Desarrollo.
- (xi) **Régimen Energía Eléctrica Provincial:** Análisis del régimen provincial puntualizando aspectos referidos a: a) Distribución Ente público o privado (Cooperativas, otras); b) Marco Regulatorio, c) Existencia de Entes Reguladores, d) Tarifas diferenciales al agro.

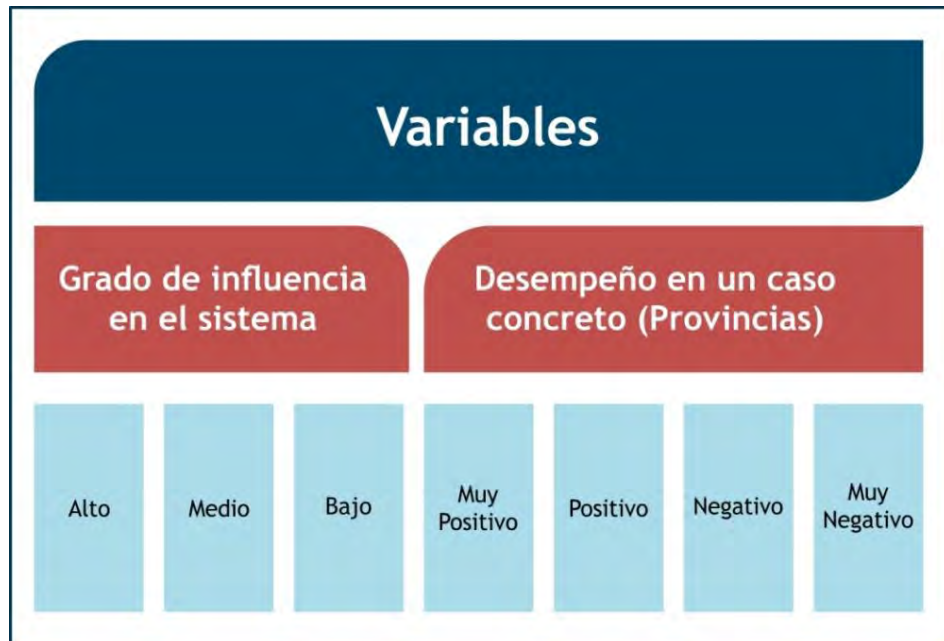
80. A las variables mencionadas se les asignan dos formas de medición: a) Se establece una medición de acuerdo a la relevancia de la variable para un sistema de riego integral o complementario, y esa relevancia o nivel de afectación se ha establecido en Alto, Medio y Bajo. Entendiendo por Alto la criticidad e importancia para el desarrollo de los sistemas (integral/complementario) que tiene ese aspecto; b) la otra forma de medición de la variable es a partir de un conjunto de indicadores, mayormente cualitativos, que permiten determinar el desempeño de las variables indicadas en el análisis de casos concretos (provincias). Adicionalmente, la información se visualiza mediante un esquema cuantitativo de visualización de los resultados de la matriz.

81. Cada indicador se mide en una escala de muy positivo, positivo, negativo y muy negativo y los valores establecidos en cada uno se ponderan por el nivel de relevancia de la variable (Alto/Medio/Bajo) según cada sistema y provincia donde se aplica.

82. Por cada provincia se construye un perfil que registra la información relativa a cada variable.

83. La información para la medición se obtiene del conocimiento disponible (censos, documentos, asesoramiento de expertos, relevamientos previos, etc.). El puntaje por variable se obtiene de multiplicar ambos valores.

Figura 20. Modelo de medición.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Sistema de categorización y puntuación de las variables.



Fuente: Elaboración propia

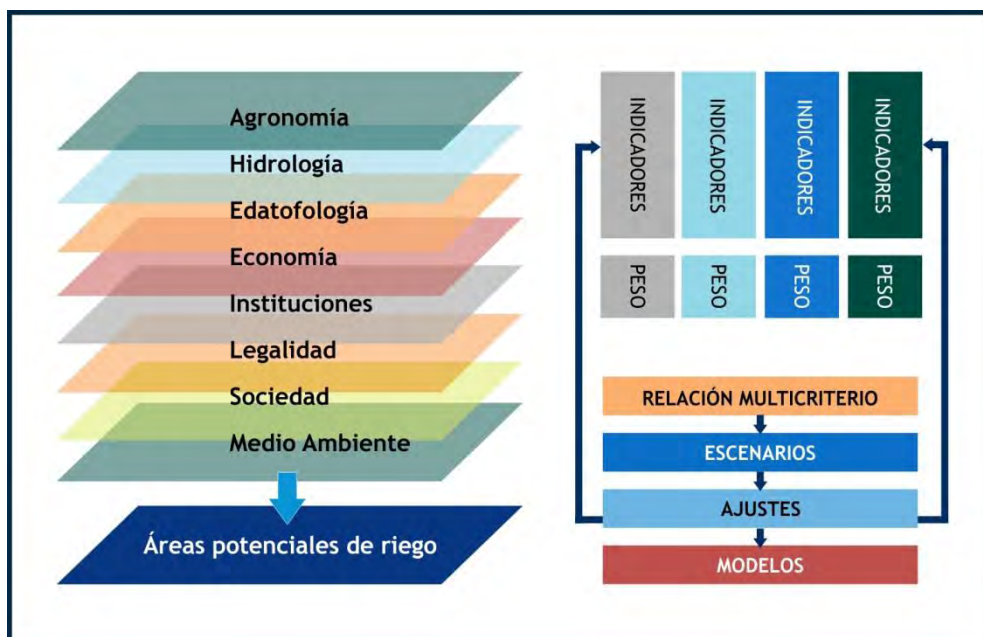
12. Análisis Multicriterio

84. A su vez, para la unificación conceptual de todas las capas de información generadas (disponibilidad hídrica, características edafológicas, económicas, institucionales y legales, etc.), se está desarrollando con la colaboración del Grupo TRAGSA de España, una Herramienta Multicriterio que permita realizar una evaluación en la que se consideren las variables y escenarios obtenidos, estableciendo criterios e indicadores técnicos, económicos, sociales y ambientales de priorización de áreas.

85. El objetivo final de dicha herramienta es que permita a los tomadores de decisiones identificar acciones para ampliar el riego en Argentina considerando inversiones, estrategias, políticas y mecanismos posibles para su implementación, es decir, garantizar una estrategia de desarrollo sostenible preservando los recursos naturales (mejora del medio ambiente y del entorno rural mediante la gestión de tierras).

86. El esquema conceptual propuesto para el análisis multidimensional se esquematiza en la Figura siguiente:

Figura 22. Esquema herramienta multicriterio.



Fuente: Tragsatec

13. Anexos.

- Anexo 1: Detalle de inversiones en captación y transporte por provincias.
- Anexo 2: Descripción detallada de Escenarios de Análisis Parcelar.
- Anexo 3: Descripción detallada de la Metodología Análisis Parcelar.
- Anexo 4: Detalle de inversiones en parcelas por provincias.
- Anexo 5: Resumen por Provincia de Ahorro de agua y Superficie a Incrementar.
- Anexo 6: Proyectos PROSAP.
- Anexo 7: Variables Institucionales.
- Anexo 8: Análisis de sensibilidad e impacto de variables, en rentabilidad de los proyectos.
 Graficas de Tornado para TIR.
- Anexo 9: Resultados de la simulación de Montecarlo por provincia.
- Anexo 10: Procedimiento de la Simulación de Montecarlo.

Abreviaturas

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.
- NEA. Noreste Argentino.
- PEA. Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial.
- PROSAP. Programa de Servicios Agrícolas Provinciales.
- TIR. Tasa Interna de Retorno.
- VAN. Valor Actual Neto.

14. Listado de Figuras.

- Figura 1. Superficie apta para regadío Vs. Superficie utilizada a nivel mundial.
- Figura 2. Evolución y proyección superficie bajo riego en A. Latina (1960-2050).
- Figura 3. Evolución de la superficie cultivada en Argentina (1.000 ha).
- Figura 4. Superficies bajo riego por provincias (1.000 ha).
- Figura 5. Distribución de cultivos por provincia.
- Figura 6. Aumento de necesidades de riego por zonas.
- Figura 7. Variación de Caudales según el 2º Comunicado Nacional de Argentina.
- Figura 8. Pérdidas productivas por C. Climático en áreas bajo riego (1.000 ha).
- Figura 9. Proyectos de PROSAP analizados.
- Figura 10. Inversiones por provincia en captación, conducción y distribución.
- Figura 11. Inversiones parcelares por provincia, totales y por ha.
- Figura 12. Inversiones en parcelas por tipos de mejoras (Millones USD).
- Figura 13. Distribución de inversiones en riego presurizado en parcelas por tipo de cultivo.
- Figura 14. Inversión Total en Millones de USD.
- Figura 15. Costo de inversión por superficie expandida (USD/ha).
- Figura 16. Demandas medias de cultivos (m^3/ha) y Ahorro de Volumen de agua con la inversión ($\text{hm}^3/\text{año}$) por provincia.
- Figura 17. Superficie que se puede ampliar con el ahorro de agua por provincia.
- Figura 18. Resultados Evaluación Económica escenario conservador. TIR y VAN.
- Figura 19. Resumen resultados de la simulación de Montecarlo: VAN.
- Figura 20. Modelo de medición.
- Figura 21. Sistema de categorización y puntuación de las variables.
- Figura 22. Esquema herramienta multicriterio.

15. Listado de Tablas.

- Tabla 1. Características comparativas del riego en la Región.
- Tabla 2. Tipología de canales seleccionada para realizar el análisis.
- Tabla 3. Parámetro de longitud intervenida por regiones.
- Tabla 4. Parámetro de costo por regiones.
- Tabla 5. Coeficientes telescópicos aplicados.
- Tabla 6. Esquema de eficiencias del sistema consideradas.
- Tabla 7. Incrementos de producción esperados por provincia.
- Tabla 8. Índices de resiliencia esperados por provincia.
- Tabla 9. Criterios y supuestos para la simulación de Montecarlo.
- Tabla 10. Resumen de los resultados de la simulación de Montecarlo: TIR.

16. Bibliografía

XX
XX
XXX.....